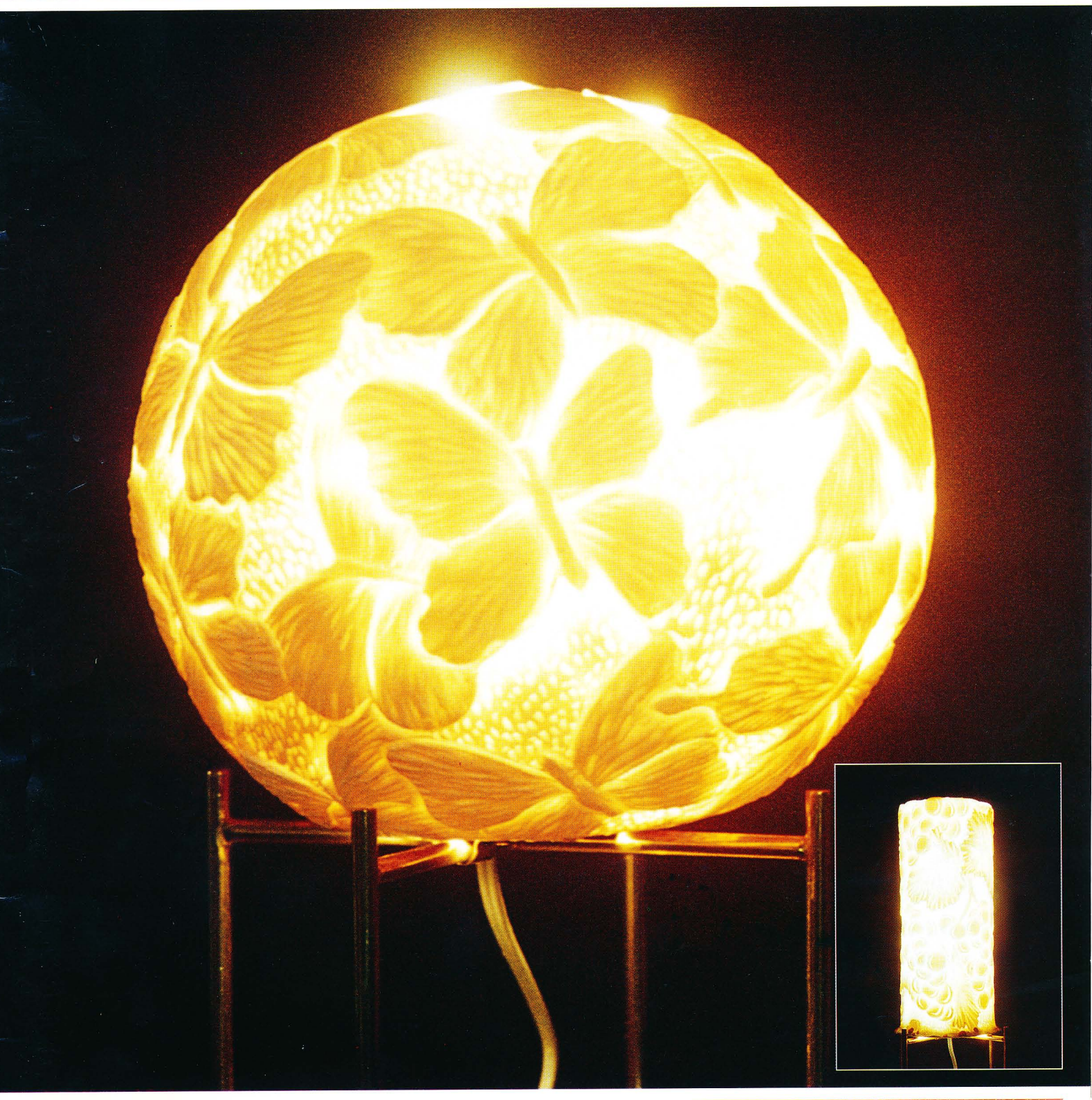
วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857-7617
ปีที่ 48 ฉบับที่ 154 กันยายน 2543

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 644-7021 โทรสาร. 245-5523

ที่ปรึกษา

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์

นางทัศนี วัชระรังษี

นายบันเทิง ตัณฑวัฒน์

บรรณาธิการ

นางอัจฉรา พุ่มฉัตร

กองบรรณาธิการ

นางพิมพวัลคุ์ วัฒโนภาส

นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล

นางสาวเรณู ตามไท

นางวราภรณ์ วรเศวต

นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรนต์รัศมี

นางสาวธิดา เกิดกำไร

นางสาวอุราวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

สารบัญ

1 โคมไฟ Bone China
วิเวก อรุณรัตน

3 ปอสา
จิระศักดิ์ ชัยสนิท

7 เทคนิคการเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์
ประพิศ ประคุณหังสิต
วรรณภา ตันยืนยงค์
วาสนา คงสุข

11 การสืบค้นสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิต
สุวศรี เดชะภาส

21 การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร
ประทุม พุทธิวนิช
ศรีสุดา หร่มระฤก
พิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล
พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์

26 อะลูมิเนียมโลหะผสม
วรรณภา ตันยืนยงค์
นีระนารถ แจ้งทอง
ปัทมา นพรัตน์

29 ไนโทรซามีนในผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ
จิราวรรณ หาญวัฒนกุล

32 การประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ : การชักตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง
อัจฉรา พุ่มฉัตร

36 โครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออก

โคมไฟ BONE CHINA

วิเวก อรุณรัตน์

นับเป็นนวตกรรมใหม่ในการออกแบบโคมไฟ โดยการดึงเอาคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของเนื้อดินที่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นเนื้อดินในการทำเครื่องปั้นดินเผาที่ดีที่สุดจุดเด่นของเนื้อดิน BONE CHINA คือ ความขาว ความบาง ความแข็งแกร่ง(เมื่อผ่านการเผาแล้ว)และความโปร่งแสง

จากคุณสมบัติของการโปร่งแสงนี้เองสามารถนำมาทำโคมไฟเพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านสถาปัตยกรรมและตกแต่งอาคารไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัย อาคารสำนักงาน โรงแรม หรือการจัดสวน โดยการออกแบบเป็นโคมไฟตั้งพื้น โคมไฟตั้งโต๊ะ โคมไฟหัวเตียง โคมไฟติดผนัง โคมไฟแขวนเพดาน ฯลฯ โดยเน้นรูปแบบที่เป็นงานศิลปคลาสสิคหรูหราและมีราคาเพื่อให้เหมาะสมกับคุณค่าของเนื้อดิน นับเป็นนิมิตหมายที่ดีในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผาเนื้อดินที่ดีที่สุด มีเทคโนโลยีการผลิตที่ยุ่งยากและซับซ้อนได้สำเร็จบอกถึงศักยภาพและความก้าวหน้าเป็นอย่างดีสามารถนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก(SEMs)เพื่อจำหน่าย ทั้งภายในประเทศและเพื่อการส่งออกได้ จากการสำรวจตลาดไม่ปรากฏว่ามีการผลิตโคมไฟจากเนื้อดิน BONE CHINA มาก่อนไม่ว่าจะภายในประเทศหรือต่างประเทศ ซึ่งโคมไฟส่วนใหญ่ผลิตจากแก้วและ PLASTIC เท่านั้น จึงเป็นทางเลือกใหม่ให้กับอุตสาหกรรมการผลิตโคมไฟภายในประเทศ

เนื้อดินโบนไชนา (BONE CHINA) มีส่วนผสมหลักคือ ดินขาว ดินขาวเหนียว เถ้ากระดูก หินฟันม้า และหินควอตซ์

การออกแบบโคมไฟเนื้อดิน BONE CHINA เริ่มจากการออกแบบโดยนักออกแบบซึ่งมีความรู้ด้านเครื่องปั้นดินเผาด้วยจะได้รูปแบบที่สมบูรณ์ และประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสมกับสถานที่ที่จะใช้โคมไฟโดยรูปทรงของโคมไฟแล้วไม่มีข้อจำกัดในการออกแบบ จะเป็นทรงกระบอก ทรงกลม รูปไข่ ภาพสัตว์ ภาพคน หรือปฏิมากรรมสมัยใหม่ก็ได้ เพื่อให้เหมาะสมกับสถานที่ การออกแบบเริ่มจากการร่างภาพโคมไฟ โครงสร้างของฐานที่รองรับโคมไฟ ระบบการเดินสายไฟ การออกแบบตกแต่งด้วยลวดลายการแกะสลักบนพื้นผิว หรืออาจจะกำหนดการใช้สีบนโคมไฟด้วยก็ได้ (สำหรับโคมไฟเนื้อดินโบนไชนา หากจะใช้สีตกแต่งด้วยควรจะใช้ให้น้อยที่สุดเพื่อเน้นให้เห็นสีของเนื้อดินและความโปร่งแสงให้มากที่สุด)

โคมไฟโบนไชนามีขั้นตอนการผลิตเหมือนเครื่องปั้นดินเผาโดยทั่วไปโดยเริ่มจากการออกแบบแล้วปั้นต้นแบบด้วยดินเหนียวหรือดินน้ำมัน (รูปแบบคน สัตว์ ฯลฯ) หรือกลึงต้น แบบด้วยปูน PLASTIC (รูปแบบทรงกลม ทรงกระบอก รูปไข่ ฯลฯ) ต้นแบบต้องมีรายละเอียดของลวดลายและTEXTURE ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ นำต้นแบบมาทำแบบพิมพ์แยกชิ้น (แบบพิมพ์ปูนPLASTER) จากแบบพิมพ์แยกชิ้นที่ได้นำมาหล่อน้ำดิน(สลิป)เอารูปแบบโคมไฟที่ได้จากการหล่อน้ำดินมาแกะสลักลวดลายผิวด้านนอก ขณะที่เนื้อดินแห้งพอหมาด ๆ การแกะสลักใช้เครื่องมือแกะสลักที่มีขายตามท้องตลาดหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหมาะสมในการแกะสลักประกอบด้วยก็ได้ ไม่จำกัดเทคนิค ควรแกะสลักให้มีความลึก ตื้น หลาย ๆระดับ เมื่อผ่านแสงแล้วภาพที่แกะสลักจะมองเห็นเป็นภาพ 3 มิติ คล้าย ๆ กับภาพกระจกแกะสลัก เมื่อเป็นโคมไฟแล้วลวดลายที่แกะสลักจะเกิดแสงอ่อน-แก่ (จากการผ่านแสงไฟฟ้า) สวยงามตามความหนา-บางของเนื้อดินที่ถูกแกะสลักออกไป การแกะสลักเนื้อดินโบนไชนาทำได้ค่อนข้างยากต้องใช้ความเชี่ยวชาญและประณีตของช่างแกะสลักมาก โดยเหตุที่เนื้อดินโบนไชนาที่ยังไม่ได้ผ่านการเผาจะเปราะและแตกได้ง่ายมาก การแกะสลักหลายชั้นต้องกำหนดความลึกให้พอดีไม่เช่นนั้นจะทำให้เนื้อดินแตกหักเสียหายได้

เทคนิคการแกะสลักเนื้อดินโบนไชนานับว่าเป็นเทคนิคขั้นสูงต้องใช้ช่างแกะสลักที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญ มีความรู้ด้านศิลปเป็นอย่างดี จึงจะได้ผลงานที่ประณีต สวยงามและมีคุณค่า

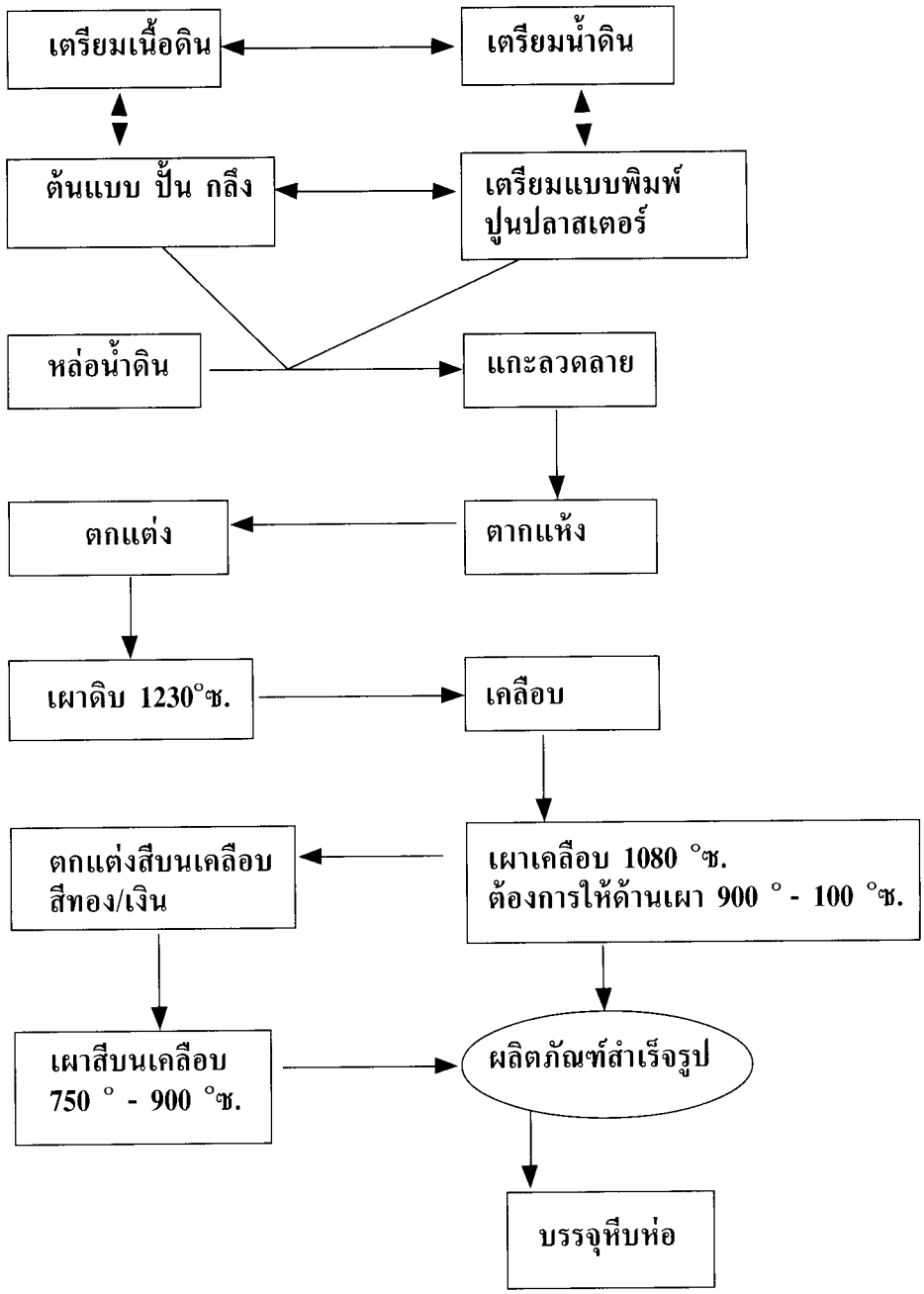
หลังจากแกะสลักลวดลายตกแต่งผิวภายนอกตามแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งอาจจะเป็นภาพสัตว์ ทิวทัศน์ ดอกไม้ ลวดลายไทย สากล ฯลฯ จึงนำมาตกแต่งเก็บรายละเอียดผิวดินที่ไม่เรียบร้อยโดยเช็ดด้วยฟองน้ำ จากนั้นนำมาตากแห้งในที่ร่มจนเนื้อดินแห้งสนิท นำไปเผาดิบที่อุณหภูมิ 1230° ซ.

เนื้อดินจะถูกเผาจนหลอมตัวกันแน่น คล้ายแก้ว และโปร่งแสง (หากเผาไม่ได้อุณหภูมิที่กำหนดหรือเนื้อดินหนามากเกินไปเนื้อดินจะโปร่งแสงน้อยหรือไม่โปร่งแสงเลย) เนื้อดินโบนไชนาจะสุกตัวในอุณหภูมิที่กำหนดและช่วงเวลาสั้น ๆเท่านั้น หากอุณหภูมิที่เผาเกินจากที่กำหนดจะทำให้เนื้อดินยุบตัวหรือแตกร้าวได้ จากนั้นหากต้องการให้ผิวดินมีความมันก็เคลือบด้วยน้ำเคลือบ

สำหรับเนื้อดินโบนไชนา และนำไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1080 °ซ. (หากไม่ต้องการให้ผิวของผลิตภัณฑ์มีความมันมากเกินไปควรลดอุณหภูมิในการเผาเคลือบลงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวกึ่งมันกึ่งด้านหรือด้าน)

หากต้องการตกแต่งด้วยสี ก็ควรตกแต่งด้วยสีบนเคลือบสีต่างๆ หรือ สีเงิน สีทอง เป็นบางจุดเท่านั้น (ไม่ควรตกแต่งด้วยสีมากเกินไปจนปิดความสวยงามของเนื้อดินโบนไชนาเสียหมด แล้วนำไปเผาสีบนเคลือบที่อุณหภูมิ 750° ซ.- 900° ซ. จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันมากขึ้น

ขั้นตอนการผลิต



ปอสา

จิระศักดิ์ ชัยสนิท

ปอสาหรือปอกะสา มีชื่อสามัญว่า Paper Mulberry อยู่ในตระกูล Moraceae ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับ หม่อน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Broussonetia papyrifera (L.) Vent เป็นไม้พุ่มยืนต้น ขนาดกลางชนิดผลัดใบ จัดเป็นไม้เนื้ออ่อนเจริญเติบโตได้รวดเร็วตามริมห้วยและบริเวณที่มีความชุ่มชื้น และสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งได้ แต่ถ้าปลูกในบริเวณที่มีความชุ่มชื้น ปอสาจะมีอัตราการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าในสภาพที่แห้งแล้ง ในธรรมชาติจะพบปอสาได้ในพื้นที่ตั้งแต่ที่ราบริมน้ำจนถึงที่สูงประมาณ 400-900 เมตร จากระดับน้ำทะเลหรือพื้นที่สูงถึงประมาณ 1600-1900 เมตรก็ยังสามารถพบปอสาเจริญเติบโตอยู่ได้ ในประเทศไทยสามารถพบปอสาได้ในหลายพื้นที่ของประเทศ และจะมีการเรียกชื่อตามท้องที่ต่าง ๆ ของประเทศ แตกต่างกันออกไป เช่นเรียกว่า ปอสาหรือปอกะสา (ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) หมกพี หรือหมกพี้(ภาคตะวันตก) ชำสา (จังหวัดนครสวรรค์) และฉำฉา (จังหวัดนครราชสีมา) เป็นต้น ส่วนในต่างประเทศก็สามารถพบปอสาได้ เช่น อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลี อินโดนีเซีย พม่า และลาว เป็นต้น

ปอสาพันธุ์พื้นเมืองของไทยลำต้นจะมีลักษณะกลม สีน้ำตาลคล้ำ เมื่ออายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีดำลายน้ำตาล เมื่อตัดต้นหรือกิ่งจะมีน้ำยางสีขาวข้น ไหลออกมาระหว่างเปลือกกับแกนต้น ใบของต้น ปอสามีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดใบหยัก มี 3 - 4 แฉก (palmately leaf) และใบมน (single leaf) โดย ปกติแล้วใบทั้ง 2 ชนิดนี้จะแยกต้นกันอยู่ แต่ก็มีบางต้นที่พบว่า มีใบทั้ง 2 ลักษณะคละกันอยู่ (จากการสังเกตพบว่าใบปอสาที่มี อายุมากขึ้นจะมีใบมนมากกว่า ใบหยัก) ใบจะมีขนาดกว้าง- ประมาณ 6 - 12 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8 - 18 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ฐานใบโค้งเข้าคล้ายรูปหัวใจ ใบมีขนปกคลุม ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย หลังใบมีสีเขียวแก่ ท้องใบสีเขียวอ่อนออกเทามีขนอ่อนสีขาว ก้านใบยาวประมาณ 3 - 10 เซนติเมตร

ในประเทศไทย มีการตรวจพบปอสาที่ปลูกกันอยู่ตามภาคต่างๆ รวมทั้งหมด 4 species ด้วยกันคือ B. papyrifera (ปอสาไทย),B. kurzi (สะแล), B. kazinoki และ B. Kaempferi (ปอสาญี่ปุ่น) การใช้ประโยชน์จากปอสา มีดังนี้

* B. papyrifera - พบว่ามีการนำมาใช้ทำเป็นกระดาษนานนับพันปีมาแล้ว

* B. Kurzii - ใบอ่อนและดอกอ่อนใช้ทำเป็นอาหารประเภทแกงของทางภาคเหนือ

* B. kazinoki และB. kaempferi - เป็นปอสาที่มีถิ่นกำเนิดเดิมในประเทศญี่ปุ่นและได้มีการนำมาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2522 และ 2523 ตามลำดับ สำหรับ B. kazinoki เป็นปอสาสายพันธุ์ญี่ปุ่น ที่พบในประเทศไทยมีลำต้นสีน้ำตาลอมม่วง พื้นน้ำตาล ลายน้ำตาลอมม่วง ลักษณะแผ่นใบเป็นรูปไข่ ขอบใบมีการหยักเหมือนปอสาไทยและมีลักษณะเช่นเดียวกับปอสาไทย คือ การมี serration หรือdouble-serrate แต่ความลึกของหยัก มากกว่าส่วนปลาย (apex) และจะเรียวแหลมกว่าปอสาไทย

ปอสาญี่ปุ่น บางทีเรียกว่า Kozo ซึ่งพบว่าดอกตัวเมียมักจะอยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious) แต่อยู่กันคนละดอก คุณภาพเส้นใยที่ได้ภายหลังการทำเป็นเยื่อกระดาษดีกว่าปอสาไทย โดยมีอายุการให้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 10- 15 ปี เมื่อมีอายุได้ประมาณ 5-7 ปี จะให้ผลผลิตสูงที่สุด ปอสาญี่ปุ่นแบ่งตามลักษณะเป็น 4 ชนิด คือ

1. Aka Kozo ลำต้นสีแดงใช้ผลิตกระดาษคุณภาพดี
2. Kuro Kozo ลำต้นสีดำ
3. Shiko Kozo ลำต้นสีขาว
4. Yama Kozo เป็นปอสาที่ขึ้นอยู่ในที่สูง เปลือกบางกว่าปอสาชนิดอื่น

การขยายพันธุ์ปอสา

การขยายพันธุ์ของปอสา สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 วิธี คือ การขยายพันธุ์ด้วย

1. เมล็ด ที่เก็บมาจากต้นโดยตรง จะเก็บจากผลที่แก่จัด ซึ่งกลีบห่อหุ้มเมล็ดจะมีสีค่อนข้างแดงและเมล็ดจะอยู่ปลายสุดของกลีบห่อหุ้มเมล็ด การแกะเอาเมล็ดออกทำได้โดยการนำผลไปขยำในน้ำ แล้วกรองเอาเฉพาะเมล็ด นำไปล้างน้ำให้สะอาด แล้วผึ่งให้แห้ง เมล็ดของปอสาหลังจากผึ่งแห้งแล้วสามารถนำไปเพาะได้ทันที หรืออาจนำไปบรรจุในถุงพลาสติก แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นก็สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานเมื่อนำไปปลูกจะมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ การปลูกด้วยเมล็ดจะมีต้นทุนการปลูกต่ำที่สุด คิดเป็นราคาต้นทุนประมาณ 10-50 บาท ต่อไร่ ปัจจุบันเมล็ดพันธุ์พื้นเมืองไทย ราคากิโลกรัมละประมาณ 1500.- บาท ต้นกล้าที่ได้จะมีระบบรากแก้วทำให้สามารถพยุงลำต้นได้ดี การขยายพันธุ์ปอสาด้วยเมล็ดนี้ ต้นปอสาที่ได้จะมีการเจริญเติบโตที่ดี แต่อาจมีลักษณะไม่เหมือนกับต้นที่เป็นแม่พันธุ์เดิม

2. ต้นไหล เป็นต้นที่เจริญมาจากรากที่อยู่บริเวณโคนต้นปอสา การปลูกด้วยต้นไหลทำโดย นำต้นไหลที่มีความยาวประมาณ 1 ฟุต หรือขนาดใกล้เคียง มาชำในถุงพลาสติกที่มีดิน สำหรับปักชำ การขุดต้นไหลให้ขุดมาทั้งต้นไหลและรากโดยตัดรากให้ยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ต่อต้นไหล 1 ต้น แล้วทำการปักชำต้น ไหลเหมือนการ

ปลูกต้นไม้ทั่วไป ซึ่งใช้เวลาปักชำประมาณ 15-30 วัน หรือ ถ้ามีการขุดต้นไหลในฤดูฝนที่มีฝนตกชุก ก็สามารถ นำต้นไหลที่ขุดมานั้นตัดรากเหมือนการปักชำ แล้วแบ่งเป็นต้นเดี่ยว ๆ นำไปปลูกในแปลงที่ปลูกได้เลย การปลูกขยายพันธุ์ปอสา ด้วยต้นไหลนี้จะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและมีลักษณะตามสายพันธุ์เดิมทุกประการ

3. กิ่ง การเลือกกิ่งเพื่อขยายพันธุ์จะเลือก กิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว แล้วตัดเป็นท่อน ๆ โดยแต่ละท่อนตัดให้ยาวประมาณ 8 นิ้ว หรือใช้วิธีการเลือกให้มีจำนวน ตาที่ข้างกิ่งประมาณ 3-4 ตา เมื่อเลือกกิ่งได้เรียบร้อยแล้วนำมาล้างน้ำให้สะอาด ทำการตัดแต่งโคนกิ่งให้เป็นรูปปากฉลาม ตรงด้านปลายของท่อนพันธุ์ โดยใช้มีดที่คมเฉือน หรือกรรไกรตัดกิ่ง แล้วจึงนำฮอร์โมน เช่น เซอร์ราติกซ์เบอร์ 3 ที่ผสมน้ำเล็กน้อยใช้พู่กันจุ่มแล้วทาที่โคนกิ่งสูงจากรอยตัดประมาณ 1 เซนติเมตร ปล่อยทิ้งให้ฮอร์โมนแห้ง แล้วจึงนำกิ่งนั้นไปปักชำในถุงที่เตรียมไว้หรือปักชำในแปลงสำหรับการปักชำ การเจริญเติบโตแตกใบและติดราก โดยวิธีการปักชำด้วยท่อนพันธุ์จากกิ่งนี้ จะได้ต้นที่สมบูรณ์ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของท่อนพันธุ์จากกิ่งที่นำมาปลูกทั้งหมดการปลูกขยายพันธุ์ปอสาด้วยวิธีการใช้กิ่งเป็นท่อนพันธุ์ จะมีต้นทุนสูงกว่าการใช้เมล็ด แต่มีข้อดีคือต้นปอสาที่ได้จะมีลักษณะตามสายพันธุ์เดิมทุกประการ

4. ราก ที่อยู่ลึกจากผิวดินลงไปสามารถขุดมาขยายพันธุ์ได้ โดยการนำรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 นิ้ว ทำการปักตรง ๆ เหมือนกับการปักชำพืชทั่วไป การขยายพันธุ์ปอสาโดยการใช้รากนี้ ต้นปอสาที่ได้จะมีการเจริญเติบโตที่ดีและรวดเร็ว และมีลักษณะตามสายพันธุ์เดิมทุกประการเช่นเดียวกัน

5. ติดตา หรือต่อกิ่ง ปอสาสามารถติดตา หรือต่อกิ่งได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถเปลี่ยนพันธุ์โดยมีต้นตอเป็นพันธุ์พื้นเมืองเดิมและกิ่งพันธุ์เป็นกิ่งพันธุ์ที่ดีมีลักษณะพิเศษตามความต้องการ ซึ่งอาจใช้กิ่งพันธุ์จากต่างประเทศก็ได้ การขยายพันธุ์โดยวิธีการนี้ต้นปอสาจะมีการเจริญเติบโตเป็นไปตามสภาพต้นพันธุ์เดิมและกิ่งพันธุ์ที่นำมาติดตา หรือ ต่อกิ่ง

การเก็บเกี่ยว

ปอสาเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถตัดครั้งแรกได้ หลังจากที่ปลูกไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 6-12 เดือน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นดินและในการตัดครั้งต่อไปจะเป็นปีละ 2 ครั้ง การตัดจะมีความสัมพันธ์กับการปลูก และสภาพพื้นดิน ถ้าพื้นดินมีความอุดมสมบูรณ์และชุ่มชื้นมากเพียงพอ การเก็บเกี่ยวปอสาทำได้ 2 ลักษณะคือ

1. การเก็บเกี่ยวแบบทั้งต้น โดยตัดต้นปอสาที่มีอายุ 6-12 เดือน ส่วนใหญ่ต้นปอสาจะมี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 3-5 เซนติเมตรซึ่งจะมีความเหมาะสมในการนำเปลือกปอสาไปใช้เป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษ ตัดให้ชิดพื้นดินหรือตัดให้ต้นสูงจากพื้นดิน ประมาณ 5-10 หรือ 20-50 เซนติเมตร อุปกรณ์ที่ใช้ตัดอาจใช้มีดที่คมหรือเลื่อยก็ได้ หลังจากตัดแล้ว ควรทาส่วนบนของตอที่เหลือจากการตัดด้วยปูนขาวหรือปูนแดง เพื่อป้องกันเชื้อราทำลายต้นตอของปอสา หลังจากนั้นปล่อยให้ต้นตอแตกยอดและกิ่งใหม่ โดยทำการตัดตบแต่งให้ยอดที่แตกออกมาเป็นกิ่งใหม่เหลือเพียง 2-3 กิ่ง ซึ่งอาจเป็นกิ่งจากต้นเดิม หรือเป็นกิ่งที่เจริญจากรากโคนต้นก็ได้เพื่อให้การตัดครั้งต่อไปได้ป อสาที่มีความสมบูรณ์ดีที่สุด

2. การเก็บเกี่ยวเฉพาะกิ่ง การตัดจะเลือกตัดเฉพาะกิ่งที่ต้องการเว้นกิ่งที่ไม่ตัดไว้กับต้นโดยให้เหลือประมาณ 1-2 กิ่ง หรือมากกว่า โดยจะเลือกตัดเฉพาะกิ่งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 เซนติเมตร สำหรับต้นปอสาที่ต้องการปลูกขยายพันธุ์โดยการใช้เมล็ด สามารถทำได้โดยการตัดกิ่งเพียงเล็กน้อยแล้วนำไปใช้ประโยชน์ เหลือไว้เป็นกิ่งพันธุ์ที่สมบูรณ์เพื่อการขยายเมล็ด

การลอกเปลือกเพื่อใช้ประโยชน์จากเปลือกปอสา

การใช้ประโยชน์จากเปลือกปอสาในการผลิตเยื่อกระ ดาษโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เปลือกในของปอสาใช้ทำกระดาษสา ซึ่งมีการทำในรูปของอุตสาหกรรมภายในครอบครัวและในระดับโรงงานอุตสาหกรรม ภายหลังจากการตัดปอสาแล้วนำมาลอกเปลือกออก การลอกเปลือกจะมีด้วยกัน 4 วิธีคือ

1. การลอกเปลือกสด นำกิ่งที่ตัดได้มาลอกเปลือก โดยใช้มีดกรีดเป็นแนวตามกิ่ง กิ่ง 1 ท่อนอาจกรีด 1-4 แนว แล้วใช้มือดึงเปลือกออก ขั้นต่อมาลอกผิวชั้นนอกออกโดยใช้มีดกรีด บนผิวชั้นนอกเพียงเล็กน้อยเป็นแนว ใช้มือแกะแนวเปิดปอนั้น ออกดึงเปลือกชั้นนอกออกไป การลอกด้วยวิธีนี้จะได้เปลือกปอที่มีคุณภาพดีที่สุด

2. การลอกเปลือกสุก ในการลอกจะนำกิ่งหรือต้นที่ตัดมานึ่งด้วยใอน้ำเดือดนานประมาณ 15 นาที จากนั้นทำการลอกเปลือก เหมือนวิธีลอกสด ซึ่งจะลอกได้ง่าย วิธีการนี้จะได้เปลือกที่ขาวสะอาดแต่ต้นทุนการลอกจะสูงกว่าวิธีการลอกเปลือกสด การลอกด้วยวิธีนี้มักใช้ในฤดูกาลที่ลอกเปลือกสดยาก เช่น ในฤดูแล้งหรือสาย พันธุ์ที่ลอกเปลือกยาก

3. การลอกโดยวิธีเผาหรือย่าง เป็นวิธีการใช้ท่อนปอสานำไปย่างก่อน จากนั้นใช้มีดขูดเปลือกนอกออกแล้วลอกเปลือกในออกจากแกน วิธีการนี้ได้เส้นใยคุณภาพต่ำ ราคาต่ำ

4. การลอกโดยวิธีทุบเปลือก นำลำต้นหรือกิ่งที่ตัดมาแล้วใช้มีดขูดเปลือกนอกออก จากนั้นใช้ค้อนไม้ทุบเปลือกในให้ลอกออกมา วิธีการนี้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพต่ำ

หลังจากที่มีการลอกเอาเปลือกในมาใช้ประโยชน์ เปลือกในที่ได้จะมีสีขาว ต้องนำไปตากหรือผึ่งแดดให้แห้ง เก็บไว้ในที่มีลมถ่ายเทสะดวก ถ้าแขวนไว้กับราวไม้จะดีที่สุดและระมัดระวัง อย่าให้ถูกน้ำหรือความชื้น เพราะอาจเกิดเชื้อราได้**การใช้ประโยชน์จากต้นปอสา**

ต้นปอสา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ทั้งจากส่วนที่เป็นใบเปลือกและผล และจากการที่ต้นปอสาเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จึงได้มีการนำต้นปอสามาใช้ประโยชน์มากมายจากส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. สรรพคุณในการรักษาโรคต่าง ๆ
   - ใบปอสา รับประทานได้ใช้ในการขับปัสสาวะ นอกจากนั้นยังใช้แก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อยและรักษากลากเกลื้อน
   - ผลสุก ใช้บำรุงไต แก้อ่อนเพลีย

- เปลือกใช้ห้ามเลือด แก้ไอ อาเจียน
- น้ำยางจากลำต้น แก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย

2. ใช้เป็นอาหารสัตว์
   - ใบใช้เป็นอาหารปลา และใช้เลี้ยงหมู
   - ผลสุกใช้เป็นอาหารของนก
3. ใช้เป็นแหล่งสีธรรมชาติ โดยนำใบมาสกัด ได้สีเหลือง
4. ต้นปอสาสามารถใช้ในการปลูกเป็นสวนป่าได้ เนื่องจากปอสาเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ช่วยลดมลภาวะได้
5. เปลือกในของต้นปอสาสามารถใช้ทำกระดาษหรือกระดาษชนิดพิเศษได้ดี นอกจากนี้ก็ยังมีการนำกระดาษไปแปรรูปสำหรับทำผลิตภัณฑ์หรือใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ทำร่ม กระดาษห่องของกันแตก ของชำร่วย กรอบรูป กระดาษห่อของขวัญ ดอกไม้ประดิษฐ์ และตุ๊กตาต่าง ๆ เป็นต้น
6. แกนลำต้น ที่เหลือจากการลอกเปลือกออกไปแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ทำเป็นเยื่อกระดาษได้โดยใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษซึ่งจะมีปริมาณเยื่อกระดาษอยู่ในระดับสูงถึงประมาณร้อยละ 50 และ 70 ในการผลิตเยื่อโซดา (soda pulping) และเยื่อนิวทรัลซัลไฟต์เซมิเคมิคัล (neutralsul phite semichemical pulp) ตามลำดับ*

* วันทนี สาตราคม และคณะการศึกษาเกี่ยวกับการทำเยื่อกระดาษจากปอกะสา กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์ , มิถุนายน, 2517.

การผลิตกระดาษสา

ต้นปอสาหรือกิ่งปอสาที่ถูกตัดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำกระดาษสา ซึ่งนำมาจากส่วนต่าง ๆ ของต้นปอสาหรือปอกระสาที่ใช้ทำกระดาษสา สามารถแยกได้เป็น 4 ส่วน ด้วยกัน คือ

1. เปลือกใน (inner bark หรือ white bark + green bark)
2. เปลือกนอก (outer bark หรือ black bark)
3. เปลือกนอกและเปลือกใน(outer bark and inner bark)
4. แกน (heart wood หรือ pith)

เปลือกใน คือ เปลือกที่อยู่ชั้นในสุดซึ่งติดกับเนื้อไม้ มักมีสีขาวหรือครีมอมขาว บนผิวของเปลือกในสีขาวนี้จะมีชั้นของเปลือกในสีเขียวติดอยู่ด้วย เปลือกในสีเขียวกับเปลือกในสีขาวสามารถแยกออกจากกันได้เมื่อผ่านการลอก ซึ่งมักติดไปกับเปลือกนอก เปลือกในนี้ เมื่อนำไปทำเป็นเยื่อกระดาษจะจัดเป็นเส้นใยประเภทเยื่อใยยาว ที่มีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยประมาณ 8 มิลลิเมตร และมีความหนาของผนังเส้นใยประมาณ 5.5 ไมโครเมตร ตามภาษาพฤกษศาสตร์จะเรียกว่า collenchyma เป็นที่นิยมของการทำกระดาษสาแบบทำด้วยมือ

เปลือกนอก คือ เปลือกที่อยู่ชั้นนอกสุด เป็นเซลบาง ๆ ซึ่งตามภาษาทางพฤกษศาสตร์ คือชั้นของ Epidermis ในการลอกเปลือกนอกกับเปลือกในออกจากกันตามวิธีการลอกเปลือกข้างต้น ถ้าลอกเปลือกนอกหนามากเกินไปจะมีส่วนของเปลือกที่เป็นชนิดเปลือกเขียว (green bark) ติดมาด้วย เปลือกนอกนี้สามารถทำกระดาษสาประเภททำด้วยมือได้เช่นกัน แต่จะมีความเหนียวหรือทนทานสู้เปลือกในไม่ได้นอกจากจะทำกระดาษได้แล้วยังมีการนำเปลือกนอกไปตากแห้งและนำมาป่นให้เป็นผงเล็ก ๆ ใช้ทำปื้นลายของกระดาษสา ซึ่งเรียกลายกระดาษสาที่ได้จากการใช้เปลือกนอกว่า ลายไข่นกกระทา

เปลือกนอกและเปลือกใน คือ เปลือกที่ลอกจากต้นปอสาเพียงครั้งเดียว โดยไม่แยกเปลือกนอกและเปลือกในออกจากกัน เปลือกที่ลอกออกมานี้จะประกอบด้วยส่วนของเปลือก 3 ส่วน คือเปลือกในสีขาว (white bark) เปลือกในสีเขียว (green bark) และเปลือกนอก(black bark)เปลือกประเภทนี้สามารถทำกระดาษสาได้ดี มีความเหนียวทนทานเช่นกัน มีความทนทานน้อยกว่ากระดาษสาที่ใช้เฉพาะส่วนของเปลือกในอย่างเดียว แต่มีความทนทานมากกว่ากระดาษสาที่ใช้เปลือกนอกอย่างเดียว การใช้เปลือกในลักษณะที่ใช้เปลือกในและเปลือกนอกรวมกัน เพื่อทำกระดาษสาประเภททำด้วยมือ แม้จะไม่ได้กระดาษสาที่มีคุณภาพเยี่ยมทนทานสูงเท่ากับการใช้เปลือกใน แต่ก็จัดเป็นกระดาษที่มีคุณภาพดีผิวของกระดาษจะมีความเรียบละเอียดกว่าใช้เปลือกในอย่างเดียว นอกจากนี้สามารถลดปัญหาหรือลดต้นทุน การลอกปอสาได้ถึง 50-80 เปอร์เซ็นต์ ของค่าใช้จ่ายในการลอก ซึ่งเมื่อคิดเป็นมูลค่าลดค่าใช้จ่ายในการลอกเปลือกปอสาได้ประมาณ 700-1,000 บาทต่อไร่ และยังสามารถนำส่วนของเปลือกนอกที่มักทิ้งกันซึ่งมีผลผลิตประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกทั้งหมดมาใช้ประโยชน์ การทำกระดาษสาจากเปลือกชนิดนี้ต้องใช้ปริมาณสารฟอกสีให้ขาว เพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย และต้องทำเปลือกนอก-เปลือกในให้แห้งก่อนนำมาผ่านกระบวนการผลิตเยื่อ เพราะการใช้เปลือกสดในลักษณะรวมกันนี้ทำให้การตีเยื่อเปลือกนอกไม่สมบูรณ์

แกน หรือส่วนที่เป็นเนื้อไม้ เป็นเส้นใยประเภทเยื่อใยสั้น การใช้ประโยชน์จากแกนเพื่อการทำกระดาษแบบทำด้วยมือยังไม่มีกรรมวิธีที่เหมาะสม แต่สามารถเป็นเยื่อกระดาษได้โดยใช้การผลิตแบบโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับคุณภาพของเยื่อกระดาษสาจากแกนนี้จัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเทียบเท่ากับเยื่อที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสซึ่งจะพบว่าสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษ ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบทางด้านระยะเวลาก ารตัดนั้น ปอสาจะใช้เวลาการตัดสั้นกว่า คือในระยะเวลา 6-12 เดือน จะได้เยื่อกระดาษประมาณ 450-600 กิโลกรัมต่อไร่และยังได้เปลือกที่ใช้ผลิตเป็นเปลือกแห้งประมาณ 300-600 กิโล- กรัมต่อไร่

ส่วนของเปลือกและแกนปอสาที่นำมาทำกระดาษสานั้น จะใช้ส่วนใดของต้นปอสาขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ถ้าใช้ในงานศิลปะการใช้เปลือกนอกอย่างเดียวหรือเปลือกในรวมกับเปลือกนอก สามารถใช้ได้ดี แต่ถ้าต้องการความทนทาน ของกระดาษสูงขึ้น ต้องใช้เปลือกในอัตราส่วนที่มากขึ้นด้วย หรือ เลือกใช้เปลือกในล้วน ๆ

การผลิตกระดาษสาแบบทำด้วยมือจาก เปลือกในปอสา ทำได้โดยนำมาผ่านกระบวนการผลิตเยื่อและกระบวนการฟอกเยื่อที่มีใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นการผลิตเยื่อด้วยกระบวนการโซดา โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารเคมีในการต้มเยื่อ สำหรับการฟอกเยื่อจะมีการใช้แคลเซียมไฮโปรคลอไรท์หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นการฟอกแบบขั้นตอนเดียว แต่ใน

ปัจจุบันเลือกใช้การฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารเคมีหลักโดยมีโซเดียมซิลิเกต โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต เป็นสารช่วยปรับสภาวะการฟอกให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะไม่ก่อให้เกิดสารพิษ และยังช่วยลดการกลับสีของเยื่อที่ผ่านการฟอกได้อีกด้วย (การกลับสีของเยื่อฟอกน้อย จะได้เยื่อที่มีความขาวคงทนกว่า) ถ้าใช้สารประกอบคลอรีนในการฟอกเยื่อ เช่น แคลเซียมไฮโปรคลอไรท์ จะก่อให้เกิดสารพิษประเภท absorbable organic halogen compound และเกิดการกลับสีของเยื่อฟอกมากกว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

เทคนิคการเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์

ประพิศ ประคุณหังสิต

วรรณภา ตันยืนยงค์

วาสนา คงสุข

แม่พิมพ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการขึ้นรูปของชิ้นงาน เพื่อใช้ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆโดยทำหน้าที่เป็นแม่แบบกำหนดขนาดและรูปทรงของชิ้นงานให้มีลักษณะเหมือนแม่แบบทุกประการ แม่พิมพ์ชนิดง่ายและมีราคาถูกที่สุดคือ แม่พิมพ์งานอัดขึ้นรูปซึ่งเป็นแม่พิมพ์ที่ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนบนจะประกอบด้วยพั้นช์ (punch) และส่วนล่างจะประกอบด้วยดาย(die)พั้นช์จะมีรูปลักษณะสอดคล้องกับดาย แต่จะมีขนาดเล็กกว่าดายเล็กน้อย การทำงานของแม่พิมพ์นี้จะใช้แผ่นโลหะหรือวัสดุที่จะนำมาอัดขึ้นรูปสอดเข้าไประหว่างแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนนี้ เมื่อแม่พิมพ์ทั้งสองส่วน เคลื่อนที่เข้าหากัน พั้นช์จะเคลื่อนที่เข้าไปในดาย เมื่ออัดด้วยแรงที่กำหนดไว้ทำให้เกิดชิ้นงานตามต้องการได้

ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกวัสดุทำแม่พิมพ์ ต้องพิจารณาถึงชนิดและปริมาณชิ้นงานที่จะผลิต แม่พิมพ์ที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกันและกรรมวิธีแตกต่างกันควรใช้ในการผลิตชิ้นงานต่างชนิดกันด้วย การเลือกวัสดุเพื่อใช้ทำแม่พิมพ์จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานของแม่พิมพ์โดยคำนึงถึงความประหยัดในการทำแม่พิมพ์ ในขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงความแม่นยำ (accuracy) ของชิ้นงานที่ผลิตตามต้องการด้วย หากเลือกวัสดุโดยคำนึงด้านราคาอย่างเดียวแล้วอาจได้วัสดุที่ไม่ดีพอหรือคุณภาพไม่คงที่ ทำให้เกิดปัญหาติดตามมาซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นภายหลัง นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงรูปร่างของแม่พิมพ์ที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ชิ้นงาน ความยากง่ายในการตกแต่งผิวหน้าของชิ้นงานหลักสำคัญ ๆ ที่ต้องพิจารณามีดังนี้

1. การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

การระบาย หรือ การกระจายความร้อนของตัวแม่พิมพ์สำคัญมากต่องานผลิตเพื่อให้เกิดความแข็งตัวโดยสม่ำเสมอตลอดชิ้นงาน

2. การทนต่อการเซาะกัดของน้ำโลหะ (Erosion)

การเลือกวัสดุที่ทนต่อการกัดเซาะของน้ำโลหะได้ดีจะทำให้ยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น

3. การทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิความร้อนแบบกระทันหัน (Thermal heat shock)

ต้องเลือกวัสดุที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนตั้งแต่สัมผัสกับน้ำโลหะเมื่อเริ่มเทจนกระทั่งแข็งตัวสมบูรณ์ตลอดชิ้นงาน และแกะชิ้นงานออก แล้วเทหล่อชิ้นงานใหม่ได้อย่างต่อเนื่องโดยที่ผิวของแม่พิมพ์ไม่มีรอยแตกร้าว เนื่องจากการสัมผัสกับความร้อน

4. ความสามารถในด้านบริการ (Serviceability)

ถ้าเป็นวัสดุเนื้ออ่อนจะเกิดความเสียหายจากการใช้งานได้ง่าย อายุในการใช้งานจะสั้นลง รวมทั้งต้องพิจารณาถึงการ ซ่อมบำรุงส่วนที่เสียหาย และความยากง่ายในการเชื่อมประกอบด้วย

5. ในเชิงเศรษฐกิจ (Economy)

ต้องพิจารณาต้นทุนของวัสดุที่เลือกมาทำแม่พิมพ์ด้านต่าง ๆ เช่น ต้นทุนแรงงาน ขั้นตอนการผลิต ประสิทธิภาพการ ผลิตของพนักงาน ระยะเวลาในการผลิต กระบวนการที่ยุ่งยากซับซ้อน เครื่องมือพิเศษอื่น ๆ ที่ช่วยในการผลิต และอายุการใช้ งานของแม่พิมพ์ วัสดุที่เลือกใช้ทำแม่พิมพ์ต้องสามารถนำไปหล่อขึ้นรูปให้ใกล้เคียงกับชิ้นงานได้มากที่สุด เพื่อลดขั้นตอนการตบแต่งด้วยเครื่องจักรซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการทำงานลงได้

วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ดังนี้

1. เหล็กกล้า
2. เหล็กหล่อ
3. โลหะอื่น ๆที่ไม่ใช่เหล็ก
4. อโลหะ
5. วัสดุอื่น ๆ

คุณสมบัติ ข้อดี ข้อเสีย ของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ทำแม่พิมพ์ของแต่ละกลุ่มมีดังนี้

เหล็กกล้า (Tool steel)

แบ่งตามลักษณะของงานขึ้นรูป สำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปเย็นและทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปร้อน

เหล็กกล้าสำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปเย็น ใช้ในงานอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิปกติ อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นบ้างในบริเวณคมตัดและส่วนที่รับแรงดันโดยตรงคุณสมบัติที่ต้องการจะแตกต่างกันไปตามชนิด

รูปร่างขนาดความกว้าง และคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงาน ซึ่งต้องมีความแข็งและความเหนียวสูง ความต้านทานการสึกหรอสูง การเสียรูปและความคลาดเคลื่อนไม่เกินขนาดที่กำหนด ต้องทำการชุบด้วยความร้อนได้ง่าย ความสามารถตัดปาดผิวได้ดี สิ่งสำคัญคือการทนแรงดัน หรือแรงกระแทกเนื่องจากงานตัด ดัดและดึงขึ้นรูป เพื่อยืดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ และยังทนต่อการ สึกหรอได้ดี เหล็กกล้าผสม (alloy steel) จะทนการสึกหรอจากความร้อนได้ดีกว่าเหล็กกล้าคาร์บอน (carbon steel) เหล็กกล้า ชนิดพิเศษที่มีธาตุผสมของแมงกานีส นิกเกิล โครเมียม หรือ โคบอลต์ จะเหมาะกับการทำแม่พิมพ์ที่ใช้ผลิตชิ้นงานจำนวนมากๆ หรือทำแม่พิมพ์ที่มีความแม่นยำสูง เหล็กกล้าชนิดพิเศษ ต่างๆ ที่นิยมใช้กันมาก คือ

1. เหล็กเครื่องมือคาร์บอนประเภทสัญญลักษณ์ SK เป็นเหล็กที่มีราคาถูกที่สุดในกลุ่มของเหล็กกล้าชนิดพิเศษนี้ การตัดปาดผิวทำได้ง่าย จึงนิยมใช้ทำแม่พิมพ์อัดขึ้นรูปมีความแข็งระหว่าง 58 - 62 ร็อคเวล (HRC) แต่ในการชุบแข็งจะมีโอกาสผิดรูปและร้าวได้ง่าย มีความต้านทานการสึกหรอต่ำ

2. เหล็กเครื่องมือผสมประเภท SKS 2 หรือ SKS 3 มีปริมาณคาร์บอนมากแต่โครเมียมน้อย ใช้ทำแม่พิมพ์ตัดชิ้นงานที่มีความแม่นยำ แต่ทนการสึกหรอน้อยกว่าเหล็กแม่พิมพ์ และมีราคาถูกกว่า จึงเหมาะในการทำแม่พิมพ์คุณภาพปานกลาง

3. เหล็กแม่พิมพ์ (SKD) เช่น SKD 1 หรือ SKD 11 มีคุณสมบัติเหนือกว่าเหล็กเครื่องมือผสม (SKS) ในด้านความแข็ง ทนต่อการสึกหรอและการกระแทกได้ดี เหมาะสำหรับทำแม่พิมพ์ตัดวัสดุที่แข็งมากๆ เช่น เหล็กกล้าและสแตนเลส เป็นต้น สามารถทำแม่พิมพ์ตัด ดึงขึ้นรูป กดขึ้นรูป และแม่พิมพ์ดึงลวดได้ดี

4. เหล็กรอบสูงประเภทสัญญลักษณ์ SKH มีปริมาณธาตุต่างๆ ผสมมาก เช่น คาร์บอน โครเมียม ทังสเตน วาเนเดียม และโคบอลต์ เป็นต้น ทำการชุบแข็งได้ดีมากเมื่ออบชุบด้วยความร้อนอย่างเหมาะสม ทนต่อการสึกหรอสูงและมีคุณสมบัติอื่นๆ ตามต้องการ แต่เนื่องจากมีราคาแพง จึงมักใช้ทำพั้นช์ และดายขนาดเล็ก สำหรับเจาะรูขนาดเล็กบนเหล็กแผ่นหนาเป็นเหล็กชนิด ที่คงความแข็งและทนการสึกหรอได้ที่อุณหภูมิสูง จึงนิยมใช้ทำแม่พิมพ์ซึ่งใช้งานที่อุณหภูมิสูง

เหล็กกล้าสำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปร้อน ใช้ในงานทุบขึ้นรูป ทุบแบน กดรีด หล่ออัด และงานอื่นๆ ซึ่งต้องการเหล็กทำแม่พิมพ์ที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่อุณหภูมิสูง ซึ่งต้องมีความแข็งและเหนียวมาก ทนการสึกหรอและทนความร้อนได้ดีเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูง คงความแข็งได้ที่อุณหภูมิสูง สามารถชุบแข็งได้ดีและง่ายต่อการอบชุบด้วยความร้อน การเสียรูปเนื่องจากการอบชุบด้วยความร้อนน้อยที่สุด ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี นำความร้อนได้ดี ตัดปาดผิวได้ง่าย สิ่งสำคัญคือต้องมีความแข็ง ทนการสึกหรอและความเหนียวเช่นเดียวกับเหล็กทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปเย็นนอกจากนี้การใช้งานที่อุณหภูมิสูงจะต้องทนความล้าจากความร้อน เนื่องจากได้รับความร้อนและความเย็นสลับกัน และทนต่อการกระแทกกับชิ้นงานที่ร้อน คุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีขึ้นรูปชิ้นงาน เหล็กกล้าสำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปร้อน เช่น

SKD.4	และ SKD.5	ซึ่งมีปริมาณทังสเตนสูง
SKD.6	และ SKD.61	มีปริมาณโครเมียม 5 %
SKT.2	และ SKT.5	ใช้ทำแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูป

นอกจากประเภทต่างๆที่กล่าวมาแล้ว ยังสามารถใช้เหล็กประเภท SKS.2 และ SKS.4 กับงานขึ้นรูปร้อนได้ด้วย

เหล็กหล่อ

เป็นวัสดุพื้นฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมและมีคุณสมบัติต่างๆ ตามต้องการ เช่น ความแข็ง ความแข็งแรง ตัดปาดผิวง่าย หล่อขึ้นรูปง่ายและมีผิวลื่นเป็นต้น เหล็กหล่อทนต่อแรงดันได้ดี และสามารถขึ้นรูปที่ซับซ้อนได้โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำ มักใช้ทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปขนาดใหญ่ซึ่งมีแรงดันที่ผิวต่ำ เช่น เหล็กหล่อเทา (gray cast iron) ประเภท FC.25 เป็นเหล็กหล่อเทาที่ใช้กันทั่วไป ถ้าต้องการแม่พิมพ์ที่มีความแข็งแรงสูงต้องใช้เหล็กหล่อผสม(alloy cast iron) หรือเหล็กหล่อกราไฟต์

กลุ่มโลหะอื่นๆที่ไม่ใช่เหล็ก

เนื่องจากแม่พิมพ์ที่เป็นเหล็กเมื่ออัดขึ้นรูป ทำให้เหล็กติดหรือขูดผิวแม่พิมพ์ได้ง่ายทำให้การขึ้นรูปมีปัญหาและแม่พิมพ์เสียหายง่าย จึงแก้ปัญหาโดยใช้แม่พิมพ์ที่ทำจากวัสดุอื่น ที่มีผิวลื่นเช่น โลหะผสมของทองแดงกับอะลูมิเนียมใช้ทำแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปได้ดีลดแรงที่แม่พิมพ์ต้องรับความร้อนจากการเสียดสีและทน ต่อแรงอัดได้ดีโลหะผสมที่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบหลักและมีอะลูมิเนียมร้อยละ 14.5 เหล็กร้อยละ 5 ผสมกับธาตุอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณรวมกันไม่เกินร้อยละ 1 โลหะผสมชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความเหนียวเหมือนโลหะทองแดง

ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cement carbide)

ทำด้วยเทคนิคการอัดขึ้นรูปผงโลหะของทังสเตนคาร์ไบด์และโคบอลต์ เป็นวัสดุที่แข็งที่สุดชนิดหนึ่ง มีความแข็งระหว่าง 8.5-9.0 ร็อคเวล (HRA) ทนการสึกหรอได้ดีกว่าวัสดุอื่นๆ แต่ทนแรงกระตุก (shock) ได้ต่ำ เหมาะสำหรับทำแม่พิมพ์ที่ผลิตชิ้นงานจำนวนมาก เช่น แม่พิมพ์เครื่องมือตัดโลหะคาร์ไบด์ที่ผสมโคบอลต์และมีความเหนียวใช้ทำแม่พิมพ์ที่ต้องทนทานการสึกหรอ ถ้ามีโคบอลต์ผสมอยู่ร้อยละ 20 จะใช้ทำแม่พิมพ์อัด แต่แม่พิมพ์ที่ทำจากคาร์ไบด์มีความแข็งมากจึงต้องตัดปาดผิวด้วยเพชร

Ferro-Tic

เป็นวัสดุชนิดใหม่ที่พัฒนาขึ้นครั้งแรกในอเมริกาเพื่อแทนที่คาร์ไบด์ซึ่งตัดปาดผิวได้ยาก เป็นส่วนผสมของเหล็กเครื่องมือผสม (SKS) เหล็กแม่พิมพ์ (SKD) และ Tic ที่นำมาอัดโดยกรรมวิธีขึ้นรูปผงโลหะวัสดุชนิดนี้สามารถปาดผิวได้ง่ายเช่นเดียวกับเหล็กแม่พิมพ์เมื่อชุบแข็งจะมีความแข็งและเหนียวเท่ากับคาร์ไบด์

สังกะสีผสม (Zinc alloy)

เป็นโลหะผสมของสังกะสีบริสุทธิ์ (99.99%) กับอะลูมิเนียมร้อยละ 4 และทองแดงร้อยละ 3 มีคุณสมบัติคล้าย mild steel และอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ คือ 380 องศาเซลเซียส จึงหล่อเป็นแม่พิมพ์ได้ง่าย โดยใช้แบบหล่อทราย ปูนปลาสเตอร์ หรือโลหะ เมื่อไม่ต้องการใช้งานแม่พิมพ์นั้นก็สามารถหลอมนำ

กลับมาใช้ใหม่ได้อีก ใช้ทำแม่พิมพ์ตัด ดัด ดึง ขึ้นรูปโลหะแผ่น แม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติก แต่เป็นแม่พิมพ์ที่สามารถผลิตชิ้นงานจำนวนน้อย หรือ ใช้ทำแม่พิมพ์เพื่อการทดลองงาน

โลหะผสมจุดหลอมเหลวต่ำ

เป็นโลหะผสมของตะกั่วกับบิสมัทร้อยละ 45 ดีบุกร้อยละ 14.5 และพลวงร้อยละ 9 เป็นโลหะผสมที่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าสังกะสีผสม มีช่วงอุณหภูมิหลอมเหลวระหว่าง 70-240 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะสำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นรูป เนื่องจากมีราคาแพง และจะขยายตัวเมื่อกลายเป็นของแข็ง จึงเหมาะสำหรับใช้เติมช่องว่างเพื่อจับยึด พั้นช์ บุช และชิ้นส่วนอื่น ๆ ของ แม่พิมพ์

โลหะผสมเบริลเลียม-ทองแดง

เป็นโลหะผสมของทองแดงที่มีเบริลเลียม ร้อยละ 0.5-3.0 และโคบอลต์อีกเล็กน้อย เมื่ออบชุบด้วยความร้อนแล้วจะมีความแข็ง ยืดหยุ่น ทนการสึกหรอ และทนความล้า มักใช้ทำแม่พิมพ์ขึ้นรูปพลาสติก

Stellite

เป็นโลหะผสมของโคบอลต์ กับ โครเมียม ทังสเตน คาร์บอน และเหล็ก ไม่เกินร้อยละ 3 มีความแข็ง ทนการสึกหรอและการกัดกร่อนได้ดี ไม่อ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง ใช้ทำส่วนของแม่พิมพ์ที่ผิวต้องทนต่อการสึกหรอสูง ทำให้ยืดอายุการใช้งานได้

อโลหะ

พลาสติก แม่พิมพ์ที่ทำจากพลาสติกจะมีความแข็งแรงและทนทานน้อยกว่าแม่พิมพ์โลหะ มักใช้กับงานที่ผลิตจำนวนน้อยและใช้งานระยะสั้น หรือทำแม่พิมพ์ทดลองงานพลาสติกชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ อีพอกซีเรซิน (epoxy resin) เพราะใช้งานได้ดี อาจผสมใยแก้ว หรือผงโลหะลงในพลาสติก เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรง

ยางและโพลิยูรีเทน (Polyurethane) ยางมีความยืดหยุ่นและอ่อนตัวจึงเหมาะสำหรับใช้ทำพั้นช์และดายที่รับแรงน้อยสำหรับผลิตชิ้นงานจำนวนน้อย เพราะทำแม่พิมพ์ง่ายปัจจุบันนิยมใช้โพลิยูรีเทนแทนยาง โพลิยูรีเทนเป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างยางกับพลาสติก มักจะใช้ทำแม่พิมพ์ดัด เพราะมีความยืดหยุ่นและทนการสึกหรอได้ดี

วัสดุอื่นๆ เช่น ปลาสเตอร์ ไม้คอนกรีต เป็นต้น มักใช้ทำแม่พิมพ์บางประเภทเฉพาะงานที่ต้องการ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมที่ใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูปชิ้นงานโลหะแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภทได้แก่

1. อุตสาหกรรมที่ดำเนินการผลิตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งต้องการความเที่ยงตรงสูงและผลิตในปริมาณมาก ๆ เช่น การผลิตหลีดเฟรม (lead frame) ของไอซี (IC) หรือขั้วต่อไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งต้องเลือกใช้โลหะเจือที่แข็ง เป็นพิเศษเช่น โลหะเจือประเภท KF_2 เป็นเหล็กเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใหม่มีความทนทานการขัดสีเช่นเดียวกับเหล็กกล้า ซึ่งมีความแข็งสูงพิเศษและมีความแกร่งสูงเช่นเดียวกับเหล็กรอบสูง โลหะเจือชนิดนี้เป็นโลหะผสมของเหล็กกับคาร์บอนซึ่งมีปริมาณสูงสุดไม่เกินร้อยละ 9 และวาเนเดียมสูงสุดไม่เกินร้อยละ 38 หรือจะใช้โลหะผงอัดขึ้นรูปพวกคาร์ไบด์ (carbide) เช่น ซีเมนต์คาร์ไบด์ หรือทังสเตนคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นวัสดุที่แข็งที่สุดชนิดหนึ่ง ใช้เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ ถึงแม้ราคาจะสูงแต่มีความทนทานใช้งานได้นาน ไม่สึกหรอง่าย

2. อุตสาหกรรมซึ่งผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆหลายๆ ประเภท ที่มีปริมาณการผลิตไม่มากนัก และต้องเปลี่ยนแปลง รูปแบบของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของตลาด เช่น การผลิต พื้นรองเท้า อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ในครัวเรือน อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ประจำวัน หรือทำแม่พิมพ์ที่ทำขึ้นเพื่อการทดลองงาน การอัดขึ้นรูปชิ้นงานทั่วไป ซึ่งจำเป็นต้องลดต้นทุน การทำแม่พิมพ์ให้มีราคาถูกเพื่อการแข่งขันด้านราคาของผลิตภัณฑ์ จึงต้องใช้แม่พิมพ์ที่ทำจากเหล็กกล้า เช่น เหล็กกล้าประเภท SK, SKS, SKB หรือเหล็กกล้าพรีฮาร์เดน (pre-hardened) แม่ พิมพ์ประเภทนี้ไม่ทนทานเหมือนประเภทแรก แต่มีราคาถูกกว่า

คุณสมบัติที่สำคัญของวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ คือ ต้องมีความแข็งและทนการสึกหรอ ควรมีความเหนียวพอสมควร ทำให้ตัดปาดผิวหรือขึ้นรูปได้ง่าย คุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่เติมลงไปในวัสดุที่จะใช้ทำแม่พิมพ์ การเลือกเหล็กกล้าทำแม่พิมพ์ต้องมีความรู้เรื่องคุณสมบัติของธาตุต่าง ๆ ที่เติมลงไปและผลที่จะเกิดขึ้นด้วย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1.คาร์บอน (C) มีผลต่อคุณสมบัติของเหล็กทั้งทางกายภาพและเชิงกล ทำให้ความต้านแรงดึงเพิ่มขึ้น ความแข็งเพิ่มขึ้นแต่เชื่อมได้ยากขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอน

2. โครเมียม (Cr) ช่วยเพิ่มความต้านแรงดึง และความแข็งขณะที่ความเหนียว และการทนแรงกระแทกจะลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณโครเมียมมากขึ้นทำให้ความสามารถในการชุบแข็ง และความต้านทานการสึกหรอจะเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าใช้ร่วมกับการเพิ่มปริมาณทังสเตนจะทำให้เกิดผลดีมากขึ้น

3. ทังสเตน (W) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับโครเมียมเมื่อเพิ่มในปริมาณน้อย ถ้าเพิ่มในปริมาณมากทำให้เกิดคาร์ไบด์ซึ่งแข็งจึงช่วยคงความแข็ง ความต้านทานการสึกหรอ และความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูงได้ดี

4. นิกเกิล (Ni) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความแข็ง ความต้านแรงกระแทก และความสามารถในการชุบแข็งได้ดี โดยไม่ได้ลดความเหนียวของเหล็กลง แต่มักผสมร่วมกับโครเมียมและโมลิบดีนัม เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้เนื้อเหล็ก

5. โมลิบดีนัม (Mo) มีคุณสมบัติคล้ายกับทังสเตน แต่ให้ผลมากกว่าเป็นสองเท่า ช่วยเพิ่มความสามารถ และความลึกในการชุบแข็ง ความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง และความแข็งจากการอบด้วยความร้อนได้เช่นเดียวกับโครเมียม

6. วาเนเดียม (V) ช่วยให้เม็ดเกรนมีความละเอียดและแน่น เพิ่มความสามารถในการชุบแข็งและความแข็งเมื่อได้รับความร้อน ถ้าใช้ร่วมกับโครเมียมหรือ โครเมียม ทังสเตน ทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้น

7. โคบอลต์ (Co) ทำให้มีความแข็ง และความต้านทานที่อุณหภูมิสูง เมื่อใช้ร่วมกับโครเมียม ทังสเตน โมลิบดีนัม

8. แมงกานีส (Mn) ช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็งและความต้านทานการสึกหรอ และลดการเสียรูปในระหว่างการอบชุบด้วยความร้อน และยังป้องกันความเปราะเนื่องจากธาตุซัลเฟอร์ที่ผสมอยู่ด้วย

โดยสรุปจะเห็นได้ว่าการเลือกวัสดุมาทำแม่พิมพ์นั้น ต้องพิจารณาให้รอบคอบและเหมาะสม โดยต้องพิจารณาถึงปริมาณการผลิตต้นทุนการผลิต ความทนทานของแม่พิมพ์ กรรมวิธีในการผลิตความแม่นยำของผลิตภัณฑ์และอื่นๆที่จะช่วยให้ชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ ที่ทำจากแม่พิมพ์นั้นๆ มีคุณภาพดีและเหมาะสมตามความต้องการทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

Japanese Standards Association. Alloy tool steels JIS G 4404. 1983.

_____ . Carbon tool steels JIS G 440. 1983.

_____ . High speed tool steels JIS G 4403.

ชาญ ถนัดงานและคณะ. คู่มือการออกแบบ และสร้างแม่พิมพ์ขนาดเล็ก. กรุงเทพฯ : มูลนิธิเพื่อสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล และโลหะการ , 2539. หน้า 1 - 21.

_____ . คู่มือการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ราคาถูกสำหรับงานเพรส. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ : บริษัทสามัคคีสาร (ดอกหญ้า) จำกัด, 2539. หน้า 1 -16 .

วิจิตร พงษ์บัณฑิต. เทคโนโลยีการหล่อโลหะ (Metal casting technology). 2542 . พฤศจิกายน, 5-6 กรุงเทพ : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติกรุงเทพ ฯ (ไบเทค). หน้า 54 -74 .

วิวัฒน์ ตันติขจรโกศล. วัสดุแม่พิมพ์. วารสารแม่พิมพ์, ตุลาคม - ธันวาคม. 2536, ปีที่ 5, ฉบับที่ 20, หน้า 17 - 28.

การสืบค้นสูตรผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิต

สุวศรี เตชะภาส

จากปัญหาเศรษฐกิจเมื่อปี 2541 ซึ่งส่งผลต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน มีหน่วยงานภาคเอกชนมากมายที่ต้องปิดตัวลง ส่วนที่เหลืออยู่จำต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด โดยการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เช่น การลดขนาดขององค์กร การยุบหน่วยงานที่ซ้ำซ้อนหรือไม่จำเป็น การปลดพนักงานออก ไม่ใช่เฉพาะภาคเอกชนเท่านั้น ภาครัฐก็มีการลดอัตรากำลังเช่นกัน อาทิโครงการเกษียณอายุก่อนกำหนด การยกเลิกตำแหน่งที่มีผู้ลาออก ตลอดจนการไม่รับบุคลากรใหม่ ส่งผลกระทบให้ผู้ที่จบการศึกษาใหม่หางานทำได้ยากขึ้น ปัญหาที่ตามมาก็คือ การว่างงานเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามทางเลือกที่น่าสนใจประการหนึ่งสำหรับผู้ไม่มีนายจ้างคือ การออกมาประกอบอาชีพอิสระ เช่น การทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือนและในชีวิตประจำวันจำหน่ายผลิตภัณฑ์หลายชนิดมีวิธีทำไม่ซับซ้อน ใช้เงินลงทุนน้อย เช่น สบู่ แชมพู ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด น้ำยาล้างพื้น น้ำยาล้างจาน เป็นต้นซึ่งในการที่จะเริ่มต้นผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้จำหน่ายมัก จะมีคำถามคือจะหาสูตรผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้จากที่ไหนและจะเริ่มต้นผลิตได้อย่างไรคำตอบของคำถามแรกนั้น มีวิธีการค้นหาสูตรผลิตภัณฑ์ได้ 2 ทาง คือ

1. มีผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ต้องการผลิตอยู่แล้ว สามารถนำเข้าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ส่วนผสมว่ามีสารใดบ้างและมีปริมาณเท่าใด แล้วนำสูตรที่ได้ไปทดลองผลิตต่อไป

2. การค้นหาสูตรผลิตภัณฑ์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ วารสาร เอกสารสิทธิบัตร อินเตอร์เน็ต(Internet) เป็นต้น

การเริ่มต้นผลิตนั้น เมื่อค้นหาสูตรที่ต้องการได้แล้ว จึงนำมาเริ่มต้นผลิต โดยควรดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.สรุปสูตรที่ได้และคัดเลือกสูตรที่มีความเป็นไปได้ในการผลิต เช่น วัตถุดิบ เป็นสารเคมีที่หาซื้อได้ไม่ยาก ไม่ต้องสั่งซื้อโดยตรงจากต่างประเทศ อาจคัดเลือกมากกว่า 1 สูตรก็ได้

2. ทดลองสูตร เป็นการนำสูตรที่สรุปได้จากข้อแรกมาทดลองผลิตในปริมาณน้อย ๆ ก่อน (small scale) เพื่อดูคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่าตรงความต้องการที่กำหนดไว้หรือไม่อาจมีการนำไปทดลองตลาดให้ลูกค้าใช้ แล้วเก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงคัดเลือกสูตรและวิธีการผลิตที่ดีมีคุณภาพ

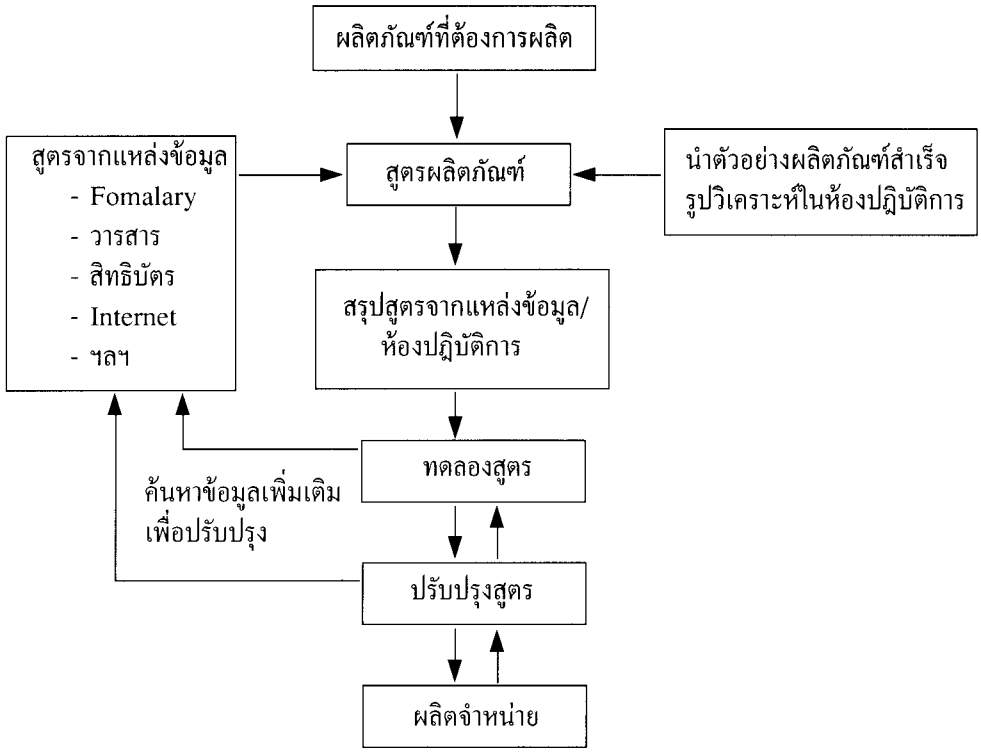
3. ปรับปรุงสูตร โดยการนำสูตรจากข้อ 2 และข้อมูลจากการทดลองใช้มาปรับปรุงสูตรให้ดีขึ้นรวมทั้งปรับปรุงสูตรจากการผลิตจำนวนน้อยเป็นผลิตจำนวนมากขึ้นเพื่อจำหน่าย

4. ผลิตจำหน่าย โดยการนำสูตรที่ปรับปรุงแล้วผลิตจำหน่าย

ในขั้นตอนของการปรับปรุงสูตรนั้นเมื่อปรับปรุงแล้วอาจย้อนกลับไปทดลองสูตรอีกก็ได้ หรือในขั้นของการทดลองสูตรเมื่อได้ข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาแล้วอาจย้อนกลับไปค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลใหม่อีกก็ได้ จนกว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการและสามารถนำไปผลิตจำหน่ายได้จริง

สำหรับสูตรผลิตภัณฑ์ซึ่งมีส่วนผสมเป็นสารเคมีแต่ใช้ชื่อทางการค้า สามารถสืบค้นชื่อทางเคมีได้จากเอกสารประเภทพจนานุกรมที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อทางการค้าชื่อสารเคมีและ/หรือ

สรุปแนวทางการเริ่มผลิต



บริษัทที่ผลิต เนื่องจากในสูตรผลิตภัณฑ์บางสูตรโดยเฉพาะสูตรใหม่ ๆ มักจะให้ส่วนประกอบที่เป็นชื่อทางการค้า ซึ่งต้องซื้อกับบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หากบริษัทนั้นไม่มีตัวแทนจำหน่ายในเมืองไทย หรือไม่มีบริษัทนำเข้ามาจำหน่าย ทำให้ยากต่อการจัดหาสารนั้น เป็นเหตุให้ต้นทุนแพงขึ้นโดยใช่เหตุ ดังนั้นหากสามารถสืบค้นได้ว่า สารที่มีชื่อทางการค้านี้เป็นสารเคมีตัวใด ทำให้หาสารเคมีตัวเดียวกันแต่มีชื่อการค้าอื่น ๆ มาใช้แทนได้ อนึ่งสารเคมีตัวหนึ่งสามารถมีชื่อทางการค้าได้หลายชื่อแล้วแต่บริษัทที่ผลิต จากตัวอย่างสูตรน้ำยาล้างจานใน Chemical Formulary มีสาร MONAMINE 779 เป็นชื่อทางการค้า เมื่อนำไปเปิดพจนานุกรมที่ให้ชื่อทางเคมีของสารที่มีชื่อทางการค้า ได้ว่าคือ DEA-laureth sulfate หรือสาร MONAMID S คือ Stearamide MEA และชื่อที่อยู่ใน [Mona] คือ ชื่อบริษัทผู้ผลิต ซึ่งในภาคผนวกท้ายเล่มมีรายชื่อบริษัทผู้ผลิตพร้อมที่อยู่ เรียงตามลำดับอักษร (บริษัท Mona Industries, Inc.)

ตัวอย่างการค้นชื่อทางเคมีจากชื่อทางการค้าของสาร

ชื่อทางการค้า ▶

Monamid® R31-42. [Mona] Lauramide DEA, propylene glycol
* **Monamid® S.** [Mona] Stearamide MEA
Monamilk. [Argeville] DEA cetyl phosphate, oleyl alcohol, isopropyl myristate, PEG-2 stearate
* **Monamine 779.** [Mona] DEA-laureth sulfate
Monamine AA-100. [Mona] Cocamide DEA, diethanolamine

ชื่อบริษัทผู้ผลิต ▼

Mobil Chemical Co./Films Div., 1150 Pittsford-Victor Rd., Pittsford, NY 14534 (Tel.: 800-654-3436 (NY); 800-828-6381)
Mobil Chemical Co./Polystyrene Business Group, Rt. 27 & Vinyard Rd., Box 3029, Edison, NJ 08818-3029 (Tel.: 908-321-3500; 800-922-0380; FAX 908-321-3501)
* **Mona Industries Inc.**, PO Box 425, 76 E. 24th St., Paterson, NJ 07544 (Tel.: 201-345-8220)
Monmouth Plastics, Inc., Box 921, 814 Asbury Ave., Asbury Park, NJ 07712 (Tel.: 201-775-5100; 800-526-2820; FAX 201-775-9068)

แหล่งข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์

1. เอกสารประเภท Formularies เป็นหนังสือที่ให้ข้อมูลส่วนผสม ปริมาณหรือวิธีการผลิต สำหรับสูตรผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสูตรที่ใช้ผลิตจริงมาแล้ว จัดทำโดยหน่วยงานหรือผู้ที่คลุกคลีในวงการเคมี เช่น บริษัทจำหน่ายสารเคมี สมาคมทางเคมี เป็นต้น เนื่องจากหนังสือประเภทนี้ไม่ให้เทคนิคการผลิตอันเกิดจากความชำนาญ แม้ใช้ส่วนผสมเดียวกันในปริมาณเท่ากันแต่ในการผลิตแต่ละครั้งก็อาจให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมือนกันทุกครั้ง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงควรทดลองผลิตจนได้สูตรและวิธีการผลิตที่ใช้ได้จริงก่อนเริ่มผลิตเพื่อจำหน่าย การสืบค้นเอกสารประเภทนี้สามารถสืบค้นจากดัชนีท้ายเล่ม โยงไปยังหน้าที่มีสูตรที่ต้องการ ตัวอย่างเอกสารประเภท Formularies เช่น "The Chemical Formulary : a condensed collection of valuable, timely, practical formulae for making thousand of products in all fields of industry" โดย H. Bennett ซึ่งเป็นหนังสือชุดมีหลายเล่ม และปัจจุบันยังมีเล่มใหม่ออกมาเรื่อย ๆ ให้ข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กรณีที่ในสูตรเป็นชื่อทางการค้า ยังให้ชื่อบริษัทที่ผลิตหรือจำหน่ายสารตัวนั้น พร้อมที่อยู่ของบริษัทดังกล่าวในภาคผนวกท้ายเล่มด้วย การสืบค้นสามารถสืบค้นได้จากทั้งดัชนีท้ายเล่มแต่ละเล่ม และดัชนีรวมเล่มที่ 1-15 ส่วนเล่มที่ 16 ขึ้นไปต้องใช้ดัชนีท้ายเล่ม เช่น ต้องการสืบค้นสูตรน้ำยาล้างจาน เปิดดัชนีพบคำว่า "Dishwash, Household, 158-161" ตัวเลขที่เห็น คือ เลขหน้าของสูตรน้ำยาล้างจาน จากสูตรน้ำยาล้างจาน # 2 (Liquid Hand) มีสารชื่อ MONAMINE 779 ซึ่งเป็นชื่อทางการค้า สามารถค้นชื่อบริษัทผู้ผลิตจากภาคผนวกท้ายเล่มได้ โดยท้ายเล่มมีดัชนีชื่อทางการค้า (สารที่มีในตัวเล่ม) เรียงตามลำดับตัวอักษร หมายเลขที่เห็น (84) โยงไปชื่อบริษัทผู้ผลิตในภาคผนวกอีกทีหนึ่ง (84 คือ บริษัท Mona Industries Inc...Paterson, NJ.)

ตัวอย่างการค้นจาก Chemical Formulary

ดัชนี "Dishwash..." ▼

Dessert, Soft Serve, 52
Detergent Softener, 189
Developing Solution, 40
*Dishwash, Household, 158-161
Disinfectants, 17
Drawing Fluid, 180

สูตรน้ำยาล้างจาน ▶

Household Dishwash

#1
(Pearlescent)

MONAMINE	9.0
TERGITOL 15-S-9	11.0
MONAMID S	2.0
Water	78.0

Mix MONAMINE ALX-100S and Tergitol and heat to 90°C, then add MONAMID S and mix until MONAMID S is dissolved. Add water last. The pearlescence will develop on cooling to room temperature.

#2
(Liquid Hand)

	% By Weight	% Active
Water	75.0	-
Nonionic Ethoxylate (60.0% E.O.)	5.0	5.0
MONAMINE 779	20.0	20.0
	100.0	25.0

Add ingredients in order listed and mix with slow agitation. Adjust pH to 7 with phosphoric acid. Viscosity is approximately 400 cps.

ชื่อทางการค้า ▼

Monafax 057 84
Monalube 305 84
Monamate CPA-40 84
Monamid 716 84
*Monamine 779 84
Monamulse DL-1273 84

ชื่อบริษัทผู้ผลิต ▼

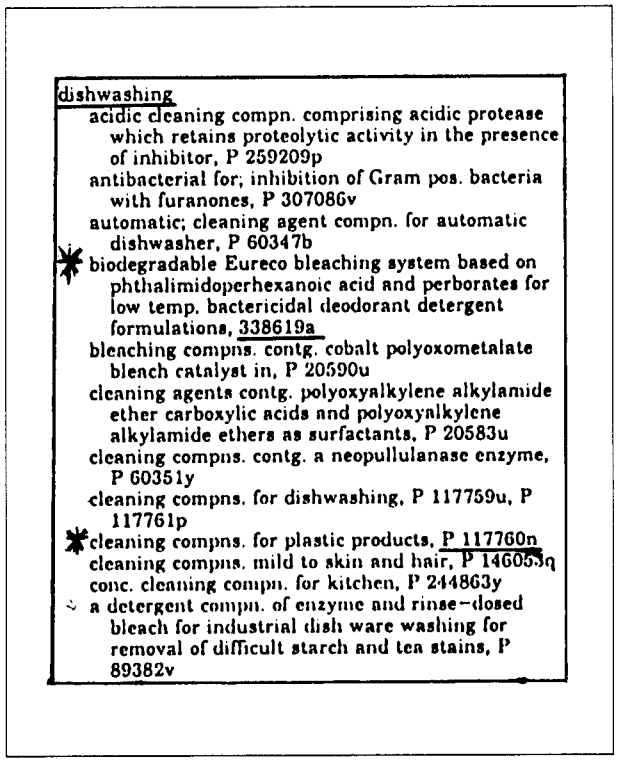
80 Lonza Inc ..... Fair Lawn, NJ
81 3M Co ..... Minneapolis, MN
82 Malmstrom Chemical Corp ..... Linden, NJ
83 McLaughlin, Gormley & King Co ..... White Plains, NY
*84 Mona Industries, Inc ..... Paterson, NJ
85 Morton Chemicals ..... Princeton, NJ
86 National Starch & Chemical corp ..... Gardena, Ca
87 National Starch & Chemical Corp ..... Bridgewater, NJ

2. เอกสารประเภทวารสารสาระสังเขป เป็นวารสารรวบรวมบทคัดย่องานวิจัยในสาขาวิชาเคมีและสาขาเคมีที่เกี่ยวข้องกับเคมี มีระยะเวลาออกแน่นอน และมีการจัดทำดัชนีเพื่อให้สืบค้นข้อมูลได้สะดวก สำหรับวารสารสาระสังเขปที่ใช้สืบค้นข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์คือ Chemical Abstracts จัดทำโดย Chemical Abstract Service เป็นวารสารรายสัปดาห์ มีดัชนีให้สืบค้นถึง 7 ประเภทในการสืบค้นสูตรผลิตภัณฑ์ใช้ดัชนีประเภท General Subject Index ได้เลขที่บทคัดย่อ (Abstract number) ซึ่งสามารถหาบทคัดย่อได้ภายในตัวเล่ม จากบทคัดย่อจะโยงไปสู่เอกสารฉบับเต็ม (Full text) ซึ่งมีหลายประเภท เช่น วารสาร เอกสารสิทธิบัตร ข้อมูลที่ได้จากเอกสารประเภทนี้มีทั้งข้อมูลสูตรโดยตรง และข้อมูลเฉพาะทางเทคนิค เพื่อปรับปรุงแก้ปัญหา หรือเพิ่มประสิทธิภาพเฉพาะบางอย่างด้วย เช่น บทคัดย่อจาก Chemical Abstracts Vol. 131 เลขที่ 338619a ให้ข้อมูล Bleaching agent ที่ใช้ในสูตรน้ำยาล้างจานซึ่งย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือบทคัดย่อจาก Chemical Abstracts Vol. 131 เลขที่ 117760a เป็นสูตรน้ำยาล้างจานสำหรับภาชนะพลาสติก เป็นต้น

3. เอกสารประเภทสิทธิบัตร (Patents) คือเอกสารที่แสดง "เอกสิทธิ์" ซึ่งรัฐให้แก่ผู้ขอรับความคุ้มครองการทำ การใช้และขายสิ่งประดิษฐ์ ในช่วงระยะเวลาหนึ่งตามกฎหมายสิทธิบัตรกำหนด โดยเปิดเผยรายละเอียดของการประดิษฐ์ให้ทราบในเอกสารสิทธิบัตร เป็นแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยีที่สำคัญ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์ การวิจัยและพัฒนาการผลิตและผลิตภัณฑ์ การแก้ไขปัญหาทางเทคนิค

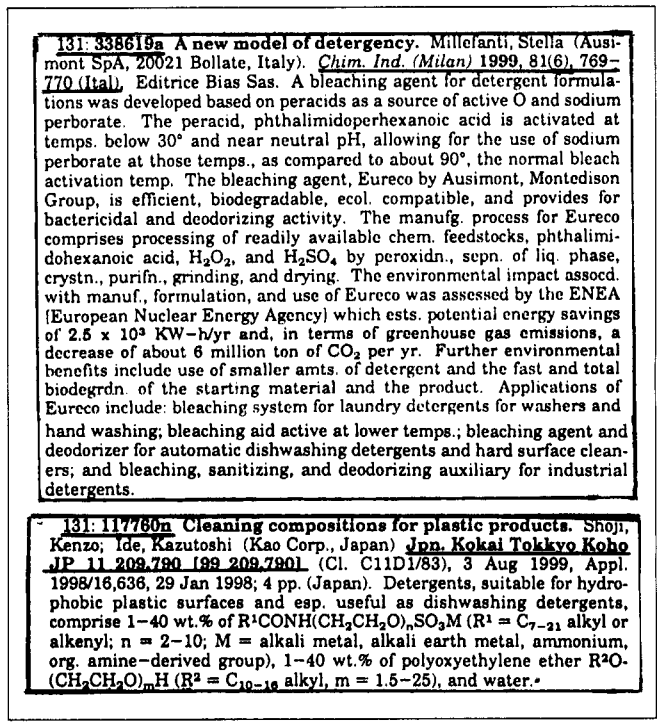
ตัวอย่างการค้นจาก Chemical Abstracts

ดัชนี "dishwashing" จาก
General Subject Index Vol. 131 ▼



dishwashing
- acidic cleaning compn. comprising acidic protease which retains proteolytic activity in the presence of inhibitor, P 259209p
- antibacterial for; inhibition of Gram pos. bacteria with furanones, P 307086v
- automatic; cleaning agent compn. for automatic dishwasher, P 60347b
- biodegradable Eureco bleaching system based on phthalimidoperhexanoic acid and perborates for low temp. bactericidal deodorant detergent formulations, 338619a
- bleaching compns. contg. cobalt polyoxometalate bleach catalyst in, P 20590u
- cleaning agents contg. polyoxyalkylene alkylamide ether carboxylic acids and polyoxyalkylene alkylamide ethers as surfactants, P 20583u
- cleaning compns. contg. a neopullulanase enzyme, P 60351y
- cleaning compns. for dishwashing, P 117759u, P 117761p
- cleaning compns. for plastic products, P 117760n
- cleaning compns. mild to skin and hair, P 146053q
- conc. cleaning compn. for kitchen, P 244863y
- a detergent compn. of enzyme and rinse-dosed bleach for industrial dish ware washing for removal of difficult starch and tea stains, P 89382v

บทคัดย่อ
- Abstract No. 131 : 338691a เอกสารฉบับเต็มเป็นวารสาร (Chim. Ind....)
- Abstract No. 131 : 11760n เอกสารฉบับเต็มเป็นสิทธิบัตรของญี่ปุ่น (JP 11 209,790)



131: 338619a **A new model of detergency.** Millefanti, Stella (Ausimont SpA, 20021 Bollate, Italy). *Chim. Ind. (Milan)* 1999, 81(6), 769–770 (Ital), Editrice Bias Sas. A bleaching agent for detergent formulations was developed based on peracids as a source of active O and sodium perborate. The peracid, phthalimidoperhexanoic acid is activated at temps. below 30° and near neutral pH, allowing for the use of sodium perborate at those temps., as compared to about 90°, the normal bleach activation temp. The bleaching agent, Eureco by Ausimont, Montedison Group, is efficient, biodegradable, ecol. compatible, and provides for bactericidal and deodorizing activity. The manufg. process for Eureco comprises processing of readily available chem. feedstocks, phthalimidohexanoic acid, H_2O_2, and H_2SO_4 by peroxidn., sepn. of liq. phase, crystn., purifn., grinding, and drying. The environmental impact assocd. with manuf., formulation, and use of Eureco was assessed by the ENEA (European Nuclear Energy Agency) which ests. potential energy savings of 2.5 x 10^3 KW-h/yr and, in terms of greenhouse gas emissions, a decrease of about 6 million ton of CO_2 per yr. Further environmental benefits include use of smaller amts. of detergent and the fast and total biodegrdn. of the starting material and the product. Applications of Eureco include: bleaching system for laundry detergents for washers and hand washing; bleaching aid active at lower temps.; bleaching agent and deodorizer for automatic dishwashing detergents and hard surface cleaners; and bleaching, sanitizing, and deodorizing auxiliary for industrial detergents.

131: 117760n **Cleaning compositions for plastic products.** Shoji, Kenzo; Ide, Kazutoshi (Kao Corp., Japan) **Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 11 209,790 [99 209,790]** (Cl. C11D1/83), 3 Aug 1999, Appl. 1998/16,636, 29 Jan 1998; 4 pp. (Japan). Detergents, suitable for hydrophobic plastic surfaces and esp. useful as dishwashing detergents, comprise 1–40 wt.% of $R^1CONH(CH_2CH_2O)_nSO_3M$ (R^1 = C_{7-21} alkyl or alkenyl; n = 2–10; M = alkali metal, alkali earth metal, ammonium, org. amine–derived group), 1–40 wt.% of polyoxyethylene ether $R^2O-(CH_2CH_2O)_mH$ (R^2 = C_{10-16} alkyl, m = 1.5–25), and water.

4. ข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

4.1 เอกสารประเภทวารสาร ในวารสารบางรายชื่อที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีและเครื่องสำอางมักจะมีคอลัมน์ที่ให้ข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์ เช่น วารสาร HAPPI (Household & Personal Products Industry) มีคอลัมน์ชื่อ Formulary ให้ข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ วารสารชื่อ Drug & Cosmetic Industry มีคอลัมน์ชื่อ the compounds supplier formulations ให้ข้อมูลสูตรผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างเอกสารสิทธิบัตรฉบับย่อจากสำนักงานสิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา (Official Gazette)

4,187,190
LOW PHOSPHATE CONTENT DISHWASHING DETERGENT
Robert L. McLaughlin, Wilmette, and Donald C. Wood, Des Plaines, both of Ill., assignors to DeSoto, Inc., Des Plaines, Ill.
Continuation-in-part of Ser. No. 737,588, Nov. 1, 1976, abandoned. This application Jan. 27, 1978, Ser. No. 872,761
Int. Cl.[2] C11D 7/56
U.S. Cl. 252—99 13 Claims

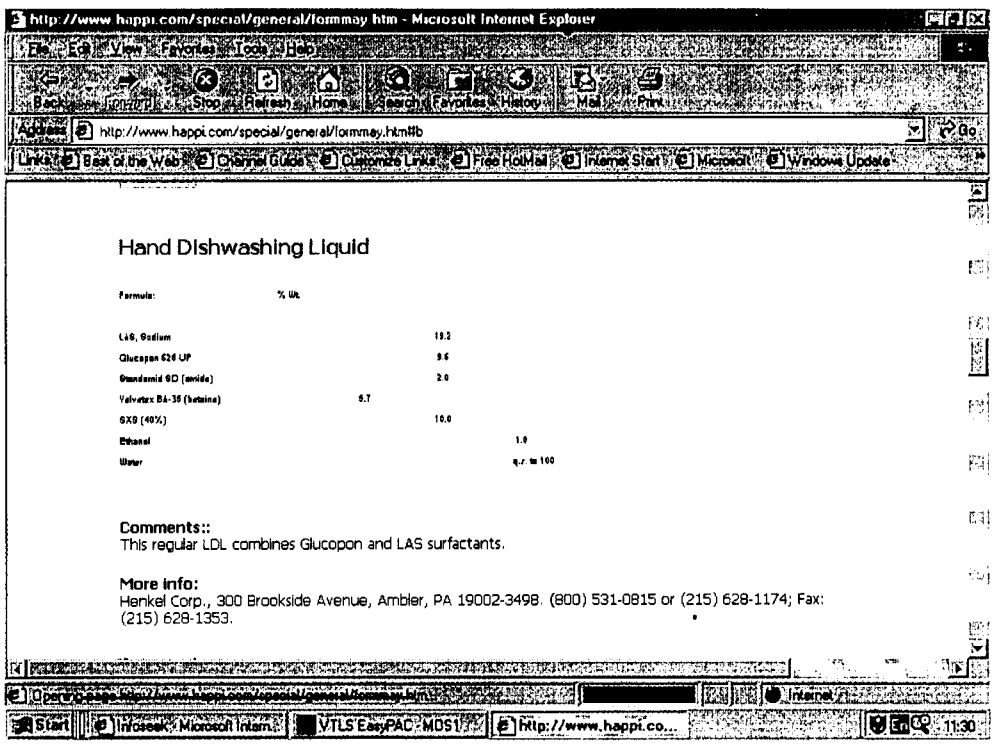
1. A dry powder, low-phosphate machine dishwashing composition which consists essentially of:
about 10 to about 20 weight percent of a phosphorus-containing compound selected from the group consisting of an alkali metal tripolyphosphate and an alkali metal hexametaphosphate;
at least 8 weight percent of carbonate compounds selected from the group consisting of alkali metal carbonate, bicarbonate or sesquicarbonate, providing a carbonate-to-phosphate weight ratio of about 0.8:1 to about 1.3:1;
a water-soluble alkali metal silicate powder in an amount providing at least about 2.8 weight percent of said composition of soluble SiO_2, the weight ratio of SiO_2/alkali metal oxide in said silicate powder being about 1.8:1 to about 2.6:1; and
at least about 1 up to about 10 weight percent of said composition of a water-soluble high-foaming nonionic surfactant which is an ethoxylated monohydric compound containing at least about 7 moles of ethylene oxide per mol of monohydric compound, and a foam reducing agent therefor.

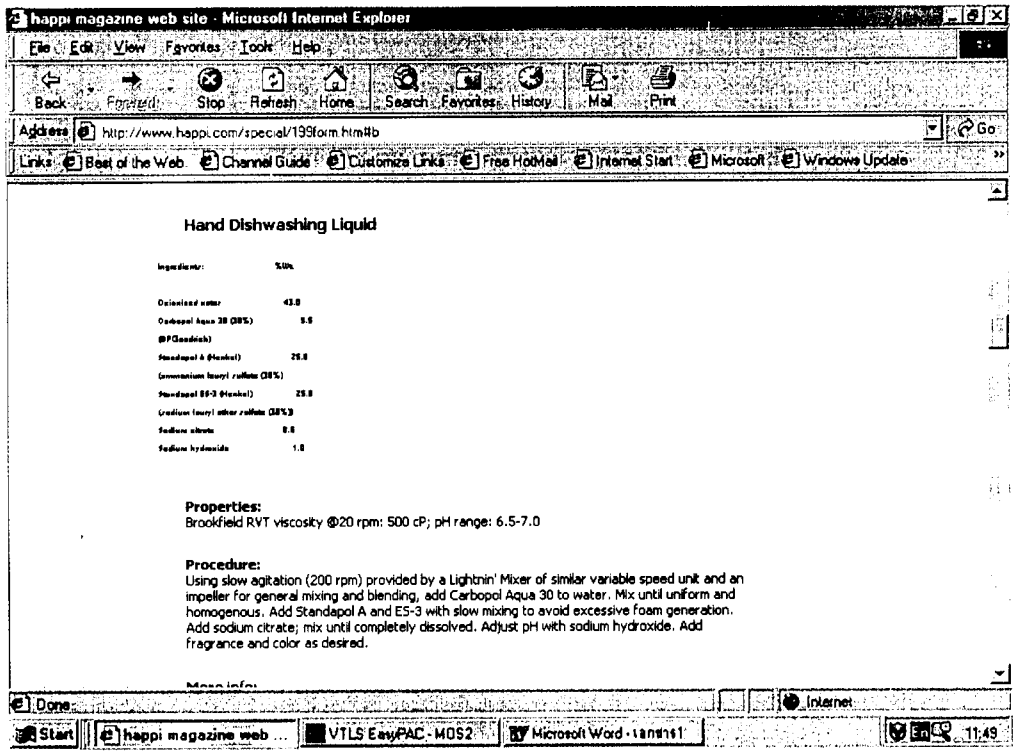
4.2 ข้อมูลจาก Internet อาจเป็นข้อมูลจากวารสาร On-line การสืบค้นสามารถเข้าไปที่หน้า homepage ของวารสารที่ทราบที่อยู่หรือค้นจาก Search engine ต่าง ๆ เช่น infoseek, hotbot.com, altavista, yahoo

ในการทำผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งต้องใช้ข้อมูลสนับสนุนกระบวนการเริ่มผลิต โดยเริ่มตั้งแต่สูตรที่ใช้ในการผลิต ข้อมูลทางทฤษฎีเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตเช่น ถ้าจะผลิตน้ำยาล้างจานก็ควรทราบว่าโดยทั่วไปน้ำยาล้างจานมีสารหลัก ๆ อะไรบ้าง ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ต้องใช้ จะหาซื้อได้ที่ไหน ข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนด (Specification)ของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และถึงจะผลิตผลิตภัณฑ์จำหน่ายแล้ว ยังต้องค้นคว้าข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนให้ดีขึ้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงแนวทางคร่าว ๆ ในการเริ่มต้นผลิตผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย ผู้สนใจควรศึกษาข้อมูลอื่น ๆ เพิ่ม

ตัวอย่างผลการสืบค้นสูตรผลิตภัณฑ์จาก Internet





เติมด้วย เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการติดฉลากผลิตภัณฑ์ การขอเครื่องหมายรับรอง เช่น มอก. อย. ตลอดจนจัดหาแหล่งเงินกู้ การตลาด เป็นต้น

สำหรับการสืบค้นข้อมูลจากเอกสารต่างๆนั้น กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นห้องสมุดทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของประเทศ ยินดีให้บริการและให้คำแนะนำในการสืบค้นข้อมูลดังกล่าว โดยเปิดให้บริการในวันและเวลาราชการ สนใจติดต่อสอบถามได้ที่กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร 2455271 หรือ http://www.dss.go.th/

เอกสารอ้างอิง

1. Ash, Michael and Ash, Irene. **The Thesaurus of chemical products.** 2nd ed. Vol. 2. London : Edward Arnold, 1992.
2. Bennett, H, ed. **The Chemical formulary : collection of commercial formulas for making thousands of products in many fields.** Vol. 31. New York : Chemical Publishing company, 1993.

1

1 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี องค์ผู้อำนวยการกองวิชาประวัติศาสตร์ ส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ทรงนำคณาจารย์และนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 5 ทัศนศึกษาผลงานด้านเซรามิกของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ไปร่วมจัดแสดงนิทรรศการภายในองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ จ. ปทุมธานี (26 ก.ค. 2543)

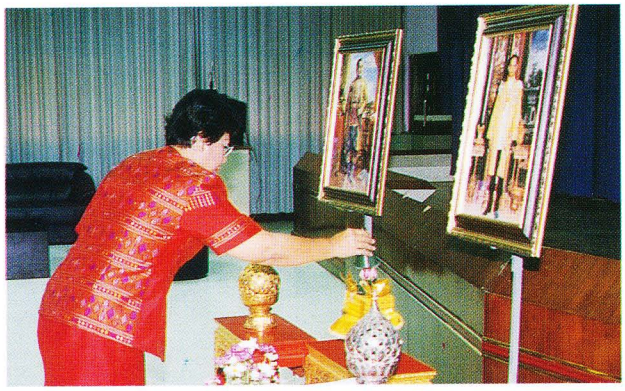
2

3

2 3 นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำคณะผู้บริหารวางพานประดับพุ่มดอกไม้ถวายราชสักการะพระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องในวันสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ บริเวณหน้าอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (18 ส.ค. 2543)

4

4 กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดพิธีไหว้ครูและมอบประกาศนียบัตรปีการศึกษา 2543 แก่นักศึกษาสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ โดยมีนางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธี (22 มิ.ย. 2543)



5

6

9

10

13

14

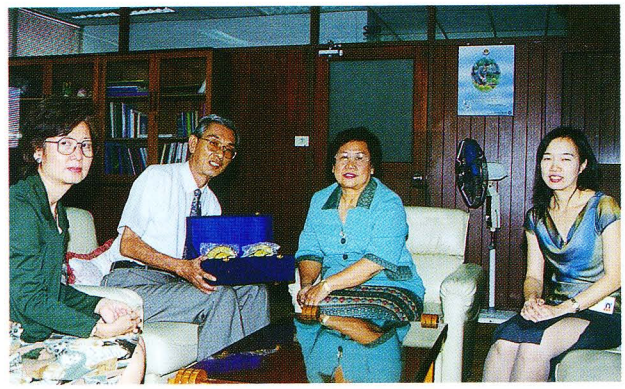
17

18

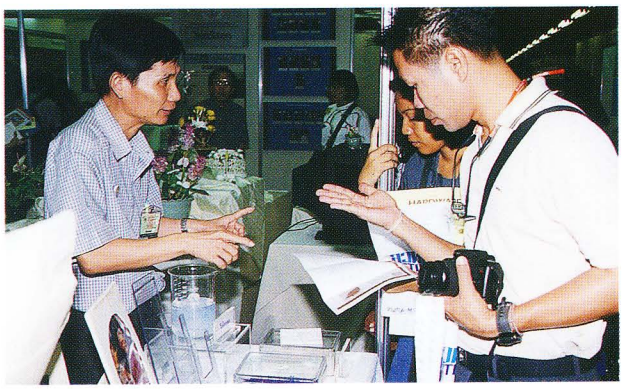
5 6 นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานนำข้าราชการทำพิธีกล่าวปณิธานของข้าราชการ เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542 (พิธีสมมงคล) ณ ห้องประชุมกรมวิทยาศาสตร์บริการ (30 พ.ค. 2543)

7 พระธรรมโกศาจารย์ (ท่านปัญญานันทภิกขุ) เจ้าอาวาสวัดชลประทานรังสฤษฎ์ แสดงธรรมแก่ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ เนื่องในวันสัปดาห์วิทยาศาสตร์ฯ (22 ส.ค.2543)

7



8



11

12

15

16

8 นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบของที่ระลึกให้แก่ Mr. Koichiro Maikawa ผู้เชี่ยวชาญด้าน Advanced Ceramic Fabrication ประเทศญี่ปุ่น

9 10 กองการวิจัยจัดการฝึกอบรมเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตเยื่อและกระดาษ ให้แก่หน่วยงานราชการและบริษัทเอกชนผู้สนใจ ณ โรงแรมปทุมวันปริ้นเซส (มาบุญครองเซ็นเตอร์) (28 ก.ค. 2543)

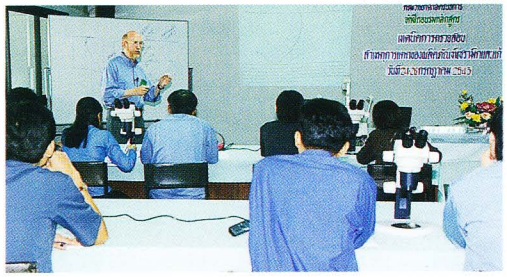
11 12 กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานเรื่อง ดอกไม้เซรามิก การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฝก การผลิตซิลิกาเจลเพื่อใช้เป็นสารดูดความชื้น ไปจัดแสดงนิทรรศการในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ปี 2543 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

13 คณะเจ้าหน้าที่จาก National Institute of Metrology of China, China State Bureau of Quanity and Technical Supervision เยี่ยมชมดูงานด้านเยื่อและกระดาษ กองการวิจัย

14 ดร.อัครเดช ชัยเพิ่ม อาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นวิทยากรในการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "การจัดตั้งกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นองค์การมหาชน" ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

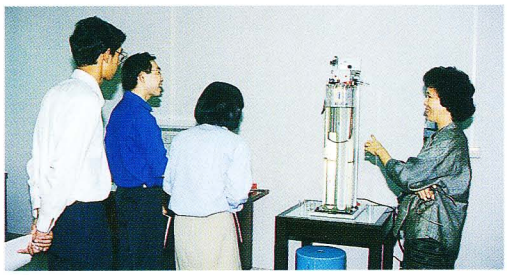
15 16 17 18 19 20 โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับกองต่าง ๆของกรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดฝึกอบรมหลักสูตรความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมี การสอบเทียบเครื่องชั่ง การสอบเทียบพีเอชมิเตอร์ การใช้วารสารสาระสังเขป Chimical Abstract : เทคนิคการค้นคว้า เทคนิคการตรวจสอบสาเหตุการแตกของผลิตภัณฑ์เซรามิกและแก้ว ให้แก่ ข้าราชการจากหน่วยงานและบริษัทเอกชนผู้สนใจ ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ

19



20

21



22

23

21 กองเคมีจัดบรรยายเรื่อง ข้อกำหนดในระบบคุณภาพกองเคมีตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แก่ข้าราชการและผู้สนใจ ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ

22 เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ นำนักวิจัยและนักวิชาการเยี่ยมชมเครื่องมือและงานบริการของกองฟิสิกส์และวิศวกรรม

23 ฝ่ายประชาสัมพันธ์ สำนักงานเลขานุการกรม จัดบรรยายรายการสนทนาประสา วศ.ครั้งที่ 65 เรื่อง พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารทางราชการ พ.ศ. 2540 แก่ข้าราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม อาคารตั้งฯ

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมเรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้เครื่องจุลทรรศอิเล็กตรอน (SME) การใช้เครื่องมือในการทดสอบกระดาษ การวัดดัชนีการต้านแรงดึงและวัดความทึบแสง วิชาปฏิบัติการอินทรีย์เคมีประยุกต์ เทคโนโลยีการผลิตเยื่อและกระดาษ แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ มหาวิทยาลัยศิลปากร มหาวิทยาลัยรามคำแหง บุคลากรทั้งภาครัฐและเอกชน

- อบรมเรื่องวิธีการตรวจสอบอาหารทางจุลชีววิทยา การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีทดสอบ การทำเผือกหอม การควบคุมคุณภาพภายนห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา Improving the Quality System in Microbiology Laboratories with ISO/IEC 17025

- โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ จัดฝึกอบรมเรื่องเครื่องจักสานเซรามิก ครั้งที่ 1 การสืบค้นสารนิเทศจาก Chemical Abstract รุ่นที่ 1, รุ่นที่ 2 การสอบเทียบเครื่องชั่ง รุ่นที่ 4 การสอบเทียบเครื่องพีเอชมิเตอร์ รุ่นที่ 1 เทคนิคการเป็นวิทยากร รุ่นที่ 2 เทคนิคการตรวจสอบสาเหตุการแตกของผลิตภัณฑ์เซรามิก เทคโนโลยีการผลิตเยื่อกระดาษ การใช้ GC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 4 การทำน้ำยาเคลือบสูตรต่างๆ ครั้งที่ 1 การเขียนคู่มือคุณภาพตาม ISO/IEC 17025 ลูกไม้เซรามิก ครั้งที่ 11 ดอกไม้เซรามิก ให้แก่นักวิทยาศาสตร์ บุคลากรจากหน่วยราชการและเอกชน

- อบรมเรื่องเทคนิคการเตรียมเคลือบและเอ็นโกบ กระบวนการผลิตเซรามิก ให้แก่ผู้สนใจและศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ. พระนครศรีอยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพแม่ตำ จ. ลำปาง ศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ. สกลนคร ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ จ. นราธิวาส

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

- นายชัยวุฒิ เลาเลิศ ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม และ น.ส. พจมาน ชำนาญทัศน์ นักวิทยาศาสตร์กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปประชุมเชิงปฏิบัติการ Annual Workshops and Symposium ณ ประเทศแคนาดา

- นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปร่วมประชุม International Annual Meeting and Exposition ครั้งที่ 114 ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา

- น.ส. อุดมลักษณ์ เวียนงาม บรรณารักษ์กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปฝึกอบรมหลักสูตร Intellectual Property for APEC Economics ด้วยทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ณ ประเทศญี่ปุ่น

การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร

ประทุม พุทธิวนิช

ศรีสุดา หร่มระฤก

พิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล

พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์

การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ (laboratory proficiency testing) ในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบความสามารถในการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory comparison)

การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ คือการจัดการ การดำเนินการ และการประเมินผลของการวิเคราะห์ทดสอบของห้องปฏิบัติการตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันหรือเหมือนกันภายใต้เงื่อนไขที่ได้ตกลงไว้ก่อนเพื่อ

1. ตรวจสอบความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบของแต่ละห้องปฏิบัติการ

2. ชี้บ่งปัญหาของห้องปฏิบัติการและก่อให้เกิดปฏิบัติการแก้ไข เช่น ความสามารถในการวิเคราะห์ของเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ทดสอบ หรือการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อความถูกต้องของผลวิเคราะห์ทดสอบ

3. แสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของวิธีวิเคราะห์ทดสอบใหม่ ๆ รวมถึงการเฝ้าระวังวิธีวิเคราะห์ใหม่ ๆที่เกิดขึ้นนั้น

4. แสดงความแตกต่างของความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

5. ตรวจสอบลักษณะเฉพาะตัวของวิธีวิเคราะห์ ที่รู้จักกันในนาม "collaborative trials"

6. กำหนดค่าของสารอ้างอิง (reference materials) และประเมินความเหมาะสมของวิธีวิเคราะห์ทดสอบ

จะเห็นว่าการทดสอบความชำนาญใช้เทคนิคการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการเพื่อวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบความสามารถของห้องปฏิบัติการอย่างไรก็ตามการทดสอบความชำนาญก็อาจให้ข้อมูลอื่น ๆด้วยดังที่กล่าวข้างต้น

ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญ เพื่อยกระดับคุณภาพโดยรวมของห้องปฏิบัติการสร้างความน่าเชื่อถือยอมรับซึ่งกันและกัน ตรวจสอบความต้องการของการจัดฝึกอบรม (training needs) ในหน่วยงานของตนและเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ เช่น ISO/IEC Guide 25 (ISO/IEC 17025), AOAC INTERNATIONAL Accreditation Criteria for Laboratory Performing Food Chemistry Testing, AOAC INTERNATIONAL Accreditation Criteria for Laboratory Performing Food Microbiology Testing

หน่วยงานที่จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทดสอบอาหารทั้งในประเทศและต่างประเทศมีหลายแห่ง เช่น

หน่วยงาน	ประเทศ	รายการวิเคราะห์
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 สถาบันวิจัยโภชนาการ	ไทย	จุลชีววิทยา
มหาวิทยาลัยมหิดล พุทธมณฑล 4 อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170	ไทย	- ส่วนประกอบของอาหาร เช่น ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า ใยอาหารทั้งหมด - วิตะมิน - แร่ธาตุ - ธาตุปริมาณน้อย - ฉลากโภชนาการ
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม 75/7 ถนนพระรามที่6 เขตราชเทวี กรุงเทพ 10400	ไทย	- ส่วนประกอบของอาหาร เช่น ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า - ภาชนะบรรจุอาหาร
PHLS (Public Health Laboratory Service) 61 Collindale Avenue, London NW9 5HT, UK	อังกฤษ	จุลชีววิทยา
Central Science Laboratory, FAPAS (Food Analysis Performance Assessment Scheme) Sand Hutton York, YO41 1LZ, UK Norwich Research Park, Colney, Norwich NR4 7UQ, UK	อังกฤษ	- ส่วนประกอบของอาหาร เช่น ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า กาก ใยอาหารทั้งหมด - อะฟลาทอกซิน - แร่ธาตุ - ธาตุปริมาณน้อย - ภาชนะบรรจุอาหาร
NATA (National Association of Testing Authorities) 7 Leeds Street, Rhodes, NSW 2138, Australia	ออสเตรเลีย	- กรดอะมิโน - กรดไขมัน - ส่วนประกอบของอาหาร - แร่ธาตุ - ธาตุปริมาณน้อย
Afisc (Australian Food Industry Science Centre) Private Bag 16, Sneydes Road, Werribee, VIC 3030, Australia	ออสเตรเลีย	- จุลชีววิทยา ส่วนประกอบของอาหาร
AOAC INTERNATIONAL 481 North Frederick Avenue, Suite 500, Gaithersberg, MD 20877-2417, USA	สหรัฐอเมริกา	- ฉลากโภชนาการ - จุลชีววิทยา

การจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ

หน่วยงานที่จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญต้องดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญ ซึ่งกำหนดไว้ในเอกสารต่าง ๆดังนี้

1. ISO/IEC Guide 43 - 1 : 1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons - Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes
2. ISO/IEC Guide 43 - 2 : 1997 Proficiency testing by interlaboratory comparisons - Part 2: Selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies
3. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories
4. ILAC-G13:2000 Guidelines for the Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Schemes
5. Guide to Proficiency Testing, National Association of Testing Authorities, Australia

การจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1. คณะบุคคลที่เป็นที่ปรึกษาด้านวิชาการ (technical advisor) นักสถิติ ผู้ประสานงาน (coordinator)
2. วัตถุประสงค์และขอบข่าย
3. รูปแบบของสถิติที่ใช้ในการประเมินผลห้องปฏิบัติการ
4. การจัดเตรียมตัวอย่าง/จัดหาตัวอย่าง
5. การทดสอบ homogeneity ของตัวอย่าง เพื่อให้แน่ใจว่าผลการวิเคราะห์ที่เบี่ยงเบนไปไม่ได้เกิดเนื่องจาก homogeneity ของตัวอย่าง
6. การจัดการตัวอย่าง
7. การดำเนินการด้านเอกสาร
   - คู่มือการปฏิบัติต่อตัวอย่างสำหรับผู้เข้าร่วมกิจกรรม (instruction to participants)
   - การจัดส่งตัวอย่าง
   - ข้อกำหนดหรือวิธีดำเนินงานสำหรับการวิเคราะห์ทดสอบ
   - การรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ
8. การวิเคราะห์ผล
9. รายงานของโปรแกรมทดสอบความชำนาญในเบื้องต้น (interim) และรายงานสรุปผลทั้งหมด
10. การประเมินผลความสามารถของห้องปฏิบัติการ
11. การจัดการกับข้อมูลย้อนกลับ (feed back) และปฏิบัติการแก้ไข
12. การรักษาความลับของผู้เข้าร่วมโปรแกรม
13. การบำรุงรักษาเครื่องประมวลผล
14. การเก็บรักษาบันทึก
15. ระยะเวลาในการจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ
16. ค่าใช้จ่ายของการเข้าร่วมโปรแกรม

รูปแบบสถิติที่ใช้ในการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการ

ผลที่เป็น outlier หรือ extreme resultsคือ ผลที่ได้จากการคำนวณทางสถิติส่วนมากใช้ค่า z score ซึ่งมีเกณฑ์ตัดสินดังนี้

การแสดงค่า z score	ความหมาย	การยอมรับผล
$z \leq 2$	ค่า z score เท่ากับ +2 หรือ -2 หรือน้อยกว่า+2 หรือมากกว่า -2	เป็นที่พอใจ (satisfactory)
$2 < \|z\| < 3$	ค่า z score มากกว่า+2 แต่น้อยกว่า +3 หรือน้อยกว่า -2 แต่มากกว่า -3	เป็นที่สงสัยต้องตรวจสอบ (questionable)
$\|z\| \geq 3$	ค่า z score เท่ากับ + 3 หรือ -3 หรือมากกว่า +3 หรือน้อยกว่า -3	ไม่เป็นที่พอใจ (unsatisfactory)

การคำนวณ z score

Classical z score

z = (result - mean) / standard deviation

Robust z score

z = (result - median) / normalised IQR

สถิติโรบัสท์ หมายถึง สถิติที่ไม่มีผลกระทบสูงจากค่าที่เกินเกณฑ์การยอมรับ (outlier/extreme result) ในด้านคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถของเทคนิคสถิติที่ไม่เกิดผลกระทบเมื่อมีค่าที่เกินเกณฑ์การยอมรับอยู่ในชุดข้อมูล

การคำนวณค่า z score โดยสถิติวิธีเดิม(classical z score)จะใช้ค่ากลาง(mean)ของข้อมูลชุดนั้น แต่สถิติโรบัสท์จะใช้ค่ามัธยฐาน (median) ความแตกต่างของการคำนวณทั้งสองวิธีอาจชัดเจนขึ้นโดยดูตัวอย่าง

ตัวอย่าง จงพิจารณาข้อมูลชุดนี้ 3.5, 3.2, 4.4, 3.8, 4.25, 36, 3.1, 4.4, 4.7

จะเห็นว่าค่า 36 เป็นค่าที่เกินเกณฑ์การยอมรับ (อาจเป็นเพราะลืมใส่จุดทศนิยม) ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อค่ากลางที่คิดจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้คือ 7.48 ค่า 36 เป็นค่าเดียวที่ไม่อยู่ในช่วง 3 - 5 และแน่นอนค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนี้ย่อมต้องกระทบกระเทือน ในขณะที่ค่ากลางที่ได้จากค่ามัธยฐานคือค่า 4.25

ดีกว่าค่ากลางที่คิดจากค่าเฉลี่ย
ตัวอย่างค่าที่ใช้แสดงสำหรับสถิติโรบัสท์แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสรุปข้อมูลสถิติโรบัสท์

รายการ	คำอธิบาย
No. Results	จำนวนผลการวิเคราะห์ในการวิเคราะห์นั้น
Median	ค่ากลางของกลุ่มที่เรียกว่าค่ามัธยฐาน
Normalised IQR	ผลคูณของค่าอินเตอร์ควอไทล์(interquatile range) กับ0.7413
Robust CV	ค่าเป็นร้อยละของผลหารของnormalised IQRกับค่ามัธยฐาน
Minimum	ค่าน้อยที่สุดของกลุ่ม
Maximum	ค่ามากที่สุดของกลุ่ม
Range	ผลต่างระหว่างค่ามากที่สุดกับค่าที่น้อยที่สุด

หมายเหตุ : 0.7413 เป็นค่าที่คำนวณจาก "standard" normal distribution ซึ่งเมื่อค่า mean เป็น 0 ค่าstandard deviation (SD) เท่ากับ 1 ค่า IQR ของการกระจายข้อมูลแบบปกติ จะเป็นค่า [-0.6745, + 0.6745] ซึ่งจะแคบกว่า $\pm$ 1SD ดังนั้นการปรับค่าของ IQR ให้เป็น $\pm$ 1SD จึงต้องหารด้วย 1.3490 หรือคูณด้วย 0.7413

ตารางที่ 2 ตัวอย่างพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าโรบัสท์ z score (between-laboratories และwithin-laboratory) ของตัวอย่างนมผง A และ ตัวอย่างนมผง B

รายการวิเคราะห์	Sample Pair	Standardised Sum (Si)		Standardised Differences (Di)	
		Median (X)	Norm.IQR(Y)	Median (V)	Norm.IQR(W)
ความชื้น	A&B	3.465	0.472	0.212	0.157
ไขมัน	A&B	38.904	2.194	1.386	1.020
ไนโตรเจนทั้งหมด	A&B	6.068	0.178	0.035	0.026
เถ้า	A&B	8.062	0.262	-0.028	0.047

การคำนวณ ค่า โรบัสท์ z score ของแต่ละห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์ sample pair

ZB_i = between-laboratories z score
ZW_i = within-laboratory z score
A_i = ผลวิเคราะห์ของตัวอย่าง A ของห้องปฏิบัติการที่ i
B_i = ผลวิเคราะห์ของตัวอย่าง B ของห้องปฏิบัติการที่ i

S_i	$= (A_i + B_i)/\sqrt{2}$	
D_i	$= (A_i - B_i)/\sqrt{2}$	ถ้า median (A_i) > median (B_i)
	$= (B_i - A_i)/\sqrt{2}$	ถ้า median (B_i) > median (A_i)
ZB_i	$= (S_i - X)Y$	ใช้ค่า X, Y จากตารางที่ 2
ZW_i	$= (D_i - V)/W$	ใช้ค่า V,Wจากตารางที่ 2

ตัวอย่างเช่น ถ้าห้องปฏิบัติการi ได้ผลการวิเคราะห์ความชื้นในตัวอย่าง A และ B เป็น

A_i = 1.7 และ B_i = 1.9 ค่า S_i = (1.7+1.9)/$\sqrt{2}$ = 2.546 และค่า D_i = (1.9-1.7)/$\sqrt{2}$ = 0.141 ดังนั้น ค่า ZB_i = (2.546-3.465)/0.472 = -1.95 และค่า ZW_i = (0.141-0.212)/0.157 = -0.45

สาเหตุของ outlier หรือ extreme results เกิดจาก

- การถ่ายโอนข้อมูลผิดพลาด
- วิธีวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้ไม่เหมาะสม
- ไม่มีระบบควบคุมคุณภาพภายใน
- เจ้าหน้าที่ด้อยประสบการณ์

เมื่อได้ค่า z score มากกว่า +3 หรือน้อยกว่า -3 ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบหาสาเหตุและตรวจสอบรายการวิเคราะห์อื่น ๆหรือตัวอย่างอื่น ๆว่ามีปัญหาด้วยหรือไม่ ในบางกรณีห้องปฏิบัติการนั้นต้องรายงานการตรวจสอบและการแก้ไขต่อ coordinating body

เอกสารอ้างอิง

National Association of Testing Authorities . **Guide to proficiency testing. 2nd rev.** [n.p.], 1993.

The International Laboratory Accreditation Cooperation. **ILAC-G13 : 2000** guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes

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.

The International Organization for Standardization / The International Electrotechnical Commission. Proficiency testing by interlaboratory comparisons - **Part 2**: selection and use of proficiency testing schemes by laboratory accreditation bodies. **ISO/IEC Guide 43 - 2.** 1997.

Thompson, Michael and Wood, Roger, "International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories", **Journal of Association Official Analytical Chemists International,** 1993, vol.76, no.4, p.926 - 940.

อะลูมิเนียมโลหะผสม

วรรณภา ตันยืนยงค์,
นีระนารถ แจ้งทอง,
ปัทมา นพรัตน์

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบามีความต้านทานต่อการเป็นสนิม มีความแข็งแรง ปานกลาง แต่มีความเหนียวสูง สามารถนำไปใช้ในงานวิศวกรรมและอุตสาหกรรมได้กว้างขวาง เพื่อทดแทนเหล็กและทองแดง อะลูมิเนียมมีจุดหลอมเหลวต่ำ หล่อหลอมได้ง่าย สามารถรวมตัวกับโลหะอื่น ๆเป็นโลหะผสมได้มีสภาพการไหลตัว(fluidity) อยู่ในเกณฑ์สูง แต่อะลูมิเนียมก็มีข้อจำกัดด้านการยืดหยุ่น (elastic limit) ซึ่งทำให้การนำมาใช้งานถูกจำกัดขอบเขตลง

อะลูมิเนียมจัดเป็นธาตุที่พบมากชนิดหนึ่งบนผิวโลก คือประมาณ 8% ซึ่งจะพบกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปออกไซด์(Al_2O_3) ซึ่งจะปะปนอยู่กับออกไซด์ของซิลิคอนและเหล็ก แร่อะลูมิเนียมที่สามารถนำมาถลุง เพื่อผลิตโลหะอะลูมิเนียม ควรเป็นแร่ที่มีปริมาณซิลิคอนไดออกไซด์หรือซิลิกาต่ำได้แก่แร่บอกไซด์(Bauxite) และแร่คาโอลิไนต์ (Kaolinite) นอกจากนี้ยังมีแร่เนฟฟีลีน(Nepheline) และอะลูไนต์(Alunite) ซึ่งเป็นแร่ที่มีปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์ต่ำ มีซิลิคอน โพแทสเซียมและโซเดียมปนอยู่ด้วย ปัจจุบันแหล่งแร่บอกไซด์มีปริมาณลดลง แร่ที่มีปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์ต่ำกว่าจึงถูกนำมาผสมเพื่อผลิตโลหะอะลูมิเนียมมากขึ้น แร่บอกไซด์มีลักษณะเหมือนดินลูกรัง คือ มีสีน้ำตาลแดงประกอบด้วยอะลูมินา(Al_2O_3)30-50% เหล็กออกไซด์(Fe_2O_3)3-25% ซิลิกา(SiO_2) 3-13% ไทเทเนียมไดออกไซด์(TiO_2) 10-18% และที่เหลือเป็นน้ำ

การผลิตอะลูมิเนียม

การผลิตอะลูมิเนียมมีขั้นตอนดังนี้

1.นำแร่บอกไซด์มาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ร้อนเพื่อให้อะลูมิเนียมในแร่กลายเป็นโซเดียมอะลูมิเนต (sodium aluminate) หลังจากแยกเอาวัสดุที่ไม่ละลาย ซึ่งได้แก่เหล็กออกไซด์ ซิลิกา และอื่น ๆออกโดยการกรอง ปล่อยให้สารละลายที่กรองแล้วได้เย็นลง อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะตกตะกอนลงมา กรองและนำตะกอนไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1100°-1200°ซ (calcination) จะได้อะลูมินาหรืออะลูมิเนียมออกไซด์ซึ่งเป็นผงสีขาว

2. การถลุงแร่เพื่อแยกอะลูมิเนียมออกมาด้วยขบวนการทางไฟฟ้า นำอะลูมิเนียมออกไซด์มาละลายในคลีโอไลต์ที่หลอม เหลว แล้วอีเล็กโทรไลต์ด้วยอีเล็กโทรไลติกเซลที่ใช้คาร์บอนเป็นอะโนดและคะโทด โลหะอะลูมิเนียมจะแยกตัวและจมลงสู่ส่วนล่าง ของเซลเป็นระยะ ๆ อะลูมิเนียมที่ได้ออกมาจะมีความบริสุทธิ์ 99.5-99.9% สารปนเปื้อนจะเป็นเหล็กและซิลิคอน

3. อะลูมิเนียมที่ได้จะถูกนำมาทำให้บริสุทธิ์ในเตาเผา ขนาดใหญ่ก่อนนำไปหล่อ ธาตุที่ใช้ผสมซึ่งเรียกว่าธาตุอัลลอยด์ (alloying element) อาจถูกหลอมและผสมรวมเข้าไปด้วยในขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์นี้ โดยโลหะหรือธาตุที่หลอมเหลวจะถูกเติมเข้าไปพร้อมกับก๊าซคลอรีนเพื่อกำจัดก๊าซไฮโดรเจนที่ละลายอยู่ และจะมีการกวาด(skimming)เอาโลหะเหลวที่ผิวหน้าออกเพื่อกำจัดโลหะที่ถูกออกซิไดซ์หลังจากนั้นอะลูมิเนียมโลหะผสมจะถูกกรองและหล่อเป็นชิ้น(ingot) เพื่อนำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

การจำแนกประเภทของอะลูมิเนียมโลหะผสม จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทที่สำคัญ

1. โลหะผสมประเภทหล่อหลอม (castable) เป็นอะลูมิเนียมโลหะผสมที่มีคุณสมบัติในการไหลดี ช่วยให้การหล่อเป็นรูปพรรณ ทำได้ง่าย โลหะผสมประเภทนี้ส่วนใหญ่สามารถอบชุบแข็งด้วย ความร้อนได้ ธาตุอัลลอยด์ที่สำคัญได้แก่ ซิลิคอน

2. โลหะผสมประเภทขึ้นรูปเย็น(wrought) เป็นโลหะผสมที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการอัดขึ้นรูปออกมาเป็นแผ่นหรือเป็นแท่ง

โลหะผสมทั้งสองประเภทยังแยกเป็นประเภทย่อยอีก โดยการจำแนกประเภทตามอัลลอยด์หลักที่มีอยู่ในโลหะผสมนั้น ๆ

ผลของธาตุต่าง ๆที่มีต่อคุณสมบัติของอะลูมิเนียมโลหะผสม

ธาตุต่าง ๆที่พบในอะลูมิเนียมโลหะผสมนั้น บางชนิดเป็นธาตุเจือปน บางชนิดเป็นธาตุอัลลอยด์ซึ่งถูกเติมลงไปในกระบวนการผลิต(alloying elements) ธาตุเจือปนที่พบมากในอะลูมิเนียมโลหะผสมเป็นอันดับแรกและอันดับรองลงมา ได้แก่ เหล็กและซิลิคอนเนื่องจากเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสินแร่ที่นำมาผลิต

อะลูมิเนียม ธาตุเหล่านี้มีผลต่อโลหะผสมของอะลูมิเนียม ดังต่อไปนี้

ซิลิคอน (Si)

เป็นตัวเพิ่มความแข็งให้กับงานหล่อ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการหล่อให้ดีขึ้น คุณสมบัติเหล่านี้ ได้แก่ การไหลตัว การป้อนโลหะเหลวเข้าแบบ และความทนทานต่อการฉีกขาดจากสภาพร้อน (hot tear resistance) ถ้ามีปริมาณซิลิคอนเพิ่มขึ้น จะช่วยลดปัญหาทางด้านการหดตัว (shrinkage) ลงความทนทานต่อแรงอัดเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้การขยายตัวเมื่อถูกความร้อนและความอ่อนเหนียวของงานหล่อลดลง

เหล็ก (Fe)

เพิ่มความทนทานต่อการฉีกขาดในสภาพร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดีเนื่องจากการหดตัวลดลง ถ้ามีเหล็ก 0.9-1.3 % คุณสมบัติทางเชื่อมประสานด้วยการบัดกรี (soldering) จะลดลง ถ้ามีเหล็กปริมาณสูงจะมีผลเช่นเดียวกับการที่มีส่วนผสมของแมงกานีสกับโครเมียมปะปนอยู่คุณสมบัติทางด้านการหล่อหลอมจะลดลง นอกจากนี้เหล็กยังลดความต้านทานต่อแรงกระแทก ความอ่อนเหนียว (ductile)และการตบแต่งด้วยเครื่องจักรลง

ทองแดง(Cu)

ช่วยปรับปรุงความแข็งแรง ความแข็งแรงของงานหล่อ และงานหล่อที่ชุบแข็ง เพิ่มประสิทธิภาพในการตบแต่งด้วยเครื่องจักร (machinability) และความสามารถในการเป็นตัวนำความร้อน ประสิทธิภาพที่ได้จากชุบแข็งสูงสุดถ้าผสมทองแดง 4% ถึง 6% แต่จะทำให้ความสามารถในการทนทานต่อการผุกร่อน ที่เกิดจากแรงอัดลดลง สภาพความอ่อนเหนียวและทนทานต่อการฉีกขาดเนื่องจากความร้อนลดลง

แมงกานีส (Mn)

ในปริมาณที่สูงกว่า 0.5% แมงกานีสช่วยปรับปรุงงานหล่อให้ได้เนื้อแน่น สามารถใช้กับงานตบแต่งด้วยเคมี เช่นการ anodizing, coating ได้ดีขึ้น เพิ่มคุณสมบัติในทางการใช้งานร้อนที่ต้องการความแข็งแรงดีขึ้น แมงกานีสยังเป็นตัวควบคุมการก่อตัวของโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวของเหล็กในอัลลอยด์ ช่วยรักษาสภาพความอ่อนเหนียว ปรับปรุงคุณสมบัติทางการหดตัวดีขึ้นกล่าวคือ ลดการหดตัว และลดแนวโน้มทางด้านการอ่อนตัว

สังกะสี (Zn)

เมื่อเปรียบเทียบกับการผสมทองแดงและแมกนีเซียมแล้ว สังกะสี จะให้ผลต่อคุณสมบัติทางการอบชุบแข็งด้วยความร้อนและการปล่อยให้เย็นเร็วในสภาพบรรยากาศปกติ (aging) แบบธรรมชาติ และถ้ามีปริมาณผสมของสังกะสีเพิ่มขึ้น คุณสมบัติทางการไหลตัวของอัลลอยด์จะดีขึ้น แต่จะมีปัญหาการหดตัวตามมา นอกจากนี้สังกะสียังมีผลต่อคุณสมบัติทางการตบแต่งด้วยเครื่องจักรสูงกว่าทองแดง

แมกนีเซียม (Mg)

ตามมาตรฐานของ American International Standard Institute (AISI) อัลลอยด์ที่มีแมกนีเซียมผสมอยู่ในรูป Mg_2Si 0.252-0.5% ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการชุบแข็งแบบเย็นเร็ว (precipitation) ให้ความแข็งกระจายตัวสม่ำเสมอ หรือให้คุณสมบัติทาง mechanical properties สม่ำเสมอ โดยทั่วไป แมกนีเซียมที่ผสมอยู่ในอะลูมิเนียมโลหะผสมจะทำให้ผิวโลหะมีความเงามากเมื่อผ่านการตบแต่งด้วยเครื่องจักร และทนทานต่อการผุกร่อนได้สูงแมกนีเซียมที่ผสมอยู่ในอะลูมิเนียมที่กำลังหลอมจะเป็นตัวออกซิไดซ์ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้ออะลูมิเนียม อะลูมิเนียมที่ใช้กับงานประเภทหล่อหลอมจึงต้องควบคุมปริมาณแมกนีเซียมให้ต่ำเพื่อป้องกันการแตกร้าว เนื่องจากใช้แรงอัดสูง

ตะกั่ว (Pb)

เป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางการตบแต่งด้วยเครื่องจักรให้ดีขึ้น โดยทำหน้าที่เป็นตัว chip breakerช่วยให้ขี้กลึง ไส กัด ขาดเป็นช่วง ไม่ออกเป็นเส้นใยต่อเนื่อง

นิกเกิล (Ni)

ให้ความแข็งแรงทางด้านการใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆได้สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมทองแดงในอัลลอยด์นิกเกิลทำให้สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนลดลง และปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการรักษาขนาดให้คงที่

บิสมัท (Bi)

ถ้ามีอยู่ในอัลลอยด์เกินกว่า 0.1% จะเพิ่มคุณสมบัติทางการตบแต่งด้วยเครื่องจักรให้ดีขึ้น

โครเมียม (Cr)

ช่วยเพิ่มความทนทานต่อการผุกร่อน และในลักษณะใช้งานแบบจุ่มแช่ โครเมียมช่วยลดการเติบโตของโครงสร้าง grain growth ข้อเสียคือ โครเมียมมักจะเกิดการรวมตัวกับเหล็กหรือแมงกานีส เกิดเป็นของเสียหรือสิ่งสกปรก

ดีบุก (Sn)

เป็นตัวปรับปรุงทำให้ความฝืดลดลง (anti-friction) และคุณสมบัติทางการตบแต่งด้วยเครื่องจักร และช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการชุบแข็งให้ดีขึ้นสำหรับอัลลอยด์บางตัว เช่น LM 2, LM 24 ที่มีดีบุก 0.2% เหมาะกับงานหล่อหลอมที่ความดันสูง (high pressure die casting) ดีมาก เพราะมีคุณสมบัติในการไหลตัวดี การใช้ดีบุกจะทำให้ความแข็งลดลง แต่คุณสมบัติในการขึ้นรูปขณะร้อนดีขึ้น

ไททาเนียม (Ti)

ใช้เป็นตัวปรับเนื้อโครงสร้างอัลลอยด์ (Grainrefinement) ให้ละเอียด โดยใช้ร่วมกับโบรอน ปริมาณผสมในการใช้งาน จะใช้ไทเทเนียมมากกว่าโบรอน จึงจะได้ผลดี

วาเนเดียม (V)

ปกติมักจะพบวาเนเดียม 10-200 ส่วนในล้านส่วนในอะลูมิเนียมที่ใช้ในการค้า วาเนเดียมทำให้การนำไฟฟ้าของอะลูมิเนียมลดลง ช่วยทำให้การปรับโครงสร้างอัลลอยด์ได้ผลแต่น้อยกว่าไทเทเนียม วาเนเดียมทำให้อุณหภูมิที่ใช้ในการตกผลึกอะลิเนียมสูงขึ้น

โบรอน (B)

ใช้งานในรูปของไทเทเนียมโบไรด์ เพื่อปรับสภาพการเกิดของนิวเคลียสให้คงที่จากการทำการปรับเนื้อโครงสร้างของอัลลอยด์ด้วยไทเทเนียมไตรอะลูมิไนด์ ($TiAl_3$) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้าให้กับอัลลอยด์ จะใช้โบรอนผสมกับไทเทเนียม วาเนเดียม และธาตุที่เหมาะสมอื่นๆ เติมลงไป แต่หากมีปริมาณโบรอนสูงมากเกินไปจะมีผลเสียต่ออัลลอยด์ คือ

จะทำให้คุณสมบัติทางกล การตบแต่งด้วยเครื่องจักร และความอ่อนเหนียวลดลง โบรอนจะถูกจับเข้าไปในโครงผลึก ซึ่งจะเกิดในน้ำโลหะในลักษณะคลุกเคล้าปะปนอยู่ ทำให้ค่อนข้างยุ่งยากในการแยกออก

เบริลเลียม(Be)

ถ้ามีเบริลเลียมผสมอยู่ในปริมาณเกินกว่า 0.04 % จะเพิ่มคุณสมบัติทางความแข็งแรงและความอ่อนเหนียวดีขึ้น ถ้าผสมเข้าไปในอัลลอยด์ที่มีแมกนีเซียมเป็นส่วนผสมอยู่ จะทำให้เกิดการสูญเสีย เบริลเลียมประมาณ 0.005% เนื่องจากการออกซิเดชันและเกิดเป็นขี้โลหะ (dross) มาก เบริลเลียมเป็นธาตุที่ก่อให้เกิดมะเร็ง ดังนั้น จึงควรระมัดระวังในขณะทำการเชื่อมประสานชิ้นโลหะ

การวิเคราะห์อะลูมิเนียมโลหะผสม

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 1 กองเคมี สามารถวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆที่อยู่ในอะลูมิเนียมโลหะผสมทั้ง 15 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว โดยใช้เครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งการวิเคราะห์โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้สารเคมี จึงไม่ก่อให้เกิดสภาวะเป็นพิษต่อผู้วิเคราะห์และสิ่งแวดล้อม เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์น้อยมากเนื่องจากสามารถวิเคราะห์ธาตุทั้ง 15 ชนิดได้ในเวลาเดียวกัน ตัวอย่างหลังจากการวิเคราะห์เปลี่ยนสภาพเพียงเล็กน้อย อีกทั้งสามารถทราบปริมาณอะลูมิเนียม โดยการหักลบปริมาณธาตุต่าง ๆทั้ง 15 ชนิดออกจาก 100

ปัจจุบัน กลุ่มงานฯ ได้รับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ ISO/IEC guide 25 ในการทดสอบอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมอัลลอย 3003 และ 1100 โดยมีรายละเอียดดังตาราง

ผู้สนใจต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม หรือต้องการส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทดสอบ สามารถติดต่อสอบถามได้ที่กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 1 กองเคมี โทร. 2461389-95 ต่อ 397, 399

ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	รายการที่ทดสอบ	ช่วงของการวัด (ร้อยละ)
อะลูมิเนียมอัลลอย เบอร์ 3003	แมงกานีส	1.02 - 1.54
	ทองแดง	0.036 - 0.24
	เหล็ก	0.004 - 0.88
	ซิลิคอน	0.0035 - 0.76
	สังกะสี	0.004 - 0.09
อะลูมิเนียมอัลลอย เบอร์ 1100	แมงกานีส	0.004 - 0.051
	ทองแดง	0.036 - 0.24
	เหล็ก	0.004 - 0.88
	ซิลิคอน	0.0035 - 0.76
	สังกะสี	0.004 - 0.09

เอกสารอ้างอิง

Hatch, J.E. et. al. **Aluminuim : properties and physical metallurgy.** Ohio : American Society for Metals Park, 1984. p 238.

มนัส สถิรจินดา. **โลหะนอกกลุ่มเหล็ก.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536. หน้า 1, 11-17, 50.

แม้น อมรสิทธิ์ และ สมชัย อัครทิวา. **วัสดุวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2540. หน้า 504-511.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **เทคโนโลยีการหล่อโลหะ.** 2542 พฤศจิกายน 5-6 ; กรุงเทพฯ : ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ, กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. หน้า 139-143.

ไนโทรซามีนในผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ

จิราวรรณ หาญวัฒนกุล

ในปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด เช่น ยางรถยนต์ แผ่นยางรองคอสะพานหัวนมยางสำหรับขวดนม แผ่นยางกันซึม ถุงยางอนามัย ถุงมือยางทางการแพทย์แบบต่าง ๆ เช่น ถุงมือยางสำหรับการตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว ถุงมือยางสำหรับศัลยกรรม และถุงมือยางใช้งานทางทันตกรรม เป็นต้น

ปกติในน้ำยางสดธรรมชาติประกอบด้วยอนุภาคยางที่แขวนลอยกระจายในของเหลว ที่เป็นเซรั่มและมีสารที่ไม่ใช่ยาง (non-rubber substances) ต่าง ๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารอนินทรีย์อื่น ๆ เช่น แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส เป็นต้น

น้ำยางสดซึ่งมีปริมาณเนื้อยางแห้ง (dry rubber content : DRC)ประมาณ 35-40% ทำให้เป็นน้ำยางข้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆที่มีปริมาณเนื้อยางแห้งอย่างน้อย 60% เพื่อความสะดวกในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างไร ก็ตามในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางจำเป็นต้องเติมสารเคมีต่าง ๆที่จำเป็นเพื่อให้ได้เป็นน้ำยางผสม (compounded latex) สารเคมีต่าง ๆ ที่ผสมลงไป ได้แก่ สารที่ช่วยในการรักษาสภาพ น้ำยางสารป้องกันยางเสื่อม (antidegradants) สารเติมแต่ง (additive) กำมะถัน (sulphur) สารเร่งปฏิกิริยา (accelerators) และอาจมีสารช่วยเพิ่มความหนืด (thickener) ถ้าจำเป็น และเมื่อมีการบ่มน้ำยางก็จะมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิที่บ่ม ซึ่งสารเร่งปฏิกิริยาที่เติมลงไปนั้นจะเป็นตัวก่อให้เกิดไนโทรซามีน (Nitrosamines) นั่นเอง

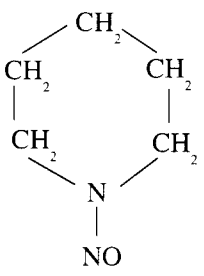
ไนโทรซามีนเป็นสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเอมีน (amines) กับออกไซด์ (oxide) ของไนโตรเจนที่ปรากฏ อยู่ทั่ว ๆไปในสิ่งแวดล้อม ไนโทรซามีนมีโครงสร้างทางเคมีโดยทั่วไปคือ

$$R - \underset{\underset{NO}{|}}{N} - R'$$

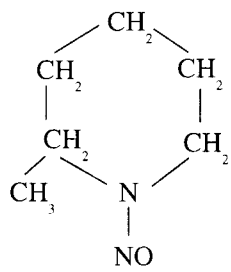
ซึ่ง R และ R' = CH_3, C_2H_5, C_4H_9

ไนโทรซามีนหลายชนิดเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่ตับ ไต ปอด ในสัตว์ทดลอง และสันนิษฐานว่าเป็นสารที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดสารก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ แต่ยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจนในทางการแพทย์ในขณะนี้ไนโทรซามีนที่จะเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลองได้แก่ ไนโทรโซไดเมทิลเอมีน (Nitrosodimethylamine) ไนโทรโซไดเอทิลเอมีน (Nitrosodiethylamine) ไนโทรโซไดบิวทิลเอมีน (Nitrosodibutylamine)ไนโทรโซพิเพอริดีน (Nitrosopyrrolidine)เอทิลฟีนิลไนโทรซามีน (ethylpheny lnitrosamine)ไนโทรโซมอร์ โฟลีน (Nitrosomorpholine)

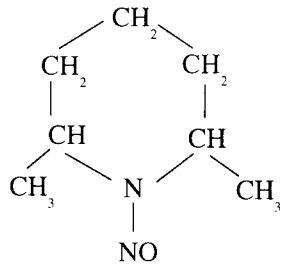
โครงสร้างไนโทรซามีนที่เป็นสารก่อมะเร็งนั้นมักเป็นโครงสร้างที่มีตำแหน่งแอลฟาไฮโดรเจนอะตอม (α-hydrogen atom) เป็นอิสระแต่หากมีการแทนที่ด้วยหนึ่งหรือสองของเมทิลกรุ๊ป(methyl group) ที่ตำแหน่งแอลฟาไฮโดรเจนอะตอมแล้วจะทำให้ความเป็นสารก่อมะเร็งลดลงตามลำดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ไนโทรโซพิเพอริดีน
(nitrosopiperidine)
สารก่อมะเร็งอย่างแรง



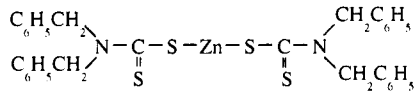
2-เมทิลไนโทรโซพิเพอริดีน
(2-methylnitrosopiperidine)
สารก่อมะเร็งปานกลาง



2,6-ไดเมทิลไนโทรโซพิเพอริดีน
(2,6-dimethylnitrosopiperidine)
ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง

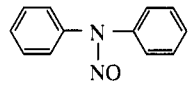
สาเหตุการเกิดไนโทรซามีน

โดยทั่วไปในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ เช่น หัวนมยางสำหรับขวดนม ในกระบวนการผลิตมักจะมีการเติมสารเติมแต่งต่าง ๆ มากมาย แต่สารเติมแต่งที่มีผลทำให้เกิดไนโทรซามีน คือ สารเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ในกลุ่มที่มาจาก ซิงค์ ไดเบนซิล ไดไทโอคาร์บาเมท (zinc dibenzyl dithiocarbamate) : ZBED หรือเกิดจากไดไทโอคาร์บาเมทอื่น ๆ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของ ZBED เป็นดังนี้



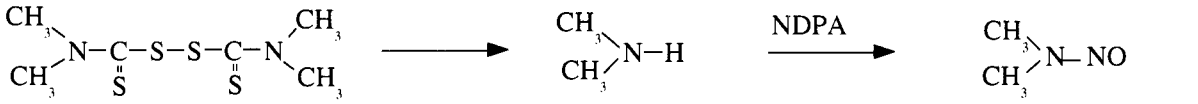
ส่วนผลิตภัณฑ์ถุงมือยางธรรมชาติ มีการเติมสารเททราเมทิลไทยูรัม ไดซัลไฟด์ (tetramethylthiuram disulphide) :TMTD หรือ ซัลฟีนามีด (Sulphenamides) เพื่อให้ทนต่อการบ่มเร่ง ถึงแม้จะเติมสารTMTDหรือซัลฟีนามีดในปริมาณน้อยแต่ก็ก่อให้เกิดไนโทรซามีนได้ ดังนั้นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับสารชนิดนี้ด้วย

ไนโทรซามีนบางชนิดไม่ใช่สารก่อมะเร็งแต่สามารถ ทำให้เกิดเซคันนารี เอมีน (seconary amine) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้ ไนโทรซามีนชนิดนี้คือ ไดฟีนิล ไนโทรซามีน หรือ ไนโทรโซไดฟีนิลเอมีน(diphenylnitrosamine or nitrosodiphenylamine) : NDPA ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีคือ



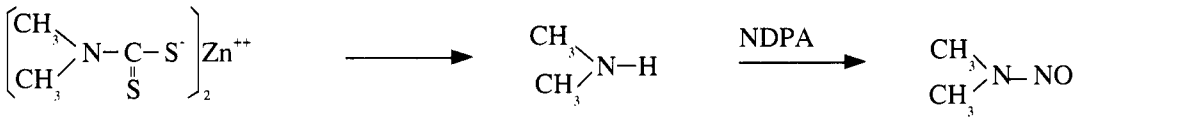
การที่ NDPA สามารถทำให้เกิดสารก่อมะเร็งหรือเซคันนารีเอมีนได้นั้น สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ สารต่าง ๆ และวัตถุดิบที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ยางมีการผสมกันจนเกิดเซคันนารีเอมีน และไนโทรโซกรุ๊ปของ NDPA จะเคลื่อนย้ายไปยังเซคันนารี เอมีน ที่เกิดขึ้นนั้น ดังปฏิกิริยาที่เกิดกับกลุ่มสารเติมแต่ง (additive) ต่าง ๆ ดังนี้

1) ไทยูรัมไดซัลไฟด์ (Thiuramdisulphides)



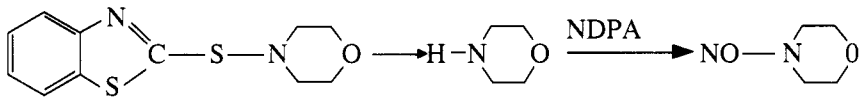
เททราเมทิลไทยูรัมไดซัลไฟด์ (tetramethylthiuramdisulphide) — ไดเมทิลเอมีน (dimethylamine) — ไนโทรโซไดเมทิลเอมีน (nitrosodimethylamine)

2) ไดไทโอคาร์บาเมท (Dithiocarbamate)



ซิงค์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมท (Zinc diethyldithiocarbamate) — ไดเมทิลเอมีน (dimethylamine) — ไนโทรโซไดเมทิลเอมีน (nitrosodimethylamine)

3) ซัลฟีนามีด (Sulphenamides)



2-มอร์โฟลิโนไทโอเบนโซไทเอโซล (2-Morpholinothiobenzothiazole) — มอร์โฟลีน (morpholine) — เอ็น-ไนโทรโซมอร์โฟลีน (N- nitrosomorpholine)

อาการแพ้ที่เกิดจากไนโทรซามีน

ประชากรชาวตะวันตกจะมีความไวต่อการแพ้ไนโทรซามีนจากผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ และมีการแพ้เพิ่มขึ้นเนื่องจากไนโทรซามีนสามารถปนเปื้อนไปกับสารเคมี อาหารต่าง ๆ และสิ่งรอบตัวเรา อาการแพ้เหล่านี้ได้มีหลักฐานยืนยันตั้งแต่ 20 ปีที่ผ่านมาแล้ว

อาการแพ้ไนโทรซามีนเนื่องจากการใช้หรือสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ เช่น ถุงมือยางทางการแพทย์ จะมีลักษณะอาการแพ้แบบค่อยเป็นค่อยไป อาจจะเกิดหลังจากสัมผัสผ่านมาแล้วเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีผลทำให้ผิวหนังแดง แผลเปื่อย แผลพอง จะจัดอยู่ในกลุ่มอาการ Type IV

อาการแผลเปื่อยที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติตามที่กล่าวมาแล้ว เนื่องมาจากมีสารเร่งปฏิกิริยาที่ตกค้างเหลืออยู่ สารเร่งปฏิกิริยาเหล่านั้นสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. ไทยูรัม (Thiurams)
2. เมอเคบโทเบนสไทเอโซล / ไดเบนสไทเอซิล ไดซัลไฟด์ (Mercaptobenzthiazole / dibenzthiazyl disulphide)
3. ซิงค์ ไดอัลคิลไดไทโอคาร์บาเมท (Zinc dialkyldithio carbamates)
4. ไดฟีนิลคูแอนิดีน (Diphenylguanidine)
5. ซิม ได เบตา เน็บทิล พารา ฟีนิลีน ไดเอมีน (Sym di B naphthyl-p-phenylene diamine)

สารเร่งปฏิกิริยาใน 5 กลุ่มนี้ที่ใช้มากจะเป็นกลุ่มของไทยูรัม เมอเคบโทรเบนสไทเอโซล/ไดเบนสไทเอซิล ไดซัลไฟด์ และซิงค์ไดอัลคิลไดไทโอคาร์บาเมท มักนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์หัวนมยางสำหรับขวดนม ถุงมือทางการแพทย์

จากการสำรวจประชากรที่แพ้สารเร่งปฏิกิริยาที่ตกค้างหรือเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์นั้น ยังอยู่ในระดับต่ำ หรือน้อยกว่า 1% ของประชากรทั้งหมด แต่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

ไนโทรซามีนพบมากในผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติได้แก่ หัวนมยางสำหรับขวดนม ลูกโป่ง ของเล่นเด็ก ถุงยางอนามัย ถุงมือยางทางการแพทย์

การทดสอบไนโทรซามีน

ไนโทรซามีนสามารถวิเคราะห์ทดสอบได้ด้วยก๊าซโครมาโทกราฟ (Gas Chromatograph) ตามมาตรฐาน ASTM D F 1313-90 หรือ ตามมาตรฐาน มอก. 969-2533 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทดสอบหาระดับไนโทรซามีนในหัวนมยางสำหรับขวดนม

จากอันตรายของไนโทรซามีนที่เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองและทำให้เกิดอาการแพ้ตามที่กล่าวแล้วนั้น ในปัจจุบันจึงมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติเพื่อให้มีระดับไนโทรซามีนลดลงหรือน้อยจนไม่มีเลย ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์และเพิ่มปริมาณการใช้ขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Volatile N-nitrosamine levels in rubber nipples on pacifiers. **In Annual book of ASTM standard : general products, chemical specialties, and end use products. section** 15. West Conshohoeken : ASTM ,1998. p. 899-905.

Blackley, D.C. **Polymer lactices science and technology, vol3** : application of latices. 2nd ed. London : Chapman & Hall. 1997. p. 64-65.

Nutt, A.R. **Toxic hazards of rubber chemicals.** London : Elsevier Applied Science, 1984. p.44-46.

Pendle,T.D. Challenges for NR latex products in medical and food-related applications. In kadir, Abdul Aziz S.A. **Natural rubber current development in product manufacture and applications.** Kuala Lumpur : Rubber Research Institute of Malaysia. 1993. p.3-17.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์หัวนมยางสำหรับขวดนม. **มอก. 969-2533 หน้า 9-11**

การประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ : การชักตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง

อัจฉรา พุ่มฉัตร

การวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีเพื่อต้องการทราบคุณภาพของวัตถุใด ๆ ก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งแต่ละรุ่นมีสินค้า/ผลิตภัณฑ์อยู่เป็นจำนวนมากนั้น ผู้ต้องการผลวิเคราะห์ทดสอบไม่สามารถจะนำวัตถุหรือสินค้านั้นทั้งหมด เข้าไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการได้ทั้งนี้ด้วยเหตุผลสำคัญหลายประการ เช่น วิธีวิเคราะห์ระบุปริมาณสิ่งที่จะใช้วิเคราะห์ทดสอบไว้จำกัดประมาณ 50-200 กรัม ตามวิธีวิเคราะห์ที่กำหนดไว้มีความจำเป็นที่จะต้องทำลายสิ่งที่จะทำการตรวจสอบนั้นโดยมีกระบวนการเตรียมทางเคมีก่อนที่จะวัดค่าหาข้อมูลที่ต้องการ ถ้าทำการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมดจะทำให้ไม่เหลือสินค้านั้นที่จะใช้ประโยชน์อีกต่อไป นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่าย ในการดำเนินงานวิเคราะห์ทดสอบแต่ละครั้งค่อนข้างสูง มีการใช้สารเคมีที่ต้องกำจัดภายหลังการวิเคราะห์ทดสอบมาก จึงจำเป็นที่ต้องมีการชักตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของรุ่นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่จะใช้นำไปวัดค่าที่ต้องการทราบโดยที่จะต้องสามารถนำค่าจากผลวิเคราะห์ทดสอบนั้นไปอธิบายลักษณะหรือสมบัติของผลิตภัณฑ์ในรุ่นสินค้านั้น ๆ ได้

การชักตัวอย่างเป็นวิธีการที่กำหนดขึ้นเพื่อเลือกส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ และนำส่วนที่เลือกไว้ซึ่งเรียกว่า "ตัวอย่าง" ไปวิเคราะห์ทดสอบ เพื่อให้เป็นตัวแทนของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ทดสอบนั้น ผู้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมักไม่ให้ความสำคัญกับการชักตัวอย่างเท่าที่ควร

อาจเนื่องจากคิดว่าไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง แต่ในความเป็นจริงหากตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของสิ่งที่ต้องการทราบข้อมูล ผลการวิเคราะห์ที่ผู้วิเคราะห์พยายามทำด้วยความยากลำบาก ต้องลงทุนเป็นอันมาก เพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำนั้นก็จะไม่มีความหมายเลย เพราะไม่มีความถูกต้องพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นหากไม่มีการระบุไว้เป็นอย่างอื่น การชักตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจึงควรอยู่ในความรับผิดชอบของผู้วิเคราะห์ที่จะพิจารณาโดยอาจร่วมหารือกับผู้อื่นโดยยึดวัตถุประสงค์ของการใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์เป็นเกณฑ์ ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบในการกำหนดแผนการชักตัวอย่าง (sampling plan) ส่วนวิธีวิเคราะห์ทดสอบที่เลือกใช้นั้นจะขึ้นกับความละเอียดและแม่น

ยำของผลวิเคราะห์ที่ต้องการ ในหลายกรณีผู้วิเคราะห์จะไม่สามารถกำหนดแผนการชักตัวอย่างได้เองเนื่องจากมีการใช้แผนการชักตัวอย่างที่ได้กำหนดขึ้น และเป็นที่ยอมรับระหว่างผู้ใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์นั้น ๆแล้ว อย่างไรก็ตามผู้วิเคราะห์ควรมีความรู้เกี่ยวกับชนิดของแผนการชักตัวอย่างและความผิดพลาด (error) จากการชักตัวอย่าง ซึ่งมีความสำคัญค่อนข้างมากต่อคุณภาพของข้อมูลทางห้องปฏิบัติการเนื่องจากความผิดพลาดจากการชักตัวอย่างอาจมีสูงกว่า 2 ใน 3 ของความผิดพลาดทั้งหมดของผลวิเคราะห์ทดสอบของห้องปฏิบัติการ และในการประเมินค่าความไม่แน่นอนของผลวิเคราะห์ทดสอบในขั้นสุดท้าย ผู้วิเคราะห์จะต้องไม่ลืมรวมค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการชักตัวอย่างไว้ด้วย สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือข้อผิดพลาดจากการชักตัวอย่างนั้นไม่สามารถประมาณหรือควบคุมได้ด้วยการใช้สารมาตรฐานหรือสารอ้างอิงใด ๆ

ความเสี่ยงที่เกิดจากแผนการชักตัวอย่างไม่เหมาะสม คือ ได้ข้อมูลที่ทำให้มีการตัดสินใจยอมรับรุ่นสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน หรืออาจมีการปฏิเสธรุ่นของสินค้าทั้ง ๆ ที่มีคุณภาพดี และอาจทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาดในปัญหาที่มีผลกระทบของมลภาวะต่อสุขภาพของประชาชน เกิดข้อผิดพลาดในการลงทุนปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ หรือจัดซื้อวัตถุดิบ

ผู้วิเคราะห์ทดสอบในห้องปฏิบัติการมักไม่ค่อยให้ความสนใจกับการชักตัวอย่างแต่มุ่งเน้นคุณภาพของกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบที่ตนเป็นผู้ดำเนินการ แต่ความเป็นจริง การชักตัวอย่างเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ การปรับปรุงวิธีการชักตัวอย่างให้เหมาะสมจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ทดสอบได้อย่างมั่นใจยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ความรู้ที่ได้จากการชักตัวอย่างยังช่วยผู้วิเคราะห์ในกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบหลายประการ เช่น การดึงตัวอย่างจากรุ่นผลิตภัณฑ์การเก็บรักษา การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และการเตรียมเพื่อการตรวจวิเคราะห์

ชนิดของการชักตัวอย่างในกรณีของสินค้าที่ผลิตเป็นรุ่นเพื่อวัตถุประสงค์ในการยอมรับสินค้า แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- **Single sampling** เป็นการดึงตัวอย่างในจำนวนที่เหมาะสมจากสินค้ารุ่นใดรุ่นหนึ่ง

- **Double Sampling** เป็นระบบการชักตัวอย่างที่ใช้ในการดึงตัวอย่าง 2 ครั้ง หากผลวิเคราะห์ตัวอย่างที่ชักมาครั้งแรกเป็นไปตามข้อกำหนด อาจจะยอมรับรุ่นนั้นได้ และถ้าผลที่ได้แสดงว่าตัวอย่างแรกไม่เป็นไปตามข้อกำหนดอาจจะไม่ยอมรับรุ่นปัญหาจะเกิดขึ้นกรณีที่ผลของตัวอย่างแรกอยู่ในช่วงที่ไม่อาจชี้ชัดในการแยกคุณภาพดีออกจากไม่ดีได้ กรณีนี้ให้ชักตัวอย่างจากสินค้ารุ่นอื่นซึ่งมีขนาดรุ่นเท่ากัน แล้วทำการวิเคราะห์ก่อนที่จะตัดสินผล

- **Multiple sampling** มีการดำเนินการในทำนองเดียวกับ Double sampling แต่ชักตัวอย่างมากกว่า 2 ครั้ง

แผนการชักตัวอย่างเป็นหลักการด้านวิชาการที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ดึงตัวอย่างออกจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวิเคราะห์ทดสอบ โดยที่ ผลิตภัณฑ์นั้นมีลักษณะที่สามารถจะดึงตัวอย่างออกมาได้ แผนการชักตัวอย่างเป็นเอกสารที่ควรมีข้อมูลที่แสดงว่า จะมีการชักตัวอย่างที่ไหน เมื่อไหร่ โดยใครและทำอย่างไร ในการจัดทำแผนการชักตัวอย่างนั้น สิ่งที่ต้องการคำนึงถึงตามลำดับความสำคัญมีดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการได้ตัวอย่างมาเพื่อใช้วิเคราะห์ทดสอบ
2. ชนิดหรือลักษณะเฉพาะของสินค้าหรือสิ่งที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ทดสอบ เนื่องจากสิ่งที่มีสภาพเป็นของแข็งเป็นของเหลว หรือเป็นแก๊ส ย่อมต้องการเทคนิคในการชักตัวอย่างที่แตกต่างกัน
3. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่จะนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทดสอบ ในเชิงของขอบเขต ปริมาตรหรือเวลา
4. ความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันขององค์ประกอบของตัวอย่าง
5. กรณีที่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์มีลักษณะทางกายภาพเป็นหลายสถานะผสมกัน อาจต้องตัดสินใจว่าเป้าหมายที่ระบุต้องการจะวิเคราะห์ในส่วนใดบ้างอาจต้องมีการวัดปริมาตรของตัวอย่างในแต่ละสถานะไว้ด้วย

การชักตัวอย่างต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดวิธีการชักตัวอย่าง เช่น ต้องการตรวจหาน้ำหนักและปริมาตรของอาหารบรรจุในภาชนะที่จัดจำหน่าย ต้องการตรวจการรั่วของอาหารกระป๋อง ต้องการตรวจหาสารตกค้างจากเคมีกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้แผนการชักตัวอย่างอาจกำหนดโดยกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลิตภัณฑ์ปุ๋ย อาหารสัตว์ สำหรับสหภาพยุโรปมีกฎหมายระบุการชักตัวอย่างผักและผลไม้เพื่อหา pesticde residues และประเทศอังกฤษมีข้อกำหนดแผนการชักตัวอย่าง nuts, nut products, dried figs, dried fig products เพื่อการตรวจปริมาณ aflatoxins ดังนั้นผู้นำเข้า ผู้ผลิต และผู้จำหน่าย จะต้องแน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าว มี aflatoxins ปนเปื้อนไม่เกิน 4 ppb

ตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ทดสอบ แบ่งได้เป็น 4 ชนิด ตามแผนการชักตัวอย่าง ได้แก่

1. Representative sampl เป็นตัวอย่างซึ่งมีลักษณะเฉพาะของประชากรในสมบัติที่ต้องการวิเคราะห์ ทดสอบการที่จะได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาถึงสภาวะของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ทดสอบด้วย ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 สภาวะคือ

1) เป็นเนื้อเดียว (**homogeneous**) เช่น น้ำมันพืชผ่านกรรมวิธีที่อุณหภูมิประมาณ 40°ซ.

2) ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (**heterogeneous**) เช่น น้ำมันปาล์มที่ 15°ซ.

3) เป็นกรณีที่องค์ประกอบของสินค้า/ วัสดุที่ต้องการตรวจวิเคราะห์จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งที่อยู่ และเวลา [**static (contained) system**] เช่น ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงในถังบรรจุ

4) สินค้า / วัสดุที่ต้องการตรวจวิเคราะห์จะเปลี่ยนแปลงไป ตามระยะเวลาและตำแหน่งที่อยู่ (**dynamic condition**) ทำให้ไม่สามารถใช้แผนการชักตัวอย่างโดยวิธีการทางสถิติแบบเดิมได้ เช่น น้ำ ในแหล่งน้ำกร่อย สภาพดินขณะน้ำไหลท่วม

2. Selective sample เป็นตัวอย่างที่ได้จากแผนการชักตัวอย่างที่แยกสินค้า/วัสดุที่มีสมบัติบางอย่างออกและเลือกเฉพาะส่วนที่มีสมบัติที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อาจเรียกว่า direct หรือ focused sampling มักใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการชี้บ่งการปนเปื้อนเฉพาะกรณี เช่นกรณีสงสัยการปนเปื้อนจากขนและปัสสาวะของหนูจากผลิตภัณฑ์แป้งในห้องเก็บ

3. Random sample เป็นตัวอย่างที่เลือกออกมาโดยกระบวนการสุ่ม ซึ่งสามารถขจัดความลำเอียงได้ และใช้ในการแปลผลทางสถิติจากข้อมูลผลวิเคราะห์ได้ การสุ่มตัวอย่างทำให้ทุกส่วนของประชากร มีโอกาสในการถูกคัดเลือกออกมาเท่า ๆกัน การสุ่มตัวอย่างทำได้ 3 ลักษณะคือ

1) Simple random sampling ตัวอย่างที่ได้โอกาสในการถูกเลือกเท่า ๆ กัน

2) Stratified random sampling ประชากรจะถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ ตามลักษณะที่กำหนด จากนั้นจึงใช้การสุ่มเลือกจากแต่ละส่วน

3) Systematic sampling ตัวอย่างแรกจะถูกเลือกแบบ simple ramdom sampling ส่วนตัวอย่างต่อ ๆ ไปจะถูกเลือกเป็นลำดับตามระบบที่กำหนดขึ้น เช่น เลือกทุกลำดับที่ 5 หรือลำดับที่ 10

4. Composite sample เป็นตัวอย่างที่เกิดจากการรวมส่วนที่เลือกจากประชากรในเวลาเดียวกัน จำนวน 2 ส่วนหรือมากกว่าเข้าด้วยกัน มักใช้ในการสำรวจด้านอาหาร

การชักตัวอย่างเพื่อให้ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีที่ ตรงตามความต้องการ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ด้านเคมีพื้นฐานที่ดี ทั้งความรู้ด้าน quality, quantity และ structure analysis ทั้งนี้เพราะกระบวนการวิเคราะห์ประกอบด้วยปัจจัยหลัก ได้แก่

Sampling ------ Measurement----Dataprocessing

การชักตัวอย่างที่มีสถานะเป็นก๊าซ คนทั่วไปมักเข้าใจว่า ก๊าซจะมีความเป็นเนื้อเดียวกันแต่ในบางสภาวะก๊าซอาจไม่มีลักษณะที่เป็นเนื้อเดียวกันได้ เช่นการรั่วของก๊าซเชื้อเพลิงจากท่อ ถ้าเก็บตัวอย่างอากาศจากบริเวณใกล้รอยรั่วกับการเก็บจากจุดที่ห่างออกไปทำการวิเคราะห์จะได้ปริมาณก๊าซนั้นต่างกันในบางกรณีการเก็บตัวอย่างก๊าซในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ณ จุดเดียวกันก็จะให้ค่าที่ต้องการวัดต่างกันได้มาก กรณีนี้มักใช้ continuous-flow me

thod ซึ่งจะสามารถแสดงความเปลี่ยนแปลง ขององค์ประกอบของก๊าซในช่วงเวลาที่ต้องการได้

กรณีการปนเปื้อนของก๊าซที่เป็นสารประกอบซัลเฟอร์ในอากาศ สารประกอบเหล่านี้จะถูก oxidize ให้ SO_2 ซึ่งเมื่อสัมผัสกับน้ำในอากาศจะให้ฝนกรด และเป็นมลภาวะทางอากาศ การกำหนด sampling plan ในการวิเคราะห์หามลภาวะของอากาศควรมีข้อมูลประกอบเช่นต้องการหาในตัวอย่างที่เฉพาะ เจาะจง หรือต้องการหาค่าที่เป็นตัวแทนของประชากร องค์ประกอบของตัวอย่างคงที่หรือเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ความดันหรือสภาวะทางกายภาพอื่น ๆ จะใช้วิธีการชักตัวอย่างแบบใด เช่น random, systematic, continuous, intermittent, composite ต้องการข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ย หรือค่าสูงสุด ต่ำสุด หรือ population distribution ตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเมื่อทำปฏิกิริยากับภาชนะบรรจุหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง เก็บรักษาหรือไม่ต้องมีการเติมสาร stabilizer หรือไม่ ถ้าต้องเติมจะใช้สารใด

การชักตัวอย่างและเลือกวิธีวิเคราะห์ ตัวอย่างที่เป็นของเหลวจะขึ้นกับความเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์หา (analyte) ปัญหาในการชักตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์น้ำดื่ม น้ำแร่และน้ำทิ้งย่อมจะแตกต่างกัน ผู้ชักตัวอย่างจะต้องรู้ว่า ตัวอย่างน้ำนั้นมีสิ่งใดปนเปื้อนบ้างสิ่งปนเปื้อนนั้น ๆ เสถียรหรือไม่ หรืออาจทำปฏิกิริยาระหว่างกันได้หรือไม่ รวมทั้งควรรู้ว่าน้ำนั้นได้มาจากแหล่งใดด้วย จึงจะทำการชักตัวอย่างและการวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรณีตัวอย่างเป็นของแข็งปัญหาที่เกิดจะซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์อาจเป็นองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรองหรือมี trace component ดังนั้นการชักตัวอย่างที่เหมาะสม วิธีวิเคราะห์ที่เฉพาะเจาะจง และเครื่องมืออุปกรณ์ที่เพียงพอเท่านั้นที่จะสร้างความเชื่อมั่นในโอกาสที่จะได้ผลการวิเคราะห์ทดสอบที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์

ISO/IEC 17025 : 1999 ระบุเงื่อนไขในเรื่องการชักตัวอย่าง การจัดการกับตัวอย่าง ไว้มีเนื้อความสำคัญดังนี้

หัวข้อ 5.7 sampling

5.7.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีแผนการชักตัวอย่างและวิธีการชักตัวอย่าง ซึ่งต้องจัดให้มีไว้ใช้ ณ สถานที่ซึ่งทำการชักตัวอย่าง กรณีที่ห้องปฏิบัติการดำเนินกิจกรรมชักตัวอย่าง แผนการชักตัวอย่างควรใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม กระบวนการชักตัวอย่างต้องระบุปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อให้มั่นใจว่าผลวิเคราะห์หรือสอบเทียบจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

5.7.2 เมื่อลูกค้ามีความต้องการที่เบี่ยงเบน เพิ่มเติม หรือไม่ใช้วิธีการตามเอกสารวิธีชักตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ จะต้องมีการบันทึกไว้พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับการชักตัวอย่างที่เหมาะสมและระบุข้อมูลดังกล่าวในเอกสารที่แจ้งผลวิเคราะห์หรือสอบเทียบ รวมทั้งแจ้งผู้เกี่ยวข้องให้ทราบด้วย

5.7.3 ห้องปฏิบัติการจะต้องมีเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการดำเนินการที่เกี่ยวกับการชักตัวอย่างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบบันทึกจะต้องระบุวิธีการชักตัวอย่างที่ใช้ ผู้ทำการชักตัวอย่าง สภาวะแวดล้อม แผนผังหรือวิธีการอื่นซึ่งแสดงจุด/ตำแหน่งที่ชักตัวอย่าง ถ้าจำเป็น

หัวข้อ 5.8 Handling of test and calibration items

5.8.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีเอกสารขั้นตอนการขนส่ง การรับการจัดเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ การจำหน่ายและทิ้งทำลายวัตถุตัวอย่าง รวมทั้งเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการปกป้องการเสื่อมสภาพของวัตถุตัวอย่าง และผลประโยชน์ของห้องปฏิบัติการและลูกค้า

5.8.2 ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบการชี้บ่งวัตถุตัวอย่าง หลักฐานการชี้บ่งจะต้องติดอยู่กับวัตถุตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่วัตถุตัวอย่างนั้น ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของห้องปฏิบัติการ ระบบดังกล่าวต้องมีการออกแบบและดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่า วัตถุตัวอย่างจะไม่มีการสับเปลี่ยนหรือสับสนกับตัวอย่างอื่น รวมทั้งการอ้างถึงในบันทึกผลหรือเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ รวมทั้งระบบจะต้องช่วยในการจัดแบ่งประเภทและการเคลื่อนย้ายวัตถุตัวอย่างภายในห้องปฏิบัติการหรือนำออกจากห้องปฏิบัติการ

5.8.3 ขณะรับวัตถุตัวอย่างเข้ายังห้องปฏิบัติการ ต้องทำการบันทึกสิ่งผิดปกติหรือสภาพที่ต่างจากปกติหรือต่างจากที่ระบุในวิธีการวิเคราะห์/สอบเทียบ เมื่อสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมของวัตถุตัวอย่างหรือกรณีที่วัตถุตัวอย่างไม่สอดคล้องกับลักษณะที่ระบุในการนำส่ง หรือมีการให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ห้องปฏิบัติการจะต้องหารือกับลูกค้าเพื่อขอคำแนะนำก่อนที่จะดำเนินการต่อไป และให้บันทึกการหารือไว้ด้วย

5.8.4 ห้องปฏิบัติการจะต้องมีเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติรวมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในการป้องกันการเสื่อมสภาพการสูญหายหรือการเสียหายของวัตถุตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษา การเคลื่อนย้ายและการเตรียมตัวอย่าง ข้อแนะนำในการเคลื่อนย้ายวัตถุตัวอย่างจะต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด เมื่อต้องมีการเก็บรักษาวัตถุตัวอย่างหรือปรับสภาพที่สภาวะแวดล้อมที่กำหนด ห้องปฏิบัติการจะต้องรักษาสภาพที่ระบุตรวจสอบความถูกต้องและบันทึกไว้เป็นหลักฐาน เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องรักษาความปลอดภัยของวัตถุตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการจัดการสำหรับการเก็บรักษาและการรักษาความมั่นคงปลอดภัยที่สามารถปกป้องสภาพและความสมบูรณ์ของวัตถุตัวอย่างไว้ได้

คุณภาพของตัวอย่างเป็นสิ่งสำคัญในการตรวจวิเคราะห์ มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อคุณภาพของตัวอย่าง การจัดการกับตัวอย่างก่อนวิเคราะห์รวมทั้งการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์จึงต้องจัดทำรายละเอียดไว้เป็นหลักฐานที่จะใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติ เช่น

- สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณในแต่ละชนิดของตัวอย่าง อาจเป็นสารระเหยเป็นสารที่ถูกทำลายหรือเปลี่ยนสภาพง่ายเมื่อถูกแสงแดด บางกรณีอาจสลายด้วยความร้อน หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่าย จึงต้องมีกลวิธีในการชักตัวอย่างและเก็บรักษาตัวอย่าง เพื่อมิให้สิ่งที่ต้องการตรวจหาเกิดการเสื่อมสลายไปจากตัวอย่างก่อนที่จะมีการวัดค่า

- ชนิดของภาชนะที่ใช้บรรจุในการเก็บตัวอย่าง ภาชนะที่ทำด้วยแก้วอาจซับหรือปล่อยธาตุบางชนิด เช่น Na, K, B ที่มีผลกระทบต่อการวิเคราะห์สารอนินทรีย์ปริมาณต่ำได้ ในกรณี

ซึ่งมีการล้างภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้วโดยใช้สารซักล้าง อาจทำให้มีปริมาณ phosphate เพิ่มขึ้น

- การทำให้ตัวอย่างเป็นเนื้อเดียวกันก่อนการเก็บตัวอย่าง หรือก่อนการวิเคราะห์ บางกรณีอาจจำเป็นเช่น ตัวอย่าง bulk sample ที่มีสภาพเป็น suspension ไม่ใช่ solution แต่บาง กรณีอาจต้องวิเคราะห์ในสภาพที่ตัวอย่างแยกส่วน เช่นวัตถุที่แขวนลอยในของเหลว อาจไม่มีสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ แต่มีผลต่อการวิเคราะห์หากสามารถดูดซับสิ่งที่ต้องการหาไว้ได้จึงจำเป็นที่จะต้องรู้ว่า กรณีใดสามารถกรองสิ่งที่ไม่ต้องการออกได้หรือไม่

ปริมาณตัวอย่างที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการอาจมีผลกระทบต่อการดำเนินการวิเคราะห์ หากวิธีวิเคราะห์ระบุว่าต้องใช้ตัวอย่างปริมาณ 1 กรัม แต่มีตัวอย่างให้เพียง 100 มิลลิกรัม ผู้วิเคราะห์จะต้องหาทางยืนยันให้ได้ก่อนการลงมือวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์ดังกล่าวจะยังใช้ได้ดีสำหรับปริมาณตัวอย่างที่ต่ำลงถึง 10 เท่า โดยทั่วไปปริมาณตัวอย่างต้องมีมากพอที่จะใช้ในการตรวจพินิจด้วย ซึ่งควรมีการบันทึกผลไว้เพื่อเป็นข้อสังเกตกรณีเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของผลวิเคราะห์จากความเป็นจริงได้ ดังนั้นถ้าวิธีวิเคราะห์ไม่ระบุวิธีการเตรียมตัวอย่างไว้ ผู้วิเคราะห์จะต้องให้ความสนใจกับการเตรียมตัวอย่างเป็นพิเศษ การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีหลายสิ่งที่ควรพิจารณา เช่น

- ความสม่ำเสมอขององค์ประกอบในตัวอย่างนั้น
- สมบัติทางเคมีของ analyteและองค์ประกอบของตัวอย่าง
- การกระจายตัวของ analyte ในตัวอย่าง
- การทำปฏิกิริยากับภาชนะที่สัมผัส
- การสูญเสียหรือดูดความชื้นของตัวอย่างระหว่างการจัดการตัวอย่าง

ดังนั้นการ validate วิธีวิเคราะห์ จึงต้องรวมการ validate วิธีการเตรียมตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่างด้วย

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ จำเป็นต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวแม้จะมองว่าเป็นเนื้อเดียวกัน แต่อาจมีการแยกชั้น หรือตกตะกอนได้ จึงต้องผสมตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์ โดยอาจใช้วิธีเขย่า หรือกวนให้เข้ากัน ถ้าเป็นของแข็งที่ลักษณะเป็นเม็ดและมีปริมาณมากต้องผสมแล้วดึงตัวอย่างออกมาทีละ 1/4 ของปริมาณ ทำซ้ำจนได้ปริมาณตัวอย่างที่ลดลงตามต้องการหากต้องมีการบดหรือย่อยให้มีขนาดเล็กลงต้องเลือกใช้เครื่องย่อยที่เหมาะสม เช่น mill, grinderเพื่อป้องกันการสูญหายของ analyte หรือการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบโดยการเกิดการแยกส่วน

กรณีที่การวิเคราะห์ต้องมีการย่อยสลายหรือสกัดตัวอย่างจะต้องเลือกใช้สารเคมี และ reagent ที่มีความบริสุทธิ์เพียงพอ มิฉะนั้นอาจมีผลกระทบต่อความถูกต้องแม่นยำของผลวิเคราะห์ ผู้วิเคราะห์สามารถหลีกเลี่ยงการสูญหายของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์หาอันเนื่องจากขั้นตอนต้น ๆ ของการวิเคราะห์ได้ ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีของสิ่งนั้น

เอกสารในระบบคุณภาพที่เกี่ยวข้องการชักตัวอย่างและการจัดการกับตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการจะต้องจัดทำเป็นเอกสารเพื่อการเก็บรักษาและค้นคืนประกอบด้วย

1. แผนการชักตัวอย่าง ซึ่งควรมีรายละเอียดเพื่อให้ทั้งผู้ชักตัวอย่างและผู้วิเคราะห์ได้ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ
2. วิธีการชักตัวอย่าง ซึ่งอาจเป็นรายละเอียดในแผนการชักตัวอย่าง หรืออาจเขียนในรูปของ **SOP** ซึ่งอ้างไว้ในแผนการชักตัวอย่าง
3. วิธีการจัดการกับตัวอย่าง ที่เขียนระบุไว้ในแผนการชักตัวอย่างหรืออาจเขียนแยกเป็น **SOP**
4. บันทึกการฝึกอบรมบุคลากรที่ทำหน้าที่ชักตัวอย่าง
5. รายงานการตรวจติดตามการชักตัวอย่าง ซึ่งระบุความสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องหรือการเบี่ยงเบนของการปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับเอกสารที่กำหนดไว้ เพื่อเสนอผู้รับผิดชอบดำเนินการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Baiulescu, G.E., Dumitrescu P. and Zugravescu. P. Gh. **Sampling.** New York: Ellis Horwood. 1991

Dux, J.P. **Handbook of quality assurance for the analytical chemistry laboratory.** 2 nd Ed. New York: Van Nostrand Reinhold. 1990

Garfield, F.M. **Quality assurance principles for analytical laboratories Arlington:** AOAC International. 1991.

โครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออกภายใต้มาตรการเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ

การเปลี่ยนแปลงในตลาดโลกโดยเฉพาะการเปิดเสรีทางการค้าและบริการ รวมทั้งกฎเกณฑ์ทางการค้าใหม่ ๆ ระหว่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ประเทศคู่ค้ารายใหญ่เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป หันมากำหนดคุณภาพและมาตรฐานในการนำเข้าสินค้าประเภทอาหารขึ้น ทำให้รูปแบบการผลิตสินค้าภาคอุตสาหกรรมส่งออกของประเทศไทยต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ เพราะไม่เช่นนั้นแล้วประเทศไทยที่เป็นผู้ส่งออกอาหารรายสำคัญของตลาดโลก มีมูลค่าการส่งออกมหาศาลในแต่ละปี ก็จะไม่สามารถดำรงศักยภาพอันยิ่งใหญ่นี้ไว้ได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงเข้ามามีบทบาทสนับสนุนการบริการตรวจสอบคุณภาพและผลิตภัณฑ์อาหาร และรับเป็นที่ปรึกษาในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิตให้แก่ผู้ผลิต โดยได้จัดทำโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออกภายใต้มาตรการเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจขึ้น

ท่านจะได้รับประโยชน์อย่างไร

ภายใต้โครงการฯ ดังกล่าว ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารทั่วประเทศ 118 แห่ง ได้เข้ารับบริการและรับความช่วยเหลือจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยเข้ารับการอบรมหลักสูตรต่าง ๆ ได้แก่ ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ เทคนิคการตรวจสอบอาหารและภาชนะบรรจุอาหาร เทคนิคพื้นฐานเกี่ยวกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ จนทำให้ห้องปฏิบัติการในภาคเอกชนที่มีบทบาทสำคัญในการส่งออกอาหารรายใหญ่ของประเทศสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปปรับปรุงและพัฒนาห้องปฏิบัติการของตนให้มีคุณภาพและกำลังดำเนินการขอรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการให้ได้มาตรฐานสากลร้อยละ 60 ของเป้าหมายที่ตั้งไว้

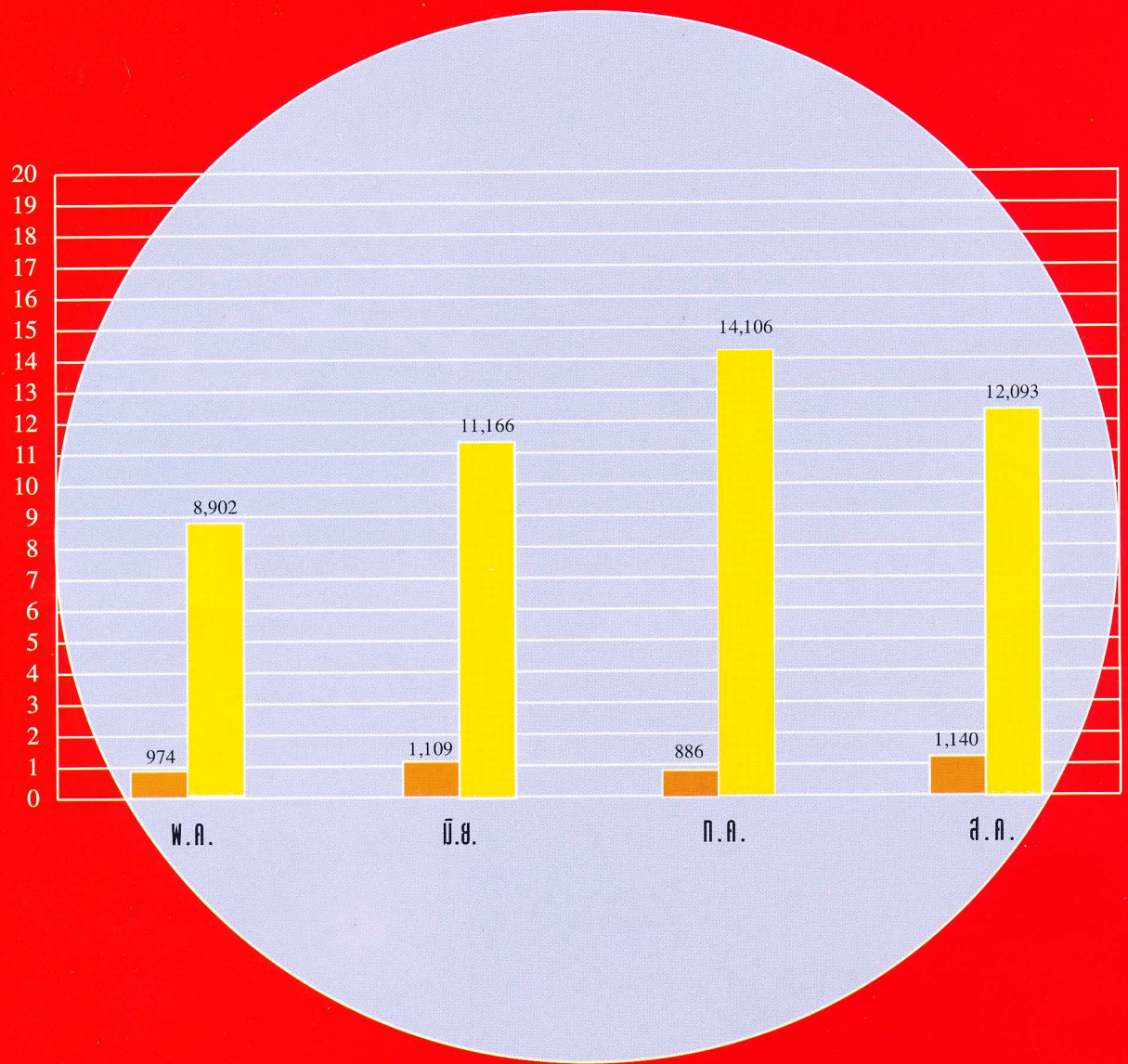
การดำเนินงานที่ผ่านมา กรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ยังขาดบุคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการห้องปฏิบัติการที่ดี การควบคุมและประกันคุณภาพการวิเคราะห์ สิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคของการแข่งขันและการส่งออกของประเทศ ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์นั่น คือ ผลวิเคราะห์ทดสอบที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานสากล

ดังนั้นจึงใคร่ขอแนะนำท่านเจ้าของหรือผู้ประกอบกิจการห้องปฏิบัติการตลอดจนผู้ส่งออกที่ต้องการพัฒนาห้องปฏิบัติการให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานสากล และใช้บริการวิเคราะห์ทดสอบ ติดต่อขอทราบรายละเอียดได้ที่ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ 75/7 ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กทม. 10400 โทร. 245-8993

นายสาวิตต์ โพธิวิหค รัฐมนตรีประจำสำนักนายกรัฐมนตรี มอบเกียรติบัตรโครงการดีเด่นภายใต้มาตรการเพิ่มการใช้จ่ายภาครัฐเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ (มพร.) โดยใช้งบจากเงินกู้มิยาซาวา (วงเงิน 11-100 ล้านบาท) ให้แก่ นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งได้รับรางวัลในโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารส่งออก ณ ห้องประชุม กรมประชาสัมพันธ์ (18 ก.ย. 2543)

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนพฤษภาคม–สิงหาคม 2543

- จำนวนตัวอย่าง
- จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000