



วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857-7617

ปีที่ 50 ฉบับที่ 159 พฤษภาคม 2545



สี่สี่ วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



## กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม  
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400  
โทร. 0 2644 7021 โทรสาร 0 2245 5523

### ที่ปรึกษา

นายอิทธิ พิษยนทรโยธิน  
นางสาวสุจินดา โชติพานิช  
นางสุดา ศิริกุลวัฒน์

### บรรณาธิการ

นางอัจฉรา พุ่มฉัตร  
กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์วัลย์ วัฒนภาส  
นางสาวอารี ชูวิสิษฐกุล  
นางสาวเรณู ตามไท  
นางวราภรณ์ วรเสวต  
นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรนต์รัศมี  
นางสาวธิดา เกิดกำไร

นางสาวอรุวารรณ อุ่นแก้ว  
นางสุดาวดี เสริมนอก  
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

### ศิลปกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

### ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

## สารบัญ

การพิสูจน์วินิจฉัยกระดาดพันซ์บัตรจากถ้ำลี้เจีย รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ธีระชัย รัตนโรจน์มงคล	1
ลูกไม้เซรามิก ลดา พันธุ์สุขุมธนา สุมาลี เต็มใจ สุทธิชัย ทีปประสาน	6
การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการทดสอบสมมติฐานสถิติ อนุสิทธิ์ สุขม่วง อุมาพร สุขม่วง	8
การพัฒนาระบบงานห้องสมุดด้วยระบบห้องสมุดอัตโนมัติ ดารศ บรรเทงจิตร	11
การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี วนิดา ชูติกาวีทษ์ นිරะนารด แจ้งทอง ดวงกมล เขาวนัศรีหมุด	14
ข้อกำหนดคุณสมบัติของผู้ประเมินห้องปฏิบัติการทดสอบ และห้องปฏิบัติการสอบเทียบตาม ISO/IEC 17025 : 1999 ธิดาดวง ฟอร์ดเลิศ	21
ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย อภิสิทธิ์ อุปลการกุล	24
โยอาหารเพื่อสุขภาพ จรรยา วัฒนทวีกุล	28
วิธีทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรของตัวอย่าง ศิริวรรณ ศิลป์สกุลสุข กานดา โทมลวัฒน์ชัย	32
ช่วยหนูด้วย...หนูขอร้อง พახัน นามประเสริฐ กาญจน์ สกกุลแก้ว	36

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

# การพิสูจน์วินิจฉัยกระดาษพันธบัตรจากถ้ำลิเจีย

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์  
สิริเวทย์ รัตประจบมงคล

## บทนำ

หากกรณีที่มีข่าวเกี่ยวกับการสำรวจ ค้นหาสมบัติถ้ำลิเจีย จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีนักการเมืองชื่อดัง ร.ต.ท.เชาวริน ลัทธศักดิ์ศิริ สว.ราชบุรีเป็นหัวหน้าคณะสำรวจฯได้แถลงข่าวเมื่อประมาณกลางเดือนเมษายน 2544 ให้สื่อมวลชนทราบเป็นข่าวดังไปทั่วโลกว่าได้ประสบความสำเร็จในการค้นหาสมบัติในถ้ำลิเจีย โดยพบขุมทรัพย์ทองคำมหาศาล มีน้ำหนักประมาณ 2,500 ตัน มีมูลค่ามากถึง 280,000 ล้านบาท สามารถนำไปชำระหนี้สินของประเทศได้ ซึ่งข่าวดังกล่าวได้สร้างความหวังในการปฏิวัติเศรษฐกิจชาติให้กับคนไทยทั้งประเทศ นอกจากนี้ยังพบหีบเหล็กที่มีพันธบัตรรัฐบาลสหรัฐอเมริกาจำนวนมากอีกด้วย โดยแต่ละใบมีมูลค่าที่ระบุไว้บนพันธบัตรเท่ากับ 100 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และ สว. คนดังได้นำตัวอย่างพันธบัตรดังกล่าวออกเผยแพร่ แต่พันธบัตรที่นำมาเผยแพร่ไม่ใช่พันธบัตรที่ขุดพบจริง จึงเกิดกระแสข่าวว่าพันธบัตรดังกล่าวเป็นของปลอมที่ทำเลียนแบบปลอมแปลงโดย “แก๊งล้านล้านเหรียญสหรัฐ” ซึ่งเคยถูกจับกุมที่ประเทศฟิลิปปินส์ก่อนหน้าที่จะมีข่าวการขุดพบสมบัติถ้ำลิเจียประมาณ 2 เดือน โดยแก๊งดังกล่าวมีพฤติกรรมก่อกวนและหลอกลวงคนมีเงินหรือธนาคารของประเทศต่างๆ เกี่ยวกับพันธบัตรฯ สมัยสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งในเรื่องนี้กระทรวงการคลังสหรัฐอเมริกาต้องออกมาแถลงการณ์เตือนไปทั่วโลกผ่านทางเว็บไซต์

ดังนั้นจึงต้องมีการพิสูจน์ให้ได้ว่าพันธบัตรฯ ดังกล่าวเป็นพันธบัตรฯ จริงหรือไม่ ซึ่งถ้าหากเป็นของปลอมก็นับว่าเป็นอาชญากรรมทางเศรษฐกิจ และเป็นภัยต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจของบ้านเมืองเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้กองปราบปราม สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จึงได้ยึดพันธบัตรดังกล่าวไว้เป็นของกลางและนำมาตรวจพิสูจน์ว่าเป็นพันธบัตรจริงหรือปลอม แต่เนื่องจากกองปราบปรามไม่มีความชำนาญจึงได้จัดส่งไปที่ธนาคารแห่งประเทศไทยในฐานะผู้ผลิตธนบัตรแต่ได้รับทราบจากธนาคารฯ ว่าในกรณีสำคัญนี้ควรจัดส่งมาที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในการตรวจสอบ

วินิจฉัยผลิตภัณฑ์กระดาษ ดังนั้นกองปราบปรามจึงได้ทำหนังสือขอความร่วมมือมาที่ วศ. ให้ดำเนินการตรวจสอบวินิจฉัยผลิตภัณฑ์กระดาษที่เป็นของกลางที่ยึดได้จากถ้ำลิเจีย ซึ่งเป็นเอกสารคล้ายพันธบัตรฯ เอกสารสีเขียว และเอกสารคล้ายหนังสือรับรอง ดังแสดงในภาพที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยขอให้ตรวจสอบในประเด็นดังต่อไปนี้

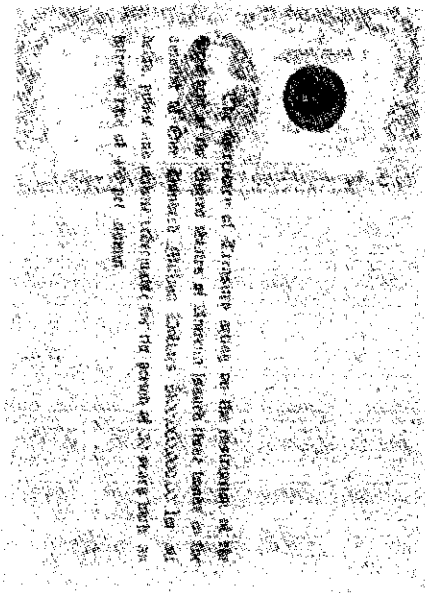
1. กระดาษที่เป็นเอกสารดังกล่าว เป็นกระดาษชนิดใด มีสมบัติอย่างไร สามารถเผาไฟได้หรือไม่
2. กระดาษในข้อ 1 สามารถผลิตได้ในประเทศไทยหรือไม่
3. หากผลิตไม่ได้ ผู้มีไว้ในครอบครองจะต้องมีการนำเข้าซึ่งกระดาษหรือเอกสารที่ทำด้วยกระดาษดังกล่าวหรือไม่อย่างไร
4. ชนิดของเยื่อกระดาษที่เป็นเอกสารของกลางตามสิ่งที่ส่งมาด้วยเป็นชนิดใด

## ผลการตรวจสอบวินิจฉัย

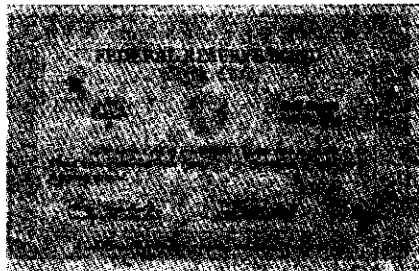
1. จากการตรวจสอบพื้นผิวกระดาษตัวอย่างกระดาษเอกสารคล้ายพันธบัตรฯ เอกสารสีเขียวและเอกสารคล้ายหนังสือรับรอง ด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscope ; SEM) พบว่า กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างมีพื้นผิวไม่เรียบและเห็นเส้นใยปรากฏได้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่ากระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างดังกล่าว ไม่ได้ผ่านกระบวนการเคลือบผิว (coating process) แต่อย่างไรก็ตามนอกจากนี้ยังพบว่ามีส่วนที่มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ แทรกอยู่ทั่วไปในเนื้อกระดาษ ซึ่งแผ่นฟิล์มนี้ น่าจะเกิดขึ้นจากการประสานตัวของน้ำยาบางชนิดที่ใช้ในการอบหรือชุบกระดาษ (impregnation)

2. จากการตรวจสอบรอยพิมพ์นิรภัย (security impression mark) ของกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับธนบัตรรัฐบาลไทยที่ใช้ในปัจจุบันฉบับมูลค่า 100, 500 และ 1000 บาท โดยนำไปตรวจสอบพิภพอายใต้แสงอุลตราไวโอเลต (UV) พบว่ากระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างและธนบัตรฯ มีการเรืองแสงเกิดขึ้น แต่ลักษณะการเรืองแสงมีความแตกต่างกัน ดังนี้

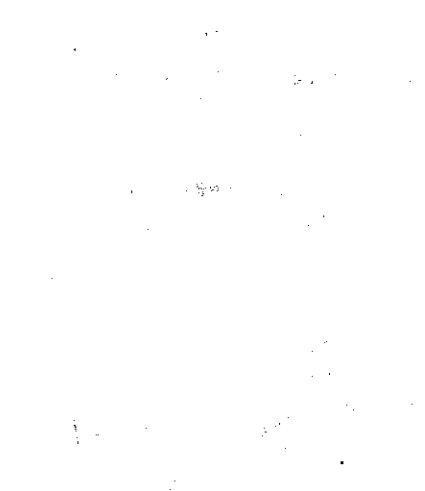
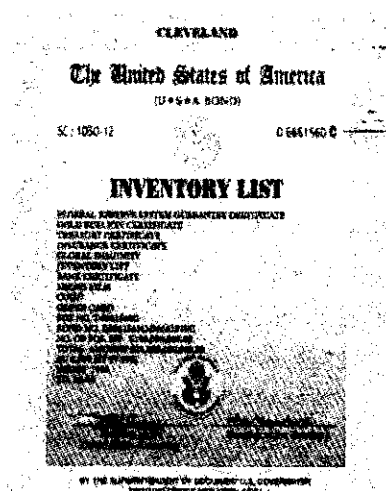




ภาพที่ 1 แสดงรายละเอียดตัวอย่างเอกสารถ่ายพันธบัตรสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 2 แสดงรายละเอียดตัวอย่างเอกสารสี่เขียว



ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดตัวอย่างเอกสารถ่ายหนังสือรับรอง



	ธนบัตร	กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่าง
ลักษณะของเนื้อกระดาษ	<ul style="list-style-type: none"> <li>เนื้อกระดาษเรียบแน่นและมีเส้นด้ายเรืองแสงสีเหลือง สีแดง และสีน้ำเงินฝังตัวอยู่ในเนื้อกระดาษ</li> <li>มีรอยพิมพ์นริภย ที่เรียกว่าลายน้ำ (water mark) พิมพ์ประทับไว้ในตำแหน่งที่กำหนดไว้เฉพาะที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เนื้อกระดาษค่อนข้างฟามและไม่มีเส้นด้ายเรืองแสงฝังตัวอยู่ในเนื้อกระดาษ</li> <li>ไม่พบรอยพิมพ์นริภยที่เป็นลายน้ำ</li> </ul>
ลักษณะการพิมพ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ภาพพิมพ์จะมีการเรืองแสง ณ ตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้เฉพาะที่ทำให้สามารถตรวจสอบพิสูจน์ทราบได้ชัดเจน หากมีการลอกเลียนแบบเกิดขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ภาพพิมพ์มีการเรืองแสงไม่เฉพาะที่รอยพิมพ์เลอะเลือนไม่มีตำแหน่งการเรืองแสงเฉพาะที่ที่จะสามารถตรวจสอบพิสูจน์ทราบได้</li> </ul>

หมายเหตุ กระดาษนริภย (security paper) เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเอกสารสำคัญทางด้านกฎหมาย เช่น ธนบัตร เช็ค พันธบัตร เป็นต้น

จากความแตกต่างของลักษณะเนื้อกระดาษและลักษณะการพิมพ์ที่ปรากฏทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่ากระดาษทั้ง 3 ตัวอย่าง และกระดาษธนบัตรฯ มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความยากง่ายในการลอกเลียนแบบการผลิตที่แตกต่างกันด้วย โดยที่ธนบัตรฯจะมีส่วนผสมที่เป็นลักษณะเส้นด้ายเรืองแสง (fluorescent fiber) จำนวนมากกระจายและฝังตัวอยู่ในเนื้อกระดาษเพื่อให้กระดาษมีลักษณะพิเศษและได้ส่วนที่เป็นเส้นด้ายเรืองแสงผสมในน้ำเยื่อก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการเดินแผ่นบนเครื่องจักรผลิตกระดาษ (paper machine) การผลิตกระดาษธนบัตรฯ จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงมากในแต่ละรุ่น (lot) ของการผลิต ซึ่งจะมีหมายเลขกำกับและปริมาณการผลิตที่กำหนดไว้ชัดเจน และข้อสำคัญโรงงานจะต้องมีระบบควบคุมความปลอดภัยที่รัดกุมที่สามารถป้องกันไม่ให้กระดาษธนบัตรฯ ที่ผลิตได้เกิดการสูญหาย และที่สำคัญมีโรงงานเพียงไม่กี่โรงงานที่สามารถผลิตกระดาษพิเศษชนิดนี้ได้จึงเป็นการยากที่จะลอกเลียนแบบการผลิตให้เหมือน

แต่สำหรับกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างจะมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างง่ายและลงทุนค่อนข้างต่ำ จากการตรวจพิสูจน์ทราบในตำแหน่งของเครื่องหมายนริภยไม่มี ซึ่งกระดาษนริภยถ้ามีมูลค่าทางการเงินสูงจะต้องมีการทำรอยพิมพ์นริภยที่เป็นลายน้ำเพื่อป้องกันการเลียนแบบไว้ด้วย แต่ในกรณีนี้เป็นการผลิตให้ดูเสมือนเป็นกระดาษนริภย ซึ่งสามารถทำได้ในขั้นตอนการพิมพ์โดยใช้หมึกพิมพ์ที่มีสาร UV พิมพ์ภาพอักษรที่ต้องการ แล้วนำกระดาษที่พิมพ์แล้วไปผ่านการอบหรือชุบด้วย

Aliphatic ester wax ดังนั้นเมื่อละลาย Aliphatic ester wax ออกแล้วจึงเห็นหมึกพิมพ์เรืองแสงได้สว่างกว่าเดิม ดังนั้นกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างน่าจะผลิตขึ้นมาเพื่อการเลียนแบบให้เหมือนกับกระดาษนริภย

3. กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างมีกลิ่นคล้ายขี้ผึ้งหรือเทียนไข และผลจากการนำมาสกัดในสารละลายที่ร้อนของ ethyl acetate พบว่ามีสารละลายออกมาซึ่งเมื่อนำส่วนที่ละลายออกมาวิเคราะห์ด้วย IR Spectrophotometer พบว่า IR spectrum ของส่วนที่ละลายออกมาของทั้ง 3 ตัวอย่างมีลักษณะเหมือนกัน และเมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับ IR Spectrum ของ Aliphatic ester wax พบว่าการสั่น (vibration) ของหมู่ฟังก์ชันตรงกัน แสดงว่าส่วนที่ละลายออกมาทั้ง 3 ตัวอย่างต้องผ่านการอบหรือชุบด้วย Aliphatic ester wax ที่มีปริมาณร้อยละ 28.1 42.7 และ 35.3 ของน้ำหนักกระดาษเริ่มต้นอบแห้ง ตามลำดับ

4. การทดสอบการติดไฟของกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบระยะเวลาการลุกไหม้กับกระดาษทั่วไปในที่นี้ใช้กระดาษคัทและกระดาษแข็งเพื่อการพิมพ์พบว่ากระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างติดไฟได้ดีและมีการลุกไหม้อย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับกระดาษทั่วไป จึงไม่จัดเป็นกระดาษทนไฟได้

5. การตรวจสอบชนิดของเยื่อพบว่า

5.1 เนื้อกระดาษของเอกสารคล้ายพันธบัตรฯ เป็นเยื่อเคมีล้วนและเส้นใยที่พบเป็นเยื่อยาวฟอกขาว ซัลเฟต (Bleached Kraft softwood pulp) มีความยาว



เฉลี่ย 3.1 มิลลิเมตร ผสมกับเยื่อใยสั้น โซดาฟอกขาว (Bleached Soda hardwood pulp) มีความยาวเฉลี่ย 1.1 มิลลิเมตร

5.2 เนื้อกระดาษของเอกสารสีเขียว เป็นเยื่อเคมีผสมกับเยื่อไม้บด (mechanical pulp) ซึ่งเส้นใยที่พบในเยื่อเคมีเป็นเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต มีความยาวเฉลี่ย 3.2 มิลลิเมตร ผสมกับเยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาว มีความยาวเฉลี่ย 0.7 มิลลิเมตร และเส้นใยที่พบในเยื่อไม้บดเป็นเส้นใยสั้น มีความยาวเฉลี่ย 0.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ

5.3 เนื้อกระดาษของเอกสารก๊วยหนั่งสีอับร่อง เป็นเยื่อเคมีผสมกับเยื่อไม้บด ซึ่งเส้นใยที่พบในเยื่อเคมีเป็นเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต มีความยาวเฉลี่ย 3.0 มิลลิเมตร ผสมกับเยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาวมีความยาวเฉลี่ย 0.8 มิลลิเมตร และเส้นใยที่พบในเยื่อไม้บดเป็นเส้นใยสั้น มีความยาวเฉลี่ย 0.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ

### สรุปผลการตรวจสอบวินิจฉัย

1. ตัวอย่างกระดาษเอกสารก๊วยหนั่งสีอับร่อง สหรัจอเมริกา เป็นกระดาษที่ผ่านกระบวนการอบหรือชุบ ด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 28.1 ของน้ำหนักกระดาษ ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟตและเยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาวผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอุลตราไวโอเลตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นตัวอักษรหลายเส้นและรูปประนาหาริบัติ

2. ตัวอย่างกระดาษเอกสารสีเขียว เป็นกระดาษที่ผ่านกระบวนการอบหรือชุบ ด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 42.7 ของน้ำหนักกระดาษ ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต เยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาว และเยื่อไม้บดผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอุลตราไวโอเลตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นลายเส้นตรงขอบกระดาษและเนื้อกระดาษด้วยเล็กน้อย

3. ตัวอย่างกระดาษเอกสารก๊วยหนั่งสีอับร่อง เป็นกระดาษซึ่งผ่านกระบวนการอบหรือชุบ ด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 35.3 ของน้ำหนักกระดาษ ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต เยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาว และเยื่อไม้บดผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอุลตราไวโอเลตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นลายเส้นตรงขอบกระดาษ

4. กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับ

ธนบัตรฯ แล้วพบว่ามีการพยายามผลิตขึ้นมาเพื่อลอกเลียนแบบให้เสมือนเป็นกระดาษนิรภัย โดยมีการเติมสารยับยั้งแสงอุลตราไวโอเลต ลงไปในขั้นตอนการพิมพ์และให้แสงเรืองไม่ชัดเจนนักเมื่อส่องภายใต้แสง UV กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีส่วนผสมที่เป็นลักษณะเส้นด้ายเรืองแสงที่ใส่ลงไปขั้นตอนการผลิตกระดาษ และหลังจากตัวอย่างผ่านการพิมพ์แล้ว จึงนำกระดาษมาผ่านกระบวนการอบหรือชุบ ดังนั้นแสดงว่ากระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างพยายามผลิตเพื่อลอกเลียนแบบให้เสมือนเป็นกระดาษนิรภัย

**คำถามที่ 1** กระดาษที่เป็นเอกสารตามทีส่งมาด้วยนั้น เป็นกระดาษชนิดใด มีคุณสมบัติอย่างไร สามารถทนไฟได้หรือไม่

**ตอบ**

1. กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นมาเพื่อลอกเลียนแบบการผลิตหรือปลอมแปลงให้ดูเสมือนเป็นกระดาษนิรภัย ซึ่งกระดาษนิรภัยเป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเอกสารสำคัญทางด้านกฎหมาย เช่น ธนบัตร เช็ค พันธบัตร เป็นต้น กระดาษทั้ง 3 ตัวอย่าง สามารถติดไฟและลุกไหม้ได้ดีเช่นเดียวกับกระดาษทั่วไป

**คำถามที่ 2** กระดาษตามข้อ 1 สามารถผลิตในประเทศไทยได้หรือไม่

**ตอบ**

2. ถ้าพิจารณาความสามารถผลิตในเชิงเทคนิค ผู้ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเยื่อ/กระดาษและเทคโนโลยีการพิมพ์สามารถเลียนแบบการผลิตกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างได้อย่างไม่ยากนัก และการลงทุนไม่สูงมาก เนื่องจากเป็นการเลียนแบบการผลิตในขั้นตอนการพิมพ์เท่านั้น หากมีเงินทุน เครื่องจักร และอุปกรณ์พร้อม ดังนั้นกระดาษทั้ง 3 ตัวอย่างนี้อาจจะผลิตในประเทศไทยหรือประเทศอื่นใดก็เป็นไปได้ทั้งสิ้น

**คำถามที่ 3** หากผลิตไม่ได้ ผู้ที่มีไว้ในครอบครองจะต้องมีการนำเข้าสู่กระดาษหรือเอกสารที่ทำด้วยกระดาษดังกล่าวหรือไม่อย่างไร

**ตอบ**

3. ผู้ที่มีไว้ในครอบครองอาจจะนำกระดาษเข้าอย่างถูกกฎหมายหรือลักลอบนำเข้าหรือผลิตขึ้นเองภายในประเทศ (ตามเหตุผลข้อ 2)



**คำถามที่ 4 ชนิดของเยื่อกระดาษที่เป็นเอกสารของกลางตามที่ส่งมาด้วย เป็นชนิดใด**

**ตอบ**

4.1 ตัวอย่างกระดาษเอกสารคล้ายพันช์บัตรสหรัฐอเมริกา เป็นกระดาษที่ผ่านกระบวนการอบหรือชุบด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 28.1 ของน้ำหนักกระดาษ ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟตและเยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาวผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอัลตราไวโอเล็ตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นตัวอักษรลายเส้นและรูปประธานาธิบดี

4.2 ตัวอย่างกระดาษเอกสารสีเขียว เป็นกระดาษที่ผ่านกระบวนการอบหรือชุบ ด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 42.7 ของน้ำหนักกระดาษ

ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต เยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาว และเยื่อไม้บดผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอัลตราไวโอเล็ตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นลายเส้นตรงขอบกระดาษและเนื้อกระดาษด้วยเล็กน้อย

4.3 ตัวอย่างกระดาษเอกสารคล้ายหนังสือรับรองเป็นกระดาษซึ่งผ่านกระบวนการอบหรือชุบด้วย Aliphatic ester wax คิดเป็นร้อยละ 35.3 ของน้ำหนักกระดาษ ส่วนที่เหลือเป็นเนื้อกระดาษที่ทำจากเยื่อผสมซึ่งประกอบด้วยเยื่อใยยาวฟอกขาวซัลเฟต เยื่อใยสั้นโซดาฟอกขาว และเยื่อไม้บดผสมกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมสารยับยั้งแสงอัลตราไวโอเล็ตลงไปในหมึกพิมพ์สีน้ำตาลที่ใช้พิมพ์เป็นลายเส้นตรงขอบกระดาษ

**เอกสารอ้างอิง**

Hummel, Dieter O. *Atlas of polymer and plastics analysis*. vol2, pt a/II. 2<sup>nd</sup> ed. Munich : Hanser Pub; Weinheim : VCH, 1984. p. 594.

Parham, Russell A., and Gray Richard L. *The practical identification of wood pulp fibers*. Atlanta : TAPPI Press, 1990. p. 25-27.

TAPPI Press. *Fiber analysis of paper and paperboard*. In 1998-1999 *TAPPI test methods*. T 401 om-93. Atlanta : TAPPI Press, 1998.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. *ความรู้เฉพาะวิชาชีพหลังการพิมพ์ 1*. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2538. หน้า 79-80.



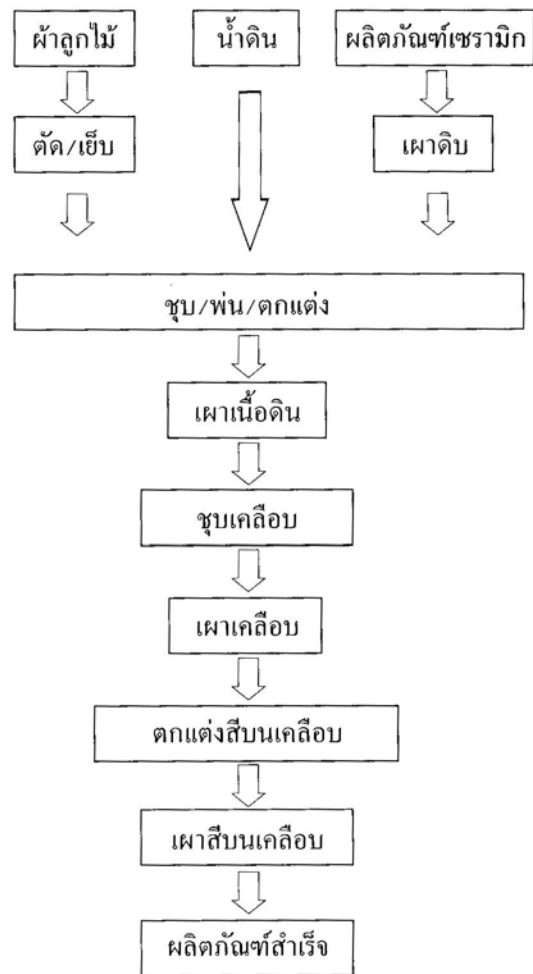
# ลูกไม้เซรามิก

ลดา พันธุ์สุนทรนา  
ลูภาลี เต็มใจ  
สุภธิชัย กับปฐปาสภา

ลูกไม้เซรามิกคือผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีรูปลักษณ์ใกล้เคียงกับผ้าลูกไม้ มีรูปทรงและลวดลายที่มีความซับซ้อนละเอียด และประณีต ลูกไม้เซรามิกจึงมักได้รับการประเมินให้มีความค่าสูง เหมาะสำหรับการใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องประดับ เช่น เสื้อที่ใช้ตกแต่งตุ๊กตา โป๊ะของโคมไฟ และวัสดุตกแต่งกรอบรูป เทคโนโลยีการทำและตกแต่งด้วยลูกไม้เซรามิกได้ถูกพัฒนาและเปิดเผยเป็นครั้งแรกในประเทศไทยโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก ภาควิทยาศาสตร์บริการ กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนแต่ต้องมีความละเอียดประณีตเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ ลูกไม้เซรามิกจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มความหลากหลายของรูปแบบ และมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์เซรามิกของไทย

กระบวนการทำและตกแต่งด้วยลูกไม้เซรามิกได้ดัดแปลงนำวัสดุที่มีในประเทศมาใช้ประโยชน์คือ การนำผ้าลูกไม้ของจริงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเป็นวัสดุต้นแบบ เตรียมผลิตภัณฑ์เช่นตุ๊กตาเซรามิกที่ผ่านการเผาดิบ ตัดเย็บผ้าลูกไม้ให้ได้แบบตามต้องการ เช่นแบบเสื้อที่ใช้ตกแต่งตุ๊กตาเซรามิก เคลือบผิวผ้าลูกไม้ด้วยเนื้อดินสำหรับทำเซรามิกก่อนนำมาตกแต่งผลิตภัณฑ์ การเคลือบผิวผ้าลูกไม้ทำได้โดยวิธีการจุ่มอย่างเดียวยหรือการจุ่มและพ่นเพื่อให้ได้ความหนาตามต้องการ แล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิสูงจนเนื้อดินของผลิตภัณฑ์และลูกไม้แกร่งเมื่อผ่านการเผาผ้าลูกไม้ซึ่งเป็นอินทรีย์สารจะถูกเผาไหม้หมดไปในช่วงอุณหภูมิประมาณ 300-500 °ซ. เหลือแต่ผิวภายนอกที่เคลือบด้วยเนื้อดินซึ่งเป็นอินทรีย์สาร ที่มีสมบัติทนไฟและหลังเผาจะเปลี่ยนเป็นเนื้อดินเผาที่แข็งคงรูปและลวดลายเหมือนผ้าลูกไม้ต้นแบบ ต่อจากนั้นจึงเคลือบผิวเนื้อดินที่เผาแล้วด้วยเคลือบที่ใช้สำหรับทำเซรามิกโดยวิธีการจุ่มเพื่อให้เคลือบปกคลุมผิวดินให้ทั่ว และเผาเคลือบที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเผาของเนื้อดิน อาจมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยสีบนเคลือบ หลังตกแต่งต้องเผาสีบนเคลือบอีกครั้งที่อุณหภูมิประมาณ 800 °ซ. เป็นกระบวนการกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตลูกไม้เซรามิก



ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการทำลูกไม้เซรามิกคือการเลือกใช้วัสดุ หากวัสดุที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมหรือมีสมบัติไม่เข้ากันอาจทำให้เกิดปัญหาในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เช่น ลูกไม้เซรามิกไม่คงรูปหรือฉีกขาด วัสดุสำคัญที่ใช้ในการทำลูกไม้เซรามิกได้แก่ผ้าลูกไม้ เนื้อดิน และเคลือบ ข้อควรระวังในการเลือกผ้าลูกไม้ คือ เส้นด้ายควรมีเกลียวมาก ขนาดเล็ก และมีปริมาณมาก เพื่อให้มีพื้นที่ผิวในการให้เนื้อดินมาเคลือบอยู่บนผ้าลูกไม้เป็นปริมาณมากเพียงพอ และควรเลือกเส้นด้ายชนิดใยธรรมชาติที่





ไม่มีสี เช่น ฝ้าย เพื่อเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม สำหรับเนื้อดินที่ใช้ทำลูกไม้เซรามิก ควรเลือกใช้เนื้อดินที่มีความละเอียดเพื่อให้มีความสามารถในการดูดเกาะและเคลือบผิวผ้าลูกไม้ได้ดี หากเนื้อดินที่ใช้ทำลูกไม้เซรามิก และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตกแต่งแตกต่างกัน เนื้อดินทั้งสองต้องมีอุณหภูมิจุดสุกตัวใกล้เคียงกัน และมีการหดตัวที่เหมาะสมกัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการร้าวแตกหลังการเผา และสำหรับเคลือบที่ใช้ควรมีอุณหภูมิการหลอมตัวต่ำกว่าอุณหภูมิการสุกตัวของเนื้อดิน เพื่อป้องกันการเสียรูปหลังเผา เช่น อุณหภูมิเนื้อดิน 1,230°ซ. อุณหภูมิเคลือบ 1,080°ซ. เป็นต้น

เคลือบนอกจากจะช่วยเพิ่มความสวยงามแล้ว การเลือกใช้เคลือบที่มีสมบัติการขยายหรือหดตัวเข้ากับเนื้อดินยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่ผลิตภัณฑ์ ท้ายสุด

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยลูกไม้เซรามิกมีความบอบบาง หีบห่อสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญ บรรจุภัณฑ์ที่ดีจะช่วยปกป้องให้ผลิตภัณฑ์ถึงผู้ซื้ออย่างปลอดภัย

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากผลงานวิจัยและพัฒนา แสดงดังภาพที่ 2 และ 3 ลูกไม้เซรามิกอาจดูเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับตลาดบ้านเรา เพื่อเป็นการร่วมพัฒนารูปแบบเซรามิกไทย ผู้สนใจที่ต้องการชมผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง แลกเปลี่ยนข้อมูลความต้องการซื้อหรือผลิต หรือต้องการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการทำลูกไม้เซรามิก สามารถติดต่อได้ที่ศูนย์วิจัยฯ ทุกวันในเวลาราชการ (โทรศัพท์ 0 2201 7373) หรือติดต่อผ่านเว็บ <http://ceramic.dss.go.th>



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างตุ๊กตาที่ตกแต่งด้วยลูกไม้เซรามิก



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างโคมไฟที่ตกแต่งด้วยลูกไม้เซรามิก

# การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการทดสอบ สมมติฐานสถิติ

อนุสิทธิ์ สุวรรณ  
อุบลพร สุวรรณ

**สมมติฐานสถิติ** คือ ข้อสมมติ หรือข้อความที่ เกี่ยวข้องกับประชากรชุดเดียวหรือมากกว่า ซึ่งอาจเป็น จริง หรือไม่ก็ได้ เราไม่สามารถทราบได้ว่าสมมติฐานนั้น เป็นจริงหรือไม่ นอกจากจะได้สำรวจประชากรอย่างทั่วถึง ซึ่งไม่อาจกระทำได้ทุกสถานการณ์ ฉะนั้นจึงใช้วิธีสุ่ม ตัวอย่างจากประชากรที่เราสนใจ และใช้ข้อมูลจาก ตัวอย่างนี้ตัดสินว่า สมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่ ถ้า หลักฐานที่ได้จากตัวอย่างไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ตั้งไว้ ก็จะสรุปว่าปฏิเสธสมมติฐานนั้น ถ้าหลักฐานที่ได้ จากตัวอย่างสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ก็จะสรุปว่า ยอมรับสมมติฐานนั้น การปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่า การทดสอบนั้นมีนัยสำคัญ การปฏิเสธสมมติฐาน คือ สรุปว่าสมมติฐานนั้นผิด ส่วนการยอมรับสมมติฐาน หมายถึง ไม่มีหลักฐานพอที่จะเชื่อเป็นอย่างอื่น

**บริเวณวิกฤต (Critical region)** คือบริเวณที่จะ ทำให้เกิดการปฏิเสธสมมติฐาน ส่วน **บริเวณการยอมรับ (acceptance region)** คือ บริเวณที่จะทำให้เกิดการ ยอมรับ และค่าที่แบ่งเขตบริเวณทั้งสองนี้เรียกว่า ค่าวิกฤต (critical value)

**ระดับนัยสำคัญ (Level of significance)** คือ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อสมมติฐานเป็น จริง เป็นค่าความเสี่ยง หรือค่าความผิดพลาดสูงสุด ที่ยอมให้ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐานที่สมมติฐานนั้น เป็นจริง

**การสรุปผล ปฏิเสธสมมติฐาน** ถ้าค่าสถิติจาก กลุ่มตัวอย่างมีค่ามากกว่าค่าวิกฤต ถ้าค่าสถิติจากกลุ่ม ตัวอย่างมีค่าไม่มากกว่าค่าวิกฤต จะยอมรับสมมติฐาน

## วิธีการทดสอบสมมติฐาน

1. ตั้งสมมติฐาน ได้แก่ สมมติฐานหลัก (Null hypothesis) ใช้สัญลักษณ์  $H_0$  หรือ  $H_A$  และสมมติฐาน รอง (Alternative hypothesis) ใช้สัญลักษณ์  $H_1$  หรือ  $H_B$  เช่น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

- เลือกใช้ค่าสถิติ การเลือกใช้ค่าสถิติ ขึ้นอยู่กับ ประชากรของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง
- กำหนดระดับนัยสำคัญ
- เปิดตารางค่าสถิติเพื่อหาค่าวิกฤต
- คำนวณค่าสถิติ จากข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้
- เปรียบเทียบค่าสถิติที่คำนวณได้ กับ ค่าวิกฤต หาก ค่าสถิติจากการคำนวณมีค่ามากกว่า ค่าวิกฤต จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก ถ้า ค่าสถิติจากการคำนวณมี ค่าน้อยกว่า ค่าวิกฤต จะยอมรับสมมติฐานหลัก

**ตัวอย่าง** การวิเคราะห์หาปริมาณโบรไมด์ในตัวอย่างผัก ต่างชนิดกันที่เติมโบรไมด์มาตรฐานปริมาณเท่ากัน ด้วย เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ได้ recovery ดังนี้

มะเขือเทศ : 777 790 759 790 770 758 764  
ไมโครกรัมต่อกรัม

แตงกวา : 782 773 778 765 789 797 782  
ไมโครกรัมต่อกรัม

จากผลการวิเคราะห์ จึงเปรียบเทียบความเที่ยง (precision) และความแม่นยำ (accuracy) ของวิธี วิเคราะห์ทดสอบนี้ในการหาปริมาณโบรไมด์ในตัวอย่าง ผักที่ต่างกัน

**วิธีทำ**

ตอนที่ 1 ทดสอบความเที่ยง

1. กำหนดให้  $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$$

2. ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. เลือกค่าสถิติ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$  องศาความเป็นอิสระ

(degree of freedom)  $V_1 = 6$   $V_2 = 6$

4. จากตารางค่าสถิติ F วิกฤต =  $F_{(0.025, 6, 6)}$   
= 5.82

5.  $F_{คำนวณ} = 1.6958$



6.  $F_{\text{คำนวณ}} < F_{\text{วิกฤต}}$  จึงยอมรับสมมติฐานสรุปผลว่าวิธีวิเคราะห์มีความเที่ยงไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ทดสอบความแม่นยำ

1. กำหนดให้  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

ให้  $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

2. ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. เลือกค่าสถิติ  $t = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$  โดยที่

$$Sp = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

4. จากตารางค่าสถิติ องศาความเป็นอิสระ (degree of freedom, V) = 12 ได้ค่า  $t_{\text{วิกฤต}} = t_{(0.025, 12)} = 2.179$

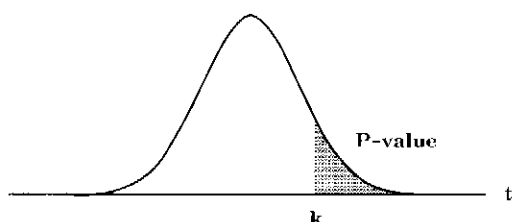
5.  $t_{\text{คำนวณ}} = 1.282$

6.  $t_{\text{คำนวณ}} < t_{\text{วิกฤต}}$  จึงยอมรับสมมติฐานสรุปผลค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แสดงว่าวิธีวิเคราะห์มีความแม่นยำไม่แตกต่างกัน

การทดสอบสมมติฐาน ต้องผ่านการคำนวณหลายขั้นตอนแล้วจึงสรุปผล การพิจารณาค่าสถิติที่คำนวณได้เทียบกับค่าวิกฤต ยุ่งยาก เสียเวลา และไม่สะดวก มีโอกาสผิดพลาดได้มาก เนื่องจากการใช้เครื่องคิดเลขที่ต้องใช้ฟังก์ชันทางสถิติในเครื่องคิดเลข ปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่แพร่หลาย สามารถใช้งานการคำนวณค่าสถิติซึ่งทำได้สะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง การใช้งานไม่ซับซ้อน และไม่ยุ่งยากมากนัก วิธีการคำนวณเพียงกรอกข้อมูลให้ถูกต้อง แล้วป้อนคำสั่งให้คอมพิวเตอร์คำนวณ คอมพิวเตอร์จะแสดงผลให้ทราบที่หน้าจอ และสามารถพิมพ์เป็นเอกสารได้ แต่สิ่งสำคัญคือผู้คำนวณต้องมีความเข้าใจในเอกสารที่พิมพ์ออกมา ต้องแปลความหมายได้ จึงสามารถนำผลการคำนวณไปใช้ประโยชน์ได้ การรายงานผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีข้อมูลหลายค่าที่ให้ความสะดวกในการสรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

ความหมายของ P-value

P-value ของค่าสถิติ  $t$  คือพื้นที่ใต้โค้งด้านขวาของเส้นโค้งปกติมาตรฐานบนช่วง  $(t, \infty)$



เพราะฉะนั้น P-value ของค่าสถิติ  $t = k$  มีค่าเท่ากับ  $P(k < t < \infty)$

ตัวอย่าง เช่น

P-value ของค่าสถิติ  $t = 1.812$  มีค่าเท่ากับ 0.05 เมื่อ  $V = 10$

P-value ของค่าสถิติ  $t = -2.086$  มีค่าเท่ากับ 0.025 เมื่อ  $V = 20$

การสรุปผลทดสอบ เมื่อนำค่า P-value เปรียบเทียบกับค่าระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  จะเห็นว่าในกรณีที่  $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\text{วิกฤต}}$  ซึ่งปฏิเสธสมมติฐาน P-value ของ  $t_{\text{คำนวณ}}$  จะมีค่าน้อยกว่า P-value ของ  $t_{\text{วิกฤต}}$  ซึ่งคือค่าระดับนัยสำคัญนั่นเอง ดังนั้นถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก และสรุปว่าการทดสอบมีนัยสำคัญ

ความหมายของ Sig. one tailed และ Sig. two tailed

ในโปรแกรม SPSS for WINDOWS คอมพิวเตอร์จะพิมพ์ผลการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยค่า ๆ หนึ่งซึ่งจะนำมาใช้ในการสรุปผลการทดสอบ คือค่า Sig. one tailed หรือค่า Sig. two tailed

ค่า Sig. One tailed มีค่าเท่ากับ P-value ในโปรแกรม MS Excel ส่วน

ค่า Sig. two tailed มีค่าเท่ากับ สองเท่าของค่า P-value

การสรุปผลทดสอบ

เมื่อกำหนด  $H_0 : \mu = \mu_0$

กรณีที่ 1  $H_1 : \mu \neq \mu_0$

จะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อ Sig. one tailed น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระดับนัยสำคัญ

หรือ ปฏิเสธสมมติฐานเมื่อ Sig. two tailed น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ

กรณีที่ 2  $H_1 : \mu > \mu_0$

หรือ  $H_1 : \mu < \mu_0$

จะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อ Sig. one tailed น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ

จากตัวอย่างที่แสดง เมื่อนำข้อมูลมาประมวลผลด้วยโปรแกรม MS Excel ในเมนู Tools เลือกเมนูย่อย data analysis และเลือก F-Test Two-Sample for Variances จะได้ผลที่แสดงข้างล่างนี้



### F-Test Two-Sample for Variances

	Variable 1	Variable 2
Mean	772.5714	780.8571
Variance	183.9524	108.4762
Observations	7	7
df	6	6
F	1.6958	
P (F <= f) one-tail	0.2686	
F Critical one-tail	4.2839	

ค่า P-value one tail มีค่าเท่ากับ 0.2686 ดังนั้น P-value two-tail มีค่าเท่ากับ 0.5372 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.025 จึงยอมรับสมมติฐาน แสดงว่าความแปรปรวนเท่ากัน นั่นคือ ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

เมื่อใช้โปรแกรม SPSS เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยเลือกเมนู Statistics เลือก Compare Means และเลือก Independent-samples T test... หลังจากนั้นโปรแกรมจะประมวลผล และแสดงค่า ดังนี้

### T-Test

#### Group Statistics

	CODE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BROMIDE	1.00	7	772.5714	13.5629	5.1263
	2.00	7	780.8571	10.4152	3.9366

### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variance		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Mean	
								Lower	Upper
BROMIDE Equal variance assume Equal variance not assume	1.181	.298	-1.282	12	.224	-8.2857	6.4634	22.3682	5.7968
			-1.282	11.251	.226	-8.2857	6.4634	22.4730	5.9016

ค่า Sig. two tailed ในกรณีที่ตัวอย่างสองกลุ่ม มีค่าความแปรปรวนเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 0.226 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.025 จึงยอมรับสมมติฐาน แสดงว่าความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

จากตัวอย่างที่นำมาแสดงจะเห็นว่า การนำค่าที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน จะทำได้สะดวกกว่ามากทั้งในด้านความถูกต้อง รวดเร็วในการคำนวณค่าสถิติ ไม่ยุ่งยากใน

การเปิดหาค่าวิกฤตจากตารางค่าสถิติ ถึงแม้ว่าการรายงานผลการทดสอบสมมติฐานตามรูปแบบที่เคยใช้ ก็สามารถนำค่าที่แสดงผลโดยคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นโปรแกรมสำเร็จรูปที่นำมาใช้เป็นโปรแกรมที่ส่วนใหญ่คุ้นเคยในการใช้งานกันดี หากศึกษาและทดลองใช้งานจนเกิดความชำนาญจะช่วยพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



# การพัฒนาระบบงานห้องสมุดด้วยระบบ ห้องสมุดอัตโนมัติ

ณาสก อัสสินจวรรณ

**ท** ฒนาการด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสื่อสารคมนาคมที่เติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดการตื่นตัวในเรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างกว้างขวาง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในงานด้านต่างๆ เพื่อให้การดำเนินงานขององค์กรมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งปฏิบัติหน้าที่เสมือนเป็นหอสมุดทางวิทยาศาสตร์แห่งชาติมาเป็นเวลานาน ตระหนักว่าห้องสมุดในฐานะที่เป็นฐานความรู้ของสังคมจะต้องปรับเปลี่ยนระบบงานตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และวัฒนธรรมการเรียนรู้ของคนในสังคมได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบงานห้องสมุด เพื่อการเข้าถึงสารสนเทศได้สะดวก รวดเร็ว และพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งได้นำระบบห้องสมุดอัตโนมัติมาใช้ในปัจจุบัน

## ความเป็นมาในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้พัฒนางานห้องสมุด

กองสนเทศฯ ได้เริ่มนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้พัฒนางานห้องสมุด ตั้งแต่ปี 2529 โดยใช้โปรแกรม CDS/ISIS (Computerized Documentation System/Integrated Set of Information Systems) ซึ่งพัฒนาโดยองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) จัดทำฐานข้อมูลบรรณานุกรมเอกสารของห้องสมุดเป็นบางส่วน และสามารถสืบค้นข้อมูล Stand alone ได้

ในปี 2532 กองสนเทศฯ เป็นหน่วยปฏิบัติงานแห่งหนึ่งของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (ภายใต้ชื่อ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน ในขณะนั้น) ในการพัฒนาระบบเครือข่ายและทรัพยากรสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นเครือข่ายหนึ่งในระบบสารสนเทศแห่งชาติ กองสนเทศฯ จึงเริ่มดำเนินโครงการศูนย์ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบเครือข่ายระยะใกล้ (Local Area

Network) หรือระบบ LAN ขึ้นในหน่วยงาน อาทิ ไมโครคอมพิวเตอร์ โมเด็ม กุ๊สายโทรศัพท์ การ์ดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมโยง และอุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ ได้ใช้โปรแกรม CDS/ISIS ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการฐานข้อมูลประเภทตัวอักษรที่มีประสิทธิภาพสูง ในการสร้างฐานข้อมูลบรรณานุกรมเอกสารประเภทต่างๆ ของห้องสมุดเมื่อสิ้นสุดโครงการในปี 2539 มีข้อมูลในฐานข้อมูลบรรณานุกรมซึ่งประกอบด้วยบรรณานุกรมชื่อเรื่อง หัวเรื่อง ฯลฯ จำนวนมากกว่า 80,000 ระเบียบ การดำเนินโครงการดังกล่าวนี้ทำให้สามารถให้บริการสืบค้นเอกสารสิ่งพิมพ์ที่มีอยู่ในกองสนเทศฯได้จากจุดบริการในอาคารผ่านระบบ LAN และสามารถให้บริการสืบค้นจากภายนอกได้โดยผ่านโมเด็มและกุ๊สายโทรศัพท์

นอกจากนี้ในระหว่างดำเนินการดำเนินโครงการยังได้จัดหาฐานข้อมูล CD-ROM ที่มีเนื้อหาในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 7 รายชื่อ จัดหา CD-Drive, CD-Server และอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อพัฒนาระบบ CD-Network ขึ้นเพื่อสามารถให้บริการสืบค้นสารสนเทศจากฐานข้อมูล CD-ROM รายชื่อต่างๆ ได้ด้วย นับเป็นอีกก้าวหนึ่งของการให้บริการด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ณ ขณะนั้น

## ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ

ความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ห้องสมุดมีการพัฒนาระบบการทำงานและการให้บริการแบบเดิม ไปสู่ระบบอัตโนมัติ โดยนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติมาใช้ในการจัดการระบบงานห้องสมุด

ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์ ซึ่งได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อการจัดการระบบงานห้องสมุด ช่วยให้งานต่างๆ ในห้องสมุดสามารถทำงานเชื่อมโยงประสานกันได้อย่างต่อเนื่อง ลดความซ้ำซ้อนของการปฏิบัติงานในระบบเดิม



โดยทั่วไประบบห้องสมุดมักประกอบด้วย ระบบย่อยหรือชุดคำสั่งด้านงานจัดหา งานวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ งานสืบค้นข้อมูล งานบริการยืม-คืน และงานควบคุมวารสาร การทำงานของระบบย่อยหรือชุดคำสั่งเหล่านี้รวมกันก็คือการทำงานของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบห้องสมุดอัตโนมัติแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของ ฮาร์ดแวร์ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ และส่วนของซอฟต์แวร์หรือโปรแกรม ทั้ง 2 ส่วนนี้ต่างก็มีความสำคัญ แต่ในทางปฏิบัติห้องสมุดจะให้ความสำคัญต่อการเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสมกับสภาพการดำเนินงานของห้องสมุด เนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้ารวดเร็ว ทำให้ไม่ค่อยเป็นปัญหาต่อการสนับสนุนโปรแกรม

### โปรแกรมระบบห้องสมุดอัตโนมัติ

โปรแกรมระบบห้องสมุดอัตโนมัติ อาจเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้เองโดยห้องสมุด (In-house System) หรือโปรแกรมสำเร็จรูป (Turnkey System) ที่ผลิตโดยบริษัทที่พัฒนาขึ้นเพื่อการค้าก็ได้

กองสนเทศฯ ได้เริ่มนำโปรแกรมระบบห้องสมุดอัตโนมัติมาใช้ในระบงงานห้องสมุดในปี 2540 แทนโปรแกรม CDS/ISIS ที่ใช้อยู่เดิม เนื่องจาก CDS/ISIS เป็นเพียงโปรแกรมสำหรับการสร้างฐานข้อมูล ไม่ได้เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาสำหรับการทำงานของห้องสมุดทุกระบบงานโดยเฉพาะ จึงทำให้ค่อนข้างยุ่งยากในการใช้งาน กองสนเทศฯ ได้จัดซื้อระบบ Turnkey System เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการออกแบบพัฒนาการทดสอบการใช้ระบบ และการดำเนินงานเรื่องขั้นตอนของงานระบบที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยเลือกโปรแกรมสำเร็จรูปห้องสมุดอัตโนมัติ VTLIS (Virginia Tech Library Systems) พัฒนาโดย บริษัท VTLIS ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เป็นที่นิยมใช้แพร่หลาย โปรแกรมหนึ่ง โปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ UNIX และใช้โปรแกรม OPACLE ในการจัดการฐานข้อมูลสามารถรองรับผู้ใช้งานฐานข้อมูลได้ 32 คน ในเวลาเดียวกันสามารถจัดเก็บฐานข้อมูลมัลติมีเดีย และสามารถทำงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ระบบการทำงานเป็นแบบ Integrated Library System ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างองค์ประกอบย่อยต่างๆ ในระบบ การประมวลผลข้อมูลเป็นได้ทั้งการประมวลผลแบบกลุ่ม (Batch Processing) และการประมวลผลแบบเชื่อมต่อตรง (Online Processing) โปรแกรมสามารถถ่ายโอนข้อมูล

เดิมจากฐานข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรม CDS/ISIS ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปห้องสมุดอัตโนมัติ ที่กองสนเทศฯ ได้จัดหามาใช้ในระบงงานห้องสมุดประกอบด้วยระบบย่อย ดังนี้

1. Cataloging เป็นระบบงานวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ ใช้ในการลงรายการ หรือบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล
2. Online Public Access Catalog (OPAC) เป็นระบบงานใช้สำหรับการสืบค้นข้อมูล
3. Circulation เป็นระบบงานจัดและควบคุมงานบริการยืม-คืน ทรัพยากรสารสนเทศของห้องสมุดให้แก่ผู้ใช้บริการ สามารถจัดทำทะเบียนข้อมูลเกี่ยวกับสมาชิกได้ด้วย
4. Acquisitions and Fund เป็นระบบงานใช้สำหรับการจัดหาและจัดระบบการทำบัญชีงบประมาณห้องสมุด
5. Journal Indexing เป็นระบบงานใช้สำหรับการจัดทำดัชนีวารสาร
6. Serial Control เป็นระบบงานจัดการและควบคุมงานวารสาร โดยเริ่มตั้งแต่การบอกรับจนถึงการให้บริการวารสาร
7. VTLIS Web Gateway ออกแบบสำหรับการค้นข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (เริ่มคิดตั้งแต่ปี 2543)

### คอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย

ในการจัดหาโปรแกรมสำเร็จรูปห้องสมุดอัตโนมัติ กองสนเทศฯ ได้จัดหา Server ที่มีประสิทธิภาพ พร้อมเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย เพื่อรองรับการสืบค้นข้อมูลไปพร้อมกันด้วย นอกจากนี้ยังได้พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านเครือข่าย โดยพัฒนาระบบเครือข่ายแบบ Fast Ethernet เพื่อให้มีความเร็วและมีความเสถียรภาพสูงขึ้น มีรูปแบบการเชื่อมต่อระบบ LAN เป็นแบบ Client / Server วางระบบเครือข่ายเชื่อมระหว่างอาคารต่างๆ ภายในกรม โดยใช้สายใยแก้วนำแสงเป็นสายนำสัญญาณ ส่วนระบบเครือข่ายภายในอาคารใช้สาย UTP (Unshielded Twisted Pair) และสาย STP (Shielded Twisted Pair) เป็นสายนำสัญญาณ จัดหา Server สำหรับระบบอินเทอร์เน็ต พร้อมอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ และดำเนินการเชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตลอดจนได้จัดทำเว็บไซต์ของหน่วยงาน เพื่อเผยแพร่กิจกรรม บริการของหน่วยงาน ตลอดจนให้บริการสืบค้นสารสนเทศจากฐานข้อมูลบรรณานุกรม เอกสารของกองสนเทศฯ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ด้วย



## ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ กับสมรรถนะการบริการของ กองสนเทศฯ

นับตั้งแต่กองสนเทศฯ ได้เริ่มนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติมาใช้จนถึงปัจจุบันได้ถ่ายโอนข้อมูลเดิมจากฐานข้อมูลที่สร้างด้วยโปรแกรม CDS/ISIS ทั้งหมดกว่า 80,000 ระเบียบ และบันทึกข้อมูลบรรณานุกรมเอกสารประเภทต่างๆ ของห้องสมุดโดยใช้โปรแกรม VTLS เพิ่มขึ้น อีกเกือบ 20,000 ระเบียบ รวมมีข้อมูลในฐานข้อมูลประมาณ 100,000 ระเบียบ ฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ฐานข้อมูลหลัก ได้แก่

1. MOS1 เป็นฐานข้อมูลหนังสือภาษาต่างประเทศ หนังสือภาษาไทย และรายชื่อวารสารในห้องสมุดทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ

2. MOS2 เป็นฐานข้อมูลบทความวารสารภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ เอกสาร รายงานของหน่วยงานรัฐบาล และองค์การระหว่างประเทศ เอกสารเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ของบริษัทผู้ผลิต เอกสารสิทธิบัตร พระราชบัญญัติ กฎ ระเบียบข้อบังคับของไทย

ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลได้โดยสะดวกจากชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง หัวเรื่อง เลขเรียกหนังสือ และคำสำคัญ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และสามารถตรวจสอบสถานะและสถานที่ยึดเก็บเอกสารแต่ละรายการได้

โปรแกรมสามารถกำหนดระยะเวลาการยืม-คืน หนังสือ และคำนวณวันส่งคืน และค่าปรับกรณีคืนเกินกำหนดได้โดยอัตโนมัติ

โปรแกรมสามารถควบคุมระบบการบอกรับวารสาร การจัดเก็บข้อมูลระเบียบวารสาร และผู้ใช้สามารถดูข้อมูลระเบียบวารสารทางหน้าจอได้

การติดตั้ง Web Gateway ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลของห้องสมุดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ (<http://www.dss.go.th/siwebth/index.htm>) เป็นการขยายจำนวนผู้ใช้บริการให้สืบค้นได้ไม่จำกัดอีกด้วย

ระบบห้องสมุดอัตโนมัติเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ของระบบงานสารสนเทศ ซึ่งนอกจากจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการในยุคสารสนเทศแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานห้องสมุดให้มากยิ่งขึ้น แนวทางการพัฒนาระบบงานห้องสมุดต่อไปของกองสนเทศฯ นอกจากจะเป็นการขยายการใช้ประโยชน์จากโปรแกรมระบบห้องสมุดอัตโนมัติทุกระบบย่อยให้เต็มที่แล้ว จะมีการจัดหาเอกสารประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น พัฒนารูปแบบการจัดเก็บและให้บริการเนื้อหาสาระของเอกสารเฉพาะเรื่องแบบเต็มรูป (Full-text) มุ่งเน้นการพัฒนารูปแบบการเข้าถึงข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย ตลอดจนศึกษาและพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยของระบบเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

### เอกสารอ้างอิง

น้ำทิพย์ วิภาวิน (บรรณารักษ์). ห้องสมุดยุคใหม่กับไอที. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2542. หน้า 79-83.



# การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้วิเคราะห์ทางเคมี (Sample preparation for chemical analysis)

วนิดา บุณิกาวิทย์

นิพนธ์กร แจ่มทอง

ดวงกมล เขาวงศ์ศรีหนู

โดยทั่วไปการวิเคราะห์ทางเคมีประกอบทางเคมี มีทั้งการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางเคมีได้แก่ การตกตะกอน การไทเทรต และวิธีการใช้เครื่องมือพิเศษ ซึ่งต้องเตรียมตัวอย่างให้เป็นสารละลายก่อน แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ตามวิธีข้างต้น ตัวอย่างที่ละลายอาจเป็นน้ำกลั่น สารละลายกรด หรือเบส บางครั้งอาจเป็นรีเอเจนต์ที่ทำปฏิกิริยาในสภาวะที่รุนแรง ดังนั้นการเลือกรีเอเจนต์และเทคนิคที่ใช้ย่อยสลายและละลายตัวอย่าง นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่งในการวิเคราะห์ทดสอบ

การวิเคราะห์ทางเคมีหรือฮาโลเจนในสารประกอบอินทรีย์ ต้องเตรียมตัวอย่างให้เป็นสารละลายโดยใช้รีเอเจนต์ที่มีศักยภาพสูงภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิสูงเพื่อทำลายพันธะระหว่างธาตุเหล่านี้กับคาร์บอน ถ้าต้องการวิเคราะห์แคทไอออนที่อยู่ในแร่ Siliceous ต้องละลายแร่ชนิดนี้ด้วยตัวอย่างที่มีคุณสมบัติในการทำลายโครงสร้างของ silicate โดยใช้สภาวะที่รุนแรงมาก และเมื่อต้องการเตรียมตัวอย่างที่เป็นสารทนต่อความร้อนและรีเอเจนต์ที่แรง (refractory substance) หรือการหาสารปริมาณน้อยยิ่งต้องเพิ่มความระมัดระวังในการย่อยสลายและการเตรียมเป็นสารละลายมากขึ้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ซึ่งทำให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบไม่ถูกต้อง

ดังนั้นบทความนี้จะแสดงให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการละลายตัวอย่างในรูปแบบสารละลาย และวิธีการย่อยสลาย ความคลาดเคลื่อนได้แก่

1. การละลายไม่สมบูรณ์ ในทางอุดมคติแล้วตัวอย่างต้องถูกละลายหมด เพื่อให้สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในรูปสารละลาย แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ทดสอบโดยวิธีทางเคมีหรือวิธีใช้เครื่องมือพิเศษต่อไป

2. การสูญเสียเนื่องจากการระเหย เช่น คาร์บอน-ไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไฮโดรเจนไซเลนด์ และไฮโดรเจนเทลลูไรด์ มักจะระเหยเมื่อตัวอย่างละลายในกรดแก่ ในขณะที่เราใช้เบสแก่แอมโมเนียในตัวอย่างจะระเหยไปด้วย ถ้าใช้ไฮโดรเจนฟลูออไรด์สำหรับสารประกอบซิลิเกตที่มีโบรอนเป็น

องค์ประกอบ โบรอนจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบฟลูออไรด์ที่ระเหยได้ ตัวอย่างออกซิไดซ์ (oxidizing reagent) ที่แรงทำให้ คลอรีน โบรมีนและไอโอดีนระเหยได้ ส่วนรีดิวซิงเอเจนต์ทำให้อาร์ซีน ฟอสฟีน และสติบีน ระเหย

ธาตุหลายชนิดเช่น Sn(IV), Ge(IV), Sb(III), As(III) และ Hg(II) สามารถละลายในกรดไฮโดรคลอริกได้ แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงมากธาตุเหล่านี้จะระเหยไปหมด และหากมีคลอไรด์ไอออนในกรดซัลฟิวริกหรือไฮเปอร์-คลอริกที่ร้อน จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสีย เนื่องจากการระเหยของบิสมัท แมงกานีส โมลิบดีนัม แพลเลียม วานาเดียม และโครเมียม กรดบอริก กรดไนตริก และกรดฮาโลเจนจะสูญเสีย ถ้าต้มในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย นอกจากนั้นสารประกอบออกไซด์ เช่น ออสเมียมเตททรอกไซด์ รูทีเนียมเตททรอกไซด์ และรีเนียมเฮปทรอกไซด์ จะระเหยในสารละลายกรดร้อน

3. การปนเปื้อนจากตัวอย่างที่ละลาย โดยทั่วไปแล้วมวลของตัวอย่างที่ใช้ละลายตัวอย่างมักเป็น 1-2 เท่าของมวลตัวอย่าง อย่างไรก็ตามถ้าในตัวอย่างมีสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ปนเปื้อนอยู่ด้วยก็จะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนไปได้ โดยเฉพาะถ้าสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์มีปริมาณน้อยมาก

4. การปนเปื้อนเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างตัวทำละลายกับผนังของภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่าง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการย่อยสลายตัวอย่างเพื่อหาสารปริมาณน้อยโดยการรวมตัว (fusion) ที่อุณหภูมิสูง การย่อยสลายและละลายตัวอย่างแบ่งเป็น 4 วิธีคือ

## 1. การใช้กรดอินทรีย์ในภาชนะเปิด

สำหรับสารอินทรีย์ มักใช้กรดอินทรีย์หรือกรดแร่เป็นรีเอเจนต์ในการย่อยสลายหลังจากการให้ความร้อน จนถึงจุดเดือดของรีเอเจนต์นั้น ตัวอย่างจะถูกย่อยสลายหมด กรดที่ใช้ได้แก่

### 1.1 กรดไฮโดรคลอริก

กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น เป็นกรดที่ใช้ย่อยสลายตัวอย่างอินทรีย์ที่ตีมากแต่มีข้อจำกัดสำหรับสารประกอบอินทรีย์คือการละลายไม่ดี และเมื่อต้มกรด





ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 โมลาร์ จนถึงอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส กรดจะระเหยไปจนความเข้มข้นลดลง เหลือเพียง 6 โมลาร์

### 1.2 กรดไนตริก

กรดไนตริกเข้มข้น เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรง ซึ่งใช้ละลายโลหะได้เกือบทุกชนิดยกเว้น อะลูมิเนียม และโครเมียม เนื่องจากพื้นผิวมักเปลี่ยนเป็นออกไซด์ ถ้าโลหะผสมมี ดีบุก ทังสเตน หรือพลวง ถูกนำมาละลายในกรดไนตริกที่ร้อน มันจะเปลี่ยนเป็น hydrated oxide ที่ละลายได้น้อย เช่น  $\text{SnO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  เมื่อมันตกตะกอน จะสามารถแยกธาตุพวกนี้ได้โดยการกรอง การวิเคราะห์ โลหะปริมาณน้อยในตัวอย่างที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ สามารถใช้กรดไนตริกที่ร้อนเพียงอย่างเดียวหรือผสมกับ กรดชนิดอื่น หรือ ออกซิไดซิงเอเจนต์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือโบรมีน เป็นรีเอเจนต์ที่ใช้ในการย่อยสลายซึ่งวิธีนี้เรียกว่า wet ashing และรีเอเจนต์ที่ใช้จะเปลี่ยนตัวอย่างอินทรีย์ให้เป็น คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

### 1.3 กรดซัลฟิวริก

สารหรือวัตถุหลายชนิดจะถูกย่อยสลาย และละลายในกรดซัลฟิวริกที่ร้อน เนื่องจากมันเป็นกรดที่มีจุดเดือดสูง (340 องศาเซลเซียส) สารประกอบอินทรีย์ ส่วนใหญ่จะถูก dehydrated และ ออกซิไดซ์ กลายเป็น คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำที่อุณหภูมินี้

### 1.4 กรดเปอร์คลอริก

กรดเปอร์คลอริกเข้มข้นที่ร้อนเป็นตัวออกซิไดส์ที่มีศักยภาพสูง สามารถย่อยสลายโลหะผสมของเหล็กและเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ได้ ซึ่งกรดชนิดอื่นไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่การใช้กรดนี้ต้องใช้อย่างระมัดระวัง เพราะถ้าใช้กรดนี้ที่อุณหภูมิสูงเพื่อย่อยสลายตัวอย่างที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดส์ได้ง่ายอาจเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงได้ และในสภาวะที่เย็นหรือใช้สารละลายกรดเปอร์คลอริกที่เจือจาง จะไม่เกิดการระเบิด ดังนั้นการใช้กรดนี้ต้องทำในตู้ดูดควันที่สร้างขึ้นเฉพาะ ซึ่งต้องบุด้วยแก้วหรือเหล็กกล้าไร้สนิม ต้องมีระบบพัดลมและระบบฉีดน้ำเพื่อชะล้างผนังตู้

กรดเปอร์คลอริกที่ขายในท้องตลาดจะมีความเข้มข้นร้อยละ 60-72 และจุดเดือดของกรดนี้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 72.4 จะมีค่าประมาณ 203 องศาเซลเซียส

### 1.5 Oxidizing mixture

การใช้กรดผสมเช่น กรดกัดทอง ( $\text{HCl} : \text{HNO}_3$  3:1 โดยปริมาตร) หรือการเติมตัวออกซิไดซ์ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หรือโบรมีน ลงในกรดอินทรีย์หรือกรดแร่ก็จะช่วยให้ wet ashing ทำได้เร็วขึ้น กรดผสมระหว่างไนตริก และ เปอร์คลอริก ก็ช่วยให้การย่อย

สลายทำได้เร็วขึ้นเช่นกัน แต่ต้องระวังมิให้กรดไนตริก ระเหยไปหมดก่อนการออกซิไดซ์ตัวอย่างจะสมบูรณ์ เนื่องจากถ้าเหลือเฉพาะกรดเปอร์คลอริกอย่างเดียวอาจทำให้เกิดการระเบิดได้

### 1.6 กรดไฮโดรฟลูออริก (กรดกัดแก้ว)

โดยทั่วไปเรามักใช้ กรดไฮโดรฟลูออริก ในการย่อยสลายหินซิลิเกตและแร่ เพื่อวิเคราะห์ธาตุอื่น นอกจากซิลิกอนจะถูกเปลี่ยนเป็นซิลิกอนเตตระฟลูออไรด์ และกรดไฮโดรฟลูออริกแล้ว ส่วนที่เหลืออาจถูกทำให้ระเหยโดยกรดซัลฟิวริกหรือกรดเปอร์คลอริก การกำจัดฟลูออไรด์ที่ไม่สมบูรณ์มีผลต่อการวิเคราะห์เนื่องจากฟลูออไรด์ไอออนสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียรกับแคทไอออนหลายชนิด ซึ่งจะรบกวนการวิเคราะห์แคทไอออนเหล่านั้น เช่นการตกตะกอน  $\text{Al}$  เป็น  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  ด้วยแอมโมเนียจะไม่สมบูรณ์ ถ้ามีฟลูออไรด์ไอออนอยู่ด้วยถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อยอย่างไรก็ตาม การกำจัดฟลูออไรด์ไอออนทำได้ยากและใช้เวลานาน

บางครั้งอาจใช้กรดไฮโดรฟลูออริกร่วมกับกรดชนิดอื่นเพื่อย่อยสลายเหล็กที่ละลายได้ยากในตัวทำละลายชนิดอื่น

กรดไฮโดรฟลูออริกเป็นกรดที่มีความเป็นพิษสูง การใช้กรดชนิดนี้ต้องทำในตู้ดูดควันที่ประสิทธิภาพดีเป็นพิเศษ ถ้ากรดไฮโดรฟลูออริกสัมผัสผิวหนังจะกัดผิวและทำให้มีอาการปวดมาก โดยคนที่สัมผัสกรดไฮโดรฟลูออริกมักแสดงอาการหลังจาก 1 ชั่วโมงผ่านไป ถ้าถูกกรดไฮโดรฟลูออริกควรล้างด้วยน้ำนานๆ หรืออาจใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เจือจาง ซึ่งจะตกตะกอนกับฟลูออไรด์ไอออนได้

## 2. การย่อยสลายโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ

การใช้เตาไมโครเวฟในการย่อยสลายตัวอย่างทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์ เริ่มใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา มีทั้งทำในภาชนะเปิดและปิด แต่ปัจจุบันนิยมใช้ภาชนะปิดมากกว่าเพราะจะได้ความดันสูงซึ่งมีผลให้อุณหภูมิสูงไปด้วย นอกจากนั้นยังใช้รีเอเจนต์ปริมาณน้อยกว่าเนื่องจากไม่มีการระเหยของรีเอเจนต์ ทำให้ลดการปนเปื้อนของสารที่ติดมากับรีเอเจนต์ และยังช่วยลดการระเหยของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์อีกด้วย การย่อยสลายโดยวิธีนี้ยังสามารถทำเป็นแบบอัตโนมัติได้ ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนและเวลาในการเตรียมตัวอย่าง นอกจากนี้ยังสามารถย่อยสลายในเวลาเดียวกันได้ทีละหลายๆ ตัวอย่างได้อีกด้วย

ข้อดีของการย่อยสลายโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เมื่อเทียบกับเปลวไฟหรือแท่นให้ความร้อนคือใช้เวลา



น้อยกว่าและสามารถย่อยสลายได้เกือบทุกตัวอย่าง แม้แต่ตัวอย่างที่ย่อยสลายยากโดยใช้เวลา 5-10 นาที เนื่องจากการถ่ายโอนพลังงานไปยังโมเลกุลของ สารละลายได้โดยตรง แต่การย่อยสลายโดยวิธีใช้เปลวไฟ หรือแทนให้ความร้อน ความร้อนจะถูกถ่ายโอนให้กับ ภาชนะก่อนแล้วจึงไปถึงสารละลายตัวอย่างซึ่งใช้เวลา นานหลายชั่วโมง และปกติวิธีนี้จะมีคาร์บอนตัวอย่าง ทำให้ มีสารละลายส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังคงมีอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิของภาชนะ แต่พลังงานไมโครเวฟจะถูกถ่ายโอน ให้โมเลกุลของสารละลายทั้งหมดเกือบพร้อมกันโดยไม่ ต้องทำให้ภาชนะร้อนขึ้นเลย ดังนั้นสารละลายจึงเดือดได้ เร็วมาก

### 3. การเผาไหม้โดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟ หรือแทนให้ความร้อนซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสม สำหรับตัวอย่างอินทรีย์

3.1 การเผาด้วยเปลวไฟในครุชชีเบลหรือขาม ระเหยจนคาร์บอนถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการย่อยสลายตัวอย่างอินทรีย์ การ เผาไหม้เพื่อให้เกิดออกซิไดซ์ที่สมบูรณ์มักใช้เปลวไฟสีแดง นำส่วนที่เหลือจากการเผาไปละลาย เหมาะสำหรับการ วิเคราะห์หาปริมาณสารที่ไม่ระเหย

3.2 การเผาโดยใช้ Combustion tube ซึ่งวิธี นี้มีความคลาดเคลื่อนมาก เหมาะสำหรับย่อยสลาย สารประกอบอินทรีย์เพื่อหาธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก สารตัวอย่างจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซเมื่อถูกเผาใน บรรยากาศของออกซิเจน ถ้ามีเครื่องมือที่เหมาะสม เรา สามารถจับก๊าซเหล่านี้และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณได้ วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ออกซิเจน และฮาโลเจนได้ภายในเวลา 15 นาที โดยตัวอย่างจะถูกเผาในบรรยากาศของฮีเลียม และ ออกซิเจน หลังจากก๊าซผสมผ่านเข้าไปเหนือตัวเร่ง ปฏิกริยา (oxidation catalyst) ซึ่งประกอบด้วยของ ผสมของเงินวานาเดียมและเงินทั้งสเดิน สารฮาโลเจนและ ซัลเฟอร์จะถูกแยกออกโดยเกลือเงินเหล่านั้น และที่ปลาย หลอดจะมีทองแดงที่ร้อนเพื่อแยกออกซิเจนและเปลี่ยน ไนโตรเจนออกไซด์ให้เป็นไนโตรเจน

### 4. โดยใช้ฟลักซ์

ตัวอย่างจำพวก ซิลิเกต และออกไซด์ของธาตุ บางชนิด หรือโลหะผสมของเหล็ก ซึ่งละลายได้น้อยใน กรด เราจึงต้องใช้เกลือเป็นตัวช่วยในการหลอมละลาย โดยการนำตัวอย่างผสมกับเกลือของโลหะอัลคาไลน์ ซึ่ง เรียกว่า ฟลักซ์ โดยผสมในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก และหลอมละลายโดยใช้อุณหภูมิสูงตั้งแต่ 300-1000 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ละลายน้ำเรียกว่า melt ฟลักซ์นี้สามารถย่อยสลายโดยความร้อน

ตัวอย่างที่เป็นผงละเอียดถูกนำมาผสมกับ ฟลักซ์ในครุชชีเบล ใช้เวลาในการหลอม 2-3 นาที ถึง 1 ชั่วโมง การหลอมที่สมบูรณ์ melt มีลักษณะใส ก่อนที่ melt จะเย็นจนกลายเป็นของแข็งควรจะหมุนครุชชีเบลเพื่อ ให้ของเหลวกระจายตัว ซึ่งทำให้ละลายออกได้ง่าย

การใช้ฟลักซ์ควรเลือกให้เหมาะสมกับ ตัวอย่าง เช่น โซเดียมคาร์บอเนต ใช้กับตัวอย่างประเภท ซิลิเกตและอะลูมินา ส่วนลิเทียมเมตาบอเรตเหมาะ สำหรับตัวอย่างประเภทแร่และเซรามิก เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ฟลักซ์ต้องระวัง 1) การ ปนเปื้อนจากสิ่งเจือปนในฟลักซ์เพราะต้องใช้ปริมาณมาก 2) เกลือที่อยู่ใน melt เมื่อละลายน้ำแล้วจะมีความเข้มข้น สูงมากอาจเป็นอุปสรรคในการวิเคราะห์ 3) การ fuse ต้องใช้อุณหภูมิสูง อาจมีการสูญหายเนื่องจากการระเหย ของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์

ในปัจจุบันมีเครื่องมือพิเศษที่ทันสมัยและมี ประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์หาปริมาณและองค์ ประกอบทางเคมี ซึ่งสามารถรายงานผลอย่างละเอียด ถูก ต้อง และมีความแม่นยำสูง แต่ถึงแม้จะมีเครื่องมือพิเศษ ทันสมัยอย่างไร มีราคาแพงสักเท่าไร และสามารถ วิเคราะห์ได้ละเอียดถึงส่วนในล้านล้านส่วนก็ตาม ถ้าหาก ไม่ระมัดระวังในการเตรียมตัวอย่างจะทำให้ผลการ วิเคราะห์ที่ได้ผิดพลาดและคลาดเคลื่อนไปจากความเป็น จริงได้ ดังนั้นการเลือกวิธีและเทคนิคที่ใช้ย่อยสลาย และละลายตัวอย่างนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขึ้นตอน หนึ่งในการวิเคราะห์ทดสอบ ท่านที่สนใจสามารถขอ รายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่กลุ่ม งานอนินทรีย์เคมี 1 กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เบอร์โทรศัพท์ 0 2201-7347-9

### เอกสารอ้างอิง

- Jeffery, GH., et al. **Vogel's textbook of quantitative chemical analysis.** 5<sup>th</sup> ed. New York : Longman Scientific & Technical. 1989. p. 109-110.
- Skoog, DA., West, DM. and Holler, FJ. **Fundamental analytical chemistry.** 7<sup>th</sup> ed. New York: Saunder College Publishing, 1996. p. 749-759.





ข่าวทั่วไป



1



2



3



4

(1)

นายอภิสิทธิ์ พิษยนตรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธีทำบุญเลี้ยงพระ เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนา กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(2.3)

ดร.อภิสิทธิ์ พิษยนตรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการกับ บริษัทอาหารส่งออก 3 บริษัท บริษัทด้านเคมี 3 บริษัท และ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 บริษัท 2 มหาวิทยาลัย เป็นไปตามมาตรฐานสากล

(4)

ดร.อภิสิทธิ์ พิษยนตรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบของที่ระลึกแก่ Mr. Jibn อาสาสมัครญี่ปุ่นอาวุโสที่มาร่วมปฏิบัติงาน กับกลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบ กองฟิสิกส์ และวิศวกรรม ในโอกาสครบวาระการปฏิบัติงาน



# ข่าวทั่วไป



(5,6)

ดร.อภิธิ พิษยนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นางสุดา ศิริกุลวัฒนา รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เยี่ยมชมกิจการศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร พร้อมทั้งปรึกษาหารือการดำเนินงานของศูนย์ฯ

(7)

ดร.สุจินดา โชติพานิช รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบเงินสนับสนุนงานศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา โดยมี ดร.สุทธิเวช ต.แสงจันทร์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมชุมชนเป็นสักขีพยาน

(8)

กองการวิจัย ไปฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่องการผลิตกระดาษเชิงทดทดกรรมจากวัตถุดิบพื้นฐาน

ได้แก่ เปลือกปอสา ฟางข้าว พักตบชวาและกาบกล้วย เพื่อเข้าสู่ระบบหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ ณ ศูนย์บริการศึกษาโรงเรียนอ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง

(9,10,11)

นางสองแสง เสี้ยวชวลิต ผู้อำนวยการกองเคมี จัดอบรมหลักสูตรข้อกำหนด ISO/IEC 17025 การใช้ AAS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย การสอบเทียบเครื่องชั่ง Method validation for chemical laboratory ให้แก่ข้าราชการ เจ้าหน้าที่บริษัทเอกชน และผู้สนใจ

(12)

กองเคมีจัดการประชุมโครงการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมี ณ โรงแรมบางกอกพาเลส ให้แก่ข้าราชการ บริษัทเอกชนและผู้สนใจ



13



14



15



16



17



18



19



20

(13)

กองการวิจัย จัดอบรมเทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อพิษเบื้องต้น แก่ผู้สนใจ

(14)

สำนักงานเลขานุการกรม จัดฝึกอบรมหลักสูตรความปลอดภัย ด้านสารเคมี ให้แก่ข้าราชการและลูกจ้าง กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(15)

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพฝึกอบรมเรื่องการวิเคราะห์อาหาร ให้แก่นักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

(16)

นักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหงเยี่ยมชมกิจการกองการวิจัย และกองฟิสิกส์และวิศวกรรม

(17,18,19)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานผลิตภัณฑ์ลือก ยางพาราปูพื้น และยางขวางถนน ผลิตภัณฑ์แปรรูปผลผลิต การเกษตร ไปแสดงในงานนิทรรศการ SMEs Day นิทรรศการ งานเกษตรแห่งชาติ จ.เชียงใหม่ นิทรรศการแสดงผลผลิตโครงการ หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์

(20)

นายธานินทร์ กรัยวิเชียร องคมนตรีเยี่ยมชมผลงาน การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในงานนิทรรศการศูนย์ศิลปาชีพบางไทร ครั้งที่ 17 จ.พระนครศรีอยุธยา



ข่าวทั่วไป

## ข้าราชการและลูกจ้างดีเด่น ปี 2544



นางสาวเบญจกัทร จาตุรนต์รัศมี

เกิดวันที่ 8 มีนาคม 2496  
วุฒิการศึกษา อักษรศาสตรมหาบัณฑิต  
จากสถาบันการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
เริ่มรับราชการครั้งแรก เมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2519  
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง บรรณารักษ์ 7  
กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
อุดมคติในการทำงาน “ทุกปัญหาแก้ไขได้ สำเร็จด้วยความเพียร”



นายอรุณ คงแก้ว

เกิดวันที่ 14 ตุลาคม 2513  
วุฒิการศึกษา วศม. (เทคโนโลยีวัสดุ)  
จากสถาบันการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
เริ่มรับราชการครั้งแรก เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2536  
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 5  
กองการวิจัย  
อุดมคติในการทำงาน “ซื่อสัตย์ จริงจัง จริงใจ แจกจ่าย”



นางนอม จินต์

เกิดวันที่ 13 พฤศจิกายน 2489  
วุฒิการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง  
จากสถาบันการศึกษา วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
เริ่มรับราชการครั้งแรก เมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2510  
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง พนักงานพิมพ์ดีด ชั้น 4  
สำนักงานเลขานุการกรม  
อุดมคติในการทำงาน “ตั้งใจทำงานอย่างเต็มกำลังความสามารถ ไม่มีการสายสำหรับการแก้ไข”

# ข้อกำหนดคุณสมบัติของผู้ประเมินห้องปฏิบัติการ ทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบตาม ISO/IEC 17025 : 1999

เรียบเรียงโดย ธิดาทอง วะลาสิค

## บทนำ

เมื่อห้องปฏิบัติการจัดทำระบบคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดตาม ISO/IEC 17025 : 1999 สมบูรณ์แล้ว ต้องการยื่นขอการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการจากหน่วยรับรอง (accreditation bodies) ก่อนที่ทางหน่วยรับรองจะให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการนั้นๆ จะต้องมีการตรวจประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการก่อนว่ามีการดำเนินการและการปฏิบัติการเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน การรับรองห้องปฏิบัติการหรือไม่ มีคุณสมบัติ มีระบบคุณภาพ มีความสามารถทั้งทางคุณภาพและทางวิชาการเฉพาะในขอบข่ายของการขอรับการรับรองหรือไม่

หน่วยรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ต้องกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของผู้ประเมินให้สอดคล้องกับ The International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) เพื่อเป็นการแสดงถึงขีดความสามารถ (competence) ของผู้ประเมินจากหน่วยงานที่ให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบต่างๆ ให้มีมาตรฐานในการตรวจประเมินไปในทิศทางเดียวกัน และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ซึ่งหน่วยรับรองก็ต้องจัดระบบคุณภาพของตนให้เป็นไปตาม ISO/IEC Guide 58 รวมถึงต้องมั่นใจในความสามารถของผู้ประเมินด้วย ดังนั้นผู้ประเมินจึงต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติและความสามารถที่เหมาะสม ผ่านการฝึกอบรม ครอบรู้ในข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 : 1999 เป็นอย่างดี

## นิยาม

1. หัวหน้าผู้ประเมิน (Lead assessor) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มผู้ประเมินที่ทำหน้าที่เป็นผู้นำกลุ่มผู้ประเมิน โดยวางแผนการตรวจประเมิน เปิดและปิด

ประชุมการตรวจประเมิน เป็นผู้ประเมินด้านระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เป็นผู้ตัดสินใจเมื่อเกิดปัญหาจากกลุ่มผู้ประเมินและกำกับดูแล ประสานการประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผู้ส่งรายงานการตรวจประเมิน หัวหน้าผู้ประเมิน อาจทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินด้านวิชาการในการตรวจประเมินในคราวเดียวกันได้ด้วย

2. ผู้ประเมินด้านวิชาการ (Technical assessor) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มผู้ประเมินที่ทำหน้าที่ประเมินความสามารถทางวิชาการของห้องปฏิบัติการในสาขาเฉพาะตามขอบข่ายการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ ผู้ประเมินด้านวิชาการอาจทำหน้าที่เป็นหัวหน้าผู้ประเมินในการตรวจประเมินในคราวเดียวกันได้ด้วย

3. ผู้รับผิดชอบคำขอ (Case officer) หมายถึง เจ้าหน้าที่ของหน่วยรับรอง ผู้มีหน้าที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับนโยบายและเกณฑ์กำหนดของหน่วยรับรอง รวมทั้งทำหน้าที่ติดต่อประสานงานและติดตามความคืบหน้าการดำเนินงานต่างๆ ของคำขอ และอาจทำหน้าที่เป็นหัวหน้าผู้ประเมิน และ/หรือผู้ประเมินด้านวิชาการได้ด้วยหากมีคุณสมบัติครบตรงตามหลักเกณฑ์

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ (Technical expert) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มผู้ประเมินที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะในขอบข่ายของการขอการรับรองความสามารถ แต่มีคุณสมบัติไม่ครบตามหลักเกณฑ์ โดยทั่วไปต้องทำการตรวจประเมินร่วมกับผู้ประเมินที่มีคุณสมบัติครบตรงตามหลักเกณฑ์เสมอ

## คุณสมบัติของผู้ประเมินห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบ

ผู้ประเมินห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบต้องมีคุณสมบัติทางการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน ผ่านการฝึกอบรม ประสบการณ์การตรวจประเมิน และมีความสามารถของการใช้ภาษาในการสื่อสาร กล่าวคือ



## 1. การศึกษา

ต้องสำเร็จการศึกษาอย่างน้อยขั้นต่ำระดับอนุปริญญาที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่สำเร็จการศึกษาต่ำกว่าวุฒิปริญญาต้นต้องมีประสบการณ์การทำงานทางห้องปฏิบัติการทดสอบและ/หรือสอบเทียบตามความเหมาะสมที่หน่วยรับรองกำหนด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไม่น้อยกว่า 10 ปี)

## 2. ประสบการณ์การทำงาน

### 2.1 หัวหน้าผู้ประเมิน

มีประสบการณ์การทำงานทางวิชาการอย่างน้อย 4 ปี ซึ่งในจำนวนนี้ต้องมีประสบการณ์ทางการบริหารคุณภาพ การประกันคุณภาพหรือการประเมินระบบคุณภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 2 ปี

### 2.2 ผู้ประเมินด้านวิชาการ

มีประสบการณ์การทำงานทางวิชาการในห้องปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบอย่างน้อย 4 ปี ซึ่งในจำนวนนี้จะต้องมีประสบการณ์ในสาขาที่ประเมินอย่างน้อย 2 ปี ถ้าขอบข่ายของการขอการรับรองความสามารถมีความยุ่งยากและสลับซับซ้อนอาจต้องเพิ่มจำนวนปีของประสบการณ์

## 3. การฝึกอบรม

ผ่านการฝึกอบรมผู้ประเมินห้องปฏิบัติการ เน้นการทำงานเป็นทีม การเป็นผู้นำ มีการจำลองเหตุการณ์จริง

ในการฝึกอบรมภาคทฤษฎี มีการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น มีการทำแบบฝึกหัด กรณีศึกษา ซึ่งครอบคลุมหลักการของการประกันคุณภาพและการควบคุมคุณภาพ

สรุปข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 และข้อกำหนดของหน่วยรับรองพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ การประเมินระบบคุณภาพ เอกสารระบบคุณภาพที่เกี่ยวข้อง วิธีการสอบเทียบ/ทดสอบ ระบบเอกสารและการบันทึก

มีการจำลองห้องปฏิบัติการที่จะถูกประเมินจริง ยกตัวอย่างเป็นกรณีศึกษาของการประเมินตั้งแต่คู่มือคุณภาพ การจัดการองค์กรและการบริหาร การตรวจติดตามคุณภาพและการทบทวนระบบคุณภาพ บุคลากร เครื่องมือ นโยบายของการสอบกลับได้ของการวัด วิธีการสอบเทียบ/ทดสอบ สถานที่และภาวะแวดล้อม การจัดการตัวอย่าง การบันทึก การรายงานผลการสอบเทียบ/

ทดสอบ การคำนวณและรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัด ข้อร้องเรียนการจ้างเหมาช่าง และการจัดซื้อสินค้าและบริการ มีแบบฝึกหัดการบันทึกการตรวจติดตามคุณภาพ มีกรณีศึกษาตัวอย่างของการยอมรับและไม่ยอมรับใบรับรองการสอบเทียบ และการบันทึกการสอบเทียบภายใน การทดสอบความชำนาญ จากนั้นมีการบันทึกการประเมินจริงว่า พบข้อบกพร่องอะไรบ้างสามารถจำแนกเป็นข้อบกพร่องสำคัญและข้อบกพร่องย่อยได้หรือไม่ แนะนำเทคนิคการตั้งคำถาม และสุดท้ายมีการเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ซักถามข้อสงสัยต่างๆ จนเกิดความมั่นใจที่จะทำหน้าที่เป็นผู้ประเมิน และทำการตรวจประเมินอย่างมืออาชีพ

## 4. ประสบการณ์การตรวจประเมิน

### 4.1 หัวหน้าผู้ประเมิน

มีประสบการณ์การประเมินอย่างเต็มรูปแบบ ณ ห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 5 ครั้ง

### 4.2 ผู้ประเมินด้านวิชาการ

เข้าร่วมการประเมิน ณ ห้องปฏิบัติการในฐานะผู้สังเกตการณ์หรือผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการอย่างน้อย 1 ครั้ง

## 5. ความสามารถของการใช้ภาษาในการสื่อสาร

ในการตรวจประเมิน ผู้ประเมินต้องพูดและเขียนโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่วกวน

นอกจากคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้ว ผู้ประเมินยังต้องทำการตรวจประเมินอย่างเปิดเผยและเป็นกลาง มีทักษะในการวิเคราะห์ และมีความแม่นยำ ตรวจประเมินจากหลักฐานที่มีอยู่อย่างยุติธรรม ตรวจสอบความเป็นจริงปราศจากความกลัวหรือความชอบ ปฏิบัติต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องในทางที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการประเมิน หลีกเลี่ยงที่จะให้เกิดความขัดแย้ง และตรวจประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่ามีผู้ที่มีคุณสมบัติที่จะเป็นผู้ประเมินเป็นจำนวนมาก แต่ในการประเมินผู้ประเมินยังต้องคำนึงถึงจรรยาบรรณด้วย คือ จะต้องไม่ก้าวร้าว ไม่ลำเอียง รักษาความลับและความเป็นกลาง เสียสละเพื่อส่วนรวมและประเทศชาติ

เป็นหน้าที่ของหน่วยรับรองที่จะเลือกผู้ประเมินที่มีความรู้ ความสามารถตามขอบข่ายของการขอการรับรอง ตรวจประเมินตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 1999





**เอกสารอ้างอิง**

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **Guidelines for training courses for assessors used by laboratory accreditation schemes. ILAC-G3.** 1994. 13 หน้า.

\_\_\_\_\_. **Guidelines on assessor qualification and competence. ILAC-G11.** 1998. 13 หน้า.

International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission. **Calibration and testing laboratory accreditation systems-general requirements for operation and recognition. ISO/IEC Guide 58.** 1993.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **หลักเกณฑ์สำหรับผู้ประเมินห้องปฏิบัติการทดสอบ/สอบเทียบ (R - 04).** กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ม.ป.ป. 5 หน้า.



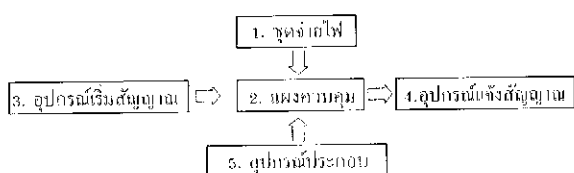
# ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)

อภิรักษ์ อภิมาศกุล

อัคคีภัยก่อให้เกิดความสูญเสียทรัพย์สินรวมทั้งอาจมีผู้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตด้วย สาเหตุส่วนใหญ่มาจากจุดที่เริ่มเกิดเพลิงไหม้จะไม่มีใครอยู่หรือเกิดในบริเวณที่ไม่มีคนเห็น กว่าจะรู้ตัวเพลิงก็ถูกลามจนเกินกำลังของผู้อยู่ในเหตุการณ์หรืออุปกรณ์ดับเพลิงขนาดเล็กที่มีอยู่ภายในอาคารจะทำการสกัดไฟได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยติดตั้งไว้ในอาคาร เพื่อให้สามารถรับรู้เหตุการณ์ล่วงหน้าก่อนที่ไฟจะลุกลามไปยังบริเวณอื่นจนควบคุมไม่ได้

## ส่วนประกอบของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบเตือนอัคคีภัยมี 5 ส่วนหลัก ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกัน ดังแสดงในแผนภาพ



### 1. ชุดจ่ายไฟ (Power Supply)

ชุดจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟมาเป็นกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้ปฏิบัติงานของระบบและจะต้องมีระบบไฟฟ้าสำรอง เพื่อให้ระบบทำงานได้ในกรณีที่ไฟฟ้ามดับ

### 2. ตู้แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel-FCP)

เป็นส่วนควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์และส่วนต่างๆ ในระบบทั้งหมด จะประกอบด้วยวงจรตรวจสอบคอยรับสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ วงจรตรวจสอบการทำงาน วงจรป้องกันระบบวงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในสภาวะปกติและภาวะขัดข้อง เช่น สายไฟจากอุปกรณ์ตรวจจับขาด แบตเตอรี่มีกำลังไฟไม่พอใช้งาน หรือไฟจ่ายตู้แผงควบคุมถูกตัดขาด เป็นต้น ตู้แผงควบคุมจะมีสัญญาณไฟและเสียงแสดงสภาวะต่างๆ บนหน้าตู้ เช่น

- สัญญาณไฟ (Fire Lamp) : จะติดเมื่อเกิดเพลิงไหม้
- สัญญาณเสียง (Main Sound Buzzer) : จะมีเสียงดังขณะแจ้งเหตุ
- สัญญาณไฟแสดงตำแหน่ง (Zone Lamp) : จะติดค้างแสดงโซนที่เกิด Alarm
- สัญญาณเพื่อแสดงเหตุขัดข้อง (Trouble Lamp) : แจ้งเหตุขัดข้องต่างๆ
- สวิตช์ควบคุม (Control Switch) : สำหรับการควบคุม เช่น เปิด/ปิดเสียงที่ตู้และกระดิ่งทดสอบการทำงานตู้ ทดสอบแบตเตอรี่ รีเซ็ต (Reset) ระบบหลังเหตุการณ์เป็นปกติ

### 3. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating Devices)

เป็นอุปกรณ์ต้นกำเนิดของสัญญาณเตือนอัคคีภัยซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล (Manual Station) ได้แก่ สถานีแจ้งสัญญาณเตือนอัคคีภัยแบบใช้มือกด (Manual Push Station)

3.2 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบอัตโนมัติ (Automatic Initiating Devices) เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติที่มีปฏิกิริยาไวต่อสภาวะ ตามระยะต่างๆ ของการเกิดเพลิงไหม้ มีหลายชนิดดังนี้

3.2.1 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) แบ่งออกเป็น 2 แบบดังนี้

3.2.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชัน (Ionization Smoke Detector) อุปกรณ์ชนิดนี้ เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันในระยะเริ่มต้นที่มีอนุภาคของควันเล็กน้อย ทำงานโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของตัวนำไฟฟ้า โดยใช้สารกัมมันตรังสีปริมาณน้อยมากซึ่งอยู่ในห้อง (Chamber) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอากาศที่อยู่ระหว่างขั้วบวกและลบ ทำให้ความนำไฟฟ้า (Conductivity) เพิ่มขึ้นมีผลให้กระแสสามารถไหลผ่านได้สะดวก เมื่อมีอนุภาคของควันเข้ามาในห้องตรวจจับ (Sensing Chamber) นี้ อนุภาคของควันจะไปรวมตัวกับไอออนที่แตกตัว จะมีผลทำให้



การไหลของกระแสลดลงด้วย ซึ่งทำให้ตัวตรวจจับควัน  
แจ้งสถานะเตือนภัย (Alarm) ทันที

**3.2.1.2 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิด  
โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric Smoke Detector)**  
อุปกรณ์ชนิดนี้ เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสัญญาณควันใน  
ระยะที่มีอนุภาคของควันที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำงานโดยใช้  
หลักการสะท้อนของแสง เมื่อมีควันเข้ามาในอุปกรณ์  
ตรวจจับควันจะไปกระทบกับแสงที่ออกมาจากแหล่ง  
กำเนิด (Photo emitter) ไม่ให้ส่องตรงไปยังอุปกรณ์  
รับแสง (Photo receptor) แต่แสงดังกล่าวบางส่วนจะ  
สะท้อนอนุภาคควันและหักเหเข้าไปที่อุปกรณ์รับแสง  
ทำให้วงจรตรวจจับของตัวตรวจจับควันส่งสัญญาณแจ้ง  
สถานะเตือนภัย

**3.2.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน  
(Heat Detector)**

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน เป็นอุปกรณ์  
แจ้งอัคคีภัยอัตโนมัติรุ่นแรกๆ ซึ่งนับได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่  
ราคาถูกที่สุด และมีสัญญาณหลอก (Fault Alarm) น้อย  
ที่สุดในปัจจุบัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่นิยมใช้กันมี  
ดังต่อไปนี้

**3.2.2.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน  
ชนิดจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate-of-Rise  
Heat Detector)** อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำงานเมื่อมีอัตราการ  
เพิ่มของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส  
ขึ้นไปภายใน 1 นาที ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้ อากาศ  
ในส่วนด้านบนของส่วนรับความร้อน เมื่อถูกความร้อน  
จะขยายตัวอย่างรวดเร็วมากจนอากาศที่ขยายไม่สามารถ  
เล็ดลอดออกมาในช่องระบายได้ ทำให้เกิดความดันสูง  
มากขึ้นและไปดันแผ่นไดอะแฟรมให้ดันขาคอนแทคตะ  
กัน ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนนี้ส่งสัญญาณไปยัง  
ตู้ควบคุม

**3.2.2.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน  
ชนิดจับอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature Heat  
Detector)** อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำงาน เมื่ออุณหภูมิของ  
อุปกรณ์รับความร้อนสูงถึงจุดที่กำหนดไว้ซึ่งมีตั้งแต่ 60  
องศาเซลเซียส ไปจนถึง 150 องศาเซลเซียส การทำงาน  
อาศัยหลักการของโลหะสองชนิด เมื่อถูกความร้อนแล้วมี  
สัมประสิทธิ์การขยายตัวแตกต่างกันเมื่อนำโลหะทั้งสอง  
มาแนบติดกัน (Bimetal) และให้ความร้อนจะเกิดการ  
ขยายตัวที่แตกต่างกันทำให้เกิดบิดโค้งงอไปอีกด้านหนึ่ง  
เมื่ออุณหภูมิลดลงก็จะคืนสู่สภาพเดิม

**3.2.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน  
ชนิดรวม (Combination Heat Detector)** อุปกรณ์

ชนิดนี้รวมคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด  
จับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิและอุปกรณ์ตรวจจับความ  
ร้อนชนิดจับอุณหภูมิคงที่เข้ามาอยู่ในตัวเดียวกัน เพื่อ  
ตรวจจับความร้อนที่เกิดได้ทั้งสองลักษณะ

**3.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ  
(Flame Detector)**

โดยปกติจะนำไปใช้ในบริเวณพื้นที่อันตราย  
และมีความเสี่ยงในการเกิดเพลิงไหม้สูง (Heat Area)  
เช่น คลังจ่ายน้ำมัน โรงงานอุตสาหกรรม บริเวณเก็บวัสดุ  
ที่เมื่อติดไฟจะเกิดควันไม่มาก หรือบริเวณที่ง่ายต่อการ  
ระเบิด หรือง่ายต่อการลุกลาม อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟนี้  
จะตรวจจับความถี่คลื่นแสงในย่านอุลตราไวโอเล็ตซึ่งมี  
ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.18-0.36 ไมครอน ที่แผ่ออก  
มาจากเปลวไฟเท่านั้น ส่วนแสงสว่างที่เกิดจากหลอดไฟ  
และแสงอินฟราเรดจะไม่มีผลทำให้เกิดสัญญาณหลอกได้

**4. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียงและแสง  
(Audible & Visual Signalling Alarm Devices)**

หลังจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณทำงานโดยส่ง  
สัญญาณมายังตู้แผงควบคุม แล้วจึงส่งสัญญาณออกมา  
โดยผ่านอุปกรณ์ เช่น กระดิ่ง ไชเรน ไฟสัญญาณ เป็นต้น  
เพื่อให้ผู้อยู่อาศัย ผู้รับผิดชอบหรือเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้  
ทราบว่ามีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น

**5. อุปกรณ์ประกอบ (Auxiliary Devices)**

เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่  
เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกัน และดับเพลิงโดยจะ  
ถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนอัคคีภัยกับระบบอื่น  
เช่น

**5.1 ส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานของระบบ  
บังคับลิฟท์ให้ลงชั้นล่าง ปิดพัดลมในระบบปรับอากาศ  
เปิดพัดลมในระบบระบายอากาศ ควบคุมเปิดประตู  
ทางออก เปิดประตูหนีไฟ ปิดประตูกันไฟ ควบคุมระบบ  
กระจายเสียงและประกาศข่าว เปิดระบบดับเพลิง เป็นต้น**

**5.2 รับสัญญาณของระบบอื่นมากระตุ้นการ  
ทำงานของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เช่น จากระบบ  
พ่นน้ำ ปัมดับเพลิง ระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีชนิด  
อัตโนมัติ เป็นต้น**

**การออกแบบระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย**

การพิจารณาเลือกติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับใน  
บริเวณต่างๆ เราจะคำนึงเรื่องความปลอดภัยของชีวิต  
ความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยในบริเวณต่างๆ และลักษณะ  
ของเพลิงที่จะเกิด เพื่อที่จะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่  
เหมาะสมกับสถานที่และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากเกินไป



การออกแบบระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย จึงมีความสำคัญมาก ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการออกแบบประกอบด้วย

1. **ความสูงของเพดาน** : มีผลกับจำนวนอุปกรณ์ตรวจจับที่ต้องใช้ต่อพื้นที่ ความร้อนหรือควันที่ลอยขึ้นมาถึงอุปกรณ์ตรวจจับที่ติดตั้งบนเพดานสูงจะต้องมีปริมาณความร้อน หรือควันที่มากกว่าเพดานต่ำ

ชนิดอุปกรณ์ตรวจจับ	พื้นที่การตรวจจับ (ตารางเมตร)	ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ (เมตร)	ความสูงเพดาน (เมตร)
อุปกรณ์จับควัน (smoke detector)	150	9	0.4
อุปกรณ์จับควัน (smoke detector)	75	4.5	4.0
อุปกรณ์จับความร้อน (heat detector)	70	6	0.4
อุปกรณ์จับความร้อน (heat detector)	35	3	4.9

2. **สภาพแวดล้อม** : อุณหภูมิ ไอน้ำ ลม ฝุ่น สิ่งบดบัง ประเภทวัสดุที่อยู่บริเวณนั้น ฯลฯ จะมีผลกับการเลือกชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้ง เช่น ตัวจับควันจะไม่เหมาะกับบริเวณที่มีฝุ่นไอน้ำและลม อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ ไม่เหมาะที่จะติดตั้งในห้องที่มีเตาเผาหรือเตาต้มน้ำ ถ้าเป็นสารติดที่ติดไฟแต่ไม่มีควันก็จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ ดังนั้นเราจะต้องมีพื้นฐานเข้าใจหลักการทำงานของตัวตรวจจับแต่ละชนิด

3. **ระดับความสำคัญและความเสี่ยง** : เราควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่ตรวจจับได้ไวที่สุด เพื่อรับรู้เหตุการณ์ทันทีก่อนที่จะลุกลามใหญ่โต ในบางสถานที่อาจมีปัจจัยเสี่ยงต่ำ เช่น เป็นพื้นที่ที่อยู่ในระยะของสายตาของเจ้าหน้าที่ประจำตลอดเวลา บริเวณที่ไม่มีวัตถุติดไฟหรือติดไฟยาก สำหรับบริเวณที่อาจเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิต จะต้องใช้อุปกรณ์ที่แจ้งเหตุได้เร็วที่สุดไวก่อน ได้แก่ ตัวจับควัน

4. **เงินงบประมาณที่ตั้งไว้** : งบประมาณเป็นข้อจำกัด ทำให้ไม่สามารถเลือกอุปกรณ์ตรวจจับชนิดที่ดีที่สุดติดตั้งไว้ทุกจุดในอาคารเพราะราคาสูง จำต้องยอมเลือกชนิดที่มีราคาถูกจนถึงแพงดังนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอุณหภูมิคงที่-->
2. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ-->
3. อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดรวม-->
4. อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไฟได้อิเล็กทริก-->
5. อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชัน-->
6. อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ

อุปกรณ์ที่รับรู้เหตุได้ไวจะมีราคาแพงกว่าแต่อาจจะไม่เหมาะสมกับบางสถานที่ เราจะต้องพิจารณากับข้ออื่นด้วย

เพื่อให้อุปกรณ์ตรวจจับทำงานในเวลาที่เหมาะสม จึงต้องลดระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับ เพื่อให้ระบบเสริมกำลังตรวจจับให้ละเอียดดีขึ้น เราจะพิจารณากำหนดระยะจัดวางอุปกรณ์ตรวจจับที่ติดบนเพดานโดยอ้างอิงจากตารางต่อไปนี้

#### การจัดแบ่งโซน

การที่สามารถค้นหาจุดเกิดเหตุได้เร็วเท่าไร นั้นหมายถึงความสามารถในการระงับเหตุก็จะมากขึ้นด้วย ดังนั้นการจัดโซนจึงเป็นความสำคัญในการออกแบบระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย กรณีเกิดเหตุเริ่มต้นจะทำให้กระดิ่งดังเฉพาะโซนนั้นๆ ถ้าคุณสถานะการณ์ไม่ได้จึงจะสั่งให้กระดิ่งโซนอื่นๆ ดังตาม

#### แนวทางการแบ่งโซนมีดังนี้

1. ต้องจัดโซน อย่างน้อย 1 โซนต่อ 1 ชั้น
2. แบ่งตามความเกี่ยวข้องของพื้นที่ ที่เป็นที่เข้าใจสำหรับคนในอาคารนั้น เช่น โซนสำนักงาน (Office) โซนโรงงาน (Workshop)
3. ถ้าเป็นพื้นที่ราบบริเวณกว้าง จะแบ่งประมาณ 600 ตารางเมตร ต่อ 1 โซน เพื่อสามารถมองเห็นหรือค้นพบจุดเกิดเหตุโดยเร็ว
4. คนที่อยู่ในโซนใดๆ ต้องสามารถได้ยินเสียงกระดิ่งเตือนภัย ในโซนนั้นได้ชัดเจน

#### การออกแบบติดตั้งสวิตช์กดฉุกเฉิน (Manual Station)

ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย จะต้องมีส่วนกดฉุกเฉินด้วยอย่างน้อยโซนละ 1 จุด

#### สวิตช์กดฉุกเฉิน จะต้องมีส่วนดังนี้

1. เป็นการง่ายต่อการสังเกต โดยใช้สีแดงเข้ม ดูเด่นหรือมีหลอดไฟ (Location Light) ติดแสดงตำแหน่งในที่มืดหรือยามค่ำคืน
2. ตำแหน่งที่ติดตั้ง ต้องอยู่บริเวณทางออกทางหนีไฟ ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน



3. ระดับติดตั้งง่ายกับการกดแจ้งเหตุ (สูงจากพื้น 1.1-1.5 เมตร)

4. กรณีระบบมากกว่า 5 โซน ควรมีแจ้งโทรศัพท์เพื่อใช้ติดต่อระหว่างเจ้าหน้าที่บริเวณที่เกิดเหตุกับห้องควบคุมของอาคาร เพื่อรายงานสถานการณ์และสั่งให้เปิดสวิทช์เตือนภัยให้กระดิ่งดังทุกโซน

#### การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์แจ้งสัญญาณ

อุปกรณ์แจ้งสัญญาณมีหลายชนิด ได้แก่ กระดิ่งไซเรน ไฟสัญญาณกะพริบ โดยทั่วไปเราจะนิยมติดตั้งกระดิ่งไว้บริเวณใกล้เตียงหรือที่เดียวกับสวิทช์กดฉุกเฉินในระดับหูหรือเหนือศีรษะ เราจะมีกระดิ่งอย่างน้อย 1 ตัวต่อโซนหรือเพียงพอ เพื่อให้คนที่อยู่เขตพื้นที่โซนนั้นได้ยินเสียงชัดเจนทุกคน เนื่องจากรัศมีความดังระดับที่พอเพียงของกระดิ่งขนาด 6 นิ้ว จะไม่เกิน 25 เมตร ส่วน

ไซเรนเราจะติดตั้งไว้ได้ชายคาด้านนอก เพื่อแจ้งเหตุให้บุคคลที่อยู่นอกอาคารได้รับทราบว่ามีเหตุผิดปกติ โดยเราจะกำหนดให้ไซเรन्दังทันทีทุกครั้งที่เกิดเหตุก่อน จากนั้นจึงจะรอการตัดสินใจว่าจะให้โซนอื่นๆ ดังตามหรือไม่

#### ตำแหน่งการติดตั้งตู้แผงควบคุม

เราจะติดตั้งตู้แผงควบคุมไว้บริเวณที่มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย หรือช่างควบคุมระบบอาคารหรือห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ใช้ตระหนักถึงความปลอดภัยจะต้องคำนึงถึงและเลือกใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการระงับเพลิงไหม้ก่อนที่จะขยายลุกลามจนยากแก่การควบคุม

### เอกสารอ้างอิง

Teeya Automation Engineering Department. **National fire alarm user manual.** Bangkok : Teeya Automation Co., 1996, P.2-3.

การออกแบบระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย. New(s) Step, เมษายน-พฤษภาคม, 2541, หน้า 1-3.



# ใยอาหารเพื่อสุขภาพ

จัสสา อนุประดิษฐ์

อาหารและโภชนาการเป็นเรื่องที่วงการแพทย์และนักโภชนาการสนใจเป็นพิเศษมานานหลายทศวรรษ โดยมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นมักสนับสนุนให้ทราบว่า อาหารนอกจากจะสร้างความเจริญเติบโตและให้พลังงานแก่ร่างกายเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตแล้วอาหารยังมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อสุขภาพและอนามัยของผู้บริโภค โดยเฉพาะสภาวะปัจจุบันที่หลายคนต้องต่อสู้กับวิกฤตเศรษฐกิจ และสภาวะแวดล้อมที่เต็มไปด้วยมลพิษ มีผลให้เกิดความเครียด เมื่ออาหาร นอนไม่ใคร่หลับ อันเป็นสาเหตุให้ร่างกายอ่อนแอ ขาดภูมิคุ้มกัน มีโอกาสเป็นโรคต่างๆ ได้ง่าย คนส่วนใหญ่จึงเริ่มให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น โดยมีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นเพราะการมีสุขภาพดีย่อมเป็นที่ใฝ่หาของคนทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะการมีสุขภาพดีจากการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสม ซึ่งมีการพัฒนาความรู้มาเป็นลำดับ โดยการรวบรวมข้อมูลทางระบาดวิทยาต่างๆ ทำให้แพทย์ทราบว่า ใยอาหารเป็นสารอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพ การบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูงสามารถป้องกันและบำบัดโรคต่างๆ ได้ โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร ซึ่งอาจมีผลช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งบางชนิดได้ จึงทำให้วงการแพทย์และนักโภชนาการสนใจใยอาหารเป็นพิเศษ

ใยอาหาร เป็นส่วนของผนังเซลล์พืช (plant cell wall material) ที่ไม่ถูกย่อยด้วยน้ำย่อยในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ แต่อาจถูกย่อยได้บ้างเล็กน้อยโดยแบคทีเรียที่มีอยู่ตามปกติในลำไส้มนุษย์ พบในส่วนของพืชผัก ผลไม้ ถั่ว และธัญพืช โดยใยอาหารดังกล่าวประกอบกันเป็นผนังเซลล์พืช แม้ว่าจะย่อยภายในร่างกายไม่ได้ แต่ก็มีความสำคัญต่อระบบทางเดินอาหาร เพราะใยอาหารมีลักษณะเป็นกากและสามารถอุ้มน้ำได้ในปริมาณมาก จึงเคลื่อนผ่านกระเพาะอาหารได้อย่างช้าๆ ทำให้รู้สึกอิ่มนาน ในขณะที่อาหารเคลื่อนผ่านไปในระบบทางเดินอาหาร ใยอาหารจะดูดซับสารต่างๆ เช่น ไขมัน คอเลสเตอรอล สารพิษ ก่อนที่สารดังกล่าวจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตเพื่อไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย และใยอาหารถูกขับถ่ายออกจากร่างกายโดยยังคงสภาพโครงสร้างเช่นเดิมในรูปของอุจจาระ จึงมีผลในด้าน

ป้องกันและบำบัดโรคที่สำคัญ เช่น โรคอ้วน เบาหวาน ไขมันในเลือดสูง มะเร็งลำไส้ใหญ่ เป็นต้น

ใยอาหารแบ่งตามลักษณะการละลายในน้ำ ได้ 2 ชนิด คือ ชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber, IDF) และชนิดละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber, SDF) พืชที่เป็นอาหารส่วนมากมีใยอาหารทั้งสองชนิดอยู่ร่วมกัน เพียงแต่ว่าจะมีชนิดใดมากกว่า ก็จะแสดงสมบัติของชนิดนั้นชัดเจนกว่า กล่าวคือ ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจะมีลักษณะเหนียว เคี้ยวยาก ซึ่งเป็นธรรมชาติของโครงสร้างของผนังเซลล์พืช เช่น ลิกนิน เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสบางตัวที่ต่อกับลิกนิน และเมื่อร่างกายย่อยไม่ได้ประกอบกับการอุ้มน้ำได้ดีของใยอาหาร จึงช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ทำให้กากอ่อนนุ่มผ่านลำไส้โดยเคลื่อนตัวได้เร็ว มีผลให้ถ่ายอุจจาระสะดวก ในขณะที่ใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ซึ่งเป็นส่วนของเซลล์พืชทั่วไป เช่น เพกทิน กัม และเฮมิเซลลูโลส อาจถูกย่อยได้บ้าง จึงมีสมบัติในการสร้างความหนืด โดยใยอาหารจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเจล (gel) และเคลือบผนังลำไส้ให้หนากขึ้นทำให้การดูดซึมสารอาหารที่มีประจุขั้วลบ เช่น การดูดซึมน้ำตาล มีผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงเฉียบพลัน

นักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่า การที่ใยอาหารมีผลต่อการป้องกันและบำบัดโรคต่างๆ ได้นั้นขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของใยอาหาร เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ การเพิ่มความหนืดของอาหาร การไม่ถูกย่อยสลายความสามารถในการดูดซับและการแลกเปลี่ยนประจุกับสารมีประจุอื่นๆ รวมทั้งการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน และการดักจับอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในร่างกาย ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ใยอาหารช่วยป้องกันและบำบัดโรคที่สำคัญหลายชนิด เช่น ท้องผูก โรคอ้วน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันและคอเลสเตอรอลอุดตันในเส้นเลือด ซึ่งโรคดังกล่าวสร้างความทุกข์ให้กับผู้คนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะชาวตะวันตก ซึ่งชอบรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงและมีใยอาหารต่ำ เพราะนอกจากจะทำให้น้ำหนักตัวมากเกินไปแล้ว ยังมีผลกระทบต่อการทำงานของลำไส้และทำให้ท้องผูก จึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งชนิดต่างๆ ได้ทั้งสิ้น ดังจะเห็นได้จากสถิติที่มีผู้ป่วยมะเร็งหลายชนิด



ในคนที่อ้วนมากกว่าคนรูปร่างปกติ

อนึ่งในการศึกษาที่บ่งบอกว่าใยอาหารมีผลกับระบบทางเดินอาหารนั้น พบว่า จากกระบวนการย่อยอาหารภายในร่างกายของคนเรา ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการเคี้ยวอาหารโดยมีน้ำย่อยในปากช่วยและกลืนผ่านหลอดอาหารสู่กระเพาะอาหาร โดยกระเพาะจะหลั่งกรดและน้ำย่อยออกมาย่อยสารอาหารพวกโปรตีน แล้วเคลื่อนต่อไปยังลำไส้เล็ก จะมีน้ำย่อยจากตับอ่อนและถุงน้ำดีมาทำการย่อยโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเพื่อให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ ส่วนกากอาหารที่เหลืออยู่ซึ่งรวมกับใยอาหารที่ไม่ถูกย่อยและน้ำ จะช่วยเพิ่มปริมาตรและความชื้น เมื่อถูกส่งผ่านไปยังลำไส้ใหญ่ จะช่วยกระตุ้นให้กล้ามเนื้อลำไส้ใหญ่บีบตัวและขับกากอาหารออกจากร่างกายได้ง่ายและสะดวกขึ้น จึงทำให้ระบบย่อยอาหารเป็นปกติ ซึ่งมีผลให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง มีภูมิ-ต้านทานโรคสูง โดยเฉพาะในวงการแพทย์ได้นำใยอาหารไปใช้ในการป้องกันและบำบัดโรคหลายชนิด เช่น

**ใยอาหารกับมะเร็ง** จากสถิติการตายของประชากรพบว่า มะเร็งเป็นสาเหตุการตายอันดับ 3 ของคนไทย รองจากโรคหัวใจและอุบัติเหตุ นักวิจัยพบว่า อาหารที่มีใยอาหารสูงจะช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งมดลูก และมะเร็งเต้านม ซึ่งกลไกของการเกิดปฏิกิริยายังไม่ทราบชัด แต่นักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่า ใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ จะช่วยป้องกันการสะสมของกากอาหารในลำไส้ จึงลดโอกาสและระยะเวลาที่ผนังลำไส้ใหญ่สัมผัสสารก่อมะเร็งที่อยู่ในอาหารรวมทั้งที่เกิดจากการทำงานของแบคทีเรียในลำไส้ที่มีต่อกรดน้ำดี ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะช่วยขนถ่ายสารพิษและสารก่อมะเร็งออกจากร่างกาย จึงทำให้ลดโอกาสการเป็นมะเร็งได้

**ใยอาหารกับริดสีดวงทวาร** วงการแพทย์พบว่า ริดสีดวงทวารมีสาเหตุมาจากการที่ท้องผูกเป็นประจำทำให้ถ่ายยาก มีผลให้เส้นเลือดดำในทวารหนักบวมโต มีอาการเจ็บ ถ้าเป็นอาการเริ่มแรก สามารถรักษาหายได้ด้วยการรับประทานอาหารร่วมกับการดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 2 ลิตร (ประมาณ 8-10 แก้ว) ใยอาหารทั้งสองชนิดจะช่วยอุ้มน้ำทำให้อุจจาระอ่อนตัว จึงถ่ายง่ายขึ้น

**ใยอาหารกับโรคถุงตันที่ลำไส้ใหญ่** โรคนี้พบมากในผู้สูงอายุและผู้หญิงมีโอกาสมากกว่าผู้ชาย มีสาเหตุจากการมีอุจจาระแข็ง เกิดแรงสะสมอยู่ภายในลำไส้ ทำให้ผนังลำไส้บริเวณที่อ่อนแอโป่งออกคล้ายถุงเรียกว่าถุงตัน ซึ่งถ้าเกิดการติดเชื้อและอักเสบอาจทำให้

เน่าได้ ผู้ป่วยจะมีอาการปวดคล้ายไส้ติ่งอักเสบ แต่เป็นข้างซ้ายแทนที่จะเป็นข้างขวา ซึ่งจากการที่พบว่า ชาวเม็กซิกันเป็นโรคนี้น้อยกว่าคนกินเนื้อสัตว์ถึงร้อยละ 30 และการรักษาโดยให้ผู้ป่วยหลังผ่าตัดบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูง พบว่าผู้ป่วยหายขาดจากโรคและแทบไม่พบการกลับมาเป็นโรคนี้อีก จึงเป็นข้อมูลที่สนับสนุนว่า ใยอาหารสามารถป้องกันและควบคุมโรคนี้ได้

**ใยอาหารกับคอเลสเตอรอล** ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ช่วยลดคอเลสเตอรอล ทั้งนี้เนื่องจาก ใยอาหารชนิดนี้จะจับตัวกับน้ำดี ซึ่งมีคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบ แล้วขับออกจากร่างกายมากขึ้น ทำให้ร่างกายต้องใช้คอเลสเตอรอลที่มีอยู่มาสร้างน้ำดีเพื่อทดแทน ผลคือจะไปลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดในสมองแตก

**ใยอาหารกับโรคเบาหวาน** ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้จะมีสมบัติในการสร้างความหนืด ซึ่งพบว่าเป็นผลดีในการควบคุมเบาหวาน โดยใยอาหารกลุ่มนี้ จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเจล และเคลือบผนังลำไส้ทำให้การดูดซึมสารอาหารที่มีประจุเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตช้าลง เช่น การดูดซึมน้ำตาลและแป้งที่ย่อยแล้ว ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง และน้ำตาลบางส่วนถูกขับออกจากร่างกายพร้อมกากอาหาร จึงเป็นการช่วยลดภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยโรคเบาหวานได้อีกทางหนึ่งด้วย

นอกจากโรคดังกล่าวแล้ว ใยอาหารยังมีส่วนช่วยป้องกันและบำบัดโรคอื่นๆ เช่น ลดไขมันในเลือด ลดน้ำหนัก รักษาแผลในกระเพาะอาหาร รักษาโรคท้องผูก ลดความเข้มข้นของสารก่อมะเร็ง เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคใยอาหารในปริมาณที่มากเกินไป ก็อาจเกิดโทษกับผู้บริโภคได้ (ปริมาณที่เหมาะสมคือ วันละ 25-30 กรัม) เพราะใยอาหารที่มากเกินไปจะทำให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุได้น้อยลง และอาจทำให้ระบบย่อยอาหารมีปัญหาได้ เนื่องจากใยอาหารจะดูดซับแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี มีผลให้ร่างกายขาดแร่ธาตุที่สำคัญดังกล่าวได้ นอกจากนี้การได้รับใยอาหารจากอาหารเพียงชนิดเดียว เช่น จากรำข้าวอย่างเดียว อาจทำให้ระบบย่อยอาหารผิดปกติได้ ดังนั้นจึงควรรับประทานอาหารให้หลากหลาย เพื่อให้ได้ใยอาหารที่หลากหลายด้วยเช่นกัน

แหล่งใยอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ธัญพืช ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วเปลือกแข็งและเมล็ดพืช (ตารางแสดงปริมาณใยอาหาร) ธัญพืช มีใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำในปริมาณสูง โดยเฉพาะ ข้าวกล้อง ข้าวโพด ข้าวสาลีไม่



ขัดขาว รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ทำจากธัญพืชดังกล่าว เช่น ขนมปังโฮลวีต ส่วนรำข้าวซึ่งเป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกสุดของข้าว จะอุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการ และมีใยอาหารสูง โดยเฉพาะชนิดไม่ละลายน้ำ ถั่วเมล็ดแห้งมีใยอาหารสูงทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายในน้ำ ผักหลายชนิด เช่น แครอท ดอกกะหล่ำ ถั่วฝักยาว ฝักกวาดุ้ง มีใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำสูง ส่วนผลไม้ เช่น ละครุด ฝรั่ง แอปเปิ้ล กล้วยน้ำว้า น้อยหน่า มีใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ในปริมาณสูง แต่การรับประทานผลไม้ต้องระวังปริมาณน้ำตาลด้วย เนื่องจากผลไม้ไทยมักมีรสหวาน อาจทำให้อ้วนได้

ตารางแสดงปริมาณใยอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

อาหาร	ใยอาหาร (กรัม)
ข้าวกล้อง	3.4
ข้าวมันปู	4.0
ข้าวหอมมะลิ	0.6
รำข้าวสาลี	36.8
งาดำคั่ว	15.7
ถั่วแดงหลวงดิบ	23.8
กะหล่ำปลี	1.2
ข้าวโพดอ่อน	2.1
ใบขี้เหล็ก	8.2
ดอกแค	7.2
ถั่วฝักยาว	1.9
ฝักกวาดุ้ง	1.6
ฝักกะเจด	3.8
มะเขือเทศ	1.1
กล้วยไข่ กล้วยหอม	1.9
กล้วยน้ำว้า	2.3
เงาะโรงเรียน	1.6
เงาะสีชมพู	0.6
น้อยหน่า	2.7
ฝรั่งกลมสาลี่	2.9
พุทราแอปเปิล	2.2
มะขามเทศ	3.4
มะม่วง	1.1-2.4
มังคุด	1.7
ละครุดไทย	5.6
ส้มเขียวหวาน	1.3
ส้มโอทองดี	0.7
ชมพูเมืองเพชร	1.1

ที่มา : กรมอนามัย, กองโภชนาการ. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย พ.ศ. 2535.

นอกจากใยอาหารที่มีในพืชผักธรรมชาติหลายชนิดดังกล่าวแล้ว ปัจจุบันได้มีการวิจัยพัฒนาผลิตใยอาหารสำเร็จรูปออกจำหน่ายหลายชนิด เช่น ผงเพกทิน จากแอปเปิล ผงบุก (glucomannan) รำข้าว แป้งสุขภาพ (resistant starch) ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค จึงเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคที่อาศัยในเมืองใหญ่ โดยเฉพาะคนในเมืองหลวงที่ต้องแข่งขันเร่งรีบ ไม่มีเวลาดูแลสุขภาพตัวเอง แต่การบริโภคใยอาหารประเภทนี้ เราจะไม่ได้รับแร่ธาตุต่างๆ ที่พืชผักมีอยู่ตามธรรมชาติด้วย

ปริมาณใยอาหารที่เหมาะสมสำหรับบริโภคในแต่ละวันนั้นควรเป็นเท่าไร คณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป เรียกว่าไทยอาร์ดีไอ (Thai RDI, Thai Recommended Daily Intake) เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการคำนวณเพื่อแสดงคุณค่าทางโภชนาการบนฉลากอาหาร ทั้งนี้ไทยอาร์ดีไอได้กำหนดปริมาณใยอาหารที่แนะนำให้บริโภควันละ 25 กรัม ซึ่งเป็นค่ากลางสำหรับคนไทยทั่วไปที่มีสภาวะทางสุขภาพปกติ โดยในแต่ละวันถ้าบริโภคอาหารที่ให้ใยอาหารในปริมาณดังกล่าวก็จะเพียงพอให้กระบวนการทำงานของร่างกายเป็นปกติ แต่ถ้าร่างกายอยู่ในสภาวะไม่ปกติอาจรับประทานเพิ่มเพื่อการรักษาตามคำแนะนำของแพทย์ได้

จากคำกล่าวที่ว่า “กินอย่างไรก็เป็นอย่างนั้น” นับเป็นคำกล่าวที่เป็นความจริงที่สุด ดังนั้นเมื่อเราทราบใยอาหารมีผลดีต่อสุขภาพ จึงใคร่แนะนำอาหารที่มีใยอาหารสูงที่ควรบริโภคในชีวิตประจำวัน เพื่อการมีสุขภาพที่ดีดังนี้

- รับประทานอาหารพวกธัญพืช ได้แก่ ข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือ ขนมปังโฮลวีต เพื่อให้ได้ใยอาหารอย่างน้อย 5 กรัม และอาจเพิ่มเติม จมูกข้าว ลูกเกด กล้วย ฝรั่ง
  - รับประทานผักสดดีกว่าผักที่ทำให้สุก หรือถ้าต้องผ่านความร้อนก็ให้ใช้ความร้อนระยะสั้น
  - ผลไม้ใดที่รับประทานได้ทั้งเปลือก ไม่ควรปอกเปลือกออกก่อนรับประทาน ทั้งนี้ต้องล้างให้สะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและสารเคมีตกค้าง
  - เต็มถั่วลงในซุ๊ปหรือสลัดแทนที่จะเติมเนื้อสัตว์
  - รับประทานผลไม้สดแทนขนมขบเคี้ยว
- สุขภาพดีหาซื้อไม่ได้เพราะไม่มีขาย ดังนั้นถ้าอยากมีสุขภาพดี ต้องไฝหาเอง โดยต้องดูแลด้วยตัวเอง และต้องเป็นแบบการเสริมสร้างสุขภาพในเชิงรุก กล่าวคือ



ต้องป้องกันโรครก่อนเกิด มิใช่เกิดแล้วจึงรักษา สุขภาพที่ดี  
ย่อมมาจากอาหารเป็นสำคัญ อาหารที่สะอาดมีคุณค่า  
ทางโภชนาการครบถ้วนย่อมทำให้ร่างกายแข็งแรงปราศ  
จากโรครภัยไข้เจ็บ และช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย  
อาหารที่อร่อย รสชาติถูกใจมักเป็นอาหารที่ประกอบด้วย  
เนื้อสัตว์ ไขมัน หรือแป้งเป็นหลัก เช่น อาหารจีน  
(โต๊ะจีน) อาหารญี่ปุ่น (ปลาดิบ) หรือไก่ย่าง หมูทอด

ซึ่งถ้ารับประทานมากเกินไปเกินความต้องการ ร่างกายจะสะสมไว้  
ทำให้อ้วน และยังมีผลให้เกิดโรครต่างๆ อีกมากมาย เช่น  
ไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรครหัวใจ โรครเบาหวาน มะเร็ง  
ดังนั้นจึงต้องฝึกวินัยการบริโภคให้พอเหมาะ บริโภค  
อย่างมีสติ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และพักผ่อน  
ให้เพียงพอ ย่อมทำให้สุขภาพแข็งแรง ผิวพรรณสดใส  
ชลดความแก่และช่วยป้องกันโรครภัยได้

### เอกสารอ้างอิง

Dietary fiber. 2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09333.html>

Dietary fiber. 2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.ifst.org/hottop 33. htm>

James, C.S Analytical chemistry of foods. London : Blackie Academic & Professional, 1995. p.55.

Nutrition guidelines : How about some fiber in your diet. 2000 [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก :  
<http://www.bu.edu/cohis/nutrition/health/dietguid/fiber.htm>

What are tips for getting more fiber in your diet. 2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/qa-nut 13.html>

คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. 2001. [ออนไลน์.] เข้าถึงได้จาก : <http://www.anamai.moph.go.th/nutri/FoodTable/Htm/main.html>

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541. เรื่อง ฉลากโภชนาการ.  
ราชกิจจานุเบกษา. 11 มิถุนายน 2541. เล่มที่ 115 ตอนที่ 47 ง.



# วิธีทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน และความเสถียรของตัวอย่าง

ศิริวรรณ ศิลปสกุลสุข  
กานดา โคนสวัสดิ์ชัย

การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ (Laboratory Proficiency Testing) ตาม ISO/IEC Guide 43-1 มีอยู่หลายรูปแบบ และเทคนิคการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ (Interlaboratory Testing Schemes) เป็นรูปแบบหนึ่งเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบความสามารถของห้องปฏิบัติการ

การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการจะใช้ตัวอย่างเดียวกันซึ่งส่งไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญเพื่อดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน และผู้ส่งตัวอย่างจะประเมินผลการวิเคราะห์ทดสอบของห้องปฏิบัติการเหล่านั้น ดังนั้นต้องแน่ใจว่าตัวอย่างที่ใช้เปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการนั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอ (homogeneity) เพื่อที่จะแน่ใจได้ว่าผลของห้องปฏิบัติการที่เบี่ยงเบนไปนั้นไม่ได้เกิดจากความต่างของตัวอย่าง ในที่นี้จะขอก้าวถึงวิธีการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง (test sample) จากแนวทางของ The Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories เป็นการยกตัวอย่างที่ใช้ขบวนการทางสถิติซึ่งประกอบด้วยข้อแนะแนวจาก ISO Guide 35 และเป็นตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมการเปรียบเทียบความชำนาญระหว่างห้องปฏิบัติการที่ทดสอบทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มเลือกตัวอย่างที่จะทดสอบ 10 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมดซึ่งพร้อมจะแจกไปยังผู้ทำการทดสอบ
2. แยกเตรียมตัวอย่างที่จะทำการทดสอบแต่ละตัวอย่างโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน จะได้ 20 ส่วน
3. ทำการวิเคราะห์ทั้ง 20 ส่วนโดยให้ผลการทดสอบทั้งสองค่าในแต่ละตัวอย่างมีค่าต่างกันไม่เกินค่า repeatability ของแต่ละการทดสอบนั้นๆ (repeatability condition)
4. ประมวลค่า ความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง (Between-group Variability)  $S_b^2$  และค่าแปรปรวน

จากการวิเคราะห์ (analytical variance) หรือความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within-group Variability)  $S_a^2$  โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA แบบทางเดียว) และไม่ต้องตัด outliers

5. รายงานค่า  $\bar{X}$ ,  $S_b$ ,  $S_a$ ,  $n$  และผลของ F-test ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ F น้อยกว่า ค่าวิกฤติของ F (ซึ่งได้จากการเปิดตาราง) แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

6. ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ F มากกว่าค่าวิกฤติของ F (จากตาราง) หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่านัยสำคัญทางสถิติ (significant) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบไม่เป็นเนื้อเดียวกันในทางสถิติ ให้เปรียบเทียบค่าประมาณของ  $S_b$  กับค่าช่วงประเมิน (evaluation interval)  $3\sigma_i$  โดย  $\sigma_i$  เป็นค่าความเบี่ยงเบนระหว่างตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการในอดีต ถ้าค่า  $S_b$  น้อยกว่า 0.1 ( $3\sigma_i$ ) หรือ 10% ของค่าช่วงประเมิน ตัวอย่างอาจจะมีความเป็นเนื้อเดียวกันเพียงพอที่จะใช้ในการทดสอบ

7. ถ้าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันจากการทดสอบ F-test ค่าประมาณที่ดีที่สุดของ  $\sigma_i$  (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรจริง) ก็คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20 การทดสอบ และถ้าตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกันจากการทดสอบ F-test แต่ค่า  $S_b$  น้อยกว่า 0.1 ( $3\sigma_i$ ) หรือ 10% ของค่าช่วงประเมิน ดังนั้นตัวอย่างที่ยอมรับให้ใช้ทำการทดสอบได้จำเป็นต้องประมาณค่า  $\sigma_i$  ค่าประมาณที่ดีที่สุดของ  $\sigma_i$  คือค่า variance กลาง (pooled variance)

$$\sigma_i^2 = \sigma_s^2 + \sigma_a^2$$

$$\text{โดยประมาณจาก } S_i^2 = S_s^2 + S_a^2$$

ค่าประมาณนี้จะใช้ในการวินิจฉัยครั้งต่อไป ซึ่งจะรวมระดับความเชื่อมั่น หรือการประมาณค่าความไม่แน่นอน ค่านี้จะใช้ในการทดสอบความมีนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดจากความไม่เสถียร (instability) ได้อีกด้วย



ตัวอย่าง การทดสอบ Homogeneity ของสารละลายเกลือคลอไรด์ที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ สุ่มทำการทดสอบ 10 ตัวอย่างให้ผลดังตารางต่อไปนี้

Sample	Dilution # 1	Dilution # 2
1	180.41	180.69
2	180.30	180.58
3	180.26	180.83
4	180.44	180.72
5	180.76	180.62
6	181.24	180.98
7	181.03	181.32
8	180.57	180.12
9	180.15	180.39
10	181.26	181.00

(หมายเหตุ : ปริมาณคลอไรด์ในแก้ว ; หน่วย mg/L)

### ขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

- หาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนของ 20 การทดสอบ  $\bar{X}_0 = 180.6835$ ,  $S_0 = 0.3671$
- วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA แบบทางเดียว)

#### ANOVA

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.0309	9	0.2257	4.261	0.0168
Within Groups	0.5296	10	0.0530		
Total	2.5605	19			

- ค่า  $S_s^2 = 0.2257$  และ  $S_a^2 = 0.0530$
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง  $S_s$  คือ  $\sqrt{MSTr} = \sqrt{0.2256} = 0.4750$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์  $S_a$  คือ  $\sqrt{MSE} = \sqrt{0.0530} = 0.2302$
- ค่า  $F_{cal} = 4.261$  มากกว่าค่าวิกฤติของ F คือ  $F_{0.05,9,10} = 3.02$  หรือพิจารณาจากค่านัยสำคัญทางสถิติ (Significant) เท่ากับ 0.0168 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบไม่เป็นเนื้อเดียวกันในทางสถิติ
- เมื่อตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกันอย่างน้อยนัยสำคัญในเชิงสถิติ จำเป็นต้องเปรียบเทียบขนาดของความไม่เนื้อเดียวกันกับขนาดของช่วงประเมินที่ความเข้มข้นเดียวกัน ค่าประมาณของค่าเบี่ยงเบนระหว่าง ตัวอย่าง  $S_s$  คือ 0.475 สมมติว่าการทดสอบนี้

ถูกประเมินด้วยสถิติ Z และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างห้องปฏิบัติการที่ความเข้มข้นเดียวกันนี้  $\sigma_t$  มีค่าประมาณ 1.8 mg/L ดังนั้น  $3\sigma_t = 5.4$  จะได้อัตราส่วนของความเบี่ยงเบนระหว่างตัวอย่างต่อค่าช่วงประเมินเป็น  $0.475/5.4 = 0.088 = 8.8\%$  น้อยกว่า 10% ซึ่งค่านี้นับว่ามีความสัมพันธ์น้อยเมื่อเทียบกับการใช้เป็นตัวอย่งทดสอบ ดังนั้นยังถือว่าตัวอย่างมีความเหมาะสมในการใช้ทดสอบ เมื่อตัวอย่างนี้ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การประมาณค่าที่ดีที่สุดของ  $\sigma$  คือการใช้ค่า variance รวม (pooled variance) ;  $\sigma_s^2 + \sigma_a^2$ , โดยได้จากค่าประมาณของตัวอย่าง

$$S = \sqrt{(S_s^2 + S_a^2)} = \sqrt{(0.2256 + 0.530)}$$

$$= 0.5278$$

นอกจากนี้ตัวอย่างที่ใช้เปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการนั้นผู้เตรียมตัวอย่างต้องหาวิธีตรวจสอบความเสถียร (stability) ด้วยเพื่อเป็นการประกันว่าตัวอย่างจะไม่มีเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ

การหาความเสถียรของตัวอย่างค่อนข้างง่ายกว่าการหาความเป็นเนื้อเดียวกัน การหาความเสถียรนั้นจะพิจารณาความแตกต่างค่าเฉลี่ย มากกว่าที่จะเป็นการประมาณค่าความเบี่ยงเบนสัมพันธ์ ดังนั้นการใช้การวิเคราะห์ทางสถิติและการทดสอบแบบไม่ซับซ้อนจึงเพียงพอสำหรับการทดสอบความเสถียรและสามารถใช้ผลจากการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันในตอนต้นกับผลของตัวอย่างจากการทดสอบความเสถียรโดยทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มด้วย t-test อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้การทดสอบทางสถิตินี้เป็นเกณฑ์เดียวสำหรับการทดสอบความเสถียร เนื่องจากการเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจจะไม่ได้หมายความว่าตัวอย่างนั้นไม่เสถียรเพียงพอที่จะใช้ในการทดสอบความชำนาญ ในกรณีวิธีทดสอบที่ใช้ความถูกต้องสูงมาก อาจจะทำให้ช่วงความเชื่อมั่นแคบและมีข้อจำกัดในการใช้ตัวอย่างมากเกินความเป็นจริง เมื่อมีผลกระทบจากการประเมินเข้ามาเกี่ยวข้องก็จำเป็นต้องใช้ช่วงประเมินเข้ามาเป็นตัวตัดสินความสำคัญของการเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ทดสอบความเสถียรกับค่าเฉลี่ยของผลจากการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ควรนำมาเปรียบเทียบกับความกว้างของช่วงประเมิน ถ้าต่างกันน้อยกว่า 10% ของช่วงประเมินอาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างมีความเสถียรเพียงพอที่จะใช้เพื่อทดสอบความชำนาญ



ขั้นตอนในการทดสอบความเสถียร ในที่นี้จะขอกล่าวถึงวิธีการทดสอบของตัวอย่างที่ได้จากรายการทดสอบความชำนาญสำหรับห้องปฏิบัติการที่ทดสอบทางสิ่งแวดล้อมมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. สุ่มเลือก 5 ตัวอย่างทดสอบจากตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมแจกให้ผู้ร่วมรายการทดสอบความชำนาญ
2. แยกเตรียมแต่ละตัวอย่างทดสอบ และแบ่งออกมาเพียง 1 ส่วนจากแต่ละตัวอย่าง
3. วิเคราะห์ทั้ง 5 ส่วนทดสอบโดยใช้เงื่อนไขเดียวกับการทำซ้ำ (repeatability)
4. คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 5 ส่วน โดยไม่ต้องตัด outliers
5. ทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม (กลุ่มตัวอย่างการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างการทดสอบความเสถียร) ด้วย t-test แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ t น้อยกว่าค่าวิกฤตของ  $|t|$  แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบยังไม่มีเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ
6. แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ t มากกว่าค่าวิกฤตของ  $|t|$  แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบไม่เสถียรในทางสถิติ ให้เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบเสถียรกับตัวอย่างที่ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน กับค่าช่วงประเมิน  $3\sigma_t$  ถ้าค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบเสถียรกับตัวอย่างที่ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันน้อยกว่า 0.1 ( $3\sigma_t$ ) หรือ 10% ของค่าช่วงประเมิน ความไม่เสถียรนี้ไม่กระทบต่อการประเมิน

ตัวอย่าง การทดสอบ Stability ของสารละลายเกลือคลอไรด์ที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ สุ่มทำการทดสอบให้ผลดังตารางต่อไปนี้

Sample	Result
1	180.22
2	180.17
3	180.35
4	180.42
5	180.15

(หมายเหตุ : ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ ; หน่วย mg/L)

**ขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

1. ได้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}_1 = 180.262$   $S_1 = 0.1178$  และจากการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (จากตัวอย่างจำนวน 20 ตัวอย่าง)  
ได้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}_0 = 180.6835$   
ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S_0 = 0.5278$
  2. ทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสองประชากร t-test ได้ค่า  $t_{cal} = 3.2342$  ที่ระดับความเป็นอิสระ (degrees of freedom)  $df = 23$  และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าวิกฤตของ t คือ  $t_{0.025,23} = 2.07$  นั้นแสดงว่าค่า  $t_{cal}$  มากกว่าค่าวิกฤตของ  $t_{0.025,23}$  แสดงว่าตัวอย่างที่ใช้ทดสอบไม่เสถียรในทางสถิติ
  3. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบเสถียรกับตัวอย่างที่ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ( $180.6835 - 180.262 = 0.4215$ ) น้อยกว่า 0.1 ( $3\sigma_t$ ) = 0.54 นั้นแสดงว่า ความไม่เสถียรนี้ไม่กระทบต่อการประเมิน
- วิธีตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นข้อเสนอแนะการออกแบบการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียร ผู้เตรียมตัวอย่างอาจจะประยุกต์วิธีการตรวจสอบที่ใช้อยู่เพื่อเป็นการประกันความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรของตัวอย่างที่แจกออกไป โดยอาศัยประสบการณ์ที่เคยสัมผัสกับตัวอย่างที่ใช้เฉพาะในการทดสอบความชำนาญและข้อมูลที่มีอยู่อย่างเพียงพอ

- Miller, J.C. and Miller, J.N. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4<sup>th</sup> ed. London : Pearson Education. 2000. p 44-48, 58-64.
- The International Organization for Standardization/The International Electrotechnical Commission. **Proficiency testing by interlaboratory comparisons-Part 1** : development and operation of proficiency testing schemes. ISO/IEC Guide 43-1.1997.
- Thomson, M. and Wood, R. The international harmonized protocol for the proficiency testing of (chemical) analytical laboratories. **Pure and Applied Chemistry**. 1993. vol. 65. no.9.p. 2123-2144.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544. หน้า 140-145.



# ช่วยหนูด้วย.....หนูขอร้อง

พวยบี นามประเสริฐ  
กาจพันธ์ ลกุลแก้ว

หนูเป็นคนไทยแท้ (100%) ถึงแม้ว่า ปู่ ย่า ตา ยาย ของหนู จะอพยพมาจากทวีปอเมริกาใต้ แถว ประเทศบราซิลอันไกลโพ้นเมื่อประมาณ 100 กว่าปีมาแล้วก็ตาม ปัจจุบันหนูมีพี่น้องอยู่แทบทุกภาคของประเทศไทยทั้ง ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคอีสาน หนูดีใจมากที่ได้มาอาศัยอยู่ในประเทศไทยและได้มีส่วนช่วยทำให้ประชาชนชาวไทยมีอาชีพที่มั่นคงและมีฐานะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น แต่ก็ยังมีบุคคลบางกลุ่ม บางพวก ที่เห่อของนอกและไม่ค่อยชอบหนูนัก บุคคลเหล่านี้มักคิด ผิดๆ และใส่ร้ายหนูอยู่เสมอว่าไม่มีความสามารถ ใ้หนูทำอะไรก็ทำไม่สำเร็จ....ซึ่งความจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น ปัจจุบันนี้เศรษฐกิจของประเทศกำลังฟื้นตัวและรัฐบาลเองก็รณรงค์ให้คนไทยใช้ของที่ผลิตในประเทศไทยให้มากขึ้น ดังนั้น....หนูขอร้อง...โปรดหันมาใช้ของที่ผลิตในประเทศไทยเช่นตัวหนูเถิดนะคะ ถึงแม้ว่าหนูจะไม่สวยสะอาด สะอาดและค่าตัวแพงเหมือนของนอก แต่แทบทุกส่วนของร่างกายหนูสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ทั้งสิ้น ตั้งแต่ลำต้นของหนูสามารถนำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ที่คงทน และสวยงามได้ ดอกและใบของหนูเมื่อร่วงหล่นลงสู่พื้นดินก็จะทับถมกันกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับผืนแผ่นดิน เมล็ดของหนูใช้เป็นอาหารสัตว์ ส่วนน้ำตาหนูซึ่งหนูต้องแอบร้องให้แทบทุกวันจนน้ำตาแทบเป็นสายเลือด ก็เพราะเรื่องของคนไทยไม่นิยมใช้ของไทยนั่นเอง แต่หนูก็เต็มใจร้องไห้นะคะ.....เพราะน้ำตาหนูเป็นส่วนที่มีค่าและมีประโยชน์ที่สุด มันมีคุณสมบัติพิเศษสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมาย ตั้งแต่ขนาดเล็ก เช่น ยางรัดของ ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง ตุ๊กตา ยาง แผ่นยางรองคานสะพาน แผ่นยางรองรางรถไฟ ท่อยางและสายยาง จนถึงขนาด

ใหญ่มาก เช่น ยางล้อเครื่องบิน ยางรถแทรกเตอร์ ยางรถไถนา รวมทั้งผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกมากมาย ถึงตอนนี้ ท่านผู้อ่านคงถึงบางอ้อแล้วนะคะว่าหนูคือใคร?.....หนูคือนางสาวยางพารานั้นเองค่ะ

สุดท้ายนี้หนูขอบอกก่อนนะคะว่าหนูรักประเทศไทยมาก หนูรักและเทิดทูน ชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และรักทุกสิ่งทุกอย่างที่หล่อหลอมรวมกันเป็นชาติไทย หนูขอร้องให้คนไทยช่วยกันใช้ของที่ผลิตในประเทศไทย และขอให้พ่อแม่พี่น้องชาวสวนยางพาราขายหนูได้ราคาดีเพื่อช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศฟื้นตัวเร็วๆ ชาวสวนยางและประชาชนคนไทยทั้งประเทศจะมีความสุขกันถ้วนหน้า ไปที่ไหนก็พบแต่รอยยิ้มสมกับชื่อ “ สยามเมืองยิ้ม ” ตลอดไปนะคะ.....สวัสดิ์ค่ะ

ปล : แหมหนูนี้ขี้ลืมจริงๆ นะคะ หนูขอเวลาอีกสักนิดนะคะเพื่อแจ้งให้ทราบว่า ผู้ที่สนใจการทำผลิตภัณฑ์จากยางพารา อาทิ บล็อกยางพาราปูพื้น ยางขวางถนน จำกัดความเร็วรถยนต์ หรือต้องการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของยางและผลิตภัณฑ์ยาง สามารถติดต่อสอบถามได้ที่ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 0 2201 7168-69 ทุกวันเวลาราชการ และหนูเห็นทีจะต้องขอลาไปจริงๆ แล้วละค่ะ สวัสดิ์อีกครั้งค่ะ

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 (ยางและพลาสติก)  
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ  
โทร. 0 2201 7168-69





กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดงานการสัมมนาวิชาการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ "กุ๊วกฤตชาติด้วยวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ" เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ ในงานประกอบด้วย การสัมมนาทางวิชาการ การอภิปราย นิทรรศการ การสาธิต และเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ

ในการนี้ นายสนธยา คุณปลื้ม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานเปิดการสัมมนาและเยี่ยมชมงาน โดยมี นายอิทธิ พิชเชนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมผู้บริหาร ให้การต้อนรับ (1-3 เม.ย. 2545)



ผู้โชคดี 3 ท่าน รับรางวัลจากการเยี่ยมชมงาน "กุ๊วกฤตชาติด้วยวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ"

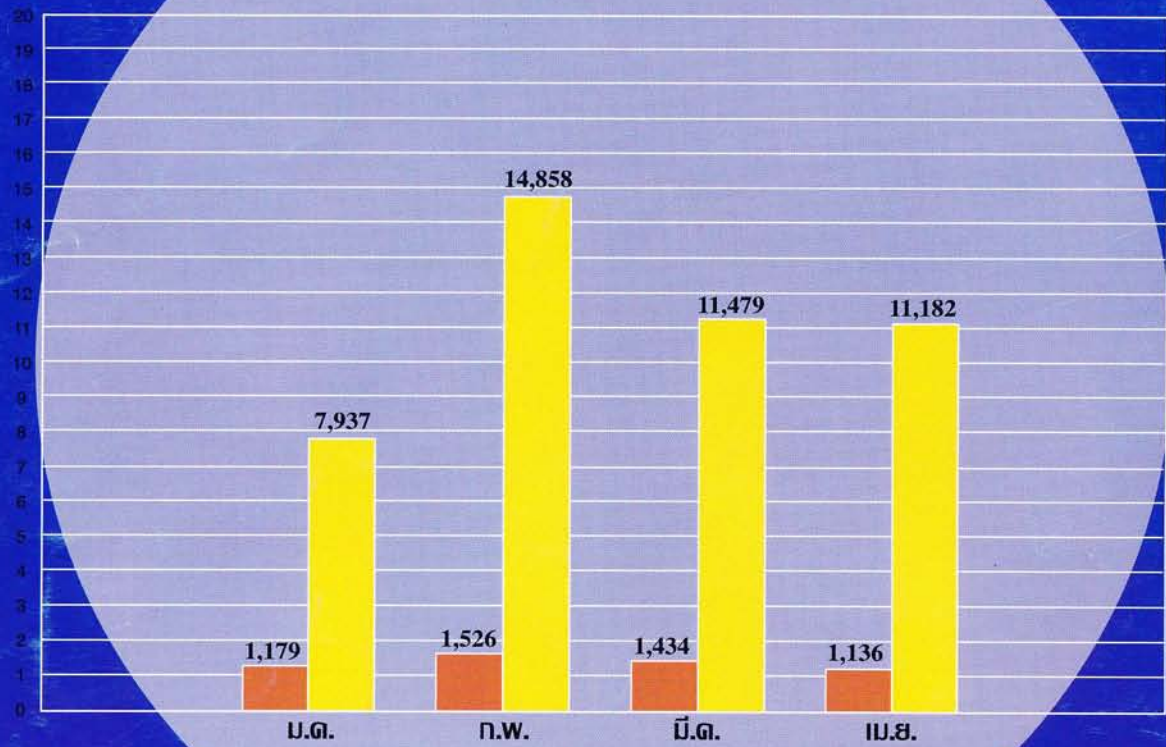
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนมกราคม - เมษายน 2545

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1 : 1000