กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ISSN 0857-7617 ปีที่ 54 ฉบับที่ 172 กันยายน 2549

สารบัญ : CONTENTS

การตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิก ด้วยลวดลายวัสดุจากธรรมชาติ 1
วินัต สุนทรวุฒิคุณ

Bioethanol กับประโยชน์ในปัจจุบัน 3
จิตต์เรขา ทองมณี
สุวรรณี แทนธานี

หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยา 7
เกรียงไกร นาคะเกศ

สิ่งที่ควรรู้ในการประเมินการฝึกอบรม 11
เบญจพร บริสุทธิ์

อันตรายจากไอระเหยของสารอินทรีย์ในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงพิมพ์ 14
อมรพล ช่างสุพรรณ

ข่าวทั่วไปใน วศ. 19

การควบคุมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา 23
รวิวรรณ อาจสำอาง

การใช้เครื่องชั่งให้ถูกวิธี 26
บุญธรรม ลิมป์ปิยพันธ์
ประวิทย์ จงนิมิตสถาพร

หลักการในการจัดทำห้องสะอาด (Cleanroom) สำหรับอุตสาหกรรม 30
อังสนา ฉิ่วสุวรรณ

การจัดทำเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่ 35
พรรณดาว รัตชะถาวร

สัมภาษณ์เรื่องการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ทดสอบ สอบเทียบด้านฟิสิกส์และวิศวกรรม 38

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2201 7000 โทรสาร 0 2201 7466
www.dss.go.th

ที่ปรึกษา
นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ
นางสุจินต์ ศรีคงศรี
นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์

บรรณาธิการ
นางสุจินต์ ศรีคงศรี

กองบรรณาธิการ
นางสายพิน สืบสันติกุล
นางอุมาพร สุขม่วง
นางวรรณา ต.แสงจันทร์
นายมาณพ สิทธิเดช
นางสุดาวดี เสริมนอก
นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรนต์รัศมี
นางสาวอุราวรรณ อุ่นแก้ว
นางสุพรรณี เทพอรุณรัตน์
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล
นายเทพวิทูรย์ ทองศรี

ฝ่ายภาพ
นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน
ปีละ 3 ฉบับ
มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

การตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิก ด้วยลวดลายวัสดุจากธรรมชาติ

วินัต สุนทรวุฒิคุณ

การตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องปั้นดินเผาเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผลิตที่ต้องการเพิ่มมูลค่าและความสวยงามของผลิตภัณฑ์เซรามิก ซึ่งผู้ปฏิบัติจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในการตกแต่งลวดลายเป็นอย่างดี สำหรับผู้ประกอบการเซรามิกโดยเฉพาะในระดับ OTOP ยังมีผู้ประกอบการอีกเป็นจำนวนมาก ที่ไม่มีความรู้ความชำนาญในการตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิก ดังนั้น สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ทำการศึกษาทดลองเพื่อหาเทคนิควิธีการตกแต่งลวดลาย เพื่อให้ผู้ประกอบการที่ไม่มีความรู้ความชำนาญสามารถตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิกได้ด้วยตนเอง

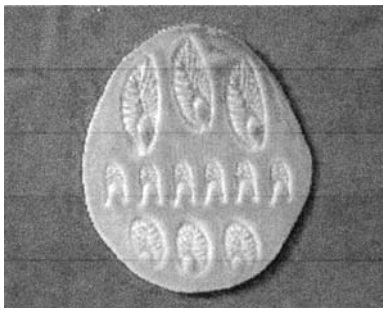
จากการศึกษาทดลองพบว่า ในธรรมชาติมีลวดลายต่างๆมากมายที่ธรรมชาติเป็นผู้สร้างสรรค์ขึ้นอย่างสวยงาม ยากที่มนุษย์จะเลียนแบบได้เหมือน เช่น ลวดลายของเปลือกไม้แต่ละชนิด ลวดลายของเม็ดสน ลวดลายของก้านกล้วย ลวดลายของเปลือกหอยชนิดต่างๆ และยังมีลวดลายที่สวยงามอื่นๆอีกมากมายที่สามารถนำมาประดิษฐ์สร้างเป็นลวดลายตกแต่งบนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาได้ ช่วยให้ผู้ประกอบการที่ไม่มีความรู้ความชำนาญสามารถนำลวดลายจากธรรมชาติเหล่านั้นมาตกแต่งลงบนผลิตภัณฑ์เซรามิกของตนเองได้อย่างสวยงามและมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

การตกแต่งลวดลายด้วยวัสดุจากธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ตกแต่งลวดลายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่งผ่านการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปทรงต่างๆ เช่น แจกัน อ่าง กระถาง ดินต้องมีความเหนียวนุ่มและชื้น ดินที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และการตกแต่งลวดลาย คือดิน (terracotta) และดินผสมสำเร็จรูป (compound clay) เพราะดินทั้งสองชนิดนี้มีความเหนียวนุ่ม ขึ้นรูปได้ดี และมีความเหมาะสมสำหรับการตกแต่งลวดลายด้วยวัสดุจากธรรมชาติ เพราะการตกแต่งลวดลายต้องใช้วิธีการกดลวดลายจากวัสดุธรรมชาติลงไปบนผิวผลิตภัณฑ์ให้เกิดลวดลายในเนื้อดิน

ขั้นตอนการตกแต่งลวดลายบนผลิตภัณฑ์ เมื่อได้เตรียมผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้ว ให้เลือกหาลวดลายวัสดุจากธรรมชาติที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการตกแต่งผลิตภัณฑ์เป็นลวดลายที่เกี่ยวกับทะเล ก็ควรหาวัสดุธรรมชาติที่อยู่ใกล้ๆ ทะเล เช่น เปลือกหอย เม็ดสนทะเล ปะการัง นำวัสดุเหล่านี้มาตกแต่งลงบนผลิตภัณฑ์โดยการใช้ลวดลายที่ผิวของวัสดุธรรมชาติ เช่น เปลือกหอยจะมีลวดลายที่ผิวเป็นเส้นๆ นำมาทาบลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ แล้วกดลงไปให้เกิดลาย ก็จะได้ลวดลายเปลือกหอยบนผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน สวยงาม และถ้าต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลวดลายที่หลากหลาย สามารถนำลวดลายอื่นๆ ดังที่ได้กล่าวแล้ว นำมาตกแต่งประกอบให้เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับท้องทะเล ก็จะได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ตกแต่งด้วยลวดลายจากวัสดุธรรมชาติที่ต้องการ

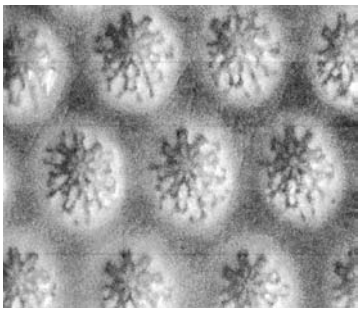
การตกแต่งลวดลายด้วยวัสดุธรรมชาติบนผลิตภัณฑ์เซรามิก มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการพัฒนาการตกแต่งลวดลาย เพราะเป็นเทคนิคและวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ประกอบการทางด้านเซรามิกที่ไม่มีความรู้ความชำนาญในด้านการตกแต่งลวดลาย สามารถปฏิบัติการตกแต่งลวดลายได้ด้วยตนเองและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้อย่างมากมาย

ตัวอย่างลวดลายวัสดุจากธรรมชาติ



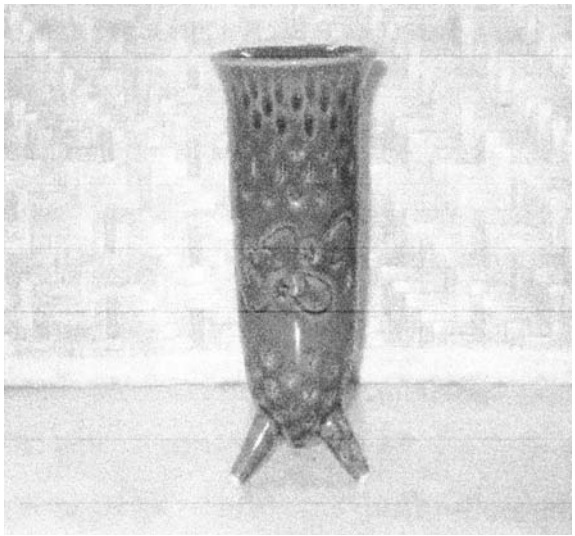
1. ลวดลายก้านกล้วย

2. ลวดลายเปลือกหอย

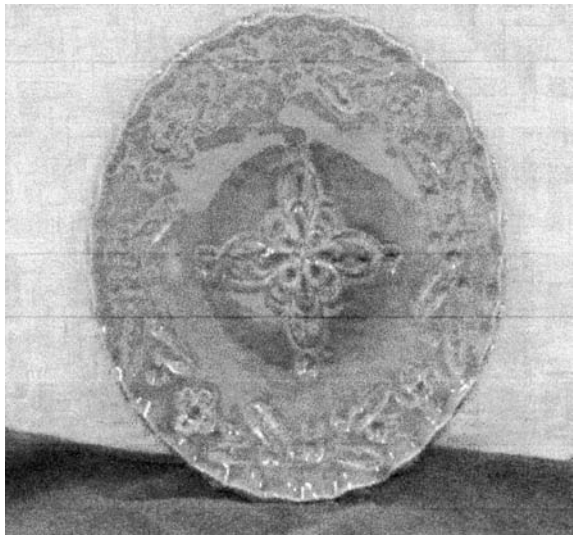


3. ลวดลายเม็ดสนทะเล

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ตกแต่งด้วยลวดลายวัสดุจากธรรมชาติ



1. ผลิตภัณฑ์แจกันตกแต่งลวดลายด้วย เปลือกหอย ก้านกล้วย



2. ผลิตภัณฑ์จานแบนตกแต่งลวดลายด้วย ก้านกล้วย เม็ดสน

Bioethanol กับประโยชน์ในปัจจุบัน

จิตต์เรขา ทองมณี
สุวรรณี แทนธานี

ความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศไทยขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องนำเข้าพลังงานมาจากต่างประเทศในรูปน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งคิดได้เป็นมูลค่านับแสนล้านบาทต่อปี ประกอบกับขณะนี้ราคาน้ำมันในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้นมากเป็นประวัติการณ์ ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อเศรษฐกิจและสังคมที่ไม่อาจปฏิเสธได้ พลังงานทดแทน จึงเป็นแหล่งพลังงานใหม่ที่ต้องพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทดแทนน้ำมัน พลังงานทดแทนเหล่านี้มีผู้ให้ความสนใจและค้นคว้าพัฒนานำมาใช้อย่างจริงจังมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่ม “เชื้อเพลิงทดแทน” ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานทดแทนหนึ่งที่มาจากวัตถุดิบทางการเกษตรและสามารถผลิตได้เองในประเทศ เช่น พลังงานชีวมวล เป็นพลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ รวมถึงผลพลอยได้และของเสียจากสิ่งมีชีวิต เช่น แกลบ มูลสัตว์ เป็นต้น พลังงานชีวมวลที่สำคัญสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์มีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ เอทานอล และไบโอดีเซล ปัจจุบันเอทานอลเป็นพลังงานทดแทนที่สำคัญมาก โดยใช้ผสมกับน้ำมันเบนซินในอัตราส่วนเอทานอลร้อยละ 10 น้ำมันเบนซินร้อยละ 90 เรียกว่าแก๊สโซฮอล์ (gasohol) เครื่องยนต์เบนซินเกือบทุกแบบสามารถใช้กับแก๊สโซฮอล์ได้ และในบางประเทศเช่น บราซิล มีการผลิตและใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงมากที่สุด โดยในปี 2547 มีกำลังการผลิตสูงถึง 14 พันล้านลิตร โดยใช้เอทานอลร้อยละ 20 - 25 ผสมกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งเครื่องยนต์ต้องมีการดัดแปลงบ้างเล็กน้อยเพื่อให้เหมาะกับแก๊สโซฮอล์ แก๊สโซฮอล์ยังมีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซินประมาณลิตรละ 1.50 บาท นอกจากนี้เอทานอลยังช่วย เพิ่มค่าออกเทนให้กับน้ำมันเบนซินทดแทนสาร methyl t-butyl ether (MTBE) ช่วยให้การเผาไหม้ในเครื่องยนต์สมบูรณ์และสะอาดขึ้น ทำให้ลดมลพิษทางอากาศด้วย สำหรับประเทศไทยได้มีการทดลองผลิตแก๊สโซฮอล์มาตั้งแต่ปี 2528 โดยเริ่มจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาซึ่งเกิดขึ้นจากแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงเล็งเห็นการณ์ไกลว่าประเทศไทยอาจประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำมันและภาวะน้ำมันแพงในอนาคต การใช้แก๊สโซฮอล์จะเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศในการซื้อน้ำมันเบนซินลงได้

เอทานอล หรือเอทิล-แอลกอฮอล์ คือ แอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง มีสูตรเคมี C_2H_5OH มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย จุดเดือด 78.4°ซ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย อาทิ ใช้ผลิตอาหารและเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม น้ำยาฆ่าเชื้อ เชื้อเพลิง (เอทานอล บริสุทธิ์มีค่าออกเทนสูงถึง 113) สารตั้งต้นในการผลิตสารเคมีอื่นๆ เป็นต้น การผลิตเอทานอลสามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ

1) การผลิตจากกระบวนการหมักโดยใช้จุลินทรีย์และใช้น้ำตาลเป็นวัตถุดิบ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่คือเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทานอลและแก๊สคาร์บอน-ไดออกไซด์ภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน ดังสมการ

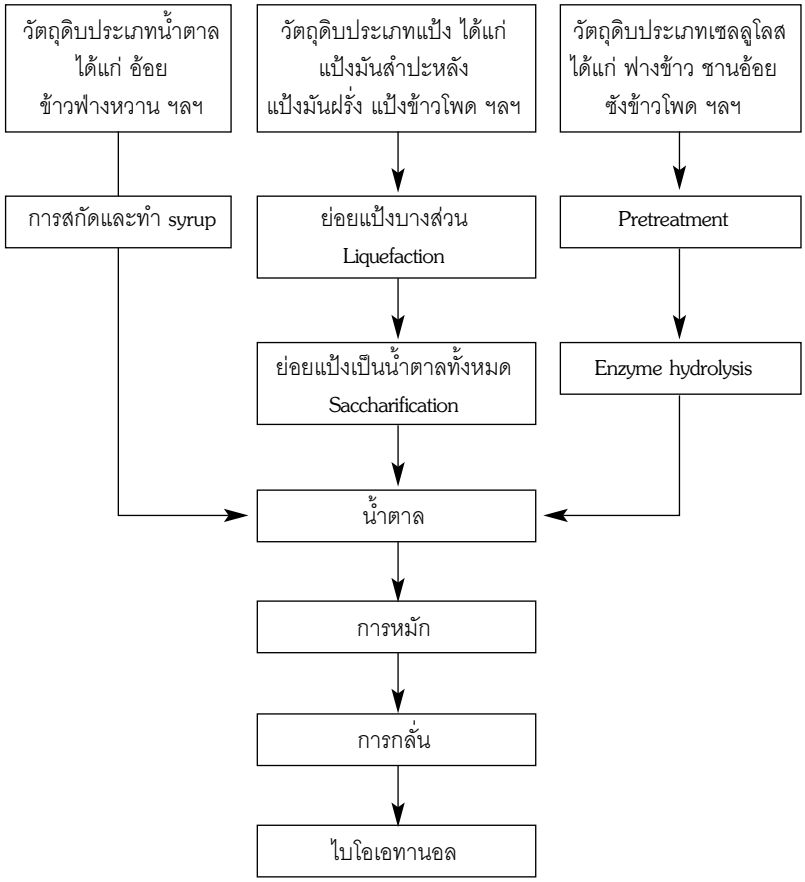
$$\text{วัตถุดิบ} \xrightarrow{\text{process}} \underset{\text{น้ำตาลเชิงเดี่ยว}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{ยีสต์}} \underset{\text{เอทานอล}}{2\,C_2H_5OH} + \underset{\text{คาร์บอนไดออกไซด์}}{2CO_2}$$

2) การผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีของอนุพันธ์สารปิโตรเลียม คือ เอทิลีนทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยมีกรดเป็นคะตะลิสต์ ดังสมการ

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow{\text{กรด}} C_2H_5OH$$

เอทิลีน เอทานอล

เอทานอลที่ได้จากกระบวนการหมักนิยมเรียกว่า **ไบโอเอทานอล (Bioethanol)** การผลิตไบโอเอทานอลด้วยกระบวนการหมักเป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้กันมายาวนาน เช่น การผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จำพวกเบียร์ เมรัย แต่ปัจจุบันการผลิตไบโอเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเบนซินเป็นสิ่งสำคัญทั่วโลก กระบวนการหมักสามารถใช้พืชผลหรือวัสดุทางการเกษตรประเภท แป้ง น้ำตาล และเซลลูโลส เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล มันฝรั่ง ขึ้นอยู่กับผลผลิตทางการเกษตรของแต่ละประเทศ เช่น บราซิลใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบ แคนาดาใช้ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพดและข้าวสาลีเป็นวัตถุดิบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลเพาะปลูก สำหรับประเทศไทยผลิตไบโอเอทานอล ได้จาก อ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรราคาถูก จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตเหล่านี้ด้วย การผลิตไบโอ-เอทานอล โดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบการเกษตรประเภทต่างๆ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 การผลิตไบโอเอทานอลโดยกระบวนการหมักจากวัตถุดิบทางการเกษตรประเภทต่างๆ

การผลิตไบโอเอทานอลโดยมากใช้พืชผลทางการเกษตรที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. การบดวัตถุดิบ (milling) โดยนำวัตถุดิบผ่านเข้าเครื่อง hammer mills เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่ละเอียด

2. การทำให้เป็นของเหลว (liquefaction) นำวัตถุดิบที่ละเอียดมาผสมกับน้ำและเอนไซม์ alpha amylase ในเครื่อง cookers ที่อุณหภูมิ 80°ซ - 95°ซ โมเลกุลแป้งจะถูกเอนไซม์ย่อยให้มีขนาดเล็กลงและความหนืดลดลงด้วย จากนั้นพักไว้ให้อุณหภูมิลดลง จะได้แป้งเหลว

3. การย่อยให้เป็นน้ำตาล (saccharification) เมื่อแป้งเหลวเย็นลงเติมเอนไซม์ gluco-amylase ซึ่งจะเปลี่ยนแป้งเหลวเป็นน้ำตาลกลูโคส

4. การหมัก (fermentation) เติมยีสต์เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นเอทานอลจนหมด ใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง เอทานอลที่ได้เข้มข้นร้อยละ 8 - 12 และในกระบวนการหมักจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นด้วย

5. การกลั่น (distillation) นำเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 8 - 12 ที่ได้มากลั่นจนได้ความเข้มข้นร้อยละ 96

6. การดึงน้ำออก (dehydration) โดยส่วนใหญ่จะใช้ molecular sieve ในการดึงน้ำออกจากเอทานอล ในขั้นนี้จะเรียกว่า anhydrous

7. การเติม denaturing agent เพื่อป้องกันการนำไปบริโภค เช่น การเติม gasoline เข้าไปใน fuel ethanol เล็กน้อย ประมาณร้อยละ 2 - 5

จากขั้นตอนดังกล่าวพบว่ายังมีข้อจำกัดและมีค่าใช้จ่ายสูง นักวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนางานวิจัยโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาปรับปรุงกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการหมักและกระบวนการผลิต ไบโอเอทานอลที่มีความบริสุทธิ์สูง เพื่อให้ได้ผลผลิตไบโอเอทานอลที่ราคาถูก โดยมีการพัฒนาดังนี้

● การพัฒนาวิธีการใช้เอนไซม์ย่อยวัตถุดิบจำพวกแป้งและเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาล โดยเฉพาะวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย และซังข้าวโพด ต้องปรับปรุงกระบวนการย่อยโดยการเลือกเอนไซม์ที่เหมาะสม เช่น ใช้เอนไซม์เซลลูเลสที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์หลายประเภทเพื่อให้ร่วมกันย่อยเซลลูโลส แทนการใช้เอนไซม์จากแหล่งเดียว การพัฒนาเอนไซม์โดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมเพื่อให้สามารถย่อยเซลลูโลสได้ดีขึ้น เป็นต้น

● การพัฒนาสายพันธุ์ยีสต์ ในการหมักของยีสต์ จะใช้น้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นต่ำ เพราะน้ำตาลความเข้มข้นสูงจะยับยั้งการเจริญของยีสต์ แต่การใช้น้ำตาลเริ่มต้นที่มีความเข้มข้นต่ำจะได้ผลผลิตเอทานอลปริมาณน้อย ดังนั้นจึงมีการพัฒนายีสต์ *S. cerevisiae* เพื่อให้ทนต่อน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงๆ หรือพัฒนาให้สามารถใช้อุณหภูมิได้สูงขึ้นในกระบวนการหมัก เพื่อลดการปนเปื้อนจากเชื้ออื่น การหมักโดยการใช้วัตถุดิบพวกแป้ง เช่น มันสำปะหลัง อาจพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ด้วยเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถสร้างเอนไซม์มาย่อยแป้งเป็นน้ำตาลและเปลี่ยนน้ำตาลเป็นไบโอเอทานอลได้ในเวลาเดียวกัน เรียกว่า simultaneous saccharification and fermentation (SSF) เป็นการลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลก่อนการหมัก รวมทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตอีกด้วย การพัฒนาวิธีการหมักจากแบบครั้งคราว (batch fermentation) ให้เป็นการหมักแบบต่อเนื่อง (continuous fermentation) เพื่อให้สามารถนำเชื้อยีสต์ในถังหมักกลับมาหมุนเวียนใช้ได้อีก

● การทำให้ไบโอเอทานอลมีความบริสุทธิ์สูง ไบโอเอทานอลที่ได้จากกระบวนการหมักจะมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8 - 12 โดยปริมาตร ซึ่งจะต้องนำไปกลั่นลำดับส่วน เพื่อให้ได้เอทานอลที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 96 โดยปริมาตร เอทานอลที่ผสมอยู่กับน้ำในสัดส่วนดังกล่าวเรียกว่า azeotrope ซึ่งมีลักษณะพิเศษ มีพฤติกรรมเป็นสารชนิดเดียว กล่าวคือ ไอของสารที่ได้จากการกลั่นจะมีองค์ประกอบเหมือนกับของเหลวที่นำมากลั่นและมีจุดเดือดคงที่ เราจึงไม่สามารถทำให้เอทานอลบริสุทธิ์ขึ้นอีกได้โดยการกลั่น ดังนั้น เอทานอลร้อยละ 95 จึงถูกผลิตขึ้นและพบได้ทั่วไป การทำให้เอทานอลบริสุทธิ์ขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้กรรมวิธีในการแยกน้ำโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลไร้น้ำ (absolute ethanol) ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องหลายวิธีดังนี้

วิธีเดิมนิยมใช้การกลั่นแบบ azeotropic distillation เป็นการแยกเอทานอลออกจากน้ำโดยการเติมเบนซีน โดยเบนซีน เอทานอลและน้ำจะรวมตัวกันเกิดเป็นสารผสมสามชนิด (ternary azeotrope) ที่มีจุดเดือดร่วมที่ 64.9 °ซ เนื่องจากสารผสมดังกล่าวมีจุดเดือดต่ำกว่าสารผสมของเอทานอลและน้ำ ซึ่งมีจุดเดือด 78.2 °ซ จึงสามารถใช้การกลั่นลำดับ ส่วนแยกน้ำออกไปได้ ในส่วนของเอทานอลที่ได้จะปราศจากน้ำแต่ยังมีส่วนผสมของเบนซีนในปริมาณน้อยมาก (parts per million) อย่างไรก็ตาม เบนซีนเป็นสารก่อมะเร็ง จึงมีการพัฒนาวิธีการอื่นๆ เพื่อใช้ในการทำให้เอทานอลบริสุทธิ์

ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเทคนิคที่ใช้โมเลกุลาร์ซีพ (molecular sieve separation) ซึ่งโมเลกุลาร์ซีพเป็นสารจำพวกซีโอไลต์ จะดูดซับน้ำออกจากเอทานอลที่ได้จากการกลั่น เอทานอลที่ความบริสุทธิ์ร้อยละ 96 จะผ่านเข้าไปในหอดูดซับที่บรรจุตัวดูดซับประเภทซีโอไลต์ โมเลกุลของเอทานอลจะไหลผ่านช่องว่างของซีโอไลต์ออกไปได้ แต่โมเลกุลของน้ำจะถูกดูดซับไว้ ทำให้เอทานอลที่ได้มีความบริสุทธิ์(absolute ethanol) ส่วนซีโอไลต์ที่ดูดซับน้ำไว้จะผ่านกระบวนการไล่น้ำออก เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกชื่อว่า เพอแวปพอเรชัน (pervaporation) ขึ้นอีก ซึ่งเป็นกระบวนการแยก

สารละลายผ่านเมมเบรนทึบประเภทไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เช่น เมมเบรนชนิดซิลิโคน ซึ่งเลือกให้เอทานอลผ่านได้ โดยที่น้ำและสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำชนิดอื่นๆ รวมทั้งเซลล์ยีสต์ไม่สามารถซึมผ่านเมมเบรนดังกล่าวได้ เอทานอลจะถูกดูดซับไว้ที่ผิวของเยื่อแผ่นเมมเบรน ความเข้มข้นของเอทานอลที่ผิวของเยื่อแผ่นเมมเบรนจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ก่อนจะเกิดการแพร่ผ่านเมมเบรนไปยังอีกด้านหนึ่งซึ่งมีความเข้มข้นของเอทานอลที่ต่ำกว่า โดยความหนาของชั้นซิลิโคนที่สูงขึ้นทำให้เส้นทางการแพร่ของสารที่สามารถผ่านเมมเบรนได้ยาวนานกว่า ส่งผลให้เมมเบรนมีความสามารถในการแยกเอทานอล ออกจากน้ำได้ดีกว่า (สุภาพร และไพบูลย์, 2548) เอทานอลที่แพร่ผ่านมานั้นถูกเก็บไว้ในตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทอื่น แล้วนำไปแยกเอทานอลออกต่อไป เทคโนโลยีเพอแวปพอเรชันสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการหมักของเชื้อยีสต์เพื่อผลิตเอทานอลในถังหมักได้ เอทานอลที่ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 10 สามารถยับยั้งการเจริญและการผลิตเอทานอลของยีสต์ได้ การแยกเอทานอลซึ่งมีความเป็นพิษต่อเซลล์ยีสต์ออกในระหว่างการหมัก ทำให้ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำหมักต่ำลง เซลล์ยีสต์สามารถเจริญได้ดีและผลิตเอทานอลได้เรื่อยๆ ทำให้ได้ผลผลิตเอทานอลสูงขึ้น เทคโนโลยีใหม่เพอแวปพอเรชันนี้มีความเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาเพื่อผลิตไบโอเอทานอลเชิงพาณิชย์ เพราะสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานที่ใช้ในการกลั่นลงได้

การศึกษาพัฒนาขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตไบโอเอทานอลซึ่งได้แก่ การพัฒนากระบวนการหมักและการทำให้มีความบริสุทธิ์สูงดังที่กล่าวมาแล้ว จะทำให้การผลิตไบโอเอทานอลมีขั้นตอนที่น้อยลงและมีระยะเวลาการผลิตที่สั้นลงและจะได้ผลผลิตไบโอเอทานอลสูงขึ้น เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต และทำให้ไบโอเอทานอลมีราคาถูก เมื่อนำไปผสมในน้ำมันเบนซินจะได้แก๊สโซฮอล์ที่มีราคาถูก ในอนาคตเมื่อน้ำมันเบนซินในตลาดโลกมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ ประเทศไทยอาจต้องผลิตแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมของไบโอเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20-25 เมื่อถึงเวลานั้นถ้าประเทศไทยมีเทคโนโลยีอยู่พร้อมแล้ว จะสามารถผลิตไบโอเอทานอลราคาถูกได้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการประหยัดเงินตราในประเทศได้มากขึ้นด้วย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานของรัฐที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติของเอทานอล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพในการผลิตเอทานอลของภาครัฐและเอกชนให้เป็นไปตามมาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

Wikipedia. ethanol. **[online]** [cited 7 July 2006.] Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Ethanol.

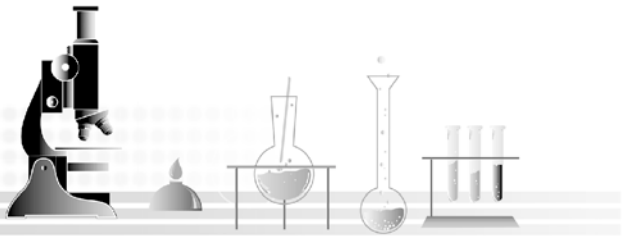
Wooley, R., et al. Process design and costing of bioethanol technology: a tool for determining the status and direction of research and development. **Biotechnology Progress,** 1999, Vol.15, p.794-803.

เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และคณะ. โอกาสของมันสำปะหลังกับอุตสาหกรรม. **[ออนไลน์.]** [อ้างถึงวันที่ 4 กรกฎาคม 2006] เข้าถึงได้จาก : http://www.cassava.org/News/Starchasso 2547.pdf.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์. **จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537.

พิชญา สกุลกนกนาถ. เอทานอล พลังงานทดแทน. **สมอ. สาร,** พฤศจิกายน, 2545, ปีที่ 28, ฉบับที่ 329, **[ออนไลน์.]** [อ้างถึงวันที่ 12 กรกฎาคม 2006] เข้าถึงได้จาก : http://library.tisi.go.th/multim/bulletin/2545/329Nov02.pdf.

สุภาพร ฉิ้นฉิ้ว และ ไพบูลย์ อินนาจิตร. การแยกเอทานอล - น้ำโดยวิธีเพอแวปพอเรชันด้วยเมมเบรนชนิดซิลิโคนและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์. **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 4.** 8-9 ธันวาคม 2548. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2548.



หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยา

เกรียงไกร นาคะเกศ

การปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาจำเป็นต้องมีการควบคุมห้องปฏิบัติการและบุคลากรต้องสามารถใช้เทคนิคปฏิบัติที่ถูกต้อง โดยการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยา เพื่อควบคุมคุณภาพงานด้านจุลชีววิทยาและป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ไม่ต้องการ

หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยา

หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยาต้องใช้กับการทำงานทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ การทำงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทุกครั้งจำเป็นต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการออกไปปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้อื่นปลอดภัยจากงานที่ปฏิบัติอยู่
2. ป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมภายนอก เป็นการควบคุมคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ

หลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดีทางจุลชีววิทยา สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. เทคนิคปลอดเชื้อ
2. การควบคุมห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

เทคนิคปลอดเชื้อ

เป็นเทคนิคที่ทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่สะอาด เพื่อให้จุลินทรีย์ที่เลี้ยงอยู่เจริญได้ดี ไม่สัมผัสกับสิ่งอื่นจากภายนอก เทคนิคนี้ใช้สำหรับควบคุมภาชนะที่ใช้เลี้ยงจุลินทรีย์ เช่น ขวดรูปชมพู่ ขวดต่างๆ จานเพาะเชื้อ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง หรือชนิดเหลว

การใช้เทคนิคปลอดเชื้อมีประโยชน์ ดังนี้

1. ด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน เป็นการป้องกันการเจ็บป่วย การติดเชื้อและได้รับบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา
2. ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ
3. ด้านคุณภาพของงาน เป็นการป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการจากภายนอก

หลักของเทคนิคปลอดเชื้อ มีดังนี้

1. ต้องใช้อุปกรณ์ที่ฆ่าเชื้อแล้วในการทดสอบทุกครั้ง
2. ป้องกันการปนเปื้อนข้ามในขณะปฏิบัติงาน ทำได้ดังนี้

- ล้างมือก่อนและหลังปฏิบัติงานทุกครั้ง เช็ดมือให้แห้งด้วยกระดาษซับ ไม่ใช้ผ้าเช็ดมือ
- ปิดฝาภาชนะบรรจุอยู่เสมอ เว้นแต่การถ่ายเชื้อ ถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อ หากเปิดฝาต้องทำให้เสร็จอย่างรวดเร็ว
- ต้องฆ่าเชื้อปากภาชนะที่เปิดทุกครั้ง อาจใช้เปลวไฟหรือน้ำยาฆ่าเชื้อ (disinfectant) ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนลงไปในภาชนะที่เปิดอยู่
- ใช้วิธีที่ลดการปนเปื้อน เช่น ใช้มือหรือนิ้วเปิดจุกและถือเอาไว้หรือคีบด้วยนิ้ว โดยไม่ต้องวางจุกลงบนพื้นโต๊ะ
- วัสดุ อุปกรณ์ซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ต้องบรรจุในภาชนะปลอดเชื้อที่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากการสัมผัส

กับมือ โต๊ะหรือภายนอกภาชนะบรรจุ รวมทั้งมีการฆ่าเชื้อภาชนะหลังการใช้อย่างถูกวิธี

● ป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองอากาศ ทำได้ดังนี้

- เขย่าหลอดหรือขวดช้าๆ

- จุ่มปลายปิเปตลงในของเหลวระหว่างการดูดและปล่อยสารละลาย

- จัดวางหลอดทดลองหรือภาชนะที่จะถ่ายเชื้อไว้ใกล้ๆ กัน จะได้ไม่เกิดการหกหรือหล่นขณะปฏิบัติงาน

- ใช้เข็มเขี่ยเชื้อซึ่งเผาไฟฆ่าเชื้อแล้วในการถ่ายเชื้อทุกครั้ง แต่ต้องรอให้เย็นก่อน มิฉะนั้นอาจทำให้จุลินทรีย์ที่ต้องการถูกทำลายไปด้วย

- หากใช้เครื่องปั่นความเร็วสูง อย่าใส่ของเหลวจนเต็มหลอด อาจทำให้หกรดตัวเครื่องได้

● เก็บหลอดทดลองจานเพาะเชื้อ ขวดต่างๆ ในภาชนะที่ป้องกันไม่ให้เกิดการหกหรือล้มได้ง่าย

● ปรับทิศทางของลมจากเครื่องปรับอากาศไม่ให้ตกใส่บริเวณที่ปฏิบัติงาน

● จัดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการให้เป็นสัดส่วน ทำได้ดังนี้

- แยกส่วนเก็บของที่ฆ่าเชื้อแล้วกับส่วนเก็บของที่ยังไม่ฆ่าเชื้อให้ชัดเจน และมีป้ายบอก

- ทุกคนในห้องปฏิบัติการทราบถึงพื้นที่ส่วนต่างๆ เป็นอย่างดี ไม่วางของปนกัน

- ควรจัดพื้นที่ที่เหมาะต่อการทำงานให้เป็นระเบียบ มีระบบ จะไม่เกิดการสับสน

● ก่อนและหลังการปฏิบัติงานจะต้องใช้น้ำยาฆ่าเชื้อเช็ดโต๊ะและพื้นที่โดยรอบที่ปฏิบัติงาน

การควบคุมห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทำดังนี้

1. กำหนดให้ห้องปฏิบัติการเป็นพื้นที่จำกัดเขต

เนื่องจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาเป็นห้องที่ต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมไม่ให้เกิดการปนเปื้อน จึงจำเป็นต้องจำกัดเขตการเข้าของผู้ที่ปฏิบัติงานเท่านั้น นอกจากนี้ยังต้องปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

- ปิดประตูห้องปฏิบัติการอยู่เสมอ

- ให้เจ้าหน้าที่เข้าได้เท่านั้น หากมีความจำเป็น เช่น เครื่องเสียหรือชำรุด บุคคลภายนอกที่เข้ามาซ่อมแซมเครื่องมือ ต้องขออนุญาตก่อน

2. สวมชุดสำหรับห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ

- สวมเสื้อและรองเท้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทุกครั้งที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ และถอดทุกครั้งที่ออกจากห้อง เก็บไว้ในที่ที่จัดไว้ให้และไม่นำกลับบ้าน

- เสื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการควรแยกเก็บต่างหากจากเสื้อผ้าทั่วไป เพื่อป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนจากห้องปฏิบัติการ

3. ป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่

- ทางปาก
- ทางบาดแผล
- ทางการหายใจ

3.1 การป้องกันการติดเชื้อทางปาก ปฏิบัติดังนี้

- ห้ามรับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการ
- ห้ามใช้ปากดูดปิเปต
- ห้ามเลียฉลากต่างๆ
- ห้ามกัดปากกา ดินสอ เล็บ
- ห้ามคาบของในปาก
- ล้างมือให้สะอาดโดยเฉพาะเมื่อทำสารเคมีหรืออาหารเลี้ยงเชื้อหก และล้างมือทุกครั้งที่ออกจากห้องปฏิบัติการ

3.2. การป้องกันการติดเชื้อทางบาดแผล ปฏิบัติดังนี้

- หลีกเลี่ยงการใช้ของแหลมคม หากจำเป็นจริงๆ ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง

- ของแหลมคมที่ใช้แล้วควรเก็บใส่ภาชนะที่เตรียมไว้เฉพาะ ไม่ทิ้งปนกับของอื่น

- ไม่ใส่ของแหลมคม สารละลาย อาหารเลี้ยงเชื้อหรือตัวอย่างทดสอบจนล้นภาชนะ อาจเป็นอันตรายได้

- ไม่ใช้เครื่องแก้วที่แตกหรือร้าว อาจบาดมือได้

- หากมีบาดแผล ต้องปิดแผลให้เรียบร้อย

- สวมถุงมือทุกครั้งที่ต้องสัมผัสกับสิ่งที่อันตราย ถุงมือที่ใช้แล้วต้องทิ้งในที่ที่เหมาะสม

- ล้างมือให้สะอาด

3.3. การป้องกันการติดเชื้อทางการหายใจ ปฏิบัติดังนี้

- ป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองอากาศ

- ทำงานกับเชื้อจุลินทรีย์อันตรายต้องทำในตู้กรองอากาศปราศจากเชื้อ

- ป้องกันไม่ให้ไอสปอร์ของจุลินทรีย์เข้าจมูก หากจำเป็นควรสวมหน้ากากป้องกันสปอร์ของจุลินทรีย์

- ทำงานในที่ที่อากาศถ่ายเทสะดวก

4. จัดสถานที่ทำงานให้สะอาด เป็นระเบียบ และปลอดภัยในการทำงาน ควรปฏิบัติดังนี้

- จัดโต๊ะทำงานให้เป็นระเบียบ ไม่วางของเกะกะ ควรวางแต่อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น

- วางแผนการทำงานล่วงหน้า เพื่อจะได้จัดเตรียมของใช้ให้เหมาะสม

- เมื่อจบการทดลองหรือทำของหก ต้องเก็บของให้เป็นระเบียบและทำความสะอาดโต๊ะ แล้วล้างมือให้สะอาด

- อย่าวางของบนพื้น อาจเกิดอุบัติเหตุได้

- ทำความสะอาดอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) อยู่เสมอ ป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ

- ทำความสะอาดชั้น ขอบประตู หน้าต่าง เพื่อไม่ให้มีฝุ่นละออง

- หมั่นทำความสะอาดพื้น เพื่อไม่ให้มีฝุ่น

- เก็บของในตู้เย็นและตู้แช่ให้เป็นระเบียบ ทิ้งของที่ไม่จำเป็น

- ดูแลรักษาอ่างล้างมือให้สะอาดอยู่เสมอ

5. มีวิธีการกำจัดเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อน ปฏิบัติดังนี้

- เตรียมสารที่ใช้ในการฆ่าเชื้อให้พร้อมใช้งานในห้องปฏิบัติการ

- ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อทั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน

- ทำความสะอาดทันทีด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ เมื่อทำตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อหรือเชื้อจุลินทรีย์หกหรือหล่น

- ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการก่อนและหลังจากบุคคลภายนอกเข้ามาในห้องปฏิบัติการ

- วัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้แล้วต้องแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อให้ท่วม ก่อนล้างหรือทิ้ง

6. มีวิธีการกำจัดของเสียและการทิ้งขยะ ปฏิบัติดังนี้

- ฆ่าเชื้อวัสดุที่ใช้ก่อนทิ้งทุกครั้ง

- ของเสียที่จะกำจัดต้องใส่ภาชนะที่แข็งแรงทนทาน

- มีภาชนะสำหรับใส่<u>ของเสียจากห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ</u>

- ไม่ปะปนกับขยะธรรมดา ไม่เททิ้งลงท่อระบายน้ำ

- นำไปกำจัดตามกรรมวิธีที่เหมาะสม

7. มีการจัดการเรื่องอุบัติเหตุ ปฏิบัติดังนี้

- จัดให้มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เช่น ฝักบัวล้างตัว อ่างล้างตา ถังดับเพลิง เป็นต้น และให้พร้อมใช้งาน

- จัดให้มีตู้ยาสำหรับปฐมพยาบาล

- ไม่ควรทำงานคนเดียว

- ต้องแจ้งให้ผู้บังคับบัญชาและผู้เกี่ยวข้องทราบเมื่อมีอุบัติเหตุ

- ป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุอีก

การจัดห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาให้สะอาด มีระเบียบ แยกบริเวณต่างๆให้ชัดเจน รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่เข้าใจและปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น จะทำให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ผลงานถูกต้อง แล้วยังเป็นการป้องกันตนเองและผู้อื่นไม่ให้ได้รับอันตรายจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอีกด้วย

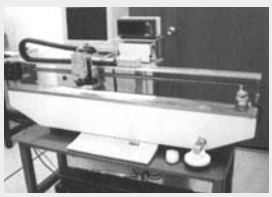
เอกสารอ้างอิง

Good microbiological practical practices and containment. **[online]** [cited 28 July 2006.] Available from http://www.safety.ed.ac.uk.

Good microbiological practices. **[online]** [cited 28 July 2006.] Available from http://www.uottawa.ca/services/ehss/biomicrobio.htm.

Standard microbiological practical practices and techniques. **[online]** [cited 28 July 2006.] Available from : http://www.hawaii.edu/ehso/bio/BSM-part 02.htm.

พัชรี สุนทรนันทและคณะ. **จุลชีววิทยาปฏิบัติการ.** กรุงเทพฯ : เจ้าพระยาระบบการพิมพ์, 2547. หน้า 1-3.

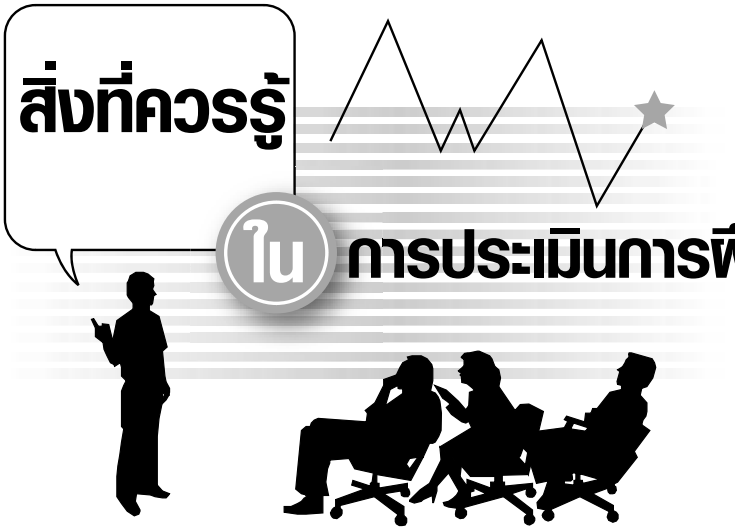


เครื่องสอบเทียบระยะสเกลอัตโนมัติ (Automated line scale calibration machine) (เครื่องต้นแบบ ของ วศ.)

ศึกษา ออกแบบ และพัฒนาเครื่องมือสอบเทียบระยะสเกลแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดความยาวประเภทขีดสเกลได้อย่างอัตโนมัติ การสอบเทียบเครื่องมือวัดประเภทนี้จะใช้ลิเนียร์สเกล (linear scale) โดยใช้หลักการเปรียบเทียบมาตรฐานกับค่าที่อ่านได้จากลิเนียร์สเกลที่มีความละเอียดของการวัด 0.001 มิลลิเมตร โดยส่องขยายขีดสเกลด้วยกล้องวิดีโอ (video camera) ที่มีกำลังขยาย 100 เท่า ความละเอียดของเครื่องมือวัดความยาวแบบขีดสเกลถึง 0.01 มิลลิเมตร ระบบอัตโนมัติจะทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งของขีดสเกล โดยเมื่อเลื่อนตำแหน่งของกล้องขยายให้ตรงกับขีดสเกล บันทึกค่าที่อ่านได้จากลิเนียร์สเกลและประมวลผลการสอบเทียบ คุณสมบัติเฉพาะสามารถสอบเทียบระยะสเกล 0.01 - 1,000 มิลลิเมตร มีค่าความไม่แน่นอน $\pm$ 0.001 มิลลิเมตร

ข้อมูลเพิ่มเติม : นายวันชัย ชินชูศักดิ์ โทรศัพท์ 0-2201-7317
โทรสาร 0-2201-7323 E-mail : wanchai@dss.go.th
นายพีระวัฒน์ สมนึก โทรศัพท์ 0-2201-7388
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สิ่งที่ควรรู้ ในการประเมินการฝึกอบรม



เบญจพร บริสุทธิ์

การฝึกอบรมเป็นกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะรวมถึงการมีทัศนคติที่ดีในการทำงาน จึงทำให้หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน มีความจำเป็นต้องจัดโครงการฝึกอบรมบุคลากรภายในองค์กร รวมถึงส่งบุคลากรไปอบรมภายนอก โดยที่การฝึกอบรมสัมมนาต่างๆ มุ่งเน้นการเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของทรัพยากรมนุษย์ ดังนั้นหลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้ว จึงต้องมีการประเมินผล เพราะข้อมูลที่ได้รับจากการประเมินผลจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดฝึกอบรมในครั้งต่อๆ ไป

ในกระบวนการฝึกอบรมประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การหาความจำเป็นในการฝึกอบรม การสร้างหลักสูตรการฝึกอบรม การดำเนินการฝึกอบรม และการประเมินผล ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญ เพราะจะช่วยให้ผู้จัดหรือผู้เกี่ยวข้องได้ทราบถึงสัมฤทธิผลของโครงการฝึกอบรมที่ดำเนินการไปแล้วว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่กำหนดไว้หรือไม่ สามารถตอบสนองต่อความจำเป็นในการฝึกอบรมเพียงใด รวมทั้งรับทราบข้อดีข้อเสียตลอดจนปัญหาอุปสรรคของการจัดฝึกอบรมแต่ละหลักสูตร ซึ่งการประเมินผลนี้จะต้องครอบคลุมถึงการตรวจสอบประสิทธิภาพ หรือความคุ้มค่าของการบริหารงานฝึกอบรมโดยรวมทั้งหมดด้วย

ผู้บริหารจัดการฝึกอบรมควรต้องศึกษาการประเมินผลการฝึกอบรมให้เข้าใจครบถ้วน ทั้งนี้ได้มีนักฝึกอบรมให้ทัศนะ และแนวทางสำหรับการประเมินผลการฝึกอบรมที่น่าสนใจมากมาย หนึ่งในจำนวนนักฝึกอบรมนั้นคือ โดนัลด์ แอล เคิร์กแพทริค (Donald L. Kirkpatrick) แห่งมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา อดีตประธาน The American Society for Training and Development (STD) ได้พัฒนารูปแบบเพื่อใช้กับการประเมินผลการฝึกอบรม โดยมุ่งเน้นไปที่ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมเป็นหลักและง่ายต่อความเข้าใจ และให้แง่คิดที่น่าสนใจอยู่ 3 ประการคือ

1. การฝึกอบรมนั้นได้ให้อะไรหรือเกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานในลักษณะใดบ้าง

2. ควรยุติโครงการชั่วคราวก่อนหรือควรดำเนินการต่อไปเรื่อยๆ

3. ควรปรับปรุงหรือพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรมในส่วนใดบ้าง และควรปรับปรุงอย่างไร

โดนัลด์ แอล เคิร์กแพทริค เสนอรูปแบบการประเมินผลฝึกอบรม 4 ด้านคือ การประเมินปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction) การประเมินการเรียนรู้ (Learning) การประเมินพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการอบรม (Behavior) และการประเมินผลลัพธ์ที่เกิดต่อองค์กร (Results) มีรายละเอียดดังนี้

การประเมิน	คำอธิบาย	วิธีประเมินผล	ข้อคิดเห็น
การตอบสนอง	การตอบสนองของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อการฝึกอบรมในด้านต่างๆ เช่น เนื้อหา วิทยากร และการจัดการ โดยสรุปผลในลักษณะความชอบหรือไม่ชอบหลักสูตรที่อบรม	ใช้แบบสอบถาม และประเมินผลโดยวิธีการทางสถิติ	เป็นวิธีการประเมินที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว
การเรียนรู้	ผู้เข้ารับการอบรมได้เรียนรู้ในสิ่งที่เป็นวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมหรือไม่	ใช้การทดสอบก่อน และหลังการฝึกอบรม ประเมินผลโดยใช้สถิติ Paired-Samples t- test	เป็นการประเมินความสามารถโดยการวัดความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรม
พฤติกรรม	การเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมในการทำงาน ผู้เข้ารับการอบรมได้ประยุกต์ หรือนำสิ่งที่ได้เรียนมาใช้ในการทำงานหรือไม่	ใช้แบบสอบถามในการติดตามผลหลังการฝึกอบรมหรือการสัมภาษณ์ ประเมินผลโดยใช้วิธีการทางสถิติ	เป็นการประเมินที่ยาก เนื่องจากต้องใช้เวลาติดตามหลังจากการฝึกอบรมไปแล้วระยะหนึ่ง และต้องได้รับความร่วมมืออย่างดี จากหน่วยงานและผู้เข้ารับการฝึกอบรม
ผลลัพธ์	ผลจากการฝึกอบรมไปสู่การพัฒนาองค์กรที่สามารถวัดและแสดงให้เห็นได้	ใช้การเปรียบเทียบข้อมูลที่แสดงประสิทธิภาพของการดำเนินงาน เช่น การลดต้นทุน เป็นผลจากการฝึกอบรม	การประเมินในระดับนี้จะประยุกต์ใช้กับการฝึกอบรมที่เข้าไปช่วยแก้ปัญหาในองค์กรเนื่องมาจากการขาดความรู้หรือทักษะ

นอกจากนี้สิ่งที่ผู้บริหารจัดการฝึกอบรมควรให้ความสนใจก็คือ ถ้าการประเมินผลการฝึกอบรมนั้นมีการประเมินปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอยู่ด้วย ผู้ประเมินผลต้องประเมินอย่างมีความหมาย และตรงกับความเป็นจริง เพราะข้อมูลเหล่านี้จะเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิผลของการจัดฝึกอบรมเป็นอันดับแรก และเป็นเครื่องมือให้ผู้บริหารใช้ประกอบการตัดสินใจว่ายังควรจัดหลักสูตรการฝึกอบรมนี้ต่อไป หรือต้องปรับปรุงอย่างไร คำถามส่วนใหญ่ในการประเมินปฏิกิริยาตอบสนองในแบบสอบถามจึงให้ความสำคัญกับความพึงพอใจต่อหลักสูตรการฝึกอบรมด้านต่างๆได้แก่ เนื้อหา สาระ วิทยากร เอกสาร สถานที่ โสตทัศนูปกรณ์ ระยะเวลา บรรยากาศรวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกการฝึกอบรม เช่น ห้องประชุม เป็นต้น

การประเมินผลการฝึกอบรมควรต้องมีการกำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์การประเมิน การวางแผนการประเมิน ออกแบบประเมินผล ดำเนินการประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมิน และการเขียนรายงานการประเมินที่ชัดเจน ตลอดจนทัศนคติของผู้ประเมินจะต้องมีความเที่ยงตรง เป็นธรรม จึงจะทำให้ผลของการประเมินผลฝึกอบรมมีความโปร่งใสและเชื่อถือได้ การประเมินจะไม่มีประโยชน์ใดเลย ถ้าไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ แม้ว่าผลที่ได้รับอาจไม่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจโดยตรง จนทำให้มองว่าการประเมินผลไม่ประสบความสำเร็จ แต่ความจริงแล้วผลการประเมินได้ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจในปัญหาต่างๆ โดยสอดแทรกเข้าไปในความคิดของผู้บริหารอย่างไม่เป็นลายลักษณ์อักษร ดังนั้นการประเมินผลการฝึกอบรมเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการฝึกอบรมที่ไม่ควรมองข้าม

เอกสารอ้างอิง

ธเนศ ขำเกิด, การประเมินผลการฝึกอบรมตามรูปแบบของเคิร์กแพทริค (Krikpatrick). **[ออนไลน์]** [อ้างถึงวันที่ 28 กรกฎาคม 2549] เข้าถึงได้จาก : http://www.inspect6.moe.go.th/adisai/Krikpatrick.htm

สุภาพร พิศาลบุตร และยงยุทธ เกษสาคร. การพัฒนาบุคลากรและการฝึกอบรม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : วีเจ. พริ้นติ้ง, 2546 หน้า 149-150

ผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้ออะลูมินา สำหรับอุตสาหกรรม

ชิ้นส่วนเซรามิกที่เป็นผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟและชิ้นส่วน/อุปกรณ์ที่ใช้ในการบดและการขัดสีเป็นสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยนำเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภท เช่น เหล็กและเหล็กกล้า อัญมณีและเครื่องประดับ เซรามิก ซีเมนต์ แก้ว ยา และเครื่องสำอาง เป็นต้น กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้ออะลูมินาสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม โดยได้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์วัตถุทนไฟ เช่น เบ้าเผาพลอย ที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงเกิน 1,700ºซ. เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ และได้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการบดและการขัดสี เช่น หม้อบด ลูกบด วาล์ว หัวพ่น เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีการสึกกร่อนสูง

ข้อมูลเพิ่มเติม : น.ส.ลดา พันธุ์สุขุมธนา
โทรศัพท์ 0-2201-7367-8 โทรสาร 0-2201-7373
e-mail : lada@dss.go.th

อันตราย! จากไอระเหยของสารอินทรีย์ในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงพิมพ์

อมรพล ช่างสุพรรณ

คำนำ

ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะแหล่งปล่อยมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นมลพิษจากกากอุตสาหกรรม มลพิษทางน้ำ และมลพิษทางอากาศ โดยส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการผลิต

มลพิษทางอากาศก็เป็นปัญหาหนึ่งที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมอันก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในระดับชั้นโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) ซึ่งมนุษย์อาศัยอยู่ สารมลพิษหลายชนิดจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตของมนุษย์โดยตรง ระดับความรุนแรงของการเกิดพิษขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของสารมลพิษ หากได้รับในระดับความเข้มข้นสูง อาจเสียชีวิต หรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายหรือระบบการทำงานของอวัยวะอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจแสดงอาการโดยเฉียบพลัน หรือสะสมความเป็นพิษระยะหนึ่งจึงปรากฏอาการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารมลพิษ ตลอดจนความไวต่อสารมลพิษของแต่ละบุคคล

อุตสาหกรรมการพิมพ์จัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอุตสาหกรรมหนึ่งของประเทศไทย จากรายงานของสำนักบริการการส่งออก กระทรวงพาณิชย์ พบว่าสถิติการจดทะเบียนโรงพิมพ์ในประเทศไทย ของกระทรวงอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2544 มีทั้งสิ้น 2,463 แห่ง จากการศึกษาในเชิงเคมีสิ่งแวดล้อมพบว่ากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการพิมพ์แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการใหญ่คือ 1.งานก่อนพิมพ์ เช่น การกำหนดแบบและขนาดของตัวพิมพ์ การจัดวางรูปภาพ 2.งานพิมพ์ เช่น การเตรียมหมึกพิมพ์ การปรับระดับแท่นพิมพ์ การทดลองพิมพ์ และการพิมพ์ 3. งานหลังพิมพ์ เช่น การตัด การพับ และการเข้าเล่ม กระบวนการที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศจะอยู่ในกระบวนการผลิตในช่วงการพิมพ์ หมึกพิมพ์ที่ใช้ประกอบด้วยสารมลพิษที่สำคัญ คือ กลุ่มไอระเหยของสารอินทรีย์ (volatile organic compounds, VOCs) ได้แก่ โทลูอีน (toluene), ไซลีน (xylene), เบนซีน (benzene) และ เอทธิลเบนซีน (ethylbenzene) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตยังใช้สารละลายบางชนิด เช่น แอลกอฮอล์ (alcohol) เป็นต้น เมื่อเริ่มการพิมพ์ กระดาษจะถูกป้อนเข้าเครื่องพิมพ์ ผ่านไปยังแม่พิมพ์ที่บรรจุหมึกพิมพ์ เมื่อแม่พิมพ์สัมผัสกระดาษ หมึกพิมพ์ก็จะถูกปลดปล่อยลงบนกระดาษ ซึ่งสารต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของหมึกพิมพ์นี้สามารถระเหยกลายเป็นไอง่าย และถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการพิมพ์ตลอดเวลาการทำงาน ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ซึ่งไอระเหยของสารอินทรีย์เหล่านี้ ล้วนเป็นกลุ่มที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์โดยตรง สำหรับการศึกษาในครั้งนี้เก็บตัวอย่างจากโรงพิมพ์ขนาดใหญ่ที่ใช้แท่นพิมพ์แบบ offset และมีการป้อนกระดาษเป็นแผ่น

เมื่อร่างกายของคนเราได้รับสารเหล่านี้เข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายก็จะเกิดอาการผิดปกติของร่างกายแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณ กล่าวคือ ผู้ที่ได้รับเบนซีนที่มีความเข้มข้นสูง ในช่วงแรกจะมีอาการเบิกบานใจ ต่อมาจะมีอาการง่วงซึม อ่อนล้า วิงเวียน คลื่นไส้ และปวดศีรษะ ถ้าหากสัมผัสเบนซีนที่มีความเข้มข้นสูงยาวนานขึ้นไปอีก จะเกิดอาการชักตามด้วยอัมพาต และอาจหมดสติได้ อัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นในระยะแรกและจะลดลงอย่างรวดเร็ว การไหลเวียนของเลือดอาจล้มเหลว และอาจตายจากการที่ระบบทางเดินหายใจเป็นอัมพาตได้ ในกรณีที่ได้รับเบนซีนความเข้มข้นต่ำเป็นระยะเวลานาน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในเลือดในลักษณะที่เป็นโรคพิษ

เบนซีนเรื้อรัง อาการที่ปรากฏอาจมีตั้งแต่ปวดศีรษะ อ่อนล้า เบื่ออาหาร หงุดหงิด กระวนกระวาย มีอาการทางประสาท เลือดกำเดาไหล และมีเลือดออกในส่วนอื่นๆของร่างกาย สำหรับโทลูอีนนั้นจะทำให้มึนเมา เมื่อหายใจเข้าไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในเลือด ผู้ที่ได้รับโทลูอีนที่ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จะทำให้เกิดอาการอ่อนล้า สับสน และมีอาการชาที่ผิวหนัง อาการเหล่านี้จะเด่นชัดมากขึ้นหากสัมผัสที่ความเข้มข้น 300 ส่วนในล้านส่วน หากสัมผัสที่ 600 ส่วนในล้านส่วน นาน 3 ชั่วโมง จะเกิดอาการอ่อนล้าอย่างรุนแรง จิตใจสับสน คลื่นไส้ ปวดศีรษะ และหากสัมผัสเป็นเวลานานถึง 8 ชั่วโมง อาการจะรุนแรงมากขึ้น รูม่านตาขยายและไม่มีปฏิกิริยาต่อแสง ควบคุมร่างกายและการเคลื่อนไหวไม่ได้ ผู้ที่สัมผัสโทลูอีนในระยะเวลานานติดต่อกัน อาจพบมีอาการผิวหนังอักเสบเป็นครั้งคราว ตับโต เฮโมโกลบินสูงเล็กน้อย สำหรับไซลีนนั้นพิษในลักษณะเฉียบพลันมีลักษณะอาการคล้ายกับพิษของโทลูอีน แต่จะมีความรุนแรงมากกว่า การสัมผัสไซลีนที่มีความเข้มข้นต่ำในระยะยาวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเลือด คือ ทำให้จำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวต่ำลง ขณะเดียวกันเกล็ดเลือดจะมีปริมาณสูงขึ้น

ดังนั้นการศึกษาถึงปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์บริเวณพื้นที่ทำงานของโรงพิมพ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการประเมินสภาพปัญหาในปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาในอนาคต

ผลการศึกษาเบื้องต้น

1) ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์

ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ ไซลีน เบนซีน และโทลูอีน บริเวณพื้นที่ทำงานในโรงพิมพ์แบบ offset โดยเป็นค่าเฉลี่ยจากการศึกษาทั้งหมด 4 ครั้ง ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2548 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

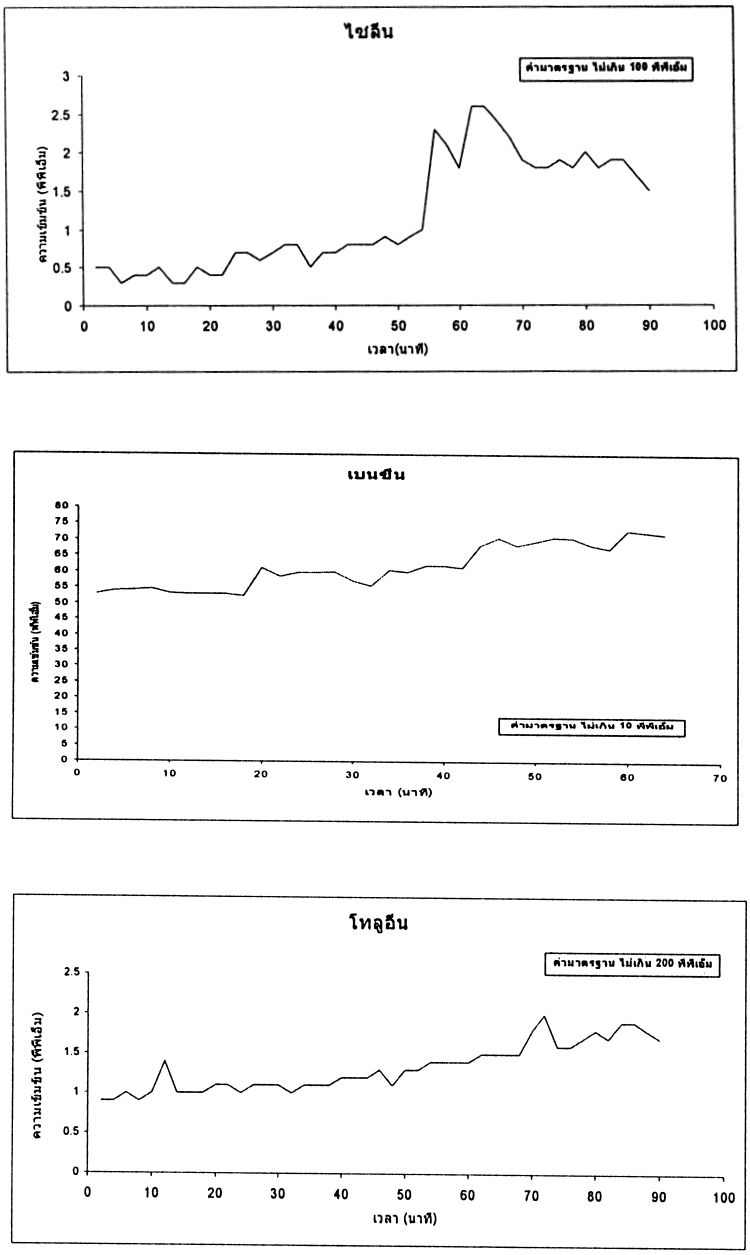
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหย ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2548

เดือน (พ.ศ. 2548)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ (90 นาที)		
	ไซลีน (ส่วนในล้านส่วน)	เบนซีน (ส่วนในล้านส่วน)	โทลูอีน (ส่วนในล้านส่วน)
มิถุนายน	2.7 ± 0.5	116.6 ± 21.4	1.7 ± 0.4
กรกฎาคม	1.6 ± 0.1	98.8 ± 11.4	1.8 ± 0.2
สิงหาคม	2.3 ± 0.6	59.9 ± 7.0	2.1 ± 0.2
กันยายน	1.2 ± 0.7	61.5 ± 7.0	1.3 ± 0.3

จากตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของ ไซลีน ในช่วงการเก็บตัวอย่างเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2548 มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1.2 - 2.7 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณความเข้มข้นของเบนซีน อยู่ในช่วง 61.5 - 116.6 ส่วนในล้านส่วน และโทลูอีนมีปริมาณความเข้มข้น 1.3 - 1.7 ส่วนในล้านส่วน เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นกับประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 ซึ่งกำหนดให้ตลอดระยะเวลาทำงานปกติภายในที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างทำงานจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีโดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไม่ได้ โดย ไซลีน ไม่เกิน 100 ส่วนในล้านส่วน เบนซีน ไม่เกิน 10 ส่วนในล้านส่วน และ โทลูอีน ไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณความเข้มข้นของไซลีน และ โทลูอีน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ส่วนเบนซีนนั้นมีปริมาณความเข้มข้นเกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทยมาก

2) ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ (ทุกๆ 2 นาที)

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำผลปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารเคมีซึ่งอ่านค่าเฉลี่ยทุก 2 นาที จากเครื่องมือเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างแบบพกพา ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างในเดือนกันยายน มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารเคมีกับเวลาในการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 *แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารเคมีกับเวลาในการทำงาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเริ่มทำการเก็บตัวอย่างไอระเหยสารอินทรีย์ใน 2 นาทีแรก ปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ ไซลีน เบนซีน และโทลูอีนนั้นมีปริมาณความเข้มข้นต่ำ เมื่อเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นพบว่าปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น*

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ ไซลีน เบนซีน และ โทลูอีน ในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงพิมพ์ พบว่าปริมาณความเข้มข้นของ ไซลีน และ โทลูอีน ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 ส่วนปริมาณความเข้มข้นของเบนซีนนั้น เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) พ.ศ. 2520 โดยสารอินทรีย์ระเหยดังกล่าวนั้นเป็นส่วนผสมของหมึกพิมพ์ ดังนั้นในอุตสาหกรรมการพิมพ์จึงหลีกเลี่ยงที่จะปลดปล่อยสารดังกล่าวออกมาไม่ได้ ในอุตสาหกรรมการพิมพ์จะต้องจัดให้มีระบบการกำจัดอากาศเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ ซึ่งโรงพิมพ์ที่ใช้เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีระบบกำจัดอากาศเสีย ไอระเหยของสารอินทรีย์ที่เป็นส่วนผสมของหมึกพิมพ์ โดยเฉพาะเบนซีนฟุ้งกระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่ทำงาน

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ทุกๆ 2 นาที พบว่าเมื่อเวลาการทำงานเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโรงพิมพ์ที่ใช้เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างเป็นโรงพิมพ์ที่ใช้ระบบปรับอากาศ แต่ไม่มีระบบระบายอากาศ ดังนั้นไอระเหยของสารอินทรีย์จึงฟุ้งกระจายและสะสมในปริมาณมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการทำงานมากขึ้น

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ สามารถให้บริการเก็บตัวอย่างและทดสอบไอระเหยของสารอินทรีย์บริเวณพื้นที่ทำงานในสถานประกอบการ และในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการเฝ้าระวังสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ผู้ที่มีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือขอรับบริการเก็บตัวอย่างและทดสอบหาปริมาณไอระเหยของสารอินทรีย์สามารถติดต่อขอรับบริการได้ที่ กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร. 0-2201-7144-7

ข้อเสนอแนะ

ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ควรจัดให้มีระบบกำจัดอากาศเสียจากบริเวณแท่นพิมพ์ก่อนปล่อยออกสู่อากาศ และควรจัดให้มีระบบไหลเวียนอากาศในบริเวณพื้นที่ทำงานของโรงพิมพ์ นอกจากนี้ควรจัดหาอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และมีการตรวจติดตามปริมาณความเข้มข้นของไอระเหยสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นประจำ รวมทั้งจัดให้มีการตรวจสุขภาพพนักงานกลุ่มเสี่ยงอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อลดปริมาณและผลกระทบของไอระเหยสารอินทรีย์ต่อพนักงานในโรงพิมพ์

เอกสารอ้างอิง

Wadden, R.A., et.al. VOC emission rates and emission factors for a sheeted offset printing shop. **American Industrial Hygiene Association Journal,** 1995, p.56, 368-376.

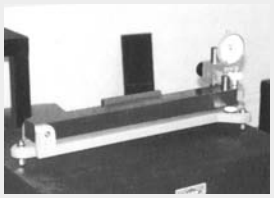
Wolkoff, P., et al. Comparison of volatile organic compounds from processed paper and toners from office copies and printer: methods, emission rates, and modeled concentration, **Indoor Air Journal,** 1993, Vol.3, p.113-120.

จันทนา ทองประยูร. เทคโนโลยีวารสารศาสตร์ : กระบวนการพิมพ์นิตยสาร หนังสือ และสิ่งพิมพ์อื่น. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 14 กรกฎาคม 2549] เข้าถึงได้จาก http://www.a-fun-fun.com.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. **พิษวิทยาและเวชศาสตร์อุตสาหกรรม.** หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย ฯ, 2537. หน้า 148-149.

สมาคมการพิมพ์ไทย. **บทบาทการส่งเสริมการส่งออกสิ่งพิมพ์ไทยของกรมส่งเสริมการส่งออกไทย.** [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 14 กรกฎาคม 2549] เข้าถึงได้จาก http://www.thaiprint.org.

สุนทร เหรียญภูมิการกิจ. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 17 กรกฎาคม 2549] เข้าถึงได้จาก http://www.dp3.dcc.moph.go.th



เครื่องสอบเทียบมุมมาตรฐาน (Small angle generator) (เครื่องต้นแบบ ของ วศ.)

การวัดมุมขนาดเล็กเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสอบเทียบมุมมาตรฐานนี้เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถให้กำเนิดมุมขนาดเล็กที่มีค่ามุมน้อยกว่า 1 องศา ที่มีความแม่นและเที่ยงตรงขนาด ± 0.001 มม./ม. ประโยชน์ของเครื่องมือนี้ใช้สอบเทียบเครื่องมือวัดระดับของพื้นผิวงาน ได้แก่ ระดับน้ำ (precision level) เครื่องวัดระดับแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic level) หรือเครื่องมือวัดมุมที่ต้องการความละเอียดสูง คุณสมบัติเฉพาะสามารถสอบเทียบระดับน้ำที่ความไว 0.01 - 0.100 มม./ม. มีค่าความไม่แน่นอน ± 0.001 มม./ม. สะดวกในการใช้งาน

ข้อมูลเพิ่มเติม : นายวันชัย ชินชูศักดิ์ โทรศัพท์ 0-2201-7317
โทรสาร 0-2201-7323 E-mail : wanchai@dss.go.th
นายพีระวัฒน์ สมนึก โทรศัพท์ 0-2201-7388

ข่าวทั่วไปในวว.

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเยี่ยมชมผลงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในงานนิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2549 ซึ่งมีนางสุจินต์ ศรีคงศรี รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ถวายรายงาน พร้อมกันนี้กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานด้านการวิเคราะห์ วิจัย, e-learning, e-library ไปแสดงในงานนิทรรศการดังกล่าว ณ ศูนย์ประชุมไบเทคบางนา กรุงเทพฯ

ดร.ประวิช รัตนเพียร รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานในการแถลงข่าวผลการตัดสินการประกวดเว็บไซต์พระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทย และมอบรางวัลแก่นักเรียนระดับมัธยมต้น-มัธยมปลาย ซึ่งชนะการประกวด ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ จัดแถลงข่าวและลงนามการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลักดันผลงานวิจัยและพัฒนาจาก “หิ้ง” สู่ “ห้าง” แนะนำเอกชนให้ความสำคัญ “ทรัพย์สินทางปัญญา” ซึ่งนายชัยวุฒิ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ลงนามถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง การผลิตมะนาวผง สบู่นมแพะ และดอกไม้เซรามิก ให้เอกชน 3 ราย ณ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

ข่าวทั่วไปในวศ.

นางกอบแก้ว อัครคุปต์ ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ และคณะ เยี่ยมติดตามการปฏิบัติงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับ

นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานมอบประกาศนียบัตร หลักสูตรนักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาเคมี รุ่นที่ 3 และนักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาจุลชีววิทยา(อาหาร) รุ่นที่ 2 ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสุจินต์ ศรีคงศรี รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำข้าราชการลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมโครงการเข้าวัดวันธรรมสวนะไหว้พระสวดมนต์ ถวายเป็นพระราชกุศลแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในวโรกาสทรงครองราชสมบัติครบ 60 ปี ณ อาคารมหาเจษฎาบดินทร์ วัดยานนาวา กรุงเทพฯ

นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการสัมมนาเชิงวิชาการ เรื่อง “ระบบการจัดการความปลอดภัยของอาหารตามมาตรฐาน ISO 22000:2005 ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่างความปลอดภัยของอาหารและระบบการจัดการ ตั้งแต่ขบวนการผลิตต้นทางจนถึงปลายทางให้ปลอดภัย ให้แก่ผู้สนใจภาครัฐ ภาคเอกชนกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ณ โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานห้องทดลองนักวิจัยคนเก่งกับ pH meter, e-learning, e-library ซึ่งเป็นการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายสื่อสารเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพการให้บริการสารสนเทศในรูปแบบดิจิตอลเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การบริการของกรมวิทยาศาสตร์บริการแก่ประชาชนทั่วไป ไปแสดงในนิทรรศการ STKC Annual Conference 2006 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

ข่าวทั่วไปในวศ.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดเสวนาการจัดการความรู้ของ วศ. และกิจกรรมชิงรางวัลเพื่อจูงใจให้บุคลากรของกรมสนใจ และมีส่วนร่วมในการจัดการองค์ความรู้เพิ่มมากขึ้น ทั้งมีการบรรยายตัวอย่างการทำ COP โดยวิทยากรจากกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติศิริราช ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

นายกล้านรงค์ จันทิก ให้เกียรติมาบรรยายเรื่อง “จริยธรรมข้าราชการไทย” ในการสนทนาประสา วศ. พร้อมกันนี้นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มอบรางวัลแก่ผู้ได้รับการคัดเลือกเป็นผู้ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างเรื่องความซื่อสัตย์สุจริต ประจำปี 2549 จำนวน 13 ราย ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมสัมมนา “สืบสานปณิธานสู่การทำงานอย่างมีความสุข” โดยมีนายนิเวศน์ กันไทยราษฎร์ เป็นวิทยากร ณ โรงแรมอะเดรียติกพาเลส พัทยา จ.ชลบุรี

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ จัดแถลงข่าวเรื่อง “กรมวิทยาศาสตร์บริการผลักดันห้องปฏิบัติการของไทยสู่เวทีการค้าโลก” และบรรยายพิเศษเรื่อง “Mutual Recognition Arrangement (MRA) of Accreditation Body towards Gobal Trade” โดย Mr.Stewart Jones จาก National Measurement Institute ประเทศออสเตรเลีย ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “เทคนิคการทดสอบเคมีสิ่งแวดล้อม” เพื่อถ่ายทอดเทคนิคการทดสอบสิ่งแวดล้อมรายการ DO, BOD และ pH ในน้ำเสีย/น้ำทิ้ง แก่บุคลากรในห้องปฏิบัติการทดสอบ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC17025 ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ข่าวทั่วไปในวศ.

สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ จัดอบรมหลักสูตรต่างๆ อาทิเช่น นักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาจุลชีววิทยา (อาหาร), ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO/IEC17025:2005 เทคนิคการเตรียมสารละลาย, ค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางฟิสิกส์ ฯลฯ ให้แก่ผู้สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โครงการเคมี จัดอบรมหลักสูตร “เทคนิคการทดสอบโลหะหนักในน้ำ” ให้แก่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทดสอบมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เข้าร่วมโครงการขยายเครือข่ายห้องปฏิบัติการทดสอบ ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานไปร่วมแสดงในนิทรรศการงานสมุนไพรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 และนิทรรศการงานตลาดนัดทรัพย์สินทางปัญญา 2549 (Thailand IP Fair 2006 : TIPE 2006) ณ ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพค เมืองทองธานี

การควบคุมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

รวิวรรณ อาจสำอาง

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจำเป็นต้องเตรียมอย่างถูกต้องตามขั้นตอน เนื่องจากอาหารเลี้ยงเชื้อนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญของเทคนิคของการทดสอบทางจุลชีววิทยา ในปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่นิยมใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแห้งสำเร็จรูปหรือที่เรียกว่า dehydrated media ซึ่งต้องเติมน้ำและละลายให้เข้ากันแล้วจึงฆ่าเชื้อด้วย autoclave บางกรณีห้องปฏิบัติการต้องมีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดพิเศษ อาจเรียกว่าเป็นการเตรียมแบบ in-house คือเตรียมจากส่วนประกอบพื้นฐาน (basic ingredients) วิวัฒนาการในขณะนี้ได้ก้าวหน้าไปถึงมีการผลิตอาหารเลี้ยงเชื้อที่พร้อมใช้งานเนื่องจากฆ่าเชื้อแล้วและขายในลักษณะที่อยู่ในจานเพาะเชื้อ (plates) หรือขวด (bottles) ถึงแม้ว่าอาหารเลี้ยงเชื้อประเภทหลังนี้จะมีราคาแพงกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมในห้องปฏิบัติการเองจากอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแห้งสำเร็จรูป แต่ห้องปฏิบัติการบางแห่งที่มีจำนวนบุคลากรน้อยและมีพื้นที่น้อย จะนิยมใช้กันมาก

รูปแบบของอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแห้งสำเร็จรูป

ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทในที่เย็น แห้ง ไม่ถูกแสงสว่าง ถ้ามีอุณหภูมิสูงและความชื้นสูง ควรเก็บในตู้เย็น ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อถูกเก็บรักษาเป็นอย่างดีจะสามารถเก็บได้นานถึงอย่างน้อย 3 ปี อย่างไรก็ตามควรมีการวางแผนการซื้อเพื่อที่จะได้ใช้หมดภายใน 1 ปี หรือ 2 ปี

หลังจากการใช้ครั้งแรก คือ เมื่อเปิดขวดออกแล้ว คุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อจะขึ้นอยู่กับสภาพของการเก็บรักษา ดังนั้นเวลาซื้อควรเลือกซื้อขนาดที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดขวดอาหารเลี้ยงเชื้อบ่อยๆ ถ้ามีอากาศภายนอกและความชื้นเข้ามาในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อขณะที่เปิดจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้ productivity ของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลง นอกจากนี้ ช้อนที่ใช้ตักอาหารเลี้ยงเชื้ออาจมีสารเคมีหรือเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนลงไปในอาหารในขวดได้

2. อาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (prepared media)

อายุของอาหารเลี้ยงเชื้อผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ไม่ว่าในหลอดทดลอง (tubes) ในขวดหรือในจานเพาะเชื้อ ขึ้นอยู่กับสภาวะของการเก็บรักษาและชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อผ่านการฆ่าเชื้อแล้วไม่ควรเก็บเอาไว้นอกเสียจากว่าจะได้มีการป้องกันไม่ให้มีการสูญเสียน้ำ ซึ่งการป้องกันอาจทำได้โดยใช้หลอดที่มีจุกแบบเกลียว (screw - capped tubes) และขวดที่มีจุกแบบเกลียว (screw - capped bottles) แทนการใช้หลอดหรือขวดที่ปิดด้วยสำลี (cotton - plugged containers) ควรทำแบบนี้เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ ดังนั้นจึงไม่ควรเก็บจานเพาะเชื้อที่เทอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วนานกว่า 1 สัปดาห์ และอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดที่มีจุกแบบเกลียว ไม่ควรเกิน 6 เดือน อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมแล้วไม่ว่าอยู่ในจานเพาะเชื้อหรือในหลอดควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2° - 8°ซ

ขั้นตอนในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อในปริมาณที่ระบุไว้ที่ฉลาก ตามอัตราส่วนที่ต้องการเตรียม

2. ตวงน้ำกลั่นหรือ deionized water หรือน้ำชนิดอื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า ลงในกระบอกตวง

3. เติมน้ำส่วนหนึ่งลงในอาหารที่ชั่งแล้ว ผสมให้เข้ากันโดยใช้แท่งแก้วกวน แล้วเติมน้ำที่เหลือผสมให้เข้ากัน

4. ให้ความร้อนถ้าจำเป็นเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันดี โดยการต้มให้เดือด เขย่าเป็นครั้งคราว เพื่อไม่ให้ส่วนล่างของภาชนะไหม้ หรืออาจต้มในอ่างน้ำเดือด อาหารที่มีวุ้นเป็นส่วนผสมควรจะต้มเพื่อให้วุ้นละลายเท่านั้น ถ้าต้มนานเกินไปจะทำให้เกิดฟอง

5. วัด pH และปรับค่า pH ถ้าค่า pH ต่างจากที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. แบ่งอาหารเลี้ยงเชื้อลงในภาชนะที่เหมาะสม ถ้าเป็นของเหลวอาจแบ่งโดยใช้ปิเปต

แบบธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติ ซึ่งเหมาะสมกับอาหารที่ต้องแบ่งในหลอดที่ไม่มากนัก แต่ถ้ามีจำนวนหลอดมาก ควรใช้เครื่องที่เป็นอัตโนมัติ (electrically operated machine) อย่างไรก็ตามในทั้งสองกรณี ก่อนใช้ ต้องมีการล้างด้วยน้ำกลั่นก่อน แล้วตามด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนั้นๆ หลังจากเสร็จการใช้งานต้องมีการล้างปิเปตด้วยน้ำอุ่นและน้ำยาทำความสะอาด น้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ ทั้งนี้ในกรณีของปิเปตอัตโนมัติควรถอดแยกเป็นชิ้นๆ แล้วล้างทำความสะอาด

7. นำอาหารเลี้ยงเชื้อมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121๐ซ นาน 15 นาที หรือตามที่ผู้ผลิตระบุ สำหรับปริมาตรที่มากกว่า 500 มิลลิลิตร เวลาในการฆ่าเชื้อควรเพิ่มขึ้นเป็น 20 ถึง 30 นาที หรือมากกว่าถ้าจำเป็น ในการฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อที่มีคาร์โบไฮเดรทชนิดที่ไม่ทนความร้อนไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงกว่า 116˚ซ หรือ 118˚ซ ประสิทธิภาพของ autoclave จะลดลงอย่างมากถ้าใส่ของมากเกินไป หรือมีที่ว่างระหว่างภาชนะใน autoclave ไม่ควรวางภาชนะให้ติดกัน ควรให้มีที่ว่างอย่างน้อยครึ่งนิ้วในทุกมุม

ก่อนใช้งานควรหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อให้พอใช้งานเพื่อที่จะใช้ให้หมดภายใน 3 ชั่วโมง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 44˚ - 46˚ซ ก่อนใช้ถ้ามีการตกตะกอนต้องทิ้งไป ไม่นำอาหารเลี้ยงเชื้อมาหลอมใหม่อีกครั้ง

หมายเหตุ สารเคมีหรือ substrates เช่น คาร์โบไฮเดรท จะต้องเป็นรีเอเจนท์เกรด (reagent grade) นอกเสียจากว่าจะมีการระบุไว้ ในการเก็บรักษา stock reagents ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต ถ้าสารเคมีตัวใดแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อน เช่น มีการเปลี่ยนสี ถูกทำลายไป หรือสูญเสียน้ำไปหรือดูดน้ำมากเกินไป ต้องทิ้งไป

การปรับ pH

วัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนของอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 25˚ซ ซึ่งอุณหภูมินี้เป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอาหารเลี้ยงเชื้อ และห้องปฏิบัติการควรใช้อุณหภูมินี้เพื่อวัด pH ก่อนใช้งาน การวัด pH ที่อุณหภูมิ 45˚ซ ในสภาพที่เป็นวุ้นยังเหลวอยู่จะไม่ถูกต้อง ทำให้ได้ค่า pH ที่ต่างจาก pH ที่ผู้ผลิตระบุไว้ เนื่องจากวัดที่อุณหภูมิต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีค่าแก้มาใช้ในการคำนวณด้วย

ก่อนใช้เครื่องวัด pH ควรทิ้งให้อิเล็กโทรดสมดุล ที่อุณหภูมิที่ต้องการจะวัด บางรุ่นอาจใช้เวลาถึง 30 นาที ปรับให้บัฟเฟอร์มีอุณหภูมิเดียวกับอุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องการวัด pH ซึ่งควรเป็นอุณหภูมิเดียวกับอุณหภูมิห้อง (25˚ซ) อาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นวุ้นควรบดให้ละเอียดโดยใช้แท่งแก้วก่อนที่จะจุ่มอิเล็กโทรดลงไป การใช้อิเล็กโทรดแบบผิวสัมผัส (surface electrodes) จะเหมาะสมกับการวัด pH ของอาหารเป็นวุ้น และต้องรักษาอุณหภูมิระหว่างการวัดให้คงที่

การฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อและการเก็บรักษา

ก่อนฆ่าเชื้อ ต้องต้มอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีวุ้นให้เดือด ขณะต้มต้องเขย่าเป็นครั้งคราว เติมน้ำถ้ามีการสูญเสียน้ำ แล้วฆ่าเชื้อใน autoclave เนื่องจาก pH ของอาหารเลี้ยงเชื้ออาจเปลี่ยนแปลงระหว่างการฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้เวลาและอุณหภูมิ เกินกว่าที่กำหนดไว้ อาหารที่มีวุ้นควรบรรจุในขวด

ควรเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำก่อนใช้งาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนและการสูญเสียน้ำจากอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดระหว่างการเก็บรักษา อาจใช้อะลูมิเนียมฟอยล์ หรือพลาสติกปิดรอบจุกก่อนเข้า autoclave การใช้จุกแบบเกลียวจะลดการสูญเสียน้ำได้ ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมในหลอดจะถูกใช้ภายในเวลาสั้นๆ อาจใช้จุกที่เป็นโพลีโพรไพลีน (polypropylene) หรือ stainless steel อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมแล้วควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2˚ - 8˚ซ ในที่แห้งไม่มีฝุ่นละออง ไม่มีแสงสว่าง

ประเภทของการฆ่าเชื้อ

1. การฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam sterilization)

การฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำใช้ได้กับอาหารเลี้ยงเชื้อ น้ำ และจุกที่ทำจากวัสดุที่เป็นยาง ฝ้าย กระดาษ ใช้อุณหภูมิ 121 ˚ซ ไม่น้อยกว่า 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจางต้องฆ่าเชื้อหลังจากเตรียมไม่เกิน 1 ชั่วโมง ควรปิดฝาให้หลวมเล็กน้อย เพื่อให้ไอน้ำเข้ามาสัมผัสอาหารเลี้ยงเชื้อได้ และให้อากาศในภาชนะออกมาได้ ระหว่างที่เข้า autoclave ใส่สปอร์ควบคุม (spore controls) ที่ใช้ทดสอบ autoclave จำนวน 1 หรือ 2 ช่วงในตำแหน่งกลางๆ ของ autoclave โดยใส่ในภาชนะที่คล้ายคลึงกับภาชนะที่ใช้ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อใน

autoclave ต้องแน่ใจว่าใส่ของใน autoclave ไม่แน่นจนเกินไป ก่อนที่จะให้ไอน้ำขึ้นสูงต้องไล่อากาศใน autoclave ออกก่อนโดยอัตโนมัติหรือปรับด้วยมือ โดยปล่อยออกมาผ่านวาวล์ (value) ไม่ควรใส่ของใน autoclave จนมากเกินไป เพื่อที่จะป้องกันไม่ให้อัตราการไล่อากาศออกและอัตราการลดความร้อนลงของเครื่อง autoclave เร็วเกินไป

หลังจากครบเวลาการฆ่าเชื้อแล้ว ควรลดความดันภายใน autoclave อย่างช้าๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับของเหลว เนื่องจากของเหลวจะสูญเสียไปขณะเดือด ถ้าลดความดันอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าฆ่าเชื้อของที่แห้ง เช่น เครื่องมือที่ใช้สำหรับการสุ่มตัวอย่าง หรือภาชนะเปล่า หรือขวดเปล่า จะลดความดันได้อย่างรวดเร็วโดยผ่านทาง exhaust values เมื่อเวลาถึง 15 นาที การไล่อากาศอย่างรวดเร็วผ่านทาง exhaust values นี้จะป้องกันการสะสมของ condensation และทำให้เครื่องมือที่กระดาษหุ้มอยู่แห้งเร็วขึ้น จานเพาะเชื้อ ปิเปต หลอด ที่ใช้แล้วควรจะฆ่าเชื้อก่อนทิ้ง โดยใช้หลักการเดียวกับการฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อ จานเพาะเชื้อพลาสติก ควรใส่ในถุงที่ทนความร้อนใน autoclave ถ้ามีจำนวนจานเพาะเชื้อมากควรเพิ่มเวลาในการฆ่าเชื้อในจานเพาะเชื้อให้พอ

2. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแห้ง (Hot-air sterilization)

เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนแห้ง (dry heat) โดยให้วัสดุที่อยู่ในจุดกึ่งกลางของเครื่องมีความร้อนไม่น้อยกว่า 170°ซ ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง (ปกติจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงที่ 170°ซ) ไม่ควรใส่ของที่จะฆ่าเชื้อแน่นจนเกินไป

3. การฆ่าเชื้อด้วยการกรอง (Filter-sterilization)

อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรทและที่เตรียมจากของเหลวบางประเภทซึ่งสามารถถูกทำลายด้วยความร้อนจำเป็นต้องใช้วิธีฆ่าเชื้อด้วยการกรอง แผ่นกรอง (membrane filters) ที่ใช้อยู่ตามปกติจะทำด้วยเซลลูโลส เอสเตอร์ หรือไนลอน หรือโพลีเตตระฟลูออโรเอททีลีน (polytetrafluoroethylene) ซึ่งแผ่นกรองเหล่านี้อาจจะฆ่าเชื้อโดยใช้ autoclave หรืออาจซื้อจากผู้ผลิตที่ทำขายในเชิงพาณิชย์ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วพร้อมใช้งาน ในการใช้งานสำหรับฆ่าเชื้อของเหลวที่ไม่ทนความร้อน (สารอาหาร อาจเสียหายได้เมื่อผ่านความร้อน) ต้องผ่านของเหลวโดยใช้เข็มฉีดยา (syringe) ซึ่งมีแผ่นกรองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ pore size ไม่มากกว่า 0.2 ถึง 0.45 ไมครอน ติดอยู่ แบคทีเรียส่วนใหญ่จะถูกกักอยู่ที่แผ่นกรองเนื่องจากแบคทีเรียจะมีขนาดตั้งแต่ 0.8 ถึง มากกว่า 1.0 ไมครอน

การทดสอบประสิทธิภาพและความปราศจากเชื้อของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว ไม่ว่าจะเตรียมจากอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป หรือที่ซื้อมาแบบชนิดพร้อมใช้งาน (prepared form) ต้องมีการตรวจสอบความชื้น (hydration) ความใส (clarity) สภาพผิวหน้า สี ความหนา และความปราศจากเชื้อ โดยการเลือกสุ่มอาหารเลี้ยงเชื้อที่เทแล้วในจานเพาะเชื้อหรือที่เตรียมใส่หลอดทดลองแล้วมาบางส่วน เพื่อเป็นตัวแทนของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง batch ที่เตรียมวันนั้น แล้วนำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิที่ปกติ ใช้กับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดนั้นๆ

สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นพวก selective หรือ differential media ควรมีการทดสอบ productivity และ selectivity โดยเลือกใช้เชื้ออ้างอิง (reference cultures) ที่เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด

สรุปแล้วห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่มีระบบการประกันคุณภาพที่ดีควรมีระบบการจัดการเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ เนื่องจากคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อจะส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการที่จัดทำระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่ทำการทดสอบตัวอย่างน้ำจากสิ่งแวดล้อม หรือทดสอบอาหาร สัตว์และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง สามารถขอการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการได้จากสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทรศัพท์ 0-2201-7325 หรือ http:// www.dss.go.th

เอกสารอ้างอิง

Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Edited by Frances Pouch Downes and Keith Ito. 4th ed. Washington, DC. American Public Health Association, 2001, p. 601-607.

การใช้เครื่องชั่งให้ถูกวิธี

บุญธรรม ลิมป์ปิยพันธ์
ประวิทย์ จงนิมิตสถาพร

เครื่องชั่งคือเครื่องมือวัดปริมาณเนื้อมวลสารที่ถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำเข้าหาจุดศูนย์กลางของโลก เครื่องชั่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่มนุษย์รู้จักใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณกว่า 10,000 ปีมาแล้ว ปัจจุบันเครื่องชั่งก็ยังคงเป็นเครื่องมือวัดน้ำหนักที่ใช้มากในชีวิตประจำวัน เช่น การชั่งเพื่อการพาณิชย์ การชั่งเพื่อกระบวนการผลิต การชั่งเพื่อระบบควบคุมคุณภาพ การชั่งเพื่องานทางการแพทย์ และการชั่งเพื่องานวิเคราะห์ทดสอบ เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการปรับปรุงพัฒนาเทคนิค รูปแบบ การใช้งานที่ทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน ให้ค่าการชั่งน้ำหนักที่ถูกต้องแม่นยำและให้ค่าความละเอียดในการอ่านน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้เทคนิคจะก้าวหน้าเพียงไร เครื่องชั่งก็ไม่สามารถอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้องแม่นยำแน่นอน 100% ดังนั้นการใช้เครื่องชั่งอย่างถูกวิธีจึงมีความสำคัญ เพื่อเป็นการลดค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่งให้น้อยลงในกรณีที่สามารถควบคุมได้ เช่น การติดตั้งเครื่องชั่งให้เหมาะสมถูกวิธี การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องชั่งที่ถูกต้อง และการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เป็นไปตามข้อกำหนด

การใช้เครื่องชั่งให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดควรมีการศึกษาคู่มือการใช้เครื่องชั่งให้เข้าใจ เนื่องจากอุปกรณ์และชิ้นส่วนภายในเครื่องชั่งแต่ละเครื่องจะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่บอบบาง ซึ่งได้รับการออกแบบให้อยู่ในสภาพที่ไวต่อการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ฝุ่น ความร้อน สิ่งสกปรกภายในเครื่องชั่งอาจจะทำให้เครื่องชั่งทำงานผิดปกติได้ ดังนั้นสถานที่สำหรับติดตั้งเครื่องชั่งจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มีแสงสว่างพอเหมาะ อากาศถ่ายเทได้ดี แต่ต้องไม่มีกระแสลม เป็นต้น การใช้เครื่องชั่งให้ถูกต้องจึงมีปัจจัยด้วยกันหลายประการ ดังนี้

โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง

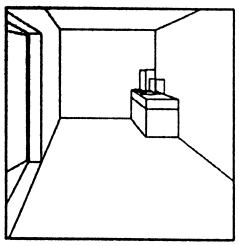
- พื้นโต๊ะจะต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่ยุบตัวหรือเอียงได้ง่ายเมื่อมีการใช้งาน ตัวอย่างเช่น พื้นโต๊ะที่ทำมาจากหิน และไม่ควรใช้แผ่นเหล็กทำเป็นพื้นโต๊ะเครื่องชั่ง เพราะมีโอกาสที่แผ่นเหล็กจะกลายเป็นแม่เหล็กได้

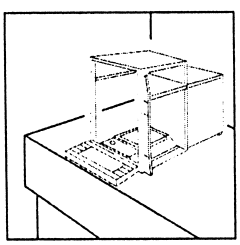
ห้องวางเครื่องชั่ง

- ควรมีประตูเข้า - ออกเพียงด้านเดียว เพื่อป้องกันกระแสลมและฝุ่นละออง

- ควรมีหน้าต่างให้น้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดและความร้อนจากภายนอก

- บริเวณมุมห้องจะเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเครื่องชั่ง เนื่องจากเป็นจุดที่แข็งแรงที่สุดของอาคารที่ได้รับผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนน้อยที่สุด

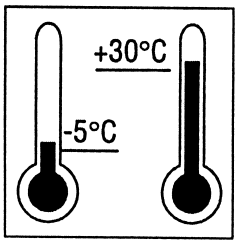




อุณหภูมิ

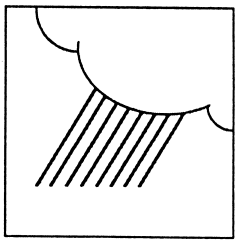
- อุณหภูมิห้องควรมีค่าคงที่ เพราะเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปอาจจะทำให้ผลการชั่งน้ำหนักผิดไปได้ เช่น 1-2 ppm / 1˚c ทั้งนี้ขึ้นกับข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต

- ไม่ควรทำการชั่งน้ำหนักใกล้แหล่งกำเนิดความร้อน



ความชื้น

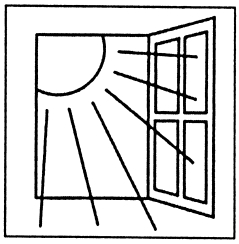
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญมากสำหรับเครื่องชั่งที่มีความละเอียดมากควรอยู่ระหว่าง 45% - 60%



แสงแดด

- บริเวณที่วางโต๊ะเครื่องชั่งต้องไม่มีแสงแดดส่องถึง

- การติดตั้งหลอดไฟฟ้าควรห่างจากเครื่องชั่งพอสมควร เพื่อหลีกเลี่ยงการถูกรบกวนจากการแผ่ความร้อน โดยเฉพาะหลอดไส้ทังสเตนที่มีการแผ่ความร้อนออกมาสูง ดังนั้นควรเลือกใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ซึ่งมีผลกระทบที่น้อยกว่า

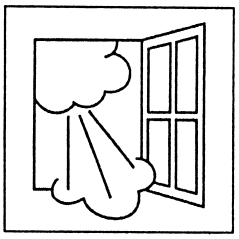


อากาศ

- ไม่ควรทำการชั่งน้ำหนักในบริเวณที่ใกล้เครื่องปรับอากาศหรือเครื่องมือที่มีกระแสลมพัด

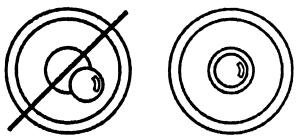
- หลีกเลี่ยงการชั่งน้ำหนักใกล้กับอุปกรณ์แผ่ความร้อน เพราะจะมีกระแสลมที่เกิดจากความร้อน

- ไม่ควรทำการชั่งน้ำหนักใกล้บริเวณทางเข้า - ออกของประตู



การปรับเครื่องชั่งให้อยู่ในแนวระนาบ

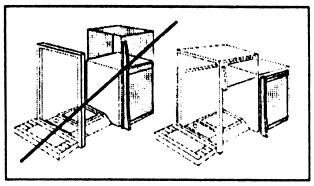
- ก่อนใช้เครื่องชั่งควรตรวจสอบดูว่า “ระดับลูกน้ำ” อยู่ตรงกลางของระดับน้ำหรือไม่ หากไม่อยู่ตรงกลาง ควรทำการปรับระดับ (ส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณขาตั้งด้านหลังของเครื่องชั่ง) ก่อนทุกครั้ง แล้วจึงทำการปรับตั้ง (Cal) เครื่องชั่งก่อนการใช้งาน

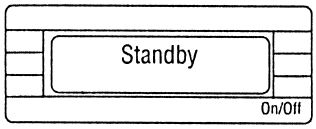


กรอบกำบังลม

- ในการใช้เครื่องชั่งละเอียดควรมีกรอบกำบังลมครอบจานเครื่องชั่งเพื่อป้องกันการรบกวนของกระแสลมและฝุ่นละออง

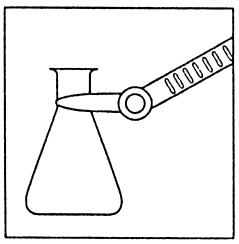
- ไม่ควรเปิดกรอบกำบังลมกว้างเกินความจำเป็น





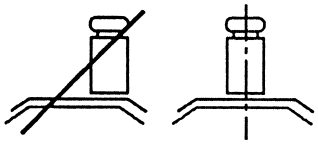
การเปิด – ปิดเครื่องชั่ง

- เครื่องชั่งที่มีการใช้งานอยู่เป็นประจำควรเสียบปลั๊กเครื่องชั่งตลอดเวลา เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรทำการปรับเครื่องชั่งให้อยู่ที่ Standby (เพื่อให้เกิดความสมดุลทางความร้อนในเครื่องชั่ง)
- หลังจากเสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เครื่องชั่งแล้ว ควรทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีก่อนใช้งาน
- ควรทำการ Pre Load ด้วยตุ้มน้ำหนัก เพื่อกระตุ้นการใช้งานของเครื่องชั่งทุกครั้ง



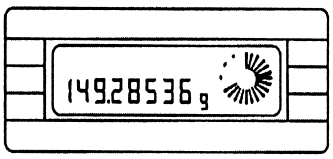
ภาชนะใส่สารชั่งน้ำหนัก

- ใช้ภาชนะชั่งน้ำหนักที่เล็กที่สุด
- หลีกเลี่ยงภาชนะชั่งน้ำหนักที่ทำด้วยพลาสติก เพราะภาชนะพลาสติกเกิดไฟฟ้าสถิตได้ง่ายและถ้าความชื้นต่ำกว่า 30%-40% สำหรับภาชนะที่ทำจากแก้วจะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้เช่นกัน ซึ่งจะทำให้ผลการชั่งคลาดเคลื่อน
- ของที่นำมาชั่งควรมีอุณหภูมิเดียวกับสภาวะแวดล้อม เพราะผลต่างของอุณหภูมิจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนจากค่าจริง
- ไม่ควรใช้มือเปล่าจับภาชนะใส่สารโดยตรงก่อนวางบนเครื่องชั่ง เพราะอาจจะทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งทำให้ผลการชั่งคลาดเคลื่อนเช่นกัน



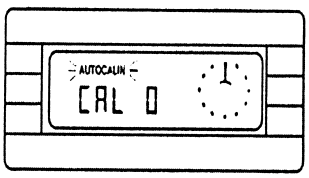
การวางน้ำหนักบนจานเครื่องชั่ง

- ควรวางสิ่งที่ต้องการชั่งให้อยู่ตำแหน่งตรงกลางจานชั่ง
- ในกรณีเครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูง หากมีการหยุดใช้งานเกินกว่า 30 นาที ควรทำการ Pre Load ด้วยตุ้มน้ำหนัก ก่อนการชั่งน้ำหนักจริง



การอ่านค่า

- ตรวจสอบก่อนการวางน้ำหนักบนจานเครื่องชั่งว่าเครื่องชั่งแสดงค่าเป็น “0” หรือไม่ ถ้าหากว่าไม่เป็น “0” ควรมีการปรับค่าให้เป็น “0” ก่อนการใช้งานทุกครั้ง (เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด zero error)
- ปรับตัวตรวจสอบความเสถียรให้เป็นแบบอัตโนมัติ ถ้าสัญลักษณ์ของตัวตรวจสอบความเสถียรหายไป จึงจะเริ่มทำการอ่านค่าได้



การปรับตั้งเครื่องชั่ง

การปรับตั้งเครื่องชั่งเป็นขั้นตอนการปฏิบัติที่สำคัญและจำเป็นต่อการใช้งานให้มีวิถีทางการอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นผู้ใช้เครื่องชั่งควรมีการปรับตั้งเครื่องชั่งเป็นประจำก่อนการใช้งานทุกวันหรือเมื่อมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

- เมื่อทำการติดตั้งเครื่องชั่งครั้งแรก
- มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่วางเครื่องชั่ง
- มีการปรับระดับเครื่องชั่งใหม่
- ผลการชั่งน้ำหนักมีความผิดพลาดจากเดิมที่เคยปรับตั้งไว้
- สภาวะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเครื่องชั่งมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความดันอากาศ

แม้ว่าเครื่องชั่งได้รับการออกแบบและสร้างให้ค่าน้ำหนักชี้บอกแปรผันตรงกับค่าน้ำหนักจริงที่ชั่ง แต่การชี้บอกค่าน้ำหนักนั้นอาจคลาดเคลื่อนได้ การปรับตั้งคือการปรับให้เครื่องชั่งชี้บอกค่าน้ำหนักได้อย่างถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยให้เครื่องชั่งรับรู้ค่าน้ำหนักที่ถูกต้องและบันทึกลงในหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งที่น้ำหนักที่ซึ่งเป็นศูนย์ (zero reading) และตำแหน่งที่มีค่าน้ำหนักที่ระบุอื่นใดอีกตำแหน่งหนึ่ง

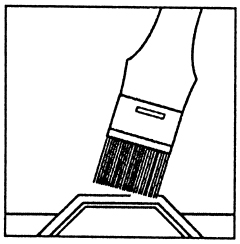
ปัจจุบันการปรับตั้งเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกมีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. การปรับตั้งด้วยตุ้มน้ำหนักภายในเครื่องชั่ง (internal calibration)
2. การปรับตั้งด้วยตุ้มน้ำหนักจากภายนอกเครื่องชั่ง (external calibration)

การปรับตั้งเครื่องชั่งจึงจำเป็นต้องใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานสำหรับปรับตั้งเครื่องชั่ง (calibration weight) โดยเครื่องชั่งแต่ละเครื่องจำเป็นต้องใช้ calibration weight ตามขนาดที่ระบุในคู่มือการใช้เครื่องชั่ง (พบว่ามักมีค่าใกล้เคียงกับ capacity ของเครื่องชั่งและค่าความคลาดเคลื่อนของ calibration weight จะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความละเอียดของเครื่องชั่ง) และจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการปรับตั้งที่ระบุในคู่มือการใช้เครื่องชั่งนั้น

การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องชั่ง

- ดูแลรักษาเครื่องชั่งให้สะอาดอยู่เสมอ
- ใช้ภาชนะชั่งน้ำหนักที่สะอาดเท่านั้นสำหรับชั่งน้ำหนัก



เอกสารอ้างอิง

Mettler-Toledo AG. **Weighing the right way with mettler toledo**. The proper way to work with electronic analytical and microbalances. Greifense : Mettler-Toledo AG n.d. 20 p.

Weyhe, Stephan. **Weighing technology in the laboratory : technology and applications.** Gottingen : Sartorius AG., 1997. 71 p.

หลักการ ในการจัดทำห้องสะอาด (Cleanroom) สำหรับอุตสาหกรรม

อังสนา ฉั่วสุวรรณ์

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเทคโนโลยีชั้นสูงมาใช้ในอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งอุตสาหกรรมบางประเภทจำเป็นจะต้องใช้สภาวะแวดล้อมที่สะอาดในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ดังนั้นเทคโนโลยีทางด้านห้องสะอาด (cleanroom technology) จึงถูกนำมาเกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศเพื่อใช้ควบคุมสภาวะแวดล้อมสำหรับห้องสะอาด เช่น การควบคุมปริมาณอนุภาคภายในห้อง ซึ่งมีหลายชนิดปนเปื้อนอยู่ เช่น ก๊าซ อนุภาคของแข็ง ละอองของเหลว และจุลินทรีย์ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความดัน ระดับเสียง

ห้องสะอาด (cleanroom) หมายถึง ห้องที่ได้รับการปรับสภาวะอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ความดัน และติดตั้งระบบกรองอากาศเป็นพิเศษ ให้สะอาดปราศจากฝุ่นในระดับจุลภาคหรือจุลชีพ ซึ่งมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 ไมครอน จุลภาคดังกล่าว เช่น ควันน้ำมัน ควันบุหรี่ และควันอื่นๆ ฝุ่นในบรรยากาศที่ไม่ตก แบคทีเรีย และไวรัสบางชนิด

ลักษณะพื้นฐานของห้องสะอาดคือ

1. ป้องกันอนุภาคจากภายนอกเข้าไปในห้องสะอาด ดังนี้
   - ตัวกรองที่มีประสิทธิภาพสูงที่ใช้ในห้องสะอาดต้องไม่ปล่อยอนุภาคออกมา
   - ควบคุมความดันในห้องให้คงที่
   - วัสดุและเครื่องมือที่จะนำเข้าห้องสะอาดต้องทำความสะอาดก่อน
   - บุคคลที่จะเข้าห้องสะอาดต้องทำความสะอาดร่างกาย เปลี่ยนเสื้อผ้า และรองเท้าก่อน
2. ป้องกันการสร้างหรือผลิตอนุภาคและมลสารภายในห้องสะอาด ดังนี้
   - บุคคลที่อยู่ในห้องสะอาดต้องสวมเครื่องแต่งกายชนิดที่ปราศจากอนุภาค
   - วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในห้องสะอาดต้องไม่ผลิตอนุภาค
   - ไม่เคลื่อนย้ายวัสดุและเครื่องมือต่างๆ โดยไม่จำเป็น
   - ไม่นำสิ่งของที่ไม่จำเป็นหรือไม่ใช้เข้าไปในห้องสะอาด
3. ป้องกันการสะสมอนุภาคและมลสารภายในห้องสะอาด ดังนี้
   - มีโปรแกรมการทำความสะอาดเป็นประจำและสม่ำเสมอ
   - ท่อหรือสายต่างๆ ที่ต่อในห้องต้องจัดวางอย่างมิดชิด
   - เครื่องมือและบริเวณโดยรอบที่วางเครื่องมือต้องง่ายต่อการทำความสะอาด
4. หากมีอนุภาคและมลสารเกิดขึ้นภายในห้องสะอาดต้องรีบกำจัดออกทันที ดังนี้
   - เพิ่มอัตราการถ่ายเทอากาศเมื่อมีอนุภาคเข้าไปในห้อง
   - ปรับอัตราการไหลของอากาศให้เหมาะสม
   - วัสดุและเครื่องมือควรอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดอนุภาค

มาตรฐานที่ใช้เกี่ยวกับห้องสะอาดได้แก่ มาตรฐานการปนเปื้อนของพื้นที่ควบคุม (Standard for Contamination Control Area) ซึ่งสำคัญและนิยมใช้กันทั่วไปมีดังนี้

1. U.S. Federal Standard : FS 209E,1992 : Airborne Particulate Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones. ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา และได้กำหนดระดับความสะอาดสูงสุดไว้คือ Class 1 ซึ่งจะมีอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปจำนวน 1 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต

2. British Standard : BS 5292,1989 : Environmental Cleanliness in Enclosed Spaces. ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศอังกฤษ และได้กำหนดระดับความสะอาดสูงสุดไว้คือ Class C ซึ่งจะมีอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 ไมครอนขึ้นไปจำนวน 100 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

3. German Standard : VDI 2083 part1,1990 : Clean Room Engineering-Fundamentals, Definitions and Determination of Cleanliness Classes. ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศเยอรมันและได้กำหนดระดับความสะอาดสูงสุดไว้คือ Class 0 ซึ่งจะมีอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 ไมครอน ขึ้นไปจำนวน 14 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

4. Japanese Standard : JIS B 9920,1989 : Measuring Methods for Airborne Particles in Clean Rooms and Evaluating Methods for Air Cleanliness of Clean Rooms. ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นและได้กำหนดระดับความสะอาดสูงสุดไว้คือ Class 1 ซึ่งจะมีอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปจำนวน 0.35 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

5. ISO Standard : ISO14644-1,1999 : Cleanrooms and Associated controlled environments, Part1: Classification of air cleanliness. ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล ได้กำหนดระดับความสะอาดสูงสุดไว้คือ ISO1 ซึ่งจะมีอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1 ไมครอนขึ้นไปจำนวน 10 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร

การเปรียบเทียบระดับความสะอาดของห้องสะอาดตามมาตรฐานต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐานระดับความสะอาดสำหรับห้องสะอาด

Country	**USA**		**British**	**Germany**	**Japan**	
Guide-lines (Issue)	**FS 209E** **SI**[1]	**Engl.**[2]	**BS 5295**[3]	**VDI 2083**[4] **Sheet 1**	**JIS B 9920**[5]	**ISO 14644-1**[6]
					1	1
				0	2	2
Cleanliness class	M1.5	1	C	1	3	3
	M2.5	10	D	2	4	4
	M3.5	100	E	3	5	5
	M4.5	1000	G	4	6	6
	M5.5	10000	J	5	7	7
	M6.5	100000	K	6	8	8
			M	7		9

1 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์เมตร
2 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์ฟุต
3 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์ฟุต
4 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.1 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์เมตร
5 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.1 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์เมตร
6 : การวัดจำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปต่อลูกบาศก์เมตร

จากตารางถึงแม้แต่ละประเทศจะกำหนดมาตรฐานต่างกัน แต่ระดับความสะอาดของแต่ละมาตรฐานเท่าเทียมกันหรือใกล้เคียงกัน เช่น ห้องสะอาดตามมาตรฐาน US Federal Standard 209E, 1992 ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลาย มีรายละเอียดดังนี้

1. Class 1 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 35.3 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (1 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

2. Class 10 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 353 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (10 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

3. Class 100 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 3,530 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

4. Class 1000 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 35,300 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (1000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

5. Class 10000 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 353,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (10000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

6. Class 100000 : จำนวนอนุภาคขนาดตั้งแต่ 0.5 ไมครอนขึ้นไปที่นับได้ต้องไม่เกิน 3,530,000 อนุภาคต่อลูกบาศก์เมตร (100000 อนุภาคต่อลูกบาศก์ฟุต)

อย่างไรก็ตามการสร้างห้องสะอาดไม่ได้คำนึงถึงปริมาณอนุภาคในห้องสะอาดเพียงอย่างเดียว ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานด้วย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตรฐานFederal Standard 209E, 1992

Class	อนุภาค		ความดันภายในห้อง (มม. น้ำ)	อุณหภูมิ (°C)	% ความชื้นสัมพัทธ์	ปริมาตรหมุนเวียนอากาศ	ความเข้มของการส่องสว่าง (ลักซ์)
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมครอน)	จำนวนอนุภาคใน 1 ลบ.ฟุต					
100	≥ 0.5	≤ 100	> 1.25	19.4 - 25 ± 2.8	30 - 45 ± 10	Lamination Flow 0.45 ± 0.1 m/s Convention Flow ≥ 20 ครั้งต่อ ชม.	1080-1620
1000	≥ 0.5 ≥ 5.0	≤ 1000 ≤ 7					
10000	≥ 0.5 ≥ 5.0	≤ 10000 ≤ 65					
100000	≥ 0.5 ≥ 5.0	≤ 100000 ≤ 700					

โดยทั่วไปห้องสะอาดสามารถแบ่งตามลักษณะการหมุนเวียนของอากาศภายในห้องได้ 3 แบบ ดังนี้

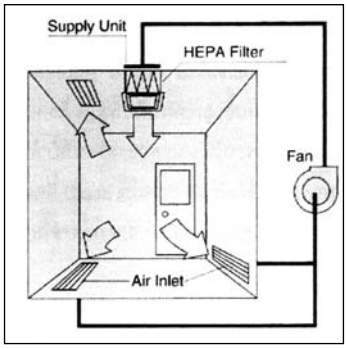
1. แบบเทอร์บูเลนท์ (Turbulent Mixed Flow) ห้องสะอาดแบบนี้มีลักษณะการหมุนเวียนอากาศคล้ายกับระบบปรับอากาศทั่วไป เพียงแต่เพิ่มการกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เพิ่มตัวกรอง HEPA (HEPA Filter) และเพิ่มจำนวนครั้งของการเปลี่ยนอากาศ เพื่อลดความสกปรกในห้อง โดยห้องสะอาดแบบนี้จะจัดอยู่ใน Class 1000 ถึง 100000 ค่าก่อสร้างไม่สูงมาก ค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำกว่าประเภทอื่น การบำรุงรักษาทำได้ง่าย ดังรูปที่ 1

2. แบบการหมุนเวียนอากาศชนิดลามินาร์ในแนวนอน (Horizontal Laminar Flow, Cross Flow) ห้องสะอาดแบบนี้มีหลายรูปแบบ เช่น U-Shape Design, W- Shape Design, C-Shape Design, L-Shape Design ลักษณะการหมุนเวียนอากาศขึ้นกับการออกแบบว่าเป็นลักษณะใด โดยภาพรวมอากาศจะถูกส่งผ่านตัวกรอง HEPA ด้วยความเร็วคงที่เข้ามาในห้อง และถูกดูดกลับเข้าตัวกรองซึ่งอยู่อีกด้านหนึ่ง โดยห้องสะอาดแบบนี้จะจัดอยู่ใน Class 100 ถึง 1000 มักใช้ในงานทางชีววิทยา เช่น ห้องผ่าตัด อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และห้องทดลองทั่วไป ค่าก่อสร้างสูง ค่าใช้จ่ายในการใช้งานสูง การบำรุงรักษาทำได้ง่าย ดังรูปที่ 2

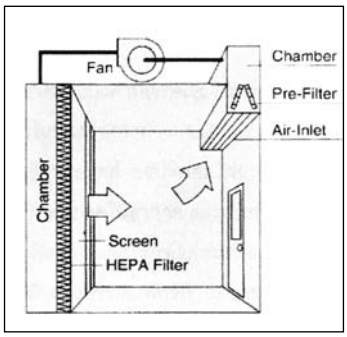
3. แบบการหมุนเวียนอากาศชนิดลามินาร์ในแนวดิ่ง (Vertical Laminar Flow,Down Flow) ห้องสะอาดแบบนี้จะติดตั้งตัวกรอง HEPA เต็มเพดานห้องและจะมีการหมุนเวียนอากาศ จากเพดานผ่านตัวกรอง HEPA ในแนวดิ่งด้วยความเร็วคงที่ ลงสู่พื้นห้องที่ยกสูงขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง และมีลักษณะเป็นตะแกรงให้อากาศถูกดูดกลับเข้าตัวกรอง ซึ่งจะทำให้ห้องสะอาดแบบนี้มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด เป็นลักษณะของห้องสะอาดที่ดีที่สุด เหมาะสำหรับห้องสะอาดที่ Class ต่ำกว่า 100 มักใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสารกึ่งตัวนำ และอุตสาหกรรมผลิตสารกึ่งตัวนำขนาดเล็กมากจำพวก VSLI ค่าก่อสร้างสูง ค่าใช้จ่ายในการใช้งานสูง การบำรุงรักษาทำได้ง่าย ดังรูปที่ 3

นอกจากนี้ห้องสะอาดยังแบ่งตามลักษณะงานหรือลักษณะอุตสาหกรรมได้ 2 ประเภท ดังนี้

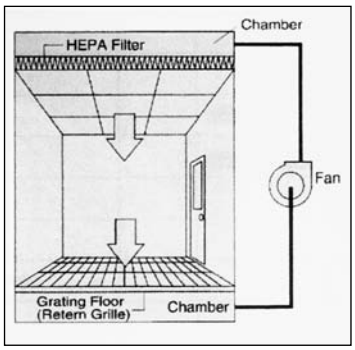
1. ห้องสะอาดที่ใช้ในอุตสาหกรรม (industrial cleanrooms) เป็นห้องสะอาดที่ใช้ในอุตสาหกรรมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ นาโนอิเล็กทรอนิกส์ ออปติคอลไฟเบอร์ การพิมพ์ การผลิตฟิล์มถ่ายรูป คอมพิวเตอร์ ซึ่งหลักการจะเน้นที่การกำจัดอนุภาคในอากาศ และการควบคุมสภาวะต่างๆ ภายในห้องให้เหมาะสม กับลักษณะงาน กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เช่น ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไป อาจทำให้ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เกิดสนิม แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำไป อาจทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตในชิ้นส่วนนั้นได้ ความดันในห้องสะอาดควรเป็นบวกเสมอ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากอนุภาคภายนอก ระดับชั้นความสะอาดของห้องจะต่างกัน ขึ้นกับประเภทของอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 1 ห้องสะอาดแบบเทอร์บูเลนท์



รูปที่ 2 ห้องสะอาดแบบการหมุนเวียนอากาศชนิดลามินาร์ในแนวนอน



รูปที่ 3 ห้องสะอาดแบบการหมุนเวียนอากาศชนิดลามินาร์ในแนวดิ่ง

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของประเภทอุตสาหกรรมและระดับชั้นความสะอาดของห้องที่ใช้

ประเภทอุตสาหกรรม	ระดับชั้นความสะอาด(cleanliness class) ตามมาตรฐาน U.S. Fed. Std. 209E			
	Class 100	Class 1000	Class 10000	Class 100000
ผลิต IC				
ประกอบ IC				
ผลิตสารกึ่งตัวนำ				
ประกอบสารกึ่งตัวนำ				
ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์				
คอมพิวเตอร์				
ดาวเทียม				
เครื่องวัดการบิน				
อุปกรณ์ไฮดรอลิก				
เครื่องจักรความเร็วสูง				
เครื่องพิมพ์ที่มีความละเอียดสูง				
เครื่องจักรประสิทธิภาพสูง				
เครื่องจักษุ				
ฟิล์ม				
ห้องซักผ้าปราศจากฝุ่น				

2. ห้องสะอาดที่ใช้ในงานทางชีววิทยา (Biological Cleanrooms) เป็นห้องสะอาดที่ใช้ในอุตสาหกรรมด้านชีววิทยาต่างๆ (เช่น การผลิตยา อาหาร) ห้องผ่าตัด ห้องไอซียู หอผู้ป่วยที่มีระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอในโรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ซึ่งห้องสะอาดแบบนี้จะเน้นที่การควบคุมจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานสำหรับห้องสะอาดประเภทนี้โดยเฉพาะ ส่วนใหญ่อ้างอิงมาตรฐานขององค์การนาซา (NASA)

ห้องสะอาดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมในเรื่องกระบวนการผลิตพื้นฐานที่ต้องการเพิ่มผลผลิต ลดการสูญเสียระหว่างการผลิต ช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ลดต้นทุน และสินค้าที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพดี สม่ำเสมอ ซึ่งปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อสิ่งเหล่านี้คือ อนุภาคที่สามารถมองเห็นและไม่สามารถมองเห็น การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการควบคุมต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมของห้องสะอาดสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทด้วย ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดปริมาณของเสียได้อย่างคุ้มค่า

เอกสารอ้างอิง

Kozicki, **M.N.**, Hoenig, S.A.; and Robinson, P.J. **Cleanrooms, facilities and practices**. New York : Van Nostrand Reinhold, 1990, p.1-71.

Matts Ramstorp. **Introduction to contamination control and cleanroom technology.** Weinheim : Wiley, 2000, p.61-76.

Takasago Thermal Engineering. **Clean room.** Chiyoda-ku : Tokyo, 1996, p.1-6,12.

Whyte, W. **Cleanrooms design.** Chichester : Wiley, 1999, p.27-35, 46.

สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย. **ห้องสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม.** กรุงเทพฯ : ออฟเซ็ทครีเอชั่น, 2521. หน้า 5-18.

การจัดทำเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่
(A New International Standard Book Number System)

พรรณดาว รัตชะกาวร

ปัจจุบันนี้มีปริมาณสิ่งพิมพ์เพิ่มขึ้นอย่างมากมายอย่างไม่หยุดยั้ง ห้องสมุดและสำนักพิมพ์ทั่วโลกจำเป็นจะต้องมีเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ (International Standard Book Number มีชื่อย่อว่า ISBN) ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ปัญหาสำคัญที่กำลังจะเผชิญคือ ความต้องการใช้เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือที่มีเพิ่มขึ้นและจะทำให้เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือที่มีอยู่ไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้การจัดทำเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่จึงเข้ามามีบทบาทในวงการห้องสมุดและสำนักพิมพ์ เพื่อรองรับการใช้เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือที่เพิ่มขึ้นและให้มีความสามารถในการจัดการปริมาณสิ่งพิมพ์ที่เพิ่มขึ้นจากทั่วโลก

เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ หมายถึง เลขรหัสสากลที่กำหนดขึ้นใช้ ตามมาตรฐาน ISO 2108: 2005 - Information and documentation - International Standard Book Number (ISBN) เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 4 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ของสิ่งพิมพ์แต่ละชื่อเรื่อง ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องในการจัดการข้อมูลของสิ่งพิมพ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ทั้งส่วนของห้องสมุดในด้านการสั่งซื้อและการจัดการทางเทคนิคตลอดจนการบริการ และส่วนสำนักพิมพ์ในด้านการจำหน่ายและการควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นต้น

คณะอนุกรรมการกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับงานเทคนิคของห้องสมุดและแหล่งบริการสารสนเทศ (TC 46/SC 9: Identification and description) ในคณะกรรมการวิชาการคณะที่ 46 (Information and documentation) ภายใต้องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (international Organization for Standard มีชื่อย่อว่า ISO) ได้หาทางออกก่อนที่เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบเก่า 10 หลักจะหมดลง โดยจะดำเนินการใช้ ISO 2108: 2005 - Information and documentation - International Standard Book Number ระบบใหม่ จำนวน 13 หลัก ตั้งแต่ 1 มกราคม 2550 เป็นต้นไป

สาระสำคัญในมาตรฐาน ISO 2108: 2005 (ISBN ระบบใหม่) ที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่างๆ คือการใช้ ISBN 13 หลัก การใช้ร่วมกับระบบมาตรฐานสากล European Article Number (EAN) System 13 หลัก ซึ่งเป็นระบบบาร์โค้ด (Barcode) ของสิ่งพิมพ์เพื่อเชื่อมโยงกับระบบการค้าสิ่งพิมพ์ทั่วโลก สำนักพิมพ์ต้องทำรายละเอียดของสิ่งพิมพ์ทุกรายการ (Metadata) ในระบบใหม่ เพื่อส่งให้สำนักหอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากร กรณีในประเทศไทย กรณีในประเทศอื่นๆ ให้ส่งรายละเอียดของสิ่งพิมพ์ให้แก่หน่วยงานที่กำหนดเลข ISBN ของประเทศนั้นๆ (ISBN Agency) และแปลงเลขให้เป็น 13 หลัก ในส่วนของห้องสมุดนั้น ห้องสมุดต้องเตรียมรองรับระบบใหม่ใส่ในระบบฐานข้อมูล มีทั้ง ISBN 10 หลัก และ ISBN 13 หลัก เพื่อการสืบค้นบัตรรายการแต่ละสิ่งพิมพ์

โครงสร้างของระบบเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ (ISBN) ประกอบด้วยกลุ่มตัวเลข 13 หลัก ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนมีการแบ่งตัวเลขด้วยการเว้นวรรค 1 วรรคหรือเครื่องหมาย - (hyphens) ก็ได้เช่น

ISBN 978 974 92890 1 3 หรือ

ISBN 978-974-91124-2-3

1 Prefix element เป็นส่วนที่นำหน้าด้วยตัวเลข 978 ซึ่งเป็นรหัสบาร์โค้ดของรหัส EAN

2 Registration group element เป็นส่วนที่แสดงกลุ่มโดยแบ่งกลุ่มประเทศตามภาษาหรือตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ซึ่ง 974 เป็นรหัสกลุ่มประเทศของประเทศไทย

3 Registration element เป็นส่วนที่แสดงสำนักพิมพ์ที่ขอรับเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ

4 Publication element เป็นส่วนที่เป็นตัวเลขประจำสิ่งพิมพ์ที่สำนักพิมพ์ผลิตออกมา

5 Check digit เป็นส่วนที่เป็นตัวเลขตรวจสอบที่มาจากการคำนวณเลข 12 หลักแรก เพื่อไว้สอบทานความถูกต้อง รหัสตรวจสอบมีหมายเลข 0 ถึง 9 และ X (อักษรโรมันที่หมายถึง 10)

โครงสร้างของระบบมาตรฐานสากล EAN 13 หลักที่ใช้ทั่วโลกประกอบด้วยโค้ดระบบสองหรือสามหลักแรก ตามด้วยโค้ดประเทศเก้าหรือสิบหลักต่อมา และปิดท้ายด้วยเลขตรวจสอบหนึ่งหลัก ดังภาพล่าง

European Article Number: 1646265651114 จะแสดงบนบาร์โค้ดโดยไม่ต้องใส่เครื่องหมายยติภังค์ (-)

ประเภทของสิ่งพิมพ์ที่อยู่ในขอบเขตของการให้เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือแบ่งออกเป็นสิ่งตีพิมพ์ (Printed materials) และสิ่งไม่ตีพิมพ์ (Non-printed materials) ดังนี้

สิ่งตีพิมพ์ (Printed materials) เช่น หนังสือทั่วไป หนังสือประจำปี หนังสือการ์ตูน คู่มือ เทปและแผนที่แผ่น เป็นต้น

สิ่งไม่ตีพิมพ์ (Non-printed materials) เช่น วิดีโอ ซีดี ดีวีดี ไมโครฟอร์ม และซอฟต์แวร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

การขอเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ ในการทำรายชื่อสิ่งพิมพ์ใหม่ในประเทศไทยตามกำหนดเลขมาตรฐานสากลนี้ สำนักหอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากรมีหน้าที่ออกเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือและได้มีการรวบรวมจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูล สำนักหอสมุดแห่งชาติ ขอความร่วมมือจากผู้ประสงค์ขอเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ กรอกข้อมูลจำนวน 11 รายการ ข้างล่างนี้

1. ผู้แต่ง (Author)
2. ชื่อเรื่อง (Title)
3. ครั้งที่พิมพ์ (Edition)
4. ผู้จัดพิมพ์ (สำนักพิมพ์/โรงพิมพ์/หน่วยงาน) และที่อยู่ (Publisher's name and address) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมทั้งโทรศัพท์ (Tel) โทรสาร (Fax) อีเมล์ (email) และเว็บไซต์ (Website)
5. ปีที่พิมพ์ (Year)
6. จำนวนหน้า (Page)
7. ราคา (Price/baht)
8. จำนวนที่จัดพิมพ์ (Copies)
9. ประเภทของสิ่งพิมพ์ (Type of Publication)
   □ หนังสือ (Book) □ ซีดีรอม (CD-ROM) □ ซอฟท์แวร์ (Software)
   □ แผนที่ (Map) □ อื่นๆ (Others)
10. ผู้จัดจำหน่าย และที่อยู่ (Distributer's name and Address) โทรศัพท์ (Tel) โทรสาร (Fax) อีเมล์ (email) และเว็บไซต์ (Website)
11. จำนวนที่คาดว่าจะจัดพิมพ์ต่อปี (Estimated number of titles per year)

ทั้งนี้ให้ส่งข้อมูลไปที่ กลุ่มงานคัดเลือกและประเมินคุณภาพทรัพยากรห้องสมุด สำนักหอสมุดแห่งชาติ Fax: 0-2281-5450, 0-2628-5175 โดยสอบถามเลขที่ขอได้ภายใน 30 นาที ที่โทรศัพท์ 0-2281- 5212-3 ต่อ 117 หรือ 0-2282-3808-9 หรือส่งข้อมูลทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ Website: www.nlt.go.th E-mail address: isbn@nlt.go.th

การพิมพ์เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ 2 แห่งคือ มุมล่างขวาที่ด้านนอกของปกหลัง หากมีใบหุ้มปก ต้องพิมพ์ตรงมุมล่างขวาที่ด้านนอกของใบหุ้มปกหลังด้วยและด้านหลังของหน้าในหรือด้านหลังของชื่อเรื่อง

ห้องสมุดและสำนักพิมพ์ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมทั้งผู้สนใจขอเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือทั่วไปต้องเตรียมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่ที่กำลังจะมีผลใช้ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2550 เป็นต้นไป เพื่อให้การบริการฐานข้อมูลของห้องสมุดและการจำหน่ายสิ่งพิมพ์ของสำนักพิมพ์หรือร้านจำหน่ายสิ่งพิมพ์ รวมทั้งการขอใช้เลขมาตรฐาน

สากลประจำหนังสือของผู้สนใจทั่วไป รองรับการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติหน้าที่ให้เข้ากับสังคมสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงและให้เป็นไปตามเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่ในครั้งนี้ การจัดทำเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือระบบใหม่จะเป็นการยกระดับสิ่งพิมพ์ให้เข้าสู่ระบบการค้าสากลมากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของโลกให้มั่นคงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization. Information and documentation : International standard book number (ISBN). ISO 2108.2005. **[Online]** [Cite dated 28 July 2006.] Available to http://ww.w.iso.org/iso/en/?CatalogueDetailPage. CatalogueDetail CSNUMBER=36563&scopelist= ALL &showrevision=y.

_____. Information and Documentation-Identification and Description. ISO TC 45/SC9 **[Online]** [Cite dated 28 July 2006] Available to : http://www.lac-bac.gc.ca/iso/tc46sc9/index.htm.

Wikimedia Foundation. European article number-wikipedia, the free encyclopedia. **[Online]** [Cite dated 31 August 2006] Available to : http://en.wikipedia.org/wiki/European Article Number

สัมภาษณ์เรื่องการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ ทดสอบ สอบเทียบ ด้าน ฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ สอบเทียบ สมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ เชิงกล และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ให้แก่ส่วนราชการ เอกชน และประชาชนทั่วไป มาเป็นเวลานานแล้ว เพื่อให้ทราบเรื่องการส่งตัวอย่างและการให้บริการด้านต่างๆ ในวารสารฉบับนี้ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดย นางธารทิพย์ เกิดในมงคล จึงได้ขอสัมภาษณ์ คุณธิดา เกิดกำไร ผู้อำนวยการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ สอบเทียบ สมบัติทางฟิสิกส์

นางสาวธิดา เกิดกำไร
ผู้อำนวยการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

ธารทิพย์ : โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมมีบริการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบกี่ประเภท อะไรบ้าง

ธิดา : โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมมีงานบริการวิเคราะห์ทดสอบแบ่งเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ยาง/พลาสติก ผลิตภัณฑ์ทั่วไป ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า วัสดุก่อสร้าง เยื่อและกระดาษ สารมลพิษในสิ่งแวดล้อม และมีงานบริการสอบเทียบ แบ่งเป็น 7 สาขา คือ มวลและเชิงกล ความยาวและมิติ ความดัน อุณหภูมิ วัสดุอ้างอิงทางฟิสิกส์และทางเคมี ไฟฟ้า แรงกดและแรงดึง

ธารทิพย์ : ขอให้ยกตัวอย่างบริการวิเคราะห์ทดสอบ ที่สามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็ว

ธิดา : บริการทดสอบที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็วส่วนใหญ่จะเป็นการทดสอบที่มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างไม่ยุ่งยากและในวิธีทดสอบนั้นไม่ได้กำหนดเวลาให้ปรับสภาพตัวอย่างหรือต้องบ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลานานมาก เพราะส่วนใหญ่ที่เสียเวลามากมาจากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ปรับสภาพตัวอย่าง หรือบ่มตัวอย่าง ซึ่งนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเช่นกัน หากเตรียมตัวอย่างไม่เป็นไปตามที่วิธีทดสอบกำหนด แม้มีเครื่องมือที่ทันสมัยเพียงใด ก็ไม่สามารถให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องได้เลย สำหรับรายการที่ทำได้รวดเร็วมากในขณะนี้ เช่น การสอบเทียบตระแกรงทดสอบ การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น การทดสอบแรงดึงของวัสดุต่างๆ ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี วัสดุสะท้อนแสง ตัวอย่างเหล่านี้แม้จะมีผู้ส่งตัวอย่างมามาก แต่ก็สามารถออกรายงานผลการทดสอบให้ลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

ธารทิพย์ : บริการวิเคราะห์ทดสอบ ที่สามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็วมีขั้นตอนอย่างไร

ธิดา : ขั้นตอนการทำงานวิเคราะห์ทดสอบ ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกัน ในกรณีที่ส่งมาทดสอบหรือสอบเทียบเป็นกรณีปกติคือ ต้องมาเข้าคิว คือใครส่งตัวอย่างมาก่อนก็ทำให้ก่อนหรืออาจทำได้พร้อมกันถ้าจังหวะพอเหมาะพอดี ก็สามารถทำไปพร้อมๆ กันกับตัวอย่างที่ส่งมาก่อน ในกรณีนี้จะได้ผลเร็วขึ้น แต่มีอีกกรณีหนึ่ง ถ้าผู้ส่งตัวอย่างต้องการผลการทดสอบหรือสอบเทียบอย่างเร่งด่วน ทางห้องปฏิบัติการก็สามารถจะลัดคิวให้ได้ แต่ผู้ส่งตัวอย่างจำเป็นต้องเสียค่าธรรมเนียมการทดสอบเพิ่มเป็น 3 เท่า นอกจากนี้ทางกรมก็ได้พยายามที่จะลดขั้นตอนในเรื่องของการจัดพิมพ์รายงาน โดยให้นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้จัดทำรายงานพร้อมทั้งพิมพ์รายงานเองส่งให้ฝ่ายสารบรรณทาง intranet และฝ่ายสารบรรณพิมพ์เป็นชุดรายงาน

ออกมา ก็เป็นสิ่งที่ลดระยะเวลาลงได้อีกทางหนึ่ง

ธารทิพย์ : ขอให้ยกตัวอย่างการบริการวิเคราะห์ทดสอบที่มีขั้นตอนยุ่งยากและใช้เวลามาก

ธิดา : การทดสอบที่มีขั้นตอนยุ่งยากและใช้เวลามากมักเป็นการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีที่ใช้วิธี gravimetric ซึ่งใช้วิธีตกตะกอน เผาตะกอน และชั่งน้ำหนัก ในการทดสอบนี้บางรายการ เช่น แมกนีเซียมออกไซด์ ต้องใช้เวลามากในการทดสอบ กว่าจะได้แมกนีเซียมต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอน ในการแยกองค์ประกอบตัวอื่นออกก่อนหลายตัวตามลำดับทีละตัว ซึ่งทำให้เสียเวลามาก หากเราต้องการลดเวลาในการทดสอบ ก็ต้องมีการพัฒนาวิธีโดยใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงมาใช้ในการวิเคราะห์แทน ซึ่งจะช่วยลดความยุ่งยากในการทดสอบและทำให้สามารถให้บริการในการวิเคราะห์ทดสอบได้มากขึ้น และได้ผลการทดสอบในเวลาอันรวดเร็วทันต่อความต้องการของผู้มาใช้บริการ

ธารทิพย์ : ในปี 2549 มีผู้มาใช้บริการวิเคราะห์ทดสอบประมาณกี่ราย บริการด้านใดที่มีผู้ใช้บริการมาก

ธิดา : ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนสิงหาคม 2549 มีผู้มาขอใช้บริการจากโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม 3,524 ราย เป็นภาคเอกชน 2,991 ราย ราชการ 467 ราย รัฐวิสาหกิจ 66 ราย รายการที่มีผู้ใช้บริการมากคือ แผ่นสะท้อนแสง แผ่นไม้อัดซีเมนต์ เทปใช้ในงานไฟฟ้า เทปพันสายไฟ แผ่นฉนวนกันความร้อน แผ่นป้ายอะลูมิเนียมอัดวัสดุสะท้อนแสง เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต กระเบื้องคอนกรีตมุงหลังคา ปูนซีเมนต์ กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน น้ำยาผสมคอนกรีต คอนกรีตมวลเบา บานประตูพีวีซี ทราย แผ่นยาง พลาสติก ท่อพีวีซี ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี กาว ถุงมือยางสำหรับตรวจโรค มลพิษทางอากาศและเสียง กากอุตสาหกรรม การสอบเทียบตระแกรงทดสอบ เครื่องทดสอบแรงกดและแรงดึง เครื่องทดสอบอุณหภูมิและความชื้น เครื่องทดสอบความแข็ง เครื่องชั่ง เครื่องทดสอบกระดาษ

ธารทิพย์ : โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมมีวิธีการลดขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์อย่างไรบ้าง

ธิดา : เรื่องลดขั้นตอนสำหรับการทดสอบนั้นคงทำไม่ได้ เพราะแต่ละวิธีทดสอบ มีขั้นตอนที่กำหนดเป็นมาตรฐานอยู่ ซึ่งผู้ทดสอบต้องปฏิบัติตาม แต่หากมีการวางแผนการทำงานที่ดี ก็สามารถจะทำงานได้รวดเร็วขึ้น การทดสอบบางอย่าง เช่น ทดสอบโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ใดๆ ก็ตาม ต้องมีการเตรียมตัวอย่าง เช่น มีการสกัดสารออกจากตัวอย่าง และขั้นต่อมาก็ต้องนำน้ำสกัดที่ได้มาย่อย (digest) และกรองตะกอนออก และนำสารละลายไปทดสอบโลหะหนักต่างๆ ด้วยเครื่อง AASหรือ ICP ซึ่งการทดสอบดังกล่าว สามารถเตรียมและทดสอบตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างพร้อมกันได้ในช่วงเวลาเดียวกัน

ธารทิพย์ : ปัญหาอุปสรรคที่ทำให้การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างไม่เสร็จตามกำหนดเวลามีอะไรบ้าง

ธิดา : ก็คงมีหลายสาเหตุตั้งแต่เรื่องเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ บังเอิญเกิดเสียหลังจากรับตัวอย่างมาจากลูกค้าแล้ว ก็ต้องส่งซ่อม เครื่องมือบางอย่างถ้าซ่อมได้เร็วก็ไม่ค่อยมีปัญหา แต่เครื่องมือบางอย่างต้องรออุปกรณ์จากต่างประเทศหรือต้องส่งไปต่างประเทศ ยิ่งต้องรอนานมาก เรื่องบุคลากรก็ค่อนข้างเป็นปัญหา เพราะคนน้อยลงเนื่องจากหน่วยงานมีความจำเป็นต้องพัฒนาคนโดยส่งนักวิทยาศาสตร์ไปศึกษาต่อต่างประเทศบ้าง ในประเทศบ้าง ทำให้บุคลากรที่อยู่ต้องรับภาระงานมากขึ้น งานบางอย่างจึงต้องมารอเข้าคิวนานในกรณีที่มีงานค้างมาก ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคืองาน มักมีงานประเภทที่ผู้ส่งตัวอย่างไปติดต่อหน่วยทดสอบต่างๆ มาจนทั่วแล้วไม่มีหน่วยใดสามารถทดสอบให้ได้เลย และหน่วยงานนั้นๆ ก็แนะนำให้มาที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ พอได้มาพูดคุยปรึกษาหารือกับนักวิทยาศาสตร์ที่คาดว่าจะทำให้ได้นั้น แม้งานบางอย่างทางกรมฯ ยังไม่มีความพร้อมจะให้บริการ แต่มีเครื่องมือที่อาจประยุกต์ใช้งานได้ ก็รับที่จะช่วยดำเนินการให้เพราะไม่สามารถจะตอบปฏิเสธ และให้ไปหาหน่วยงานอื่นอีกได้ งานอย่างนี้เป็นงานที่ต้องใช้เวลามาก และต้องทุ่มเท จึงไปกินเวลางานที่ทำอยู่ประจำ และงานประเภทนี้ก็มีอยู่ไม่น้อย

ธารทิพย์ : มีข้อแนะนำลูกค้าในการส่งตัวอย่างอย่างไร

ธิดา : อยากให้ลูกค้าได้เปิดเว็บไซต์ของกรมวิทยาศาสตร์ดูเรื่องบริการทดสอบ สอบเทียบของกรมฯ และสามารถสอบถามได้ทางโทรศัพท์หากมีข้อสงสัย ในเรื่องปริมาณตัวอย่างที่จะต้องนำส่ง เพราะเท่าที่ผ่านมา ผู้ส่งตัวอย่างต้องเสียเวลามาส่งตัวอย่างมากกว่าหนึ่งครั้ง เพราะปริมาณตัวอย่างไม่เพียงพอหรือใส่ภาชนะไม่เหมาะสม เป็นต้น อีกประการหนึ่งหากต้องการให้ทดสอบโดยมาตรฐานใดเป็นพิเศษนอกจากที่ทางกรมมีบริการ ก็ให้แจ้งไว้ในใบคำร้อง และขอให้ผู้ที่รู้เรื่องเกี่ยวกับตัวอย่างเป็นผู้กรอกใบคำร้อง เพราะผู้นำส่งตัวอย่างมักเป็นเจ้าหน้าที่ส่งเอกสาร ซึ่งไม่ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่าง กรณีไม่ทราบควรโทรติดต่อสอบถามรายละเอียดก่อนและใบคำร้อง สามารถ down load ได้จากเว็บไซต์ http://www.dss.go.th/dssweb/os/register/forms.html

ขั้นตอนการส่งตัวอย่างวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ

1. การติดต่อ ส่งตัวอย่างและรับผลวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบได้ที่ฝ่ายสารบรรณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (ชั้น 1 อาคารตั้ว ลพานุกรม)

2. การกรอกคำร้อง

- ผู้ส่งตัวอย่างกรอกรายละเอียดในคำร้องให้ชัดเจน ตั้งแต่ ชื่อวัตถุตัวอย่าง วัตถุประสงค์ที่จะให้วิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ ชื่อที่อยู่ของบริษัท หรือบุคคลที่จะให้ออกรายงาน หมายเลขโทรศัพท์

- กรณีมีตัวอย่างมากกว่า 1 ตัวอย่าง และประสงค์จะให้แยกผลการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบเป็นแต่ละตัวอย่าง ให้ผู้ส่งตัวอย่างระบุไว้ในใบคำร้องด้วย (แยกรายงานเป็นแต่ละชุด)

การรับผลวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ ผู้ส่งตัวอย่างสามารถเลือกได้ 2 วิธีคือ

1. รับผลด้วยตนเอง ต้องนำหลักฐาน คือ ใบเสร็จรับเงินมาแสดงต่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายสารบรรณ

2. ส่งผลทางไปรษณีย์ลงทะเบียน

- ในกรณีที่ผู้ส่งตัวอย่างขอให้ออกรายงานในนามของส่วนราชการหรือรัฐวิสาหกิจ กรมวิทยาศาสตร์บริการจะส่งรายงานการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบให้กับหน่วยงานนั้นโดยตรง ซึ่งผู้นำส่งตัวอย่างไม่มีสิทธิ์จะรับผลด้วยตนเอง

- ให้ยื่นคำร้องพร้อมตัวอย่างที่ประสงค์จะให้วิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบต่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายสารบรรณ เพื่อคิดค่าธรรมเนียม จะคิดตามรายการที่จะวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ

3. การคิดค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารบรรณจะคิดค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ทดสอบตามบัญชีอัตราค่าธรรมเนียมที่กรมวิทยาศาสตร์บริการกำหนด ตามรายการที่จะวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ

4. การชำระค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ ให้ผู้ส่งตัวอย่างนำคำร้องซึ่งคิดค่าธรรมเนียมเสร็จเรียบร้อยชำระเงินที่ฝ่ายการคลัง

5. การรับและส่งตัวอย่างให้หน่วยงานวิเคราะห์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารบรรณจะลงหลักฐานรับคำร้องให้หมายเลขปฏิบัติการประจำตัวอย่าง และนำส่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์ทดสอบสอบเทียบตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่ง

6. การวิเคราะห์ทดสอบและการรายงานผล หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบตัวอย่างที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่ง หลังจากวิเคราะห์ทดสอบเรียบร้อยแล้ว จะออกรายงานผลการวิเคราะห์และส่งให้ฝ่ายสารบรรณจัดพิมพ์

7. การรับผลการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบ ฝ่ายสารบรรณจะออกเลขที่รายงานผลการวิเคราะห์และติดต่อให้เจ้าของมารับผลการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบเอง หรือส่งผลให้ทางไปรษณีย์ ลงทะเบียนตามที่ระบุไว้ในคำร้อง

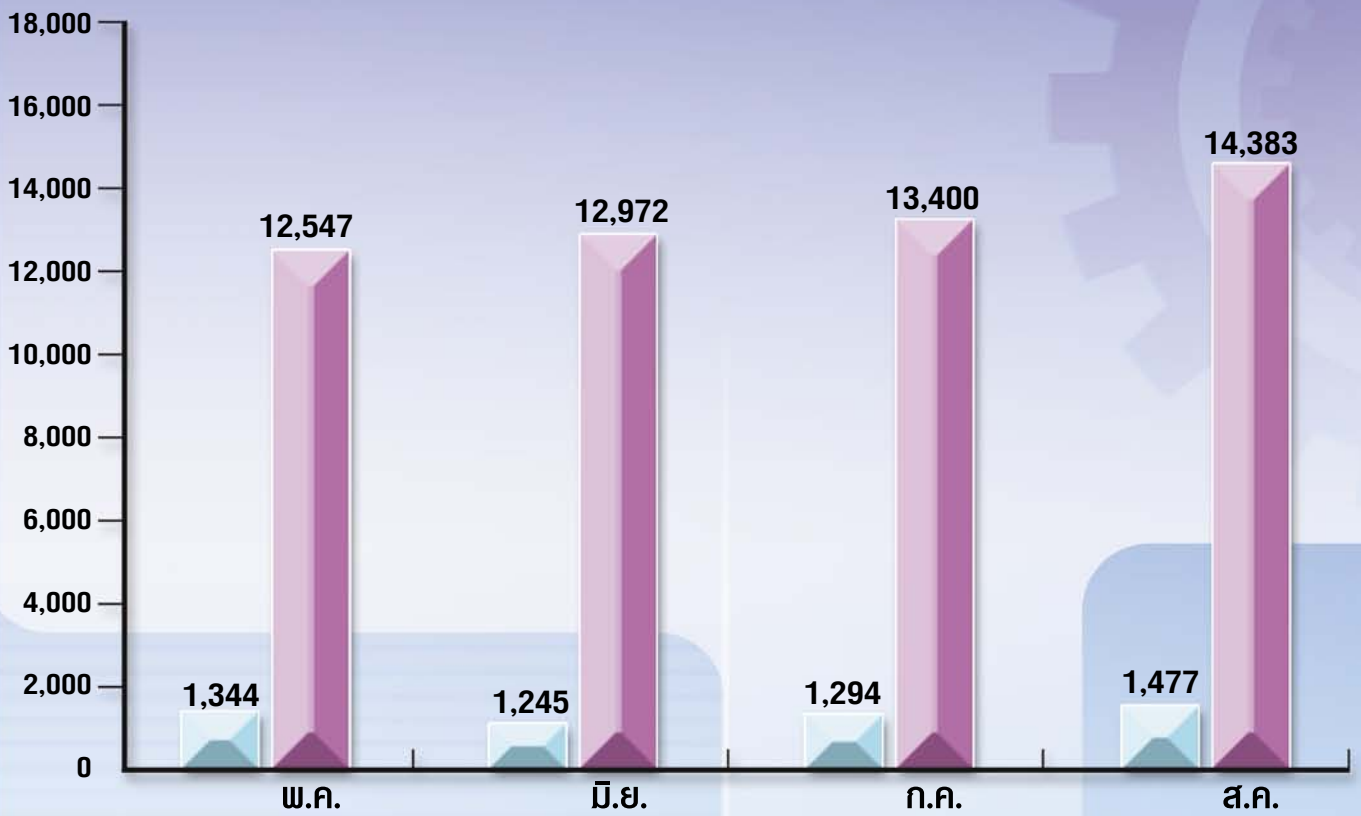
ท่านสามารถติดตามการสัมภาษณ์การวิเคราะห์ ทดสอบ สมบัติทางเคมี และวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ในวารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการฉบับต่อไป

Measuring Microscope เครื่องมือวัดความละเอียด ที่ใช้วัดมิติของชิ้นงานแบบไม่ทำลาย โดยใช้หลักการขยายภาพของวัตถุ ตั้งแต่ 50, 100, 200, 400, 1000 เท่า และสามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.001 มม.

Smoke Density Chamber เครื่องมือที่ใช้วัดหาค่าความหนาแน่นของควันไฟตามมาตรฐาน ASTM E 662 และ ISO 5659

www.dss.go.th
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง เดือน พฤษภาคม - สิงหาคม 2549



www.dss.go.th