



วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857-7617

ปีที่ 48 ฉบับที่ 153 พฤษภาคม 2543

ศูนย์บริการวิชาการ

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ศูนย์บริการวิชาการ



## กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม  
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400  
โทร. 644-7021 โทรสาร. 245-5523

### ที่ปรึกษา

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์

นางทัศนีย์ วัชรระรังษี

นายบัณฑิต ตันทวัฒน์

### บรรณาธิการ

นางอัจฉรา พุ่มฉัตร

### กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์วัลลค์ วัฒนโกนาส

นางสาวธิดา เกิดคำไร

นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล

นางสาวเรณู ตามไท

นางวรรณรัตน์ วรรณเสวต

นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรนต์รัสมิ์

นางสาวอรุวารวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

### ศิลปินกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

### ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

### วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

## สารบัญ

- 1 สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม  
สูงงกช ทรัพย์แดง
- 3 กล้วย : ผลไม้สารพัดประโยชน์  
สุนทรีย์ แสงสีไศต
- 5 เมื่อไรจึงจะทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดครั้งใหม่  
สรรค์ จิตรไคร์ครวญ
- 9 แอสเบสตอส  
เรณู ตามไท
- 12 การวิเคราะห์ ในอาหารทารกโดยวิธีการจุลชีววิทยา  
อรทัย ลีลาพจนการ
- 21 ฐานข้อมูลสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี  
ตำรวจ คำแดง
- 24 ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี  
ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์
- 28 แก้วสำหรับครัวเรือน  
สุมาลี ลิขิตวานิชกุล
- 35 การพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม  
ตามระบบมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 25

# สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

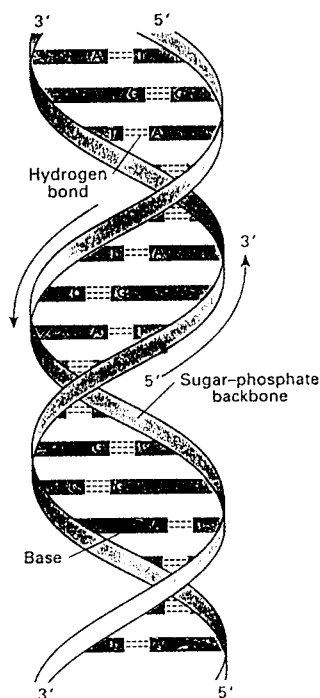
สุบงกช ทรัพย์แดง

ความก้าวหน้าของการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์ นำมาซึ่งความสะดวกสบายและความปลอดภัยในชีวิต เทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังเข้ามามีบทบาทกับเราอย่างมากคือ เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) ซึ่งเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตให้เป็นประโยชน์ ครอบคลุมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม การแพทย์และสาธารณสุข ตั้งแต่เทคโนโลยีชาวบ้าน เช่น การทำอาหารหมักดองต่าง ๆ ไปจนถึงเทคโนโลยีระดับสูง เช่น การออกแบบและสร้างโปรตีนใหม่ ๆ ที่มีสมบัติพิเศษตามต้องการ ซึ่งไม่สามารถหาได้จากธรรมชาติ แต่สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) พันธุวิศวกรรม คือกระบวนการตัดต่อหรือเปลี่ยนแปลงดีเอ็นเอ (DNA, Deoxyribonucleic acid) ในหลอดทดลอง เพื่อให้ได้ดีเอ็นเอที่มีลำดับเบส (base sequence) ตามต้องการ แล้วนำดีเอ็นเอดังกล่าวเข้าสู่เซลล์

อันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช เดิมใช้วิธีผสมและคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งใช้เวลานานและให้ผลที่ไม่แน่นอน แต่ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยใช้การตัดต่อยีน การเลี้ยงเซลล์พืชในห้องทดลอง (tissue culture) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถทำให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีตามต้องการจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ การตัดต่อยีนโดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมยังมีประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่ ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ที่เรา รู้จักกันในนาม “GMOs” (Genetically Modified Organisms) หรือ “สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม” นั่นเอง จะเห็นได้ว่า พันธุวิศวกรรมทำให้มีการแลกเปลี่ยนดีเอ็นเอหรือยีนระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการตามธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตสามารถแลกเปลี่ยนยีนระหว่างสิ่งมีชีวิตในสายพันธุ์เดียวกันโดยการผสมพันธุ์เท่านั้น

## ความเป็นมาและวิธีการตัดต่อยีน

จากการศึกษาโครงสร้างของดีเอ็นเอพบว่า



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอ คือสารพันธุกรรม (genetic material) ที่ประกอบขึ้นจากน้ำตาลดีออกซีไรโบส (Deoxyribose) ฟอสเฟต (phosphate) และเบส 4 ชนิดคือ อะดีนีน (Adenine : A) กวานีน (Guanine : G) ไซโตซีน (Cytosine : C) และไทมีน (Thymine : T) โดยเบสจะมีการจับคู่อย่างจำเพาะโดยอาศัยพันธะไฮโดรเจน เป็นเบสคู่สม (complementary bases) คือ อะดีนีน จับคู่กับ ไทมีน และกวานีน จับคู่กับ ไซโตซีน โครงสร้างของดีเอ็นเอตามธรรมชาติ มีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helix) คล้ายบันไดเวียน ประกอบด้วยสายดีเอ็นเอสองสายกลับทิศทางกัน พันกันเป็นเกลียวคู่ โดยมีเบสคู่สมซ้อนกันเป็นแกนกลางของเกลียวคู่ ดังรูปที่ 1 การเรียงตัวของเบส หรือ ลำดับเบส บนสายดีเอ็นเอ มีความสำคัญมาก เพราะบรรจุข้อมูลพันธุกรรมซึ่งเป็นตัวกำหนดบทบาทและหน้าที่ในการผลิตโปรตีนต่าง ๆ เราเรียกชุดลำดับเบสที่สามารถผลิตโปรตีนชนิดหนึ่ง ๆ ว่า ยีน (gene)

เป็นที่ทราบกันดีว่าสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเซลล์คือ การแบ่งตัวให้ได้เซลล์ลูกหลานจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งเซลล์เหล่านี้ต้องเหมือนเซลล์แม่ นั่นคือเซลล์ลูกหลานต้องได้รับสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ เซลล์จึงต้องมีกลไกการสังเคราะห์ดีเอ็นเอโมเลกุลใหม่จากโมเลกุลเดิม โดยโมเลกุลใหม่จะต้องมีลำดับเบสเหมือนดีเอ็นเอโมเลกุลเดิมทุกประการ เรียกกระบวนการนี้ว่า การลอกดีเอ็นเอ (DNA replication) โดยกลไกการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจะต้องสามารถลอกลำดับเบสจากดีเอ็นเอเดิมให้ถูกต้องทุกเบส หากลำดับเบสผิดไปจากเดิมเพียงเบสเดียว ก็อาจเกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ทำให้เซลล์ลูกหลานเปลี่ยนไปจากเซลล์แม่ แต่ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถแยกยีนที่มีความสำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น แยกยีนจากไวรัสโรคพิษ ไข้หวัดใหญ่เข้าไปในพืช ทำให้พืชมีความต้านทานต่อไวรัสชนิดนั้นได้ ในทำนองเดียวกัน ใสยีนสำหรับผลิตสารพิษฆ่าแมลงสามารถพัฒนาพันธุ์พืชที่ต้านแมลงได้

ในการคัดเลือกยีนที่มีสมบัติตามต้องการหรือยีนที่ผลิตโปรตีนชนิดที่ต้องการนั้น นักวิทยาศาสตร์จะทำการศึกษาคู่มือของโปรตีนก่อนว่ามีการเรียงของลำดับเบสเป็นเช่นไร แล้วจึงไปหายีนที่มีการเรียงลำดับเบสแบบเดียวกันในสิ่งมีชีวิตที่ผลิตโปรตีนดังกล่าว จากนั้นจึงทำการตัดเอาเฉพาะยีนช่วงที่มีรหัสจำเพาะเจาะจงมาใช้งาน การแสดงออกของยีนต้องมีการควบคุมเพื่อให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งสามารถทำได้ในขั้นตอนการหัดหรือแปลรหัส

สำหรับวิธีการตัดต่อยีนนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกยีนที่มีสมบัติหรือลักษณะเฉพาะตามต้องการ ซึ่งยีนเหล่านี้อาจหาได้จาก พืช สัตว์ และแบคทีเรีย
2. ตัดยีนออกจากสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างจำเพาะ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความจำเพาะเจาะจงกับยีนนั้น ๆ
3. นำเอายีนที่ตัดได้ไปเชื่อมกับดีเอ็นเอพาหะ (DNA vector) จะได้ดีเอ็นเอสายผสม (recombinant DNA) โดยต้องเลือกดีเอ็นเอพาหะให้เหมาะสมกับเซลล์เป้าหมายซึ่งเรียกว่าเซลล์

เจ้าบ้าน (host cell) ด้วย

#### 4. นำดีเอ็นเอสายผสมที่ได้เข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน

จากวิธีการดังกล่าวนี้จะทำให้เซลล์เจ้าบ้านได้รับการถ่ายโอนยีนที่มีลักษณะพิเศษตามต้องการซึ่งจะแตกต่างไปจากสายพันธุ์เดิม และเมื่อเซลล์เหล่านี้เจริญเติบโต ก็จะได้สิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ หรือที่เรียกว่า GMOs

#### สิ่งที่น่าเป็นห่วงใน GMOs

การสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเป็นการสร้างประโยชน์อย่างมากมาย แต่อย่างไรก็ตาม GMOs ก็ยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ การนำ GMOs มาใช้ประโยชน์นั้นจึงก่อให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อในด้านต่าง ๆ เช่น

1. GMOs อาจไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืช และสัตว์ โดยเฉพาะพืช GMOs ที่ใช้เป็นอาหาร เพราะพืชเหล่านี้อาจมีความเสี่ยงในแง่ของความเป็นพิษ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากยีนที่ตัดมาถ่ายยีนสิ่งมีชีวิตมาจากแหล่งต่าง ๆ กัน ซึ่งยีนจากสิ่งมีชีวิตบางชนิดก่อให้เกิดอาการแพ้ในผู้สัมผัสหรือผู้บริโภคได้ นอกจากนี้ การตัดต่อยีนอาจทำให้ยีนใหม่ที่แทรกเข้าไปในจุดที่ใกล้กับตำแหน่งของยีนที่มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการในกรณีนี้อาจกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นผลิตสารพิษ หรือลดการผลิตสารอาหารบางอย่างลงได้ และเนื่องจากดีเอ็นเอพาหะที่ใช้ในกระบวนการตัดต่อยีนนั้นมักจะมียีนที่สามารถสร้างสารต้านยาปฏิชีวนะเป็นองค์ประกอบ จึงอาจทำให้เกิดการแพร่หลายของยีนที่ต้านยาปฏิชีวนะนั้น ๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดอาการดื้อยาของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ได้
2. GMOs อาจเป็นตัวการทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้ระบบนิเวศขาดความสมดุล เช่น ฝ้ายบีบีทีที่ได้รับการตัดต่อยีนมาจากแบคทีเรียชื่อ *Bacillus thuringiensis* ที่มีผลในการฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้าย ซึ่งฝ้ายชนิดนี้อาจมีพิษต่อแมลงชนิดอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้

ฝ้ายบีบีทียังได้รับการแปลงยีนให้มีความสามารถในการต้านทานสารไกลโฟเสท ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืชสามารถฆ่าได้ทั้งวัชพืชและพืชที่ปลูก จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์คัดต่อยีนที่สามารถต้านทานสารไกลโฟเสทเข้าไปในฝ้ายเพื่อให้อันฝ้ายไม่เกิดความเสียหาย เมื่อมีการฉีดพ่นสารเคมีชนิดนี้อาจทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชนั้นในปริมาณมาก ๆ อย่างไม่ระมัดระวัง

3. GMOs อาจทำให้ต้นทุนการผลิตของประเทศที่กำลังพัฒนาสูงขึ้น เนื่องจากจะต้องซื้อเทคโนโลยีจากประเทศที่พัฒนาแล้วมาใช้ เช่นการปลูกเมล็ดพันธุ์พืช GMOs ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของแต่ละบริษัท จะได้พันธุ์พืช GMOs ที่เป็นหมันเพื่อป้องกันการนำไปปลูกต่อ ซึ่งถ้ามีการผสมข้ามพันธุ์ อาจทำให้เมล็ดพันธุ์ท้องถิ่นกลายเป็นหมันได้ทำให้เกษตรกรจะไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ ต้องคอยซื้อและพึ่งพาสถิตพันธุ์จากบริษัทที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี ก่อให้เกิดการผูกขาดและเป็นผลเสียทางเศรษฐกิจได้

แม้ในปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปผลกระทบของ GMOs ต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมได้ และจากสาเหตุต่าง ๆ ดังกล่าวทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลที่จะรับประทานอาหารที่ทำขึ้นจาก GMOs จนทำให้บางประเทศมีข้อจำกัดในการนำเข้าสินค้า GMOs เช่น สหภาพยุโรปได้ออกกฎข้อบังคับในการติดฉลากผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมหรือได้มาจากวัตถุดิบที่เป็น GMOs สินค้าต่าง ๆ ที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรปนั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่าเป็น GMOs หรือมีส่วนประกอบของ GMOs หรือไม่ จากกรกีดกันทางการค้าดังกล่าว ทำให้ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการส่งออกสินค้าเกษตรเป็นหลัก น่าจะส่งเสริมให้มีความพร้อมในด้านต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยพัฒนาเกี่ยวกับสินค้า GMOs มากยิ่งขึ้น โดยต้องมีมาตรการควบคุมทางด้านความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างรัดกุม

#### เอกสารอ้างอิง

มนตรี จุฬาวินทล และคณะ. บรรณาธิการ. ชีวเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ จีระการพิมพ์, 2542, หน้า 71-88 269-278, 323-339, 539-553  
 สาโรจน์ เกษมสุขโชติกุล. GMOs ชีวภาพแปลงพันธุกรรมทางสองแพร่ง. UP DATE. มกราคม, 2543, ฉบับที่ 149, หน้า 51-58.

# กล้วย : ผลไม้สารพัดประโยชน์

สุนทรีย์ แสงสีโส

ในจำพวกผลไม้ของไทย กล้วยเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักดีที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เพราะกล้วยเป็นผลไม้คู่บ้านคู่เมืองมาตั้งแต่ครั้งโบราณ เป็นผลไม้ที่ปลูกได้ทุกพื้นที่และทุกภูมิภาคของประเทศ เราเจอพบกล้วยปลูกกันทั่วไป ทั้งมีผลตลอดปีอีกด้วย

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Musa sapientum* มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คนในแถบนี้ได้ใช้ประโยชน์จากกล้วยมานานแล้ว ผลของกล้วยที่นำมารับประทานเป็นพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากกล้วยป่าที่มีรสหวาน จึงทำให้คนได้นำกล้วยชนิดนี้มาปลูกภายในบริเวณบ้านเพื่อจะได้ไม่ต้องออกไปหาในป่า และต่อมาก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น ในสมัยโบราณมีหลักฐานระบุว่าชาวชาวใต้เดินเรือติดต่อกับแอฟริกาตะวันออก ได้มีการนำเอากล้วยไปเป็นสินค้าแลกเปลี่ยน การกระจายพันธุ์ของกล้วยได้อ้างอิงถึงกล้วยในอินเดีย เมื่อ 600 ปีก่อนคริสตกาลและเกิดการกลายพันธุ์เมื่อ 2000 ปีมาแล้ว ในจีนเริ่มมีการกล่าวถึงกล้วยเมื่อ ค.ศ. 200 ส่วนในแถบเมดิเตอร์เรเนียนเริ่มมีการปลูกกล้วย ตั้งแต่ ค.ศ. 650 ระหว่างนี้ชาวอาหรับได้มีการติดต่อค้าขายกับชาวแอฟริกัน จึงได้มีการนำพันธุ์กล้วยเข้าไปยังแอฟริกาด้วย ต่อมาราวศตวรรษที่ 15 ชาวยุโรปได้สำรวจแอฟริกาตะวันตกทำให้พบว่า มีการปลูกกล้วยอยู่อย่างแพร่หลาย ในค.ศ. 1400 ชาวโปรตุเกสได้นำกล้วยจากแอฟริกาตะวันตกไปยังหมู่เกาะคานารี ตั้งแต่นั้นมาก็มีการแพร่กระจายสู่ซีกโลกตะวันตก ตอนต้นศตวรรษที่ 16 มีการนำสายพันธุ์กล้วยไปยังซานตาโดมิโก สายพันธุ์แรก ๆ ที่ชาวตะวันตกรู้จักคือ Silk Fig และ Franch Plantain ต้นศตวรรษที่ 19 ได้มีการนำพันธุ์กล้วยหอมทอง (Gros Michael)

และพันธุ์กล้วยหอมค่อม (Dwarf Cavendish) เข้ามายังหมู่เกาะคาริบเบียน แล้วต่อมาจึงได้มีการนำเข้าไปยังทวีปอเมริกา

สำหรับประเทศไทยตามหลักฐานที่ปรากฏในจดหมายเหตุของลารูแบร์ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้กล่าวถึงกล้วยวงช้างและกล้วยวงข้างว่า กล้วยวงข้างมีขนาดและรูปร่างคล้ายไส้กรอก เปลือกสีเขียวขณะยังดิบ แต่เมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองและมีจุดสีดำ ๆ อยู่ประปราย เปลือกแยกออกจากเนื้อที่นิ่มได้ง่าย ส่วนกล้วยวงข้างนั้นผลยาวเป็นเหลี่ยม เปลือกสีเขียวขณะยังดิบอยู่ เนื้อค่อนข้างแข็งเนื่องจากกล้วยมีถิ่นกำเนิดจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ฉะนั้นจึงเป็นเครื่องยืนยันว่า กล้วยถือกำเนิดในประเทศไทยมาเป็นเวลานานแล้ว

กล้วยมีอยู่หลายชนิด ดังนั้น จึงมีชื่อเรียกกันมากมาย อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งกลุ่มกล้วยไว้เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กล้วยป่าออร์นาตา (wild ornata : *Musa ornata*) ในประเทศไทยปลูกมากแถบภาคเหนือเรียกกันว่า กล้วยบัว แต่จังหวัดลำปางเรียกว่า กล้วยป่า
2. กล้วยป่าอะคิวมินาตา (wild acuminata : *Musa acuminata*) ในกลุ่มนี้มีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ malaccensis, microcarpa, seamea, banksii และ burmanica ปลูกแพร่หลายในประเทศไทย จึงเรียกว่ากล้วยทองหรือกล้วยแห
3. กล้วยป่าบาลบิเซียนา (wild balbisiana : *Musa balbis*) ปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศ มีชื่อเรียกว่า กล้วยตานี
4. กล้วยพันธุ์อะคิวมินาตา (acuminata cultivars) กล้วยกลุ่มนี้มีหลายพันธุ์เช่น กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วย

หอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยหอมค่อม

5. กล้วยลูกผสมอะคิวมินาตา กับบาลบิเซียนา (acuminata balbisiana) พันธุ์กล้วยในกลุ่มนี้ได้แก่ กล้วยลังกา กล้วยน้ำ กล้วยหักมุก กล้วยน้ำว้า กล้วยส้ม

ปัจจุบันกล้วยที่นิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทยได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า ส่วนพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกเป็นสินค้าออกในประเทศกลุ่มอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ได้แก่ กล้วยหอมทอง, กล้วยหอมค่อม, Golden Beauty ประเทศออสเตรเลียและควีนส์แลนด์นิยมปลูกกล้วยหอมค่อม, Robusta หมู่เกาะคานารี นิยมปลูกพันธุ์กล้วยหอมค่อม

กล้วยเป็นพืชที่มีประโยชน์นานับประการสามารถนำทุกส่วนของกล้วยมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมดกล่าวคือ

## 1. ประโยชน์ใช้สอย

- ต้นกล้วย ใช้เป็นอาหารสัตว์ ใช้ผูกติดเป็นแพแทนการใช้ไม้ได้ดี ประดิษฐ์เป็นวัสดุใช้งานประเพณีต่าง ๆ เช่น ทำกระทงในงานประเพณีลอยกระทง นำมาแกะสลักในงานบวชขนาด แต่งงาน ฯลฯ
- กาบกล้วยทำเป็นเส้นดากให้แห้งใช้แทนเชือกหรือสานทำผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้สอยได้แก่ กระเป๋า ตะกร้า ถาด ถ้อง
- ใบกล้วย ใบตอง ใช้ห่อหรือบรรจุอาหารแห้ง ห่อขนมแทนถุงพลาสติกและกระดาษ ด้วยคุณสมบัติเก็บความร้อน ทนความร้อนได้ดี จึงเป็นที่นิยมนำใบตองใส่อาหารที่ต้องการนึ่งให้สุก เช่น การทำห่อหมก เป็นต้น นอกจากนี้ ใบตองยังใช้ในงานประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น การร้อยมาลัย การทำบายศรี การทำกระทง เป็นต้น
- ก้านกล้วย ทำเป็นเส้นดากแห้งใช้

แทนเชือก ใช้ทำเป็นของเล่นเด็ก เช่น ทำม้าก้านกล้วย

- ยางกล้วย ใช้เป็นสีย้อมด้ายสำหรับ ทอผ้า ให้สีน้ำตาล สีไม้ตกและมีความคงทน

## 2. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งคิดไฟได้ก๊าซเหล่านี้ได้จาก การย่อยสลายสารอินทรีย์กับเชื้อจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน จากงานวิจัยพบว่า วัสดุเหลือทิ้งจากกล้วยเช่น ต้น ใบ เปลือกกล้วย สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพได้เช่นเดียวกับมูลสัตว์

## 3. ใช้เป็นอาหาร

นอกจากเราสามารถรับประทาน กล้วยสุกแบบผลไม้แล้ว ยังสามารถนำกล้วยมาทำเป็นขนมอื่น ๆ ได้อีกหลายอย่าง เช่น ขนมกล้วย กล้วยทอด กล้วยบวชชี กล้วยฉาบ กล้วยตาก กล้วยต้ม กล้วยปิ้ง ข้าวต้มมัด ฯลฯ ส่วนอื่น ๆ ของกล้วยที่นำมาทำเป็นอาหาร เช่น หยวกกล้วยใช้แกง หัวปลีใช้รับประทานสด ๆ

- เครื่องดื่มจากกล้วยน้ำว้า ใช้กล้วยน้ำว้าสุกบดละเอียดผสมกับน้ำตาลทราย ละลายน้ำต้มให้เดือด กรอง แต่งรสด้วยมะนาวและเกลือตามชอบ

- ไวน์กล้วย ทำจากกล้วยสุกเคี้ยว

น้ำตาลหมักกับยีสต์ จะได้ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 11-12 เป็นไวน์ที่มีรสชาติดีชนิดหนึ่ง

- แป้งกล้วย ทำจากกล้วยตากแห้งหรือทำให้แห้งโดยใช้เครื่องอบสุญญากาศ แล้วบดให้ละเอียดร่อนด้วยผ้ามีสลิ้น การทำกล้วยให้แห้งด้วยเครื่องอบสุญญากาศจะได้แป้งที่มีสีสวยกว่า นอกจากนี้ยังสามารถทำน้ำส้มสายชูหรือซอสจากกล้วยสุก ได้อีกด้วย

การรับประทานกล้วยทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย รายละเอียดดังตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย

ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการการของกล้วย

คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ ปริมาณ ต่อ 100 กรัม		กล้วยไข่ <sup>1</sup>	กล้วยน้ำว้า <sup>1</sup>	กล้วยหอม <sup>1</sup>	กล้วยหักมุก <sup>1</sup>	กล้วยหอมประเทศสหรัฐอเมริกา <sup>2</sup>
พลังงาน	กิโลแคลอรี	140	139	125	112	88
น้ำ	กรัม	62.8	62.6	66.3	71.2	74.8
โปรตีน	กรัม	1.5	1.1	0.9	1.2	1.2
ไขมัน	กรัม	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	32.9	33.1	29.8	26.3	
กากอาหาร	กรัม	0.4	0.3	0.3	0.4	-
ใยอาหาร	กรัม	1.9	2.3	1.9	-	-
เส้นใย	กรัม	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
แคลเซียม	มิลลิกรัม	4	7	26	7	8
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	23	43	46	48	28
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6
เบต้า-แคโรทีน (โปร-วิตามินเอ)	ไมโครกรัม	792	54	99	-	-
โทอะมีน (วิตามินบี 1)	มิลลิกรัม	0.03	0.04	0.04	0.08	0.04
ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2)	มิลลิกรัม	0.05	0.02	0.07	0.11	0.05
ไนอะซิน	มิลลิกรัม	1.4	1.4	1.0	0.8	0.7
วิตามินซี	มิลลิกรัม	2	11	27	1	10

ที่มา 1. ข้อมูลจากเอกสารของ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2535  
2. ข้อมูลจากหนังสือเรื่อง กล้วย กองการค้นคว้าและทดลอง กรมกสิกรรม 2511

จากรายงานข้างต้น จะเห็นได้ว่า กล้วยให้พลังงานสูง มีแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีวิตามินเอ และวิตามินซีสูง การรับประทานกล้วยอยู่เสมอจะช่วยบำรุงสุขภาพให้แข็งแรง กล้วยมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับนมแม่่มาก ดังนั้นจึงเหมาะที่จะเสริมกล้วยให้ทารกรับประทาน

#### 4. สรรพคุณทางยา

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณสมบัติเป็นยา ดังนี้

- แก้กท้องผูกเรื้อรัง โดยการรับประทานกล้วยสุก สาเหตุที่กล้วยสุกแก้อท้องผูกได้เนื่องจากในกล้วยสุกมีสารเพคติน (pectin) ซึ่งเป็นเส้นใยอ่อนนุ่ม ช่วยเพิ่มกากอาหารในลำไส้ เมื่อกากอาหารมีมากจะไปกระตุ้นลำไส้ให้เกิดการขับถ่ายได้ดีขึ้น
- แก้กท้องเสีย ให้รับประทานกล้วยดิบ เพราะในกล้วยดิบมีสารรสฝาดชื่อแทนนิน (tannin) สารนี้ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ทำให้อาการท้องเสียหายไป
- แก้อ่อนเพลีย เนื่องจากกล้วยให้ค่าพลังงานมาก อีกทั้งมีวิตามินบำรุงร่างกายหลายชนิด ดังนั้นเมื่อร่างกายอ่อนเพลีย ให้รับประทานกล้วยน้ำว้าสุก จะรู้สึกสดชื่นขึ้น ประเทศจีนใช้กล้วยดิบที่แก่ไปนึ่งให้สุกนำมาตากแห้ง บดเป็นผงใช้เป็นตัวยาชูกำลัง
- ประจำเดือนขัดแก้ได้โดยใช้ดอก

กล้วย 1 กำมือล้างให้สะอาดต้มกับน้ำ 3 แก้ว ทิ้งให้เดือดประมาณ 20 นาที รินน้ำดื่มวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 1 แก้ว อาการประจำเดือนขัดจะหายไป

- แก้อ่อนใน โดยใช้รากกล้วยดิบ 5-6 ราก ล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ น้ำลงไปจนท่วมราก ต้มให้เดือด 15 นาที แล้วนำน้ำมาดื่มครั้งละ 1 แก้ว ทานวันละ 3-4 ครั้ง หลังอาหารจะช่วยแก้อาการอ่อนใน
- แก้อาการปวดฟัน นำเอารากกล้วย 1 กำมือ ล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำไปต้มกับน้ำให้เดือด 15 นาที เดิมเกลือลงไปให้มีรสเค็มจัด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำน้ำนั้นมาอมทุกครั้งที่มีความรู้สึกปวดฟัน จะทำให้อาการปวดฟันทุเลาลง อมบ่อย ๆ อาการปวดฟันจะหายไป
- กำจัดกลิ่นปาก ให้รับประทานกล้วยน้ำว้าหรือกล้วยสุกชนิดอื่นหลังจากตื่นนอนตอนเช้าเป็นประจำ แล้วค่อยแปรงฟัน กลิ่นปากก็จะทุเลาลง
- มือลอกเป็นขุย หรือเป็นผื่นแดง ใช้เปลือกกล้วยหอมถูบริเวณที่เป็นขุย ลอก หรือเป็นผื่นแดงบ่อย ๆ เป็นประจำทุกวัน ไม่นานอาการนี้จะหายไป
- ภาวะมีกรดมากเกินไป ทำให้มีอาการแสบ เจ็บหน้าอก เรอบ่อย ๆ ให้นำดินและใบแห้งของกล้วยมาเผาแล้วบดเอามาให้ละเอียด ใช้ชงแบบชาดื่มทุกวันวันละ 1 ช้อน

ชาหลังอาหาร ชี้เถ้ากล้วยมีฤทธิ์เป็นด่างจะช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร

- แก้กเคล็ดขัดยอก นำใบกล้วยอ่อนมาอังไฟให้ร้อนแล้วนำไปพันบริเวณที่เคล็ดขัดยอกนั้น ทิ้งไว้สักพักอาการจะหายไป
  - ช่วยให้มีผิวสวย การรับประทานกล้วยน้ำว้าสุกอย่างน้อยวันละ 3 ผลเป็นประจำ จะช่วยให้ผิวมีน้ำมีนวล ผิวไม่แห้ง
  - ใช้ในการห้ามเลือด หยอดยางกล้วยจากก้านหรือยอดหน่อกล้วยลงบนแผลเลือดเมื่อถูกยางกล้วยจะแข็งตัวและหยุดไหล แต่จะมีอาการแสบเช่นเดียวกับการใช้ทิงเจอร์ไอโอดีน
  - ใช้ถอนพิษงู เมื่อถูกงูกัดให้นำต้นกล้วยที่ตัดยาวประมาณ 1 ฟุตวางกลงไปบริเวณที่บาดแผล ยางจากต้นกล้วยจะทำหน้าที่สมานแผลและสลายพิษงู กดไว้ 10-15 นาที จึงเอาต้นกล้วยออก แผลที่ถูกงูกัดจะไม่ปวด ไม่บวม
- กล้วยเป็นพืชที่มีประโยชน์มากมาย ปลูกง่าย ให้ผลผลิตมากและมีแนวโน้มต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยทำรายได้ให้แก่เกษตรกรและประเทศ จากความสำคัญของกล้วยดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงควรมีการส่งเสริมให้ประชาชนปลูกกล้วยมากขึ้น

#### เอกสารอ้างอิง

กรมกสิกรรม. กองการค้นคว้าและทดลอง. กล้วย. พระนคร : ส่วนท้องถิ่น กรมการปกครอง. 2511. หน้า 28,29, 42-46

กรมอนามัย. กองโภชนาการ. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร : องค์การทหารผ่านศึก, 2535. หน้า 38

เครือวัลย์ อัยลา. เรื่องกล้วย ๆ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พารากอน, 2541. หน้า 13-33

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย. เทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท, เล่มที่ 7, กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ฯ, 2537. หน้า 70-73

# เมื่อไรจึงจะทำการสอบเทียบ เครื่องมือวัดครั้งใหม่

สรรศักดิ์ จิตรไคร์ครวญ

บทความนี้เป็นเพียงแนวทางสำหรับใช้ในการพิจารณาหาคาบหรือช่วงเวลาในการสอบเทียบครั้งใหม่ (recalibration interval) ของเครื่องมือวัดหรือทดสอบที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและในส่วนควบคุมคุณภาพสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งผู้ที่ทำหน้าที่ในการตรวจติดตามหรือประเมินระบบคุณภาพ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องนี้เนื่องจากปัจจุบันองค์กรที่ดำเนินการในเรื่องระบบคุณภาพตามมาตรฐานของ ISO ทั้งในเรื่องการจัดการตามชุดอนุกรม ISO 9000 หรือความสามารถของห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC Guide 25 หรือทางด้านสิ่งแวดล้อมตามชุดอนุกรม ISO 14000 ก็ล้วนจำเป็นต้องสอบเทียบเครื่องมือวัดหรือทดสอบตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในมาตรฐานดังกล่าว

สิ่งสำคัญที่มีผลต่อระบบของการสอบเทียบเครื่องมือก็คือการหาช่วงเวลาสูงสุดหลังจากการสอบเทียบครั้งสุดท้ายกับการสอบเทียบครั้งต่อไป หรือหาความถี่ของการสอบเทียบเครื่องมือ

มีปัจจัยอยู่หลายประการที่มีผลต่อความถี่ในการสอบเทียบเครื่องมือที่ตัวห้องปฏิบัติการเองและผู้ประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการตลอดจนผู้เกี่ยวข้องต้องนำมาพิจารณาได้แก่

- ประเภทของเครื่องมือ
- ข้อแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือ
- แนวโน้มของข้อมูลที่บันทึกไว้ในประวัติการสอบเทียบเครื่องมือ
- ประวัติการซ่อมและบำรุงรักษา
- ลักษณะการใช้งาน

- แนวโน้มที่จะเกิดการสึกหรอหรือการเลื่อนเปลี่ยนค่า (drift)
- ความถี่ของการตรวจเทียบ (cross-checking) กับมาตรฐานอ้างอิงอื่น
- ความถี่และคุณภาพของการสอบเทียบภายใน
- สภาวะแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้น ความสั่นสะเทือน ฯลฯ)
- ความถูกต้องของการวัดที่ต้องการ

สิ่งหนึ่งที่ไม่อาจมองข้ามและเป็นข้อจำกัดประการหนึ่งในการพิจารณาหาคาบเวลาในการสอบเทียบครั้งใหม่ก็คือค่าใช้จ่ายของการสอบเทียบ จะเห็นได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นนี้ทำให้ยากต่อการหาคาบเวลาสอบเทียบ นอกจากนี้ยังมีกฎเกณฑ์พื้นฐานอยู่ 2 ข้อ ที่มีความขัดแย้งกันแต่จำเป็นต้องใช้ในการชั่งใจก่อนการตัดสินใจเลือกคาบเวลาสอบเทียบของเครื่องมือแต่ละชนิด คือ

1. เครื่องมือวัดจะต้องมีความเสี่ยงน้อยที่สุดที่จะอยู่นอกช่วงพิสัยเพื่อ (tolerance) ขณะใช้งาน
2. ต้องทำให้ค่าใช้จ่ายประจำปีสำหรับการสอบเทียบน้อยที่สุด

แต่เดิมการเลือกคาบเวลาในการสอบเทียบครั้งใหม่ มักได้จากประสบการณ์หรือข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบสอบถามที่มีไปถึงโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ต้องใช้เครื่องมือวัดโดยหน่วยงานประเมินในประเทศต่าง ๆ ซึ่งการเลือกใช้นั้นต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง

ระยะแรกการหาคาบเวลาในการสอบเทียบเครื่องมือ มักใช้ประสบการณ์เชิงช่าง บางคนก็ใช้ประสบการณ์ของการใช้เครื่องมือ

วัดหรือการสอบเทียบเครื่องมือ บ้างก็เลือกใช้ตามที่ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ใช้อยู่ รวมทั้งประมาณการจากระยะเวลาของการยังคงค่าอยู่ในช่วงพิสัยเพื่อ (tolerance) ของเครื่องมือ หลังจากการสอบเทียบของเครื่องมือแต่ละชนิดหรือของกลุ่มเครื่องมือ ปัจจัยที่นำมาใช้พิจารณา ก็คือ

1. ข้อแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือ
2. การประมาณขอบเขตและความเข้มงวด (severity) ของการใช้เครื่องมือ
3. อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม
4. ความถูกต้องของการวัดที่ต้องการ

**การทบทวนวิธีหาคาบเวลาสอบเทียบเครื่องมือครั้งใหม่**

เมื่อได้เลือกคาบเวลาในการสอบเทียบเครื่องมือครั้งใหม่ที่เหมาะสมแล้วตามวิธีพิจารณาที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็ยังอาจพบว่าคาบเวลาที่ได้กำหนดไว้แล้วนั้นอาจไม่ได้ผลดีที่สุดตามที่ต้องการ สืบเนื่องมาจากความน่าเชื่อถือของเครื่องมือมีน้อยลงกว่าที่คิดไว้หรือใช้เครื่องมืออย่างผิดวิธี จึงต้องทำการปรับลดช่วงของคาบเวลาสอบเทียบให้สั้นลง และบางครั้งก็อาจยืดช่วงของคาบเวลาสอบเทียบเครื่องมือให้ยาวออกได้ถ้าเห็นว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงหรือมีผลกระทบอื่น ๆ ถ้าจำเป็นต้องขยายช่วงคาบเวลาสอบเทียบให้ยาวออกไปเนื่องจากการขาดแคลนงบประมาณแล้วต้องคำนึงถึงว่าจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อความไม่ถูกต้องของเครื่องมือวัดด้วย บางครั้งเมื่อมีการประเมินค่าใช้จ่ายแล้วอาจพบว่าการยอมเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นและลดช่วงคาบเวลาสอบเทียบให้สั้นลงจะให้ผลที่คุ้มค่ากว่า

การทบทวนคาบเวลาของการสอบเทียบ



เครื่องมือครั้งใหม่จะกระทำเมื่อ

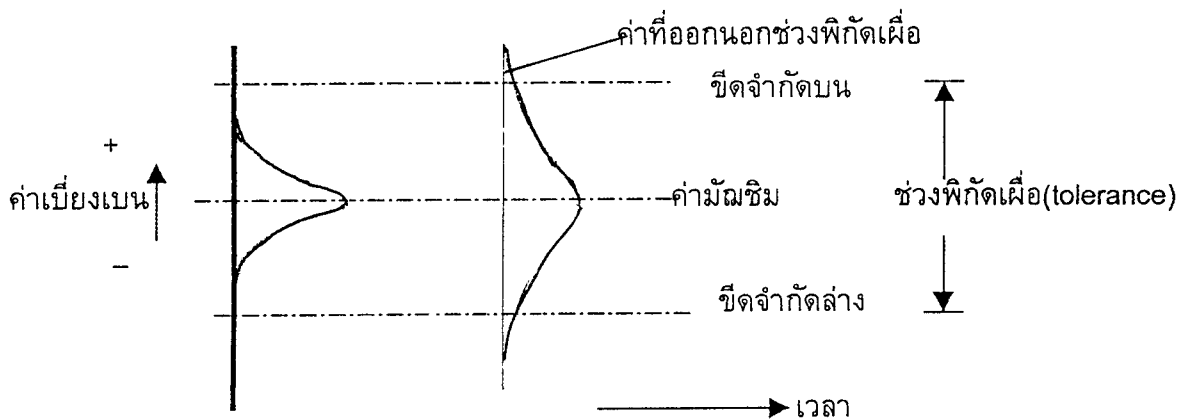
1. เครื่องมือที่ได้รับการซ่อมแซม
2. เครื่องมือหมดสภาพการสอบเทียบ เนื่องจากการเลื่อนเปลี่ยนค่า (drift) หรือเนื่องจากการใช้งาน
3. มีข้อมูลที่เป็นประโยชน์และสำคัญถูกรวบรวมไว้ในประวัติการสอบเทียบของเครื่องมือ อย่างไรก็ตาม ก็ไม่มีวิธีการใดเลยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ตลอดทั้งช่วงการใช้งานของเครื่องมือ ยิ่งกว่านั้นวิธีที่เลือกใช้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อห้องปฏิบัติการต้องนำแผนการบำรุงรักษาเครื่องมือมาใช้ด้วย ยังมืองค์

ประกอบอื่น ๆ อีกที่มีผลต่อวิธีที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้ ดังนั้นวิธีที่เลือกใช้จึงต้องดูผลกระทบที่มีการบันทึกเก็บไว้ด้วย

ดังนั้นจึงไม่ควรใช้วิธีพิจารณาหาเวลาสอบเทียบเครื่องมืออย่างตายตัวดังเช่นวิธีใช้ประสบการณ์เชิงช่างหรือระบบคงค่าเวลาสอบเทียบเครื่องมือโดยไม่มีการทบทวน เพราะจะเกิดความไม่น่าเชื่อถือ วิธีที่ควรใช้พิจารณาเลือกเวลาสอบเทียบเครื่องมือครั้งใหม่ ได้แก่

วิธีที่ 1. ปรับโดยอัตโนมัติ (automatic adjustment or staircase)

คาบเวลาของการสอบเทียบจะเป็นช่วงระยะตามเวลาปฏิทิน โดยการสอบเทียบในแต่ละครั้งจะเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนดไว้แน่นอน แต่ช่วงคาบเวลาถัดไปอาจขยายยาวออกได้ถ้าพบว่าเครื่องมือยังคงมีค่าอยู่ในช่วงพิกัดเผื่อ (tolerance) หรืออาจลดระยะเวลาให้สั้นลงถ้าพบว่ามีย่านอกช่วงพิกัดเผื่อ ข้อดีของวิธีการนี้คือสามารถตัดสินใจปรับคาบเวลาการสอบเทียบครั้งใหม่ได้รวดเร็วและทำได้ง่าย จากการใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้ทำให้ทราบว่ามีย่านอกช่วงพิกัดเผื่อเกิดขึ้นกับเครื่องมือ ทำให้เห็นการปรับปรุงเทคนิคและการบำรุงรักษาเครื่องมือ



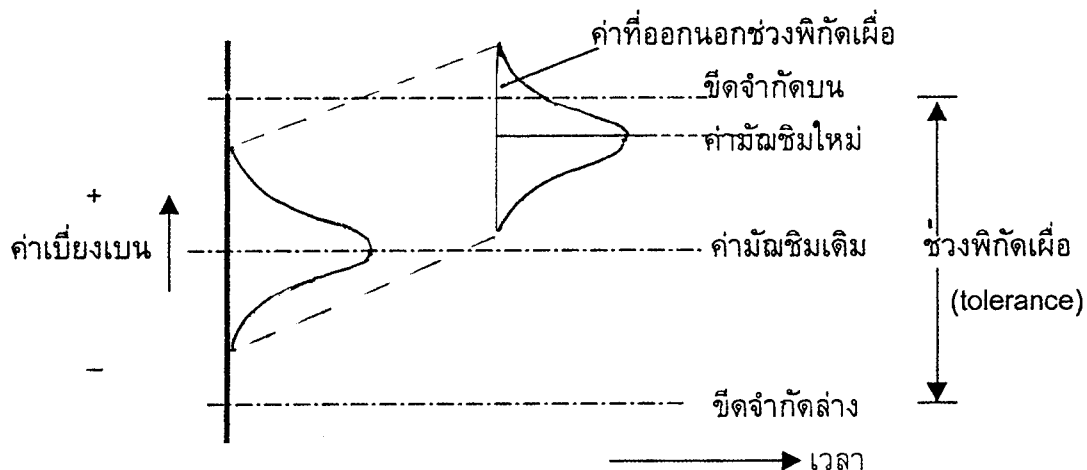
ข้อเสียของระบบที่มีเครื่องมือวัดเพียงเครื่องเดียวคือยากที่จะทำให้การนำไปทำการสอบเทียบเป็นไปได้อย่างตายและสม่ำเสมอ จำเป็นต้องมีการวางแผนล่วงหน้าอย่างละเอียด

วิธีที่ 2. แผนภูมิควบคุม (control chart)

โดยการเลือกสอบเทียบค่าเฉพาะจุดสำคัญ ๆ

แล้วนำผลไปทำจุดบนกราฟเทียบกับเวลา (ช่วงเวลาตามปฏิทิน) จากจุดต่าง ๆ บนกราฟให้ทำการคำนวณทั้งที่เป็นค่าแบบกระจัดกระจายและค่าที่เลื่อนเปลี่ยน (drift) ไปจากค่ามัธยศิม การเลื่อนเปลี่ยนค่าอาจเป็นการเลื่อนเปลี่ยนไปจากค่ามัธยศิมของการ

สอบเทียบเพียงครั้งเดียว หรือเป็นการเลื่อนเปลี่ยนไปจากค่ามัธยศิมหลังการสอบเทียบหลาย ๆ ครั้งแล้ว (ในกรณีนี้เครื่องมือค่อนข้างคงที่) จากรูปกราฟที่ปรากฏจะทำให้คำนวณหาคาบเวลาสอบเทียบได้ดีที่สุด



วิธีการนี้เป็นวิธีที่ค่อนข้างจะซับซ้อน โดยเฉพาะกับเครื่องมือที่มีความซับซ้อน และจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้กับการประมวลผลแบบอัตโนมัติ ในการคำนวณหาค่าคาบเวลาสอบเทียบครั้งใหม่ด้วยวิธีนี้ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของเครื่องมือ นั้น ๆ หรือเครื่องมือที่คล้ายคลึงกัน ถ้าผู้ผลิตได้กำหนดขอบเขตความถูกต้องของเครื่องมาให้ แล้วการคำนวณค่าที่กระจัดกระจายก็จะได้ผลที่น่าเชื่อถือและการวิเคราะห์การเลื่อนเปลี่ยนค่า (drift) ก็อาจช่วยให้ทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดการเลื่อนเปลี่ยนค่าไปจากเดิมได้

### วิธีที่ 3. เวลาในการใช้งาน (in-use time)

หลักการคิดเหมือนวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 แต่แทนที่จะกำหนดคาบเวลาสอบเทียบเครื่องมือครั้งใหม่ตามเวลาปฏิทินเหมือนวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ก็มาเลือกใช้ระยะเวลาการใช้งานของเครื่องมือเป็นเกณฑ์กำหนดแทนโดยกำหนดระยะเวลาการใช้งานให้เหมาะสมกับเครื่องมือแต่ละชนิดและเมื่อเครื่องมือถูกใช้งานจนครบเวลาตามที่กำหนดไว้แล้วก็นำไปทำการสอบเทียบครั้งใหม่ ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้วิธีนี้ในการพิจารณาเวลาของการสอบเทียบครั้งใหม่ ได้แก่ เทอร์โมคัมเบิลที่ถูกใช้วัดอุณหภูมิในช่วงการใช้งานสูง ๆ dead weight testers เกจวัดความยาว (length gauge) เครื่องมือที่สึกหรอเนื่องจากการสัมผัสหรือการเคลื่อนไหว

สิ่งที่พบได้จากวิธีการนี้ก็คือจำนวนครั้งและค่าใช้จ่ายของการสอบเทียบจะแปรผันตรงกับระยะเวลาที่เครื่องมือถูกใช้งาน นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้งานไปในตัวด้วย

อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัติวิธีนี้ก็ยังมีข้อเสียอยู่หลายประการ อาทิ เช่น

1. ไม่สามารถใช้กับเครื่องมือที่ทำงานโดยที่ตัวเครื่องไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น เครื่องขยายหรือลดขนาดสัญญาณ หรือค่ามาตรฐานต่าง ๆ เช่น ความต้านทาน ความจุไฟฟ้า เป็นต้น
2. ต้องไม่ใช้กับเครื่องมือที่ทราบว่ามี การเลื่อนเปลี่ยนค่าไปจากเดิม (drift) เครื่องมือที่เสื่อมสภาพเนื่องจากการเก็บรักษา หรือการ จัดการ
3. ไม่เหมาะกับเครื่องมือที่ต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายในการเตรียมและใช้เวลาในการติดตั้งมาก ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้งานและต้องมีการตรวจสอบดูแล ทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายยิ่งขึ้น
4. วิธีนี้มีความยุ่งยากในการที่จะทำการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างราบรื่นมากกว่าวิธีข้างต้นโดยเฉพาะถ้าห้องปฏิบัติการสอบเทียบไม่ทราบวันที่สิ้นสุดของคาบเวลาสอบเทียบครั้งใหม่

### วิธีที่ 4. การตรวจสอบประจำการ (in-service check) หรือการทดสอบกล่องดำ (black box testing)

วิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับเครื่องมือที่มีลักษณะซับซ้อนหรือเครื่องมือทดสอบที่ควบคุมหรือกำหนดการทำงานได้ (test consoles) เช่น เครื่องชั่ง โดยการตรวจสอบค่าจุดสำคัญที่ใช้ งานประจำบ่อย ๆ เช่น วันละหนึ่งครั้งหรือมากกว่าด้วยตัวสอบเทียบแบบพกพาหรือด้วยกล่องดำ (black box)\* ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำขึ้น โดยเฉพาะสำหรับใช้ตรวจค่าจุดที่เลือกไว้แล้ว ถ้าพบว่าเครื่องมืออยู่นอกช่วงพิสัยก็เพื่อให้นำเครื่องมือไปทำการสอบเทียบครั้งใหม่ได้

วิธีการนี้เป็นประโยชน์มากต่อผู้ใช้เครื่องมือเพราะผู้ใช้เครื่องมือสามารถตรวจสอบเครื่องมือด้วยตนเองเมื่อไรก็ได้ และจะนำไปสอบเทียบอย่างสมบูรณ์แบบต่อเมื่อมีความต้องการเท่านั้น สิ่งที่ยุ่งยากก็คือการเลือกจุดที่เป็นค่าสำคัญสำหรับตรวจสอบและการออกแบบหรือเลือกกล่องดำ (black box)

แม้ว่าวิธีการนี้จะให้ความเชื่อมั่นสูงแต่ก็อาจทำได้สำหรับค่าของจุดที่ไม่ได้รับการตรวจสอบ รวมทั้งคุณลักษณะของตัวกล่องดำเองอาจไม่คงค่า ตัวอย่างของเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้วิธีนี้ในการหาคาบเวลาสอบเทียบครั้งใหม่ ได้แก่ เครื่องวัดความหนาแน่น (density meter) แบบวัดค่าคาบความถี่ธรรมชาติ (resonance type) เทอร์โมมิเตอร์แบบวัดค่าความต้านของทองคำขาว (Pt-resistance) เครื่องวัดระดับความดันเสียง

### วิธีที่ 5. แบบเชิงสถิติ (statistical approach)

เมื่อจะสอบเทียบเครื่องมือแบบเดียวกันหรือมีโครงสร้างคล้ายกัน (เช่น พวกคาลิเปอร์หรือไมโครมิเตอร์ เป็นต้น) จำนวนมาก ๆ วิธีการแบบเชิงสถิติจะช่วยการทบทวนคาบเวลาสอบเทียบครั้งใหม่ได้เป็นอย่างดี ซึ่งรายละเอียดดูได้จากผลงานของ L.F. Pau ในหนังสือ Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications

วิธีนี้ใช้การพิจารณาสภาพของเครื่องมือว่ามีความสมบูรณ์ครบถ้วนหรือความเสียหายเพียงใดเมื่อทำการประเมินด้วยวิธีเชิงสถิติแล้วพบว่าโดยภาพรวมจะมีแนวโน้มที่ทำให้เกิดความไม่มั่นใจในสภาพของเครื่องมือก็ต้องลดช่วงคาบเวลาสอบเทียบลง

### เอกสารอ้างอิง -

International Standards Organization. Quality assurance requirements for measuring equipment. Pt1. : Metrological confirmation systems for measuring equipment. ISO 10012-1. 1992-01-05

Organization International de Metrologie legale. Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories. Paris : Bureau International de Metrologie Legale, 1994 (International document No.10)

# แอสเบสทอส

## เรณู ตามไท

**แอสเบสทอส (asbestos)** เป็นคำภาษากรีกที่มีความหมายว่า “ไม่สามารถทำลายได้ด้วยไฟ” ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญของแร่ชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า แร่แอสเบสทอส ผลึกของแร่มีลักษณะแปลกและแตกต่างจากแร่ทั่ว ๆ ไป คือมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ในอุตสาหกรรมสิ่งทอจัดเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดหนึ่ง นอกเหนือจากเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากพืชและสัตว์ และเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดเดียวที่ได้จากสารอนินทรีย์

แร่แอสเบสทอสเกิดในรอยแตกแยกของหินชั้นต่าง ๆ เช่น เซอร์เพนทีน (Serpentine) โดโลไมท์ (Dolomite) ไพรอกซีน (Pyroxine) หรือมักปะปนกับแร่อื่นในหิน จึงเรียกว่า “แร่ใยหิน” แหล่งที่พบมากได้แก่ แคนาดา รัสเซีย แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา

แร่แอสเบสทอสมีหลายชนิด ทุกชนิดจะมีส่วนประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นไฮเดรต ซิลิเกต ของธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะแมกนีเซียม

และอาจมีธาตุอื่นปนอยู่ด้วยบ้าง มีสีขาว เทา เขียว น้ำตาล หรือน้ำเงิน เส้นใยมีลักษณะไม่เหมือนกัน เช่น มีความยาว ความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ไม่เท่ากัน แต่มีขนาดเล็กและละเอียดเหมือนกัน แร่แอสเบสทอสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท

**1. เซอร์เพนทีน (Serpentine)** เป็นแอสเบสทอสที่เกิดในหินเซอร์เพนทีนิต มีชนิดเดียวคือ คริสโซไทล์ (Chrysotile) มีสีขาว มีสูตรทางเคมีเป็น  $Mg_3(OH)_2Si_2O_5$  เส้นใยมีลักษณะเป็นรูปเข็มโค้งหรือหยักงอ อ่อนนุ่ม และค่อนข้างยาว เหมาะที่จะใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ แร่แอสเบสทอสชนิดนี้มีปริมาณการนำมาใช้มากถึง 94% ของปริมาณแอสเบสทอสที่นำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด

**2. แอมฟีโบล (Amphiboles)** แร่กลุ่มนี้มีลักษณะเป็นเส้นใยตรง แบ่งเป็น 5 ชนิด คือ

**2.1 โครซิโดไลต์ (Crocidolite)** หรือ บลูแอสเบสทอส (Blue asbestos) มีสูตรเป็น

$Na_2Fe_5(OH)Si_8O_{22}$  เส้นใยมีสีน้ำเงินเข้ม ปลายแหลม คมเป็นแฉก มีความทนกรด ต่างสารเคมี และน้ำทะเลได้ดี เป็นชนิดที่เป็นอันตรายมากที่สุด

**2.2 อะโมไซต์ (Amosite)** หรือ บราวน์แอสเบสทอส (Brown asbestos) มีสูตรเป็น  $Mg_3Fe_2(OH)_2Si_4O_{11}$  เส้นใยมีสีน้ำตาล เขียวคดกรง ปลายแหลมและเปราะ

**2.3 แอนโทฟิลไลต์ (Anthophyllite)** มีสูตรเป็น  $(Mg, Fe)_7(OH)Si_4O_{11}$  เส้นใยเปราะ

**2.4 เทรโมไลต์ (Tremolite)** มีสูตรเป็น  $Ca_2(Mg, Fe)_5(OH)_2Si_8O_{22}$  มีสีเทาหรือสีขาว เส้นใยมีความแข็งแรงปานกลาง

**2.5 แอกทิโนไลต์ (Actinolite)** มีสูตรเป็น  $Ca_2(Mg, Fe)_5(OH)_2Si_8O_{22}$  คล้ายเทรโมไลต์ แต่มีธาตุเหล็กมากกว่า เส้นใยสั้นและเปราะ

สมบัติทางฟิสิกส์และอื่น ๆ ของแร่แอสเบสทอส แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติของแร่แอสเบสทอส

สมบัติ	คริสโซไทล์	โครซิโดไลต์	อะโมไซต์	แอกโทฟิลไลต์	เทรโมไลต์	แอกทิโนไลต์
ระบบผลึก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก	ออร์โธโรมบิก	โมโนคลินิก	โมโนคลินิก
รูปผลึก	เส้นใย	เส้นใย	แท่งเรียวยาว-เส้นใย	แท่งเรียวยาว-เส้นใย	แท่งเรียวยาว, ผอม, เส้นใย	แท่งเรียวยาว, ผอม, เส้นใย
สี	ขาว,เทา,เขียว	น้ำเงิน-ลาเวนเดอร์, น้ำเงินโลหะ	เทาซีดำ หรือน้ำตาล	ขาวแกมเขียว, เทา น้ำตาลหรือเขียว	เทา-ขาว, แกมเขียว, แกมเหลือง, แกมน้ำเงิน	แกมเขียว
ความวาว	วาวแบบใยไหม	ใยไหม-ด้าน	หลายแบบ บางครั้งคล้ายมุก	แก้ว-มุก	ใยไหม	ใยไหม
ความแข็ง	2.5-4.0	4	5.5-6.0	5.5-6.0	5.5	6+
ความถ่วงจำเพาะ	2.4-2.6	3.2-3.3	3.1-3.25	2.85-3.1	2.9-3.2	3.0-3.2
รอยแยกเรียบ	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์	110 สมบูรณ์
ความยาวเนื้อ	สั้น-ยาว	สั้น-ยาว	2-11 นิ้ว	สั้น	สั้น-ยาว	สั้น-ยาว
	นุ่ม-สาก และคล้ายผ้าไหม	นุ่ม-สาก	หยาบ	สาก	โดยทั่วไปสาก มีบ้างนุ่ม	สาก
ต้านทานต่อแรงดึง	80,000	100,000	16,000	4,000	1,000	1,000
ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)	100,000	300,000	90,000	และน้อยกว่า	8,000	และน้อยกว่า
จุดหลอมตัว 1 °ฟ	2,770	2,180	2,550	2,675	2,400	2,540
ทนต่อกรดและด่าง	ไม่ดี	ดี	ดี	ดีมาก	ดี	ปานกลาง
ดัดตัว (Flexibility)	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่ดี	พอใช้	ไม่ดี
คุณสมบัติการกรอง	ช้า	ไว	ไว	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ประจุไฟฟ้า	บวก	ลบ	ลบ	ลบ	ลบ	ลบ

## องค์ประกอบทางเคมี

แอสเบสทอสมีสวนประกอบทางเคมีที่สำคัญ และเป็นองค์ประกอบหลัก (major element constituents) คือ แมกนีเซียม (Mg) ซิลิ

คอนไดออกไซด์ ( $\text{SiO}_2$ ) และเหล็ก (Fe) นอกจากนี้ยังมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบรองซึ่งปนอยู่ในปริมาณน้อย (minor element constitu-

ents) เช่น โคบอลต์ (Co) นิกเกิล (Ni) แมงกานีส (Mn) ปริมาณธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ แสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 องค์ประกอบหลักทางเคมีของแอสเบสทอชนิดต่าง ๆ

ชนิด ส่วนประกอบ, %	คริสโซไทล์	โครซิโดไลต์	อะโมไซต์	แอนโทฟิลไลต์	เทรโมไลต์	แอคทิโนไลต์
แมกนีเซียมออกไซด์ ( $\text{MgO}$ )	38-43	0-13	1-7	17-34	20-26	12-20
ซิลิกอนไดออกไซด์ ( $\text{SiO}_2$ )	38-42	44-56	48-53	53-60	55-60	49-56
อะลูมิเนียมออกไซด์ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	0.1-2.0	0-1	0-1	0-5	0-3	0-3
เหล็กออกไซด์ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0.1-5.0	13-20	0-5	0-5	0-5	0-5
เหล็กออกไซด์ ( $\text{FeO}$ )	0.1-3.0	13-21	34-47	3-20	0-5	5-15
แคลเซียมออกไซด์ ( $\text{CaO}$ )	0-2.0	0-3	0-2	0-3	10-15	10-13
โซเดียมออกไซด์ ( $\text{Na}_2\text{O}$ )	0-1.0	4-9	0-1	0-1	0-2	0-2
โพแทสเซียมออกไซด์ ( $\text{K}_2\text{O}$ )	-	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
แมงกานีสออกไซด์ ( $\text{MnO}$ )	0-0.05	-	-	-	-	-
น้ำ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) <sup>+</sup>	12-14	2-5	2-5	1-6	1-3	1-3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบรองทางเคมีของแร่แอสเบสทอส

	โคบอลต์ Co (ppm)	นิกเกิล Ni (ppm)	โครเมียม Cr (ppm)	แมงกานีส Mn (ppm)	เหล็ก Fe (%)	Analytical Method&Ref.
<b>Chrysotile :</b>						
UICC	45-54	795-1445	316-1390	366-443	0.88-1.14	HF/AA
UICC	40-41	700-880	460-1400	360-460	2.2-2.8	HF/AA
UICC	43-54	802-1482	317-1378	231-444	0.6-1.24	HF/AA
UICC	45-55	802-1482	317-1390	393-480	0.6-2.6	NAc
UICC	46-55	990-1250	490-1390	393-480	1.7-2.6	NAc
Canadian	36-78	299-1187	202-771	325-1065		HF/AA
Canadian	39-110	550-2600	380-1200	1.8-5.0		NAc
Canadian	44-110	330-1820	317-1200	420-630	1.2-4.8	NAc
Canadian	38-60	917-1097	733-1369			NAc
Canadian	19-43	63-389	5-79	145-541	0.58-1.34	HCL/AA
African	54-55	1360-1480	1378-1390	393-450	0.6-1.7	NAc
African	<100	1200-2900	600-1700	300-800		NAc
Others		90-1700	40-1200	150-740	0.95-1.68	NI/AA
Others	19-49	493-1064	273-919			NAc
Others		900	600	230	0.56	XFL
<b>Crocidolite:</b>						
UICC	2-10	12-58	16-120	820-1320	15-33	NAc/AA
UICC	10-12	0-8	17-20	833-842	14-15	HF/AA
African	0-7	<100	0-20		20-26	NAc
African	<100	<100	<100	100-300		NI
<b>Amosite:</b>						
UICC	7-12	34-58	32-120	13600-15000	15-28	NAc/AA
UICC	11-13	33-35	31-33	13347-13690	14-15	HF/AA
African	<100	<100	<100	1400-14800		NI
Others		300	2200	200	15.5	XFL
<b>Anthophyllite:</b>						
UICC	16-24	217-414	536-584	545-986	13-20	HF/AA
Others		450	3000	2900	6.1	XFL
<b>Tremolite:</b>						
Others		700	1700	1600	3.5	XFL

**Techniques used:**

HF/AA = Hydrofluoric acid degestion

&amp; Atomic Absorption Spectr.

NAc = Neutron Activation Techn.

XFL = X-Ray Fluorescence Tech.

HCL/AA = HCL digestion and Atomic Absorption Spectrometry

NI = Technique not identified

แร่แอสเบสทอสแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีและทางฟิสิกส์หลาย ๆ อย่างคล้ายกัน ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมีและฟิสิกส์ทั่วไปหรือวิธีใดวิธีหนึ่งโดยเฉพาะ จึงไม่สามารถชี้บ่งชนิดของแอสเบสทอสได้ แต่จะต้องอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์หลายวิธีประกอบกัน เพื่อให้มีความถูกต้องและแม่นยำ เช่น นำผลการวิเคราะห์ทางเคมีมาประกอบกับการคุณสมบัติของการละลายในน้ำ กรด ต่าง ที่ชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ กัน หรือใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ เพื่อคุณลักษณะของเส้นใย เช่น IR Spectroscopy, Energy Dispersive spectrometer (EDS), X-ray Analysis (EDXA), Transmission Electron Microscope (TEM), Scanning Electron Microscope (SEM) เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะช่วยบอกความแตกต่างของแอสเบสทอสแต่ละชนิดและเส้นใยสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ ได้ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวของเครื่องมือพิเศษนั้น

**ประโยชน์**

เนื่องจากแอสเบสทอสมีสมบัติเด่นหลายประการ คือ ทนความร้อนได้สูงตั้งแต่ 700 ถึง 1000 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทนต่อแรงดึง (tensile strength) สูงตั้งแต่ 5000 ถึง 31000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทนต่อสารเคมี กรดต่าง เชื้อจุลินทรีย์ และการทำลายของแมลงได้อีกทั้งยังมีราคาถูก จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์

กันมาก ในประเทศไทยมีการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงในผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทนความร้อน เช่น เสื้อผจญเพลิง จอภาพยนตร์ ท่อกระเบื้องและผนังซีเมนต์ ทำฉนวนไฟฟ้า ใช้น้ำมันเบรค บูหน้าคัลท์ ทำสารกรอง (filter) ทำกระดาด ทำสารอุดรอยรั่ว และใช้ผสมทำวัสดุกันรั่วซึม

**อันตรายจากแอสเบสทอส**

จากประโยชน์มากมายของแอสเบสทอส ทำให้มีการนำแอสเบสทอสมาใช้งานอย่างแพร่หลายและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ฝุ่นหรือผงของแอสเบสทอสที่ฟุ้งกระจายในบรรยากาศเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสุขภาพทั้งของผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ เพราะเมื่อหายใจเข้าไปจะเกิดสะสมอยู่ในระบบทางเดินหายใจ ปอดไม่สามารถขจัดฝุ่นหรือผงเหล่านี้ได้ เนื่องจากความทนทานของเส้นใย การได้รับฝุ่นหรือผงเหล่านี้สะสมในปริมาณมากจะทำให้เกิดโรคปอดอย่างร้ายแรง เช่น มะเร็งปอด มะเร็งเยื่อหุ้มปอดหรือช่องท้อง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคปอดหิน (Asbestosis) หรือปอดแข็ง โดยเนื้อเยื่อปอดจะแข็งตัวเนื่องจากเกิดพังผืด ทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ

แอสเบสทอสเป็นสารอันตรายระดับปานกลางเมื่อเทียบกับปรอท คลอรีน หรือสารพิษชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม แต่

เนื่องจากมีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงทำให้ประชาชนได้รับอันตรายมากกว่า ได้มีผู้พยายามนำเส้นใยชนิดอื่นมาใช้ทดแทน แต่ยังไม่ปรากฏมีเส้นใยชนิดใดมีสมบัติเทียบเท่า ความนิยมใช้แอสเบสทอสจึงยังคงอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ผลิตพยายามผสมแอสเบสทอสลงในผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ทนทาน เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ได้แก่ ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบแอสเบสทอสที่ผสมหรือปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งสำคัญ การตรวจสอบโดยใช้วิธีทางเคมี ทางฟิสิกส์ และเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ ประกอบกันดังได้กล่าวมาแล้วจะช่วยทำให้ทราบแน่ชัดว่ามีแอสเบสทอสปนเปื้อนอยู่หรือไม่และมีปริมาณเท่าไร เพื่อประโยชน์ในการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ และการเลือกใช้วัสดุให้ปลอดภัย ดังนั้นการนำแอสเบสทอสมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด ข้อบังคับ และมาตรการความปลอดภัยต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด หน่วยงานที่ดูแลเรื่องนี้คือ กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะต้องควบคุมและให้ความรู้แก่ผู้เกี่ยวข้องให้ได้รับอันตรายน้อยที่สุดทั้งต่อประชาชน และสิ่งแวดล้อม

**เอกสารอ้างอิง**Schreier, H. *Asbestos in the natural environment*. Amsterdam : Elsevier Science Publishers, 1989. P. 15-44

จุมพล คีนดัก. แอสเบสทอส (แร่ใยหิน) ข่าวสารการธรณี, มิถุนายน, 2535, ปีที่ 34, เล่มที่ 6 หน้า 62-66

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์, ธีรชัย รัตนโรจน์มงคล และ นภาพรณ แสงบำรุง. รายงานการศึกษาเรื่องการวินิจฉัยแอสเบสทอสที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์กระดาด. กรุงเทพมหานคร : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กองการวิจัย, ม.ป.ป. หน้า 1-3

# การวิเคราะห์วิตามิน บี ในอาหารทารก โดยวิธีทางจุลชีววิทยา

อรทัย ลีลาพจนานพร

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักเพื่อการดำรงชีวิตของคน อาหารให้พลังงานและเสริมสร้างร่างกายให้เจริญเติบโต สำหรับทารกแรกเกิดถึง ช่วง 4 เดือนแรก นมแม่คืออาหารหลักของทารกน้อย แต่เมื่อสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมเกิดความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ขึ้นจึงเป็นเหตุให้คุณแม่ในปัจจุบันต้องเลี้ยงทารกน้อยของตนด้วยนมผงและผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายเป็นส่วนใหญ่

นมผงดัดแปลงสำหรับเลี้ยงทารกหมายถึงผลิตภัณฑ์นมที่มีการดัดแปลงส่วนประกอบต่างๆ ของนมวัวให้มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับนมแม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเลี้ยงทารกมากที่สุด ผลิตภัณฑ์นมผงดัดแปลงสำหรับเลี้ยงทารกที่ผลิตหรือนำเข้าเพื่อขายหรือแจกจ่ายภายในประเทศไทย ต้องมีส่วนประกอบคุณค่าอาหารครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 156 (พ.ศ. 2537) เรื่องนมผงดัดแปลงสำหรับทารกและนมผงดัดแปลงสูตรต่อเนื่อง สำหรับทารกและเด็กเล็ก รวมทั้งประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 157 (พ.ศ.

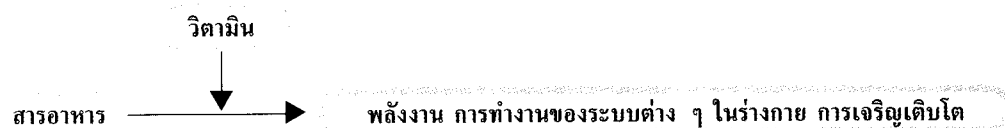
2537) เรื่องอาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ซึ่งได้กำหนดจำนวนพลังงานที่ได้รับเป็นหลัก กล่าวคือน้ำนมที่ผสมตามอัตราส่วนผสมที่ระบุไว้ตามฉลากจำนวน 100 มิลลิลิตร จะต้องให้พลังงานไม่น้อยกว่า 272 กิโลจูล แต่ไม่เกิน 293 กิโลจูล หรือระหว่าง 65-70 กิโลแคลอรี คือน้ำนมที่ผสมแล้ว 100 มิลลิลิตร

นอกจากนี้ยังกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับคุณค่าขององค์ประกอบของอาหารทารกด้วยคือ ในจำนวนพลังงาน 100 กิโลแคลอรี กำหนดปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน

นมผงดัดแปลงสำหรับทารก สูตรทั่วไปคือนมที่มีการลดปริมาณและดัดแปลงคุณภาพของโปรตีนปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของโปรตีนเวย์ (whey protein) และเคซีน (casein) ให้ใกล้เคียงนมมารดา พร้อมทั้งลดปริมาณไขมันเนยลง เพิ่มไขมันจากพืชแทนเพื่อช่วยการย่อยและดูดซึมของทารก นมผงทารกสูตรทั่วไปจะมีโปรตีนจากนมวัวและน้ำตาลแลคโตสเป็นส่วนประกอบหลัก แต่สำหรับทารกบางรายที่พบว่ามีปัญหาการแพ้นมวัว สามารถใช้

นมผงสูตรพิเศษ (special formula) ซึ่งผลิตขึ้นสำหรับทารกที่มีปัญหาการย่อยและดูดซึม ปัญหาการแพ้นมวัว นมผงสูตรพิเศษเหล่านี้จะระบุว่าเป็นปราศจากน้ำตาลแลคโตส (Lactose free) โดยใช้ น้ำตาลจากแหล่งอื่น คือ corn syrup solid และ hydrolyzed corn starch เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต แทนและโปรตีนจากถั่วเหลืองแทนโปรตีนจากนมวัว

วิตามิน เป็นสารอาหาร 1 ใน 5 หมู่ของสารอาหารหลักที่ร่างกายต้องการ เพื่อการดำรงสภาพได้อย่างปกติ ซึ่งร่างกายคนต้องการวิตามินในปริมาณน้อย ๆ ในระดับไมโครกรัมต่อวันเท่านั้น วิตามินเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ทำหน้าที่ร่วมกับสารอาหารอื่น ๆ เพื่อเพิ่มพลังและเสริมฤทธิ์ซึ่งกันและกัน เป็นตัวควบคุมกระบวนการเคมีต่าง ๆ ในร่างกายเป็นตัวเสริมประสานในการทำงาน การทำหน้าที่และการดูดซึมอาหาร ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ของสารอาหารชนิดอื่นให้เป็นปกติสมบูรณ์ กระบวนการเคมีต่าง ๆ ในร่างกายเพื่อเสริมสร้างพลังงานและย่อยสารอาหารนี้เรียกว่ากระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism)



วิตามินแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามคุณสมบัติการละลายได้ดังนี้

1. กลุ่มวิตามินที่ละลายในน้ำมันหรือไขมัน (fat soluble vitamins) ได้แก่ วิตามินเอ อี ดี และเค

2. กลุ่มวิตามินที่ละลายในน้ำ (water soluble vitamins) ได้แก่ วิตามินซี และกลุ่มวิตามินบีรวมทั้งหลาย กรดโฟลิก ไบโอดีน กลุ่มวิตามินบีรวมหมายถึงวิตามินบี

ชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย วิตามินบี 1 บี 2 บี 6 บี 12 ไนอาซินและกรดแพนโทธีนิก วิตามินเหล่านี้จะทำงานทำหน้าที่ร่วมกัน เพื่อการเสริมฤทธิ์เสริมประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน

ความสำคัญและหน้าที่ของวิตามินบี ชนิดต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับทารกมีดังนี้

วิตามินบี 1	ช่วยให้ทารกเจริญเติบโตเป็นปกติ, บำรุงระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
วิตามินบี 2	ช่วยสร้างพลังงานในร่างกาย ป้องกันความผิดปกติของสายตา ผิวหนัง ป้องกันโรคปากนกกระจอกและร่วมกับวิตามินบี 12 ในการสร้างเม็ดโลหิตแดง
วิตามินบี 6	มีความสำคัญต่อระบบประสาทของทารก ใช้ในการสร้างกรดอะมิโน ควบคุมการทำงานของโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต
วิตามินบี 12	จำเป็นต่อการสร้างเม็ดโลหิตแดง ถ้าขาดวิตามินชนิดนี้หรือได้รับไม่เพียงพอจะทำให้เกิดความผิดปกติกับเม็ดโลหิตแดง ทำให้เกิดโรคโลหิตจางได้
ไนอาซิน (บี 3)	เป็นโคเอนไซม์ 1 และ 2 ในระบบการหายใจ ในระบบการทำงานของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ส่งเสริมการทำหน้าที่ของระบบประสาทกระตุ้นการหมุนเวียนของโลหิต
กรดแพนโทธีนิก (บี5)	เป็นโคเอนไซม์ เอ ในกระบวนการเมตาบอลิซึม ช่วยเปลี่ยนแปลงโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ให้เป็นพลังงาน และใช้ในกระบวนการสร้างกรดไขมัน
กรดโฟลิก	เป็นโคเอนไซม์สำหรับการสร้างกรดนิวคลีอิก (Nucleic acid synthesis) ในการแบ่งเซลล์ และที่มีส่วนร่วมในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในการเจริญเติบโต ทำงานร่วมกับ วิตามิน บี12 ในการสร้างเม็ดโลหิต
ไบโอติน	เป็นโคเอนไซม์ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของกรดอะมิโนและคาร์โบไฮเดรต มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตร่างกายในระบบต่าง ๆ เช่นบำรุงผิวหนัง เส้นผม เส้นประสาท การสร้างยูเรีย

ในความเป็นจริงนั้นวิตามินทุกชนิดจะทำงานร่วมกัน เพื่อให้กระบวนการเคมีต่าง ๆ ในร่างกายดำเนินไปอย่างปกติ ร่างกายของเรา โดยเฉพาะทารกซึ่งอยู่ในช่วงวัยที่ต้องการสาร

อาหารทุกชนิดจากอาหารภายนอก หลังจากคลอดจากครรภ์มารดาแล้ว ทารกต้องการสารอาหารที่ให้พลังงานสูง ต้องการวิตามินทุก

ชนิดอย่างครบถ้วนไม่ใช่เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้นเพื่อไปทำหน้าที่ร่วมกับสารอาหารชนิดอื่นเพื่อสร้างร่างกายให้เจริญเติบโตเต็มที่ต่อไป

ปริมาณวิตามินที่ทารกควรได้รับในแต่ละวันเป็นดังนี้คือ (หน่วย : มิลลิกรัม ต่อวัน, ไมโครกรัม/วัน)

วิตามิน	ทารกอายุ 0-6 เดือน	ทารกอายุ 6 เดือน - 1 ปี
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม/วัน)	0.3	0.5
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม/วัน)	0.4	0.5
วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม/วัน)	0.3	0.6
วิตามินบี 12 (ไมโครกรัม/วัน)	0.3	0.5
ไนอาซิน (มิลลิกรัม/วัน)	5	6
กรดแพนโทธีนิก (มิลลิกรัม/วัน)	2	3
ไบโอติน (ไมโครกรัม/วัน)	10	15
กรดโฟลิก (ไมโครกรัม/วัน)	25-50	25-50

ที่มา : RDA. 1989 Recommended Dietary Allowances 1989

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินในอาหาร ต้องใช้เทคนิควิธีที่มีประสิทธิภาพดีพอที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณสารชีวเคมีในปริมาณน้อย ๆ ระดับ ไมโครกรัมได้ ซึ่งการวิเคราะห์ โดยวิธีทางจุลชีววิทยา (Microbiological assay) เป็นวิธีหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่ามีประสิทธิภาพมากพอที่จะกำหนดให้ใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ

วิตามินชนิดที่ละลายในน้ำได้ (water soluble vitamins) วิธีวิเคราะห์นี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ การวัดปริมาณกรดที่เกิดขึ้นหรือวัดความขุ่นที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ต้องมีคุณสมบัติที่เฉพาะตัวกับสารอาหารที่จะทำการวิเคราะห์ (specific)

คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินในอาหาร

1. เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคและไม่สร้างสารพิษ
2. ต้องการสารที่จะวิเคราะห์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต
3. จุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่จำกัด เช่นใน

หลอดทดลองขนาดจำกัด

4. ช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลอง ไม่นานจนเกินไปหรือสั้นไปจนไม่สามารถวัดความเปลี่ยนแปลง หรือสังเกตผลการทดลองได้

5. ต้องไม่สามารถสร้างสารที่จะวิเคราะห์

ขึ้นมาได้เอง

จุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ จุลินทรีย์ในสายพันธุ์ทั่วไปที่ไม่ทำให้เกิดโรคเช่น *Lactobacillus Saccharomyces*, *Leucocystococcus*, และ *Streptococcus* ซึ่งเป็นสาย

พันธุ์ที่มีการเตรียมให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ สั่งซื้อจากสถาบันที่เป็นที่น่าเชื่อถือ เช่น American Type Culture Collection (=ATCC) Washington 7, D.C. และ Maryland ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

วิตามินต้องการวิเคราะห์	จุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์
วิตามิน บี 1	<i>Lactobacillus fermenti</i> ATCC 9338
วิตามิน บี 2	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 7469
วิตามิน บี 6, อินอซิทอล	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> ATCC 9080
วิตามิน บี 12	<i>Lactobacillus leichmannii</i> ATCC 7830
กรดโฟลิก	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 7469
ไบโอติน, ไนอาซิน, กรดแพนโทธินิก	<i>Lactobacillus arabinosus</i> ATCC 8014

กระบวนการวิเคราะห์ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ โดยสังเขปดังนี้

1. การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อกระตุ้นเชื้อ (preparation of stock culture) โดยการถ่ายเชื้อจากวัฒนธรรมอาหารเดิมสู่วัฒนธรรมอาหารใหม่เพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง

2. การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เพื่อการวิเคราะห์ (preparation of inoculum) เป็นการถ่ายเชื้อจากวัฒนธรรมอาหารเหลวเพื่อนำเซลล์จุลินทรีย์มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีอายุของเซลล์จุลินทรีย์ไม่เกิน 24 ชั่วโมงเช่นกัน

3. การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ หมายถึง การแยก สกัด หรือย่อยตัวอย่าง โดยกรดหรือเอนไซม์ หรือสารเคมี จากสภาพตัวอย่างที่อยู่ในรูปของอาหาร ก้อน ผง หรืออื่น ๆ ให้อยู่ในรูปของสารละลายที่พร้อมจะถูกนำมาทำการวิเคราะห์ต่อไป

4. การปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารละลายตัวอย่าง ในการวิเคราะห์โดยวิธีจุลินทรีย์นั้นต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับชนิดจุลินทรีย์ที่ใช้ เพื่อให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี

5. การเตรียมหลอดทดลองชุดสารละลายมาตรฐาน (preparation of standard tubes) การวิเคราะห์นั้นจำเป็นต้องทำร่วมกันกับสารละลายตัวอย่างโดยใช้สารละลายมาตรฐานในปริมาณที่เพิ่มตามลำดับ

6. การเตรียมหลอดทดลองชุดสารละลายตัวอย่าง (preparation of assay tubes) โดยการเพิ่มปริมาณสารละลายตัวอย่างตามลำดับภายใต้สภาวะเดียวกัน เช่นกัน

7. การทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายที่มีอยู่เดิมในชุดวิเคราะห์ (sterilization) เพื่อให้การวิเคราะห์เป็นสภาวะปลอดเชื้อเป็นขั้นตอนการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิมในชุดหลอดทดลองทั้งหมด ก่อนที่จะเติมเชื้อที่ใช้วิเคราะห์ลงไป

8. การเติมเชื้อที่ใช้วิเคราะห์และบ่มเชื้อ (inoculation and incubation) เป็นการหยดเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ลงในชุดหลอดทดลอง และนำเข้าตู้บ่มเชื้อ (incubator) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ ตามเวลาที่กำหนดเชื้อที่จะนำมาหาค่าคือเชื้อที่เตรียมไว้จากขั้นตอนที่ 2 โดยถ่ายเซลล์จากหลอด Inoculum Broth ที่เตรียมไว้มาปั่นแยกเซลล์จุลินทรีย์ออก และต้องผ่านการล้างเซลล์ด้วย 0.9% Sterilized NaCl (Normal saline) 2 ครั้ง ภายใต้อุณหภูมิปลอดเชื้อ

9. การบ่มเชื้อ (incubation) เมื่อหยดเซลล์จุลินทรีย์ลงในชุดหลอดทดลองครบทั้งชุดแล้วต้องนำชุดหลอดทดลองทั้งหมด ไปวางไว้ในตู้บ่มเชื้อ (incubator) ซึ่งมีอุณหภูมิคงที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 20 ชั่วโมง กรณีวัดปริมาณกรด จะใช้เวลาประมาณ 72 ชั่วโมง

10. การอ่านผลการวิเคราะห์ หลังจากที่ยกตัวอย่างบ่มเชื้อไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง กรณีที่บ่มเชื้อเป็น

เวลา 20 ชั่วโมง เราสามารถวัดผลการทดลองโดยการวัดความขุ่นที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ หรือกรณีที่ใช้เวลาบ่มเชื้อนานถึง 68-72 ชั่วโมงเราจะวัดผลการวิเคราะห์วัดผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยการคิดกรดแลคติกที่เกิดขึ้นกับ 0.1N NaOH

11. การคำนวณ (calculation) โดยการนำผลจากการวัดค่าความขุ่น (ค่า absorbance) ที่เกิดขึ้นซึ่งวัดได้โดยใช้เครื่องวัดความขุ่น ในที่นี้วัดค่า Absorbance ด้วยเครื่อง UV/VIS Spectrophotometer double beam ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรหรือปริมาณต่างที่ใช้การคิดกรดแลคติกที่เกิดขึ้นกับ 0.1N NaOH ในจากข้อ 10 มาเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณสารละลายมาตรฐาน กับค่าความขุ่นหรือปริมาณต่างที่ใช้กรณีที่ทำค่าความขุ่นที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบผลจากปริมาณต่างที่ใช้ในชุดสารละลายมาตรฐานกับชุดสารละลายตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน บี 6 บี 12 ไบโอติน กรดโฟลิก ไนอาซิน และกรดแพนโทธินิก โดยการใช่วิธีทางจุลชีววิทยา (microbiological assay) ในตัวอย่างนมผงดัดแปลงสำหรับทารกทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นนมสูตรปกติทั่วไป 10 ตัวอย่างและนมสูตรพิเศษสำหรับทารกที่มีอาการแพ้นมวัว 5 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน พบว่า ทุกตัวอย่างมีปริมาณวิตามินดังกล่าวสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในประกาศ



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามิน ต่อหน่วยน้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดวิตามิน	ปริมาณเฉลี่ย (ไมโครกรัม/100 กรัม)
วิตามิน บี6	126.8
วิตามิน บี 12	0.63
ไบโอติน	4.01
กรดโฟลิก	24.0
ไนอาซิน	1254.4
กรดแพนโทธีนิก	594.4
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี)*	502.75

หมายเหตุ

\* ค่าพลังงานความร้อน : ที่มางานวิเคราะห์อาหารและเครื่องดื่ม กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ วิตามินในตัวอย่างนมผงที่จำแนกเป็นนมสูตรปกติ 10 ตัวอย่าง และนมสูตรพิเศษสำหรับทารกที่มีอาการแพ้นมวัว หรือมีปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร

ปริมาณค่าที่วิเคราะห์ได้โดยเฉลี่ย ต่อหน่วยน้ำหนัก 100 กรัม

ชนิดวิตามิน (ไมโครกรัม/100 กรัม)	นมสูตรทั่วไป	นมสูตรพิเศษ
วิตามิน บี6	119.4	141.8
วิตามิน บี12	0.55	0.79
ไบโอติน	3.43	5.16
กรดโฟลิก	23.6	24.78
ไนอาซิน	1285.1	1193.0
กรดแพนโทธีนิก	548.4	686.5
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี)*	505.82	504.25

หมายเหตุ

\* ค่าพลังงานความร้อน : ที่มางานวิเคราะห์อาหารและเครื่องดื่ม กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

จากปริมาณวิตามินต่าง ๆ นี้เราสามารถ เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศฯ หรือไม่ ไปคำนวณเป็นปริมาณค่าต่อหน่วยพลังงาน วิเคราะห์ได้ว่านมผงหรืออาหารทารกเหล่านี้จัด จะต้องนำค่าปริมาณวิตามินต่อหน่วยน้ำหนัก ความร้อนที่ให้ต่อไป ว่าปริมาณวิตามินในตัวอย่างนมผงนั้นมีคุณภาพ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน ต่อพลังงานความร้อน 100 กิโลแคลอรี เป็นค่าที่วิเคราะห์ได้โดยเฉลี่ย โดยการคำนวณ ต่อหน่วย พลังงาน 100 กิโลแคลอรี

ชนิดวิตามิน (ไมโครกรัม/100 กิโลแคลอรี)	ปริมาณที่กำหนดใน ประกาศฯ	นมสูตรทั่วไป	นมสูตรพิเศษ
วิตามิน บี6	45	119.4	141.8
วิตามิน บี12	0.15	0.55	0.79
ไบโอติน	1.5	3.43	5.16
กรดโฟลิก	4.0	23.6	24.78
ไนอาซิน	250	1285.1	1193.0
กรดแพนโทธีนิก	300	548.4	686.5

หมายเหตุ : ค่าที่ได้ต่อหน่วยพลังงานความร้อน 100 กิโลแคลอรี ได้จากการคำนวณโดยนำปริมาณวิตามินที่วิเคราะห์ ต่อหน่วยน้ำหนัก 100 กรัม คูณด้วย 100 หาดด้วยค่าพลังงานความร้อน

ข้อดีของการใช้วิธีวิเคราะห์โดยจุลินทรีย์ นอกจากการที่เป็นวิธีที่นับได้ว่ามีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยพอสมควรซึ่งสามารถจะ บอกได้ว่าเป็นวิธีที่ไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ทั้งนี้เพราะ สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็น

สารเคมีทั่ว ๆ ไป ไม่มีการใช้สารอินทรีย์ หรือ ตัวทำลายที่มีพิษร้ายแรง สารละลายต่าง ๆ ที่เกิดจากการทดลองจะอยู่ในสภาวะเป็นกลาง แล้ว เพื่อให้เป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการ เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ดังนั้นย่อมไม่เป็นสาเหตุให้สภาวะแวดล้อม เสียได้ และเมื่อการวิเคราะห์เสร็จสิ้น จุลินทรีย์จะถูกทำลายโดยการต้ม เพื่อทำลาย จุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนทิ้ง

The Association of Vitamin Chemists. **Methods of vitamin assay**. 3rd. ed. New York : Wiley, 1966.

Kutsky, Roman J. **Handbook of vitamins, minerals and hormones**. 2nd. ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1981.

Machlin, Lawrence J. **Handbook of vitamin**. 2 nd ed. New York : Marcel Dekker, 1991.

Merck. **Microbiological determination of vitamins**. Bangkok : Merck, no. date.

กระทรวงสาธารณสุข. กรมอนามัย. **ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคสำหรับคนไทย**. กรุงเทพฯ : องค์การสงเคราะห์ ทหารผ่านศึก, 2532.

..... ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, ฉบับที่ 156 พ.ศ. 2537. เรื่องนมผงดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารก และเด็กเล็ก.

..... ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, ฉบับที่ 157 พ.ศ. 2537 เรื่องอาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก.

จงจิตร อังคทะวานิช. อุมาพร สุทัศน์วรวิฒิ และจุฬารณ รุ่งพิสุทธิพงษ์. **คู่มือการเลือกใช้นมและอาหารทางการแพทย์ในเด็กและผู้ใหญ่**. กรุงเทพฯ : Text Journal, 2534.



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เยี่ยมชมผลงานกระดาษจากพญาแฝก ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการนำไปแสดงในงานนิทรรศการแผ่นดินนาชาติ ครั้งที่ 2 ณ โรงแรมคูสิต รีสอร์ทแอนติปโกลด์คลับ จ.เพชรบุรี (18 ม.ค. 2543)



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เยี่ยมชมผลงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในงาน BOI FAIR 2000 ณ ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติอิมแพค เมืองทองธานี (6 ก.พ. 2543)



ดร.อาทิตย์ อุไรรัตน์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พร้อมด้วย นายพรเทพ เตชะไพบูลย์ รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ เยี่ยมชมนิทรรศการผลงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมให้นโยบายแก่กรมวิทยาศาสตร์บริการ (23 มี.ค. 2543)



4. นางสาวจินต์ ศรีคลังศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นำ Mr.Dan Tholen ผู้เชี่ยวชาญเรื่องทดสอบความชำนาญจาก AOAC International สหรัฐอเมริกา เข้าพบนางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดการสัมมนา เรื่อง ISO/IEC Guide 25 สู่ระบบ ISO/IEC FDIS 17025 ซึ่งจัดโดยโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออก กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ณ โรงแรมเซ็นจูรี่พาร์ค (31 ม.ค. 2543)





1



2



5



6



9



10

1 2

ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกันจัดงานทำบุญเลี้ยงพระเนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมทั้งมีการแข่งขันกีฬาเพื่อเชื่อมความสามัคคี (1 เม.ย. 2543)

3

นายสุรพันธ์ บริสุทธี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก แดงสงข่าวเรื่อง ลูกไม้เซรามิก แก่สื่อมวลชน ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (30 มี.ค. 2543)

4 5 6 7 8 9

โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดฝึกอบรมหลักสูตร เรื่องการสอบเทียบเครื่อง pH Meter, การใช้ AAS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยการใช้ UV-VIS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 4, การสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตร เทคนิคการทำดอกไม้เซรามิก, การสอบเทียบเครื่องชั่ง, การใช้ GC/MS ในงานวิเคราะห์ทดสอบ, การใช้ HPLC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 4 (ม.ค. - เม.ย. 2543)



3



4



7



8



11



12

**10** กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานการแปรรูปกล้วย : กล้วยน้ำว่านแผ่นกรอบ ข้าวกระป๋องสำเร็จรูป ไปแสดงในงานนิทรรศการศิลปาชีพอางไทร ครั้งที่ 16 จ. พระนครศรีอยุธยา

**1112** ฝ่ายประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดการสนทนาประจำ วศ. ครั้งที่ 62, 63, 64 เรื่องระบบการบริหารในหน่วยงานราชการผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์, การทดสอบความชำนาญ, การบริการจัดการห้องปฏิบัติการวิเคราะห์วิจัยเคมี : ฐานข้อมูลเคมีวัตถุอันตราย และปฏิบัติการตอบสนองเหตุฉุกเฉินทางเคมี เพื่อเป็นความรู้แก่ข้าราชการ ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัว

**การฝึกอบรมทางวิชาการ**

อบรมวิชาอินทรีย์เคมีประยุกต์ การแยกสารผสม การแยกสารโครมาโตกราฟที่ การหาความละเอียดหยาบของดินขาวด้วยวิธีแอนเดรียเสนปีเปต การใช้เครื่องมือ เครื่องทดสอบการต้านแรงดึง เครื่องวัดความทึบแสง เครื่องทดสอบการยึดตัวของ กระดาษ ให้แก่นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจ

อบรมวิชาเคมีวิเคราะห์, Applied Organic Chemistry Lab., Petrochemistry, Organic Chemistry, NMR Spectroscopy, FI-IR Spectroscopy เครื่องมือวิเคราะห์ปรอท เครื่อง HPLC, GC, AA, UV แก่นักศึกษาและผู้สนใจ

อบรมเรื่อง Uncertainty of Measurement, การสอบเทียบเครื่องแก้วแก่นักศึกษาและผู้สนใจ

อบรมการทำน้ำมันกระป๋อง สัมผัสสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (สัมผัสน้ำปู และปลาร้า) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตการเกษตร มะขม มะม่วง ฝรั่ง มะเฟือง มะเขือเทศ เครื่องดื่มชนิดเม็ด (จึง กระจับปี่ เสาวรส) น้ำฝรั่งพร้อมดื่ม ฝรั่งดอง กล้วยเบรกแตก งาดัด ถั่วตัด ถั่วกรอบแก้ว ผักกวางตุ้งเค็มตากแห้ง การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทดสอบทางจุลชีววิทยา การทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม การทำผลไม้แช่อิ่ม การทำเครื่องดื่มน้ำพริก น้ำผลไม้ชนิดเม็ด การทำผักและผลไม้แผ่นกรอบ การทำผลไม้ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง การวิเคราะห์วิตามินบี 1, 2 วิตามินซี การแปรรูปผลผลิตการเกษตร : ขนุนหยี มะม่วงหยี ขนุนในน้ำเชื่อมบรรจุขวด ข้าวเกรียบขนุน มะม่วงดอง มะขามแก้ว ธัญชาติแผ่นกรอบ เครื่องดื่มธัญชาติ การวัดสี Tuna in oil เครื่องดื่มมะขามชนิดเม็ดให้แก่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร เจ้าหน้าที่เลหะกิจเกษตร จ. บุรีรัมย์ จ. นครปฐม จ. มุกดาหาร บริษัทเซาร์ท อีสต์เอเซียและผู้สนใจ

อบรมเรื่องดอกไม้เซรามิก การออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก การทำน้ำเคลือบ กระบวนการผลิตเซรามิก แก่นักศึกษาและผู้สนใจ และนักเรียนศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่คำ จ.ลำปาง ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณฯ จ. นราธิวาส

**การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ**

- น.ส.ชัชช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และ น.ส.นราภัทรนาวิก ข้าราชการสำนักงานเลขาธิการกรม ไปร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 10 เรื่อง โครงการความร่วมมือทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศไทยและนักวิชาชีพไทยในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา

- น.ส.สุจินดา โชติพานิช นักวิทยาศาสตร์ 9 (เชี่ยวชาญพิเศษ) ไปฝึกอบรมการจัดการวิจัยและพัฒนาปี 2543 [2000 APEC R & D Management Training (ART) Program] ณ ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

- นางมยุรี ผ่องผุดพันธ์ ผู้อำนวยการกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ผู้อำนวยการวิจัย, นางสันทนา อมรไชย, นางสาวอริยา อุทัยรุ่งเรือง, นางสาวสำรวล คำแดง, ข้าราชการกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปดูงานด้านการบริหารสารานเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัย ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

- น.ส.สุนทรี เป็รื่องการ ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปร่วมประชุม Ad Hoc Working Groups และ Codex Committee on Food Additives and Contaminants ครั้งที่ 32 ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

**ข้าราชการและลูกจ้างดีเด่นปี 2543**



**นางสาวจันทรเพ็ญ ใจธีรภาพกุล**

เกิดวันที่ 7 กันยายน 2495  
 วุฒิมัธยมศึกษา ปริญญาโท  
 สถาบัน Ohio University, U.S.A.  
 เริ่มรับราชการครั้งแรก 1 พฤษภาคม 2521  
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว  
 กองเคมี  
 ด้งใจทำงาน ขยัน ซื่อสัตย์ เสียสละ เพื่อประเทศชาติ



**นายสุรัตน์ เพชรเกษม**

เกิดวันที่ 7 กันยายน 2495  
 วุฒิมัธยมศึกษา ปริญญาโท  
 สถาบัน มหาวิทยาลัยมหิดล  
 เริ่มรับราชการครั้งแรก 1 กันยายน 2532  
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 5  
 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม  
 มุ่งมั่นทำงาน ฝ่าฟันปัญหา พัฒนาความคิด



**นายณัฐสันต์ ทองบุรี**

เกิดวันที่ 20 มิถุนายน 2502  
 วุฒิมัธยมศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย  
 สถาบัน พุทธศาสตร์วิทยา วัดสุทธาวาส  
 เริ่มรับราชการครั้งแรก 4 มีนาคม 2536  
 ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักการภารโรง  
 สำนักงานเลขาธิการกรม  
 ทำดี ทำเต็มความสามารถ เมื่อผิดพลาดปรับปรุงแก้ไข

# ฐานข้อมูลสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องภาษาไทย

## ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### สำรวจ ดำแดง

ทรัพยากรสารสนเทศ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ ทรัพยากรสารสนเทศประเภทสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องที่จัดพิมพ์เป็นภาษาไทยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีให้บริการอยู่ในห้องสมุดกองสนเทศวิยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิยาศาสตร์บริการ แยกออกเป็น 3 ประเภท คือ วารสาร กฤตภาค และรายงานประจำปี

#### 1. วารสาร

คำเรียกชื่อสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องประเภทวารสารจะรวมถึงข่าวสาร, จดหมายข่าว, นิตยสาร ซึ่งส่วนแล้วนำเสนอข่าวความเคลื่อนไหวและบทความที่มุ่งเน้นเนื้อหาทางวิชาการ วารสารเป็นแหล่งความรู้ที่ทันสมัยผลิตโดยหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ เอกชน และสมาคมวิชาชีพเฉพาะสาขาต่าง ๆ ซึ่งมีความพร้อมในเรื่องงบประมาณและบุคลากรผู้ทรงคุณวุฒิ ข้อมูลในวารสารสามารถนำมาใช้เพื่อการศึกษา ค้นคว้า และอ้างอิงได้ลักษณะของบทความที่ตีพิมพ์หรือนำเสนอลงในวารสารจำแนกได้เป็น บทความกึ่งวิชาการ และบทความวิชาการ บทความกึ่งวิชาการจะเป็นข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ทั่วไป โดยสอดแทรกข้อคิดเห็นของผู้เขียน ซึ่งผ่านการศึกษา รวบรวมและเรียบเรียงลงไปด้วย ส่วนบทความวิชาการจะเป็นข้อมูลในลักษณะของรายงานการศึกษาค้นคว้า รายงานผลการทดลอง และรายงานผลการวิจัย บางบทความจะนำเสนอทั้งในรูปของข้อมูลเต็มและบทคัดย่อ มีเนื้อหามุ่งเน้นเสนอความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น วิทยาศาสตร์การอาหาร, วิทยาศาสตร์การเกษตร, อุตสาหกรรม นวัตกรรมทางเทคโนโลยีและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ของไทย การใช้ของเสียให้เป็นประโยชน์ ปัญหามลพิษ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดการแหล่งน้ำ สมุนไพร เป็นต้น ปัจจุบันกองสนเทศฯ มีวารสารให้บริการประมาณ 340 รายชื่อ แบ่งเป็นวารสารบอกรับ 25 รายชื่อ ที่เหลือเป็นวารสารที่ได้รับบอกรับนันทนาการ รวมทั้งสิ้นประมาณ 65,106 เล่ม วารสารทุกเล่มจะถูกนำมาอ่านวิเคราะห์เรื่องและเลือกบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาทำบัตรบรรณช่วยค้นด้วยคำค้นหัวเรื่อง (subject index) ตามหลักวิชาการบรรณารักษศาสตร์ไว้ให้บริการ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้ห้องสมุดสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็วและตรงกับความต้องการของสนเทศฯ ได้จัดระบบบริการสืบค้นได้ทั้งจากบัตรบรรณช่วยค้นในตู้บรรณรายการ และฐาน

ข้อมูลบัตรบรรณช่วยค้นในคอมพิวเตอร์

#### 2. กฤตภาค

กฤตภาค หมายถึง เรื่องที่ตัดจากหนังสือพิมพ์ ปะติดลงกระดาษ A4 เก็บเข้าแฟ้มเอกสารกฤตภาคที่กองสนเทศฯ จัดทำไว้เพื่อบริการผู้อ่าน เป็นกฤตภาคที่ทำจากหนังสือพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ เพราะหนังสือพิมพ์เป็นแหล่งให้ข้อมูลข่าวสารที่ทันสมัยและทันเหตุการณ์ สามารถตอบสนองความต้องการด้านข่าวคราวความเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษา และประชาชนทั่วไปได้อย่างกว้างขวาง เป็นสิ่งพิมพ์เพียงประเภทเดียวที่ผลิตออกรายวัน

ในยุคสังคมข่าวสารปัจจุบัน มีการแข่งขันทางเศรษฐกิจสูง ผู้บริโภคข่าวสารต้องการข้อมูลที่ฉับไวและรวดเร็วทันสมัย เพื่อการได้เปรียบคู่แข่งขัน สถานการณ์เช่นนี้ทำให้หนังสือพิมพ์ต้องแข่งขันนำเสนอข่าวที่มีสาระประโยชน์ด้วยการเพิ่มคอลัมน์ประจำ ให้กับบทความที่น่าสนใจ โดยทีมงานทำข่าวอันประกอบด้วยผู้เขียนและผู้บันทึกภาพ ผู้เขียนจะทำหน้าที่ศึกษาค้นคว้าที่แหล่งข่าว เอกสาร และแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ พร้อมสรุปข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ผนวกเข้าด้วยกันก่อนถ่ายทอดออกสู่สายตาประชาชน กองสนเทศฯ

ได้รวบรวมและจัดทำกฤตภาคจากหนังสือพิมพ์ที่ให้บริการประจำวันให้มีการได้ใช้ประโยชน์มากที่สุด ตามหลักวิชาการบรรณารักษศาสตร์ วิธีจัดทำและการจัดเก็บกฤตภาคเลือกบทความที่ต้องการ ตัดพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 เรียงลำดับเนื้อเรื่องให้ถูกต้องตรงตามหนังสือพิมพ์ต้นฉบับ เย็บเล่มให้เลขหน้ากำกับให้รหัสเลขหมู่ประจำเล่ม เพื่อให้ตัวเลขแข็งแรงมีอายุการใช้งานยาวนาน และสะดวกต่อการหยิบและเก็บขึ้นชั้น จึงนำกฤตภาคมาเย็บรวมเล่มด้วยกระดาษปกอ่อน

บทความที่ท่านสามารถค้นคว้าจากกฤตภาคได้แก่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ โดยมีคนไทยเทคโนโลยีอย่างง่ายในการแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์เกษตร สามารถนำความรู้ไปสร้างรายได้สร้างอาชีพ การใช้ของเหลือทิ้งให้เป็นประโยชน์ ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ขณะนี้มีเอกสารกฤตภาคไว้บริการผู้ใช้ห้องสมุดทั้งสิ้นประมาณ 3,200 ฉบับโดยตัดทำจากหนังสือพิมพ์หลายฉบับ ได้แก่ ข่าวพาณิชย์ กรุงเทพธุรกิจ ประชาชาติธุรกิจ ไทยโพสต์ บ้านเมืองสยามรัฐ มติชน เดลินิวส์ ปัจจุบันกองสนเทศฯ บอกรับเพียง 3 ฉบับ คือ กรุงเทพธุรกิจ มติชน และเดลินิวส์ กฤตภาคทุกเล่มจะนำมาอ่านวิเคราะห์เรื่อง ทำบัตรดัชนีหัวเรื่อง เพื่อให้ผู้ใช้ห้องสมุดสะดวกต่อการค้นเรื่อง ด้วยการจดรหัสเลขหมู่กฤตภาค เช่นเดียวกับเลขเรียกหนังสือ แล้วนำบัตรดัชนีหัวเรื่องมาจัดเรียงไว้ในตู้บัตร หัวเรื่องหนังสือ โดยเรียงตามลำดับอักษร ก-ฮ

### 3. รายงานประจำปี

สิ่งพิมพ์ต่อเนื่องประเภทรายงานประจำปี ส่วนใหญ่จัดทำโดยหน่วยงานภาครัฐบาล องค์กร สถาบัน สมาคมต่าง ๆ เนื้อหาในรายงานประจำปีมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวกับหน่วยงานนั้น ๆ เช่น ผลงานทั่วไป ผลงานเฉพาะด้านโดยสังเขป สถิติที่เกิดขึ้นใหม่ในรอบปี งบประมาณ รายชื่อผู้บริหาร เป็นรายงานข้อเท็จจริงและผลงานความก้าวหน้าของหน่วยงานในรอบปีที่ผ่านมา มีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ในการค้นคว้าอ้างอิงได้เป็นอย่างดี

รายงานประจำปีมีขนาดรูปเล่มเหมือนกับหนังสือทั่วไป กองสนเทศฯ จึงจัดเก็บรายงาน

ประจำปีด้วยระบบการเก็บหนังสือทั่วไป ลงรับในสมุดทะเบียน โดยจะเลือกเล่มที่มีรายงานผลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำมาจัดหมวดหมู่ ตามระบบทศนิยมดิวอี้ และทำบัตรดัชนีช่วยค้นตามหลักวิชาการบรรณารักษศาสตร์ แล้วจัดเก็บตัวเลขขึ้นชั้นจัดเรียงรวมกับหนังสือ ส่วนเล่มที่ไม่ได้ทำการจัดหมวดหมู่และทำบัตรดัชนีค้นเรื่อง นำมาแยกจัดเก็บไว้ที่ชั้นวางเอกสารรายงานประจำปี เรียงตามลำดับชื่อหน่วยงานอักษร ก-ฮ และปีที่พิมพ์จำนวนเล่มเอกสารรายงานประจำปี ที่ให้บริการในขณะนี้มีประมาณ 1,500 เล่ม

กองสนเทศฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานห้องสมุดทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาครัฐแห่งแรกของไทย ที่ดำเนินการจัดเก็บและจัดทำคู่มือช่วยค้นรายการสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องภาษาไทยทั้ง 3 ประเภท มาเป็นเวลานานอย่างต่อเนื่องถึงปัจจุบันรวม 60 ปี จัดตัวเล่มไว้บริการที่ฝ่ายสารนิเทศไทย (ชั้น 5) อาคารมาตรวิทยาและศูนย์สารนิเทศวิทยาศาสตร์ สามารถเข้าถึงสิ่งพิมพ์ดังกล่าวได้ง่าย อาจค้นจากตู้บัตรดัชนี หรือฐานข้อมูลบัตรดัชนี

1. ตู้บัตรรายการ เป็นระบบปฏิบัติด้วยมือ เป็นตู้รวบรวมลิ้นชักบัตรดัชนีช่วยค้นประเภทต่าง ๆ ซึ่งจัดเรียงแยกตามประเภทอย่างมีระบบตามหลักการจัดเรียงเอกสาร ตู้บัตรรายการสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องแบ่งออกเป็น “ตู้บัตรทะเบียน” และ “ตู้บัตรดัชนี” กองสนเทศฯ ได้จัดตู้บัตรทั้ง 2 ประเภทไว้บริการที่ชั้น 5 ด้านหน้าของห้องมีป้ายนิเทศแนะนำการใช้อย่างชัดเจน

1.1 ตู้บัตรทะเบียน คือ ตู้รวบรวมบัตรทะเบียนควบคุมตัวเลขสิ่งพิมพ์ที่ได้รับแล้ว ผู้อ่านสามารถตรวจสอบเล่มที่ต้องการว่ามีอยู่หรือไม่ที่กองสนเทศฯ โดยลงรายการรับสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องแต่ละเล่มในบัตรทะเบียนด้วยรายการบรรณานุกรมของตัวเลขแยกตามประเภทสิ่งพิมพ์ต่อเนื่อง คือ

- วารสาร ลงรายการในบัตรทะเบียนวารสารขนาด 5" x 7" ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ที่อยู่ส่วนบนของบัตรประกอบด้วย ชื่อวารสาร อัตราค่าสมาชิก กำหนดออก ผู้ผลิตและสถานที่ติดต่อเว็บไซต์ และอีเมล ส่วนที่ 2 อยู่ต่อจากส่วนที่ 1 จะ

เป็นรายการ พ.ศ. ปีที่ ฉบับที่ และเดือน จัดเรียงบัตรทะเบียนวารสารตามลำดับอักษร ก-ฮ ไว้ในตู้บัตรทะเบียนวารสาร

- กฤตภาค อยู่ในรูปของบัตรดัชนีเลขเรียกหนังสือ จัดเรียงตามลำดับก่อนหลังของหมายเลขกฤตภาค เพื่อให้ทราบปริมาณและรายละเอียดของตัวเลขที่มีอยู่ทั้งหมด

- รายงานประจำปี ลงรายการรับในบัตรทะเบียนรายงานประจำปีขนาด 5" x 7" ลงข้อมูลของตัวเลขด้วยรายการ ชื่อหน่วยงานและสถานที่ติดต่อเลข พ.ศ. จัดเรียงบัตรทะเบียนตามลำดับอักษร ก-ฮ ไว้ในตู้บัตรทะเบียนรายงานประจำปี

1.2 ตู้บัตรดัชนี สำหรับให้ผู้ใช้ห้องสมุดได้เลือกค้นเรื่องแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ “ตู้บัตรดัชนีวารสาร” และ “ตู้บัตรดัชนีหนังสือ” โดยจัดวางไว้บริการคู่กัน ประกอบด้วยบัตรดัชนีผู้แต่ง ชื่อ หนังสือ หัวเรื่อง และเลขเรียกหนังสือ สำหรับสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องมีการจัดทำบัตรดัชนีและจัดเก็บเข้าตู้บัตรดัชนีแยกตามประเภท คือ

- วารสาร จัดทำบัตรดัชนีหัวเรื่องไว้สำหรับการสืบค้นเรื่องเพียงประเภทเดียว จัดเรียงบัตรเข้าตู้ตามลำดับตัวอักษร ก-ฮ ในตู้บัตรดัชนีหัวเรื่องวารสาร ปัจจุบันมีบัตรดัชนีหัวเรื่องให้บริการประมาณ 38,000 บัตร

- กฤตภาค จัดทำบัตรดัชนีหัวเรื่องไว้ประเภทเดียว เช่นเดียวกับวารสาร จัดเรียงบัตรไว้ในตู้บัตรดัชนีหัวเรื่องหนังสือตามลำดับตัวอักษร ก-ฮ ซึ่งเป็นตู้บัตรที่ผู้ใช้ต้องจดยุทธการเลขเรียกหนังสือในการหยิบตัวเล่มมีบัตรดัชนีกฤตภาคบริการประมาณ 3,300 บัตร

- รายงานประจำปี จัดทำบัตรดัชนีช่วยค้นเช่นเดียวกับหนังสือ คือ บัตรดัชนีผู้แต่ง ชื่อหนังสือ หัวเรื่อง เลขเรียกหนังสือ และบัตรเพิ่มอื่น ๆ จัดเรียงแยกตามประเภทของบัตรในตู้บัตรดัชนีหนังสือ รวมทั้งสิ้นประมาณ 250 บัตร

2. ฐานข้อมูล เพื่อให้ระบบงานห้องสมุดมีประสิทธิภาพในปี 2535 กองสนเทศฯ จึงเริ่มนำโปรแกรม CDS/ISIS เข้ามาจัดการระบบสืบค้นสารนิเทศในระบบ LAN แยกเป็นฐานข้อมูลภาษาไทยและภาษาอังกฤษรวมเรียกว่าฐาน inhouse แต่ด้วยประสิทธิภาพที่



จำกัดของโปรแกรม ปี 2540 กองสนเทศฯ ได้นำโปรแกรมระบบงานห้องสมุดอัตโนมัติ Virginia Tech Library Systems (VTLS) มาใช้งานแทนโปรแกรม CDS/ISIS โดยทำการถ่ายโอนข้อมูลจากโปรแกรม CDS/ISIS เดิมเข้าสู่ฐานข้อมูลในโปรแกรม VTLS ซึ่งเป็นฐานรวมทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ แยกออกเป็น 2 ฐานข้อมูล คือ MOS 1 และ MOS 2

- ฐานข้อมูล MOS 1 ประกอบด้วย ข้อมูลบรรณานุกรมหนังสือ จุลสาร และวารสาร (ทะเบียนตัวเล่ม) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- ฐานข้อมูล MOS 2 ประกอบด้วย ข้อมูลบรรณานุกรมเอกสาร และภาษาอังกฤษ ข้อมูลบรรณานุกรมเอกสาร รายงาน เอกสารสิทธิบัตร และแค็ตตาล็อก

ระบบการสืบค้นรายการแบบ Online Public Access Catalog (OPAC) ในโปรแกรม VTLS ระบบเครื่องได้สร้างรายการบรรณานุกรมเพื่อการสืบค้นเรื่อง 5 รายการ ได้แก่ ผู้แต่ง (author) ชื่อเรื่อง (title) หัวเรื่อง (subject) เลขเรียกหนังสือ (call number) และส่วนการพิมพ์ (imprint) เป็นฐานข้อมูลที่ค้นง่ายและสะดวกรวดเร็ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบตัวสะกดและวรรณยุกต์ที่ถูกต้อง หรือท่านอาจจะพิมพ์คำนำหน้าเพียงบางส่วนไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์ให้หมดทั้งคำ ระบบเครื่องจะประมวลผลและแสดงคำค้นที่ต้องการหรือได้คำที่ใกล้เคียงพร้อมทั้งได้สร้างบรรณานุกรมคำโยงที่ไม่ใช่ ไปสู่คำที่ใช้ในระบบเครื่อง โดยใช้ mouse คลิก (click) หรือกดแป้น enter เลือกดูคำในจอภาพในหน้าก่อนและหลังได้อย่างอิสระ

ช่องทางในการสืบค้นรายการที่จะขอแนะนำในที่นี้มี 2 วิธี คือ ใช้เมนู "search" และบรรทัดคำสั่ง (command line)

1. การใช้เมนู "search" ใช้ mouse คลิกที่คำว่า "search" ที่อยู่ส่วนบนของจอภาพจะปรากฏรายการให้เลือกสืบค้น ได้แก่ author, title, subject, call number และ keyword คลิกรายการที่ต้องการค้น จอภาพจะปรากฏหน้าต่างคำสั่งให้ท่านพิมพ์คำค้นที่ต้องการ เมื่อคลิกอีกครั้งระบบเครื่องจะแสดงหน้าจอรหัสที่เรียกค้น (current screen)

2. การใช้บรรทัดคำสั่ง (command line) ซึ่งอยู่ส่วนล่างของจอภาพ ท่านสามารถพิมพ์ คำค้นที่ต้องการได้ทันทีแล้วกดแป้น enter จอภาพจะแสดงหน้า current screen เหมือนวิธีที่ 1

จะเห็นได้ว่า การสืบค้นด้วยบรรทัดคำสั่งในวิธีที่ 2 เป็นวิธีที่ง่ายสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลาและแรงงานมากกว่าการสืบค้นในวิธีที่ 1 คือไม่ต้องเสียเวลาคลิกเมนู "search" และต้องคลิกเพื่อเลือกรายการอีกครั้ง จึงจะสามารถพิมพ์คำค้นได้

ข้อสังเกตในการสืบค้นรายการด้วยคำสำคัญ (keyword) จะใช้ได้ดีในการค้นสารนิเทศภาษาอังกฤษ แต่ไม่เหมาะสมที่จะค้นสารนิเทศภาษาไทย เพราะเป็นบรรณานุกรมที่โปรแกรมของเครื่องจะสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติจากทุกฟิลด์ (field) และทุกเขตข้อมูล (tag) โครงสร้างในภาษาไทยมีข้อจำกัดด้านการแบ่งคำที่แตกต่างไปจากภาษาอังกฤษ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนสูง และต้องเสียเวลาในการคัดเลือกคำ ทำให้เข้าถึงข้อมูลได้ช้า หากท่านต้องการค้นสารนิเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นภาษาไทย ในที่นี้ขอแนะนำให้ท่านสืบค้นด้วยหัวเรื่อง (subject) เนื่องจากเป็นบรรณานุกรมที่ได้ผ่านการอ่านวิเคราะห์เรื่องมาแล้วอย่างละเอียด โครงสร้างของคำจะประกอบ

ด้วยหัวเรื่องใหญ่ และหัวเรื่องย่อย จึงช่วยให้เข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็ว และตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

### การเปิดเข้าใช้ฐาน OPAC

- ใช้ mouse คลิก เลือกไอคอน "Easypac"
- เลือก menu "MOS 1" หรือ "MOS 2" ตามต้องการ
- เปลี่ยนรูปแบบอักษรไทยให้อยู่ที่ขนาด 10 เพื่อระบบเครื่องจะได้จัดเรียงพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ให้อ่านได้อย่างสมบูรณ์
- เลือกช่องทางค้นด้วยเมนู "search" หรือ บรรทัดคำสั่งในที่นี้ ขอแนะนำการสืบค้นด้วยบรรทัดคำสั่งซึ่งเป็นวิธีที่ใช้งานง่าย ด้วยคำสั่งและเครื่องหมายดังนี้

-- a/พิมพ์ชื่อผู้แต่ง กดแป้น enter

-- t/ พิมพ์ชื่อหนังสือหรือชื่อเรื่อง กดแป้น enter

-- s/ พิมพ์ชื่อหัวเรื่อง กดแป้น enter

-- c/ พิมพ์ชื่อเลขเรียกหนังสือ กดแป้น enter

-- z/ พิมพ์ชื่อเมืองหรือสำนักพิมพ์ กดแป้น enter

- การใช้คำสั่ง "ทางเลือก" (option) ใช้กรณีเมื่อต้องการจะเปลี่ยนไปค้นฐานข้อมูลอื่น โดยเลื่อน mouse ไปคลิกที่ "ทางเลือก" หรือ "option" คลิกอีกครั้งที่ database จอภาพจะแสดงชื่อฐาน MOS 1 และ MOS 2 คู่กัน ให้เลือกดับเบิลคลิกเข้าฐานใดฐานหนึ่งตามต้องการ

# ความปลอดภัยในการใช้สารเคมี

ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์

ทราบกันดีแล้วว่าห้องปฏิบัติการ เป็นสถานที่ใช้ในการศึกษา ทดลอง วิเคราะห์ ทดสอบ และวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับ สารเคมีอย่างเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการทางเคมีซึ่งมีการใช้สารเคมีหลากหลายชนิด จึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยอันตรายได้มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการเกิดอัคคีภัย การระเบิด การเกิดควันพิษและก๊าซพิษ การเกิดเขม่า และความร้อนสูง การรั่วไหลของกัมมันตรังสี รวมทั้งอุบัติเหตุส่วนบุคคลซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากอันตรายของสารเคมีทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้ไม่เพียงแต่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและบุคลากรที่เกี่ยวข้องเท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ด้วยเหตุนี้ การใช้สารเคมีด้วยความระมัดระวังจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องเรียนรู้เกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่เพียงพอรวมทั้งวิธีการจัดเก็บสารเคมีที่ถูกต้องและการจัดการของเสียจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ถ้าผู้ใช้สารเคมีขาดความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสารเคมีต่าง ๆ แล้ว ย่อมทำให้เกิดความประมาท เลินเล่อ และเป็นต้นเหตุของอุบัติเหตุหรืออันตรายที่คาดไม่ถึง อย่างไรก็ตาม มาตรการความปลอดภัยขั้นพื้นฐานที่ผู้ปฏิบัติงานควรทราบ ก่อนการปฏิบัติงานใด ๆ ในห้องปฏิบัติการ ก็คือ

1. ต้องทราบถึงตำแหน่งต่าง ๆ ในแผนผังของห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ทางหนีไฟ อ่างล้างมือ ตู้ยา ฝักบัว และถังดับเพลิง เพื่อใช้ในกรณีที่มีอุบัติเหตุได้ทันที
2. ต้องไม่นำอาหารและเครื่องดื่มมารับประทานในห้องปฏิบัติการ และห้าม

3. สูบบุหรี่
3. ต้องไม่วางสิ่งของเกะกะทางเดิน และปล่อยให้สารเคมีหกไหลบนพื้นในห้องปฏิบัติการ
4. ควรติดป้ายและฉลากบนเครื่องมือ อุปกรณ์เครื่องใช้ สารเคมี และตู้เก็บสิ่งของ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและความปลอดภัย
5. ควรสวมเสื้อกันเปื้อน แว่นนิรภัย และถุงมือ ก่อนการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารเคมี
6. ไม่ควรนำเสื้อกันเปื้อนออกจากห้องปฏิบัติการ และควรหมั่นทำความสะอาดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการสะสมของสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้
7. ควรล้างมือให้สะอาด หลังจากออกจากห้องปฏิบัติการ
8. ต้องไม่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเพียงลำพังเพราะอาจมีอุบัติเหตุ โดยไม่มีผู้ช่วยเหลือได้
9. ต้องถอดปลั๊กเครื่องไฟฟ้าทุกชนิด และปิดแสงสว่างทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งาน
10. เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ต้องแจ้งให้หัวหน้าหน่วยและหัวหน้ารักษาความปลอดภัยทราบทันที

นอกเหนือจากมาตรการความปลอดภัยขั้นพื้นฐานแล้ว ผู้ปฏิบัติงานควรทราบเกี่ยวกับคุณลักษณะ สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเคมีที่ใช้ รวมทั้งวิธีป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน อันตรายจากสารเคมีแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันซึ่งอาจแบ่งออกได้ตามลักษณะดังนี้

1. ความไวไฟ (Flammability) คือความสามารถในการลุกไหม้หรือติดไฟได้ง่ายเมื่อมีปริมาณของไอระเหยของสารที่

พอเหมาะในอากาศและมีอุณหภูมิถึงจุดวาบไฟ (flash point) ของมัน แต่ที่อุณหภูมิของจุดวาบไฟนี้ไม่สามารถทำให้สารเกิดการลุกไหม้อย่างต่อเนื่องได้ นอกเสียจากว่าอุณหภูมิของสารจะสูงขึ้นมากกว่าจุดวาบไฟ จึงจะทำให้ไอระเหยของสารออกมามากขึ้น และเกิดการลุกไหม้ต่อไป ที่อุณหภูมินี้จะเรียกว่า จุดติดไฟ (fire point) ซึ่งมีค่าสูงกว่าจุดวาบไฟประมาณ 10-20° ซ

2. ความไม่เสถียร (instability) คือแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยารุนแรงขึ้นเอง (spontaneous violent reaction) โดยการสลายตัวซึ่งเกิดขึ้นได้จากความร้อนสูง ความดันสูง การเสียดสีหรือเกิดขึ้นจากการรวมตัวแบบโพลีเมอไรเซชันในสภาวะที่เหมาะสม ความไม่เสถียรของสารยังทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการระเบิด
3. ความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี (reactivity) คือแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรงกับสารเคมีอื่น ๆ เช่น โลหะ น้ำ สารออกซิไดซ์ เป็นต้น ทำให้เกิดความร้อนสูง และการระเบิดได้
4. ความกัดกร่อน (corrosiveness) คือความสามารถในการกัดกร่อนต่อภาชนะต่าง ๆ ได้แก่ เหล็ก แก้ว และอะลูมิเนียม รวมทั้งเนื้อเยื่อของมนุษย์ซึ่งขึ้นอยู่กับความแรงและความเข้มข้นของสาร
5. ความเป็นพิษ (toxicity) คือผลร้ายหรือการแสดงพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายโดยผ่านทางารดูดดม

การกลืนเข้าทางปาก และการดูดซึมทางผิวหนัง ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บต่อมนุษย์โดยดูได้จากค่า LD<sub>50</sub> ซึ่งเป็นปริมาณของสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมด ค่าของ LD<sub>50</sub> ยิ่งต่ำเท่าไร จะทำให้ความเป็นพิษของสารเพิ่มขึ้นมากเท่านั้น นอกจากนี้ความเป็นพิษของสารยังกำหนดได้จากค่า threshold limit value (TLV) ซึ่งเป็นความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่มีได้ในอากาศซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนที่ทำงานอยู่ตลอด 8 ชั่วโมง

6. การแผ่รังสี (radioactivity) คือการเปล่งรังสี หรืออนุภาคของสารกัมมันตรังสี เช่น รังสีเบตา และรังสีแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุทะลวงต่อวัสดุต่าง ๆ และเนื้อเยื่อของร่างกาย ทำอันตรายต่อมนุษย์ในระยะสั้นและระยะยาวตามความเข้มข้นของรังสีที่ได้รับ

โดยทั่วไปอันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมีเป็นผลมาจากสมบัติของสารนั่นเอง ยกตัวอย่างเช่น ก๊าซแอมโมเนียจะแสดงความเป็นพิษทันทีเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 35 ส่วนในล้านส่วน และยังมีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและผิวหนัง การสูดดมเข้าสู่ร่างกายจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ และเยื่อหุ้มปอดอักเสบ ในขณะที่โลหะหนักและเกลือของเงิน เช่น ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม ปรอท และนิกเกิล จะก่อให้เกิดพิษต่อไตและมีผลต่อการผิดปกติของสมอง เมื่อได้รับการสัมผัสทางผิวหนังหรือกลืนเข้าไป นอกจากนี้สารเคมีบางชนิดสามารถสะสมในร่างกายและทำให้เกิดเซลล์มะเร็งได้ อาทิ เบนซีน คลอโรฟอร์ม เบนซีนอะครีโลไนไตรล์ และไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สารเคมีบางอย่างจะไม่แสดงพิษภัยใด ๆ เลยเมื่ออยู่ตามลำพัง แต่เมื่ออยู่รวมกับสารเคมีอื่น ๆ อาจเกิดอันตรายขึ้นได้ ตัวอย่างเช่น กรดเปอร์คลอริกสามารถเกิดการระเบิดขึ้นได้เมื่อรวมกับกรดอะซิติกหรือผงถ่าน ในขณะที่เกลือไนไตรต์จะให้ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซพิษ เมื่อรวมตัวกับกรดเจือจาง ดังนั้น ผู้ใช้สารเคมีต้องรู้จักวิธีใช้สารแต่ละชนิดด้วยความระมัดระวัง และรู้วิธีการเก็บรักษาเมื่อยังไม่ได้ใช้งาน ในปัจจุบันห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีวิธีการจัดเก็บสารเคมีแบบเรียงตามตัวอักษร (alphabetical order)

ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องและไม่ปลอดภัย แต่การจัดเก็บที่ดีที่สุดและปลอดภัยกว่า ก็คือการจัดกลุ่มของสารอันตรายตามคุณลักษณะและแยกสารที่เข้ากันไม่ได้ห่างจากกัน การจัดสารอันตรายในห้องปฏิบัติการอาจแบ่งได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. สารไวไฟ (flammable chemical) แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.1 ก๊าซไวไฟ (flammable gas) เช่น acetylene gas, hydrogen gas, ethylene oxide gas butane gas, cyanogen gas, hydrogen sulphide gas และ carbon monoxide gas เป็นต้น

1.2 ของเหลวไวไฟ (flammable liquid) เช่น hexane, diethyl ether, acetone, methanol methyl acetate, trimethylamine, toluene และ ethyl vinyl ether เป็นต้น

1.3 ของแข็งไวไฟ (flammable solid) เช่น calcium carbide, phosphorus, boron hydride lithium aluminium hydride, benzoyl peroxide, sodium ethoxide, zirconium เป็นต้น

2. สารระเบิดได้ (explosive chemical) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ของแข็งที่ระเบิดได้ (explosive solid) เช่น picric acid, ammonium nitrate, potassium chlorate, sodium perchlorate, silver acetylide, lead azide, trinitrotoluene เป็นต้น

2.2 ของเหลวที่ระเบิดได้ (explosive liquid) เช่น nitroglycerine, tetranitromethane, nitrocellulose, nitropropane, dinitrotoluene เป็นต้น

3. สารกัดกร่อน (corrosive chemical) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ก๊าซกัดกร่อน (corrosive gas) เช่น sulphur dioxide, boron trifluoride, cyanogen, hydrogen bromide, chlorine, phosphine, trimethylamine, methyl bromide เป็นต้น

3.2 ของเหลวกัดกร่อน (corrosive

liquid) แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

3.2.1 กรดต่าง ๆ เช่น sulphuric acid, nitric acid, hydrofluoric acid, perchloric acid formic acid, bromoacetic acid, phosphoric acid, chloro propionic acid เป็นต้น

3.2.2 ด่างต่าง ๆ เช่น sodium hydroxide, hydrazine hydrate, pyridine เป็นต้น

3.2.3 สารแอนไฮไดรด์ เช่น acetic anhydride, propionic anhydride เป็นต้น

3.2.4 สารเอซิดเฮไลด์ เช่น acetyl bromide, benzoyl chloride, phosphoryl chloride, phosphorus pentachloride, sulphuryl chloride, iodine monochloride เป็นต้น

4. สารเข้ากันไม่ได้ (incompatible chemical) แบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ

4.1 สารที่ถูกอากาศไม่ได้ (pyrophoric compound) เช่น phenyllithium, butyllithium, tetracarbonyl nickel, diethylzinc, dimethylcadmium, lithium, sodium เป็นต้น

4.2 สารที่อุกน้ำไม่ได้ (moisture-sensitive compound) เช่น sodium methoxide, calcium hydride, lithium aluminium hydride, sodium borohydride, acetyl chloride เป็นต้น

4.3 สารออกซิไดซ์ (oxidiser) เช่น ammonium dichromate, potassium permanganate, potassium persulphate, sodium peroxide, barium chlorate, lead nitrate เป็นต้น

4.4 สารรีดิวซ์ (reducer) เช่น alu-

minium, zinc, formic acid, carbon, formaldehyde, oxalic acid, sodium sulphite, sodium metabisulphite, sodium cyanate เป็นต้น

4.5 สารอุกกรเคมีได้ (acid-sensitive compound) เช่น sodium azide, sodium cyanide, potassium nitrate, sodium nitrite, ammonium sulphide, calcium hypochlorite เป็นต้น

5. สารพิษ (toxic chemical) แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

5.1 สารทำให้น้ำตาไหล (lachrymator) เช่น methyl bromoacetate, benzyl isocyanate, methyl 4-bromocrotonate, ethyl 2-chloropropionate, benzyl bromide เป็นต้น

5.2 สารทำลายประสาท (nerve agent) เช่น polychlorinated dibenzo-1, 4-dioxins (PCDDs), sarin (methyl isopropylphosphinofluoridate), parathion, paraquat เป็นต้น

5.3 สารทำลายไต (nephrotoxic agent) เช่น heavy metals tetrachloroethylene เป็นต้น

5.4 สารทำลายตับ (hepatotoxic agent) เช่น DDT, bromobenzene, cresols เป็นต้น

5.5 สารทำลายปอด (bronchotoxic agent) เช่น asbestos, silica, mica, beryllium เป็นต้น

5.6 สารทำลายเม็ดเลือด (hemetotoxic agent) เช่น aniline, carbon monoxide เป็นต้น

5.7 สารก่อมะเร็ง (carcinogen) เช่น benzene, arsenic compounds, benzidine, aflatoxins, acrylonitrile, vinyl chloride, epichlorohydrin, benzo[a]pyrene เป็นต้น

6. สารกัมมันตรังสี (radioactive) เช่น  $^{235}\text{U}$  ให้รังสีแอลฟา  $^{131}\text{I}$  ให้รังสีเบต้า และ  $^{60}\text{Co}$  ให้รังสีแกมมา เป็นต้น

การจัดเก็บสารอันตรายควรจัดไว้ในนอกห้องปฏิบัติการและอยู่ในอาคารแยกต่างหาก มี

อากาศถ่ายเทที่ดี และควรมีเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร อยู่ห่างจากแหล่งเปลวไฟอย่างน้อย 25 เมตร และห้ามไม่ให้บุคคลภายนอกเข้าออกในบริเวณอาคาร นอกจากการจัดสารอันตรายเป็นกลุ่มแล้ว ควรจัดเรียงตามตัวอักษรเพื่อสะดวกในการค้นหาและการใช้งาน สำหรับสารที่เข้ากันไม่ได้ต้องแยกไว้คนละด้านของอาคารเพื่อความปลอดภัย และเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น ยกเว้นสารที่ถูกอากาศไม่ได้ต้องเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทด้วยแผ่นพาราฟิล์มเพื่อกันความชื้น และวางไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  ในขณะที่ยังมีการกักตุน

ต่อการกักตุน สำหรับสารพิษและสารกัมมันตรังสีต้องเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดและหุ้มห่อด้วยแผ่นอะลูมิเนียมหรือแผ่นตะกั่ว ยกเว้นสารกัมมันตรังสีที่ให้รังสีแกมมาต้องแยกเก็บไว้ในภาชนะพิเศษซึ่งทำด้วยสแตนเลสหรือตะกั่วที่มีความหนาและสามารถตรวจสอบได้เพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสี สำหรับสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการควรแบ่งใช้ในปริมาณน้อยตามความจำเป็น และบรรจุในภาชนะที่ทนทานต่อการกักตุนและแรงกระแทก ผู้ใช้สารเคมีต้องหมั่นตรวจสอบป้ายชื่อและฉลากบนภาชนะที่บรรจุสารเคมีอยู่เสมอ สารเคมีต้องมีชื่อชัดเจนและบ่งบอกประเภทของสารอันตราย และมีผู้จัดเก็บสารเคมีที่สะอาดเรียบร้อย นอกจากนี้ ควรจัดเก็บสารเคมีตามลำดับก่อนหลังของการจัดซื้อเพื่อให้สารเคมีที่ใกล้หมดอายุถูกนำไปใช้ก่อน ถ้ามีสารเคมีที่หมดอายุแล้ว ต้องมีป้ายแสดงห้ามใช้และนำออกมาแยกไว้เพื่อรอการทำลายต่อไป ในกรณีของสารอินทรีย์ที่หมดอายุอาจนำมาทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นหรือตกผลึกใหม่ ซึ่งสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้

นอกจากการเก็บรักษาสารเคมีอย่างถูกต้องแล้ว ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการควรทราบข้อปฏิบัติในการใช้สารเคมี ดังนี้

1. การใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย ต้องทำในตู้ดูดควันและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด
2. ต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีให้มากที่สุด โดยใช้ถุงมือและเสื้อกันเปื้อนตลอดเวลา
3. ไม่ควรวางสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้อยู่ใกล้กัน เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุได้
4. ไม่ควรใช้ปากกับ pipette เพื่อดูดสาร

แต่ใช้ลูกยางแทน

5. ต้องติดฉลากทุกครั้งกับอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงความเข้าใจผิด
6. ควรใช้สารเคมีในปริมาณน้อยเท่าที่จำเป็น เพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด
7. การเจือจางกรดหรือด่างต้องทำในตู้ดูดควัน โดยส่วนที่เข้มข้นลงในน้ำและสวมแว่นนิรภัย
8. การใช้สารพิษหรือสารกัมมันตรังสีต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษและมีเครื่องป้องกัน เช่น หน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ และชุดป้องกันรังสี เป็นต้น
9. ไม่วางสารเคมีมากเกินไปในตู้เย็นสำหรับเก็บสารเคมี และต้องไม่แช่อาหารและเครื่องดื่มในตู้เย็น โดยเด็ดขาด
10. ในการกลั่นตัวที่ละลายอินทรีย์ ต้องทำในตู้ดูดควันโดยใช้ heating mantle ทุกครั้ง ห้ามใช้ hot plate หรือ open flame เพราะจะทำให้เกิดการคว้านอันตรายได้
11. ไม่ควรเก็บขวดใส่ตัวทำละลายอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการมากเกินไป หรือวางไว้เกะกะทางเข้าออก ถ้าเป็นไปได้ควรถ่ายใส่ในขวดเล็กเพื่อสะดวกในการใช้
12. ห้ามเทสารเคมีใด ๆ ลงในอ่างล้างมือ ควรแยกเก็บของเสียจากสารเคมีไว้ในขวดต่างหากและมีป้ายแสดงชัดเจน ถ้าเป็นไปได้ ควรหาวิธีกำจัดของเสียให้ปลอดภัยก่อนที่จะนำไปทิ้ง
13. ในกรณีที่สารเคมีหกเลอะบนพื้นของห้องปฏิบัติการ ถ้าเป็นสารที่ไม่อันตรายมากนัก ให้ใช้ผ้าหรือกระดาษซับให้แห้งไว้ในถุงพลาสติกแยกไปทิ้ง ถ้าเป็นสารที่อันตรายมาก ต้องใช้สารดูดซับ เช่น ทราย ดินขาว ผงกำมะถัน ช่วยดูดซับสารก่อนทำความสะอาดสะอาดอีกครั้ง
14. ถ้าเกิดอุบัติเหตุมีสารเคมีหกใส่ตัว ต้องรีบถอดเสื้อกันเปื้อนออก และรีบล้างออกด้วยน้ำทันทีในส่วนที่สัมผัสกับผิวหนัง และมีบาดแผลเกิดขึ้นควรใช้สบู่ล้างออกให้สะอาดและไปพบแพทย์เมื่อจำเป็น

## เอกสารอ้างอิง

Bretherick, L. *Hazards in the chemical laboratory*. 3rd ed. London : Royal Society of Chemistry, 1981.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กองความปลอดภัยโรงงาน. คู่มือการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมี กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2538.

พิชัย ไตวิชัย. สุภวรรณ ดันตยานนท์ และ ประไพพิศ แจ่มสุกใส. คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

สุชาติ ชินะจิตร. อันตรายจากสารเคมี. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2525.

อัจฉรา พุ่มฉัตร. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, มกราคม, 2539, ปีที่ 44, ฉบับที่ 140 หน้า 14-16, 21-22.

## การพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการฯ (ต่อจากหน้า 36)

วัสดุที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด	วัสดุที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด
13. ผ้าลายขัด (ต่อ)	เชลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 50+10	16. น้ำและน้ำเสีย (ต่อ)	ช่วง : 30 ถึง 700 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อุณหภูมิในการกลั่นกลับ 148±3 องศาเซลเซียส สารแขวนลอยโดยวิธีวิเคราะห์โดยน้ำหนัก
14. ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี	น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบโดยวิธีไฮโดรคลอริก-แอนติโมนีไดรคลอไรด์		ช่วง : 30 ถึง 1 000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร สารละลายได้ทั้งหมดโดยวิธีวิเคราะห์โดยน้ำหนัก
15. สารไม่เป็นแม่เหล็ก เคลือบบนสารแม่เหล็ก	การวัดความหนาในการเคลือบ โดยวิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ช่วง : 0 ถึง 1000 ไมโครเมตร		ช่วง : 50 ถึง 6 000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร น้ำมันและไขมันโดยวิธีฟาดิซัน-กราวิเมตริก
16. น้ำและน้ำเสีย	ความเป็นกรดต่างโดยวิธีอิเล็กโตรเมตริก ช่วง : 1 ถึง 11 ค่าพีเอช โดยวิธีเจือจางและหั่วเชื้อ ช่วง 3 ถึง 8 000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร อุณหภูมิในการบ่มตัวอย่าง 20±2 องศาเซลเซียส ค่าซีไอดี		ช่วง : 5 ถึง 200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการได้รับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ

- เพิ่มความเชื่อมั่นของห้องปฏิบัติการ ทำให้เกิดความมั่นใจต่อผลการวิเคราะห์ทดสอบ ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ซ้ำ ทั้งทางด้านห้องปฏิบัติการ และลูกค้าที่ขอรับบริการ
- ช่วยให้การดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ และการพัฒนางานของบุคลากรเป็นไปอย่างมีระบบ มีการตรวจสอบและการทบทวนการปฏิบัติงาน รวมทั้งพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรยิ่งขึ้นไป
- ช่วยส่งเสริมภาคเอกชนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของการผลิต ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้คุณภาพและประสิทธิภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ตั้งแต่ข้อมูลการกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมการผลิต และการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์
- เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 25 ซึ่งเป็นความต้องการของผู้ผลิต และผู้ส่งออกทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพาณิชย์กรรม
- ช่วยให้เกิดความร่วมมือระหว่างห้องปฏิบัติการและหน่วยงานอื่นๆ ในการแลกเปลี่ยนข้อสนเทศ ประสบการณ์ การปรับมาตรฐานและวิธีดำเนินการเข้าหากัน
- เป็นแนวทางในการดำเนินการของห้องปฏิบัติการอื่นๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนเพื่อเข้าสู่ระบบคุณภาพ

# แก้วสำหรับครัวเรือน

ดร. สุมาลี ลิขิตวานิชกุล

## บทนำ

แก้วเป็นวัสดุที่มนุษย์รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์มานานกว่า 5,000 ปี เริ่มจากชาวอียิปต์นำแก้วมาทำเป็น ลูกปัดและพลอยเทียมเพื่อใช้บนเครื่องประดับต่างๆ และนำมาทำเป็นขวดหรือถ้วยขนาดเล็ก เพื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุ ในยุคโรมันแก้วถูกนำมาทำเป็นภาชนะและของใช้ในครัวเรือนสำหรับชีวิตประจำวันมากขึ้น และเป็นที่นิยมในยุคต่อๆ มาตราจบจนทุกวันนี้

ในยุคเริ่มแรกส่วนผสมในการทำแก้วมีเพียงทรายทะเลและขี้เถ้าจากไม้เท่านั้น แก้วโบราณในยุคนั้นจึงมักจะมีสีเขียวหรือคล้ำเนื่องจากมีสิ่งสกปรกเจือปนมาก และเมื่อทิ้งไว้ในบรรยากาศซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตลอดเวลา แก้วจะมีลักษณะฝ้า หรือขุ่นที่ผิว ความต้องการแก้วที่มีความใส ไม่มีสีเจือปน พร้อมทั้งสมบัติอื่นๆ ที่เหมาะกับการใช้งาน ทำให้มีการศึกษา วิจัยเพื่อปรับปรุงและพัฒนาส่วนผสมและกระบวนการผลิตมาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันสมบัติทางกายภาพ เคมี แข็งกล และความร้อนของแก้วมีต่างๆ กันมากขึ้น ดังนั้นผู้ผลิตจึงสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยที่หลากหลายได้มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผลิตภัณฑ์แก้วสำหรับครัวเรือน

ผลิตภัณฑ์แก้วที่ใช้ในชีวิตประจำวันอาจมีลักษณะใส ขุ่น หรือบางชนิดอาจโปร่งแสง ไม่

ว่าจะมีลักษณะเช่นใดก็ตาม ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะต้องแข็งแรงพอที่จะไม่แตกง่ายเมื่อได้รับแรงกระแทกหรือเมื่อถูกทำตก ในกรณีที่ต้องใช้บรรจุของที่มีความร้อน แก้วควรจะมีควมทนทานต่อการแตกในช่วงอุณหภูมิ 100-150°ซ ด้วย

แก้วสำหรับใช้ในครัวเรือนจะต้องมีความทนทานต่อสารเคมีได้ดี เนื่องจากจะต้องสัมผัสกับของเหลวที่มีสภาวะความเป็นกรด-ด่างต่างๆ กันอยู่เสมอ ของเหลวเหล่านี้ได้แก่น้ำยาล้างจานซึ่งมีความเป็นด่างสูง หรืออาหารที่มีรสเปรี้ยว ซึ่งมีความเป็นกรด สภาวะที่กล่าวมานี้สามารถละลายผิวหน้าของแก้วบางชนิดได้ ทำให้โครงสร้างของแก้วถูกทำลายและทำให้แก้วสูญเสียความแข็งแรง สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ เนื้อแก้วและสีที่ใช้ตกแต่งทั้งสองสิ่งนี้ไม่ควรมีส่วนผสมของสารที่เป็นพิษ ซึ่งอาจปนเปื้อนในอาหารขณะใช้งาน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

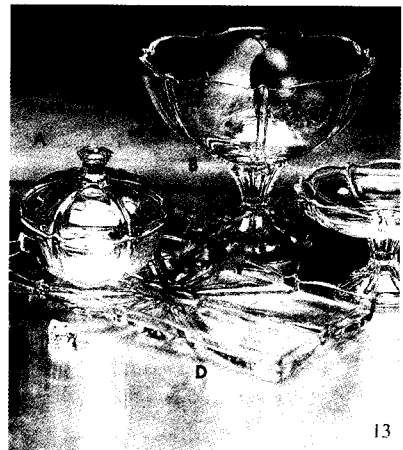
ส่วนผลิตภัณฑ์สำหรับใช้บนโต๊ะหรือในเดออบนั้นต้องมีสมบัติพิเศษในเรื่องของความทนทานต่อการแตกเมื่อได้รับความร้อนในระดับสูง แก้วที่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทนี้มีเพียงไม่กี่ชนิด โดยต้องมีส่วนผสมและผ่านกระบวนการผลิตเฉพาะตัว เพื่อให้ได้แก้วที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ

เราสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์แก้วสำหรับใช้ในครัวเรือนจากประโยชน์ใช้สอย ได้เป็น 4

ประเภท คือ ภาชนะบนโต๊ะอาหาร (tableware) ภาชนะสำหรับเครื่องดื่ม (drinkware) ภาชนะสำหรับใส่อาหารเข้าเตาอบ (ovenware) และภาชนะสำหรับใช้ตั้งบนเตาไฟ (top-of-stove)

ภาชนะบนโต๊ะอาหาร มีทั้งที่มีลักษณะโปร่งใส ขุ่น และโปร่งแสง ทำจากแก้วที่มีส่วนผสมของซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) หรืออะลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ก่อนข้างสูง ประเภทแก้วโซดา-ไลม์ (Soda-lime glass) แก้วโอปอล (opal glass) แก้วลามิเนต (laminated glass) และ กลาส-เซรามิก (glass-ceramics) ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ซึ่งมีองค์ประกอบ กรรมวิธีการผลิต และสมบัติต่างๆ กัน ดังนี้

ภาพที่ 1





แก้วโซดา-ไลม์ (soda-lime glass) เป็นแก้วที่ทำจากวัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ ทรายโซดาแอช และ หินปูน ต้นทุนการผลิตแก้วประเภทนี้ไม่สูง เนื่องจากวัตถุดิบราคาค่อนข้างต่ำ หลอมที่อุณหภูมิปานกลาง คือ 1300-1400 °ซ และสามารถขึ้นรูปได้ด้วยเครื่องมือที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป เช่น การอัด การเหวี่ยง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว โซดา-ไลม์ มีลักษณะเป็นแก้วใส และสามารถทำให้มีสีต่างๆ ได้โดยการเติมสารประเภทออกไซด์ที่ให้สี

แก้วประเภทนี้มีความแข็งแรงและทนทานต่อการใช้งานต่างๆ ไป แต่ความทนทานต่อสภาพกรด-ด่างนั้นยังไม่ดีนัก ถ้านำแก้วนี้ไปบรรจุสารที่มีความเป็นกรดมากเกินไป จะทำให้แก้วเกิดการละลาย และเกิดการรอยฝ้าในบริเวณผิวที่สารสัมผัสแก้ว ในกรณีที่สารซึ่งสัมผัสกับแก้วมีความเป็นด่างสูง โครงสร้างของซิลิกาในแก้วจะถูกทำลาย และแก้วจะเกิดการละลายอย่างรุนแรง ในบริเวณที่สารสัมผัสกับแก้วจะมีฟิล์มสีขาวปรากฏขึ้น ลักษณะเช่นนี้จะพบได้หากนำแก้วไปแช่ในน้ำยาล้างจานนานเกินไป

แก้วโซดา-ไลม์ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้บรรจุอาหารเพื่อเข้าเตาอบหรือใส่ของร้อน เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์ การขยายตัวเมื่อร้อนค่อนข้างสูง โดยทั่วไปแก้วโซดา-ไลม์ จะเกิดการแตกร้าวหากเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน และมีความแข็งแรงปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับแก้วต่างๆ ไป

แก้วโอ-โพล (opal glass) เป็นแก้วที่มี

ลักษณะขุ่นหรือทึบ ซึ่งเกิดจากขบวนการ 2 ชนิด คือการตกผลึกของโอโพล (crystalline opal) ชนิดโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF<sub>2</sub>) และการแยกเฟสของแก้ว โอโพลออกเป็นแก้ว 2 ชนิด (liquid - liquid opal) ขณะที่แก้วเย็นตัวในระหว่างการผลิต หรือจากการผ่านกระบวนการความร้อนหลังการขึ้นรูป

ความขุ่นของแก้วโอโพลจากการแยกเฟส จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 อย่าง คือค่าดัชนีหักเหของแก้วของทั้ง 2 ชนิดที่แยกเฟส ปริมาณการแยกเฟสที่เกิดขึ้น และขนาดและการกระจายตัวของเฟสที่มีปริมาณน้อยกว่าในเนื้อแก้ว

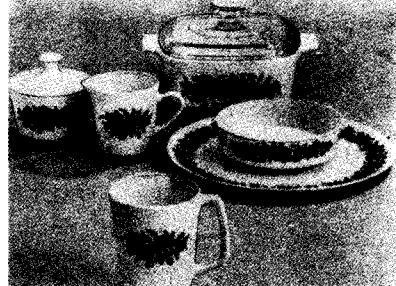
จุดเด่นของแก้วโอโพล คือ มีต้นทุนการผลิตต่ำ เนื่องจากราคาวัตถุดิบและอุณหภูมิหลอมที่ต่ำ รวมทั้งการขึ้นรูปที่ง่าย และมีความขุ่นซึ่งเป็นจุดที่ทำให้แก้วโอโพลมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากแก้วอื่นๆ

จุดด้อยของแก้วชนิดนี้คือไม่ทนต่อการแตกเมื่อได้รับความร้อน มีความทนทานต่อกรด-ด่าง และมีความแข็งแรงปานกลาง ซึ่งคล้ายคลึงกับแก้วโซดา - ไลม์ แก้วโอโพลที่มีความขุ่นหรือทึบมากเท่าใด จะยิ่งไวต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีมากขึ้นเท่านั้น เนื่องจากมักจะมีปริมาณอัลคาไลน์ หรือฟลูออไรด์ในส่วนผสมมาก ความแข็งแรงของแก้วโซดา-ไลม์ และแก้วโอโพลอาจเพิ่มขึ้นได้โดยการผ่านกระบวนการเทมเปอร์ (temper) คือกระบวนการให้ความร้อนแก่ผิวของผลิตภัณฑ์อย่าง

ฉับพลัน ในช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงอุณหภูมิอ่อนตัวของแก้ว (softening point) แล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว

แก้วลามิเนต (laminare glass) เป็นผลิตภัณฑ์แก้วในท้องตลาดที่มีชื่อทางการค้าว่า คอเรลล์ (Corell) ภาพที่ 2 เป็นแก้วที่มีลักษณะขุ่นหรือโปร่งแสง เกิดจากการพยายามพัฒนาแก้วโอบอลให้มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยการเคลือบคลุม (cladding) แก้วโอบอลประเภทแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF<sub>2</sub>) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน 71 x 10<sup>-7</sup>/°ซ ด้วยแก้วอัลคาไลน์เอิร์ทอะลูมิเนียมซิลิเกต ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำกว่า 48 x 10<sup>-7</sup>/°ซ ดังแสดงในตารางที่ 2 ลักษณะเช่นนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์ คอเรลล์ลามิเนตมีจุดเด่น 3 ประการ คือ

ภาพที่ 2



1. ผลิตภัณฑ์มีความทนทานต่อสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด-ด่าง เนื่องจากแก้วที่เคลือบผิวเชื่อมซ้ต่อการเกิดปฏิกิริยา
2. ความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนระหว่างแก้วโอบอล และ แก้ว cladding ทำให้แก้วลามิเนตนี้ มีความแข็งแรงมากขึ้น โดยมีค่าประมาณ 250 เมกะพาสคัล จากเดิมสำหรับแก้วโซดา-ไลม์ และแก้วโอบอลที่มีค่าประมาณ 70 เมกะพาสคัล
3. ความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้สามารถผลิต ผลิตภัณฑ์จากแก้วลามิเนตให้บางลงและเบาขึ้นได้

กลาส - เซรามิกส์ (glass-ceramics) เป็นแก้วที่ผสมผสานแก้วและผลึกเซรามิกส์เข้าด้วยกัน โดยการควบคุมส่วนผสมและกระบวนการตกผลึกในแก้ว การผลิตกลาส - เซรามิกส์ นั้นใช้วิธีหลอมและขึ้นรูปเช่นเดียวกับการทำแก้วต่างๆ ไป แต่ต้องเพิ่มกระบวนการทางความร้อนเพื่อให้เกิดผลึกที่มีขนาดเล็ก มีการกระจายตัวและมีขนาดสม่ำเสมอและต้องมี

ปริมาณมากกว่า 50% โดยปริมาตร (ส่วนนี้เป็นข้อแตกต่างที่สำคัญที่ใช้จำแนก กระจก - เซรามิกส์จากแก้วโพล)

ชนิดของโครงสร้างผลึก การจัดเรียงตัวของผลึก ขนาดของผลึก และ ส่วนผสมของแก้วที่เหลืออยู่ (residual - glassy phase) หลังจากผ่านกระบวนการทางความร้อน เป็นตัวกำหนดสมบัติของกระจก - เซรามิกส์ โดยทั่วไปกระจก-เซรามิกส์จะมีความแข็งแรง ทนทานต่อสารเคมี และทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันดีกว่าแก้วทั่ว ๆ ไป

ผลิตภัณฑ์กระจก - เซรามิกส์ที่ใช้เป็นภาชนะบนโต๊ะอาหารซึ่งมีความทนทานต่อสารเคมี และมีความแข็งแรงมาก ได้แก่ ไพโรเซอรัม (Pyroceram) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ เนฟลิิน (nepheline) และเซลเซียส (celsian) ชนิดที่สองประกอบด้วยผลึกของ คริสโตบาไลต์ (crystalite) และ โพตัสเซียมฟลูออริสเทอไรต์ (potassium fluorrichterite) ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีเป็น เซนซิลิเกต (chain silicate) และมีโครงสร้างจุลภาคแบบรูปเข็ม (acicular) หรือแท่ง (rod-like) ที่เกาะล็อกกันซับซ้อน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความแข็งแรงและแข็งแรงมาก ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของกระจก-เซรามิกส์ 2 ชนิดนี้มีค่าสูงประมาณ  $95 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$  และ  $115 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$  ตามลำดับ จึงทำให้สามารถเลือกแก้วที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำกว่ามาเคลือบที่ผิวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ได้ง่าย

ข้อดีของภาชนะบนโต๊ะอาหารที่ทำจากกระจก-เซรามิกส์ คือ มีราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากต้องผ่านขั้นตอนการผลิตมากกว่าแก้วชนิดอื่น เช่น ต้องควบคุมกระบวนการความร้อนให้เกิดผลึกหลังการขึ้นรูป และต้องเคลือบผิวให้เงางาม นอกจากนี้อัตราการเสียหายขณะผ่านขั้นตอนต่างๆ นั้นก็มีมาก โดยเฉพาะการบิดเบี้ยวในขณะที่ทำการควบคุมให้เกิดผลึก ยิ่งไปกว่านั้นยังต้องเพิ่มชิ้นส่วนสำหรับรองรับผลิตภัณฑ์ขณะผ่านกระบวนการต่างๆ เหล่านี้ด้วย จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์กระจก-เซรามิกส์จะมีความแข็งแรงและทนทานกว่าผลิตภัณฑ์จากแก้วโซดา-ไลม์ และแก้วโพล มาก

ภาชนะสำหรับเครื่องดื่ม (drinkware) จะมีข้อกำหนดสมบัติต่างๆ คล้ายกับภาชนะบน

โต๊ะอาหารแต่จะเน้นในเรื่องของความทนทานต่อสารที่มีความเป็นกรด-ด่างมากกว่าเรื่องความทนทานต่อการแตกเมื่อได้รับความร้อน แก้วสำหรับภาชนะกลุ่มนี้ ได้แก่ แก้วเทมเปอร์ดโซดา-ไลม์ (tempered soda-lime glass) แก้วตะกั่ว (lead glass) และแก้วอัลคาไลน์-เอิร์ทอะลูมิโนซิลิเกต (alkaline alumino silicate glass) ส่วนผสมแสงในตารางที่ 3

แก้วเทมเปอร์ดโซดา-ไลม์ (tempered soda-lime glass) คือแก้วโซดา-ไลม์ ที่ผ่านกระบวนการผลิตอีกหนึ่งขั้นตอน คือวิธีเทมเปอร์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรงมากขึ้น แก้วกลุ่มนี้จะมีราคาถูกที่สุด

#### Hand Decorated And Goldplated Tray



ภาพที่ 3

แก้วตะกั่ว (lead glass) หรือที่รู้จักกันในชื่อแก้วเจียรนัย (lead crystal) ภาพที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีราคาแพงที่สุดในยุโรปแก้วที่จะจัดเป็นแก้วเจียรนัยได้จะต้องมีตะกั่วออกไซด์ (PbO) อยู่ในส่วนผสมมากกว่า 24% โดยน้ำหนัก แต่สำหรับในสหรัฐอเมริกาไม่มีการกำหนดปริมาณของตะกั่วออกไซด์ในส่วนผสมไว้อย่างชัดเจน ค่าดัชนีหักเหของแสงในแก้วตะกั่วสูงกว่าแก้วชนิดอื่นมาก จึงทำให้แก้วชนิดนี้มีประกายแวววาวที่สวยงาม การคัดเลือกวัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง จึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อความสวยงามของแก้วตะกั่วหากมีเหล็กออกไซด์เจือปนในวัตถุดิบ จะทำให้เกิดสีที่ไม่ต้องการ และทำให้ความแวววาวลดลง

แก้วอัลคาไลน์-เอิร์ทอะลูมิโนซิลิเกต (alkaline-earth alumino silicate glass) มีส่วนผสมคล้ายแก้วโซดา-ไลม์ แต่มีออกไซด์ของกลุ่มอัลคาไลน์-เอิร์ท เช่น แคลเซียมออกไซด์

(CaO) และแบเรียมออกไซด์ (BaO) อยู่ในส่วนผสม ทำให้ค่าดัชนีหักเหของแสงใกล้เคียงกับแก้วตะกั่ว แต่ผลิตง่ายกว่า และมีความทนทานต่อสารที่มีความเป็นกรด-ด่างมากกว่าแก้วตะกั่วเล็กน้อย

แก้วทั้ง 3 กลุ่มนี้มีสมบัติต่างๆ ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนอยู่ในช่วง  $80-100 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$  มีความทนทานต่ออาการแตกเมื่อได้รับความร้อนต่ำ ส่วนความแข็งแรงนั้นแปรตามรูปร่างและการเทมเปอร์ริง (tempering)

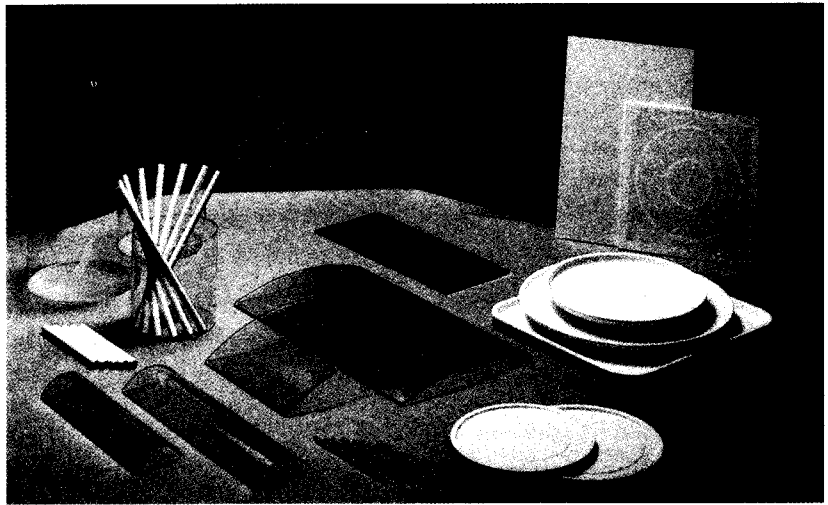
ภาชนะสำหรับที่ใช้ในเตาอบได้ (ovenware) สมบัติที่สำคัญ คือ มีความทนทานต่อการแตกเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน โดยทั่วไปกระจกจะทนต่อการแตกเมื่อถูกทำให้เย็นตัวอย่างฉับพลัน (thermal-down shock) จากอุณหภูมิ  $150^\circ\text{C}$  แก้วในกลุ่มนี้ได้แก่ แก้วไพเร็กซ์ (Pyrex) และกระจก-เซรามิกส์ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 4

แก้วไพเร็กซ์ (Pyrex) เป็นแก้วที่รู้จักกันดีสำหรับใช้ทำภาชนะสำหรับอบอาหาร มี 2 ชนิด คือ เทมเปอร์ด โซดา-ไลม์ และบอโรซิลิเกต สำหรับแก้วเทมเปอร์ด โซดา-ไลม์นั้น มีส่วนผสมและสมบัติไม่ต่างจากที่ได้อธิบายมาก่อนหน้านี้แล้ว ส่วนบอโรซิลิเกตนั้นมีข้อดีหลายประการเหนือกว่าโซดา-ไลม์ การเติมบอโรออกไซด์ ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) ลงในแก้วซิลิเกตให้ผล 2 ประการคือ (1).  $\text{B}_2\text{O}_3$  ทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของแก้วซิลิเกตลดลงถึง 50% ส่งผลให้ความทนทานต่อการแตกเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันดีขึ้น และ (2).  $\text{B}_2\text{O}_3$  ทำให้เกิดการแยกเฟสขึ้นขณะที่แก้วเย็นตัวเกิดเป็นเฟสที่มีความเข้มข้นของโซเดียมบอเรตอยู่สูง และเฟสที่มีความเข้มข้นของซิลิกาอยู่สูงซึ่งเป็นเฟสที่กำหนดความทนทานของแก้ว ส่วนผสมของบอโรซิลิเกตนี้ ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์แก้ว ที่มีความทนทานใกล้เคียงกับแก้วซิลิกาได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนัก แก้วไพเร็กซ์นี้ยังคงลักษณะโปร่งใสอยู่แม้จะมีการแยกเฟสเกิดขึ้น ภาพที่ 4

กระจก-เซรามิกส์ (glass-ceramics) สำหรับทำภาชนะประเภทนี้ทำจากแก้วประเภทลิเทียมอะลูมิโนซิลิเกต ที่มีผลึกของ เบต้า-สปอดูมิน (Beta-spodumene หรือ เบต้า-ควออตซ์ (Beta-quartz) ที่ได้จากการควบคุมอุณหภูมิ และส่วนผสมของแก้ว ภาพที่ 5



ผลิตภัณฑ์ที่มีผลึก เบต้า-สโปดุมิน มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน  $12-15 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$  มักจะมีลักษณะทึบ และทนทาน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีผลึก เบต้า-ควออตซ์ มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำมากหรือมีค่าติดลบ ขนาดของผลึกจะเล็กมากและเล็กกว่าความยาวคลื่นของแสง จึงทำให้ภาชนะมีลักษณะโปร่งใส



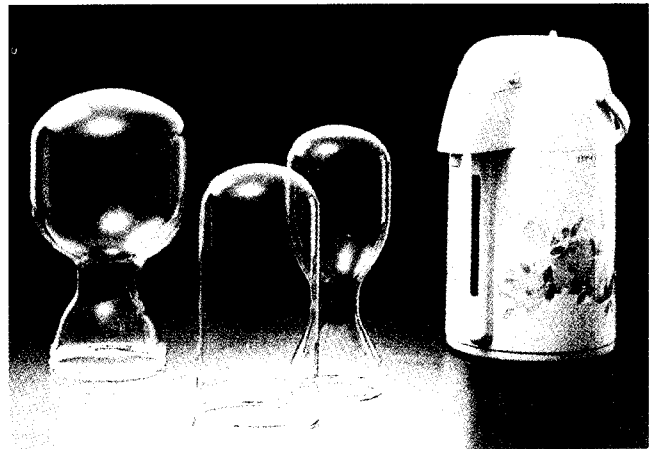
ภาพที่ 5

ภาชนะสำหรับใช้บนเตา (top-of-stove) สำหรับภาชนะกลุ่มนี้สมบัติที่สำคัญที่สุด และต้องได้รับการควบคุมเป็นอย่างมากคือ ความทนทานต่อการแตกเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันจากอุณหภูมิ 500 °C แก้วที่ใช้

ทำผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีเพียง 2 ชนิด คือ กลาส-เซรามิกส์ (glass-ceramics) และแก้วอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate glass) ภาพที่ 6



ภาพที่ 6



ภาพที่ 4

กลาส-เซรามิกส์ (glass-ceramics) เป็นชนิดที่มีผลึก เบต้า-ควออตซ์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำและมีความเสถียรทางความร้อนเหมาะสำหรับการใช้งานบนเตา

แก้วอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate glass) เป็นแก้วที่มีอะลูมินาและซิลิกาเป็นส่วนผสมหลัก มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ และมีจุดอ่อนตัวของแก้ว (softening point) สูง พอลที่จะป้องกันการเสียรูปทรง

เมื่อทำการเทมเปอร์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์

โดยสรุปแล้วแก้วที่ผลิตได้ในปัจจุบันเป็นผลจากการศึกษา วิจัยในเรื่องของส่วนผสม และกระบวนการผลิตแก้วอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการพัฒนาชนิดของแก้ว ซึ่งมีสมบัติต่างๆ ตามต้องการ มีทั้งที่มีลักษณะโปร่งใส ขุ่น หรือโปร่งแสง และมีสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก ต่อสภาวะกรด-ด่าง และต่อการเปลี่ยนทางความร้อนในระดับต่างๆ กัน โดย

ลักษณะเหล่านี้แปรตามส่วนผสม กระบวนการผลิต และโครงสร้างจุลภาค ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยที่ต่างกันตามมา สำหรับแก้วในครัวเรือนสามารถแบ่งกลุ่มของภาชนะตามสมบัติและประโยชน์การใช้งานออกได้เป็น กลุ่มภาชนะบนโต๊ะอาหาร ภาชนะสำหรับเครื่องดื่ม ภาชนะสำหรับอาหาร และภาชนะสำหรับใช้บนเตา

ตารางที่ 1 ส่วนผสมและสมบัติของภาชนะบรรจุอาหาร

	Composition, wt%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	71.5	75.3	58.9	71.1	58.0	64.0	43.3	67.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.6	3.2	10.5	1.6	15.0	6.0	29.8	1.8
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		13.5	1.4			5.0	5.5	0.3
Li <sub>2</sub> O								0.8
Na <sub>2</sub> O	13.0	6.6	8.4	14.2		3.0	14.0	3.0
K <sub>2</sub> O				0.5		3.0		4.8
MgO				1.1	6.0	1.0		14.3
CaO	0.0	0.7	5.8	9.8	15.0	15.0		4.7
BaO	6.3							
ZnO			8.7					
TiO <sub>2</sub>							6.5	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								1.0
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>							0.9	
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>								0.2
Fluorine	3.7	0.8	4.2		3.0			3.5
Softening point, °C	715	764	792		890			
CTE x 10 <sup>7</sup> /°C	75	44	80		48	71	95	118
Type	NaF opal	Liquid-liquid opal	CaF <sub>2</sub> opal	Soda-lime	Borosilicate Cladding	CaF <sub>2</sub> opal core	Nepheline ceramic	K-richterite glass ceramic

\* at 25 - 300 °C

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของแก้วสำหรับเคลือบภาชนะบรรจุอาหาร

	Composition, wt%			
	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	59.1	55.8	55.9	42.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.5	7.4	9.6	7.0
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.3	5.5	6.0	8.9
Li <sub>2</sub> O	0.5	...	...	...
Na <sub>2</sub> O	1.8	1.8	3.1	2.5
K <sub>2</sub> O	3.9	2.7	1.7	...
MgO	1.0	0.6	...	...
CaO	11.8	9.2	7.7	3.1
BaO	...	2.5	...	...
SrO	4.1	3.1	...	...
ZnO	...	10.9	...	...
ZrO <sub>2</sub>	...	0.6	...	0.7
PbO	...	...	16.1	35.3

ตารางที่ 3 ส่วนผสมและสมบัติของภาชนะสำหรับเครื่องต้ม

	Composition, wt%				
	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	59.9	72.6	68.4	69.4	69.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	...	1.3	0.2	0.6	1.4
Na <sub>2</sub> O	3.3	13.5	10.6	10.7	9.8
K <sub>2</sub> O	10.3	...	5.5	7.2	5.6
MgO	...	4.3	...	1.2	...
CaO	1.3	6.8	10.0	4.9	7.6
BaO	...	...	4.5	6.0	5.7
PbO	24.4	...	...	...	...
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	...	...	0.8	...	0.7
Softening point, °C	647	736	695	682	704
CTE x 10 <sup>7</sup> /°C at 25-300°C	89	86	98	99	89
Type	Lead Crystal	Soda-lime	Alkaline earth- Silicate	Alkaline earth- Silicate	Alkaline earth- Silicate

ตารางที่ 4 ส่วนผสมและสมบัติของภาชนะสำหรับอบอาหาร

	Composition, wt%					
	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	76.4	74.0	82.0	69.7	68.8	66.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	2.0	2.0	17.8	19.2	20.2
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.7	0.8	12.0	...	...	...
Li <sub>2</sub> O	...	...	...	2.8	2.7	3.9
Na <sub>2</sub> O	5.4	13.5	4.0	...	0.2	0.4
K <sub>2</sub> O	...	...	...	...	0.1	...
MgO	...	...	...	2.6	1.8	1.0
CaO	0.7	10.0	...	...	...	...
BaO	...	...	...	...	0.8	1.8
ZnO	...	...	...	1.0	1.0	1.0
TiO <sub>2</sub>	...	...	...	4.7	2.7	3.0
ZrO <sub>2</sub>	...	...	...	...	1.8	1.7
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4	...	...	0.6	0.8	1.0
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	...	0.2	...	...	...	...
CTE (x 10 <sup>7</sup> /°C*)	...	86	37	4-20	5-7	1
Type	Tempered Borosilicate	Tempered Soda-lime	Tempered Borosilicate	B-spodumene Glass-ceramic	B-quartz Glass-ceramic	B-quartz Glass-ceramic

\* at 25-300°C

### เอกสารอ้างอิง

Doremus, R.H. **Glass science**. New York : Wiley, 1973.

Kurkjian, C.R. and Prindle, W.R. Perspective on the history of glass composition. **Journal of American Ceramic Society**, April, 1998. Vol. 81, no. 4, p. 795-813.

McMillan, P.W. **Glass-ceramics**. 2 nd ed. London : Academic Press, 1979.

Prindle, W.R, et. al. Edited by Schneider, S.J., et al. In **Engineered materials handbook Vol. 4 : Ceramics and glasses**. Section 6 : glass processing. Metals Park, Oh.: ASM International, 1990.

Seward, T.P. III and Daneilson, P.S. Edited by Schneider, S.J,et.al In **Engineered Materials handbook. Vol. 4 : Ceramics and glasses**. Section 14 : applications of glasses. Metals Park, Oh : ASM International, 1990.

Strnad, Z. **Glass-ceramic materials**. Amsterdam : Elsevier, 1986.

โฆษณาแก้วเจียรนัยจากประเทศญี่ปุ่น. แผ่นภาพ.

โฆษณาเครื่องแก้วจากประเทศอิตาลี. แผ่นภาพ.

# การพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ตามระบบมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 25

ห้องปฏิบัติการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นห้องปฏิบัติการที่มีหน้าที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ วัดคุณสมบัติและมลพิษในสิ่งแวดล้อมทางด้านฟิสิกส์ เคมีเชิงฟิสิกส์ เชิงกล และวิศวกรรม เพื่อหาค่าประกอบและเพื่อประโยชน์สำหรับการควบคุมคุณภาพ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎหมาย อีกทั้งยังให้บริการสอบเทียบความถูกต้องเที่ยงตรงของเครื่องมือและ

อุปกรณ์วัด ได้ดำเนินการด้านระบบคุณภาพ เพื่อพัฒนาคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้อยู่ในมาตรฐานสากล โดยใช้ข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 เพื่อเป็นการสร้างเสริมความเชื่อมั่นของทั้งห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบและเพื่อการยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ในเดือนธันวาคม 2541 ห้องปฏิบัติ

การกองฟิสิกส์และวิศวกรรมในส่วนของ การทดสอบได้ยื่นขอการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC Guide 25 ณ วันที่ 27 มีนาคม 2543 หมายเลขการรับรองที่ทดสอบ 0047/ จำนวน 16 ผลิตภัณฑ์ 69 รายการ ดังนี้

วัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด
1. พลาสติกใส	ความมัวและการให้แสงผ่านได้
2. พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ (แบบมีตัวแปรประจุและแบบไม่มีตัวแปรประจุ)	อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความทนความชื้น กระแสไฟฟ้ารั่ว ความทนไฟฟ้าแรงสูง ความต้านทานของฉนวน
3. ฉนวนไฟฟ้าชนิดแข็ง	ความต้านทานไฟฟ้าทางปริมาตร สภาพต้านทานไฟฟ้าทางปริมาตร ความต้านทานไฟฟ้าทางพื้นผิว สภาพต้านทานไฟฟ้าทางพื้นผิว ช่วง : $5 \times 10^5$ ถึง $2 \times 10^{16}$ โอห์ม แรงดันไฟฟ้าที่เกิดการเสียดสภาพฉนวน ช่วง : 0 ถึง 50 กิโลโวลต์ ความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า ช่วง 0 ถึง 50 000 กิโลโวลต์ต่อมิลลิเมตร
4. ตะแกรงทดสอบ	ขนาดของช่องเปิด ช่วง : 20 ไมโครเมตร ถึง 125 มิลลิเมตร
5. ของเหลว	ความหนาแน่น ช่วง : 0 ถึง 3 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร
6. วัสดุที่เป็นโลหะ	- ความต้านแรงดึง - ความต้านแรงดึงที่จุดคราก

วัสดุ/ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด
6. วัสดุที่เป็นโลหะ (ต่อ)	- ความยืดเมื่อขาด ช่วง : 10 นิวตัน ถึง 2000 กิโลนิวตัน
7. กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน แผ่นลอน : ลอนลูกฟูก	- คุณสมบัติทั่วไป - ความยาวและความกว้าง ช่วง : 0 ถึง 5 เมตร - ความหนา ช่วง : 0 ถึง 200 มิลลิเมตร - ระยะระหว่างลอน ช่วง : 0 ถึง 300 มิลลิเมตร - ความสูงของลอน ช่วง : 0 ถึง 180 มิลลิเมตร - ความได้ฉาก ช่วง : 0 ถึง 200 มิลลิเมตร - ความสูงของขอบ ช่วง : 0 ถึง 200 มิลลิเมตร - ความไม่รั่วซึม
8. ถังมือยงสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว	มิติทางกายภาพ - ความกว้าง ช่วง : 60 ถึง 130 มิลลิเมตร - ความยาว ช่วง : 230 ถึง 260 มิลลิเมตร ช่วง : $\pm 40\%$ การยุบตัวเองจากแรงอัด - ยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน

วัสดุที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด
8. ถู่มืออย่างสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว (ต่อ)	- ความหนา ช่วง : 0.08 ถึง 0.25 มิลลิเมตร - การรั่วซึมน้ำ แรงดึงเส้น-เครียด - ความต้านแรงดึง ช่วง : 11 ถึง 44 เมกะพาสคัล (10 ถึง 40 นิวตัน) - ความยืดเมื่อขาด ช่วง : 300 ถึง 1000% หลังบ่ม แรงที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน - ความต้านแรงดึง ช่วง : 11 ถึง 44 เมกะพาสคัล (10 ถึง 40 นิวตัน) - ความยืดเมื่อขาด ช่วง : 300 ถึง 1000%
9. แผ่นยางรองคอสะพาน ทำจากยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน - ทำจากยางธรรมชาติ	ความแข็ง ช่วง : 40 ถึง 80 Shore A ความแข็ง ช่วง : 40 ถึง 80 TRHD ความต้านแรงดึง ช่วง : 10 ถึง 20 เมกะพาสคัล ความยืดเมื่อขาด ช่วง : 200 ถึง 500% หลังบ่มแรง ที่ 70 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 168 ชั่วโมง-ยางธรรมชาติ - การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ช่วง : + 10 Shore A - การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ช่วง : + 10 IRHD - การเปลี่ยนแปลงความต้านแรงดึง ช่วง : + 15% - การเปลี่ยนแปลงความต้านแรงดึง ช่วง : + 40% หลังบ่มแรง ที่ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 70 ชั่วโมง-ยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน - การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ช่วง : + 10 Shore A หลังบ่มแรง ที่ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 70 ชั่วโมง-ยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน - การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ช่วง : + 10 Shore A - การเปลี่ยนแปลงความแข็ง ช่วง : + 10 IRHD - การเปลี่ยนแปลงความต้านแรงดึง ช่วง : + 15% - การเปลี่ยนแปลงความยืดเมื่อขาด ช่วง : + 40%

วัสดุที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ/ช่วงการวัด
9. แผ่นยางรองคอสะพาน ทำจากยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน - ทำจากยางธรรมชาติ (ต่อ)	การยุบตัวเองจากแรงอัด - ยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน ที่ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 22 ชั่วโมง การยุบตัวเองจากแรงอัด - ยางธรรมชาติที่ 70 + 2 องศาเซลเซียส นาน 22 ชั่วโมง ความทนโอโซน ช่วง : 5 ถึง 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร
10. แผ่นโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง	ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ช่วง : 0.940 0 ถึง 0.960 0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความต้านแรงดึง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง: 20 ถึง 100 กิโลนิวตันต่อเมตร ความยืดเมื่อขาด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง 5 ถึง 1000% ความต้านแรงฉีกขาด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง : 80 ถึง 400 นิวตัน
11. ถังรองรับขยะมูลฝอยพลาสติก	ความหนาแน่น ที่อุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง : 0.900 0 ถึง 0.970 0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความต้านแรงดึงที่จุดคราก ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง : 10 ถึง 30 เมกะพาสคัล (100 ถึง 300 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ความยืดเมื่อขาด ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง : 50 ถึง 1 500 % ความแข็ง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 ช่วง : 50 ถึง 90 Shore D
12. ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์	ตะกั่ว ช่วง : 0.25 ถึง 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ดีบุก ช่วง : 2.5 ถึง 2000 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ช่วง : 0.015 ถึง 4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
13. ผ้าลายขัด	น้ำหนักผ้าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่อุณหภูมิ 24±3 องศาเซลเซียสที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50±10 จำนวนเส้นด้ายต่อหนึ่งหน่วย ความยาวที่อุณหภูมิ 24±3 องศา

# ห้องปฏิบัติการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25

หมายเลขการรับรองทดสอบ 0047  
จำนวน 16 ผลิตภัณฑ์ 69 รายการ ดังนี้

1. พลาสติกใส
2. พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ
  - แบบมีตัวแปรประจุ
  - แบบไม่มีตัวแปรประจุ
3. ฉนวนไฟฟ้าชนิดแข็ง
4. ตะแกรงทดสอบ
5. ของเหลว
6. วัสดุก่อสร้าง
7. กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน แผ่นลอน : ลูกฟูก
8. ถังมือยงสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว
9. แผ่นยางรองคอกสะพาน
  - ทำจากยางสังเคราะห์ชนิดคลอโรพรีน
  - ทำจากยางธรรมชาติ
10. แผ่นโพลีเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง
11. ถังรองรับขยะมูลฝอยพลาสติก
12. ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์
13. ผ้าลายขัด
14. ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี
15. สารไม่เป็นแม่เหล็กเคลือบบนสารแม่เหล็ก
16. น้ำและน้ำเสีย



## ใบรับรองความฉลาดห้องปฏิบัติการ

ใบรับรองนี้ให้โดย  
ห้องปฏิบัติการทดสอบ  
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
เลขที่ 75/7 ถนนพระราม 6 เขตบางมด กรุงเทพมหานคร

ได้ผ่านการประเมินตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการทดสอบ  
ภายใต้ระบบการรับรองห้องปฏิบัติการของ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
ตามมาตรฐานข้อกำหนดที่ใช้เพื่อความฉลาดของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ

พทศ.1300 ( ISO/IEC Guide 25 )

หมายเลขการรับรอง **ทศธ.0047**

รายละเอียดการรับรองมีอยู่ในเอกสารรับรองฉบับนี้

ออกให้ ณ วันที่ : ๕๑ มีนาคม 25๔3

มีอายุ ใช้ที่ : ๕๖ มีนาคม 25๔6

ลงชื่อ : 

( นายอนุ เชื้อวิโรจน์ )

ปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม

ประจำกรมการ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ออกให้ครั้งแรก เมื่อ ๕๑ มีนาคม 25๔3

การรับรองห้องปฏิบัติการ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



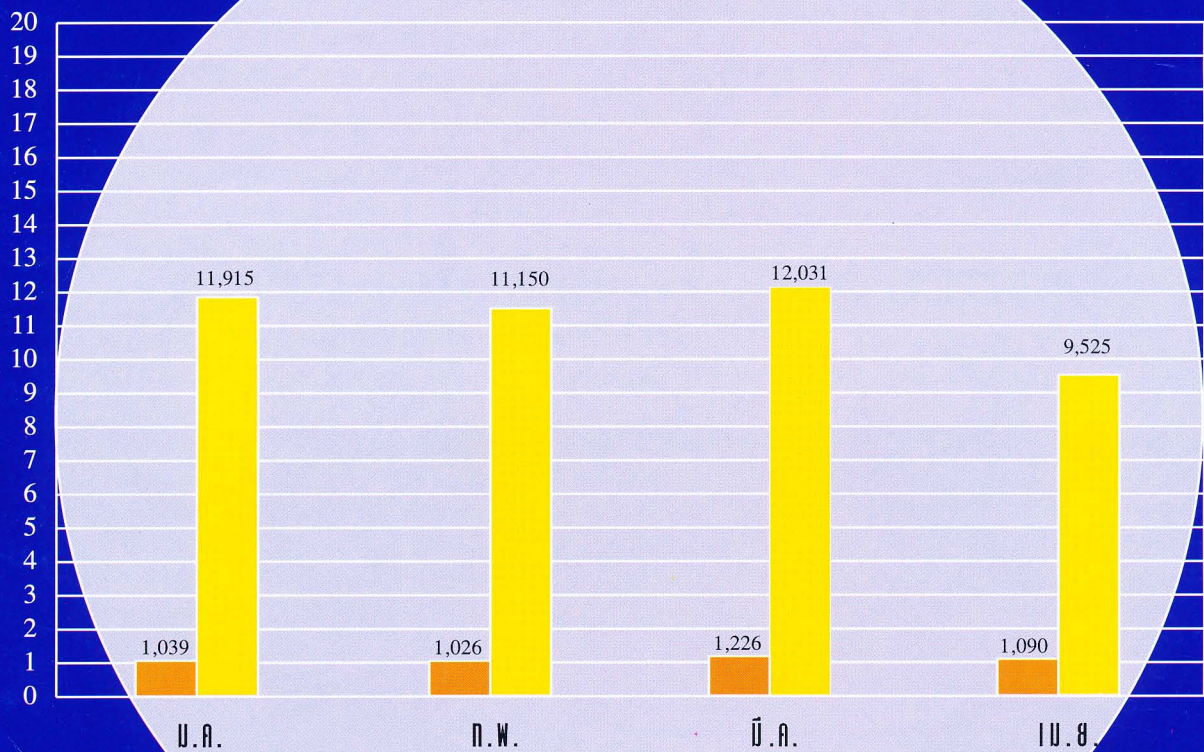
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนมกราคม-เมษายน 2543

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000