

วารสาร

# กรมวิทยาศาสตร์บริการ



ฉบับที่ ๑๑๕ กันยายน ๒๕๓๐



กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# ➤ เครื่องทองลงหิน

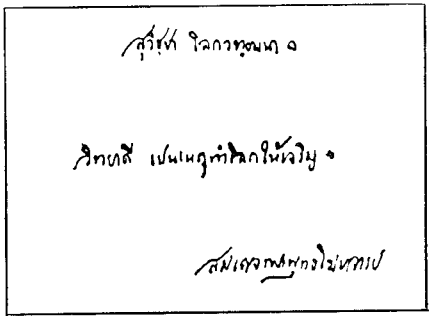
ในสถานการณ์ปัจจุบัน ท่านคงไม่ปฏิเสธว่า ประเทศไทยขาดดุลย์การค้ากับต่างประเทศอย่างมาก-มายมหาศาล ไม่ว่าจะเป็นสินค้าหลักทางด้านเศรษฐกิจหรือด้านอุตสาหกรรม ล้วนแล้วแต่มีปัญหาติดตามมาทั้งนั้น ปัญหาเหล่านี้รวมถึงสาเหตุของนโยบายการกีดกันสินค้าไทยของต่างประเทศ และเนื่องจากคุณภาพสินค้าของเราไม่ดีพอ หรือสินค้ามีคุณภาพไม่ตรงตามความประสงค์ของผู้ซื้อ ทั้งนี้และทั้งนั้นถ้าเราสามารถผลิตสินค้าคุณภาพดีคงที่สม่ำเสมอ ส่งออกต่างประเทศให้มากขึ้นกว่าเดิม ก็จะมีโอกาสลดการขาดดุลย์ลงได้บ้าง ปัจจุบันมีสินค้าประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ มีผู้ผลิตออกจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ปริมาณการส่งออกขยาย

เพิ่มขึ้น สินค้าประเภทนี้คือ เครื่องทองลงหิน ซึ่งเป็นหัตถกรรมประเภทหนึ่ง que แสดงออกถึงเอกลักษณ์ของงานฝีมือและศิลปวัฒนธรรมไทย

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า เครื่องทองลงหินหรือเรียกอีกอย่างว่าทองม้าพ้อ มีมาแต่สมัยอียิปต์ ในประเทศไทยมีการค้นพบเตาถลุงแร่สมัยโบราณ จึงพอสันนิษฐานได้ว่าเรารู้จักการใช้โลหะมานานแล้ว หลักฐานอีกประการหนึ่งดูได้จากการสร้างพระพุทธรูปสมัยต่าง ๆ ได้แก่ สมัยเชียงแสน สุโขทัย อโยธยา ล้วนแต่หล่อด้วยโลหะ แต่ไม่ปรากฏหลักฐานว่านำวัตถุดิบมาจากแหล่งใด จนถึงปลายรัชกาลที่ ๓ ต่อรัชกาลที่ ๔ มีพ่อค้าชาวจีนนำเครื่องทองม้าพ้อที่ทำเป็นโล่เกะหรือล่อเกะ (เครื่องดนตรีจีน ลักษณะคล้ายฆ้องโบราณ) ซึ่งเสื่อมคุณภาพแล้วจากประเทศจีนและฮ่องกงมาจำหน่าย มีผู้นำขึ้น

โลหะเหล่านั้นมาหลอม แล้วทำเป็นของใช้ต่าง ๆ เช่น ชั้นน้ำพานรอง ถาด ตะบันหมาก มิดโกน ฉิ่ง ฉาบ ฆ้องวง ฆ้องกระแต ระนาดแก้ว พระพุทธรูป จนกระทั่งหล่อเป็นล้ากลองปี่ใหญ่ก็มี จะเห็นได้ว่า เครื่องทองลงหินมีประโยชน์ใช้สอยกว้างขวางมาก

จากชื่อเรียกทองลงหิน ชวนให้เข้าใจว่าทองต้องเป็นส่วนประกอบชนิดหนึ่งของเครื่องทองลงหินอย่างแน่นอน แต่ตามความเป็นจริงแล้ว เครื่องทองลงหินประกอบด้วยโลหะ ๒ ชนิด คือ ทองแดง และดีบุก ศาสตราจารย์เกลียว บุนนาค นักวิทยาศาสตร์ไทยผู้สนใจเรื่องทองลงหิน เป็นผู้วิเคราะห์หาสัดส่วนผสมเครื่องทองลงหินสำเร็จเมื่อหลายสิบปีมาแล้ว ท่านได้รายงานว่ ทองลงหินมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น



ทองแดงประมาณร้อยละ ๘๐ และดีบุกประมาณร้อยละ ๒๐ ทั้งนี้เป็นผลวิเคราะห์จากตัวอย่างโล่เกะ ซึ่งซื้อมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเครื่องทองลงหิน หลังจากมีการเผยแพร่ความรู้เรื่องนี้เมื่อ

ประมาณปี พ.ศ. ๒๔๖๘ จึงเริ่มมีผู้ผลิตเครื่องทองลงหินโดยอาศัยวัตถุดิบ ๒ ชนิด คือทองแดงและดีบุกหลอมรวมกัน โดยเห็นว่าโลหะทั้ง ๒ ชนิด ต้องมีความบริสุทธิ์สูงพอควร จึงจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี การผลิตจากโลหะผสมดังกล่าวทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเมื่อก่อน ปัจจุบันนี้มีการพัฒนาเนื้อโลหะขึ้นด้วยการผสมโลหะนิกเกิลลงไป ประมาณร้อยละ ๐.๕-๒ แล้วลดปริมาณดีบุกให้น้อยลง เพื่อเพิ่มคุณภาพให้ดีขึ้น ทั้งทางด้านสีสนัน และด้านเนื้อโลหะ กล่าวคือส่วนผสมนี้จะมีผลให้ได้เนื้อโลหะออกสีเงาวาวสดใส สวยงามขึ้นกว่าส่วนผสมแบบเก่า ไม่ออก

สีแดงด้วยสีแดงของทองแดง และเนื้อโลหะจะแข็งเหนียว ลดความแกร่งและกรอบ นอกจากโลหะทั้ง ๓ ชนิดนี้แล้ว อาจพบโลหะและธาตุอื่น ๆ เจือปนอยู่ในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี เหล็ก แคดเมียม อะลูมิเนียม พลวง แมงกานีส ซิลิคอน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และสารหนู

แหล่งวัตถุดิบแต่ละชนิดมีที่มาดังนี้คือ ทองแดงบางส่วนนำเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา บราซิล ญี่ปุ่น ทองแดงบางส่วนหาซื้อจากร้านค้าของเก่า ซึ่งเป็นพวกสายไฟฟ้าเก่าที่ไม่ใช้แล้ว ดิบบุกได้จากแหล่งผลิตภาคใต้ของประเทศไทย และนิกเกิลได้จากการนำเข้า

### กรรมวิธีการผลิต

ในอดีตที่เริ่มมีการทำเครื่องทองลงหิน ผู้ผลิตส่วนใหญ่นิยมผลิตพวกชิ้นน้ำพานรองและจอก มีวิธีการผลิตดังนี้ นำพวกทองม้าพ่อ ฉาบจีน และหม้อที่ชำรุดมากองรวมกันกับถ่านไม้และจุดไฟสูมทิ้งไว้ หลังจากถ่านมอดแล้วปล่อยให้เย็นลง แล้วต๋อยโลหะที่ถูกเผาจนหลอมรวมกันเป็นก้อนให้แตกเป็นชิ้นเล็กๆ วัสดุเหล่านี้เมื่อถูกความร้อนเผาอย่างโชกโชก จะสูญเสียความเหนียวแตกง่ายเมื่อถูกแรงกระทบกระแทก นำชิ้นโลหะที่ต๋อยแยกจากกันมาซึ่งตามขนาดของวัตถุดิบที่จะผลิต แล้วจึงใส่เบ้าหลอม เมื่อโลหะหลอมละลายดีแล้วก็เทลงพิมพ์ (ทำจากดินผสมขี้เถ้าแกลบ) ทิ้งไว้ให้เย็นจะได้โลหะเป็นก้อนแบนคล้ายงับน้ำอ้อย นำก้อนโลหะไปตีหรืออบด้วยหม้อนขนาดต่าง ๆ โดยใช้หม้อใหญ่ตีขึ้นรูป ใช้หม้อเล็กตีตกแต่งซ้ำ ขณะตีก็จะเอาเข้าเตาไฟเผาให้อ่อนตัว ตีไปแต่งไปเหมือนช่างตีดาบตีมีดจนมีขนาดตามต้องการ ถ้าหากต้องการทำของบางชนิดก็เทลงแบบที่แกะหรือทำเป็นผลิตภัณฑ์เลย เช่น หม้อวง ระนาดแก้ว เมื่อถอดแบบเสร็จแล้ว จึงนำมาตกแต่งให้สวยงามเรียบร้อยในภายหลัง สำหรับชิ้นลงหินนั้นแหล่งผลิตที่ขึ้นชื่ออยู่ที่บ้านบุ ตำบลบ้านฆ้อง บางกอกน้อย แต่ปัจจุบันปริมาณการผลิตลดน้อยลง จนน่าเป็นห่วงว่าจะไม่

สามารถอนุรักษ์งานฝีมือประเภทนี้ไว้ได้ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องใช้แรงงานของผู้ชำนาญงานสูง ต้องมีความอดทนและมีความละเอียดพิถีพิถันในการกลึงและสลักรูปลายไทยลงบนชิ้น

สำหรับกรรมวิธีการผลิตในปัจจุบันก็คล้ายคลึงกับการผลิตในอดีต เพียงแต่ปัจจุบันจะผลิตเครื่องทองลงหินมากชนิดกว่าเก่า และที่นิยมผลิตกันมากเป็นเครื่องทองลงหินประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เช่น ช้อน ส้อม มีด เป็นต้น ดังจะกล่าวถึงขั้นตอนการผลิตวัตถุของใช้แต่ละชนิดซึ่งมีกระบวนการผลิตดังนี้

**หลอมโลหะ** นำวัตถุดิบได้แก่ ทองแดงผสมดิบบุกและนิกเกิลตามอัตราส่วนที่กำหนด หรือเครื่องทองลงหินเก่าที่ชำรุด หลอมในเบ้าให้ละลายด้วยความร้อนสูง เมื่อโลหะหลอมได้ที่ เขี่ยส่วนสกปรกซึ่งลอยอยู่บนผิวหน้าออกให้หมด

**เทแบบ** เทโลหะหลอมเหลวลงในแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้ ซึ่งมีลวดลายตามแบบที่ต้องการ ผู้ทำหน้าที่เททองลงหินลงแบบต้องมีความชำนาญมาก ถ้าเทไม่ดี เนื้อโลหะจะไม่ประสานเป็นเนื้อเดียวกัน และอาจเกิดเป็นคราบหรือฟองได้

**ปั๊มแบบ** หลังจากโลหะที่หลอมเหลวเย็นลง นำชิ้นวัตถุดิบออกจากแม่พิมพ์ เข้าเครื่อง ปั๊มตามรูปลักษณะของเครื่องใช้ ต่อจากนั้นทุบด้วยหม้อน้ำยาเนื้อโลหะเพื่อให้แน่นและเหนียว ตัดส่วนเกินที่ไม่ต้องการออก แล้วเจียรตกแต่งด้วยหินไฟ

**เผาตกแต่ง** เมื่อตกแต่งเรียบร้อยแล้ว นำไปเผาไฟจนเนื้อวัตถุร้อนแดงทั้งชิ้น แล้วแช่ในน้ำทันที เพื่อให้โลหะเหนียว แข็งตัว ไม่เปราะง่าย แสงงานวัตถุเย็นตัวลง

**แต่งรูป** เมื่อนำวัตถุดิบขึ้นจากน้ำแล้ว นำมาแต่งรูปด้วยหินไฟและขัดด้วยสั๊กหลาด ซึ่งต้องระมัดระวังและพิถีพิถันเป็นพิเศษ ถ้าแต่งไม่ดีจะไม่ได้สัดส่วนที่สวยงาม

**ขัดเงา** นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาขัดด้วยยาขัดเงา

**การตกแต่ง** ถ้าเราต้องการใช้ไม้มาประกอบเป็นด้าม จะต้องมีการปรับไม้ คือ นำไม้มาเข้าด้าม และเจาะรูหมุดตรึงเพื่อให้แน่น แล้วจึงกล่อมไม้ คือ ขัดด้ามไม้ให้เข้ารูปจนดูสวยงาม

การผลิตเครื่องทองลงหินเกือบทุกประเภทมีกระบวนการคล้ายคลึงกัน เริ่มตั้งแต่หลอมโลหะตลอดจนถึงเทลงในแบบพิมพ์ แล้วจึงตกแต่งด้วยวิธีการต่างกันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ประเภทแจกัน** เซิงเทียน ถ้วย ทำวิธีกลึงนอกก้านใน แล้วนำมาตกแต่งให้เรียบร้อยด้วยหินไฟ ผ่าสักหลาดและยาขัด

**ประเภทช้อน** ทัพพี และวัตถุที่เป็นแอ่ง กรอด้วยหินไฟไม่ได้ ต้องใช้เหล็กขัดส่วนลึกให้เป็นรูป แล้วดำเนินขั้นตอนเหมือนกัน

**ประเภทส้อม** เมื่อนำออกจากแบบพิมพ์ ต้องนำมาจักด้วยเลื่อยให้เป็นซี่หรือใช้เครื่องปมออกมาเป็นซี่เลย

**คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องทองลงหิน** มีลักษณะแข็ง เหนียว เคาะเสียงดังกังวาล เมื่อขัดแล้วผิวจะสุกใส ถ้าเกิดขรุขระ บวมหรือแตก จะซ่อมให้เป็นรูปเดิมไม่ได้ ต้องยุบหลอมใหม่ ถ้าหากผลิตภัณฑ์นั้นมาจากวัตถุดิบซึ่งหลอมใหม่หลายครั้งหลายหน เนื้อโลหะจะแข็งกรอบมีคุณภาพไม่ดี มีดทองลงหินจะมีความคมและแข็งกล้ามาก ใช้ปอกผลไม้ได้ดี เนื้อผลไม้จะไม่มีสีดำติดอยู่ ต่างกับใช้มีดที่ทำด้วยโลหะอื่น ชั้นทองลงหินมีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อใส่ข้าวสุกไว้ ข้าวจะไม่บูดเร็ว

เนื่องจากเครื่องทองลงหินแต่ละประเภทมีราคาค่อนข้างสูง ถ้าต้องการถนอมไว้ใช้นานๆเมื่อใช้แล้วควรรีบล้างแล้วเช็ดให้แห้ง หมั่นขัดเป็นครั้งคราวด้วยยาขัด ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นก็จะคงความเงาวาวอยู่เสมอ ในประเทศไทยนิยมใช้ในวงแคบ ส่วนใหญ่ใช้ในหมู่ผู้มีฐานะดี แต่สำหรับชาวต่างประเทศแล้ว

เป็นที่นิยมกันมากเพราะเป็นของแปลกกว่าของต่างประเทศ โดยเฉพาะมีลวดลายที่สวยงาม เช่น ลายเทพพนม เป็นต้น เครื่องใช้บางชนิดใช้เขาสัตว์ (ส่วนมากใช้เขาควาย) เป็นส่วนประกอบ และที่สำคัญที่สุดคือ ผู้ผลิตได้พยายามรักษาชื่อเสียงและคุณภาพ จึงส่งเป็นสินค้าออกไปยังประเทศต่าง ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส เยอรมันตะวันตก เบลเยียม อิตาลี ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น เป็นต้น

กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของเครื่องทองลงหิน ที่ผู้ผลิตส่งมา วัตถุตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เช่น ช้อน ส้อม มีด ที่ตัดเค้ก ชุดบาบิคิว กาชาลงหิน ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ปริมาณทองแดง ดีบุก และ นิกเกิล เป็นไปตามอัตราส่วนดังกล่าวไว้ข้างต้น และพบว่าตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม เป็นโลหะเจือปนซึ่งต่างประเทศให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะถ้ามีปริมาณมากเกินไป อาจละลายลงในอาหารซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ จากผลการวิเคราะห์ที่ผ่านมาพบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องทองลงหิน ประเภทนี้ประกอบด้วย ตะกั่ว ไม่เกินร้อยละ ๐.๐๑ แคดเมียมไม่เกินร้อยละ ๐.๐๐๐๒ และสังกะสีไม่เกินร้อยละ ๐.๒ ตามข้อกำหนดสารปนเปื้อนในอาหารตามมาตรฐาน FAO/WHO กำหนดว่า ตะกั่ว ไม่เกิน ๒ ppm สังกะสีไม่เกิน ๕ ppm และแคดเมียม ไม่เกิน ๐.๕ ppm ซึ่งปริมาณโลหะแต่ละชนิดจะปนเปื้อนอาหารมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้นด้วย ขณะนี้ยังไม่มีรายงานแน่ชัดว่า การนำทองลงหินมาใช้ทำอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับรับประทานอาหาร อาจมีอันตรายต่อผู้ใช้ได้ กองเคมี มีความสนใจที่จะศึกษาหาปริมาณโลหะองค์ประกอบของเครื่องใช้ดังกล่าวที่จะละลายออกมาเมื่อนำมาใช้งาน จึงได้กำหนดแนวทางที่จะดำเนินการศึกษาติดตามเรื่องของทองลงหิน และจะนำผลมารายงานให้ทราบในโอกาสต่อไป



# แบตเตอรี่

พลังงานไฟฟ้าที่มนุษย์ใช้ทุกวันนี้ได้มาจากหลายทาง และทางหนึ่งซึ่งเราใช้กันมากในชีวิตประจำวัน ได้มาจากพลังงานเคมีที่เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าในเซลล์ไฟฟ้า

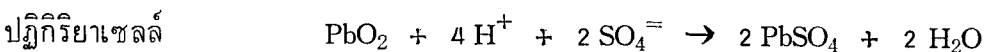
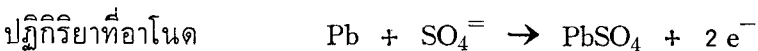
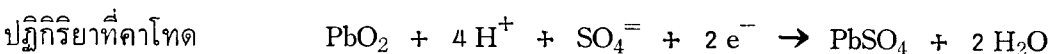
เซลล์ไฟฟ้า คือเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี ประเภทที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า เรียกว่ากัลวานิกเซลล์และ ประเภทที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมีเรียกว่าอิเล็กโทรไลติกเซลล์ เซลล์ไฟฟ้าทุกชนิดประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า ๒ ชนิด คือ คาโทด (cathod) และแอโนด (anode) และส่วนที่เป็นน้ำยาเคมีซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte)

เซลล์ไฟฟ้ายังจำแนกเป็น ๒ ชนิด คือชนิดที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถอัดไฟเพื่อนำมาใช้อีก เรียกว่าเซลล์ปฐมภูมิ (primary cell) และชนิดที่เมื่อใช้ไฟหมดแล้วนำมาอัดไฟใช้ใหม่ได้อีก เรียกว่าเซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell) เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบอนุกรมเรียกว่าแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่เรารู้จักกันดีและใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน คือแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด (lead—acid battery) ที่สำคัญ ๆ มี ๒ ชนิด คือ แบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์ และแบตเตอรี่พลาจ

## ปฏิกิริยาของเซลล์ตะกั่ว—กรด (การปล่อยไฟ)

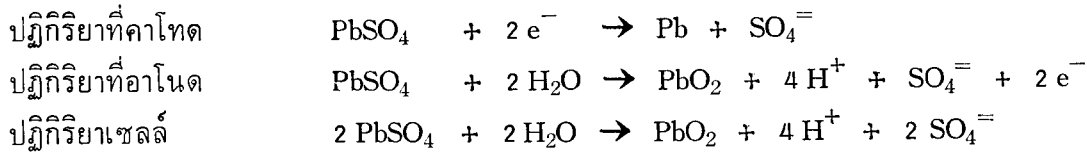
ส่วนที่เป็นแอโนดทำด้วยตะกั่ว ส่วนที่เป็นคาโทดทำด้วยตะกั่วไดออกไซด์ ส่วนน้ำยาเคมี (อิเล็กโทรไลต์) ก็คือ กรดกำมะถัน สำหรับปฏิกิริยาของการปล่อยไฟ เป็นดังนี้



แบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ ๒ โวลต์ จำนวน ๖ เซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม ในแบตเตอรี่นี้จะมีแผ่นธาตุบาง ๆ มีรูพรุนคล้ายฟองน้ำเพื่อให้มีพื้นที่ผิวมาก ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่สามารถปล่อยกระแสได้มากและยังคงรักษาแรงเคลื่อนไฟฟ้าไว้ในระดับที่ต้องการด้วย แบตเตอรี่ชนิดนี้ได้ถูกออกแบบให้ปล่อยพลังงานได้ที่ละน้อยแล้วนำมาอัดไฟใหม่ (shallow cycling) ถ้าจะให้ปล่อยพลังงานมาก ก็ต้องใช้ในช่วงสั้น ๆ เช่น ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ โดยเฉลี่ยแล้วจะใช้กระแสเกินกว่า ๓๐๐ แอมแปร์ในเวลา ๒—๓ นาที ซึ่งจะทำให้พลังงานในแบตเตอรี่ร้อยละ ๑ ของความจุของแบตเตอรี่ถูกใช้ไป (ความจุคือพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่มีหน่วยเป็นแอมแปร์—ชั่วโมง) ดังนั้นผู้ที่ชอบสตาร์ทรถทิ้งไว้นาน ๆ ก็จะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็ว

แผ่นธาตุดังกล่าวบอบบางและเปราะ เมื่อต้องผ่าน ขบวนการทางเคมีในการอัดและปล่อยไฟอย่างเต็มที่บ่อย ๆ อนุภาคของตะกั่วซึ่งเป็นส่วนประกอบของธาตุจะหลุดจากแผ่น ทำให้เกิดกระแสไฟลัดวงจร เป็นผลให้อัตราการปล่อยกระแสสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมประสิทธิภาพเร็วขึ้น

สำหรับปฏิกิริยาการอัดไฟ ขั้วที่เคยเป็นคาโทดจะกลับกลายเป็นแอนโนด ส่วนขั้วที่เป็นแอนโนดจะกลับกลายเป็นคาโทด ปฏิกิริยาเป็นดังนี้



จะเห็นว่า ปฏิกิริยาการอัดไฟและปล่อยไฟเป็นปฏิกิริยาสวนทางกัน ในระหว่างที่มีการปล่อยไฟ พื้นที่ของแผ่นธาตุที่ทำปฏิกิริยาจะลดลง เพราะผิวของมันถูกเคลือบด้วยตะกั่วซัลเฟต ซึ่งเป็นฉนวนทำให้ความต้านทานภายในสูง และแรงเคลื่อนไฟฟ้าก็ลดต่ำลง ในที่สุดแผ่นธาตุจะไม่มีพื้นที่ผิวเหลือสำหรับทำปฏิกิริยา เนื่องจากซัลเฟตที่ออกมาจากน้ำยาจะมาจับเป็นตะกั่วซัลเฟตบนแผ่นธาตุจนหมด แบตเตอรี่จึงหมดสภาพ

เมื่อซัลเฟต ออกอน ทั้ง หมด หลุด จาก แผ่น ธาตุ และเข้ามาอยู่ในสารละลาย เราเรียกว่าแบตเตอรี่ถูกอัดไฟ แต่ในทางปฏิบัติแล้วซัลเฟตออกอนไม่อาจหลุดเข้ามาในสารละลายได้หมด บางส่วนยังคงเกาะติดกับแผ่นธาตุในรูปของตะกั่วซัลเฟต สิ่งนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่มีอายุจำกัด เมื่อเวลาผ่านไปพื้นที่ผิวที่สามารถทำปฏิกิริยาจะร่อยหลอกลงไปทุกที ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า ซัลเฟชั่น (sulfation)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ ๗๘ องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าอุณหภูมิลดลงปฏิกิริยาจะเกิดได้ช้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะต่ำ ตัวอย่างที่เห็น ๆ กันอยู่คือเมื่อเวลาที่มีอากาศเย็นจะสตาร์ทรถได้ยาก เมื่ออุณหภูมิสูงก็เช่นกัน ถ้าปล่อยแบตเตอรี่ไว้ในที่ ๆ มีอุณหภูมิเกิน ๙๕ องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงและประสิทธิภาพจะต่ำลง เนื่องจากเกิดการปล่อยกระแสไฟตัวเอง (self-discharging) ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่จะดีขึ้นถ้าปล่อยไฟอย่างช้า ๆ

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการเติมแคลเซียมลงไป ในแผ่นธาตุที่มีรูพรุน เพื่อให้แผ่นธาตุแข็ง การเติมแคลเซียมนี้ทำให้ความต้านทานภายในแบตเตอรี่สูงขึ้น การอัดไฟจะทำได้ช้า แต่แบตเตอรี่ที่มีแคลเซียมอยู่ด้วยนี้ ถ้าปล่อยไว้นาน ๆ เมื่อจะใช้ก็นำมาอัดไฟอีกเล็กน้อยก็ใช้ได้ และข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือไม่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ

### คุณสมบัติของแบตเตอรี่ประเภทตะกั่ว—กรด

แบตเตอรี่ประเภทนี้ถูกออกแบบให้ปล่อยพลังงานไฟฟ้าได้ที่ละน้อย แล้วต้องนำมาอัดไฟใหม่ ถ้าจะให้ปล่อยพลังงานไฟฟ้ามาก ๆ ก็ต้องใช้ในเวลาสั้น ๆ สำหรับรถยนต์เมื่อเครื่องติดแล้ว แบตเตอรี่จะถูกอัดไฟจากเครื่องผลิตไฟ (generator) การปล่อยกระแสไฟนี้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดลงเป็นปกติโดยตรงกับอัตราของการปล่อยกระแสไฟ ถ้าแบตเตอรี่ปล่อยไฟครบ 100 เปอร์เซ็นต์ แรงเคลื่อนจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดหมดสภาพ แรงเคลื่อนไฟฟ้าแบตเตอรี่เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ทางไฟฟ้าที่ต้องใช้แบตเตอรี่ได้ถูกออกแบบให้ทำงานในช่วงของศักย์ไฟฟ้าช่วงใดช่วงหนึ่ง ถ้าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ต่ำกว่าช่วงนี้แล้ว เครื่องมือนั้นจะไม่ทำงาน

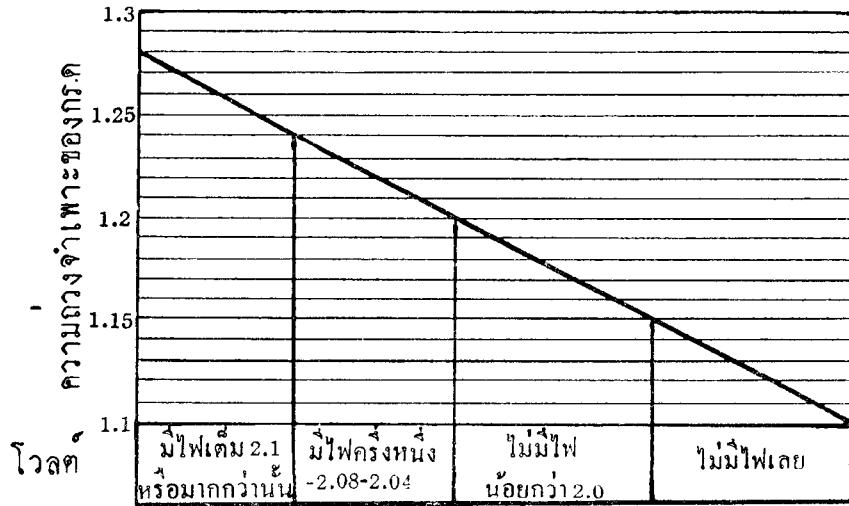
อายุการใช้งานของแบตเตอรี่รถยนต์เฉลี่ยประมาณ ๓-๕ ปี แต่ถ้าให้มันปล่อยไฟไปมาก ๆ แล้วจึงนำมาอัดไฟใหม่ก็จะทำให้มีอายุไม่ถึง ๒ ปี

### ความถ่วงจำเพาะกับสถานะภาพของประจุ

เมื่อแบตเตอรี่ปล่อยกระแสไฟ กรดกำมะถันจะถูกใช้ไปเรื่อย ๆ ทำให้ความถ่วงจำเพาะของน้ำยา

(electrolyte) ลดลง ดังนั้นการวัดสภาพของประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด อาจหาได้โดยการวัดความ

ถ่วงจำเพาะโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ แบตเตอรี่ที่ดีควรมีค่าความถ่วงจำเพาะ ๑.๒๘ ดังรูป



สภาวะของแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด วัดจากแรงเคลื่อนในสภาพที่เป็นวงจร เปิด และความถ่วงจำเพาะของน้ำยา

การตรวจสอบสภาพของประจุอีกวิธีหนึ่ง คือการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิธีที่ดีกว่าวิธีแรก เราไม่ต้องเปิดเซลล์ออกมาตรวจ เพราะการเปิดเซลล์อาจเป็นการนำสารมลทินเข้าไปในเซลล์ได้ แบตเตอรี่ชนิด ๑๒ โวลต์ โดยปกติจะมีช่วงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่าง ๑๑.๗ ถึง ๑๒.๖ โวลต์ หรือวัดความแตกต่างของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างแต่ละเซลล์ ซึ่งไม่ควรเกิน ๐.๐๕ โวลต์

ปัญหาที่เกิดกับการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ อุณหภูมิ เพราะความต้านทานภายในเซลล์จะแปรตามอุณหภูมิ ถ้าแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า ๕๐ องศาฟาเรนไฮต์ และกำลังอัดไฟอยู่ ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จะสูงกว่าความเป็นจริง ทำให้ผู้วัดคิดว่าแบตเตอรี่มีไฟเต็ม แต่ความจริงแล้วยังไม่เต็ม ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการแก้ไขความผิดพลาดเนื่องจากอุณหภูมิ

### ประสิทธิภาพกับอัตราการปล่อยไฟ

แบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ ๗๐ ถ้าให้ปล่อยไฟช้าลงจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นเราควรใช้แบตเตอรี่ขนาดใหญ่ เพราะปล่อยไฟได้ช้าและเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มาก

### การอัดไฟสำหรับแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด

สำหรับแบตเตอรี่ที่ไฟเกือบหมดหม้อหรือเกือบเต็ม (สถานะสภาพของประจุน้อยกว่าร้อยละ ๒๐ หรือมากกว่าร้อยละ ๙๐ ตามลำดับ) อัตราการอัดไฟที่เหมาะสมที่สุดคืออัดให้เต็มในเวลา ๒๐ ชั่วโมง ถ้าอัดในอัตราเร็วจะทำให้เกิดก๊าซและความร้อนในแบตเตอรี่มาก ทำให้อายุของแบตเตอรี่สั้นลง ส่วนแบตเตอรี่ที่มีสภาพของประจุน้อยกว่าร้อยละ ๒๐ ถึงร้อยละ ๙๐ อัตราที่เร็วที่สุดที่อัดแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพคืออัดให้เต็มในเวลา ๑๐ ชั่วโมง

### การปล่อยไฟเอง (self discharge)

คือการสูญเสียไฟไปเองโดยไม่ได้ใช้ ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิ ถ้าเก็บไว้ในที่เย็นจัดก็就不用มีการปล่อยไฟได้เอง ถ้าต้องการเก็บแบตเตอรี่ตะกั่ว—กรด ไว้เฉยๆ เมื่อไม่ใช้งานหลาย ๆ เดือน ควรเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาฟาเรนไฮต์ แต่ก่อนเก็บต้องให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่มีไฟเต็มหม้อแล้ว และเมื่อจะนำมาใช้ต้องทำให้มันอุ่นขึ้นก่อน

## การบำรุงรักษา

เวลาที่เหมาะที่สุดสำหรับการดูแลรักษาแบตเตอรี่คือ เวลายังมีไฟเต็มและกำลังอัดไฟอยู่ จะเป็นเวลาที่เหมาะที่สุดที่จะตรวจระดับของน้ำยาของทุก ๆ เซลล์

การเติมน้ำในแบตเตอรี่ขณะที่ยังเย็น แล้วอัดไฟเข้าไป จะทำให้น้ำยาทะลักออกมาเนื่องจากเกิดการขยายตัวจากความร้อนที่ได้จากการอัดไฟ เมื่อแบตเตอรี่มีไฟเต็ม หม้อ แล้วนำมาอัดไฟจะเกิดก๊าซ ขึ้น ฟองก๊าซนี้จะช่วยกระจายน้ำไปทั่วน้ำยา

พึงระลึกไว้ว่าเมื่อระดับน้ำยาพร่อง ให้เติมน้ำกลั่นเสมอ วิธีดูแลรักษาอีกวิธีหนึ่งคือตรวจความแตกต่างของแรงเคลื่อนระหว่างแต่ละเซลล์ ซึ่งไม่ควรเกิน ๐.๐๕ โวลต์

## แบตเตอรี่พลวง

แบตเตอรี่ประเภทพลวงนี้ แผ่นธาตุไม่ได้ทำด้วยตะกั่วที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ แต่เป็นแผ่นโลหะผสมของตะกั่วที่มีพลวงถึงร้อยละ ๑๖ พลวงที่ผูกผสมเข้าไปนั้นจะไม่มีส่วนในปฏิกิริยาของเซลล์ แต่จะช่วยให้แผ่นธาตุมีความแข็งแรงและมีอายุการใช้งานนานขึ้น แผ่นธาตุของแบตเตอรี่ชนิดนี้จะหนากว่าแผ่นธาตุของแบตเตอรี่รถยนต์มากกว่า ๔ เท่า ทำให้มีขนาดใหญ่และหนัก ไม่ใช่ประกอบแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิน ๖ โวลต์

## เอกสารอ้างอิง

1. Perez, Richard A. The complete battery book, Pennsylvania, Tab Books Inc., 1985
2. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, 5<sup>th</sup> ed Vol. A3, Florida, Deerfield Beach, 1985
3. Dry cells batteries & accumulators : a complete reference to all the usual modern types, Hemel Hempstead, Herts., Model & Allied Publication Ltd., 1972

แบตเตอรี่ชนิดนี้ถูกออกแบบไว้ให้สามารถปล่อยพลังงานได้สูง และสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้เกินกว่าร้อยละ ๘๐ แล้วจึงนำไปอัดไฟเมื่อนำมาใช้อีก มีประโยชน์สำหรับใช้กับรถไฟฟ้า รถในสนามกอล์ฟ ลิฟท์ และแทรกเตอร์ที่ใช้ในเมืองแรม ส่วนปฏิกิริยาเคมีของเซลล์คล้ายกับแบตเตอรี่รถยนต์

อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ประเภทนี้ ประมาณ ๕—๑๕ ปี

กล่าวโดยสรุปแล้วแบตเตอรี่ตะกั่ว — กรด ทั้งชนิดแบตเตอรี่ที่ใช้กับรถยนต์และแบตเตอรี่พลวงต่างก็มีความสำคัญในการใช้งาน ด้วยวิวัฒนาการสมัยใหม่ ได้มีการเติมแคลเซียมลงไปในแผ่นธาตุของแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ ทำให้แผ่นธาตุแข็งและความต้านทานภายใน แบตเตอรี่สูงขึ้น ซึ่งยังไม่ต้องเติมน้ำกลั่นบ่อย ๆ อีกด้วย สำหรับแบตเตอรี่พลวงนั้น พลวงที่ผสมเข้าไปจะช่วยทำให้แผ่นธาตุมีความแข็งแรง และมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางขึ้น และเป็นที่ยกต่องานว่า ในอนาคตข้างหน้าอาจจะมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นไปอีก





# เนื้อเทียม

เนื้อเทียม หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โปรตีนเกษตร เป็นผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้จากพืช โดยทั่ว ๆ ไปแล้วเราทราบกันว่าแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญก็คือ เนื้อสัตว์ แต่เนื้อสัตว์นั้นมีราคาค่อนข้างสูง จึงมีผู้หันมาสนใจศึกษาค้นคว้าหาโปรตีนจากแหล่งอื่นที่มีคุณค่าเท่าเทียมกับโปรตีนจากสัตว์ แต่ราคาถูกกว่า และได้พบว่าพืชตระกูลถั่วโดยเฉพาะถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง คุณภาพดีสามารถนำมาใช้แทนโปรตีนจากสัตว์ได้ จึงได้มีการนำเอาโปรตีนจากถั่วเหลืองมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเลียนแบบเนื้อสัตว์ โดยนำไปผ่านกรรมวิธีการอัดให้ความร้อน เพื่อให้เกิดการแปรสภาพของโปรตีนและเกิดโครงสร้างใหม่ของเซลล์พืช จนมีลักษณะเหมือนเนื้อสัตว์ ถึงแม้จะไม่เหมือนเนื้อธรรมชาติทีเดียว แต่คล้ายคลึงกันในหลายกรณี เช่น รูปร่างลักษณะ เนื้อ กลิ่น รส และสี รวมทั้งคุณค่าทางอาหารประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรมมีวัตถุดิบคือถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ประกอบกับปัจจุบันมีผู้หันมานิยมรับประทานอาหารมังสวิรัตกันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเนื้อเทียมจึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่น่าสนใจทั้งในด้านการผลิตและบริโภค เพราะนอกจากจะมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้ว ยังมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ และยังเป็นการช่วยผู้ที่มีรายได้น้อยให้ได้รับประทานอาหารที่มีประโยชน์อีกด้วย

การดัดแปลงโปรตีนจากถั่วเหลืองให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีมานาน และเป็นที่ยุ้จักกันดีในหมู่ชาวเอเชีย เพราะได้มีการนำมาทำอาหารต่าง ๆ หลายรูปแบบด้วยกัน เช่น ซอสปรุงรส เต้าเจี้ยว เต้าหู้ และนมถั่วเหลือง เป็นต้น แต่ชาวอเมริกันและยุโรป

ได้พยายามที่จะผลิตเนื้อเทียม (meat analog) จากโปรตีนถั่วเหลืองให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่มีรสชาติตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และช่วยให้เกิดความสมดุลย์ทางโภชนาการในอาหาร โดยไม่ทำให้งบประมาณค่าใช้จ่ายในด้านอาหารสูงขึ้น ได้มีการใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ทันสมัยมาพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพตลอดจนรูปแบบของเนื้อเทียมให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบันนี้เนื้อเทียมที่ผลิตได้มีลักษณะคล้ายกับเนื้อวัว เนื้อไก่ แฮม เบคอน ไส้กรอก ลูกชิ้น และอาหารโปรตีนอื่น ๆ อีกมากมาย และในการผลิตเนื้อเทียมเราสามารถผลิตให้มีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการ และมีคุณภาพดีกว่าเนื้อธรรมชาติได้ เนื่องจากควบคุมส่วนประกอบได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณและคุณภาพไขมัน และทำได้ในราคาต้นทุนที่ต่ำกว่า

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมนี้ มีโรงงานอุตสาหกรรมถั่วเหลืองเป็นจุดศูนย์กลาง ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อเทียมและผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่

— แบ่งถั่วเหลืองชนิดหยาบและละเอียด (soy grit and flour) เป็นโปรตีนธรรมชาติส่วนแรกที่ใช้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ มีขนาดอนุภาคต่าง ๆ อยู่ในช่วงเม็ดหยาบจนถึงละเอียด มากผ่าน ตะแกรง ๒๐๐ เมช มีปริมาณโปรตีนร้อยละ ๕๐—๕๕ เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของขนมปังโปรตีนสูง อาหารลดความอ้วน อาหารเด็กอ่อน อาหารอบ ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก และเนื้อเทียม

— โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate) มีปริมาณโปรตีนร้อยละ ๖๕—๗๐ นำ

ไปใช้ในอาหารอบ และใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์

— โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (soy protein isolate) เป็นโปรตีนเกษตรชนิดที่มีความเข้มข้นมากขึ้น มีโปรตีนร้อยละ ๙๐—๙๕ ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน ลดการแตกหักและปรับปรุงรูปร่าง ใช้ในการทำเนื้อเทียมโดยกรรมวิธี spinning

กรรมวิธีการผลิตเนื้อเทียมจากโปรตีนถั่วเหลือง มีวิธีการที่สำคัญอยู่ ๒ วิธีคือ

— Spinning process ผลิตโดยการนำเอาโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง มาละลายในสารละลายต่าง แล้วผ่านเข้าเครื่องปั่นทำเป็นเส้นใย และทำให้อยู่ในสารละลายกรด หลังจากนั้นนำมายืดให้ตึงโดยใช้ลูกกลิ้งรีด นำเส้นใยเหล่านี้รวมเข้าด้วยกันและยืดไว้ด้วยตัวเชื่อมบางอย่างที่สามารถรับประทานได้ เต็มสารประกอบปรุงแต่ง เช่น กลิ่น รส และสี แล้วตัดผลิตภัณฑ์ให้มีรูปร่างและขนาดตามต้องการ ทำให้มีลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ต่าง ๆ เช่น เนื้อวัว เบคอน แฮม เนื้อปลา และเนื้อไก่ เป็นต้น เนื้อเทียมชนิดนี้ไม่ได้ประกอบกันขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์เหมือนเนื้อสัตว์ทุกอย่าง ส่วนประกอบคิดเป็นน้ำหนักแห้ง คือ เส้นใยร้อยละ ๔๐ ตัวเชื่อมให้ติดกันร้อยละ ๑๐ ไขมันร้อยละ ๒๐ และส่วนผสมอื่น ๆ ร้อยละ ๓๑ ได้แก่ โปรตีนจากข้าวสาลี แบ่งถั่วเหลือง น้ำตาล สารให้รสน้ำตาล และสี เป็นต้น

— Thermoplastic extrusion process เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน กรรมวิธีการผลิตคือ ใช้แป้งถั่วเหลืองชนิดที่ไม่มีไขมันเป็นวัตถุดิบในการผลิตผสมกับองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ สารให้กลิ่น รส และสี นำส่วนผสมทั้งหมดผ่านเข้าเครื่องคูกเกอร์-เอ็กทราuder และอัดผ่านรูเล็ก ๆ ที่มีขนาดและรูปร่างตามลักษณะของชิ้นเนื้อ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นอ่อน มีโปรตีนประมาณร้อยละ ๕๐ ความชื้นประมาณร้อยละ ๗ ถ้าประมาณร้อยละ ๗ ปริมาณเส้นใยมากที่สุดร้อยละ ๓ ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรต และไขมันคล้ายคลึงกับวัตถุดิบถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมนี้ มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ ได้แก่ มีอัตราการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว มีความสามารถรักษากลิ่น รส และอูมน้ำ ทำให้มีคุณลักษณะตามต้องการเมื่อผ่านกรรมวิธี มีลักษณะเนื้อสัมผัสเหมือนเนื้อสัตว์และมีคุณค่าทางอาหารสูง มีปริมาณโปรตีนอย่างน้อยร้อยละ ๕๐ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทั้ง ๘ ชนิด รวมทั้งมีวิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ และยังคงเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณภาพ

ในประเทศไทยก็ได้มีการผลิตเนื้อเทียมขึ้นจำหน่ายแล้ว โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการศึกษา ค้นคว้าและผลิตเนื้อเทียมหรือโปรตีนเกษตรขึ้น ๒ ชนิด คือ ชนิดแรกทำจากโปรตีนสกัดจากถั่วเขียว ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหมือนเนื้อสัตว์อบแห้ง ชิ้นเล็ก ๆ สีคล้ำ มีโปรตีนประมาณร้อยละ ๕๐—๖๐ ไขมันประมาณร้อยละ ๑๘ ชนิดที่สองทำจากแป้งถั่วเหลืองที่ปราศจากไขมัน โดยใช้เครื่องอัดอุณหภูมิสูง แล้วอบให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นชิ้นสีเหลือง เหมือนเนื้อไก่อบแห้ง เรียกว่า โปรตีนไก่ มีโปรตีนประมาณร้อยละ ๕๐ เปรียบเทียบลักษณะสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสแล้วชนิดที่สองจะดีกว่าชนิดแรก การนำเอามาประกอบอาหารก็ไม่ยาก ถ้าเป็นโปรตีนเกษตรชนิดแรก ก็นำมาต้มให้เดือดประมาณ ๒๐ นาที ถ้าเป็นชนิดที่สองก็นำมาแช่ในน้ำเย็นประมาณ ๕ นาที เนื้อเทียมจะดูดน้ำจนพองนึ่ม บีบเอาน้ำออก แล้วนำไปประกอบอาหารชนิดต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ เช่น ใช้ทำแกง ผัด หรือต้ม โดยใช้แทนเนื้อสัตว์ต่าง ๆ

ปัจจุบันแม้ว่าเนื้อเทียมจะยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนักในประเทศไทย แต่คาดว่าถ้าหากผลิตภัณฑ์เนื้อเทียม ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นที่ยอมรับแล้ว ในอนาคตอันใกล้ เนื้อเทียมจะเป็นอาหารโปรตีนที่มีผู้นิยมบริโภคชนิดหนึ่ง เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและราคาถูก เหมาะสำหรับคนไทยทุกระดับอายุ โดยเฉพาะ

ผู้ที่ไม่บริโภคเนื้อสัตว์ และผู้ที่มีรายได้น้อย ผู้ที่สนใจ  
ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถศึกษาค้น-

คว้าได้จากเอกสารในห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ  
ในวันและเวลาราชการ

### ตารางเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมกับเนื้อวัวสดเพื่อดูปริมาณกรดอะมิโน

กรดอะมิโน	ปริมาณโปรตีนทั้งหมด	กรัม/๑๐๐ กรัม
	เนื้อเทียม	เนื้อสด
อะลานีน (alanine)	4.60	4.0
อาร์จินีน (arginine)	6.95	6.4
กรดแอสปาร์ติก (aspartic acid)	11.94	6.0
ซิสทีน (cystine)	1.55	1.4
กรดกลูตามิก (glutamic acid)	18.47	14.2
ไกลซีน (glycine)	4.15	5.0
ฮิสทีดีน (histidine)	2.29	3.9
ไอโซลิวซีน (isoleucine)*	4.57	5.7
ลูซีน (leucine)*	7.68	7.6
ไลซีน (lysine)*	5.70	8.9
เมไทโอนีน (methionine)*	1.29	2.5
ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine)*	5.10	4.2
โพรลีน (proline)	5.08	6.0
ซีรีน (serine)	5.33	5.4
ทรีโอนีน (threonine)*	3.95	4.5
ทริปโตเฟน (tryptophan)*	1.26	1.4
ไทโรซีน (tyrosine)	2.06	3.4
วาลีน (valine)*	4.57	5.3

\* กรดอะมิโนที่จำเป็น

### เอกสารอ้างอิง

๑. อุดม กาญจนปกรณชัย “การผลิตและบริโภคเนื้อเทียมในประเทศไทย” อาหาร ๑๒ (๓) ก.ค.—ก.ย. ๒๕๒๓ : ๒๐๐—๒๑๑
๒. Brander, Rita W. Meat analog product. US 4,495,205 Jan. 22, 1985
๓. Lockmiller, N.R. “What are textured protein product ?” Food Technology 26 (5) 1972 : 56—58
๔. Milner, Max and others. Protein resources and technology. Westport Conn. : AVI, 1978.
๕. Smith, Allan K. Soybeans : chemistry and technology vol. 1. Westport Conn. : AVI 1978



# ➤ ผลิตภัณฑ์กระดาษจากเศษกระดาษใช้แล้ว

ถ้าพูดถึงเศษกระดาษใช้แล้ว เราคงนึกไปถึงกระดาษหนังสือพิมพ์เก่าหรือนิตยสารเก่าตลอดจนสมุดหนังสือนักเรียนเก่าที่ใช้แล้ว และถูกเก็บรวบรวมขายไปให้กับผู้รับซื้อซึ่งมักมีบรรดาสาล้วนเวียนมารับถึงบ้านเป็นประจำ บางครั้งเราอาจนึกเลยไปถึงภาพที่เด็กและผู้ใหญ่ค้นหาเศษของรวมทั้งเศษกระดาษตามกองขยะด้วยก็ได้ ความจริงแล้วเศษกระดาษมิได้มีแหล่งที่มาเพียงที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเท่านั้น หากยังมีแหล่งที่สำคัญอีกมากมาย เช่น กระดาษเอกสารเก่า ๆ ตามสถานที่ทำงานและประกอบการต่าง ๆ ซึ่งนำออกมาทิ้งคราวละมาก ๆ เศษกระดาษจากเครื่องตัดกระดาษของโรงพิมพ์ กล่องบรรจุสินค้าของศูนย์การค้าและซูเปอร์มาร์เก็ต และเศษกระดาษที่ชำรุดฉีกขาดจากเครื่องเดินแผ่นในโรงงานกระดาษเองอีกด้วย เศษกระดาษจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้จึงรวมกันได้เป็นจำนวนมหาศาลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกมาก

เศษกระดาษเหล่านี้จะถูกนำกลับมาทำเป็นเยื่ออีกครั้ง แล้วจึงนำไปผลิตเป็นกระดาษชนิดต่าง ๆ ถึงแม้ว่าการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่จะทำให้ความเหนียวของเยื่อลดลงไป ทำให้ได้กระดาษที่มีคุณภาพด้อยไปด้วย แต่ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถทำให้ได้กระดาษที่มีคุณภาพเท่าเทียมกับกระดาษที่ผลิตมาจากเยื่อใหม่ ๆ ได้

ผลิตภัณฑ์กระดาษที่ได้จากเยื่อเศษกระดาษมีหลายประเภท ซึ่งจะขอกล่าวพอสังเขปดังต่อไปนี้

**๑. กระดาษบุผิวกล่องและกระดาษลอนลูกฟูกใส่กลวง** กระดาษประเภทนี้เป็นส่วนชั้นบนและล่างซึ่งมีลอนลูกฟูกอยู่ระหว่างกลาง ประกอบกับเป็นกระดาษแข็งใช้ทำกล่องบรรจุของเกือบทุกชนิด ปกติกระดาษบุผิวจะต้องมีความเหนียวซึ่งเดิมทำจากเยื่อ

กระดาษเหนียวที่เรียกว่า เยื่อกราฟท์ใหม่ล้วน ๆ แต่ปัจจุบันได้นำเอาเยื่อเศษกระดาษมาผสมมากกว่าครึ่งหนึ่ง กระดาษบุผิวที่ใช้ทำกล่องบรรจุอาหาร ผักผลไม้ และเครื่องไฟฟ้า ไม่ต้องการความเหนียวมากนัก ก็มักปนเยื่อเศษกระดาษถึงร้อยละ ๔๐ หรือใช้เยื่อเศษกระดาษล้วน ๆ ได้ ส่วนกระดาษลอนลูกฟูกใส่กลวงนั้น ปกติทำจากเยื่อเศษกระดาษอย่างเดียว มีน้อยมากที่จะใช้เยื่อใหม่เข้าผสม

**๒. กระดาษห่อของ** กระดาษห่อของที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นกระดาษชนิดขัดผิวที่เรียกชื่อว่า MF (machine finish) หรือชนิดเคลือบผิวที่เรียกว่า MG (machine glaze) ทั้งสีขาวและมีสี ก็มีเยื่อเศษกระดาษเป็นส่วนผสมด้วยทั้งสิ้น

**๓. กระดาษหนังสือพิมพ์** เยื่อที่ใช้ทำกระดาษหนังสือพิมพ์อาจจะเป็นได้ทั้งเยื่อไม้บดที่เรียกว่า GP (ground pulp) เยื่อไม้บดที่ผ่านเครื่อง refinator ที่เรียกว่า RGP (refined ground pulp) เยื่อไม้บดที่ใช้สารเคมีเรียกว่า CGP (chemical ground pulp) เยื่อไม้บดที่ใช้ความร้อนเรียกว่า TMP (thermo mechanical pulp) หรือจะปนด้วยเยื่อเศษกระดาษ แต่ต้องเป็นเฉพาะเยื่อจากกระดาษหนังสือพิมพ์เท่านั้น ทั้งนี้เพราะเยื่อจากกระดาษหนังสือพิมพ์เก่า ๆ เป็นตัวช่วยเพิ่มคุณสมบัติความทึบแสงได้เป็นอย่างดี ปกติการพิมพ์หนังสือพิมพ์จะต้องพิมพ์ด้วยระบบที่ใช้ความเร็วสูงที่เรียกว่า highspeed rotary press ซึ่งมีอัตราเร็วสูงประมาณ ๑๔๐,๐๐๐ ฉบับต่อชั่วโมง ดังนั้นกระดาษที่ใช้พิมพ์จึงต้องมีความเหนียวพอที่จะทนต่อขบวนการพิมพ์เร็วเช่นนั้นได้ คุณสมบัติความเหนียวจึงเป็นสิ่งที่ต้องการนอกเหนือไปจากคุณสมบัติความทึบแสง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของกระดาษที่ใช้พิมพ์

หนังสือพิมพ์รายวัน ในขณะที่กระดาษหนังสือพิมพ์บางลงคือ มีน้ำหนัก basis weight เพียง ๕๐-๕๕ กรัมต่อตารางเมตร เช่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้ความทึบแสงลดลงไป ถ้าใช้แต่เยื่อไม้บดใหม่ ๆ เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ถ้าเติมเยื่อเศษกระดาษลงไปจะทำให้คุณสมบัติดีขึ้น กระดาษหนังสือพิมพ์ปัจจุบันของบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จึงมีเยื่อเศษกระดาษผสมอยู่ถึงกว่าร้อยละ ๔๖ และกำลังเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ ๖๐ ในไม่กี่ปีข้างหน้า สำหรับสหรัฐฯ และสวีเดนนั้น หนังสือพิมพ์บางฉบับที่กำลังตีพิมพ์อยู่ใช้กระดาษที่ผลิตจากเยื่อเศษกระดาษจากหนังสือพิมพ์ที่ใช้แล้วถึงร้อยละ ๑๐๐ ก็มี

#### ๔. กระดาษประเภทที่ใช้ตามอาคาร

**บ้านเรือน** หมายถึงกระดาษชำระ ผนังปูน และแผ่น กระดาษเซตหน้า กระดาษเซตผิว กระดาษ เหล่านี้ทำขึ้น โดยมีเยื่อเศษกระดาษเข้าปนทั้งสิ้น คุณลักษณะที่ต้องการของกระดาษประเภทนี้คือ ต้องมีความนุ่ม ความเหนียวสูงและมีความขาวด้วย ดังนั้นเยื่อจากเศษกระดาษบางจำพวกเท่านั้นที่จะใช้ทำกระดาษประเภทนี้ได้ เช่น เศษกระดาษส่วนที่ถูกตัดทิ้งจากเครื่องพิมพ์หรือเครื่องตัดกระดาษตามโรงพิมพ์ เศษกระดาษคุณภาพสูง รวมทั้งกระดาษสีต่าง ๆ จากวารสาร แมกกาซีน เป็นต้น เศษกระดาษเหล่านี้ทำจากเยื่อเคมีใหม่ ๆ เป็นส่วนใหญ่ เดิมทีเศษกระดาษ จำพวก หนังสือพิมพ์ เก้าและกระดาษอาร์ทเคลือบผิวทั้งหลาย จะไม่นำมาใช้ทำกระดาษประเภทนี้ที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนได้เลย แต่ด้วยเทคนิคก้าวหน้าในปัจจุบัน แม้แต่เศษกระดาษหนังสือพิมพ์เก่า ๆ ที่ยังไม่เคยผ่านขบวนการล้างหมึกพิมพ์ออกหมดก็ยังสามารถนำมาใช้ทำกระดาษชำระชนิดคุณภาพเลว ๆ ได้ แต่จะต้องเติมสีลงไปด้วย

**๕. กระดาษแข็งทำกล่อง** เป็นกระดาษแข็งที่ใช้ทำกล่องบรรจุยา เครื่องสำอาง กระดาษเซตหน้า ยาสีฟัน ตลอดจนขนมและลูกอมต่าง ๆ กระดาษแข็งชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า white board มีทั้งที่เคลือบผิวหน้า

และไม่เคลือบผิวหน้า white board ชนิดเคลือบผิวหน้ามักจะประกอบขึ้นจากกระดาษเป็นชั้น ๆ ๔ ชั้นดังนี้

**ชั้นผิว** ปกติชั้นนี้จะทำจากเยื่อเคมีล้วน

**ชั้นใต้ผิว** ชั้นนี้ทำจากเยื่อเศษกระดาษ แต่เป็นชนิดคุณภาพสูง เยื่อผ่านการกำจัดหมึกพิมพ์ออกเกือบทั้งสิ้น

**ชั้นกลาง** ทำจากเยื่อเศษกระดาษเกือบ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นเศษกระดาษที่มาจากกระดาษแข็งลอนลูกฟูก กระดาษ หนังสือพิมพ์ แมกกาซีน เป็นต้น

**ชั้นหลัง** ทำจากแผ่นประกบคู่ของเศษกระดาษชนิดมักเป็นเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ กับเศษกระดาษลอนลูกฟูก

นอกจากกระดาษแข็งชนิด white board แล้ว กระดาษแข็งที่เรียกชื่อว่า chipboard colorboard และ strawboard ซึ่งใช้ทำปกสมุดปกแข็ง ต่างก็ทำจากเยื่อเศษกระดาษด้วยกันทั้งสิ้น

#### ๖. กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียน

เยื่อเศษกระดาษที่กำจัดหมึกพิมพ์ออกหมดแล้วนั้นปัจจุบันมีผสมอยู่ในกระดาษที่ใช้ทำหนังสือต่าง ๆ วารสาร สมุดรายชื่อผู้ใช้โทรศัพท์ หนังสือการ์ตูน กระดาษเขียนจดหมาย สมุดจดโน้ต เอกสารที่เขียนเป็นต้นฉบับ กระดาษอัดสำเนา กระดาษขาวพิเศษและกระดาษขาวคุณภาพปานกลาง

#### ๗. กระดาษแข็งที่ใช้ทำวัสดุก่อสร้าง

ได้แก่ กระดาษแข็งที่ใช้ปูฝ้าเพดานได้หลังคาบ้านทำหน้าต่างกันความร้อน กระดาษพวกนี้จะมีเยื่อเศษกระดาษเป็นส่วนผสมอยู่กว่าร้อยละ ๗๐ และมีสารลึกลับเคล้ากับสาร asphalt อยู่อีกร้อยละ ๓๐ เศษกระดาษที่ใช้ทำแผ่นฝ้าเพดานนี้ส่วนใหญ่เป็น กระดาษ หนังสือพิมพ์รายวันและแมกกาซีน บางครั้งจะใช้กระดาษแข็งประกบแผ่น gypsum board อยู่เป็นไส้กลาง แผ่นกันความร้อนนั้นเดิมนิยมผสม โยแก้ว โยหิน ลงไป แต่ปัจจุบันสารประกอบเซลลูโลส ทำเป็นฉนวนกำลังเข้าแทนที่โยแก้วโยหินเหล่านี้ ได้เป็นอย่างดี

**๘. ผลผลิตและภาพนะกระดาษที่หล่อตามแบบแม่พิมพ์** จะใช้เยื่อจากเศษกระดาษเป็นวัตถุดิบหลัก มักผลิตออกมามีรูปร่างแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ความต้องการใช้งาน เช่น แผงบรรจุไข่ ถาดรองผลไม้ หล่อเป็นภาชนะบรรจุ เครื่องแก้ว ถ้วยชาม เครื่องอะไหล่เพื่อการขนส่ง เศษกระดาษที่ใช้ในการนี้ จะเป็น เศษ กระดาษ กล่อง ลูก ฟูก เก้า หนังสือพิมพ์ ผสมกับสารเคมีที่ใช้ยึด ตามด้วยขบวนการผลิตเป็นชั้น ๆ ทำเป็นแผ่น หล่อตามรูปร่างที่ต้องการ

กระดาษและผลิตภัณฑ์ที่กล่าวชื่อ มาแล้วเหล่านี้ ทำจากเศษกระดาษทั้งสิ้น แต่การนำเศษกระดาษ กลับมาใช้ ใหม่มีได้เอาเศษ กระดาษ ทุกประเภท มาผสมปนกัน หากแต่เป็นการใช้แบบแยกชนิด และประเภทของเศษกระดาษเพื่อให้ได้กระดาษหรือผลิตภัณฑ์กระดาษใหม่ ๆ ที่มีคุณสมบัติใช้ประโยชน์ได้ต่าง ๆ กันมากยิ่งขึ้น อันเป็นการจัดการใช้ของเหลือทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุตสาหกรรม กระดาษนั้น ปกติมีการ ลงทุนที่สูงมาก เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมหาศาลประเภทหนึ่ง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการผลิตกระดาษนั้น เป็นค่าพลังงานถึง ร้อยละ ๑๕ ของราคาต้นทุน การผลิตทั้งหมด พลังงานที่ใช้ส่วนมากใช้ไปกับการทำเยื่อ ึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเยื่อที่ผลิตด้วยเช่นกัน เยื่อไม้บดใช้พลังงานมากเป็นอันดับหนึ่ง เยื่อเคมีใช้พลังงานรองลงมา ส่วนเยื่อที่ผลิตจากเศษกระดาษนั้นใช้พลังงานน้อยที่สุด กล่าวกันว่าเพียงหนึ่งในสี่ของเยื่อไม้บดเท่านั้น ส่วนในขั้นการทำแผ่นกระดาษตลอดไปจนถึงรีดแผ่นให้แห้ง พลังงานที่ใช้อยู่ในช่วงนี้จะเท่ากัน ไม่ว่าจะเดินแผ่นโดยใช้เยื่อเศษกระดาษหรือเดินแผ่นจากเยื่อที่มาจากไม้ ในประเทศญี่ปุ่นนั้น มีผู้คิดอัตราการ ใช้พลังงานไฟฟ้าในขั้นการผลิตเยื่อจากเศษ กระดาษ เปรียบเทียบ กับการ ต้มเยื่อแบบเคมีและเยื่อไม้บดไว้ว่า ถ้าต้องการผลิตเยื่อให้ได้ ๑ ตัน ถ้าผลิตจากเศษกระดาษจะสิ้นไฟฟ้าเพียง ๓๕๐

กิโลวัตต์ชั่วโมง แต่ถ้าผลิตเยื่อจากไม้ด้วยวิธีเคมีจะกินไฟฟ้าถึง ๘๐๐ กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือสูงกว่านั้น และถ้าเป็นเยื่อไม้บดชนิดที่ใช้ความร้อนเข้าช่วยที่เรียก TMP จะกินไฟฟ้าสูงถึง ๒,๖๐๐ กิโลวัตต์ชั่วโมง ตอนนี้เราลองมาพิจารณาว่าถ้าจะตั้งโรงงานผลิตเยื่อขนาดเล็ก ๆ ขึ้นมาสักโรงหนึ่ง โดยซื้อเครื่องมือที่จำเป็นในขั้นการผลิตเยื่อจากประเทศญี่ปุ่นทั้งสิ้น ราคาต้นทุนการติดตั้งเครื่องมือผลิตเยื่อชนิดต่าง ๆ ในประเทศญี่ปุ่นจะเป็นดังนี้

ถ้าเป็นเยื่อไม้บดชนิด TMP ค่าติดตั้งจะประมาณ ๓.๒ ล้านบาทต่อการผลิตเยื่อ ๑ ตัน ถ้าเป็นเยื่อเคมีประเภทเยื่อกราฟท์จะประมาณ ๘ ล้านบาทต่อตัน แต่ถ้าเป็นเยื่อเศษกระดาษชนิดที่กำจัดหมึกพิมพ์ออกด้วยแล้ว ค่าติดตั้งเครื่องมือผลิตเยื่อจำนวน ๑ ตัน จะเสียค่าใช้จ่ายเพียง ๑.๖ ล้านบาท ซึ่งก็เป็นการลงทุนที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับเยื่อชนิดอื่น เมื่อพิจารณาถึงการลงทุนที่ค่อนข้างต่ำประหยัดพลังงานเป็นอย่างมากแล้ว การทำเยื่อจากเศษกระดาษดูจะเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของประเทศไทยที่กำลังต้อง การสร้างงาน ด้วยอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ๆ ที่ใช้เงินลงทุนต่ำ ประหยัดพลังงานและยังใช้วัตถุดิบที่พอจะหาได้ภายในประเทศอีกด้วย

เศษกระดาษดูเหมือนจะเป็นแหล่งวัตถุดิบที่คงมีอยู่แล้วในประเทศ ทั้งนี้เพราะปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยส่งเข้าสินค้าทั้งเยื่อและกระดาษ มาใช้ภายในประเทศเป็นจำนวนมาก จากสถิติสินค้าเข้าของกรมศุลกากร ปี ๒๕๒๘ ไทยได้สั่งเยื่อเข้ามาใช้ถึง ๑,๕๐๙.๒ ล้านบาท และสั่งกระดาษชนิดต่างๆ สิ้นเงินถึง ๓,๕๙๔.๓ ล้านบาท เยื่อที่สั่งเข้านี้ นำมาผลิตกระดาษเพื่อสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ และทั้งยังผลิตเป็นสินค้ากระดาษออกขายต่างประเทศทุกปี กระดาษที่ใช้อยู่ภายในประเทศ เมื่อกลายเป็นเศษกระดาษ จะมีบางส่วนที่ถูกนำกลับมาทำเป็นเยื่อใช้ใหม่เพียงร้อยละ ๑๙ เท่านั้น จึงเหลือเศษกระดาษอีกเป็นจำนวนมาก ถูกทิ้งเสียไปอย่างไร้ประโยชน์ ทั้ง ๆ ที่ประเทศเรา

ไม่มีแหล่งเยื่ออื่น ๆ ที่ดีกว่า และเรายังต้องการใช้เยื่ออีกมาก อัตราความต้องการใช้เยื่อเศษกระดาษสำหรับผสมในกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศค่อนข้างสูงถึงร้อยละ ๗๑ ความสามารถที่จะรับซื้อเยื่อเศษกระดาษยังมีอยู่มาก ดังจะเห็นได้จากสถิติการนำเข้าเฉพาะเยื่อเศษกระดาษที่กรมศุลกากรรายงานไว้ในปี ๒๕๒๘ สูงถึง ๓๐๐.๓ ล้านบาท เป็นต้น การที่ประเทศเรามีอัตราการนำเข้าเยื่อภายในประเทศกลับมาใช้ใหม่ค่อนข้างต่ำขณะที่ความต้องการใช้เยื่อเศษกระดาษยังมีอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงทีเดียว ทำให้มีข้อชวนให้สงสัยได้ว่าอาจเป็นเพราะเศษกระดาษที่เก็บรวบรวมได้ภายในบ้านเรามีปริมาณน้อย ไม่พอเป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานกระดาษทั่วประเทศ ที่มีความต้องการเยื่อเศษกระดาษในปริมาณมากได้นั่นเอง

การเก็บเศษกระดาษเพื่อรวบรวมส่งให้โรงงานกระดาษภายในประเทศเราที่ทำกันอยู่ขณะนี้ มีระบบการเก็บอย่างง่าย ๆ ขั้นตอนสั้น ๆ มิได้ซับซ้อนอะไรนัก จากการสอบถามผู้เก็บเศษกระดาษและผู้รวบรวมเศษกระดาษส่งให้โรงงานกระดาษจำนวนหนึ่ง ได้ให้รายละเอียดที่พอจะสรุปโครงสร้างของระบบการเก็บเศษกระดาษที่ปฏิบัติกันอยู่คือมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง ๓ ถึง ๔ กลุ่ม

**กลุ่มที่ ๑** เป็นกลุ่มบุคคลที่รวบรวมซื้อเศษกระดาษและวัสดุอื่น ๆ ไปตามบ้านประชาชน เรียกว่าเป็นผู้รับซื้อรายย่อย มักใช้รถสามล้อถีบเป็นพาหนะบรรทุก

**กลุ่มที่ ๒** ร้านรับซื้อของเก่า จะเป็นแหล่งที่ผู้รับซื้อเศษกระดาษ รายย่อยนำมาขายให้อีกทอดหนึ่ง ณ แหล่งนี้ วัสดุต่าง ๆ จะถูกจัดการแยกเป็นประเภท ถ้าเป็นเศษกระดาษจะถูกจำแนกเป็นชนิดต่าง ๆ ไว้ประมาณ ๖ ถึง ๗ ชนิด ตั้งแต่เศษกระดาษชนิดคุณภาพดีที่สุดจนถึงเศษกระดาษชนิดเลวที่สุด มีดังนี้

เศษกระดาษจำพวกกระดาษปอนด์ขาว เกรดเอ. สมุดนักเรียนเก่า กระดาษพิมพ์ที่ติดหมึกพิมพ์ ก่อกระดาษลูกฟูกสีน้ำตาล หนังสือพิมพ์รายวัน ก่อกระดาษแข็งจำพวก white horad ที่บรรจุยาหนังสือเป็นเล่ม ๆ จัปจิวซึ่งเป็นเศษกระดาษหลาย ๆ ชนิดปนกันแยกไม่ออก

**กลุ่มที่ ๓** เป็นผู้รับซื้อเศษกระดาษรายใหญ่ พวกนี้จะรับซื้อเศษกระดาษเฉพาะชนิด มีรถบรรทุกขนาด ๖ ล้อออกไปเก็บรวบรวมเศษกระดาษคราวละมาก ๆ จากแหล่งใหญ่ ๆ เช่น เศษกระดาษที่ตัดจากโรงพิมพ์ โรงงานเย็บสมุดหรือโรงงานเดินแผ่นกระดาษตลอดจนกระดาษกอลต่าง ๆ จากศูนย์การค้าและ ซูเปอร์มาร์เก็ต นำมาเข้าเครื่องตัดเป็นฝอย มัดเป็นก้อนใหญ่ ๆ น้ำหนักประมาณก้อนละ ๑๕๐—๓๐๐ กิโลกรัม ทำการขนส่งต่อให้โรงงานกระดาษที่ต้องการเศษกระดาษเฉพาะชนิด นำไปทำเยื่อต่อไป ผู้รับซื้อรายใหญ่ที่จัดส่งเศษกระดาษขายให้กับโรงงานกระดาษมักจะต้องเป็นผู้ที่มีทุน หมุนเวียน เป็นจำนวนมากทีเดียว ทั้งนี้เพราะระบบการจ่ายเงินของโรงงานกระดาษมักมีระยะเวลาค่อนข้างนาน ๑—๒ เดือน

**กลุ่มที่ ๔** บางครั้งจะมีหรือไม่มีก็ได้ มีสภาพเป็นคนกลางที่ได้รับโควตาจัดซื้อหาเศษกระดาษเพื่อป้อนโรงงาน

เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าโครงสร้างในการเก็บรวบรวมเศษกระดาษภายในบ้านเราค่อนข้างหายามีเพียง ๓ หรือ ๔ ขั้นตอน จึงไม่ครอบคลุมการเก็บรวบรวมเศษกระดาษจากแหล่งต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึงนัก ปริมาณเศษกระดาษที่ถูกนำกลับมาทำเยื่อใช้ใหม่จึงน้อยกว่าที่ควรจะเป็น และทั้งระบบเงินทุนหมุนเวียนรับซื้อเศษกระดาษของบ้านเรามีลักษณะที่ว่าผู้รวบรวมเศษกระดาษรายย่อยมีอัตราการเสี่ยงค่อนข้าง

ข้างสูง จะต้องเสียทั้งเงินและแรงงาน ทั้งไม่มีหลักประกันว่าจะคุ้มกับการลงทุน และลงแรงนั้น หรือเมื่อมีอัตราเสี่ยงต่อการขาดทุนสูง ก็ต้องเลือกคัดทิ้งไปส่วนใหญ่ คงเอาแต่บางส่วนที่แน่ใจว่าจะมีผู้รับซื้อ และทั้งพยายามซื้อในราคาต่ำ ๆ ไว้ก่อน จึงไม่ก่อให้เกิดแรงจูงใจหรือกำลังใจแก่ชุมชนหรือผู้ใช้กระดาษ ที่จะรวบรวมเศษกระดาษ นำมาขายให้ผู้รับซื้อเศษกระดาษต่อไป เพราะถือคติที่ว่า เก็บไว้ก็ขายไม่ได้ ทิ้งไปเผาไปไม่รบกวนบ้านเรือนดีกว่า

การเก็บรวบรวมเศษกระดาษนั้นถ้าทำอย่างมีระบบและโครงสร้างที่แน่นอน การเก็บเศษกระดาษก็จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งช่วยเพิ่มอัตราการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมาก ดังเช่นญี่ปุ่นซึ่งปัจจุบันได้กลายเป็นผู้นำเศษกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้ในอัตราสูงถึงร้อยละ ๘๗ เพราะมีการเร่งเร้าปลุกกระตุมการเก็บเศษกระดาษ โดยตั้งเป็นองค์การขึ้นเรียกว่า ศูนย์ส่งเสริมการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ (Waste Paper Recovery Promotion Centers) ศูนย์นี้มีวัตถุประสงค์ในการอำนวยความสะดวกและจัดการเก็บเศษกระดาษให้เป็นไปอย่างมีระบบรัดกุม มีประสิทธิภาพและทำให้การเก็บเศษกระดาษเป็นเรื่องง่าย ๆ ที่จะทำได้ ระบบการรวบรวมเศษกระดาษเป็นที่ ยอมรับกันอยู่ใน ประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันมี ๒ ระบบคือ ระบบแรก จะเป็นระบบที่นายทุนหรือผู้ค้ากระดาษรายใหญ่เป็นผู้ดำเนินแผนการเก็บรวบรวมเศษกระดาษด้วยตัวเอง เศษกระดาษที่เก็บได้ปริมาณมากที่สุดจะมาจากแหล่งที่อยู่อาศัย ผู้ค้าจะใช้วิธีเช่ารถบรรทุกออกตระเวนเก็บ โดยมีกระดาษชำระและสบู่ม้วนเป็นของแลกเปลี่ยน แหล่งที่สามารถเก็บเศษกระดาษได้ปริมาณมากรองลงมาคือ โรงพิมพ์ โรงงานเข้าเล่มสมุด ศูนย์การค้า ซูเปอร์มาร์เก็ต รวมเรียกว่า เศษกระดาษจากอุตสาหกรรม ซึ่งมีปริมาณของเศษกระดาษค่อนข้างแน่นอนตายตัว ส่วนแหล่งที่ให้ปริมาณเศษกระดาษไม่แน่นอน ได้แก่ เศษกระดาษที่รวบรวมจากแหล่งที่อยู่อาศัยด้วยวิธีแลกเปลี่ยนด้วย

กระดาษชำระและสิ่งของ เพราะความผันแปรขึ้น ๆ ลง ๆ เกี่ยวกับภาวะตลาดของสิ่งที้นำไปแลกเปลี่ยนนั้นมียุ่่มาก ยิ่งกว่านั้น ถ้าคิดถึงเหตุผลภาวะเศรษฐกิจแล้ว พื้นที่หลายจุดที่ไม่เคยเข้าไปรับซื้อบ่อยนัก เพราะมีปริมาณเศษกระดาษเอาออกมาขายให้ได้น้อย จึงเกิดมีระบบเก็บรวบรวมเศษกระดาษอีกระบบหนึ่งคือ การเก็บเศษกระดาษแบบรวมหมู่ (collective recovery) ซึ่งประสบผลสำเร็จมาอย่างดีแล้วที่ โตชิมา ในนครโตเกียว และออนตารูบนเกาะฮอกไกโด การเก็บเศษกระดาษด้วยวิธีนี้คือ การตั้งกลุ่มทำงานในจังหวัดหรือหมู่บ้านขึ้นกลุ่มหนึ่ง อาจเป็นกลุ่มสมาชิกสภาจังหวัด กลุ่มสมาคมสตรีประจำจังหวัด กลุ่มลูกเสือจากโรงเรียน หรือกลุ่มลูกเสือชาวบ้าน กลุ่มเหล่านี้เป็นกลุ่มทำงานที่จะเป็นผู้เข้าไปปลุกกระตุมให้ชาวบ้านในแหล่งรับผิดชอบของตนช่วยกันรวบรวมเศษกระดาษไว้ ชี้แจงให้เห็นถึงประโยชน์และค่าตอบแทนที่จะได้รับ ซึ่งอาจจะเป็นเงินนำมาแจกจ่ายกันตามส่วนหรืออาจเป็น สาธารณูปโภคหรือสวัสดิการให้แก่ชุมชนของหมู่บ้านเป็นของส่วนรวมก็ได้ เมื่อชักชวนจนเป็นที่เข้าใจแล้ว จากนั้นกลุ่มทำงานก็จะนัดหมายจัดเวลาและสถานที่ที่จะให้ชาวบ้านนำเศษกระดาษออกมารวมกัน การนัดหมายอาจใช้ปิดประกาศหรือหนังสือเวียน ขณะเดียวกันก็จะนัดหมายผู้ค้าเศษกระดาษรายใหญ่มารับซื้อกระดาษ ณ จุดนัดพบนั้นเลยทีเดียว แต่ที่สำคัญกลุ่มทำงานจะต้องดูแลทั้งการรวบรวมเศษกระดาษไว้เป็นประเภท ๆ เอาใจใส่กับการชั่งน้ำหนัก ตลอดจนค่าตอบแทนที่ได้รับ และความสะอาดเรียบร้อยเมื่อการนัดหมายจบสิ้นลงแล้ว โดยนัดหมายเทศบาลของเมืองให้มาเก็บขยะพร้อม ๆ กันไปด้วยเลยก็ได้

การเก็บกระดาษแบบรวมหมู่นี้ทำให้การรวบรวมเศษกระดาษเพิ่มปริมาณได้มากขึ้นทั้งเก็บได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ย่นเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเศษกระดาษได้มากทีเดียว การทำงานที่มีระบบช่วยทำให้หาแหล่งเงินทุนได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งมีเงิน



ตอบแทนที่ดี เป็นการให้กำลังใจและส่งเสริมให้ชุมชนนั้นๆ รับผิดชอบต่อรวบรวมเศษกระดาษอีก การเก็บเศษกระดาษด้วยวิธีรวมหมู่ทำให้ปริมาณเศษกระดาษที่เก็บได้เพิ่มมากขึ้น ช่วยลดขยะของเทศบาลที่เคยมีได้จำนวนมหาศาลทีเดียวซึ่งเทศบาลเมืองควรขอใจระบอบนี้เป็นอย่างยิ่ง

บทความนี้ช่วยให้เราทราบถึงคุณประโยชน์ของเศษกระดาษรวมทั้งสภาพการณ์และวิธีการเก็บรวบรวมเศษกระดาษที่ทำกันอยู่ในบ้านเมืองเราขณะนี้ ซึ่งดูดีอยู่ประสิทธิภาพมากเมื่อเทียบกับวิธีการของประเทศใหญ่ๆ เช่น ญี่ปุ่น และยังคงต้องการการปรับปรุงเพื่อเร่งเราให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมเศษกระดาษ อันเป็นหนทางหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณเศษกระดาษที่สมควรจะนำกลับมาทำเยื่อใช้ใหม่ให้มากขึ้นได้ ทั้งนี้โดยคำนึงถึงว่า เมื่อวัตถุดิบคือเศษกระดาษมีปริมาณรวมกันมากเพียงพอ ก็จะเป็นการกระตุ้นให้อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในบ้านเราเพิ่มจำนวนขึ้นได้อีก เพราะอุตสาหกรรมประเภท

### เอกสารอ้างอิง

1. Wastepaper recycling Tokyo, Japan External Trade Organization, 1984 (Manufacturing Technology Guide : No. 18)
2. Foreign trade Statistics of Thailand. Dec. 1985/B 2528 Bangkok, Department of Customs, chapter 47—48



### ว่าด้วยเรื่องอะลูมิเนียม (ต่อจากหน้า ๒๔)

ช่วยตกตะกอน และใช้ในการย้อมสี และการฟอกหนัง อะลูมิเนียมซีเมนต์เกรดสูง ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอิฐทนไฟ ส่วนหนึ่งของเตาถลุงเหล็ก

อะลูมิเนียม นั้นแม้จะมีคุณประโยชน์ มากมาย แต่ก็ยังมีโทษอยู่ด้วย กล่าวคือ ถ้าหากว่าเกลืออะลู-

มิเนียมเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของบ้านเราหลายประการ ที่สำคัญ เช่น

- ๑) เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินลงทุนต่ำ เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามาก
- ๒) ไม่เกิดปัญหามลพิษเหมือนกับการผลิตเยื่อเคมี เช่น เยื่อคราฟท์
- ๓) วัตถุดิบของโรงงานประเภทนี้จะช่วยลดปัญหาเรื่องปริมาณขยะในเมืองใหญ่ๆ ของเทศบาลลงได้เป็นอย่างดี
- ๔) ลดภาระเกี่ยวกับดุลย์การค้าที่ขาดลงได้บ้าง โดยอย่างน้อยก็ไม่ต้องสั่งเข้าเยื่อกระดาษมาใช้ปีละหลายร้อยล้านบาท เช่นที่เป็นอยู่ในทุกวันนี้
- ๕) ช่วยชะลอการใช้แหล่งทรัพยากรป่าไม้ทั้งของประเทศเราเองและของโลกไว้ได้บ้าง ทั้งนี้เพราะป่าไม้ย่อมมีวันจะหมดไปได้เช่นเดียวกับน้ำมัน ถ้าระบบการจัดการไม่สัมพันธ์กับปริมาณการใช้



# ➤ พลาสติกเสริมแรงจากเส้นใยธรรมชาติ

ปัจจุบันพลาสติกเสริมแรงได้เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างกว้างขวาง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกเสริมแรงได้ถูกนำไปใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย นับตั้งแต่เครื่องใช้ภายในบ้าน ตลอดจนถึงการก่อสร้าง หรือแม้กระทั่งด้านอวกาศก็ได้นำพลาสติกเสริมแรงมาใช้เป็นส่วนประกอบของยานอวกาศบางชิ้นส่วนที่ต้องการคุณสมบัติเฉพาะพิเศษที่มีในพลาสติกเสริมแรงพลาสติกเสริมใยแก้ว (fiberglass reinforced plastics, FRP) นับว่าเป็นพลาสติกเสริมแรงที่รู้จักกันมากที่สุด โดยมีใยแก้วเป็นวัสดุเสริมแรง พลาสติกเสริมแรงชนิดนี้มีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติเชิงกลดี ทนอุณหภูมิได้สูง อย่างไรก็ตามพลาสติกเสริมแรงโดยใยแก้ว ก็ยังคงมีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากใยแก้วเป็นเส้นใยประดิษฐ์ซึ่งจะต้องสังเคราะห์ขึ้น และเมืองไทยเรายังต้องสั่งซื้อใยแก้วจากต่างประเทศ

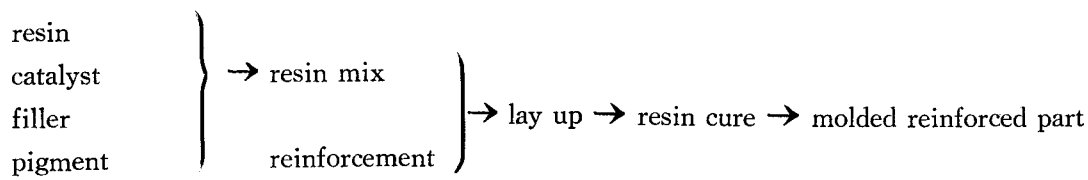
ได้มีผู้ศึกษาทดลองหาวัสดุดิบจากธรรมชาติจำพวกพืชเส้นใยมาใช้แทนใยแก้วและจากการค้นคว้าพบว่า พลาสติกเสริมแรง โดย ใช้ เส้น ใย ธรรมชาติ (cellulosic fiber reinforced plastics) ให้คุณสมบัติ

ในด้านต่าง ๆ เกือบเท่ากับพลาสติกเสริมแรงโดยใยแก้ว ทั้งต้นทุนการผลิตก็ต่ำกว่ามาก พืชเส้นใยที่นำมาใช้ได้ดี ได้แก่ ปอกระเจา (jute) ป่านศรนารายณ์ (sisal) ป่านลินิน (flax) ป่านรามี่ (ramie) ปออบากา (abaca) พืชเส้นใยพวกนี้ส่วนใหญ่ปลูกในเขตร้อน บริเวณเส้นศูนย์สูตรในประเทศกำลังพัฒนาเป็นส่วนใหญ่ พืชเส้นใยพวกนี้ประโยชน์ดั้งเดิมใช้ทำกระสอบ เชือก และเครื่องนุ่งห่ม เป็นพืชส่งออกที่นำเงินตราต่างประเทศเข้าได้มาก ปัจจุบันปริมาณการส่งออกได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก ตลาดที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศอุตสาหกรรมในแถบตะวันตก เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก

ปัญหาในการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงสำหรับพลาสติกมีดังนี้

๑. เส้นใยธรรมชาติดูดซึมน้ำและความชื้นได้ดี
๒. เส้นใยธรรมชาติรวมตัวกับเรซินไม่ได้ดี
๓. ส่วนใหญ่เส้นใยธรรมชาติและเรซิน จะไม่เกิดพันธะทางเคมีขึ้น

ดังนั้นจึงทำให้คุณสมบัติเชิงกลไม่ดีเท่าพลาสติกเสริมใยแก้ว



เรซินที่นิยมใช้กันมากคือ unsaturated polyester resin เนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสมดังนี้

๑. มีราคาถูก
๒. Dielectric strength ดี
๓. Dimensional stability สูง
๔. ทนต่อความร้อนได้ถึง ๑๕๐ °ซ

๕. เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

ในการแก้ปัญหาของเส้นใยธรรมชาติ เพื่อให้เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงนั้น จะต้องมีการเตรียมเส้นใยธรรมชาติก่อนนำมาใช้เสริมแรง ดังนี้

๑. นำเส้นใยมาจุ่มในสารละลายซิงค์คลอไรด์ เพื่อป้องกันการถูกทำลายจากพวกจุลินทรีย์

๒. จากนั้นนำเส้นใยมาทำปฏิกิริยา acrylic acid เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดแรงยึดเหนี่ยว (bonding) กับโพลีเอสเตอร์ที่ใช้ โดยเส้นใยจะเกิดแขนง (grafted) เมื่อจุ่มใน acrylic acid นอกจากนี้ยังเป็น

การเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลให้กับพลาสติก และลดคุณสมบัติในการดูดซับน้ำอีกด้วย

๓. อาจเพิ่มคุณสมบัติในด้านความคงทนต่ออินฟราอากาศ และลดคุณสมบัติการดูดซับน้ำของผลิตภัณฑ์ กระทำได้ในขั้นตอน gel coat โดยใช้โพลียูรีเทนซึ่งจะอยู่บนผิวนอกโดยช่วยลดการดูดน้ำ เพราะโพลียูรีเทนเป็นสารไม่ชอบน้ำ

### ตารางเปรียบเทียบความแข็งแรงและราคาปอกระเจากับใยแก้ว

วัสดุเสริมแรง	จำนวนชั้น	การทนต่อแรงกระแทก (กก./ชม.)	ราคาโดยประมาณ (บาท/กก.)
ปอกระเจา	๕	๑๒.๙	๑๕.๒๗—๑๖.๖๓
ปอกระเจา	๘	๒๒.๘	๑๕.๒๗—๑๖.๖๓
ปอกระเจา	๑๐	๒๒.๙	๑๕.๒๗—๑๖.๖๓
ใยแก้ว	—	๒๑.๕	๔๗.๕๒

จากตารางเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่า พลาสติกเสริมแรงจากเส้นใยธรรมชาติ มีคุณสมบัติคงทนต่อแรงกระแทก เทียบเท่ากับ พลาสติกเสริมใยแก้ว แต่ราคาถูกกว่ามาก

ประเทศบังคลาเทศ ได้นำพลาสติกเสริมแรงจากเส้นใยธรรมชาติมาใช้ก่อสร้างที่อยู่อาศัยเป็นครั้งแรก และประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี เพราะช่วยให้ผู้มีรายได้น้อยที่อยู่อาศัยที่ดีและราคาถูก ทั้งยังมีความแข็งแรงทนทาน ซึ่งคาดว่าจะได้ขยายไปยังประเทศในแถบเอเชียอีกหลายประเทศ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ทำการทดสอบพลาสติกเสริมแรงประเภทต่าง ๆ เช่น ถังน้ำพลาสติกเสริมแรง (reinforced plastic water tanks), insulation floor คุณสมบัติเชิงกลที่ทดสอบ ได้แก่ flexural strength, tensile strength, elongation, impact resistance, compressive strength นอกจากนี้ยังบริการตรวจสอบรายการจำเพาะของผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมแรงแต่ละประเภท เพิ่มเติมจากคุณสมบัติเชิงกลข้างต้นอีกด้วย



# ☞ ภาชนะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต สำหรับบรรจุอาหาร

ปัจจุบันภาชนะพลาสติกบรรจุอาหารเป็นที่นิยมใช้กันมาก พลาสติกที่ใช้มีหลายชนิดได้แก่ โพลีเอทิลีน โพลีโพรพิลีน โพลีไวนิลคลอไรด์ ไนลอน ซาราน โพลีคาร์บอเนต อะครีโลไนไตรล์บูมาไดอิน-สไตรีน (เอ.บี.เอส) โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต เป็นต้น การใช้พลาสติกสำหรับทำภาชนะบรรจุอาหารนั้น จะต้องเลือกชนิดของพลาสติกให้เหมาะสมกับชนิดของอาหาร เพราะพลาสติกแต่ละชนิดมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน พลาสติกที่รู้จักกันดีและนิยมใช้กันมาก ได้แก่ โพลีเอทิลีน และโพลีโพรพิลีน

โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต (polyethylene terephthalate) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า พี.อี.ที. (PET) เป็นพลาสติกอีกชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มากในการใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับตามประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา แต่ในประเทศไทยยังไม่ค่อยรู้จักพลาสติกชนิดนี้ดีนัก และยังไม่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเหมือนโพลีเอทิลีน และโพลีโพรพิลีน และในสหรัฐอเมริกา โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตที่ใช้กับอาหารได้นั้น ต้องมีคุณสมบัติชั้นคุณภาพที่ใช้กับอาหารได้ตามที่สำนักงานอาหารและยา (FDA) กำหนดไว้ใน 21 CFR 177.1630

โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลต เป็นเทอร์โมพลาสติก โพลีเอสเตอร์ ซึ่งหมายถึงเป็นโพลีเอสเตอร์ที่เมื่อได้รับความร้อนสูงพอจะหลอมตัว และสามารถนำไปปั้นหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามต้องการ ในการผลิต

โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตมี ๓ ขั้นตอน คือ ขั้นแรก โดยการออกซิเดชัน (oxidation) ของพาราไซลีน (paraxylene) ให้เป็นกรดเทเรพทาติก (terephthalic acid) แล้วทำให้บริสุทธิ์ โดยให้ทำปฏิกิริยากับเมทานอล จะได้ dimethyl terephthalate (DMT) ขั้นที่สอง เตรียมเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า อีจี (EG) ได้จากการเปลี่ยนนิเทนเป็นเอทิลีนออกไซด์แล้วเปลี่ยนเป็นเอทิลีนไกลคอล ขั้นที่สาม นำ DMT และ เอทิลีนไกลคอลมาทำปฏิกิริยา โพลีเมอไรเซชัน จะได้โพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตตามต้องการ

ในปี พ.ศ. ๒๕๒๐ มีผู้นำพลาสติกชนิดนี้ไปใช้ทำเป็นภาชนะสำหรับบรรจุอาหาร และได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในการใช้ทำภาชนะสำหรับบรรจุเครื่องดื่มที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ อาหารแช่เยือกแข็ง และสุรา ภาชนะโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลตใช้ประโยชน์ได้มากกว่าพลาสติกชนิดอื่น ๆ ในด้านใช้บรรจุอาหาร เพราะมีลักษณะเบา ไม่มีกลิ่น แข็งแรง ไม่แตกหักง่ายมีความเหนียว ใส สะอาด ทนความร้อนและความเย็นได้ดี ภาชนะที่ใช้แล้วสามารถนำมาผ่านกรรมวิธีทำเป็นเม็ดพลาสติก แล้วผลิตเป็นภาชนะนำมาใช้บรรจุอาหารได้อีก พลาสติกชนิดนี้มีอุณหภูมิการใช้งานอยู่ในช่วงกว้างมาก คือระหว่าง -๔๐ ถึง ๒๒๐ °ซ จึงใช้บรรจุอาหารแช่เยือกแข็งและใช้เป็นภาชนะใสในตู้อบลมร้อนหรือตู้อบไมโครเวฟได้

โพลีเอทิลีนเทรพทาเลตที่ผลิตขึ้นมีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น แผ่นบาง (ฟิล์ม) ถุง ภาต ขวด โดยมีกรรมวิธีผลิตต่าง ๆ กันดังนี้

### **การผลิตโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตแผ่นบาง**

นำเม็ด โพลีเอทิลีน เทรพทาเลต ชนิดเทอร์โม-พลาสติกโพลีเอสเตอร์มาทำให้แห้ง โดยใช้สารดูดความชื้นชนิดที่มีอุณหภูมิสูง ให้มีความชื้นเหลืออยู่น้อยกว่าร้อยละ ๐.๐๐๕ เพื่อลดการสลายตัว (การแตกตัวของโมเลกุล) แล้วนำไปใส่ในเครื่องเอ็กซ์-ทรูเดอร์ (extruder) ผสมสารเคมีจำพวกพลาสติก-ไซเซอร์ สเตบิลไลเซอร์ ฟิลเลอร์ สี เป็นต้น ให้ความร้อนจนหลอมตัววัดให้เป็นแผ่นบาง ใช้อุณหภูมิประมาณ ๒๗๔° ซ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้โมเลกุลแตกตัวได้

### **ลามิเนต**

ใช้โพลีเอทิลีนเทรพทาเลต เคลือบภาชนะที่ทำด้วยกระดาษ โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์

### **การผลิตขวดโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต**

ขั้นแรกต้องทำเม็ดโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตให้แห้งเช่นเดียวกับการผลิตแผ่นบาง แล้วนำมาใส่ในเครื่อง Injection molding machine ให้ความร้อนจนหลอมเหลวฉีดเข้าสู่แม่แบบ (molds) จะได้ pre-forms หรือ parisons ที่มีลักษณะเหนียวและใสนำไปใส่ในเครื่องมือ Blow mold extruder ทำให้ร้อนอีกครั้ง ที่อุณหภูมิสูงเพียงพอ ขั้นสุดท้ายจะได้ขวดออกมาตามแม่แบบ

### **การผลิตภาตโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต**

การผลิตภาตแบ่งเป็นสองขั้นตอน ขั้นแรกทำให้เป็นแผ่นโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ขั้นต่อมาทำ

แผ่นให้เป็นรูปภาต โดยใช้วิธี thermoforming ภาตนี้มีลักษณะที่ดึงดูดใจผู้ใช้คือมีลักษณะสะอาด และสามารถปิดฝาชนิดทนความร้อนได้แน่นสนิท ภาตเหล่านี้บรรจุอยู่ในจิ้งไม่รั่วหรือซีมออกมา

### **การใช้ภาชนะพลาสติกโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตบรรจุอาหาร**

ภาชนะโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตใช้บรรจุอาหารได้ในวงกว้างมาก ตามแต่ชนิดและประเภทของอาหาร ดังนี้

— แผ่นบาง ใช้หุ้มห่ออาหารประเภทเนื้อที่สุกแล้ว และเนยแข็ง

— ลามิเนต ใช้บรรจุอาหารใส่ในตู้อบได้ดี ในทำนองเดียวกับภาชนะที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตล้วน ๆ

— ถุง ใช้บรรจุอาหารเยือกแข็ง และอาหารที่ต้องการต้มหึ่งถุง

— ขวด ใช้บรรจุเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ทั้งที่มีแอลกอฮอล์ และไม่มีแอลกอฮอล์ หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์ได้ นอกจากนี้นิยมใช้บรรจุมีสแตร์ด อาหารประเภทหมักดอง น้ำมันบริโภค น้ำเชื่อม และผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการขวดคั้น ในปัจจุบันขวดโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต กำลังจะเข้ามาแทนที่ขวดโพลีไวนิลคลอไรด์ เนื่องจากมีคุณสมบัติต่าง ๆ คล้ายกัน แต่ปลอดภัยจากไวนิลคลอไรด์ เพราะขวดโพลีไวนิลคลอไรด์หรือภาชนะรูปร่างอื่น ๆ ที่มีลักษณะแข็งหรือกึ่งแข็ง อาจมีไวนิล คลอไรด์ หลงเหลือ อยู่ตามผนังภาชนะ และละลายลงสู่อาหารที่บรรจุอยู่ภายในได้ ซึ่งผู้บริโภคอาหารจะเสี่ยงกับการเป็นโรคมะเร็ง เพราะไวนิลคลอไรด์อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ FDA ได้

กำหนด ปริมาณ ไวนิล คลอไรด์ ที่ภาชนะบรรจุอาหาร ชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ ให้มีได้ไม่เกิน ๑ ส่วนใน ล้านส่วน

นอกจากนี้ภาชนะที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต ยังทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิสูงใน retort ขณะต้มฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารได้ และมีคุณสมบัติ ครบถ้วนเช่นเดียวกับกระป๋องโลหะ และขวดแก้วที่ใช้กันมาแต่เดิม

— ภาต ปัจจุบันนี้ภาตโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต กำลัง เป็น ที่ นิยม ใช้บรรจุ อาหาร กันอย่าง แพร่หลาย เช่น อาหารแช่เยือกแข็ง อาหารที่ต้องการอบให้ร้อน ในตู้อบ ได้มีวิวัฒนาการครั้งยิ่งใหญ่ในด้านการปรับปรุงทั้งทางด้านภาชนะพลาสติกและเทคนิคสำหรับใช้

บรรจุอาหาร สามารถเปิดฝาภาตได้แน่นสนิท อาหาร เหลวจึงไม่รั่วหรือซึมออกมา นิยมใช้บรรจุอาหาร สำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป เช่น เนื้อ ผัก อาหารทะเล และซอส อาหารประเภทอบหรือย่างให้สุกชนิดต่าง ๆ ข้อดีของภาตชนิดนี้ คือใช้ใส่อาหารแช่เยือกแข็งได้ เมื่อต้องการรับประทาน ทำอาหารดังกล่าวพร้อมภาต ให้ร้อนหรือสุกได้ โดยใส่ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ ๒๖๐°ซ หรือตู้อบไมโครเวฟทันที อาหารจะสุกพร้อม ที่จะรับประทานได้ภายในเวลา ๒๐ นาที หรือ ๘ นาที ตามลำดับ ซึ่งสะดวกและรวดเร็วมาก ภาตโพลีเอทิลีนเทรพทาเลตนี้กำลังเป็นที่นิยมใช้ในโรงแรม บนเครื่องบิน สถานที่ทำงานอื่น ๆ รวมทั้งในดาวเทียม ด้วย

## แยมสับปรด

- |                   |                      |                            |
|-------------------|----------------------|----------------------------|
| <b>ส่วนประกอบ</b> | เนื้อสับปรด          | ๑,๐๐๐ กรัม หรือ ๑ กิโลกรัม |
|                   | น้ำตาลทรายขาว        | ๗๕๐ กรัม                   |
|                   | กรดซิตริก (กรดมะนาว) | ๓ กรัม หรือประมาณ ๑ ช้อนชา |
- กรรมวิธี**
๑. สับหรือบดเนื้อสับปรดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ น้ำเล็กน้อย
  ๒. นำมาต้มกับกรดซิตริกโดยใช้ไฟอ่อน ๆ จนเนื้อสับปรดเปื่อย
  ๓. ใส่ น้ำตาลทรายขาว เพิ่มไฟให้แรงขึ้นจนอุณหภูมิถึง ๑๐๕ องศาเซลเซียส หรือจนแยมได้ที่
  ๔. บรรจุในขวดที่แห้งสะอาด และปิดสนิท

# ว่าด้วยเรื่องของอะลูมิเนียม

เมื่อพูดถึงอะลูมิเนียมคงจะไม่มีใครที่ไม่รู้จัก ทั้งนี้เนื่องจากโลหะชนิดนี้มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของเราไมใช่น้อย เราจะพบอะลูมิเนียมในรูปของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ตั้งแต่กระป๋องบรรจุอาหาร กระป๋องบรรจุเครื่องดื่ม อุปกรณ์เครื่องใช้ภายในครัวเรือน ตลอดจนไปจนถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครื่องจักรอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามจะขอแนะนำให้รู้จักกับอะลูมิเนียม โลหะสารพัดประโยชน์นี้ในแง่ต่าง ๆ ตั้งแต่คุณสมบัติ แหล่งที่พบ การผลิต ตลอดจนประโยชน์ของโลหะชนิดนี้ ซึ่งจะขอกล่าวเป็นลำดับไป

อะลูมิเนียมเป็นธาตุที่ ๑๓ ในตารางธาตุ มีน้ำหนักอะตอม ๒๖.๙๗ ความหนาแน่น ๒.๗ ความแข็ง ๓ จุดหลอมเหลว ๖๖๐ องศาเซลเซียส จุดเดือด ๑๘๐๐ องศาเซลเซียส เป็นโลหะสีขาวเหมือนเงินและอาจมีสีน้ำเงินอ่อนปนอยู่บ้าง สามารถขัดให้เป็นมัน ดัดโค้งโค้งได้ง่าย อ่อนแต่ไม่เปราะ ไม่เป็นสนิมเพราะเมื่ออะลูมิเนียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จะเกิดฟิล์มบาง ๆ เคลือบอยู่บนผิว อะลูมิเนียมละลายได้ง่ายในกรดแร่ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน (๑๐%) และกรดไนตริกที่เข้มข้นหรือเจือจางมาก ๆ และละลายได้ในสารละลายต่าง เช่น โซดาไฟ แต่ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์

แหล่งกำเนิดของอะลูมิเนียมเกิดอยู่ในแร่ ตามที่ต่าง ๆ ทั่วโลก แร่เหล่านั้นได้แก่ แร่คลีโอไลต์ พบมากในประเทศกรีนแลนด์ มีอะลูมิเนียมอยู่ในรูปของโซเดียมอะลูมิเนียมฟลูออไรด์ ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) แร่โดรันด์ัม และเอเมอริ ที่เป็นรัตนชาติพวกทับทิมนิล มรกต บุษราคัมนั้น อะลูมิเนียมอยู่ในรูปของอะลูมิเนียมออกไซด์ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) แร่บอกไซต์มีอยู่ทางตอนใต้ของประเทศฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา แร่นี้มี

อะลูมิเนียมอยู่ในรูปของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ [ $\text{Al}_2\text{O}(\text{OH})_4$ ] หรือ  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  และพบว่าแร่อะลูไนต์ มีอะลูมิเนียมในรูปของอะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟต [ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$ ]

ในอุตสาหกรรมผลิตอะลูมิเนียม นิยมใช้สินแร่บอกไซต์เป็นวัตถุดิบ โดยมีกระบวนการผลิตดังนี้ นำสินแร่บอกไซต์มาบดให้เป็นผง แล้วใส่ลงในถังบรรจุโซดาไฟ เมื่อทำให้ร้อน แร่ส่วนใหญ่จะละลาย ได้อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์อยู่ในสารละลาย กรองแยกสิ่งเจือปนจำพวกเหล็กออกไซด์ ซิลิกา และอื่น ๆ ออก ปล่อยให้สารละลายที่กรองได้ให้เย็นลง อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะตกตะกอนลงมา นำตะกอนส่วนนี้ไปเผาให้ร้อนจนถึงประมาณ ๑๑๐๐—๑๒๐๐ องศาเซลเซียส จะได้ผงสีขาว ซึ่งก็คือ อะลูมินา หรืออะลูมิเนียมออกไซด์นั่นเอง ขั้นตอนต่อไป เป็นการถลุงแยกอะลูมิเนียมออกมาด้วยกระบวนการทางไฟฟ้าในเซลล์ถลุงอะลูมิเนียม ซึ่งมีคลีโอไลต์ ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) ที่บรรจุไว้ในขั้วไฟฟ้าเป็นตัวช่วย กล่าวคือ เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์บรรจุอะลูมินา สารคลีโอไลต์ก็จะกลายเป็นของเหลว แล้วทำปฏิกิริยาดึงอะลูมิเนียมออกมา ส่วนออกซิเจนจะแยกออกไปจับที่ขั้วถ่านไฟ ซึ่งเป็นแท่งถ่านอัด ทำจากถ่านโค้ก ผสมกับพิทช์เป็นไบเนเตอร์ หลังจากนั้นอะลูมิเนียมจะแยกตัวตกไปอยู่ที่ก้นถัง ซึ่งบุด้วยคาร์บอน แล้วหยุดผ่านกระแสไฟ ถ้ายอะลูมิเนียมเหลวลงในแม่แบบทิ้งให้เย็น จะได้โลหะอะลูมิเนียมถลุง นำโลหะถลุงนี้ไปหลอมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อขจัดสิ่งเจือปนอื่น ๆ แล้วเทลงในแม่แบบอีกครั้ง จะได้โลหะอะลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์

เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา ผิวโลหะเป็นมันวาวสวยงาม เชื่อมต่อกันได้ง่าย ขึ้นรูปและประกอบตกแต่งง่าย ทนต่อการกัดกร่อนเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ มีสมบัติการนำไฟฟ้าสูงเป็นอันดับที่สี่รองจาก เงิน ทองแดง และทองคำ นำความร้อนได้ดี เราจึงนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย โดยมีการนำเข้าอะลูมิเนียมในรูปของโลหะผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป และอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้งานด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ด้านการก่อสร้าง ใช้ทำกรอบประตู หน้าต่าง หลังคาบ้านเคลื่อนที่ กันสาด เพดาน เครื่องปรับอากาศ เครื่องระบายอากาศ ม่านผนัง ตะแกรงราวสะพานราวเลื่อน เสาโคมไฟ แผงกันขอบทาง หอคอยควบคุมการจราจร บ้ายจราจร บันได เครื่องยก และเครื่องลำเลียง

ด้านการขนส่ง ใช้เป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ในรถยนต์ เช่น ลูกสูบส่วนส่งกำลังห้ามล้อ พวงมาลัย คาบิวเรเตอร์ ระบบกรองและสูบน้ำมัน เครื่องประดับรถยนต์ เครื่องปรับอากาศ ราวรถเมล์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนประกอบในเรือเดินสมุทร

ด้านไฟฟ้า เนื่องจากอะลูมิเนียมนำไฟฟ้าได้ดี ถึงแม้ว่าจะด้อยกว่าทองแดง แต่ก็มีย่านหนักเบากว่าทองแดงถึง ๓ เท่า จึงมีการใช้สายเคเบิลอะลูมิเนียมเสริมเหล็ก แทนทองแดงที่ใช้ในสายส่งไฟฟ้ากำลังสูงบางส่วน ใช้ทำท่อร้อยสายไฟ สายเคเบิลโทรศัพท์ ส่วนประกอบในมอเตอร์ เยนเนอร์เตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ระบบเบรคและโซนาร์ เสาอากาศโทรทัศน์ และใช้ในระบบแสงสว่าง เช่น ขั้วหลอดไฟ ฐานหลอดเรืองแสง ฯลฯ

พวกของใช้ในบ้าน ใช้อะลูมิเนียมทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องซักผ้า เครื่องผสมอาหาร เครื่องบดอาหาร เตารีดไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องล้างจาน เฟอร์นิเจอร์ เครื่อง

ครัว สำหรับภาชนะที่ใช้กับเตาอบไมโครเวฟนั้น จะใช้โลหะอื่น ๆ ไม่ได้ เนื่องจากโลหะมีความสามารถในการนำไฟฟ้าดีมาก มันจะสะท้อนพลังงานกลับไปแหล่งกำเนิดพลังงานไมโครเวฟ ซึ่งอาจทำให้เตาอบเสียได้ แต่เราสามารถใช้อะลูมิเนียมได้ แต่ต้องใช้ในปริมาณน้อย คือใช้อะลูมิเนียมฟอยล์หุ้มห่ออาหารเท่าที่จำเป็น และวางให้ห่างจากผนังและพื้นเตาอบพอสมควร

ด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้เป็นเครื่องจักรในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ยาง เคมีภัณฑ์ วัสดุระเบิด พลังงานนิวเคลียร์ สิ่งทอ กระดาษ การพิมพ์ เหมืองถ่านหิน

ในอุตสาหกรรมอาหารและยา ใช้อะลูมิเนียมเป็นภาชนะบรรจุ เพื่อขนส่งไปในที่ต่าง ๆ ปัจจุบันเราจะพบน้ำอัดลมบรรจุกระป๋อง ซึ่งทำด้วยอะลูมิเนียม แทนเหล็กเคลือบดีบุก ทั้งนี้เพราะว่าอะลูมิเนียมมีน้ำหนักเบากว่า ทำเป็นแผ่นบางได้ง่ายกว่า นอกจากนี้ดีบุกที่เคลือบผิวเหล็กจะสึกกร่อนได้ง่ายกว่า ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นคาดว่าในอนาคตอันใกล้นี้ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋องของไทยจะหันมาใช้กระป๋องทำด้วยอะลูมิเนียมกันมากขึ้น

เนื่องจากอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ สะท้อนแสงได้ถึงร้อยละ ๙๕ สามารถสะท้อนแสงอินฟราเรดหรือรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ ผิวโลหะไม่หมองเนื่องจากมันจะทำปฏิกิริยาเคมีกับซัลไฟด์ ออกไซด์ในอากาศได้ช้ามาก อายุการใช้งานสูงกว่าโลหะเงินประมาณ ๓—๑๐ เท่า ดังนั้นจึงใช้แทนโลหะเงินที่ใช้เป็นวัสดุสะท้อนแสงในไฟฉาย กล้องส่องทางไกล

นอกจากการนำโลหะอะลูมิเนียมมาใช้แล้ว มีการค้นพบสารประกอบอะลูมิเนียมที่มีประโยชน์และนำมาใช้งานประเภทต่าง ๆ อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น อะลูมิเนียมซัลเฟตหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า สารส้ม ใช้ในกระบวนการทำน้ำประปา ทำหน้าที่เป็นสาร (อ่านต่อหน้า ๑๗)



# แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (tinplate) เริ่มผลิตครั้งแรกในแคว้นบาวาเรียในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๕ โดยการนำแผ่นเหล็กไปตีเป็นแผ่นบาง แล้วเคลือบด้วยดีบุกด้วยการจุ่มลงในดีบุกที่หลอมเหลว การผลิตโดยวิธีนี้ได้แพร่หลายไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วยุโรป ในคริสต์ศตวรรษที่ ๑๙ ได้มีการผลิตอย่างมาก ในประเทศสหรัฐอเมริกา เดิมแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกผลิตขึ้นเพื่อใช้ทำเครื่องใช้ในบ้าน เช่น จาน หม้อ ก่อง ฯลฯ แต่ในปัจจุบันมีการผลิตทั่วโลกได้ประมาณ ๑๔ ล้านตัน เพื่อใช้ในการผลิตภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องดื่มเป็นส่วนใหญ่

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกในปัจจุบันเป็นแผ่นเหล็กกล้าอะลูมิเนียม (mild steel sheet) ที่มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำและมีการเคลือบผิวหน้าด้วยดีบุก เป็นการนำคุณสมบัติของวัสดุสองอย่างคือ ดีบุกกับแผ่นเหล็ก มาใช้ร่วมกัน ทำให้มีความแข็งแรง สามารถขึ้นรูปได้ดี ทนต่อการสึกกร่อน ป้องกันอากาศ ความชื้น สะดวกในการบัดกรี และมีลักษณะปรากฏที่ดีคือ ชื่นเงา ไม่มีรอยขีดข่วน แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกถูกนำไปใช้งานหลายอย่าง แต่ที่สำคัญคือนำไปใช้ทำกระป๋อง ซึ่งมีจุดเริ่มต้นสืบเนื่องมาจากการค้นพบวิธีฆ่าเชื้อในอาหารด้วยความร้อน โดยใช้ขวดแก้วเป็นภาชนะบรรจุของชาวฝรั่งเศสชื่อ Nicolas Appert ในปีค.ศ. ๑๘๐๙ และได้มีการเผยแพร่การค้นพบนี้ออกไป ในปีเดียวกันนั้นเองชาวอังกฤษชื่อ Peter Duman เป็นผู้ริเริ่มการใช้ภาชนะที่เป็นโลหะซึ่งทำด้วยแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกขึ้น และได้ขอจดทะเบียนสิทธิบัตร การใช้ดีบุกเป็นวัสดุอย่างหนึ่งในการทำภาชนะบรรจุ ในปีค.ศ. ๑๘๑๓ ชาวอังกฤษชื่อ Bryant Donkin และ John Hall ก็ทำการถนอมอาหารในกระป๋อง และได้

เปิดโรงงานทำกระป๋องสำหรับบรรจุอาหารขึ้นเป็นครั้งแรกกระป๋องที่ผลิตขึ้นนี้ทำด้วยมือ แผ่นเหล็กที่ใช้ก็หนากว่าและเคลือบดีบุกหนากว่ากระป๋องที่ผลิตขึ้นในปัจจุบันมาก

การทำแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกทำได้ ๒ วิธีคือ วิธีที่หนึ่ง เป็นการเคลือบดีบุกโดยวิธีจุ่มร้อน (hot-dip tinning) เริ่มทำครั้งแรกเมื่อปีค.ศ. ๑๘๔๐ และเนื่องจากสภาวะเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลง ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องหาวิธีลดต้นทุนการผลิต นักวิจัยจึงได้ค้นพบวิธีชุบดีบุกด้วยไฟฟ้า (electrolytic tinning) ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดดีบุก สามารถเคลือบได้บางและสม่ำเสมอกว่าวิธีจุ่มร้อน นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมปริมาณดีบุกบนแผ่นเหล็กทั้ง ๒ หน้า ให้ต่างกันเมื่อเทียบกับการเคลือบด้วยวิธีจุ่มร้อน ซึ่งไม่สามารถควบคุมให้ปริมาณดีบุกทั้ง ๒ หน้าต่างกันดี

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกเป็นภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้กันมาก เนื่องจากมีคุณลักษณะที่ดี คือความชื้นและก๊าซต่าง ๆ ไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ จึงไม่ทำให้ลักษณะของอาหารเสียไป มีความทนทานต่อการผุกร่อนพอควร มีลักษณะปรากฏดี สามารถทำเป็นภาชนะในอัตราการผลิตสูง โดยมีความถูกต้องสม่ำเสมอ ราคาไม่แพงและทนต่อการขนส่งคือไม่บอบง่ายคุณภาพของแผ่นเหล็กเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะมีผลต่อขบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลต่อคุณภาพของกระป๋องและอาหารที่บรรจุ คุณภาพของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ น้ำหนักดีบุกที่เคลือบผิวแผ่นเหล็กในปัจจุบันมีแนวโน้มว่า ผู้ผลิตจะพยายามเคลือบให้บางลง ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการป้องกันลดลง เพราะผู้ผลิตต้องการประหยัด แต่ขณะเดียวกันควรคำนึงถึงการเสี่ยงกับ

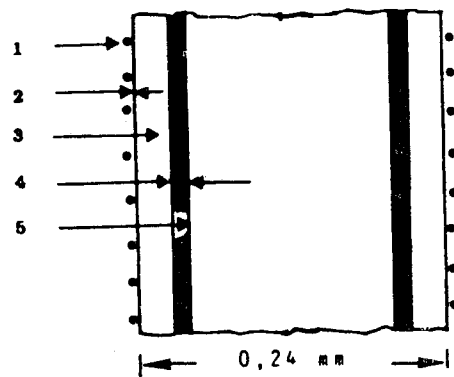
การที่กระป๋องจะไม่สามารถเก็บรักษาอาหารไว้ในสภาพที่ดีได้ ดังนั้นในการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกจึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณในขอบเขตที่จะสามารถให้การป้องกันแก่อาหารได้

ในปัจจุบันแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกทั่วไปจะใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนาอยู่ระหว่าง ๐.๒—๐.๓ มม. แต่ถ้าเป็นแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกชนิดรีดซ้อน (double reduce tinplate) จะใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนาเพียง ๐.๑๑—๐.๑๕ มม. ซึ่งก็ไม่ได้สร้างปัญหาให้กับผู้ผลิตกระป๋องแต่อย่างใด หลังจากการผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกแล้ว จะต้องมีการเคลือบน้ำมันที่ผิวหน้าของแผ่นเหล็ก เพื่อเป็นตัวหล่อลื่นและต้านทานการผุกร่อน

- ๑) ชั้นของน้ำมัน
- ๒) ชั้นของออกไซด์
- ๓) ชั้นของดีบุก
- ๔) ชั้นโลหะผสมระหว่างเหล็กกับดีบุก
- ๕) ชั้นของเหล็ก

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่ใช้มีหลายแบบ ขึ้นกับความเหมาะสมในการใช้งาน น้ำหนักดีบุกที่เคลือบบนแผ่นเหล็กต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ไม่ควรต่ำกว่าน้ำหนักที่ระบุ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๑ ปริมาณดีบุกมีความสำคัญในขบวนการผลิตมาก เพราะกระป๋องผลิตโดยวิธีบัดกรี และความสามารถบัดกรีได้ของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกขึ้นกับปริมาณของดีบุกลักษณะของชั้นดีบุก นอกจากนี้ปริมาณดีบุกยังมีผลต่อลักษณะของอาหารที่บรรจุในกระป๋อง ถ้าปริมาณดีบุกที่เคลือบน้อยเกินไปหรือไม่เหมาะสม จะทำให้กระป๋องสีกร่อนเร็วกว่าที่กำหนด โดยเฉพาะถ้าบรรจุอาหารที่มีความเป็นกรดสูง

น้ำมันไปเคลือบเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ และสม่ำเสมอ น้ำมันที่มากเกินไปจะทำให้แผ่นเหล็กติดกันมีฝุ่นผงมาก และมีผลต่อการยึดเกาะของสารเคลือบ แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกชนิดจุ่มร้อนจะเคลือบด้วยน้ำมันปาล์มหนา ๐.๒ ไมโครเมตร ถ้าเป็นแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกโดยวิธีไฟฟ้า จะใช้น้ำมันเมลิตีฟาย dibutyl sebacate หรือ dioctyl sebacate ความหนา ๐.๐๐๔ ไมโครเมตร นอกจากนี้ยังมีชั้นของออกไซด์ซึ่งประกอบด้วยสแตนนัสออกไซด์ (SnO) หนา ๐.๐๐๑ ไมโครเมตร ชั้นของโลหะผสมระหว่างเหล็กกับดีบุก (FeSn<sub>2</sub> Alloy) หนาประมาณ ๐.๑ ไมโครเมตร รายละเอียดของความหนาในชั้นต่าง ๆ แสดงไว้ในภาพ



ความหนาของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกโดยเฉลี่ย

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้เห็นความสำคัญของชั้นดีบุกที่เคลือบบนแผ่นเหล็กที่นำมาใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร จึงได้ทำการศึกษาทดลองวิธีวิเคราะห์น้ำหนักดีบุกโดยวิธีต่าง ๆ สรุปผลได้ว่าควรใช้วิธีวิเคราะห์ JIS G 3303, AS 527 ร่วมกับวิธีวิเคราะห์ดีบุกตาม Encyclopedia of Industrial Chemical Analysis Vol.19 นอกจากนี้ยังได้หาความหนาของดีบุกที่เคลือบโดยวิธี Coulometric ซึ่งได้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักดีบุกที่เคลือบกับความหนาของดีบุก ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๑ ขนาดของคืบที่เคลื่อนด้วยวิธีไฟฟ้า

รหัส	ขนาดกระบอกกรัมต่อตารางเมตร	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่ำสุด กรัมต่อตารางเมตร
เคลื่อนสองด้านเท่ากัน		
E 2.8/2.8 (# 25/25)	5.6 (2.8/2.8)	4.9
E 4.2/4.2 (# 38/38)	8.4 (4.2/4.2)	7.6
E 5.6/5.6 (# 50/50)	11.2 (5.6/5.6)	10.5
E 8.4/8.4 (# 75/75)	16.8 (8.4/8.4)	15.7
E 11.2/11.2 (# 100/100)	22.4 (11.2/11.2)	20.2
E 14.0/14.0 (# 125/125)	28.0 (11.2/11.2)	25.8
เคลื่อนสองด้านไม่เท่ากัน		
D 5.6/2.8 (# 50/25)	5.6/2.8	5.05/2.25
D 8.4/2.8 (# 75/25)	8.4/2.8	7.85/2.25
D 8.4/5.6 (# 75/50)	8.4/5.6	7.85/5.05
D 11.2/2.8 (# 100/25)	11.2/2.8	10.1/2.25
D 11.2/5.6 (# 100/50)	11.2/5.6	10.1/5.05
D 11.2/8.4 (# 100/75)	11.2/8.4	10.1/7.85
D 15.1/2.8 (# 135/25)	15.1/2.8	14.0/2.25
D 15.1/5.6 (# 135/50)	15.1/5.6	14.0/5.05

ตารางที่ ๒ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดคืบที่เคลื่อนกับความหนาของคืบ

รหัส	ขนาดคืบที่เคลื่อน กรัม/ตารางเมตร	ความหนาของคืบที่เคลื่อน ไมโครเมตร
E 2.8/2.8 (E25)	2.9 — 3.1	0.37 — 0.43
E 5.6/5.6 (E50)	5.1 — 5.9	0.68 — 0.90
E 11.2/11.2 (E100)	10.1 — 11.1	1.37 — 1.59

ผู้สนใจต้องการรับบริการด้านการตรวจสอบเคลื่อน ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ โปรดติดต่อได้ที่  
 คุณภาพของแผ่นเหล็กเคลื่อนคืบ ในเรื่องปริมาณ คืบ ความหนาของคืบ ความสม่ำเสมอของคืบที่  
 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ



# ➤ การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก เพื่อการส่งออก

ทุกวันนี้เราจะเห็นว่าสินค้าของไทยได้รับการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของต่างประเทศ จนเป็นเหตุให้เราสามารถเพิ่มมูลค่าการส่งออกมากขึ้นเป็นลำดับ สินค้าบางชนิดนอกจากต้องปรับปรุงคุณภาพแล้ว ยังต้องการการปรับปรุงและพัฒนาในด้านรูปแบบอีกด้วย

ผลิตภัณฑ์เซรามิกก็เช่นกัน ถึงแม้ว่าในขณะนี้ประเทศไทยสามารถส่งผลิตภัณฑ์เซรามิกไปขายในต่างประเทศได้หลายชนิด เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องต่าง ๆ รวมทั้งกระเบื้องโมเสค เป็นต้น ตามสถิติของกรมศุลกากร ปี พ.ศ. ๒๕๒๘ เราส่งออกสินค้าเหล่านี้เป็นเงินประมาณ ๕๐๐ ล้านบาท แต่ถ้าได้มีการปรับปรุงรูปแบบของสินค้าบางชนิดให้ดียิ่งขึ้นแล้ว คาดว่าปริมาณการส่งออกคงจะเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน

ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่จะกล่าวถึงในที่นี้ก็คือ ผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทเครื่องประดับ อันหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เป็นของประดับตกแต่ง ใช้สวยงาม ๆ ได้แก่ ตุ๊กตา แจกัน กรอบรูป ที่เขี่ยบุหรี่ ฯลฯ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นรูปแบบ สี สัน ความสวยงาม มีรูปแบบใหม่ ๆ ออกมาอยู่เสมอ ประเทศที่ครองตลาดอยู่ในขณะนี้ ได้แก่ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน ปีหนึ่ง ๆ ประเทศเหล่านี้สามารถทำเงินเข้าประเทศได้นับหมื่นล้านบาท ในการผลิตสินค้าดังกล่าว ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง แต่ต้องการนักออกแบบที่สามารถจะผลิตงานให้มีรูปแบบใหม่ ๆ ทันสมัย ออกมาสนองความต้องการของตลาดได้ นอกจากนี้ยังต้องการช่างฝีมือที่มีความประณีต ที่จะตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงาม ประเทศไทยได้มีการผลิตสินค้าเครื่องประดับประเภทนี้อยู่แล้ว แต่ยังมีขาดรูปแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ ทันสมัย ดังนั้นผู้ผลิตควรหันมาให้ความสนใจในการ

ปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกกันให้มากขึ้น เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อ ซึ่งจะเป็นการเปิดตลาดด้านนี้ให้กว้างขวางขึ้น

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดทำโครงการพัฒนาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๖ คือ โครงการปรับปรุงและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกเพื่อการส่งออก โดยมีแผนดำเนินการระหว่าง พ.ศ. ๒๕๓๐—๒๕๓๔ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกซึ่งเป็นจุดสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งออก และโดยที่ศูนย์วิจัยและอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กองการวิจัย เป็นหน่วยงานหนึ่งในสังกัดกรมวิทยาศาสตร์ฯ มีความพร้อมทั้งด้านบุคลากรไม่ว่าจะเป็นนักเซรามิก นักออกแบบ ช่างผู้ชำนาญการ ตลอดจนเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะทำให้การดำเนินการบรรลุวัตถุประสงค์ได้

โครงการนี้จะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

๑. รวบรวมข้อมูลด้านรูปแบบ ตามรสนิยมของผู้ซื้อในต่างประเทศ หรือที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นที่ต้องการของตลาดในต่างประเทศ

๒. ออกแบบ ส่งเสริมให้มีการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก เพื่อให้เกิดสินค้านรูปแบบใหม่ ๆ และดำเนินการทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ

๓. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม ให้แก่โรงงานเซรามิกที่มีความสนใจจะปรับปรุงทางด้านเนื้อดิน น้ำยาเคลือบ การตกแต่ง ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อช่วยลดต้นทุน ลดความเสียหายในการผลิต ทำให้สินค้ามีรูปแบบและคุณภาพดี

คาดว่าโครงการนี้จะเป็นส่วนส่งเสริมและสนับสนุนให้สินค้าเซรามิกประเภทเครื่องประดับของไทยออกสู่ตลาดโลกมากยิ่งขึ้น

# การบริการศึกษาวิจัยและข้อสนเทศ แก่โรงงานผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว



จากการที่กรมวิทยาศาสตร์ บริการได้ ศึกษาวิจัย ผลิตถ่านกัมมันต์ (activated carbon) จากกะลามะพร้าว จนถึงขั้นตอนทดลองผลิตเป็นผลสำเร็จ และได้นำผลการ วิจัยดังกล่าวออกเผยแพร่เป็นเหตุให้มีผู้นำเทคโนโลยี การผลิตดังกล่าวไปดำเนินการผลิตถ่านกัมมันต์ในชั้น อุตสาหกรรม คือ บริษัทเชียงใหม่ธัญผล จังหวัด เชียงใหม่ ซึ่งผลิตชั้นอุตสาหกรรมในครอบครัว และ บริษัทอุทุมพรเคมีคอล จำกัด ซึ่งผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลาง

สำหรับบริษัทเชียงใหม่ธัญผลนั้น กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้แนะนำกรรมวิธีการผลิตถ่าน กัมมันต์จากกะลามะพร้าวทั้งหมด พร้อมทั้งจัดส่ง เจ้าหน้าที่ไปติดตามดูแลแก้ไขอุปสรรคเป็นประจำ จนกระทั่งในปัจจุบันบริษัทสามารถขยายแบบที่ใส่วัตุดิบ ให้ใหญ่ขึ้น ใส่วัตุดิบได้ประมาณ ๗๐—๑๐๐ กก./ ครั้ง มีคุณภาพดีและสามารถผลิตได้ปีละประมาณ ๕๐ ตัน เพื่อขายภายในประเทศ

ส่วนบริษัทอุทุมพรเคมีคอล จำกัด ซึ่งผลิตถ่าน กัมมันต์จากกะลามะพร้าว เป็นอุตสาหกรรมขนาด กลาง และเป็นบริษัทเดียวที่ได้รับการส่งเสริมการ ลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๒๖ ในขณะที่เริ่มต้นนั้น บริษัทฯ ยังทดลองผลิตเป็นอุตสาหกรรมเล็ก ๆ คุณภาพยังไม่เป็นที่ พอใจ ในปี พ.ศ. ๒๕๒๘ บริษัทได้ขอความร่วมมือ จากกรมวิทยาศาสตร์ฯ ให้ช่วยวิเคราะห์คุณภาพถ่าน กัมมันต์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพ ให้แก่บริษัท ซึ่งแต่ เดิมนั้น บริษัทได้ทดลองผลิตถ่านกัมมันต์ ได้ค่า iodine number 223 mg/g เป็นค่าที่ยังไม่เป็นไป ตามมาตรฐาน (มาตรฐาน I<sub>2</sub> No. 500 mg/g) และ ค่า methylene blue ยังต่ำ คือได้ 23 mg/g เทียบกับ

ของสหรัฐอเมริกา 264 mg/g กรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้ ให้ความช่วยเหลือด้วยการแสดงกรรมวิธีการผลิตถ่าน กัมมันต์ โดยวิธีกระตุ้นด้วยไอน้ำขั้นทดลองผลิตใน โรงงานของกรมฯ และได้แจ้งให้ผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ บริษัทฯ ทราบว่า การจะผลิตถ่านกัมมันต์ให้ได้คุณ- ภาพสูงนั้น จำต้องกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูง และใน ขณะเดียวกัน กรมวิทยาศาสตร์ฯ ให้ความช่วยเหลือ แก่เจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ ในการค้นคว้าเพิ่มเติมจาก เอกสารที่มีอยู่ในห้องสมุดของกรมฯ ซึ่งเอกสาร เหล่านี้มีส่วนช่วยบริษัทฯ ได้มาก เอกสารต่าง ๆ ใน ห้องสมุดได้แก่ Chemical Abstracts เอกสารสิทธิ- บัตรและมาตรฐาน วารสารต่างประเทศ และเอกสาร อ้างอิงต่าง ๆ โดยแนะนำวิธีการค้นหาข้อสนเทศที่ ต้องการ ตลอดจนช่วยติดต่อจัดหาเอกสารจากต่าง ประเทศให้ด้วย

ความ ช่วยเหลือ ทั้งด้าน การวิเคราะห์ ทด สอบ ศึกษาทดลอง วิจัยและ บริการข้อ เสนอเทศดังกล่าวแล้ว ข้างต้น ได้มีส่วนช่วยพัฒนากระบวนการผลิต และ เทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์ให้ดีขึ้น ถ่านกัมมันต์ ที่ได้มีคุณภาพดี คือมีค่า iodine number ระหว่าง 852—1194 mg/g และค่า methylene blue ระหว่าง 207—242 mg/g ทั้งนี้บางตัวอย่างได้ขอใบรับรอง จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและ กรมวิทยาศาสตร์ฯ ยังได้ช่วยวิเคราะห์หาค่าอื่น ๆ ของถ่านกัมมันต์ ได้แก่ particle size distribution, ash content ฯลฯ นอกจากนี้กรมวิทยาศาสตร์ฯ ยัง ให้บริการเพิ่มเติม คือสาริตและฝึกอบรมวิธีการ วิเคราะห์ทดสอบหาค่า hardness number และ abrasion number เป็นต้น ให้แก่เจ้าหน้าที่ของบริษัทฯ เพื่อนำไปวิเคราะห์ ทดสอบเพื่อควบคุมและปรับปรุง คุณภาพผลิตภัณฑ์

บริษัทอุทุมพรเคมีคอล จำกัด ในปัจจุบันสามารถผลิตถ่าน กัมมันต์ จาก กะลามะพร้าว ได้ปีละ ประมาณ ๓,๐๐๐ ตัน ซึ่งยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดในต่างประเทศ จึงขยายกำลังการผลิตมากขึ้นเรื่อย ๆ คาดว่าจะถึง ๑๐,๐๐๐ ตันต่อปี ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้มีคุณภาพดี ราคาถูกกว่าของต่างประเทศ ๓-๔ เท่า ช่วยลดการนำเข้า ลดต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ถ่านกัมมันต์ในกระบวนการผลิต ช่วยให้รัฐได้เงินตราต่างประเทศจากการส่งออก ช่วยให้ชาวชนบทมีงานทำเพิ่มขึ้น และช่วยเกษตรกรชาวสวนมะพร้าวให้ขายผลิตผลได้มากขึ้น

ในโอกาสที่ ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี พลเอกเปรม ติณสูลานนท์ ได้ไปตรวจเยี่ยมชมโรงงานของบริษัทอุทุมพรเคมีคอล จำกัด เมื่อเดือนเมษายน ๒๕๓๐ นี้ ทางบริษัท ฯ ได้กราบเรียนเชิญ ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี มอบโล่ให้เชิดชูเกียรติให้แก่ กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และงานวิจัยเพื่อบริการอุตสาหกรรม



กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในฐานะที่เป็นแบบอย่างของส่วนราชการที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ

ถ่านกัมมันต์มีที่ใช้อย่างกว้างขวางในการดูดสารปนเปื้อนและสารพิษ ซึ่งใช้มากในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมผลิตตัวทำละลายทางเคมีและใช้ดูดไอพิษ ซึ่งใช้มากด้านอาหารและการกำจัดสิ่งแฉะ-ล้าวมเป็นพิษ

การที่คนไทยและหน่วยราชการไทยร่วมมือกันเป็นอย่างดี จนสามารถนำวัตถุดิบเหลือทิ้งมาเปลี่ยนเป็นสินค้าที่มีมูลค่าสูง และช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้อีกทางหนึ่งดังที่ได้กล่าวไปแล้ว จัดได้ว่าเป็นตัวอย่างที่ดีของการ นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการ พัฒนาเศรษฐกิจ และ สังคมของ ประเทศได้ผลอย่างจริงจัง ช่วยประหยัดเงินตราค่าซื้อ know how จากต่างประเทศ และช่วยให้ประเทศไทยได้เทคโนโลยีการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว และสามารถพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวต่อไปได้อีกด้วย



# ข่าวทั่วไป

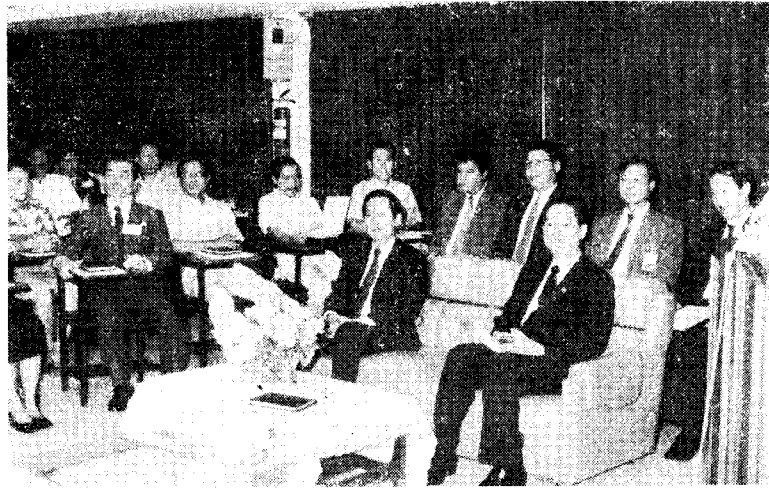
# ๐๓



นายบัญญัติ บรรทัดฐาน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงานทำพิธีเปิดหมู่บ้านเทคโนโลยี ๓ และ ๔ ที่ บ้านหนองแวง อ. ศรีเชียงใหม่ จ. หนองคาย และบ้านโพนงามท่า อ. เมือง จ. สกลนคร (๒, ๓ พ.ค. ๒๕๓๐)



ดร. เจริญ วัชรรังษี อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แถลงข่าวแก่สื่อมวลชนเรื่องการพัฒนาคุณภาพของบุคลากรในสำนักงาน พร้อมทั้งมอบถ้วยรางวัลผลงานยอดเยี่ยมแก่กลุ่มสร้างคุณภาพ คือ กลุ่มหนุ่มน้อย ๒๘ ซึ่งชนะการประกวดครั้งปีหลังปี ๒๕๒๙ ในการประชุมใหญ่กลุ่มสร้างคุณภาพไทยที่จัดขึ้นที่หอประชุมคุรุสภา



กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับบริษัท ไอ บี เอ็ม ประเทศไทย จำกัด จัดการสัมมนาเรื่องการพัฒนาคุณภาพของบุคลากรในสำนักงาน โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพที่มีความสามารถสูง คือ Dr. Thomas J. Bary มาเป็นผู้บรรยาย สำหรับผู้เข้าร่วมการสัมมนา ส่วนใหญ่เป็นผู้บริหารระดับกลางและสูงจากส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และภาคเอกชน

### การร่วมจัดนิทรรศการ

กรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้นำผลงานวิจัยและการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก การแปรรูปผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผลงานการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผลงานของหมู่บ้านเทคโนโลยี จ. ชัยภูมิ ไปแสดงในนิทรรศการสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ๒๕๓๐ ณ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ฯ ระหว่างวันที่ ๑๙—๒๓ สิงหาคม ๒๕๓๐

### การฝึกอบรมทางวิชาการ

— กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดอบรมและสาธิตการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารจากผักและผลไม้ต่าง ๆ ปูนซีเมนต์โปซโซลาน่าและวัสดุก่อสร้างจากปูนซีเมนต์โปซโซลาน่า อิฐดินซีเมนต์ เชื้อเพลิงแข็ง และนำดินมาทดลองปั้นเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้แก่ชาวบ้านหมู่บ้านหนองแวง จ. หนองคาย และบ้านโพนงามท่า จ. สกลนคร

— อบรมการแปรรูปผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แก่เกษตรกรหมู่บ้านสะอาด อ. เมือง จ. ขอนแก่น หมู่บ้านโคกล่าม อ. กมลาไสย จ. กาฬสินธุ์ และบ้านไคร้หุ่น จ. มหาสารคาม

— อบรมการทำทุเรียนแผ่น แก่อาจารย์และนักศึกษาจากวิทยาลัยรำไพพรรณี

— อบรมเรื่องน้ำเสีย แก่นักศึกษาเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาลัยเทคนิคกรุงเทพและเทคนิคระยอง

— อบรมเรื่องเทคโนโลยีในการทำกระดาษและการวิเคราะห์ทดสอบ แก่โรงงานสยามผลิตภัณฑ์กระดาษ

— อบรมวิธีปั้นด้วยแป้งหมุนและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกแก่ผู้สนใจ



## การเยี่ยมชมกิจการ

— Dr. Ing Vittorio Turini จากบริษัท Giza Spa. และ Dr. Guiseppe Maria Mioni จากบริษัท Axxa srl. ประเทศอิตาลี เข้าพบ ดร. เจริญ วัชรรังษี อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์ ฯ เพื่อสนทนาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีไปพัฒนาพื้นที่ชนบทตามโครงการเทคโนโลยีสู่ชนบท

— นักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและเจ้าหน้าที่ FAO เข้าเยี่ยมชมกิจการห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ

## การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

— นางสาวลดา พันธุ์สุขุมธนา ข้าราชการกองการวิจัย ได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่นภายใต้แผนโคลัมโบไปฝึกอบรมหลักสูตร Ceramic Engineering ที่ประเทศญี่ปุ่น

— นางมยุรี ผ่องผุดพันธ์ ข้าราชการกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่นภายใต้แผนโคลัมโบไปสัมมนาหลักสูตร Industrial Property ที่ประเทศญี่ปุ่น

— ดร. เจริญ วัชรรังษี อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และนายเชษฐ เอี่ยมจิตกุล ข้าราชการกองการวิจัย ไปประชุมหารือเกี่ยวกับการหาเส้นทางนำเทคโนโลยีสู่ชนบทและประชุมคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ครั้งที่ ๙ ที่ประเทศอิตาลีและสหรัฐอเมริกา



## สับปรดกวน

### ส่วนประกอบ

กากสับปรดที่คั้นน้ำแล้ว	๒ $\frac{๑}{๒}$ กิโลกรัม
เนื้อสับปรดสับ	๒ $\frac{๑}{๒}$ กิโลกรัม
น้ำตาลทรายขาว	๒ กิโลกรัม
กรดซิตริก (กรดมะนาว)	๒-๓ ช้อนโต๊ะ
เกลือ	๒ ช้อนโต๊ะ

### กรรมวิธี

๑. ผสมส่วนต่าง ๆ ให้เข้ากัน ยกตั้งไฟ กวนตลอดเวลาจนแห้งเหนียวในภาชนะเคลือบหรือเหล็กไร้สนิม
๒. บรรจุภาชนะที่แห้ง สะอาด กดให้แน่น หรือห่อด้วยกระดาษแก้ว หรือแผ่นพลาสติกใส ไม่มีสี



## น้ำส้มสายชูหมักจากสับประรด

น้ำสับประรดหรือกากสับประรดที่คั้นเอาน้ำไปทำผลิตภัณฑ์อย่างอื่นแล้วอาจนำมาใช้น้ำส้มสายชูหมักได้ เนื่องจากมีส่วนประกอบของอาหารหลายชนิดที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเชื้อน้ำส้ม น้ำส้มสายชูที่ได้จะมีกลิ่นหอมของสับประรดอยู่ด้วย ทำให้น้ำรับประทานยิ่งขึ้น

### ส่วนประกอบ

น้ำสับประรด	๕ ลิตร
น้ำ	๘ ลิตร
น้ำตาลทราย	๑ กิโลกรัม
ยีสต์แห้ง หรือยีสต์ทำขนมปัง	๑ ช้อนชา
(หรืออาจใช้ลูกแป้งข้าวหมากแทนยีสต์ก็ได้)	
เชื้อน้ำส้มพอสสมควร	

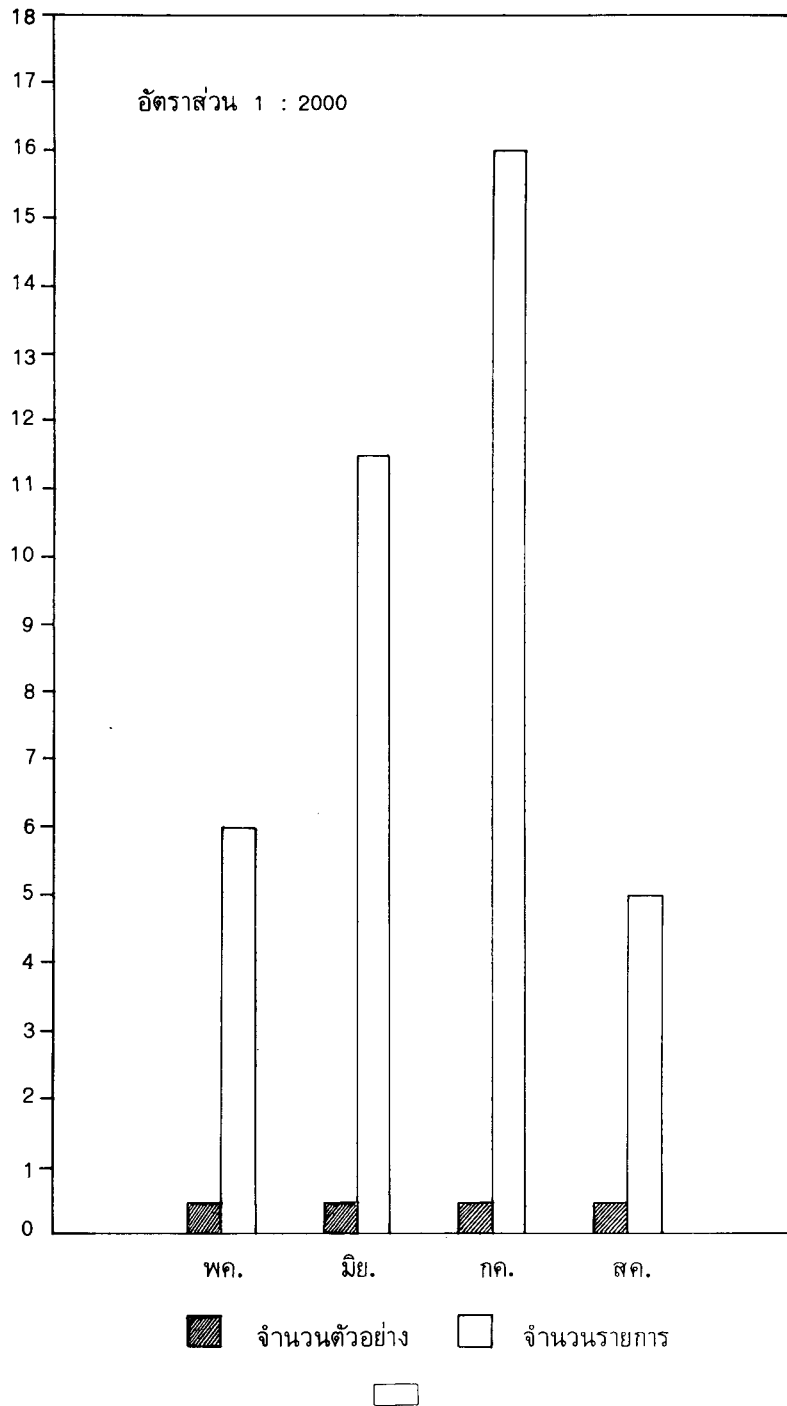
### กรรมวิธี

- น้ำสับประรดมาปอกเปลือกและเจือปนตาออกสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วคั้นเอาน้ำมาเติมน้ำและน้ำตาลทรายลงไป ต้มให้เดือด ๕—๑๐ นาที (หรืออาจใช้กากสับประรดที่คั้นเอาน้ำไปทำผลิตภัณฑ์อย่างอื่นแล้ว นำมาเติมน้ำและน้ำตาลทราย ใช้น้ำ ๘ ลิตร ต่อน้ำตาลทราย ๑ กิโลกรัม ต้มให้เดือดโดยใช้ไฟอ่อน ๆ ๓๐ นาที)
- กรองผ่านผ้ากรอง ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเทลงในภาชนะที่ใช้หมัก เช่น โถแก้ว ไหเคลือบที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว
- แบ่งน้ำสับประรดมาประมาณครึ่งถ้วยแก้ว ใส่ยีสต์แห้งลงไป ทิ้งไว้สักครู่ให้ยีสต์ทำงาน จะสังเกตเห็นได้จากการเกิดฟอง

- เทน้ำสับประรดที่ใส่ยีสต์แล้ว ลงในน้ำสับประรดที่เหลือ ปิดด้วยฝาไม้ เพื่อกันฝุ่นและเชื้อจากภายนอก
- ปล่อยให้ยีสต์ทำปฏิกิริยากับน้ำตาลในน้ำสับประรดจนฟองหยุด และยีสต์ตกตะกอนนอนกัน ใช้เวลาประมาณ ๗—๑๐ วัน
- ถ่ายส่วนที่เป็นน้ำใส ใส่ลงในภาชนะอีกใบหนึ่ง ซึ่งล้างสะอาดแล้วเช่นเดียวกัน ทิ้งไว้เพื่อให้น้ำส้มที่ได้ใสเร็วและไม่มึกลิ่นยีสต์
- เติมเชื้อน้ำส้มโดยใช้ น้ำส้มสายชูหมักที่ยังไม่ได้ต้มมา เชื้อลงไปประมาณร้อยละ ๑๐ (ถ้าไม่มีเชื้อน้ำส้ม อาจอาศัยเชื้อน้ำส้มในอากาศ โดยปิดภาชนะด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ ๒—๓ วัน จึงปิดด้วยฝาไม้ ตั้งทิ้งไว้จะได้น้ำส้ม แต่ต้องใช้เวลาหมักขึ้นและผลที่ได้ไม่ค่อยแน่นอน)
- ทิ้งไว้ให้เกิดกรดน้ำส้ม ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ ๓๐—๔๕ วัน จะได้น้ำส้มสายชูหมักซึ่งมีความแรงของกรดประมาณร้อยละ ๔
- ถ่ายส่วนใสออก ต้มให้เดือด บรรจุในขวดให้เต็ม ตั้งทิ้งไว้หลาย ๆ วัน ตะกอนจะนอนกัน ได้น้ำส้มสายชูใส (ถ้าต้องการให้ใสเร็วก็ใช้กรองผ่านเครื่องกรองหรือต้มให้เดือด แล้วเติมสารเบนโทไนท์ในอัตราส่วน ๑ : ๒๐๐ คนให้ทั่วตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน ตะกอนจะนอนกัน กรองง่ายขึ้น)
- กรองผ่านผ้าดิบ บรรจุขวดแก้ว ปิดจุก อย่าใช้จุกโลหะ



# สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ทดสอบ เดือนพฤษภาคม—สิงหาคม



จัดทำและเผยแพร่โดย  
งานประชาสัมพันธ์  
กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ  
ถนนพระราม ๖ / โยธี พญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐  
โทร. ๒๔๖๐๐๖๕ ต่อ ๒๐๐

# สารบัญ

๒	เครื่องทองลงหิน
๓	แปดเตอวี
๕	เนื้อเทียม
๑๒	ผลิตภัณฑ์กระดาษจากเศษกระดาษใช้แล้ว
๑๖	พลาสติกเสริมแรงจากเส้นใยธรรมชาติ
๒๐	ภาชนะพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนเทรพทาเลต สำหรับบรรจุอาหาร
๒๓	ว่าด้วยเรื่องอะลูมิเนียม
๒๕	แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก
๒๘	การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกเพื่อการส่งออก
๒๙	การบริการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะโรงงาน ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว
๓๑	ข่าวทั่วไปใน วศ.
๓๔	น้ำส้มสายชูหมักจากสับปะรด
๓๕	สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ทดสอบ

เครื่องวัดความขาวสว่างและสีของกระดาษ (Elrepho 2000)



พิมพ์ที่โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก