



วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857 - 7617

ปีที่ 51 ฉบับที่ 162 พฤษภาคม 2546



ศูนย์ วิศวกรรมฯ

วิทยาลัย วิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



สารบัญ

กรมวิทยบริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2644 7021 โทรสาร 0 2245 5523
[http : //www.dss.go.th](http://www.dss.go.th)

ที่ปรึกษา

นายอิทธิ พิษยนทรโยธิน
นางสาวสุจินดา โชติพานิช
นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ
บรรณาธิการ
นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ
นางสาวสุนทรี เป็รื่องการ
กองบรรณาธิการ
นางพิมพ์วัลย์ วัฒนโภาส
นางอุมาพร สุขม่วง
นางสาวเรณู ตามไท
นางสุดาวดี เสริมนอก
นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรงค์ศรี
นางสาวอรุณวรรณ อุ่นแก้ว
นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

นางพจมาน ทำจิ้น

ทีมปก

นายวิเวก อรุณรัตน์

ทีมภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

งานนิทรรศการการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผา
สำหรับสาโท ประจำปี 2546

1

แนะนำเอกสาร Code of Federal Regulations
จารุณี ฉัตรกิตติพรชัย

4

การควบคุมคุณภาพภายในสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ
นรินทร์ แจ่มทอง
ปัทมา นพรัตน์

9

กระบวนการกำจัดและนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ในการผลิตเยื่อกระดาษ
สมชาย ศิริเลิศพิทักษ์

14

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสอบเทียบหัววัดการสันสะเทือน
พจมาน ทำจิ้น
ฐานันดร พิทักษ์เกียรติ
วีระชัย วาริยาตร์

21

การรายงานผลโดยใช้ Pivot table

24

นภาพร เลิศชาธาทัต
จันทริกา ชำดวง

บทบาทใหม่กรมวิทยาศาสตร์บริการ : รับรองระบบงาน
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

27

สมโภชน์ บุญสนิท
เขवालักษณ์ ล้อมรื่น

ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืช
ผสมน้ำมันดีเซล

29

สุดา นันทวิทยา
สรวรยา เชื้อพันธ์

การศึกษาการเสื่อมสภาพของผักและผลไม้กระป๋องด้วยวิธีเคมีไฟฟ้า

32

ชัช นุสนธรา

ดรรรชนีชื่อผู้แต่งและดรรรชนีหัวเรื่อง

35

งานนิทรรศการ

การประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผา สำหรับสาโทประจำปี 2546

สืบ เนื่องจากนโยบายส่งเสริมเศรษฐกิจระดับรากหญ้าของรัฐบาลปัจจุบัน
จนเป็นผลให้เกิดโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ขึ้น และได้มีการส่งเสริม
โครงการดังกล่าวมาเป็นลำดับ ประกอบกับการเปิดเสรีสุราแช่ไทย เป็นผลให้
สุราไทยที่เป็นผลผลิตจากโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ได้รับความนิยม
อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็น สาโท อู ไวน์ผลไม้ ฯลฯ ซึ่งส่วนใหญ่บรรจุใน
ขวดแก้ว มีการใช้ภาชนะเป็นเครื่องปั้นดินเผาบ้าง เช่น ขวด และไหดิน แต่ไม่มากนัก
หากมีการพัฒนาภาชนะบรรจุให้สวยงาม มีเอกลักษณ์ของท้องถิ่นจะเป็นการ
เพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าทั้งสุราแช่ และตัวภาชนะบรรจุ สร้างภาพลักษณ์ของสินค้า
ช่วยส่งเสริมการตลาดได้อีกทางหนึ่ง

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในฐานะหน่วยงานที่รับผิดชอบในการ
พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องปั้นดินเผา จึงได้รับมอบหมายให้จัดการประกวดภาชนะ
เครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโทขึ้น เพื่อให้มีการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์
เครื่องปั้นดินเผาที่มีคุณค่าและประโยชน์ใช้สอยมาเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก
โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ตามนโยบายรัฐบาล โดยมีโล่พร้อมเงินรางวัล
เป็นกำลังใจในการสร้างสรรค์ผลงาน

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
กรมสรรพสามิต กรมการพัฒนาชุมชน สภาอุตสาหกรรมจังหวัดลำปาง สมาคม
ผู้ผลิตไวน์ผลไม้และสุราพื้นบ้านไทย จัดการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผา
สำหรับสาโทขึ้น โดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้ดำเนินงาน วัตถุประสงค์
เพื่อกระตุ้นผู้ประกอบการและนักออกแบบให้มีความตื่นตัว สร้างสรรค์ พัฒนา
รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทภาชนะเพื่อใช้บรรจุสาโท และส่งเสริม
ผลิตภัณฑ์สาโทให้มีภาชนะที่มีคุณภาพ และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้

ผู้มีสิทธิ์ส่งผลงานเข้าประกวด ได้แก่ บุคคล คณะบุคคล โรงงาน บริษัท
ห้างร้าน หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษาในประเทศ ผลงานที่ได้รับการคัดเลือก
เพื่อการตัดสิน มี 193 แบบ และผลการตัดสิน มีดังต่อไปนี้

รางวัลผลงานยอดเยี่ยม ที่จะได้รับโล่ของนายกรัฐมนตรี และเงิน
รางวัล 500,000 บาท ไม่มีผลงานที่สมควร
ได้รับตามมติของคณะกรรมการ



ผลงานชื่อ “ดินขัดสาน” ของ
นางพิกุล จันทร์เสนา จ. เชียงใหม่



รางวัลผลงานดีเด่น

ได้แก่

รางวัลผลงานดี

ได้รับโล่ของรองนายกรัฐมนตรี และ
เงินรางวัล 200,000 บาท
ผลงานชื่อ “ดินขัดสาน” ของ
นางพิกุล จันทรเสนา จ.เชียงใหม่
ได้รับโล่ของรัฐมนตรีว่าการกระทรวง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ
เงินรางวัล 100,000 บาท ได้แก่

1. ผลงานชื่อ “มัดรวงข้าว” ของ น.ส.เขมวิกา จิตเวช จ.พัทลุง



2. ผลงานชื่อ “หรรษา” ของ
น.ส.เสาวลักษณ์ ก่อศักดิ์วัฒนา
จ. กรุงเทพฯ



3. ผลงานชื่อ “จักสานไม้ไผ่” ของ
นายเชิดชาย ศรีวิชัย จ. เชียงใหม่



รางวัลชมเชย ได้รับเกียรติบัตรชมเชย
และเงินรางวัล 10,000
บาท จำนวน 11 รางวัล

ได้แก่

1. ผลงานชื่อ “เจ้าพระยา” ของ
น.ส.ศิริกัลยา สุขโข จ.ราชบุรี



2. ผลงานชื่อ “Wrapped by heart”
ของ นายอรรถกร เอ็งถ้วน
จ. กรุงเทพฯ



3. ผลงานชื่อ “Satho Kra-Tib-Kaow”
ของ นายรุ่งอรุณ บุญมา จ. ลำปาง



4. ผลงานชื่อ “ขวดสาโททรงเมล็ดข้าว
และลายไทย” ของนายอุเทน รินฟอง
จ. เชียงใหม่



5. ผลงานชื่อ “Siam Countryside”
ของ น.ส.นุชจรี สวัสดิ์ จ. ราชบุรี



6. ผลงานชื่อ “ซังป่า” ของ
นายฉันทันท์ ศรีระสา จ.สระบุรี



7. ผลงานชื่อ “Kratib Sato” ของ
น.ส.รุ่งอรุณ อุนคานนท์ จ. กรุงเทพฯ



8. ผลงานชื่อ “สาโทไซโย” ของ
นายอาคม เข้มทอง จ.ลำปาง



9. ผลงานชื่อ “ภาชนะเครื่องปั้นดินเผา
สาโท” ของ นายไพบูลย์ หล้าสมศรี
จ. เชียงใหม่



11. ผลงานชื่อ “กรูเก๋าสุโขทัย” ของ
นายชยวรรช สุธสุด จ. ปทุมธานี



10. ผลงานชื่อ “ขวดดำ 2” ของ นายกิตติชัย ระมิงค์วงศ์ จ. เชียงใหม่



ผู้ชนะการประกวดทั้ง 15 ท่านนี้ ได้รับมอบรางวัลจาก ฯพณฯ รัฐมนตรีว่าการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในวันที่ 3 พฤษภาคม 2546 ในงาน
นิทรรศการภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท ประจำปี พ.ศ. 2546 ซึ่งจัดให้
มีขึ้น ณ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จ.ลำปาง

ในงานนิทรรศการดังกล่าว ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 3 - 7 พฤษภาคม
2546 มีการแสดงต่าง ๆ ได้แก่ การแสดงผลงานที่ชนะการประกวด ผลงานที่
ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมแสดง ผลงานของศิลปินและนักออกแบบที่ได้รับเชิญ
นิทรรศการวิชาการเกี่ยวกับเซรามิกและสาโท สัมมนาวิชาการเกี่ยวกับเซรามิก
และสาโท รวมทั้งการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เซรามิก สาโท จากโรงงาน และ
ผลิตภัณฑ์จากโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เซรามิก สาโท และ
สุราแช่พื้นบ้าน การจัดงานครั้งนี้ได้รับความสนใจจากประชาชนทั่วทุกภาคของ
ประเทศ มีผู้เข้าชมนิทรรศการผลงานที่ส่งเข้าประกวดเป็นจำนวนมาก และ
เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดงาน

แนะนำเอกสาร

Code of Federal Regulations (CFR)

จารุณี ฉัตรกิตติพรชัย

ปจจุบัน

เอกสารมาตรฐานที่ระบุข้อกำหนดต่างๆ รวมทั้งพระราชบัญญัติ และ กฎระเบียบ ข้อบังคับบางเรื่องที่เป็นเอกสารระบุข้อกำหนด มีบทบาทสำคัญต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้คุณภาพเป็นที่ยอมรับและเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศได้ ดังนั้นการรู้แหล่งสารสนเทศจึงมีความจำเป็นในการศึกษา ค้นคว้า ติดตามหาข้อมูลเพื่อการผลิต วิจัย และพัฒนาให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ

เอกสาร Code of Federal Regulations (CFR) เป็นเอกสารที่พิมพ์เผยแพร่เกี่ยวกับกฎหมายและระเบียบข้อบังคับ ข้อกำหนดต่างๆ ที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงานของรัฐบาลแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งจัดพิมพ์โดย The Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration. มีทั้งหมด 50 Title และมีดรชนีสำหรับค้นมีชื่อว่า “ CFR Index and Finding Aids” ออกเป็นรายปี ในระหว่างปีหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข เพิ่มเติม หรือยกเลิก จะประกาศและจัดพิมพ์

เผยแพร่ใน Federal Register ซึ่งกำหนดออกรายวัน ในการจัดพิมพ์เอกสารชุดนี้จะมีการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหา โดยในแต่ละ Title จะแบ่งย่อยเป็น Chapter และในแต่ละ Chapter จะแบ่งย่อยเป็น Subchapter และ Part ตามลำดับดังนี้

- **Title** : จะระบุเป็นกลุ่มหัวข้อ ตัวอย่างเช่น Title 21 : Food and Drugs. (อาหารและยา)

- **Chapter** : จะระบุเป็นชื่อขององค์กรของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดกฎหมายและระเบียบข้อบังคับในกลุ่มเรื่องนั้นๆ ตัวอย่างเช่น Title 21 - Food and Drugs.

- **Chapter 1** - Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services.

- **Subchapter** : จะระบุเป็นกลุ่มหัวข้อที่กำหนดโดยองค์กรนั้นๆ ตัวอย่างเช่น Title 21 - Food and Drugs

- **Chapter 1** -- Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services

- **Subchapter A** - General (เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับเรื่องทั่วไป)

- **Subchapter B** - Food for human consumption (เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับเรื่องอาหาร เช่น มาตรฐานอาหาร จลากรผลิตภัณฑ์อาหาร GMP เป็นต้น)

- **Part** : จะระบุเป็นหัวข้อย่อยๆ ให้ข้อมูล และรายละเอียดเฉพาะในเรื่องนั้นๆ ตัวอย่างเช่น

- Title 21 - Food and Drugs Chapter 1 -- Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services

- Subchapter A - General **Part 74** - Listing of Color Additives Subject to Certification (เป็นบัญชีรายชื่อของสีที่อนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ยา เครื่องสำอาง และเครื่องมือแพทย์)

- Subchapter B - Food for human consumption

- **Part 170** - Food Additives (จะระบุข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุเจือปนในอาหารที่อนุญาตให้ใช้ได้ เป็นต้น)

เอกสาร Code of Federal Regulations (CFR) มีทั้งหมด 50 Title รวบรวมกฎหมายและระเบียบข้อบังคับที่ครอบคลุมเรื่องต่างๆ ที่กำหนดโดยองค์การของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา เช่น การศึกษา การเงิน ธุรกิจ การค้า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น และ Title ที่มีการใช้กันมากที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่

Title 21 -- Food and Drugs มีทั้งหมด 2 Chapters 9 Volumes Chapter ที่มีการใช้กันมากคือ Chapter 1 -- Food and Drug Administration (FDA), Department of Health and Human Services (Parts 1 - 1299) หน่วยงาน FDA เป็นผู้กำหนด ให้สารสนเทศทางการมาตรฐานที่เกี่ยวกับอาหาร (สำหรับคน และสัตว์) ยา (สำหรับคน และสัตว์) เครื่องสำอาง และเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น มีทั้งหมด 1299 parts จัดพิมพ์เป็น 8 Volumes

Title 29 -- Part 1910 -- Occupational Safety and Health Standards ซึ่งกำหนดโดย Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Department of Labor ให้สารสนเทศทางการมาตรฐานที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน (อยู่ภายใต้ Chapter XVII -- Occupational Safety and Health Administration, Department of Labor) ซึ่งมีข้อมูลและรายละเอียด

ของเรื่องย่อมากมายจึงมีการจัดทำ Subject Index ท้ายเล่มไว้ช่วยในการตรวจสอบ และค้นหาเรื่องที่ต้องการ โดยเฉพาะ

ตัวอย่างการค้น :

Subject Index for 29 CFR part 1910--Occupational Safety and Health Standards

Subject term	Section Number
Electrical Protective Equipment	.137, .268(f)
Design	.137(a)
Care and use, in-service	.137(b)

หมายความว่า : เรื่อง Electrical Protective Equipment อยู่ในเอกสารชุด Code of Federal Regulations Title 29-- Part 1910-- Occupational Safety and Health Standards Section 137 และ Section 268(f) ในส่วนของเรื่อง Design (การออกแบบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน) จะอยู่ใน Section 137(a) และในส่วนของ Care and use, in-service จะอยู่ใน Section 137(b)

Title 40 -- Protection of Environment มีทั้งหมด 2 Chapters 16 Volumes

Chapter ที่มีการใช้กันมากคือ Chapter 1 -- Environmental Protection Agency (Parts 1 - 799) หน่วยงาน Environmental Protection Agency (EPA) เป็นผู้กำหนด ให้สารสนเทศทางการมาตรฐานทั้งที่เป็นข้อกำหนดและวิธีทดสอบที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นประโยชน์มาก มีทั้งหมด 799 parts จัดพิมพ์เป็น 16 Volumes นอกจากนี้หน่วยงาน EPA ยังได้มีการรวบรวมและจัดทำดัชนีเฉพาะเรื่องให้สามารถตรวจสอบและค้นหาข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้นและจัดพิมพ์อยู่ที่ท้ายเล่มของPart ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. **Pesticide Tolerance Commodity / Chemical Index** (อยู่ที่ท้ายเล่มของ Part 150 - 189)

ตัวอย่างการค้น : ต้องการค้นข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดแมลง และปริมาณที่ยอมให้มีได้ในข้าวโพด .) และรายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

Pesticide Tolerance Commodity / Chemical Index

Commodity Name / Chemical Index	40 CFR Cite	ppm
Corn, field, grain		
Acetochlor	180.470	0.05
Bromoxynil	180.324	0.1
Chloramben	180.266	0.1
Diuron	180.106	1.0
Trimethacarb	180.305	0.1

หมายความว่า : ชนิดและปริมาณของยาฆ่าแมลงที่ยอมให้มีได้ในข้าวโพด ได้แก่ Acetochlor ปริมาณที่ยอมให้มีได้ 0.05 ppm (part per million) และสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารเคมีตัวนี้ได้ที่ Title 40 - Protection of Environment, Part 180 - Tolerances and exemptions from tolerances for pesticide chemicals in or on raw agricultural commodities, Section 470

2. **Toxic Substances Chemical - CAS Number Index** (อยู่ที่ท้ายเล่มของ Part 700 - 789 และ Part 790 to End)

ตัวอย่างการค้น : ต้องการค้นเกี่ยวกับข้อกำหนดของสารเคมีอันตราย : การผลิต การใช้นำเข้า หมายเลขประจำตัวของสารเคมี (CAS No.) และรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

Toxic Substances Chemical - CAS Number Index

Chemical in alphabetic order		
Name(s) Used in Regulations	CAS No.	40 CFR Cites
Acetaldehyde	75-07-0	712.30(x), 716.120(d)
Acrylic acid	79-10-7	799.5000
Aniline	62-53-3	716.120(a), 799.500
Benzenamine	62-53-3	716.120(c), 799.5000

หมายความว่า : สารเคมี Acetaldehyde มีเลขประจำตัวสารเคมี (CAS No.) 75-07-0 และสามารถดูข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารเคมีตัวนี้ได้ที่ Title 40 - Protection of Environment, Part 712 - Chemical information rules, Section 30(x) และ Part 716 - Health and safety data reporting, Section 120(d)

นอกจากนี้หน่วยงาน EPA ยังได้กำหนดวิธีทดสอบ (test method) และเครื่องมือตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไว้ให้ใช้ด้วย ดังตัวอย่างที่พบเห็นเสมอในการใช้ และอ้างอิงวิธีทดสอบของหน่วยงาน EPA ในการกำหนดกฎระเบียบข้อบังคับต่างๆ ในบ้านเรา เช่น

● ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งไอน้ำมันเบนซินจากคลังน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งรายละเอียดในประกาศจะกล่าวถึงมาตรฐานค่าเฉลี่ยไอน้ำมันเบนซินที่ปล่อยทิ้งจากคลังน้ำมันเชื้อเพลิงออกสู่สิ่งแวดล้อมในเวลา 1 ชั่วโมง และการตรวจวัดและเครื่องมือตรวจวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยไอน้ำมันเบนซิน โดยมีการอ้างอิงถึงวิธีทดสอบ (Test Method) ของ EPA ดังนี้

●● การวัดก๊าซที่ปล่อยทิ้งในรูปของสารประกอบอินทรีย์ด้วยวิธี ก๊าซโครมาโตกราฟี ให้ใช้วิธีตรวจวัดที่ 18 (Method 18 : Measurement of gaseous organic compound emission by gas chromatography) ตามที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : EPA) กำหนดหรือ

●● การวัดความเข้มข้นของก๊าซในรูปสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด ด้วยเครื่องตรวจวัดแบบเฟลมไอออนไนเซชัน ให้ใช้วิธีการตรวจวัดที่ 25 เอ (Method 25A : Determination of total gaseous organic concentration using a Flame Ionization Analyzer) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : EPA) กำหนดหรือ

●● การวัดความเข้มข้นของก๊าซที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด ด้วยเครื่องตรวจวัดแบบนันทิสเปอร์ซีฟอนฟราเรด ให้ใช้วิธีการตรวจวัดที่ 25 บี (Method 25B : Determination of total gaseous organic concentration using a Nondispersive Infrared Analyzer) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : EPA) กำหนดไว้เป็นต้น

¹ [จากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 118 ตอนพิเศษ 58 ง (20 มิ.ย. 44) หน้า 3-6]

จากตัวอย่างนี้สามารถหาฉบับเต็มของวิธีทดสอบที่ถูกอ้างถึงได้ใน CFR Title 40 (Environmental Protection Agency) Part 60 (New stationary sources performance standards) ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีทดสอบที่เกี่ยวข้องจะรวบรวมอยู่ใน Appendices to part 60

ตัวอย่างเช่น : **Appendix A --- Test Methods**

Method 18 -- Measurement of gaseous organic compound emission by gas chromatography)

Method 25A -- Determination of total gaseous organic concentration using a Flame Ionization Analyzer)

Method 25B -- Determination of total gaseous organic concentration using a Nondispersive Infrared Analyzer)

Title 49 -- Transportations มีทั้งหมด 10 Chapters 7 Volumes

Chapter ที่มีการใช้กันมากคือ Chapter 1 -- Research and Special Programs Administration, Department of Transportation ซึ่งกำหนดโดย Department of Transportations (DOT) ให้สารสนเทศทางการมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุอันตราย Parts ที่มีการใช้กันมาก คือ

Part 172 -- Hazardous materials table, special provisions, hazardous materials

communications, emergency response information, and training requirements เป็นตารางรวบรวมรายชื่อวัตถุอันตราย ซึ่งจะมี Index ให้สามารถตรวจหารายชื่อวัตถุอันตรายได้โดยเรียงตามหมายเลข UN Number ซึ่งรวบรวมโดยหน่วยงาน Research and Special Programs Administration (RSPA) Department of Transportation (DOT) นอกจากนี้ภายใต้ Part 172 ยังมีข้อมูลที่น่าสนใจ ได้แก่ Part 172.102 -- Special provisions ซึ่งมีการรวบรวมรหัสและเงื่อนไขหรือข้อควรระวังเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดนั้นๆ (Code/Special provisions)

Part 178 -- Specifications for packagings (ระบุข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของบรรจุภัณฑ์)

Part 179 -- Specifications for Tank cars (ระบุข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของรถบรรทุกสำหรับขนส่งวัตถุอันตรายประเภทต่างๆ)

จากรายละเอียดข้างต้นในการค้นหาสารสนเทศที่ต้องการในเอกสารชุดนี้ นอกจากจะเข้าไปค้นหาโดยตรงที่ Title ที่ต้องการแล้ว เพื่อความสะดวกและรวดเร็วยังสามารถตรวจสอบและค้นหาได้จากหัวข้อเรื่องในคู่มือ CFR Index and Finding Aids

ตัวอย่างที่ 1 : ต้องการค้นหาสารสนเทศทางการมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับวัตถุเจือปนในอาหาร (Food

Additives) ที่กำหนด โดย USFDA จะต้องค้นภายใต้ชื่อของหน่วยงาน “**Food and drug Administration**” ซึ่งจะให้รายละเอียดของข้อมูลเป็นเรื่องๆ เช่น **Food and drug Administration**

Food Additives

Direct food substances affirmed as generally recognized as safe (GRAS), 21 CFR184

Indirect food additives, adhesives and components of coatings, 21 CFR 175

Indirect food additives, paper and paperboard components, 21 CFR 176

Indirect food additives, polymer, 21 CFR 177

หมายความว่า : เรื่อง Direct food substances affirmed as generally recognized as safe (GRAS), 21 CFR 184 อยู่ในเอกสารชุด Code of Federal Regulations Title 21 (Food and drug Administration) Part 184 (Direct food substances affirmed as generally recognized as safe) เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 2 : ต้องการค้นหาสารสนเทศทางการมาตรฐานที่เกี่ยวข้องสิ่งแวดล้อม : การตรวจวัดอากาศเสีย (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) ที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานเหล็ก โดยวิธี Determination of sulfur dioxide

emission from stationary sources หรือวิธี Determination of sulfuric acid mist and sulfur dioxide emissions from stationary sources ที่กำหนดโดย USEPA

จะต้องค้นภายใต้ชื่อของหน่วยงาน “Environmental Protection Agency” หรืออาจจะค้นด้วยหัวข้อเรื่อง “Air pollution control” ซึ่งจะให้รายละเอียดของข้อมูลเป็นเรื่องๆ เช่น

ตัวอย่างที่ 2.1 : Environmental Protection Agency Air pollution control New stationary sources performance standards, 40 CFR 60

ตัวอย่างที่ 2.2 : Air pollution control See also Motor vehicle pollution New stationary sources performance standards, 40 CFR 60

หมายความว่า : เรื่อง New stationary sources performance standards, 40 CFR 60 อยู่ในเอกสารชุด Code of Federal Regulations Title 40 (Environmental Protection Agency) Part 60 (New stationary sources performance standards)

ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีทดสอบที่เกี่ยวข้องจะรวบรวมอยู่ใน Appendices to part 60 ตัวอย่าง เช่น : **Appendix A --- Test Methods**

Method 6 -- Determination of sulfur dioxide emission from stationary sources

Method 8-- Determination of sulfuric acid mist and sulfur dioxide emissions from stationary sources

ผู้ที่สนใจและต้องการใช้เอกสารชุด Code of Federal Regulations สามารถมาใช้บริการได้ที่สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารมาตรวิทยาฯ (ชั้น 6) ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 หรือติดต่อที่หมายเลขโทรศัพท์ 0 - 2201-7296-7 ในเวลาราชการ หรือที่ Website ของหน่วยงานนั้นๆ ได้โดยตรงดังนี้

Food and Drug Administration (FDA) URL: <http://www.fda.gov>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) URL : <http://www.osha.gov>

Environmental Protection Agency (EPA) URL : <http://www.epa.gov>

Department of Transportation (DOT) URL : <http://www.dot.gov>

เอกสารอ้างอิง

- Code of federal regulations. Title 21 : food and drug. : Chapter 1 - Food and Drug Administration.** Washington : The Office of the Federal Register. National Archives and Records Administration, 1994. P. 3-4, 390.
- Code of federal regulations. Title 29 - labor. : Part 1910 - occupational safety and health standards.** Washington : The Office of the Federal Register. National Archives and Records Administration, 1994. 521 p.
- Code of federal regulations. Title 40 : protection of environment. : Part 60 - standards of performance for new stationary sources.** Washington : The Office of the Federal Register. National Archives and Records Administration, 1994. P. 792, 881, 883.
- Code of federal regulations. Title 49 : transportations. : Part 172 - hazardous materials table, special provisions, hazardous materials communications, emergency response information, and training requirements.** Washington : The Office of the Federal Register. National Archives and Records Administration, 1994. P. 77, 79
- ราชกิจจานุเบกษา. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งไอน้ำมันเบนซินจากคังน้ำมันเชื้อเพลิง. กรุงเทพมหานคร : ส่วนงานราชกิจจานุเบกษา. สำนักนิติกรรม. สำนักเลขานุการคณะรัฐมนตรี, 2544. หน้า 3-6.

การควบคุมคุณภาพ ภายในสำหรับห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ทดสอบ

นิระนารถ แจ่มทอง

ภัทมา นพรัตน์

“คุณแน่ใจได้อย่างไรว่าผลการวิเคราะห์ทดสอบของคุณถูกต้อง?” เป็นคำถามที่ผู้วิเคราะห์ทดสอบคงเคยได้ยินกันอยู่เสมอๆ สำหรับผู้วิเคราะห์ทดสอบแล้ว การทำให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ถือเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบ ซึ่งการควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC) ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบมีความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ทดสอบมากยิ่งขึ้น

การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การดำเนินการและกิจกรรมด้านวิชาการ (operation techniques and activities) ที่นำมาใช้เพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ การควบคุมคุณภาพภายนอก เช่น การเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ โดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ และการควบคุมคุณภาพภายใน เช่น การใช้ตัวอย่างควบคุม ในบทความนี้จะขอกล่าวเฉพาะรายละเอียดของการควบคุมคุณภาพภายในเท่านั้น

การควบคุมคุณภาพภายใน

(Internal Quality Control, IQC) หมายถึง การดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวังการทดสอบและผลการทดสอบให้น่าเชื่อถือก่อนรายงานผล กระบวนการควบคุมคุณภาพต้องครอบคลุมทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง ตลอดจนจนถึงการรายงานผลการทดสอบ

ในกรณีที่มีการวิเคราะห์ทดสอบเป็นชุดตัวอย่าง (batch) วิธีการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการจะต้องเลือกตัวอย่างควบคุม (Quality Control Sample, QC Sample) แล้วทำการทดสอบพร้อมกับตัวอย่างในแต่ละชุด การเลือกตัวอย่างควบคุมขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์ ธรรมชาติของตัวอย่าง สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ (analyte) และความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

วิธีการควบคุมคุณภาพภายในโดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับตัวอย่างควบคุมต่างๆ ต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ Certified Reference Materials (CRMs)
2. การวิเคราะห์ QC check

standard (Instrument check standard)

3. การวิเคราะห์รีเอเจนต์ แบลงค์หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ (reagent blank or method blank)

4. การวิเคราะห์ spiked sample หรือ การหา % recovery ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตลอดช่วงใช้งาน

5. การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (duplicate analysis pair)

6. การวิเคราะห์ check หรือ control sample

7. การตรวจสอบสมรรถนะ (performance) ของเครื่องมือ

รายละเอียดของตัวอย่างควบคุมแต่ละชนิด เป็นดังนี้

1. การวิเคราะห์ Certified Reference Materials (CRMs)
Certified Reference Materials เป็นวัสดุหรือสารอ้างอิงมาตรฐานที่ได้รับการรับรอง โดยการดำเนินการที่ถูกต้องทางวิชาการ มีใบรับรอง และสามารถสอบกลับ (traceable) ไปยังมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Standard, SI unit) ได้ การวิเคราะห์ Certified Reference Materials

เพื่อเป็นการทวนสอบให้แน่ใจว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์สารอ้างอิงมาตรฐานที่เตรียมขึ้นเอง (In-house Reference Materials) หรือตัวอย่างควบคุมต่างๆ มีความถูกต้อง จึงควรวิเคราะห์ CRMs อย่างน้อยเดือนละครั้ง โดยใช้ความเข้มข้นใกล้เคียงกับตัวอย่าง

เกณฑ์ยอมรับ : $\pm 10 \%$ ของค่าจริง (true value) หรือใช้ t - test หรือพิจารณาจาก % ความถูกต้องซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ ความถูกต้อง} = \frac{\text{ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์} \times 100}{\text{ค่าจริง}}$$

2. การวิเคราะห์ QC check standard (Instrument check standard) ตัวอย่างควบคุมชนิดนี้แบ่งเป็น

2.1 Calibration Verification of Standard (CVS) หมายถึง สารมาตรฐานจากแหล่งที่แตกต่างจากแหล่งที่ใช้เตรียมกราฟมาตรฐาน เช่น รุ่นการผลิต (batch) ที่ต่างกัน ผู้ผลิตที่ต่างกัน หรือการชั่งสาร มาตรฐานมาใหม่ การใช้ CVS ควรใช้ความเข้มข้นเดียว ที่ความเข้มข้นใกล้จุดกลางของ calibration range (กรณี range กว้าง อาจเพิ่มจำนวนจุดที่ความเข้มข้นอื่น) และควรวิเคราะห์ CVS ทุก 10 ตัวอย่าง หรือทุก 12 ชั่วโมง หรือทุกครั้งก่อนเริ่มตัวอย่างชุดใหม่ หรือตรวจสอบระหว่างการทดสอบตัวอย่างแต่ละชุด

เกณฑ์ยอมรับ :
 $\pm 10 \%$ ของค่าจริง

2.2 Continuing Calibration Standard (CCS) ใช้สารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้ ความถี่และความเข้มข้น เช่นเดียวกับ CVS แต่เกณฑ์ยอมรับจะแคบกว่า คือ $\pm 5 \%$ ของค่าจริง

ถ้าผลการวิเคราะห์ QC check standard เกินเกณฑ์การยอมรับ ต้องสร้างกราฟมาตรฐานหรือวิเคราะห์ตัวอย่างในชุดทดสอบนั้นใหม่

ค่าจริงในที่นี้หมายถึง ค่าที่ได้จากใบรับรอง หรือค่าที่คำนวณได้จากใบรับรอง

3. การวิเคราะห์รีเอเจนต์แบลงค์ หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ (Reagent blank or Method blank)

รีเอเจนต์แบลงค์ หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ หมายถึง ตัวอย่างที่ปราศจากสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ (analyte-free sample) โดยทั่วไปใช้น้ำกลั่นที่ผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับตัวอย่างที่เราจะวิเคราะห์ โดยใช้รีเอเจนต์ เครื่องแก้ว และเครื่องมือเดียวกัน การทำแบลงค์เพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณทั้งหมดเป็นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ไม่ใช่จากรีเอเจนต์ หรือจากสิ่งอื่นๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ประโยชน์ของรีเอเจนต์แบลงค์ หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ คือ ชี้บ่งและแก้ไขความคลาดเคลื่อนจากระบบ (systematic error) ที่มาจากความไม่บริสุทธิ์ของรีเอเจนต์ การปนเปื้อนจากเครื่องแก้ว หรือเครื่องมือ

อย่างไรก็ตามถ้ามีการสุ่มตัวอย่างและการขนย้าย จะมีแบลงค์อีกชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟิลด์แบลงค์

(field blank) ซึ่งหมายถึง ตัวอย่างที่ปราศจากสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ที่นำจากห้องปฏิบัติการ ไปยังบริเวณที่มีการสุ่มตัวอย่างเพื่อให้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมเหมือนตัวอย่าง แล้วถ่ายใส่ขวดบรรจุตัวอย่างที่สะอาดแล้วจึงนำกลับห้องปฏิบัติการพร้อมกับตัวอย่าง

ควรทำการวิเคราะห์แบลงค์ทุกๆ 10-20 % ของจำนวนตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง และเมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสูงต้องวิเคราะห์แบลงค์ตามทันที เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากตัวอย่างนั้นไปยังตัวอย่างถัดไป (carry-over of analyte)

เกณฑ์ยอมรับ : ถ้าค่าแบลงค์น้อยกว่าขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ (Method Detection Limit, MDL) สามารถยอมรับได้ ถ้าค่าแบลงค์มากกว่าขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ จะไม่ยอมรับ แต่ถ้าค่าแบลงค์มากกว่าขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ และผลการทดสอบมากกว่า Limit of Quantity สามารถยอมรับได้ แต่ควรตรวจสอบว่ามีสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ปะปนกับแบลงค์หรือไม่

4. การวิเคราะห์ spiked sample หรือ การหา % recovery ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตลอดช่วงใช้งาน

การเตรียม spiked sample ทำได้โดยเติมสารมาตรฐานความเข้มข้นสูงๆ ปริมาณน้อยๆ ลงในตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบ analyte recovery ใน sample matrix หรือถ้ามีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มี matrix

ที่แตกต่างไป ก็เป็นการทวนสอบปริมาณสารรวม นอกจากรนึ่งยังสามารถเติมสารมาตรฐานลงในแหล่งของวิธีทดสอบ หรือฟิลด์เบลงค์ เพื่อตรวจสอบสมรรถนะของวิธีวิเคราะห์ทดสอบสารมาตรฐานที่ใช้ควรมาจากคนละแหล่งกับที่ใช้เตรียมกราฟมาตรฐาน และความเข้มข้นของ spiked sample ควรอยู่ในช่วงเดียวกันกับตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์ทดสอบควรแน่ใจว่าสิ่งที่เติมลงไปมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนตัวอย่างและรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับตัวอย่าง

วิธีการเตรียม spiked sample

1. ชั่งหรือตวงตัวอย่างจำนวน เท่าๆ กัน 2 ส่วน (portions) ส่วนแรกเติมสารมาตรฐานลงไป เรียก ส่วนนี้ว่า spiked sample ส่วนที่สองไม่ต้องเติมสารมาตรฐาน เรียกส่วนนี้ว่า ตัวอย่างเริ่มต้น (original sample)
2. เตรียมตัวอย่างทั้งสองส่วนตามขั้นตอนการวิเคราะห์
3. วิเคราะห์หาปริมาณสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
4. หา % recovery จากสูตร

$$\% \text{ recovery} = \frac{(\text{ความเข้มข้นของ spiked sample} - \text{ความเข้มข้นของตัวอย่างเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป}}$$

% recovery สามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากระบบในขั้นตอนต่างๆ ของการวิเคราะห์ทดสอบได้ กล่าวคือเมื่อวิเคราะห์ spiked sample แล้วพบว่า % recovery เกินเกณฑ์การยอมรับ ในขั้นตอนใดจะแสดงผล ดังต่อไปนี้

- % recovery เกินเกณฑ์การยอมรับในฟิลด์เบลงค์ แต่ไม่เกินในเบลงค์ของวิธีทดสอบ แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบในกระบวนการสุ่มและขนย้าย
- % recovery เกินเกณฑ์การยอมรับทั้งในฟิลด์เบลงค์ และเบลงค์ของวิธีทดสอบ แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบของห้องปฏิบัติการ
- % recovery เกินเกณฑ์การยอมรับใน matrix spiked sample แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบเนื่องจาก matrix ของตัวอย่าง ซึ่งหากพบว่า matrix มีผลต่อการวิเคราะห์ทดสอบ ผู้วิเคราะห์ทดสอบจะต้องทำ standard addition ในการวิเคราะห์ตัวอย่างนั้น

ผู้วิเคราะห์ทดสอบสามารถทำการวิเคราะห์ matrix spiked sample โดยใช้ความเข้มข้นประมาณ 10 เท่าของขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ หรือเท่ากับความเข้มข้นที่จุดกึ่งกลางของความเข้มข้นของช่วงการทดสอบ (working range) หรือตามข้อมูลของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (method validation)

เกณฑ์ยอมรับ : % recovery จากข้อมูลของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ ตัวอย่างเกณฑ์การยอมรับ % recovery สำหรับการวิเคราะห์นี้ และน้ำทิ้ง

สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์	เกณฑ์ยอมรับ % recovery
กรด	60 - 140
แอนไอออน	80 - 120
เบส หรือสารเป็นกลาง	70 - 130
ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์บาเมต	50 - 150
ยาฆ่าวัชพืช	40 - 160
โลหะ	80 - 120

5. การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (duplicate analysis pair)

เกณฑ์ยอมรับ : ระบุเกณฑ์การยอมรับของ % ความแตกต่างสัมพัทธ์ (% Relative Percent Difference, RPD) หรือเมื่อผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ควบคุม (control limit) ถ้าใช้แผนภูมิควบคุม ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

$$\% \text{ ความแตกต่างสัมพัทธ์} = \frac{(\text{ผลการทดสอบครั้งที่ 1} - \text{ผลการทดสอบครั้งที่ 2}) \times 100}{\text{ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบทั้งสองครั้ง}}$$

ถ้าในวิธีวิเคราะห์ทดสอบใดไม่สามารถวิเคราะห์ซ้ำได้ต้องวิเคราะห์ matrix spiked sample

ตัวอย่างเกณฑ์การยอมรับ % ความแตกต่างสัมพัทธ์สำหรับการวิเคราะห์น้ำ และน้ำทิ้ง

สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์	% ความแตกต่างสัมพัทธ์ เมื่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ มีปริมาณน้อยกว่า 20 เท่าของ ขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ	% ความแตกต่างสัมพัทธ์ เมื่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ มีปริมาณมากกว่า 20 เท่าของ ขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ
กรด	40	20
แอนไอออน	25	10
เบส หรือสารเป็นกลาง	40	20
ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์บาเมต	40	20
ยาฆ่าวัชพืช	40	20
โลหะ	25	10

6. การวิเคราะห์ check หรือ control sample

check หรือ control sample หมายถึง ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์แล้ว มีความคงสภาพและมีความสม่ำเสมอ (homogeneity) นำมาทดสอบแทรกเข้าไปในชุดตัวอย่าง

เกณฑ์ยอมรับ : ระบุเกณฑ์ % ความแตกต่างจากค่าจริง หรือ % ความถูกต้อง หรือเมื่อผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

การวิเคราะห์ matrix spiked sample, check หรือ control sample และการทดสอบซ้ำ ควรทำ ทุกๆ 10-20 % ของจำนวนตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง

7. การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ

ทำได้โดยพิจารณาจากช่วงความเป็นเส้นตรง หรือใช้วิธีอื่นที่เหมาะสม ผู้วิเคราะห์ทดสอบสร้างกราฟมาตรฐาน โดยใช้สารมาตรฐาน 3 - 5 ความเข้มข้น แล้วพิจารณาช่วงความเป็นเส้นตรง โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation

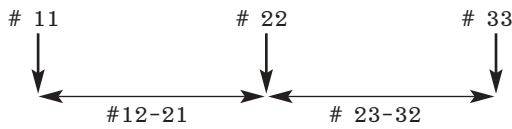
coefficient, r) หรือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination, R²) ในการทดสอบที่สามารถตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจได้ ควรตรวจสอบทุกครั้ง แต่ถ้าทำไม่ได้ก็ควรตรวจสอบอย่างน้อยทุก ๆ 6 เดือน **เกณฑ์ยอมรับ :** r ไม่น้อยกว่า 0.995, R² ไม่น้อยกว่า 0.990

เมื่อพิสูจน์ช่วงความเป็นเส้นตรงได้แล้ว การสร้างกราฟมาตรฐาน อาจทำโดยใช้สารมาตรฐานเพียงความเข้มข้นเดียวได้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรรายงานผลเกินจุดสูงสุดของกราฟมาตรฐาน การรายงานผลเกินจุดสูงสุดของกราฟมาตรฐานจะทำให้ค่าที่ได้อาจอยู่ในช่วงความเป็นเส้นตรง และไม่ทำให้อัปเดตของเครื่องมือ (instrument parameter) เปลี่ยนแปลงไป แต่ต้องไม่เกิน 1.5 เท่าของความเข้มข้นสูงสุดของสารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน

ตัวอย่างการแทรกตัวอย่างควบคุม แสดงในตารางต่อไปนี้

ชุดตัวอย่างที่ 1	ชุดตัวอย่างที่ 2
สารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน (จากความเข้มข้นต่ำไปหาสูง)	สารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน (จากความเข้มข้นต่ำไปหาสูง)
รีเอเจนต์แบลงค์	Check sample
ตัวอย่างที่ 1	รีเอเจนต์แบลงค์
ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 6
Check sample (หรือ spiked sample)	ตัวอย่างที่ 7
ตัวอย่างที่ 3	สารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน (CCS)
ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 8
ตัวอย่างที่ 2 (duplicate analysis)	ตัวอย่างที่ 9
รีเอเจนต์แบลงค์	ตัวอย่างที่ 7 (duplicate analysis)
ตัวอย่างที่ 5	รีเอเจนต์แบลงค์
สารอ้างอิงมาตรฐาน	ตัวอย่างที่ 10
สารมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน (CCS)	

อย่างไรก็ตามการทำ IQC อย่างน้อยควรใช้ตัวอย่างควบคุมตัวใดตัวหนึ่งในทุก ๆ 10 ตัวอย่างทดสอบ ดังแสดงในภาพ



Horwitz แนะนำว่า ในแต่ละชุดตัวอย่างควรมี QC check standard 1 ตัวอย่าง รีเอเจนต์แบลงค์หรือแบลงค์ของวิธีทดสอบ 1 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ห้ำห้ำ 1 ตัวอย่าง และ spiked sample 1 ตัวอย่าง โดยในแต่ละวิธีทดสอบควรกำหนดตัวอย่างควบคุม และความถี่ในการวิเคราะห์ไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ทั้งนี้ขึ้นกับเครื่องมือที่ใช้ ความคงสภาพของตัวอย่างควบคุม และความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

ความถี่ในการใช้ตัวอย่างควบคุม ในทุกชุดตัวอย่างขึ้นกับวิธีทดสอบ ว่ามีความซับซ้อน มีขั้นตอนที่ต้องควบคุมหลายขั้นตอน ปริมาณตัวอย่างมีจำนวนมากแต่มีเวลาทดสอบจำกัด ความถี่ของงาน เป็นงานประจำ หรือเป็นครั้งคราว สำหรับงานทดสอบที่นาน ๆ ทำครั้ง ห้องปฏิบัติการต้องควบคุมเครื่องมือ สารเคมี สารมาตรฐานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของสิ่งนั้น และเพื่อให้มั่นใจในผลการ

ทดสอบต้องเพิ่มจำนวนการทดสอบตัวอย่างควบคุมในชุดตัวอย่างให้มากขึ้น บางครั้งอาจเป็น 6-8 เท่าของตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ แต่ถ้าเป็นงานที่ทำเป็นประจำ งานทดสอบต่อเนื่อง หรืองานทดสอบที่ไม่ต่อเนื่อง มีการเว้นระยะช่วงการทดสอบเป็นช่วงสั้น ๆ เครื่องมือ สารเคมี มีการควบคุมการใช้งานอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปกำหนดให้มีการใช้ตัวอย่างควบคุม ทุก ๆ 10 - 20 % ของจำนวนตัวอย่างในแต่ละชุดตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ทดสอบนั่นเอง.



เอกสารอ้างอิง

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20th ed. Washington DC: Publication Office. 1998. p.3-3 - 3-5.
- Garfield, F.M. **Quality assurance principles for analytical laboratories.** Virginia : AOAC International, 1991. p.87-94.
- Harvey, D. **Modern analytical chemistry.** New York : McGraw Hill, 2000. p.1-20.
- National Association of Testing Authorities. Guidelines for Quality Control in the Analytical Laboratory, **NATA technical note no.23**, October 1995.

กระบวนการกำจัด และนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ ในการผลิตเยื่อกระดาษ

สมชาย ศิริเลิศพิทักษ์

กระบวนการ การผลิตเยื่อกระดาษ (kraft process) หรือเยื่อซัลเฟต (sulfate process) นั้นเริ่มใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1884 โดยชาวเยอรมัน ในยุคนั้นการค้นพบนี้ทำให้อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เพราะเยื่อที่ได้มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการผลิตเยื่ออื่นๆ และเยื่อที่ได้มีความเหนียวมาก จนมีการนำมาใช้เป็นชื่อของกระบวนการผลิตนี้ว่า “kraft” เนื่องจากภาษาเยอรมันคำว่าkraft แปลว่าเหนียว และในปัจจุบันกระบวนการนี้ยังเป็นที่ยอมรับอยู่

การผลิตเยื่อกระดาษนั้นใช้สารเคมีหลักอยู่ 2 ชนิด คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ โซเดียมซัลไฟด์ (Na₂S) ใช้ในการแยกลินิน (lignin) ในไม้ เพื่อให้เกิดเส้นใยเดี่ยวๆ (individual fiber) หรือเยื่อกระดาษ (pulp) นั้นเอง โดยใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 160-180 องศาเซลเซียส เมื่อสารเคมีทั้งสองชนิดทำปฏิกิริยากับชิ้นไม้ในหม้อต้มเยื่อแล้วจะละลายสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรต, แป้ง, น้ำตาล, ลิกนิน และ เซลลูโลส บางส่วน สารประกอบที่ถูกละลายออกมาและที่เกิดขึ้นใหม่จากการปฏิกิริยาเคมี

เรียกว่า “น้ำดำ” (Black liquor) ดังสมการ

$$\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{wood pulps} + \text{Black liquor} \longrightarrow$$

หลังการต้มเยื่อ สารเคมีที่ใช้อาจเหลืออยู่ในรูปของสารละลายเกินพอ เช่น โซเดียม (Na) ส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของโซเดียมคาร์บอเนต (Na₂CO₃) และสารประกอบอินทรีย์บางชนิด (ซึ่งมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ) นอกจากนี้ โซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้ยังทำให้เกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ซึ่งมีกลิ่นเหม็น ยังมี resin soap เกิดขึ้นทำให้เกิดฟองในน้ำดำ

น้ำดำที่เกิดขึ้นจะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำและมีกลิ่นเหม็น โดยมีของแข็งอยู่ ประมาณร้อยละ 15 - 22 ถ้านำน้ำดำมาระเหยให้แห้ง จนเป็นของแข็งพบว่ามีค่าความร้อน (heating value) ของของแข็งที่ประมาณ 4000 - 6000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมของของแข็งที่ได้ ซึ่งถือว่ามีค่าสูงพอสมควร ดังนั้นจึงสามารถนำของแข็งที่ได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้พลังงานความร้อนเพื่อนำมาใช้ภายในโรงงานผลิตเยื่อและหรือกระดาษได้อีก เช่น ผลิตไอน้ำความดันสูง, ไฟฟ้า เป็นต้น

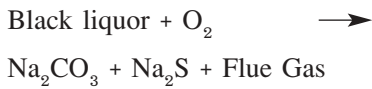
นอกจากนี้น้ำดำยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก โดยการทำให้สารเคมีกลับสู่สภาพเดิม (chemical recovery) แล้วนำมาใช้เป็นสารเคมีตั้งต้นในการผลิตเยื่อใหม่ได้อีก โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนในการกำจัดและการทำให้สารเคมีกลับสู่สภาพเดิม (ดังแสดงในรูปที่ 1)

1. แยกน้ำดำ และล้างน้ำดำที่ค้างอยู่ในเยื่อที่ผ่านการต้มเยื่อแบบkraft ด้วยน้ำ

2. นำน้ำล้างเยื่อและน้ำดำมาระเหยเอาน้ำออกให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยมีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 60-70 ด้วยเครื่องระเหยแบบต่างๆ เช่น Multiple effects evaporator เป็นต้น

3. เผาน้ำดำที่ผ่านขั้นตอนข้อ 2. ในเตาเผา (Combustion furnace) เพื่อเผาสารอินทรีย์ที่ปนอยู่ และลดปริมาณเกลือที่มีซัลเฟอร์อยู่ให้เป็น โซเดียมซัลไฟด์ (Na₂S) (ขั้นตอนนี้สามารถนำความร้อนที่ได้ไปเป็นพลังงาน) ในขั้นตอนการเผาอาจเติมโซเดียมซัลเฟต (Na₂SO₄) ร้อยละประมาณ 8 - 10 เพื่อทดแทนการสูญเสียของสารประกอบโซเดียมด้วย ดังสมการ



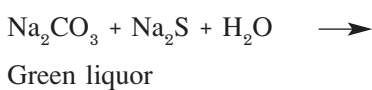
จากสมการในทางเยื่อกระดาษ
แบ่งผลผลิตจากปฏิกิริยา ได้ดังนี้

1. Smelt ประกอบด้วย
โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียม
ซัลไฟด์

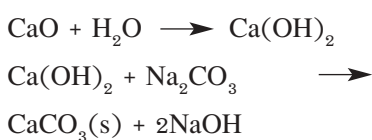
2. Flue Gas ประกอบ
ด้วย CO₂, SO₂ เป็นต้น

4. นำ Smelt มาละลายกับ
น้ำจะได้สารละลายสีเขียว ประกอบ
ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต และ

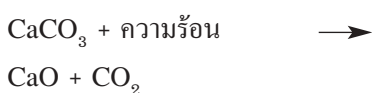
โซเดียมซัลไฟด์ เรียกว่า น้ำเขียว
(Green liquor) ดังสมการ



5. เติมน้ำขาว (CaO) ลงใน
น้ำเขียวให้ปูนขาวทำปฏิกิริยากับ
น้ำได้แคลเซียมไฮดรอกไซด์
(Ca(OH)₂) ซึ่งทำปฏิกิริยากับ
โซเดียมคาร์บอเนตได้โซเดียมไฮ-
ดรอกไซด์ (NaOH) และแคลเซียม
คาร์บอเนต (CaCO₃) จากนั้นแยก
เอาสารละลายของ โซเดียมไฮดรอก
ไซด์ และ โซเดียมซัลไฟด์ ซึ่งเรียก
ว่า น้ำขาว (white liquor) ไปใช้ต้ม
เยื่อต่อ ดังนี้

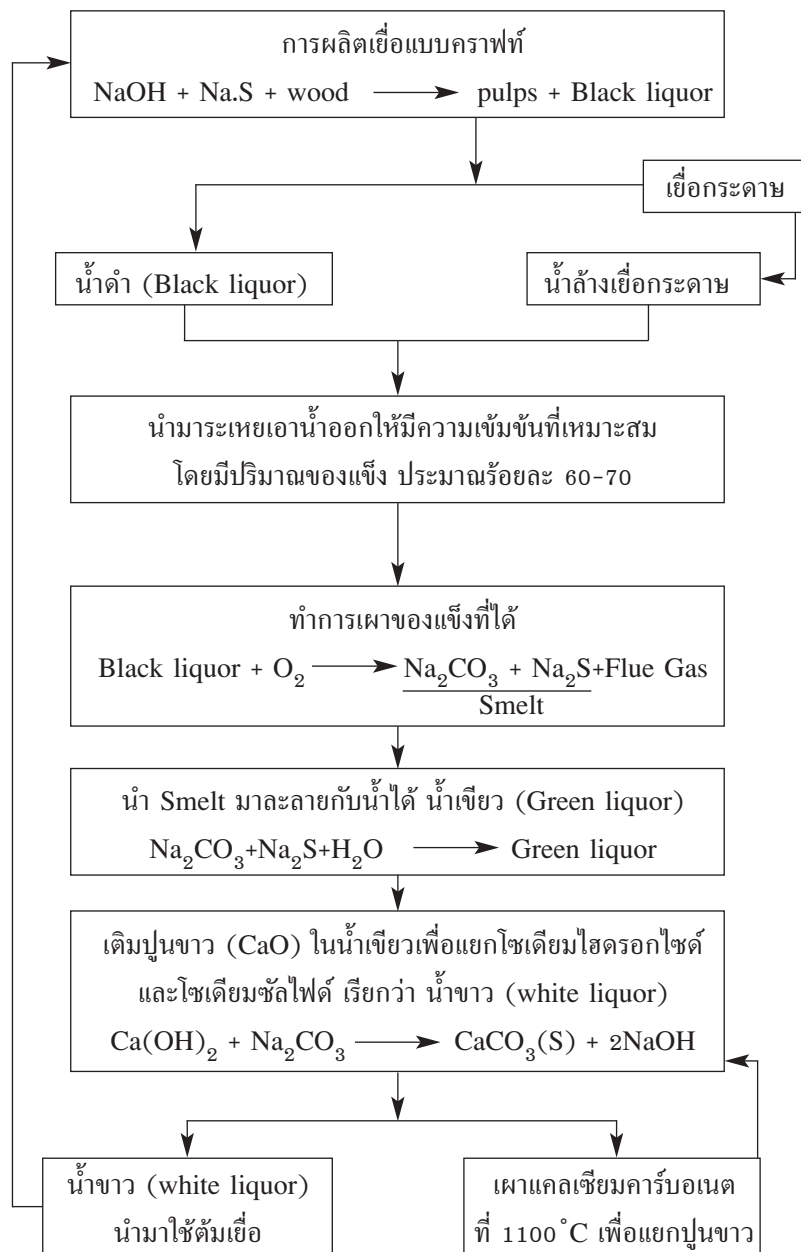


6. แคลเซียมคาร์บอเนตที่
แยกได้จากน้ำขาวจะถูกเผาในเตา
เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1100 องศา
เซลเซียส ให้เป็นปูนขาว เพื่อนำ
กลับมาใช้ใหม่ในข้อ 5.



โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและ
กระดาษที่ใช้ขบวนการผลิตเยื่อกราฟท์
มักใช้วิธีและขั้นตอนดังกล่าวในการ
กำจัดและนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่
โดยแตกต่างกันในแง่ของประสิทธิ-
ภาพและเทคนิคในกระบวนการนำ
สารเคมีกลับมาใช้ใหม่ตามแต่การ
ออกแบบระบบดังกล่าว

ในส่วนของกรมวิทยาศาสตร์
บริการ สามารถให้บริการวิเคราะห์
น้ำดำจากกระบวนการดังกล่าวได้
ตามมาตรฐาน เช่น TAPPI T 625
เป็นต้น หากท่านใดจะส่งตัวอย่างน้ำ
ดำจากกระบวนการผลิตเยื่อกราฟท์
มาวิเคราะห์ทดสอบ โปรดติดต่อกับ
เยื่อและกระดาษ กรมวิทยาศาสตร์
บริการ โทร. 0-2201-7017



รูปที่ 1 กระบวนการนำสารเคมีในขบวนการผลิตเยื่อแบบ Kraft กลับมาใช้ใหม่

เอกสารอ้างอิง

Grace , Thomas M. **Kraft recovery**. New York : TAPPI Press, 1989. p. 473-476.

Libby , C.Earl. **Pulp and paper science and technology**. Vol.1 (Pulp) New York : McGraw-Hill Book Company , 1962. p. 160-239.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2539. หน้า 1-20.

สมชาติ รุ่งอินทร์. ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับงานวิเคราะห์ทดสอบเยื่อและกระดาษ. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2528. หน้า 6-12.

คู่มือกรรมการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท ประจำปี พ.ศ.2546

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วย

- ภาพขวดสาโทของศิลปินรับเชิญ
- ภาพขวดสาโท ชื่อ ที่อยู่ผู้ที่ได้รับรางวัล 15 ผลงาน
- ภาพขวดสาโท ชื่อ ที่อยู่ผู้ส่งผลงานเข้าร่วมประกวด 200 ผลงาน
- บทความน่าสนใจเกี่ยวกับสาโท สาเก เหล้าพื้นบ้าน และภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท

พิมพ์ด้วยกระดาษอาร์ตอย่างดี 4 สีทั้งเล่ม 103 หน้า

จำหน่ายในราคาเล่มละ 200 บาท

ที่ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0 2201 7098 ในวันและเวลาราชการ



ข่าวทั่วไป ๑๕



(1,2)

พ.ต.ท. ทักษิณ ชินวัตร นายกรัฐมนตรีและคณะรัฐมนตรี ชมผลงานการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท ประจำปี 2546 ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการได้นำไปจัดแสดงในการประชุม ครม. อย่างเป็นทางการนอกสถานที่ ณ โรงแรมรอยัลคลิฟฟีบีช รีสอร์ท พัทยา จ.ชลบุรี (18-19 พ.ค. 2546)

(3)

นายพินิจ จารุสมบัติ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ แถลงข่าวการจัดงานนิทรรศการเครื่องปั้นดินเผาและการประกวดขวดสาโทเซรามิกประจำปี พ.ศ. 2546 ณ ห้องประชุม ชั้น 4 กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (23 เม.ย. 2546)

(4,5,6)

นายอิทธิ พิชยนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในงานทำบุญเลี้ยงพระเนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ และมีการแข่งขันกีฬาภายในของข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ

เวทีข่าวทั่วไป



7



9



10



8

(7,8)

นายอิทธิ พิษเนตรโยธิน อธิบดี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธาน การแถลงข่าว เรื่อง การผลิตเชื้อเวียนทำ ใหม่จากเศษกระดาษกล่องนม และเรื่อง อีจูนวนน้ำหนักเบาจากถั่วลอย ณ ห้อง ประชุม ชั้น 3 กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ



11

(9)

กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับบริษัท เต็ดตราแพ็ค (ไทย) จำกัด จัดสัมมนาการ ผลิตเชื้อเวียนทำใหม่จากเศษกระดาษ กล่องนม แก่ผู้สนใจทั้งภาครัฐ เอกชน ผู้ประกอบการและ ประชาชน ณ โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ

(10)

นายชัชวดี เลาวเลิศ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดการอบรม หลักสูตรการสอบเทียบเกจวัดความดัน ซึ่งจัดโดยโครงการขยายงานบริการสอบเทียบเครื่องมือ วัดอุตสาหกรรมภายใต้แผนปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม ระยะที่ 2 แก่ผู้สนใจภาครัฐ และเอกชน ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



12

(11)

นางสุนด์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการโครงการสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ เป็นประธานเปิดการสัมมนาเรื่อง การก้าวสู่ความเป็นผู้นำในการบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ แก่ข้าราชการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัว ๖ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



13

(12,13)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดอบรมหลักสูตรต่างๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ก.พ. - พ.ค. 2546) จำนวน 14 หลักสูตร เช่น หลักสูตรระบบการจัดการฐานข้อมูลเพื่อการ อ้างอิง การจัดการกระดาษจากวันมะพร้าว ฯลฯ แก่ผู้สนใจจากภาครัฐ เอกชน ประชาชน

ข่าวทั่วไป ๑๕



14



17



15



18



16



19



20

(14)

สำนักเทคโนโลยีชุมชน นำโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อดินแดงเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิกขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ถ่ายทอดให้แก่ชุมชนหมู่ที่ 1 อ.ปากเกร็ด จ. นนทบุรี

(15)

สำนักเทคโนโลยีชุมชน นำผลงานกระดาษเชิงหัตถกรรมจากวัตถุดิบพื้นบ้านไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ชาวบ้าน ณ อ. ศรีเทพ จ. เพชรบูรณ์

(16)

เจ้าหน้าที่บริษัท เอส.เค โพลีเมอร์ จำกัด ขอคำปรึกษาแนะนำวิธีการวิเคราะห์ทดสอบการปรับปรุงคุณภาพพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต พร้อมทั้งเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการทดสอบผลิตภัณฑ์ยาง

(17,18)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานเทคโนโลยีการแปรรูปผลไม้ ได้แก่ มะละกอ มะนาว กว๊วย กว๊วยเล็บมือนาง ผลไม้แผ่นกรอบ ฯลฯ การเก็บถนอมอาหาร ไปแสดงในงานนิทรรศการรัฐบาลพบประชาชน ครั้งที่ 3 และ 4 ที่จังหวัดชุมพร และจังหวัดเพชรบุรี

(19)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานการผลิตกระดาษรีไซเคิลจากกล่องนม อีจนวนวน้ำหนักเบาจากแก้วลอย ไปร่วมแสดงนิทรรศการเปิดโลกทัศน์วิทยาศาสตร์ & เทคโนโลยี 40 ปี วว. ณ อิมแพค เมืองทองธานี

(20)

รศ.ดร. ธัชชัย สุมิตร อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มอบประกาศนียบัตรรับรอง CU-QA 84.1 (การจัดการเรียนการสอน) ให้แก่ นางอังคณา พุ่มฉัตร ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาศึกษาพันวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ เนื่องด้วยสถานศึกษาเคมีปฏิบัติได้ดำเนินการพัฒนาระบบประกันคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษา ตามข้อกำหนดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งประกาศนียบัตรรับรองดังกล่าวมีผลตั้งแต่วันที่ 16 ธันวาคม 2549

ปีรายการพลเรือนดีเด่น พ.ศ.2545



นายชัยวัฒน์ ธานีรัตน์

เกิดวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2505
วุฒิการศึกษาสูงสุด วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีเทคนิค)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เริ่มรับราชการครั้งแรก วันที่ 18 เดือน มกราคม พ.ศ. 2531
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว
สำนักเทคโนโลยีชุมชน
อุดมคติในการทำงาน “มุ่งมั่น ชยัน อดทน รวดเร็ว แม่่นยำ
ถูกต้อง และรับผิดชอบ”



นายนภดล แก้วบรรพต

เกิดวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2505
วุฒิการศึกษาสูงสุด วิทยาศาสตรบัณฑิต
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
เริ่มรับราชการครั้งแรก วันที่ 7 เดือน มกราคม พ.ศ. 2534
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์ 5
สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ
วิทยาศาสตรและเทคโนโลยี
อุดมคติในการทำงาน “ชีวิตอยู่กับงาน บริการคือหน้าที่”



นายไชโยด อันทรตรี

เกิดวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2496
วุฒิการศึกษาสูงสุด ป. 4 โรงเรียนร่วมจิตประสาท
เริ่มรับราชการครั้งแรก วันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2518
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง คนงาน
โครงการวิทยาศาสตรชีวภาพ
อุดมคติในการทำงาน “ทำหน้าที่ให้ดีที่สุด”

ระบบอัตโนมัติ สำหรับการสอบเทียบ หัววัดการสั่นสะเทือน

พจนาน คำจีน

ฐานันดร กิตติคุณเกียรติ

วิรัช วาริชาต

เรื่อง

เมื่อวัดการสั่นสะเทือนไม่ว่าจะเป็นแบบ อะนาล็อก หรือ ดิจิตอล ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องจักรกล หรือ เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบการสั่นสะเทือนของอุตสาหกรรมรถยนต์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในระบบการวัด เครื่องมือวัดเหล่านี้จะได้รับการสอบเทียบเป็นระยะ องค์กรประกอบสำคัญของเครื่องมือวัดการสั่นสะเทือนก็คือหัววัดการสั่นสะเทือน ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานการสอบเทียบทางด้านนี้ หัววัดการสั่นสะเทือนก็จำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบเช่นกัน อย่างไรก็ตามการปฏิบัติการสอบเทียบที่ดำเนินการด้วยมนุษย์ใช้เวลานานมาก และอาจเกิดความผิดพลาดจากผู้สอบเทียบเอง โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งมีบทบาทในการให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัด รวมถึงการพัฒนาระบบการวัดให้มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำของการวัดสูงขึ้น ได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้พัฒนาระบบการสอบเทียบอัตโนมัติเพื่อช่วย

แก้ปัญหาดังกล่าว โดยระบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสอบเทียบ และลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา และพัฒนาระบบการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนอัตโนมัติ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมระบบการสอบเทียบแบบ แบนทูแบค (Back-to-Back) เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนของระบบอัตโนมัติ เนื้อหาในหัวข้อนี้ที่จะกล่าวถึงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบแบนทูแบค และการสอบเทียบด้วยระบบอัตโนมัติ

การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบ แบนทูแบค

การสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนนั้นโดยปกติจะใช้วิธีแบนทูแบค ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความไวของหัววัด (sensitivity) ที่ต้องการสอบเทียบกับความไวของหัววัดมาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยขนาดและความถี่ของสัญญาณถูกสร้างจากตัวกำเนิดสัญญาณ

(generator) และสัญญาณถูกขยายขนาดด้วยตัวขยายสัญญาณ (power amplifier) ก่อนที่ส่งต่อไปให้กับตัวสร้างการสั่นสะเทือน (shaker) เนื่องจากวิธีการติดตั้งหัววัดที่ต้องการสอบเทียบกับหัววัดมาตรฐานบนตัวสร้างการสั่นสะเทือนเป็นแบบแบคทูแบค ดังนั้นระดับการสั่นสะเทือนที่หัววัดทั้งสองได้รับจึงเท่ากัน หัววัดการสั่นสะเทือนจะแปลงระดับการสั่นสะเทือนเป็นประจุไฟฟ้า (charge) ซึ่งประจุไฟฟ้านี้จะถูกเปลี่ยนเป็นศักย์ไฟฟ้า (voltage) ด้วยตัวแปลงประจุ (charge amplifier) โดยค่าศักย์ไฟฟ้าจะถูกอ่านด้วยโวลต์มิเตอร์ (voltmeter) ระดับของการสั่นสะเทือนจะมีความสัมพันธ์กับค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้ สำหรับหัววัดมาตรฐานและหัววัดที่ต้องการสอบเทียบดังสมการที่แสดง ข้างล่าง

$$a = \frac{V_r T_r}{S_r D_r} \quad (1)$$

$$a = \frac{V_u T_u}{S_u D_u} \quad (2)$$

โดย a คือ ขนาดของการสั่นสะเทือน

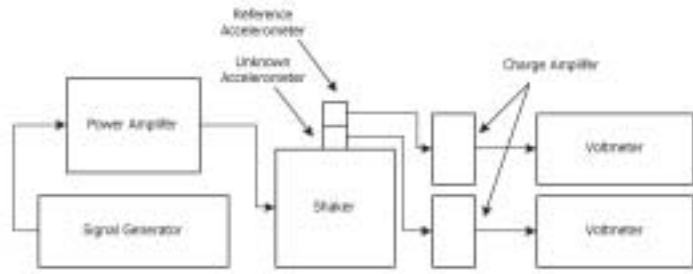
- V คือ ค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้ซึ่งถูกแปลงจากหัววัดการสั่นสะเทือน
- T คือ ค่าความไวของหัววัดซึ่งถูกตั้งค่าจากตัวแปลงประจุ (charge amplifier) ที่ต่อกับหัววัดการสั่นสะเทือน
- D คือ ค่าการแปลงระดับการสั่นสะเทือนเป็นศักย์ไฟฟ้าซึ่งถูกตั้งค่าจากตัวแปลงประจุ (charge amplifier) ที่ต่อกับหัววัดการสั่นสะเทือน
- S คือ ค่าความไวของหัววัดการสั่นสะเทือน

Subscript r และ u คือ หัววัดมาตรฐานและหัววัดที่ถูกสอบเทียบตามลำดับ

เนื่องจากระดับการสั่นสะเทือนที่หัววัดทั้งสองได้รับเท่ากัน ดังนั้นค่าความไวของหัววัดที่ถูกสอบเทียบสามารถคำนวณหาได้โดยนำสมการที่ 1 และ 2 มาเท่ากัน และจะให้ค่าความไว ดังแสดงในสมการข้างล่าง

$$S_u = \frac{V_u T_u D_r}{V_r T_r D_u} S_r \quad (3)$$

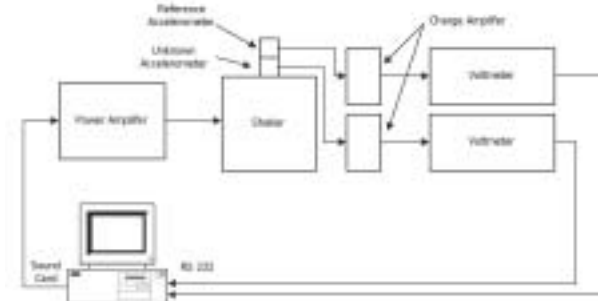
โดยปกติการสอบเทียบด้วยวิธีนี้จะสอบเทียบที่ความถี่ 160 เฮิรต (Hz) และที่ขนาดการสั่นสะเทือนหลายระดับ ดังนั้นค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะต้องถูกคำนวณด้วยสมการที่ (1) เพื่อตรวจสอบระดับการสั่นสะเทือนในขณะนั้นกับระดับที่ต้องการสอบเทียบ



รูปที่ 1 : แผนภาพการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนแบบ แบบคณูแบค

การสอบเทียบด้วยระบบอัตโนมัติ

สำหรับระบบอัตโนมัติเมื่อนำมาใช้กับการสอบเทียบแบบแบบคณูแบค ระบบโดยรวมจะคล้ายคลึงกับระบบแบบคณูแบค โดยตัดตัวสร้างสัญญาณออก (generator) และเพิ่มคอมพิวเตอร์เข้ามา ในระบบดังแสดงในรูปที่ 2 คอมพิวเตอร์ที่เพิ่มเข้ามานี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณออก และควบคุมระบบ โดยสัญญาณจะถูกสร้างจากการ์ดเสียง (sound card) และควบคุมสัญญาณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับวิธีการสอบเทียบจะดำเนินการเช่นเดียวกับที่อธิบายในหัวข้อแบบคณูแบค โดยค่าศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ (voltmeter) จะถูกส่งกลับไปคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง การ อินเตอร์เฟส (interface) ด้วย RS-232 คอมพิวเตอร์จะประมวลผลค่าศักย์ไฟฟ้านี้ เป็นระดับ การสั่นสะเทือนตามสมการที่ (1) และ (2) ระดับการสั่นสะเทือนที่อ่านได้จะถูกเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้สำหรับการสอบเทียบ ถ้าหากไม่เท่ากันคอมพิวเตอร์จะปรับขนาดของสัญญาณที่ส่งออกไปที่ตัวขยายสัญญาณ จนกระทั่งระดับการสั่นสะเทือนที่อ่านได้ตรงกับระดับที่ตั้งไว้ คอมพิวเตอร์จะคำนวณหาความไวของหัววัดที่ต้องการสอบเทียบตามสมการที่ (3) และบันทึกค่า หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์ จะเริ่มส่งสัญญาณใหม่เพื่อทำการสอบเทียบที่ระดับการสั่นสะเทือนอื่น ๆ ที่กำหนดไว้รวมทั้งการทำซ้ำ เพื่อคำนวณหาความไม่แน่นอน จนครบกระบวนการสอบเทียบ คอมพิวเตอร์จะรายงานผลการสอบเทียบเป็นความไวเฉลี่ยของหัววัดที่ต้องการสอบเทียบ และค่าความไม่แน่นอน



รูปที่ 2 : แผนภาพการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือนด้วยระบบอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติจะเพิ่มศักยภาพให้แก่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในด้านการสอบเทียบหัววัดการสั่นสะเทือน เนื่องจากความถูกต้องของการวัดที่เพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบ รวมถึงการประมวลผลการสอบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization. Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups. **ISO 5347-3**. 1993.

Harris, C M. **Shock and vibration handbook**. 4th Ed. London : McGraw-Hill, 1996.

Serridge, M., and Licht, T R. **Piezoelectric accelerometer and vibration preamplifier handbook**. n.p. : Bruel & Kjaer, 1987.

บทบาทใหม่กรมวิทยาศาสตร์บริการฯ (ต่อจากหน้า 28)

คุณภาพแก่ห้องปฏิบัติการอีกด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะได้รับการรวบรวมไว้ จัดทำเป็นฐานข้อมูล และดัชนีโดยกลุ่มงานที่ 4 กลุ่มทะเบียนและดัชนีทดสอบความสามารถห้องปฏิบัติการ เพื่อเผยแพร่เป็นประโยชน์ต่อการบริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ประโยชน์ของการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

โลกปัจจุบัน ลูกค้าต่างมองหาหลักประกันอีกชั้นหนึ่งว่าผลิตภัณฑ์วัสดุ หรือบริการที่ตนเองจัดซื้อเป็นไปตามความคาดหวังหรือความต้องการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตจะส่งผลิตภัณฑ์ไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานและข้อกำหนด การเลือกใช้ห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถจะช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากความผิดพลาดของการทดสอบอันเป็นผลให้การผลิต หรือการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

ความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อลูกค้าทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นถูกทดสอบอย่างถี่ถ้วนโดยห้องปฏิบัติการที่เป็นอิสระและมีความสามารถ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสามารถแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการเองก็ได้ถูกประเมินโดยบุคคลที่สามเช่นเดียวกัน พบว่ามีการลูกค้าจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ที่ต้องการข้อพิสูจน์ที่เป็นอิสระมากกว่าคำยืนยันจากผู้จำหน่ายอย่างง่าย ๆ ว่าผลิตภัณฑ์นั้นเหมาะสมกับการใช้งาน

2. ลดปัญหาที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ

ปัจจุบัน การทดสอบ การตรวจสอบ การออกใบรับรองผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปจำหน่ายยังประเทศต่างๆ นั้นเป็นปัญหาและอุปสรรคประการหนึ่งของการค้าระหว่างประเทศและเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการไม่ยอมรับซึ่งกันและกันของผลทดสอบ การทดสอบซ้ำค่าใช้จ่ายระหว่างรอผลทดสอบองค์การการค้าโลกพยายามผลักดันให้ประเทศสมาชิกเจรจาเพื่อหาแนวทางการยอมรับซึ่งกันและกัน เพื่อลดอุปสรรค ปัญหาทางเทคนิค การทดสอบควรทำเพียงครั้งเดียวและผลการทดสอบต้องได้รับการยอมรับในทุกประเทศที่มีการส่งสินค้าไป

(One stop testing) การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ (Laboratory Accreditation) เป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การบรรลุข้อตกลงดังกล่าว ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถว่ามีการดำเนินงานตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 จะเป็นที่ยอมรับให้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่มีการดำเนินการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 58 เช่นเดียวกัน

3. สนับสนุนระบบการค้าภายใต้กฎกติกาขององค์การการค้าโลก

ด้วยระบบของข้อตกลงระหว่างประเทศ ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถ จะได้รับการยอมรับในระดับระหว่างประเทศด้วยซึ่งมีผลทำให้ข้อมูลผลการทดสอบผลการสอบเทียบหรือผลการวัดของห้องปฏิบัติการนั้นได้รับการยอมรับได้ง่ายขึ้นในตลาดต่างประเทศ การยอมรับนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตและผู้ส่งออกที่ใช้บริการจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง เนื่องจากจะช่วยลดหรือยกเว้นการทดสอบซ้ำจากประเทศผู้นำเข้าสินค้า

การรายงานผล โดยใช้ Pivot table

นภาพร เลิศธราทัด

จันทรจิรา วัฒน

ข้อ ขุขัณ

ข้อมูลมีจำนวนมากขึ้น การสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การคำนวณในรูปแบบต่างๆ นั้น ทำได้ยุ่งยาก แต่เราสามารถนำ Pivot table ในการจัดข้อมูลให้ง่ายและสะดวกขึ้น

Pivot table คืออะไร

Pivot table เป็นคำสั่งของโปรแกรม Microsoft Excel อยู่ในรูปตารางแผ่นงานที่ใช้สรุปข้อมูลที่มีจำนวนมากๆ ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้รูปแบบและวิธีการคำนวณตามที่ต้องการ และสามารถสลับหมุนแถวและคอลัมน์ เพื่อดูรายงานผลข้อมูลที่แตกต่างกัน สามารถเรียงลำดับข้อมูลหรือแสดงข้อมูลเฉพาะส่วนที่สนใจได้

องค์ประกอบของตารางสรุปข้อมูล

1. รายการหรือฐานข้อมูล ที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถใช้รายการได้จากหลายแบบ คือ

- 1.1 รายการบนแผ่นงาน Microsoft Excel ซึ่งมีชื่อคอลัมน์เป็นหัวของข้อมูลอยู่
- 1.2 กลุ่มช่วงของ Microsoft excel ซึ่งต้องมีชื่อทั้งแถวและคอลัมน์

- 1.3 ไฟล์ฐานข้อมูลจากภายนอก เช่น Microsoft Access, Foxpro
- 1.4 ข้อมูลจาก Pivot table อื่นๆ
2. กลุ่มข้อมูลที่สรุปหลายๆ แถวของข้อมูลที่ต้องการ เช่น กลุ่มข้อมูลตามปีงบประมาณ
3. ผลลัพธ์ของ Pivot table ผลที่ได้จากการสร้าง Pivot table โดยต้องวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ต้องการรายงาน เช่น สรุปผลค่าใช้จ่ายทั้งหมดของทุกหน่วยงานในปีงบประมาณหนึ่ง
4. การสรุปข้อมูล Pivot table สรุปข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชันผลรวมที่กำหนด เช่น Sum, Count สามารถรวมผลรวมทั้งหมดและผลย่อยได้โดยอัตโนมัติ

	Administration	Finance	HR	Marketing	Sales	Grand Total
2544	3,800.00	5,500.00	4,800.00	1,800.00	18,300.00	24,200.00
2545	4,800.00	5,800.00	16,800.00	12,000.00	20,700.00	39,100.00
Grand Total	8,600.00	11,300.00	21,600.00	13,800.00	39,000.00	63,300.00

กรณีศึกษาการสร้าง Pivot table Report วิเคราะห์ผลการใช้จ่ายงบประมาณปีงบประมาณ 2544-2546 ต้องการทราบ

- ❖ ปีงบประมาณ 2546 หน่วยงานใดใช้งบประมาณมากที่สุด และหมวดใด
- ❖ ปีงบประมาณ 2544-2546 มีการใช้งบประมาณเท่าใด

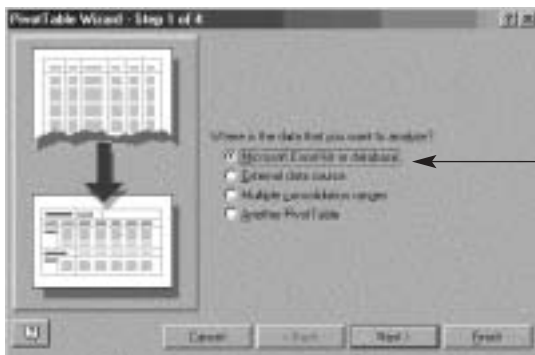
การสร้างรายงานวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลซึ่งเก็บอยู่บนไฟล์ Microsoft Excel ซึ่งประกอบด้วยหัวคอลัมน์ของแถวแรกประกอบด้วย ลำดับที่ ปีงบประมาณ เดือนที่ใช้เงิน สังกัด รายการจำนวนเงิน ตามตัวอย่าง
2. วิเคราะห์ความต้องการรายงานผลอะไรบ้าง ในที่นี้ต้องการสรุปผลการใช้จ่ายเงินงบประมาณตามปีงบประมาณ และแยกตามประเภทการใช้และสังกัด

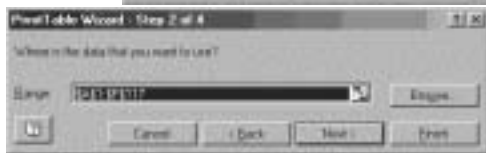
ข้อมูลที่น่ามาใช้

	A	B	C	D	E	F
1	ลำดับ	ปีงบประมาณ	เดือน	สังกัด	รายการ	จำนวนเงิน
2	1	2546	ธ.ค.-45	พศ	ค่าใช้สอย	3,000
3	2	2546	ธ.ค.-45	พศ	รายจ่ายอื่น	1,500
4	3	2546	พ.ย.-45	ศล	รายจ่ายอื่น	3,000
5	4	2546	ธ.ค.-45	ศล	ค่าวัสดุ	5,000
6	5	2546	ธ.ค.-45	ศล	ค่าวัสดุ	2,500

3. บนเมนู Data คลิกเลือก Pivot table Report

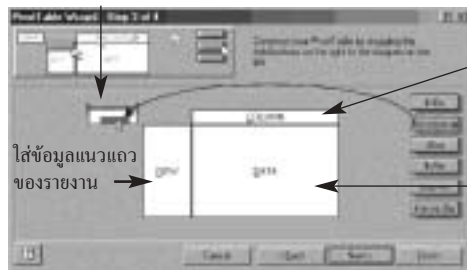


เลือกชนิดของข้อมูล



เลือกช่วงข้อมูลที่ต้องการสร้าง

ใส่ชื่อหรือฟิลด์ที่ต้องการจัดกลุ่ม ตามตัวอย่าง จะใช้ปีงบประมาณ แบ่งกลุ่ม โดยการคลิกที่ปีงบประมาณ ลากมาวางไว้



ใส่ข้อมูลแนวคอลัมน์ของรายงาน

ใส่ข้อมูลแนวแถวของรายงาน

ส่วนการคำนวณผล



ตัวอย่างการสร้าง Pivot Table Report โดยการลากฟิลด์ หรือ หัวเรื่องที่ต้องการสร้างรายงานมาวาง



เลือกตำแหน่งวางรายงาน จากแผ่นงานใหม่ หรือ แผ่นงานเดียวกับข้อมูลต้นฉบับ



จะได้รายงานวิเคราะห์ข้อมูลตามต้องการพร้อม Toolbar PivotTable สำหรับการปรับแก้ไข หากไม่พบ Toolbar สามารถเรียกใช้งานได้โดยคลิกเมนู View → Toolbar → PivotTable

การสรุปข้อมูลและการคำนวณ

เมื่อสร้างรายงานการวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จแล้วเราสามารถสรุปข้อมูลตามความต้องการขั้นต้นได้ว่า

1. ปีงบประมาณ 2546 หมวดรายจ่ายอื่น ของสำนักงานเลขานุการกรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ใช้งบประมาณมากที่สุด คือ 32,700 บาท

2. ปีงบประมาณ 2546 ใช้เงินไป 121,000 บาท ปี 2545 ใช้เงินไป 445,960 บาท ปี 2544 416,963 บาท โดยคลิกเลือก กลุ่มที่ต้องการดู ซึ่งข้อมูลทั้งหมดใช้การคำนวณรูปแบบเดียวคือ ฟังก์ชันการ Sum

การแก้ไขข้อมูลและสูตรคำนวณ

- การแก้ไขข้อมูลโดยอัตโนมัติ

เมื่อมีข้อมูลที่ต้องการแก้ไข หรือเพิ่มเติม เราสามารถกระทำได้ทันที ตัวอย่างเช่น ต้องการแก้ไขข้อมูลปีงบประมาณ 2546 เดือน ต.ค. 45 ของสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (พศ.) หมวดค่าใช้สอย จาก 3,000 บาท เป็น 9,999 บาท สามารถกระทำได้โดยไปที่แผ่นงานข้อมูลต้นฉบับ จากนั้นแก้ไข จาก 3,000 เป็น 9,999 แล้วกลับไปที่แผ่นงาน PivotTable คลิกเมาส์ขวาบริเวณที่เป็นรายงาน เลือก Refresh Data จะเห็นว่า ข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลง และผลรวมจำนวนเงินของ พ.ศ. จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

คลิกเลือกการแสดงผลเป็นกลุ่มๆ



	จำนวน	โดยเฉลี่ย	เฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	รวม	รวมทั้งหมด
รวมทั้งหมด	22,400	4,480	4,480	4,480	4,480	4,480
ผลไม้	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
ผัก	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
ผลไม้รวม	11,000	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200
ผักรวม	11,400	2,280	2,280	2,280	2,280	2,280

ข้อมูลเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยน

- แปลงรูปแบบการคำนวณ ถ้าหากต้องการแก้ไขการ Sum เป็นการ Count หรือ Max หรือ Average ทำได้โดยคลิกที่ sum จำนวนเงินบนรายงาน แล้ว คลิก Pivot table field บน pivot table toolbar เลือกรูปแบบการคำนวณใหม่



เลือกรูปแบบการคำนวณใหม่

การแสดงผลข้อมูลแบบต่างๆ

การแสดงผลข้อมูลแบบต่างๆ นั้น สามารถทำได้ง่ายคือการคลิกเลือก field ที่ต้องการลากไปวางตามรูปแบบของที่ต้องการ เช่น

1. ต้องการให้มีปีงบประมาณ และหน่วยงานสามารถเลือกได้นำเมาส์คลิกค้างที่สังกัด ลากไปวางที่ใ้ดงบประมาณ

	ปีงบประมาณ	หน่วยงาน	จำนวน	โดยเฉลี่ย	เฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	รวม	รวมทั้งหมด
ผลไม้	ปี 2546	ผลไม้	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
		ผลไม้	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		ผลไม้	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		ผลไม้	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
ผัก	ปี 2546	ผัก	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		ผัก	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		ผัก	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
		ผัก	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Grand Total			11,000	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200

2. หากต้องการข้อมูลเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยดับเบิลคลิกบริเวณที่ต้องการ จะได้ข้อมูลเฉพาะส่วนนั้นเกิดขึ้นในอีกแผ่นงานหนึ่ง ตัวอย่าง หากต้องการดูข้อมูลทั้งหมดปีงบประมาณ 2546 ของ พศ. โดยการดับเบิลคลิกที่ Grand Total ของ พศ.



การประยุกต์ใช้งาน

- สามารถทำสรุปข้อมูลเพื่อการเสนอรายงานในรูปแบบที่ดูเข้าใจง่าย
- สามารถทำสรุปข้อมูลสร้างเป็นแผนภูมิสำหรับการนำเสนอ
- สามารถประยุกต์ใช้งานกับข้อมูลที่เป็นตัวเลข ที่ต้องใช้การคำนวณและฟังก์ชันที่ยากขึ้น และต้องมีการสรุปข้อมูลทุกๆ เดือน

ประโยชน์ที่ได้รับ

- ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ เพราะเมื่อมีการแก้ไข Data ข้อมูลก็จะไป Link กันเองภายใน Worksheet เมื่อมีการกดปุ่ม Refresh Data ทุกครั้ง
- ไม่ยุ่งยากในการปรับเปลี่ยนรูปแบบ เพราะสามารถเลือกรูปแบบหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบอีกได้หลายครั้ง โดยไม่ทำความเสียหายแก่ข้อมูลในตาราง
- สวยงาม ประณีต และดูเข้าใจง่ายแก่ผู้ใช้งาน

บทบาทในมหาวิทยาลัยบริการ : รับรองระบบงาน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สมโภชน์ บุญสนิท
เขาวลัักษณ์ ล้อมรีน

ความเป็นมา

ปัจจุบันรัฐบาลประเทศต่าง ๆ ได้นำมาตรการกีดกันทางการค้าที่มีใช้ภาษี (Non-tariff measures) มาใช้มากขึ้นและรุนแรงขึ้น อาทิ มาตรการด้านสุขอนามัย คน สัตว์ พืช สภาวะแวดล้อม การกีดกันแรงงาน การปราบปรามยาเสพติด ตลอดจนการต่อต้านผู้ก่อการร้าย นอกจากนี้ประเทศผู้นำเข้าต่างก็ใช้วิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกัน และ การใช้มาตรฐานการตรวจวัดโดยใช้หลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่อแววมากขึ้นในระยะเวลาที่ผ่านมา

เมื่อการส่งออกของประเทศ ประสบปัญหาเกี่ยวกับการกีดกัน การนำเข้าหรือมาตรการของประเทศ คู่ค้า จำเป็นที่ภาครัฐและภาคเอกชน จะต้องร่วมกันแก้ไขปัญหา ติดตาม และปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตลอดจนปรับสินค้าและคุณภาพให้ เป็นไปตามความต้องการของตลาด

- การปรับตัวของภาคเอกชน

ผู้ส่งออกไทยต้องยอมรับ สภาพความเป็นจริงในโลกการค้า ปัจจุบันที่มีการแข่งขันอย่างรุนแรง ผู้ผลิต/ผู้ส่งออกต้องปรับกระบวนการบริหารจัดการด้านธุรกิจใ

องค์กรให้ทันสมัย ต้องสร้างความแตกต่างของสินค้าเพื่อให้มีความหลากหลาย สร้างความโดดเด่นเหนือคู่แข่งและเป็นจุดขาย นอกจากนี้ยังต้องมีความตระหนักในเรื่องคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันกลายเป็นเงื่อนไขหนึ่งของความสำเร็จใน ธุรกิจส่งออกและต้องปรับกระบวนการผลิตโดยเน้นคุณภาพและมาตรฐานสินค้าทั้งที่เป็นตัวมาตรฐานสินค้าและมาตรฐานระบบ มีการนำเทคนิคการบริหารจัดการการผลิตใหม่ๆ มาปรับใช้ เช่น ISO 9000, ISO 14000, ISO 18000, HACCP เป็นต้น แนวคิดการบริหารจัดการในเรื่องมาตรฐานสินค้าในปัจจุบันก็ต้องทำเป็นระบบ ทั้งกระบวนการเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ได้คุณภาพมาตรฐาน

- การปรับตัวของภาครัฐ

ในภาครัฐ มีหน่วยงานต่างๆ หลายหน่วยงานในสังกัดและใน กำกับของกระทรวงต่างๆ อาทิ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพาณิชย์ และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ติดตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง แก้ไขปัญหา ให้ความช่วยเหลือภาคเอกชน และปรับ

เปลี่ยนกลยุทธ์เพื่อสนับสนุนการส่งออกของประเทศ

การปฏิรูประบบบริหารภาครัฐ ที่เริ่มเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2545 นี้ มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการให้บริการ เพื่อฟื้นฟูประเทศให้ฟื้น วิกฤตเศรษฐกิจโดยเร็ว กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้ปรับเปลี่ยนบทบาท หน้าที่และ โครงสร้างขององค์กรให้สอดคล้องกับ แนวทางปฏิรูปดังกล่าวโดยจัดตั้ง สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นหน่วยงานหลักในการ รับรองห้องปฏิบัติการทดสอบด้าน ฟิสิกส์ ด้านเคมี และด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามกฎหมายกระทรวง แบ่งส่วนราชการกรมวิทยาศาสตร์ บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2545 ข้อ 1 (1) “พัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการ โดยการส่งเสริมสนับสนุนและดำเนินการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ด้านเคมี ด้านฟิสิกส์ และด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพตาม มาตรฐานสากล เพื่อเพิ่มศักยภาพ และขีดความสามารถห้องปฏิบัติการ ให้เป็นที่ยอมรับของนานาชาติประเทศ

ทำให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ” การรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ การวิทยาศาสตร์

การรับรองระบบงาน (Accreditation) หมายถึง การยอมรับอย่างเป็นทางการว่าหน่วยรับรอง (Certification Body) มีความสามารถในการดำเนินการให้การรับรองกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ ตัวอย่าง เช่น การรับรองระบบงานของหน่วยรับรองระบบคุณภาพ และการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ดังนั้นการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นบทบาทใหม่ของกรมวิทยาศาสตร์บริการจึงหมายถึง การยอมรับอย่างเป็นทางการว่าห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการดำเนินการทดสอบและออกรายงาน (Certificate) ในขอบข่ายที่ได้รับการรับรอง

การรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์จะเป็นการพิสูจน์ให้ลูกค้าของห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์เห็นว่าห้องปฏิบัติการได้จัดองค์กร ขั้นตอนการดำเนินงาน และมีบุคลากรเป็นไปตามเกณฑ์สากลและผ่านการตรวจประเมินโดยผู้ตรวจประเมินอิสระที่มีความสามารถทางวิชาการ ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์มาแล้ว ห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการรับรองระบบงานแล้วจะมีขีดความสามารถในการบริการทดสอบให้ตรงตามความต้องการที่ตกลงกันไว้อย่างมีระบบ ภายในขอบข่ายที่ระบุในใบรับรอง

ศักยภาพของกรมวิทยาศาสตร์ บริการกับการดำเนินการ

ด้วยการดำเนินงานมาอย่างยาวนานของกรมวิทยาศาสตร์บริการในฐานะห้องปฏิบัติการกลางทางด้านวิทยาศาสตร์ผนวกเข้ากับประสบการณ์ในการนำระบบคุณภาพตามมาตรฐานระบบงานห้องปฏิบัติการด้านการทดสอบมาใช้ ทำให้กรมวิทยาศาสตร์บริการมีพื้นฐานและศักยภาพในการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์ด้านเคมี ด้านฟิสิกส์และด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ในสาขาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ 9 สาขา ได้แก่

1. อุตสาหกรรมอาหาร น้ำดื่ม น้ำใช้
2. อุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ยาง
3. อุตสาหกรรมยาและเคมีภัณฑ์
4. อุตสาหกรรมรองเท้าและเครื่องหนัง
5. อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก
6. อุตสาหกรรมเซรามิกและแก้ว
7. ด้านสิ่งแวดล้อม
8. อุตสาหกรรมปิโตรเคมี
9. อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ

เพื่อให้สอดคล้องกับบทบาทใหม่ของกรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดโครงสร้างของสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ ให้มีกลุ่มงานต่างๆ 4 กลุ่ม รับผิดชอบภารกิจที่แตกต่างกันแต่ทำงานสอดคล้องและเสริมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มงานแรกได้แก่ **กลุ่มกำกับ**

ดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ซึ่งทำหน้าที่รับผิดชอบการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยดำเนินการตรวจประเมินรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อแสดงถึงศักยภาพและขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ และเพื่อให้ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับระดับระหว่างประเทศ

กลุ่มงานที่สองคือ **กลุ่มบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ** จะทำงานสนับสนุนการตรวจประเมินรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานแรกโดยมีหน้าที่บริหารจัดการและจัดทำกิจกรรมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐานสากล ตลอดจนจัดทำเครือข่ายข้อมูลด้านการทดสอบความชำนาญเพื่อสร้างดัชนีชี้วัดในการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการ

ในการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการการวิทยาศาสตร์ ถือได้ว่าการตรวจประเมินเป็นหัวใจและเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ความรู้ความสามารถและคุณสมบัติของบุคลากรด้านการตรวจประเมินจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง **กลุ่มส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ** ซึ่งเป็นกลุ่มงานที่สาม จะทำหน้าที่ด้านการขึ้นทะเบียนบุคลากรและหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนงานด้านการรับรองระบบงาน นอกจากนั้นกลุ่มงานนี้ยังทำหน้าที่ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ความรู้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบ

ลักษณะและคุณภาพ ของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืช ผสมน้ำมันดีเซล

สุดา นันทิกษา

สรรพชา เชื้อพันธ์

เรื่อง

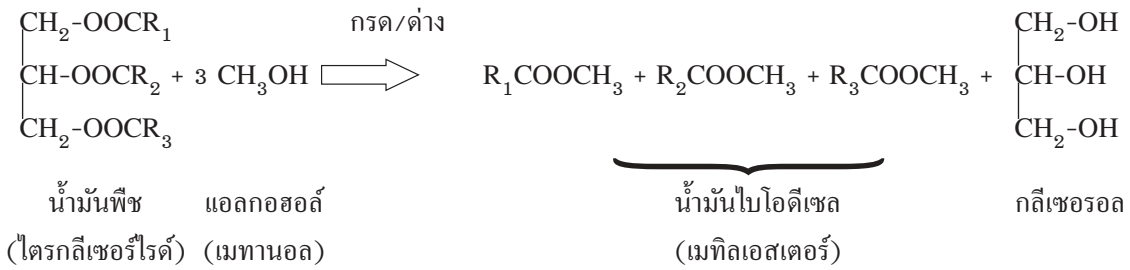
จากประเทศไทย มักประสบภาวะน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาแพง และราคาน้ำมันมีการผันผวนตลอดเวลา สืบเนื่องจากกำลังการผลิตน้ำมันดิบภายในประเทศมีเพียงประมาณร้อยละ 10 ของปริมาณการใช้น้ำมันทั้งหมด ประเทศไทยจึงต้องนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ราคาน้ำมันภายในประเทศจึงขึ้นกับราคาตลาดโลกซึ่งผันผวนตามภาวะเศรษฐกิจและปัจจัยด้านอื่น ๆ ที่มีผลกระทบ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้นำผลผลิตทางการเกษตรมาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในหลายรูปแบบ เช่น นำ อ้อย มันสำปะหลัง มาผลิตเป็นเอทานอล และใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซินโดยตรง หรือใช้เอทานอลผสมกับน้ำมันเบนซินที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ แต่การผลิตเอทานอลให้มีความบริสุทธิ์สูงพอที่จะใช้แทนหรือผสมกับน้ำมันเบนซินมีกรรมวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เทคโนโลยีสูง จึงมีผู้สนใจหันมาผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลจากผลผลิตทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลาย เช่น การนำน้ำมันพืชผสมกับน้ำมัน

ดีเซลโดยตรงในสัดส่วนต่างๆ เช่น น้ำมันดีเซลมะพร้าว น้ำมันดีเซลปาล์ม บางครั้งเรียกโคโคดีเซล ปาล์มดีเซล และการนำน้ำมันพืชมาผลิตเป็นสารเอสเทอร์ที่เรียกว่าน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยากและไม่ใช้เทคโนโลยีสูงเท่ากับการผลิตเอทานอล สิ่งสำคัญคือคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซลที่ผลิตได้สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและกรมควบคุมมลพิษ ทำการศึกษาวิจัยคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซลเพื่อนำมาใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล โดยกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้ศึกษาในส่วนของกรณีวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของน้ำมันเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซลของประกาศกรมทะเบียนการค้า

น้ำมันไบโอดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับใช้กับเครื่องยนต์

ดีเซล ผลิตจากน้ำมันพืชทำปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชัน กับแอลกอฮอล์โดยมีกรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้ผลผลิตเป็นสารเอสเทอร์ที่เรียกว่าไบโอดีเซล ซึ่งต่างจากน้ำมันพืชผสมน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการนำน้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันปาล์มโดยตรงได้เป็นสารผสมโดยไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี ที่เรียกว่าน้ำมันดีเซลมะพร้าว (โคโคดีเซล) และน้ำมันดีเซลปาล์ม (ปาล์มดีเซล)

ปฏิกิริยาการเกิดน้ำมันไบโอดีเซลเริ่มจากน้ำมันพืชที่มีโครงสร้างทางเคมีเป็นสารไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่างๆ แตกต่างกันตามธรรมชาติขึ้นกับประเภทของน้ำมันพืชนั้นๆ เข้าทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ซึ่งอาจใช้เมทานอล หรือเอทานอล แต่นิยมใช้เมทานอลที่มีราคาถูกกว่า โดยมีกรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเตอริฟิเคชัน ได้ น้ำมันไบโอดีเซลที่มีโครงสร้างทางเคมีเป็นเมทิลเอสเทอร์ และได้กลีเซอรอลเป็นผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ สมการเคมีที่แสดงปฏิกิริยาการเกิดน้ำมันไบโอดีเซลเป็นดังต่อไปนี้



พิจารณาคุณลักษณะทางเคมีของน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซล เพื่อใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล เปรียบเทียบตามข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล พ.ศ.2545 ชนิดหมุนเร็ว ประกาศกรมทะเบียนการค้าพบว่าน้ำมันไบโอดีเซลมีคุณลักษณะทางเคมีใกล้เคียงและได้ตามข้อกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันพืชผสมดีเซลมีคุณลักษณะทางเคมีหลายตัวที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดคุณภาพของน้ำมันดีเซล คุณลักษณะทางเคมีต่างๆที่กำหนด ได้แก่

ความถ่วงจำเพาะ เป็นค่าเฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิดขึ้นกับน้ำหนักโมเลกุลและช่วงจุดเดือดของน้ำมันนั้น ส่วนใหญ่น้ำมันที่มีช่วงจุดเดือดต่ำจะมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำและน้ำมันที่มีช่วงจุดเดือดสูงจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูง น้ำมันไบโอดีเซลมีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ส่วนน้ำมันพืชมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำมันดีเซลและไม่เป็นไปตามข้อกำหนดฯ เมื่อผสมน้ำมันพืชด้วยน้ำมันดีเซลในสัดส่วนต่างๆกันจะได้น้ำมันพืชผสมดีเซลมีค่าความถ่วงจำเพาะลดลง

ค่าซีเทน แสดงถึงคุณสมบัติในการลุกไหม้ และการจุดระเบิด ค่าซีเทนต้องเหมาะสมกับความ

ต้องการของเครื่องยนต์แต่ละชนิด น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีค่าซีเทนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

ความหนืด คือความข้นใสของน้ำมัน มีผลต่อการไหล การสูบน้ำ และในการสเปรย์พ่นให้เป็นฝอยของหัวฉีด น้ำมันใสพ่นได้เป็นฝอยขนาดเล็กทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ น้ำมันไบโอดีเซลมีค่าความหนืดใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่ น้ำมันพืชผสมดีเซลมีค่าความหนืดประมาณ 10 เท่าของน้ำมันดีเซล ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดเขม่าควันมาก เครื่องยนต์สกปรก

จุดไหลเท เป็นค่าที่แสดงถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังไหลได้โดยไม่เกิดไขจับตัวแข็ง น้ำมันที่มีจุดไหลเทสูงจะแข็งตัวเร็ว เกิดปัญหาต่อการสูบน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำ น้ำมันไบโอดีเซลมีจุดไหลเทที่อุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์ ทำให้น้ำมันแข็งตัวช้า เป็นข้อได้เปรียบกว่าน้ำมันดีเซล แต่ น้ำมันพืชผสมดีเซลมีจุดไหลเทสูงประมาณ 2-3 เท่าของน้ำมันดีเซล ทำให้น้ำมันแข็งตัวง่าย จึงเป็นข้อด้อยของน้ำมันพืชผสมดีเซลในการใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ

ปริมาณกำมะถัน พบจากการที่น้ำมันถูกเผาไหม้ ธาตุกำมะถันในน้ำมันจะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์

ไดออกไซด์ ซึ่งรวมกับน้ำเป็นกรดและกัดกร่อนเครื่องยนต์ หรือออกสู่บรรยากาศก่อมลภาวะเป็นพิษ น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีปริมาณกำมะถันต่ำมาก ประมาณ 1 ส่วน 10 จึงเป็นข้อดีต่อสิ่งแวดล้อม

การกัดกร่อน เป็นค่าที่แสดงถึงการกัดกร่อนของน้ำมันต่อโลหะเนื่องจากกรดที่เกิดจากปริมาณซัลเฟอร์หรือสารอื่นๆ ในน้ำมัน ทั้งน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีค่าการกัดกร่อนต่ำเป็นไปตามข้อกำหนดฯ

ปริมาณกากถ่าน เป็นค่าที่แสดงแนวโน้มเมื่อน้ำมันถูกเผาไหม้แล้วจะเกิดปริมาณกากถ่านในห้องเผาไหม้น้อยเท่าใด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องยนต์สกปรกต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องบ่อย น้ำมันไบโอดีเซลมีปริมาณกากถ่านน้อยมากใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่ น้ำมันพืชผสมดีเซลมีปริมาณกากถ่านสูงประมาณ 20-40 เท่าของน้ำมันดีเซล เกินกว่าข้อกำหนดฯ และเป็นข้อด้อยทำให้ให้เครื่องยนต์สกปรกได้ง่าย

ปริมาณน้ำและตะกอน เป็นสิ่งที่จะต้องควบคุมไม่ให้มีปริมาณมากเนื่องจากน้ำทำให้น้ำมันมีการเผาไหม้ไม่ดี และตะกอนทำให้หัวฉีด

อุดตัน น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีปริมาณน้ำและตะกอนต่ำไม่เกินกว่าที่ข้อกำหนดยอมให้มีได้

ปริมาณเก่า เป็นสิ่งที่เหลือหลังการเผาไหม้น้ำมัน ถ้าน้ำมันมีปริมาณเก่ามาก เครื่องยนต์จะสกรปรอง่าย ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องบ่อย น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีปริมาณเก่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลและข้อกำหนดฯ เล็กน้อย

จุดวาบไฟ คืออุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมันที่เมื่อผ่านเปลวไฟไปใโอน้ำมันเหนือถ้วยทดสอบแล้วทำให้น้ำมันนั้นติดไฟ จุดวาบไฟใช้วัดความไวไฟของน้ำมันและเป็นข้อควรระวังเมื่อขนส่งและจัดเก็บน้ำมัน น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีจุดวาบไฟที่อุณหภูมิต่ำสูงเป็น 2-3 เท่าของน้ำมันดีเซล จึงปลอดภัยกว่าในการใช้งานและขนส่ง

การกลั่น แสดงถึงอุณหภูมิช่วงจุดเดือดและความสามารถในการระเหยของน้ำมัน มีผลต่อการจุดระเบิดน้ำมัน ซึ่งต้องเหมาะสมในการใช้งานกับเครื่องยนต์แต่ละชนิด นอกจากนั้นช่วงจุดเดือดยังใช้เป็นตัวชี้แบ่งประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันไบโอดีเซลมีอุณหภูมิส่วนที่กลั่นได้ร้อยละ 90 เป็นไปตามข้อกำหนดฯ ส่วนน้ำมันพืชไม่สามารถกลั่นออกมาได้ในบรรยากาศ ทำให้น้ำมันพืชผสมดีเซลไม่สามารถตรวจสอบเรื่องการกลั่นได้

สีของน้ำมัน โดยธรรมชาติแล้วน้ำมันดีเซลที่กลั่นได้จะมีสีเหลืองถึงน้ำตาลอ่อน น้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีสีเข้มกว่าน้ำมันดีเซลแต่ยังอยู่ในข้อกำหนดฯ

คุณสมบัติในการหล่อลื่น น้ำมันดีเซลที่มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดี จะช่วยยืดอายุการใช้งานของปั๊มและหัวฉีดน้ำมัน น้ำมันพืชผสมดีเซลมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นดีกว่าน้ำมันดีเซล

ค่าความร้อน แสดงถึงพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้น้ำมันเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ น้ำมันที่มีปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนสูงจะให้ค่าความร้อนสูงด้วย ทั้งน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณร้อยละ 20

พิจารณาการใช้น้ำมันพืชผสมดีเซลกับเครื่องยนต์เปรียบเทียบกับ

น้ำมันดีเซล พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันพืชผสมดีเซลต่ำกว่าน้ำมันดีเซล และสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่าการใช้น้ำมันดีเซล สำหรับมลพิษที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำมันพืชผสมดีเซลเป็นเชื้อเพลิง พบปริมาณสารคาร์บอนมอนนอกไซด์ และสารคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า แต่ปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ และควันดามีค่าต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซล

การนำน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลมาใช้งานจึงต้องพิจารณาในความเหมาะสมต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันประเภทของเครื่องยนต์ที่ใช้ ประสิทธิภาพและมลพิษที่เกิดขึ้น ปัจจุบันมีนักศึกษาและนักวิจัยทำการศึกษาวิจัยน้ำมันไบโอดีเซลและน้ำมันพืชผสมดีเซลต่อเนื่อง เช่น การศึกษาความบริสุทธิ์ของน้ำมันไบโอดีเซลที่เตรียมได้ และการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบเพื่อลดต้นทุนการผลิต เป็นต้น



เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials, Petroleum products and lubricants (I) In Annual book of ASTM standards: Vol.05.01. Sec. 5 Washington DC.: ASTM, 2001.

การศึกษาการเสื่อมสภาพ ของผักและผลไม้กระป๋อง ด้วยวิธีเคมีไฟฟ้า

ธวัช นุสนธรา

ผัก และผลไม้เป็นหนึ่งในสืบของสินค้าอาหารส่งออกของประเทศไทยเป็นเวลานานแล้ว มีมูลค่าการส่งออกเป็นหมื่นล้านบาทขณะนี้เป็นที่ทราบกันดีว่าประเทศผู้นำเข้าอาหารที่สำคัญของโลกไม่ว่าจะเป็นสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และหลายประเทศมีมาตรการเข้มงวดด้านคุณภาพสินค้าอาหารมากขึ้น ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ทุกประเทศให้ความสำคัญก็คือการปนเปื้อนโลหะหนักในอาหารกระป๋องโดยเฉพาะดีบุก ซึ่งสาเหตุของการปนเปื้อนโลหะหนักในอาหารส่วนใหญ่มาจากการกัดกร่อนภายในกระป๋องโดยตรง ในอนาคตมีแนวโน้มว่า Codex Alimentarius Commission (CAC) ซึ่งเป็นโครงการร่วมระหว่างองค์การระหว่างประเทศ FAO และ WHO จะเสนอให้มีปริมาณดีบุกปนเปื้อนในอาหารลดลงจาก 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็น 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการในประเทศไทยที่ให้บริการทางด้านการศึกษาวิจัยการกัดกร่อนของภาชนะบรรจุอาหารยังมีไม่มาก อีกทั้งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ยังไม่มีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง ดังนั้นเพื่อ

เป็นการสนับสนุนอุตสาหกรรมด้านผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องให้มีศักยภาพในการส่งออกทัดเทียมนานาประเทศ โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้เห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้ดำเนินการศึกษาปัจจัยการเสื่อมสภาพของอาหารกระป๋องซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมและลดการสูญเสียเงินและเวลาของผู้ประกอบการ

ปัจจัยที่ทำให้ผักและผลไม้กระป๋องเสื่อมคุณภาพ

1) ชนิดและสมบัติของอาหาร ลักษณะทั่วไปของอาหารและองค์ประกอบของอาหารมีผลต่อการกัดกร่อนแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากอาหารแต่ละชนิดมีส่วนประกอบที่มีความซับซ้อนและองค์ประกอบทางเคมีกายภาพที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นกรด (acidity) และชนิดของกรด อาหารที่มีความเป็นกรดสูงสามารถที่จะละลายดีบุกจากกระป๋องลงสู่อาหารได้ ทำให้เกิดการสัมผัสของเหล็กกับอาหารเกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้น นอกจากนี้ยังมีปริมาณไนเตรตและความข้นหนืด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นตัวเร่งหรือยับยั้งการกัดกร่อนได้

2) คุณภาพวัสดุที่ใช้ผลิตกระป๋อง ประสิทธิภาพในการต้านทานการกัดกร่อนของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

2.1 ความหนาของดีบุกที่เคลือบ ความหนาหรือน้ำหนักของดีบุกที่เคลือบเพิ่มขึ้นจะทำให้แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนเพิ่มขึ้น

2.2 ความสม่ำเสมอของดีบุกที่เคลือบ ดีบุกที่เคลือบบนแผ่นเหล็กจะมีส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกันเรียกว่า รูพรุน (pores) รูพรุนนี้เกิดขึ้นทั้งในชั้นดีบุกและชั้นของโลหะผสม ถ้ามีปริมาณรูพรุนมากจะทำให้การกัดกร่อนสูงขึ้น โดยความสม่ำเสมอของชั้นดีบุกที่เคลือบมีความสัมพันธ์กับความหนาของดีบุก โดยรูพรุนจะมีจำนวนมากขึ้นเมื่อความหนาของดีบุกลดลง

2.3 Tin crystal size แผ่นเหล็กที่เคลือบดีบุกที่มี tin crystal size ขนาดใหญ่จะมีความต้านทานสูงกว่าแผ่นเหล็กที่เคลือบดีบุกที่มี tin crystal size ขนาดเล็ก

2.4 ชั้นของโลหะผสม การเคลือบดีบุกจะทำให้เกิดชั้นอัลลอยของเหล็กกับดีบุกซึ่งสามารถ

ด้านทานการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากชั้นโลหะผสมจะช่วยลดพื้นที่ผิวของเหล็กที่จะสัมผัสโดยตรงกับอาหาร

2.5 การผลิตกระป๋อง การขึ้นรูปกระป๋องและการรีดลอนด้านข้างของกระป๋องอาจทำให้เกิดการขีดข่วน ความหนาของชั้นเคลือบเปลี่ยนไป เกิดความเครียดของโลหะ ทำให้เกิดการกัดกร่อนได้สูงขึ้น

3) กระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง

3.1 ก๊าซออกซิเจน มีสมบัติเป็น depolarizer จึงสามารถเร่งปฏิกิริยาการกัดกร่อน ฉะนั้นในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องต้องมีกระบวนการไล่ก๊าซออกซิเจนก่อนทำการปิดผนึก เช่น การลวก

3.2 ความเป็นสุญญากาศ มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซออกซิเจน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการไล่อากาศและรวมถึงปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะชั้นอาหาร โดยปกติแล้วค่าสุญญากาศไม่ควรต่ำกว่า 5 นิ้วปรอทในแต่ละกระป๋อง

3.3 ช่องว่างเหนืออาหารภายในกระป๋อง เป็นค่าที่แสดงแนวโน้มถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซออกซิเจน

3.4 กระบวนการแปรรูปและการทำให้เย็น การทำให้เย็นเร็วเกินไปหลังการฆ่าเชื้อจะทำให้กระป๋องแห้งช้าและเป็นสนิมได้

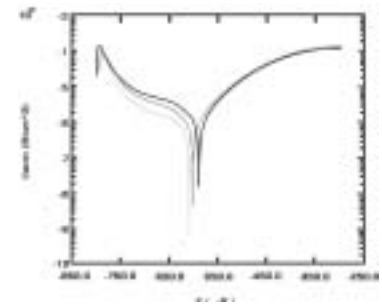
3.5 การเติมสารปรุงรสและสารกันเสียต่างๆ อาจจะเป็นตัวเร่งอัตราการกัดกร่อนได้

การศึกษาการเสื่อมสภาพของผักและผลไม้กระป๋อง โดยใช้เทคนิคเคมีไฟฟ้า

อัตราการกัดกร่อนคืออัตราการเสื่อมสภาพของโลหะในช่วงเวลาหนึ่งเป็นการบอกความรุนแรงของการกัดกร่อนโดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลหะ เช่น ติดตามน้ำหนักโลหะที่ลดลงในช่วงเวลาหนึ่งหรือติดตามการเพิ่มขึ้นของโลหะที่ละลายลงสู่อาหาร ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลานาน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที การใช้วิธีเคมีไฟฟ้าเป็นวิธีที่ทำได้อย่างรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยเร่งการกัดกร่อนของโลหะด้วยไฟฟ้าในเซลล์การกัดกร่อน เช่น เพิ่มศักย์ไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าแก่โลหะ เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอน เกิดความสัมพันธ์ของศักย์และกระแสไฟฟ้าในรูปแบบเส้นโค้งต่าง ๆ ซึ่งจะได้ข้อมูลการกัดกร่อนมากมาย เช่น ค่าศักย์ไฟฟ้าของการกัดกร่อน อัตราการกัดกร่อน ความสามารถในการเกิดฟิล์มบางป้องกันตนเอง ความทนทานของฟิล์ม การแตกของฟิล์มที่จะนำไปสู่การกัดกร่อนเฉพาะที่ จากค่าศักย์ไฟฟ้าของฟิล์มสามารถทำนายองค์ประกอบเคมีของฟิล์มได้ ทำให้การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเสื่อมสภาพเป็นไปได้ถูกต้อง แม่นยำ และตอบสนองความต้องการของภาคการผลิตอย่างแท้จริง เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ศึกษามีดังนี้

1) เทคนิค Tafel polarization เป็นเทคนิคที่ใช้หาอัตราการกัดกร่อนของโลหะ โดยป้อนศักย์ไฟฟ้าเร่งการกัดกร่อน แล้ววัด

ค่ากระแสไฟฟ้า (i) ที่เกิดขึ้นขณะเร่งการกัดกร่อนด้วยศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนให้ นั้น จากความสัมพันธ์ของศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จะได้เส้นโค้ง (polarization curve) ที่สามารถหาศักย์ของการกัดกร่อน (E_{corr}) และกระแสของการกัดกร่อน (I_{corr}) ได้



ภาพแสดงผลการทดสอบด้วย Tafel polarization

2) เทคนิค Potentiodynamic polarization เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์พฤติกรรมของการกัดกร่อนของโลหะทั้งการเกิดขึ้นของฟิล์ม การคงอยู่ของฟิล์ม ความแข็งแรงของฟิล์ม สมบัติปกป้องของฟิล์ม และการแตกของฟิล์ม โดยการป้อนศักย์ไฟฟ้าแก่เซลล์ให้เป็นบวกเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน แล้ววัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปที่ค่าศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ

3) เทคนิค Linear polarization เป็นเทคนิคที่ใช้หาอัตราการกัดกร่อนของโลหะ โดยป้อนศักย์ไฟฟ้ารอบๆ ค่าศักย์ของการกัดกร่อน แล้วติดตามค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

4) เทคนิค Galvanostatic เป็นเทคนิคที่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าคงที่ แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงของศักย์ที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้

ได้เวลาที่ฟิล์มโลหะละลายออกมา จึงคำนวณความหนาของชั้นโลหะได้จากกฎของฟาราเดย์

5) การศึกษาอัตราการกัดกร่อนของกระป๋องเคลือบโดยการใส่กระแสไฟฟ้าสลับ (A.C.Impedance) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูง และให้ผลการวัดที่แม่นยำสำหรับการหาอัตราการกัดกร่อนของพื้นผิวที่มีความต้านทานสูง เช่น เคลือบด้วยน้ำมัน สี แล็กเกอร์

ประเมินผลการตรวจวัดพฤติกรรมการกัดกร่อนและอัตราการกัดกร่อนของกระป๋อง เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและลดอัตราการกัดกร่อน

โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้รับงบประมาณจากรัฐบาลให้ดำเนินโครงการศึกษาปัจจัยการเสื่อมสภาพของอาหารกระป๋องตั้งแต่ พ.ศ.

2546-2548 โดยตรวจวัดพฤติกรรม การกัดกร่อนและอัตราการกัดกร่อนของอาหารกระป๋อง ซึ่งผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกจากโรงงานผลิต 3 แห่ง เป็นโรงงานในประเทศไทย 2 แห่ง และโรงงานในต่างประเทศ 1 แห่ง ซึ่งมี tin crystal size ต่างกัน ในช่วงเบอร์ 7-9 และใช้น้ำสับปะรดบรรจุกระป๋อง ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วง 3.9-4.2 ปริมาณในเตรด อยู่ในช่วง 0-10 ส่วนในล้านส่วน ช่องว่างเหนืออาหารอยู่ในช่วง 10-12 มิลลิเมตร ความเป็นสุญญากาศอยู่ในช่วง 230-270 มิลลิเมตรปรอท ความหวานอยู่ในช่วง 13-14° Brix โดยศึกษาพฤติกรรมการกัดกร่อนและอัตราการกัดกร่อนโดยใช้เทคนิค Tafel polarization เพื่อหาความสัมพันธ์ของอัตราการกัดกร่อนกับปริมาณดีบุกที่ละลายออกมาตามระยะเวลาการเก็บ พบว่าอัตราการ

กัดกร่อนของกระป๋องและปริมาณดีบุกที่ละลายในสับปะรดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและต่างก็มีความสัมพันธ์กับการลดลงของน้ำหนักดีบุกที่เคลือบด้วย อัตราการกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุสับปะรดตามระยะเวลาการเก็บต่างๆ จะไม่สัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยมีอัตราการกัดกร่อนสูงในช่วงสองเดือนแรกของการเก็บ และในช่วงต่อๆ มา มีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยมีทิศทางไม่แน่นอน ทั้งนี้อาจเกิดจากการสร้างฟิล์มป้องกันการกัดกร่อนของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกเองหรือเกิดการยับยั้งการกัดกร่อนของสารประกอบบางอย่างซึ่งจะได้มีการศึกษาต่อไป ข้อมูลดังกล่าวที่ได้สามารถนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกเพื่อให้สับปะรดกระป๋องมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล



เอกสารอ้างอิง

- พรรรัตน์ สิ้นชัยพานิช. การกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุอาหาร. อาหาร, กรกฎาคม-กันยายน, 2541, ปีที่ 28, ฉบับที่ 3, หน้า 170-178.
- วารุณี วารุณญาณนท์. สารละลายเกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ. อาหาร, ตุลาคม-ธันวาคม, 2536, ปีที่ 23, ฉบับที่ 4, หน้า 284-290.
- วิลาสินี วุฒิจิตรสกุล. กระป๋องบรรจุอาหาร. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ. เมษายน-มิถุนายน, 2543, ฉบับที่ 19, หน้า 23-26.
- ศิริลักษณ์ นิวิฐธรรยงค์. การกัดกร่อนและการเลือกใช้วัสดุ. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- สุกัญญา มะเหม็ง. พฤติกรรมไฟฟ้าการกัดกร่อนของกระป๋องเหล็กเคลือบดีบุกและแล็กเกอร์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

**ดรชนีชื่อผู้แต่งและดรชนีหัวเรื่อง
วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการปีที่ 50 (2545)**

ดรชนีผู้แต่ง	
กาจพันธุ์ สกุกแก้ว	50, 159 : 36
กานดา โกมลวัฒนชัย	50, 159 : 32-35
จรรยา วัฒนทวิกุล	50, 159 : 28-31
จันทร์เพ็ญ ใจธีรภาพกุล	50, 158 : 12-13
ดวงกมล เซวานศรีหมุด	50, 159 : 14-16
ดาเรศ บรรเทงจิตร	50, 159 : 11-13
ทรงศักดิ์ ลิ้มไพบูลย์	50, 160 : 5-8
ทวิลักษณ์ อ้นองอาจ	50, 158 : 22-26
ชนสรณ์ โสทธิโสภา	50, 158 : 21
ธิดาดวง พลเลิศ	50, 159 : 21-23
ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล	50, 159 : 1-5
นัระนารถ แจ้งทอง	50, 159 : 14-16
ปัทิตตา เทียนส่องใจ	50, 160 : 5-8, 21-23
พายัพ นามประเสริฐ	50, 159 : 36
มาลินี แซ่จุง	50, 160 : 32-36
ยุพา รุ่งเวชวุฒิวทยา	50, 158 : 22-26
รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์	50, 159 : 1-5
ลดา พันธุ์สุขุมธนา	50, 159 : 6-7
วนิดา ชุติกาวิทย์	50, 159 : 14-16
วิศรดา แสงไฟโรจน์	50, 160 : 13-16
วสันต์ ธีระพิทยานนท์	50, 160 : 24-27
วิภาวรรณ ศรีमुख	50, 160 : 9-12
ศิริวรรณ คิลป์สกุลสุข	50, 159 : 32-35
สำรวล คำแดง	50, 158 : 10-11
สุทธิชัย ทีปประสาน	50, 159 : 6-7
สุพรรณณี เทพอรุณรัตน์	50, 158 : 1-6
สุมาลี เดิมใจ	50, 159 : 6-7
สุรินทร์ อรรถถกิจการค้า	50, 158 : 27-34
อนุสิทธิ์ สุขม่วง	50, 158 : 7-9 50, 159 : 8-10
อกินันท์ อุปการะกุล	50, 159 : 24-27
อรัทัย ลีลาพจนานพร	50, 160 : 28-31
อรุณ คงแก้ว	50, 158 : 14-16
อารยา หงส์เพชร	50, 160 : 1-4
อุมาพร สุขม่วง	50, 159 : 8-10
อุรวรรณ อุ่นแก้ว	50, 158 : 14-16
โอบเอื้อ อิมวิทยา	50, 160 : 21-23

ดรรชนีหัวเรื่อง	
กรมวิทยาศาสตร์บริการ---ข้อมูลข่าวสารราชการ	50, 158 : 10-11
กรมวิทยาศาสตร์บริการ---ระบบคุณภาพ	50, 158 : 12-13
กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี---ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ	50, 159 : 11-13
การวัดค่า	50, 158 : 27-34
การให้คะแนน (นักเรียนและนักศึกษา)	50, 158 : 7-9
เครื่องเคลื่อนดินเผา---การตกแต่งสี	50, 158 : 21
เครื่องเคลื่อนดินเผา---ดิน---การทดสอบ	50, 160 : 24-27
น้ำมันพืช---กรดไขมัน	50, 160 : 9-12
น้ำมันพืช---ประเภท	50, 160 : 9-12
น้ำมันพืช---ผลิตภัณฑ์	50, 160 : 9-12
น้ำลูกยอ	50, 160 : 13-16
เนื้อเยื่อพืช---การเพาะเลี้ยง	50, 160 : 1-4
บล็อกยางปูพื้น	50, 159 : 36
ปุ๋ยเคมี---ธาตุอาหารพืช---การสังเคราะห์	50, 158 : 22-26
ผู้ประเมินระบบคุณภาพ---คุณสมบัติ	50, 159 : 21-23
พันธบัตร---ผลวิเคราะห์---กาญจนบุรี	50, 159 : 1-5
ฟอสฟอรัส	50, 160 : 5-8
ยอ	50, 160 : 13-16
ยางขวางถนนจำกัดความเร็ว	50, 159 : 36
โยอาหาร	50, 159 : 28-31
ลูกไม้เซรามิก	50, 159 : 6-7
วิตามินบี 5	50, 160 : 28-31
สถิติ---สมมุติฐาน---โปรแกรมคอมพิวเตอร์	50, 159 : 8-10
สารกรองน้ำ	50, 158 : 14-16
สารยับยั้งการกัดกร่อน	50, 160 : 21-23
สิ่งตัวอย่าง---การวิเคราะห์	50, 159 : 14-16, 32-35
ห้องปฏิบัติการทดสอบ---มาตรฐาน---ไอเอสโอ / ไออีซี 17025	50, 158 : 12-13
ห้องปฏิบัติการ---อุณหภูมิอ้างอิง	50, 160 : 32-36
อค์คิภย---ระบบสัญญาณเตือนภัย	50, 159 : 24-27
อ่างจุดน้ำแข็ง	50, 160 : 32-36
อาวุธชีวภาพ	50, 158 : 1-6

e-learning

เตรียมพบกับการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์รูปแบบใหม่

จากกลุ่มฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ

ได้ที่ www.dss.go.th เร็วๆ นี้



นายพินิจ จารุสมบัติ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานในการเปิดงานนิทรรศการภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับสาโท ประจำปี 2546 พร้อมทั้งมอบรางวัลผลงานขวดสาโทเซรามิกที่ได้รับรางวัลผลงานดีเด่น รางวัลผลงานดีและรางวัลชมเชย 15 รางวัล เป็นเงินรางวัล 610,000 บาท ณ โรงเรียนนฤญาติวิทยาลัย จ.ลำปาง (3-7 พ.ค. 2546)

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัสดุตัวอย่าง
เดือนมกราคม-เมษายน 2546

- จำนวนตัวอย่าง
- จำนวนรายการ

