

วารสาร

# กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ฉบับที่ ๑๑๓ มกราคม ๒๕๓๐



ซีกส์กรีน

ลวดลายบนภาชนะเคลือบ



## ซิลค์สกรีนกับลวดลายบนภาชนะเคลือบ

อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา (ceramic) เป็นอุตสาหกรรมที่มีอยู่หลายภาคในประเทศ โดยเฉพาะทางภาคเหนือและภาคกลาง ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเพื่อการจำหน่ายนั้น การตกแต่งลวดลายต่าง ๆ ส่วนมากเป็นการเขียน ซึ่งแต่ละชิ้นต้องใช้เวลามาก การผลิตจึงไม่ทันกับความต้องการ เพราะลักษณะของการทำงานเป็นไปในแบบค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้นลวดลายทางด้านการพิมพ์ซิลค์สกรีน (silk screen) ในลักษณะรูปลอก (printed transfer) ซึ่งสามารถผลิตงานได้รวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้แรงงานมากจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์ได้และมีความสวยงามตามความต้องการ

งานพิมพ์ซิลค์สกรีนมีบทบาทในด้านการทำรูปลอกของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้คือ

1. ต้องการความรวดเร็วในการผลิต

2. เพื่อพัฒนาเทคนิคการผลิตให้ก้าวหน้ากว่าเดิม

3. ลดต้นทุนการผลิตในด้านแรงงาน
4. เพื่อตกแต่งให้สวยงามเพิ่มรสนิยมสำหรับผู้บริโภค

5. เพื่อให้ได้มาตรฐานที่แน่นอน

เรารู้จักวิธีการพิมพ์แบบซิลค์สกรีนนี้ในชื่อต่าง ๆ กัน เช่น Screen printing Serigraphy และ Mitrography การพิมพ์แบบนี้ต่างไปจากการพิมพ์ระบบอื่น ๆ เพราะเป็นการพิมพ์ที่ใช้ตะแกรงผ้าไหมหรือผ้าซึ่งทอมาจากใยสังเคราะห์ประเภทโพลีเอสเตอร์และเส้นใยในลอนที่มีราคาถูกกว่าผ้าไหมมาซึ่งให้ดั่งบนกรอบไม้สี่เหลี่ยม เมื่อได้ลวดลายที่ต้องการตามที่ต้องการออกมาแล้วก็นำลวดลายนั้นมาอัดลงบนสกรีน โดยวิธีเป่ารูตะแกรงของผ้าไหมในส่วนที่ต้องการให้สีพิมพ์ผ่านออกมา ที่ใดที่ไม่ต้องการให้สีผ่าน ให้ปิด

รูตะแกรงด้วยกาวอัดหรือแผ่นฟิล์ม แล้วจึงเป่าสีให้ผ่านรูตะแกรงผ้าไหมลงไป ก็จะเกิดเป็นลวดลายที่ต้องการขึ้นเราเรียกการพิมพ์ด้วยวิธีนี้ว่า “การพิมพ์แบบซิลค์สกรีน” ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีการของการพิมพ์เพื่อการผลิตรูปลอกเซรามิก

รูปลอกเป็นการออกแบบหรือใช้รูปภาพหรือวัสดุสิ่งพิมพ์บนกระดาษที่เตรียมไว้พิเศษ แล้วถ่ายรูปขึ้นหรือแบนนั้นไปติดยังผิววัตถุอื่น เช่น แก้ว พลาสติก ไม้ ยาง หรือ เซรามิก ได้ตามต้องการ รูปลอกเซรามิกก็มีวิธีการเช่นเดียวกันกับรูปลอกทั่ว ๆ ไป เพียงแต่มีข้อพิเศษอยู่อย่างหนึ่งคือ เมื่อลอกรูปลอกเซรามิกติดบนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกแล้ว จะต้องนำไปเผาเพื่อให้สีเคลือบที่ใช้พิมพ์รูปลอกนั้นหลอมติดบนผลิตภัณฑ์

จนเป็นเนื้อเดียวกันและสีจะคงทนอยู่ได้นานตลอดไป งานรูปลอกโดยทั่วไปจะเป็นงานเพื่อการตกแต่งไม่ว่าจะใช้สีบนเคลือบ (over glaze) ซึ่งจะเผาสุกตัวที่อุณหภูมิ ๗๕๐°ซ. ถึง ๘๐๐°ซ.

และสีใต้เคลือบ (under glaze) ซึ่งจะสุกตัวพร้อมกับเคลือบที่เคลือบทับ ตามปกติจะเผาที่อุณหภูมิประมาณ ๑๒๐๐°ซ. การตกแต่งนี้โดยมากจะตกแต่งชุดอาหารพอร์ชเลน ถ้วย ที่เขี่ยบุหรี่ กระเบื้องบุผนัง กระเบื้องปูพื้น ฯลฯ

การทำรูปลอกเซรามิกนั้นจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบ กรรมวิธีการทำแม่พิมพ์ซิลค์สกรีน ขั้นตอนการพิมพ์ รวมทั้งวิธีการใช้รูปลอกและการเผาเพื่อให้สีจากรูปลอกติดผลิตภัณฑ์แน่น

**ขั้นตอนการออกแบบ** การออกแบบเพื่อทำรูปลอกเซรามิกเหมือนกับการออกแบบงานพิมพ์ทั่วไป สามารถพิมพ์เป็นลักษณะสีเดียวหรือหลายสีในลักษณะรูปเหมือนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการทำต้นแบบ ถ้าต้อง

ศิริกานท์ ใจกาหลง

ภกทส. เป็นเหตุแห่งโลกในวิมาน \*

สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

การพิมพ์สีเดียวก็ออกแบบเป็นรูปขาว—ดำ แล้วนำไปทำบล๊อคสกรีนเพียงครั้งเดียว ถ้าเป็นรูปสีต้องออกแบบโดยการให้สีตามลักษณะที่ต้องการ แล้วนำไปแยกสีทำบล๊อคสกรีน

**กรรมวิธีการทำแม่พิมพ์ซิลค์สกรีน แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ คือ**

๑. การทำแม่พิมพ์ที่ไม่ต้องใช้แสงมาช่วย โดยการใช้ฟิล์มสีเขียว (ใช้ทินเนอร์เป็นตัวละลาย) หรือฟิล์มสีม่วง (ใช้น้ำเป็นตัวละลาย) ซึ่งเป็นแผ่นฟิล์มสำเร็จรูป ด้านหนึ่งจะเป็นเนื้อฟิล์ม อีกด้านหนึ่งจะเป็นแผ่นโพลีเอสเตอร์ใส เมื่อเราลอกกลวดยางลงบนแผ่นเนื้อฟิล์มแล้ว แกะเนื้อฟิล์มในส่วนที่ต้องการให้สีผ่านออกทิ้งไป นำเนื้อฟิล์มไปทาบบนผ้าสกรีนใช้ทินเนอร์หรือน้ำลูบอีกด้านหนึ่งของผ้าสกรีน แล้วนำไปเป่าให้แห้ง ดึงด้านที่เป็นแผ่นโพลีเอสเตอร์ใสออก แผ่นเนื้อฟิล์มที่เป็นลวดลายจะติดอยู่บนผ้าสกรีน ซึ่งนำไปใช้พิมพ์ได้ทันที แต่การพิมพ์ชนิดนี้เราไม่สามารถออกแบบลวดลายที่ละเอียดๆ ได้ เพราะการใช้คัตเตอร์ตัดฉลุเนื้อฟิล์มอาจจะไม่ได้ตามที่ต้องการ

๒. การทำแม่พิมพ์ที่ต้องใช้แสงช่วยในการอัดลวดลาย โดยการใช้กาวยัด ๕ ส่วน ผสมน้ำยาไวแสง ๑ ส่วน ปาดลงบนสกรีนแล้วนำไปเป่าให้แห้งในห้องมืด หรือจะใช้แผ่นฟิล์มไวแสงสำเร็จรูปก็ได้เช่นเดียวกัน การทำแม่พิมพ์วิธีนี้จะต้องอาศัยแบบถ่ายเป็นฟิล์มโพสิทีฟหรือฟิล์มเนกาทีฟ หรืออาจจะใช้กระดาษเขียนลายด้วยหมึกดำก็ได้เช่นเดียวกัน นำแบบถ่ายไปติดบนสกรีนที่ปาดกาวยัด แล้วนำไปฉายแสงในห้องมืด กาวยัดจะทำปฏิกิริยากับแสงโดยส่วนที่ถูกแสงจะจับตัวแข็ง ส่วนใดที่ไม่ถูกแสงจะอ่อนตัวลง เมื่อนำไปล้างน้ำ ส่วนที่ไม่ถูกแสงจะละลายตัวออกไป แสงที่ใช้ในการถ่ายกาวยัดใช้ได้หลายชนิด คือ แสงแดด แสงจากไฟถ่ายอาร์คแลมป์ แสงจากตู้ฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มไม่กระปริบ ถ้าเวลาในการฉายแสงถูกต้อง เมื่อนำไปล้างน้ำจะหลุดลอกออกได้ง่าย การล้างน้ำควรจะแช่ทิ้งไว้ในน้ำประมาณ ๓—๕ นาที แล้วจึง

ใช้หัวฉีดฝอยฉีดเก็บรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำไปเป่าหรือตากให้แห้ง แล้วนำไปใช้สำหรับงานพิมพ์ได้ทันที

**ขั้นตอนการพิมพ์สีลงบนกระดาษรูปลอก**  
กระดาษที่ใช้สำหรับพิมพ์สีได้เคลือบนั้นจะแตกต่างไปจากกระดาษที่ใช้พิมพ์สีบนเคลือบ กระดาษรูปลอกได้เคลือบผิวจะเป็นกระดาษสาเนื้อละเอียด มีการดูดซึมน้ำได้ดี ไม่หดหรือย่นง่าย เมื่อถ่ายสีรูปลอกลงบนผลิตภัณฑ์ สีจะลอกออกมาติดบนผิวของผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอ ไม่ซึมและลวดลายมีความคมชัด การพิมพ์ใช้วิธีพิมพ์สีลงบนกระดาษได้ทันที

สำหรับกระดาษที่ใช้พิมพ์สีบนเคลือบจะต้องมีสารละลาย กาว (adhesive) เจลาติน ฉาบไว้บนด้านหนึ่งของกระดาษ ในการพิมพ์สีบนเคลือบทั่วไปจะพิมพ์เหนือกาวที่เคลือบทับกระดาษ ถ้าเป็นการพิมพ์สอดสี ต้องพิมพ์สีให้แห้งทีละสีจนครบถ้วนทุกสี ปัญหาในการพิมพ์ที่พบบ่อยๆ คือการพิมพ์ไม่คมชัดหรือสกปรก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีพิมพ์เป็นสำคัญ เพราะการพิมพ์โดยสีพิมพ์ที่มีความเข้มข้นไม่เหมาะสมมักจะก่อให้เกิดปัญหาย่อยๆ ปัญหาของลงมาคือบล๊อคซิลค์สกรีนมีความละเอียดไม่เหมาะสม บางครั้งพิมพ์ไปได้ไม่กี่ครั้งสีก็แห้งอุดตัน จนไม่สามารถจะพิมพ์ต่อไปได้ ฉะนั้นสิ่งสำคัญในการพิมพ์รูปลอกคือสีพิมพ์และบล๊อคสกรีนต้องมีความเหมาะสม เมื่อพิมพ์ลวดลายสีบนเคลือบและรอให้สีแห้งดีแล้วจะนำมาพิมพ์ด้วย covered coat ทับลงบนสีที่พิมพ์ไว้ครั้งแรกอีกทีหนึ่งเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้สีลวดลายหลุดออกมาจากกระดาษ การพิมพ์ covered coat จะต้องพิมพ์คลุมพื้นที่ของสีทั้งหมด ขนาดความถี่ของตะแกรงผ้าไหมจะต้องมีความละเอียดไม่มากนัก ประมาณ ๗๐—๙๐ เมช หลังจากพิมพ์ covered coat แล้วทิ้งไว้ประมาณ ๕—๑๕ นาที สามารถนำไปใช้งานได้

หลังจากแผ่นรูปลอกแห้งสนิทแล้ว เวลาเก็บรูปลอกเพื่อป้องกันกาติดกันระหว่างรูปลอกแต่ละ

แผ่นควรมีกระดาษบาง ๆ รองไว้ชั้นหนึ่ง แล้วจึงวาง  
ชั้น ๆ กันไว้

### วิธีการใช้รูปลอกเซรามิกและการเผาผลิตภัณฑ์ รูปลอกสีได้เคลือบ

๑. นำกระดาษรูปลอกสีได้เคลือบมาปิดทับบน  
ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านการเผาติดมาแล้ว ให้ด้านที่  
พิมพ์สีติดบนผลิตภัณฑ์

๒. ใช้แปรงขนกระต่ายจุ่มน้ำสะอาด (น้ำธรรมดา  
อุณหภูมิปกติ) ปาดจนทั่วลาย สีจะถูกผลิตภัณฑ์  
เซรามิกดูดซึมเข้าไปติดบนผิวของผลิตภัณฑ์ทันที

๓. นำผลิตภัณฑ์ไปเคลือบด้วยเคลือบสีอีกชั้น  
หนึ่ง

๔. เผาอบที่อุณหภูมิ ๑๒๐๐°ซ

### รูปลอกสีบนเคลือบ

๑. นำรูปลอกที่พิมพ์เสร็จและสีแห้งสนิทแล้ว  
แช่ลงในน้ำ (น้ำสะอาดธรรมดาอุณหภูมิปกติ) ประมาณ  
๑-๒ นาที รูปลอกที่เป็นส่วนของ covered coat กับ  
สีพิมพ์จะค่อย ๆ หลุดออกจากกระดาษขาว แต่เวลา  
จะใช้ควรใช้ขณะที่ยังไม่หลุดร่อนออกจากกระดาษ

๒. เลื่อนแถบ covered coat ออกจากกระดาษ

โดยใช้มือค่อย ๆ เลื่อนออก พร้อมกับวางทาบลงบน  
ผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เผาเคลือบแล้ว

๓. ใช้ยางปาดชนิดอ่อนหรือแปรงอ่อน ๆ ริด  
เพื่อไล่ฟองอากาศออก โดยริดจากตรงกลางของรูปสู่  
ส่วนริมของรูป ไม่ต้องกดแรงมากนัก เพราะถ้ากด  
แรงมาก รูปจะบิดเบี้ยวหรือฉีกขาด

๔. หลังจากริดเรียบร้อยดีแล้ว ก็นำไปผึ่งให้  
แห้งโดยใช้เวลาประมาณ ๘-๑๒ ชั่วโมง ก่อนที่จะ  
นำไปเผาในเตาเผา

๕. การอบสีเพื่อให้สีของรูปลอกคงทนถาวร  
โดยการเผาที่อุณหภูมิ ๗๕๐°ซ. ถึง ๘๐๐°ซ สีที่ใช้เป็น  
สีบนเคลือบ จะหลอมละลายติดกับพื้นผิวของเซรามิก  
เกือบจะเป็นเนื้อเดียวกัน จึงคงทนมาก การเผาจะ  
ทำให้ covered coat สลายตัวออกไปในช่วงนี้

การนำรูปลอกมาใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์  
เครื่องปั้นดินเผา นอกจากจะช่วยให้ผลิตได้รวดเร็ว  
และสวยงามไม่แพ้ของที่สั่งจากต่างประเทศแล้ว ยังใช้  
ต้นทุนการผลิตต่ำ ทำให้สามารถจำหน่ายในราคาถูก  
ซึ่งจะส่งเสริมให้ประชาชนนิยมใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิก  
ที่ผลิตภายในประเทศ เป็นการลดดุลการค้าได้อีกทาง  
ด้วย.

## กินไข้อย่างไรจึงได้ประโยชน์

ประชากรส่วนใหญ่ของไทยนั้น มีร่างกายอ่อนแอ ไม่แข็งแรงเท่าที่ควร สาเหตุส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจาก คนไทยทั่วไปนิยมรับประทานอาหารประเภทแป้ง เช่น ข้าว เป็นอาหารหลัก แต่รับประทานอาหารที่จำเป็น ต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของร่างกายน้อยเกินไป ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ประชาชนเกิดความเข้าใจ และสนใจในการรับประทานอาหารประเภทโปรตีน เกลือแร่และวิตามินเพิ่มขึ้น

ไข่เป็นอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ร่างกาย เพราะไข่มีคุณค่า ทางอาหารสูง คือ มีสารอาหารที่ใช้ ในการบำรุงและ เสริมสร้างกล้ามเนื้อ กระดูก ขน และอวัยวะต่าง ๆ อยู่พร้อม โดยเฉพาะโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามิน และน้ำ จากการวิเคราะห์ทดสอบ พบว่าในไข่หนึ่ง ฟอง มีโปรตีนและไขมันอยู่เพียงพอที่จะให้ความร้อน แก่ร่างกายได้ประมาณ ๗๐-๙๐ แคลอรี ซึ่งเทียบเท่า กับ น้ำมันประมาณ ๓๐ ซีซี หรือไขมันในเนื้อสัตว์ ประมาณ ๔๒ กรัม นอกจากนี้ ในบรรดาอาหารต่าง ๆ ที่ให้คุณค่าทางด้านโปรตีนด้วยกันนั้น ไข่มีราคาถูก รongลงมาจากพืชจำพวกถั่ว จึงเหมาะและสะดวกที่จะ นำมาใช้เป็นอาหารประจำวันของทุกคน และยังพบว่า ไข่ของสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในแต่ละฟองต่างมีคุณค่าอาหาร เท่าเทียมกัน เพราะประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่ จำเป็นต่อร่างกาย คือ

๑. โปรตีน มีอยู่ทั้งในไข่แดงและไข่ขาว ซึ่ง เมื่อรวมเข้าด้วยกันแล้ว จะได้โปรตีนที่สมบูรณ์ครบ ถ้วนทุกชนิด ในไข่หนึ่งฟองจะให้โปรตีนประมาณ ร้อยละ ๗-๑๓ ของจำนวนโปรตีนที่ร่างกายต้องการ ทั้งหมดในหนึ่งวัน โปรตีนในไข่นี้จัดเป็นโปรตีนที่ แดกตัวแล้วย่อยง่ายกว่าโปรตีนที่ได้จากพืชและเนื้อ สัตว์ และมีคุณค่าสูงกว่า

๒. ไขมัน มีในไข่แดงมากกว่าในไข่ขาว ไข่ หนึ่งฟองจะให้ไขมันประมาณร้อยละ ๕-๑๐ ของ จำนวนไขมันทั้งหมดที่ร่างกาย ต้องการ ใน หนึ่งวัน ไขมันในไข่แดงนี้เป็นส่วนประกอบของกรดไขมันซึ่ง แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ ไขมันอิ่มตัว และไขมัน ไม่อิ่มตัว กลีเซอริน และไลปิดส์ที่มีธาตุฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ ซึ่งใช้สำหรับการเสริมสร้างกระดูก และฟันได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ยังมีวิตามิน เอ บี และดี อยู่ในปริมาณที่มากพอ ทั้งยังมีเกลือแร่ที่ ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายอยู่ด้วย

๓. เกลือแร่ ในไข่แดงมีธาตุเหล็ก ฟอส- ฟอรัส และแคลเซียมอยู่มาก ส่วนในไข่ขาวมีโซเดียม และโพแทสเซียมมาก มีเหล็กเพียงเล็กน้อย เกลือแร่ ในไข่ที่สำคัญที่สุด คือ ธาตุเหล็กในไข่หนึ่งฟอง มีธาตุเหล็กอยู่ประมาณร้อยละ ๘-๑๖ ของจำนวน ธาตุเหล็กที่ร่างกายต้องการทั้งหมดในหนึ่งวัน และอยู่ ในสภาพที่ร่างกายสามารถดูดซึมไป ใช้ ได้เลย

๔. วิตามิน มีอยู่เกือบทุกชนิด เช่น ในไข่แดง มีวิตามินเอ อยู่ประมาณร้อยละ ๓-๒๕ และมีวิตามิน ดี อยู่ประมาณร้อยละ ๒.๕-๒๕ ในไข่ขาวมีวิตามิน บี ๑ อยู่ประมาณร้อยละ ๔-๑๑ และมีวิตามินบี ๒ อยู่ประมาณร้อยละ ๒๐ ของปริมาณวิตามินแต่ละชนิด ที่ร่างกายต้องการทั้งหมดในแต่ละวัน วิตามิน เหล่านี้จำเป็นต่อร่างกายอย่างยิ่ง เพราะวิตามินเอ ช่วยในการเจริญเติบโตและบำรุงสายตา วิตามินบี ๑ ช่วยในการย่อยอาหารจำพวกแป้ง และช่วยให้เส้น ประสาททำงานได้ดีขึ้น วิตามินบี ๒ ช่วยบำรุงและ เสริมสร้างผิวหนัง และวิตามินดี ช่วยบำรุงกระดูก และฟันเหล่านี้ เป็นต้น

ส่วนในเรื่องของการรับประทานไข่ดิบ ซึ่งมีผู้ คั่นกล่าวกันมาก โดยเฉพาะไข่ไก่ว่าจะช่วยบำรุง ร่างกายได้ดีกว่าไข่สุกนั้น ไม่เป็นความจริงแต่ประการ

ใดเลย เพราะไข่ดิบมีความชื้นมาก ดังนั้นเมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ก็จะทำให้ลมผ่านไปยังลำไส้เล็ก ซึ่งเป็นอวัยวะสำคัญในการย่อยและดูดซึมอาหาร แล้วลมผ่านลำไส้เล็กไปอย่างรวดเร็วจนลำไส้เล็กไม่สามารถจะทำหน้าที่ได้ทัน และเมื่อกลิ่น ๆ ของไข่ขาวนั้นยังไปขัดขวางการทำงานของน้ำย่อย ทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้ไม่สามารถย่อยและดูดซึมคุณค่าอาหารในไข่ได้ นอกจากนี้ ในไข่ขาวดิบยังมีสารอะวิดินซึ่งเป็นตัวทำลายวิตามินบี ชนิดหนึ่งคือไบโอติน ทำให้มีอาการเหมือนการขาดวิตามินบี ๑ คือ เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ปวดกล้ามเนื้อ ผิวหนังอักเสบ ขนคิ้วร่วง เป็นต้น ซึ่งอาการเหล่านี้เรียกว่า อาการไข่ขาวเป็นพิษ แต่อาการต่าง ๆ เหล่านี้จะปรากฏก็ต่อเมื่อได้รับประทานไข่ดิบคราวละหลาย ๆ ฟองต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายสัปดาห์ และในไข่ขาวดิบยังมีสารแอนตีแพนเครียสโปรตีเอส ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยโปรตีนของตับอ่อน โปรตีนที่รับประทานเข้าไปจะสลายตัวยาก ทำให้ระบบการย่อยอาหารผิดปกติไป ในไข่ดิบนอกจากจะมีสารต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว ยังอาจมีเชื้อซาลโมเนลลาซึ่งก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ เป็นอันตรายต่อระบบประสาท จะทำให้เกิดอาการท้องร่วง ปวดศีรษะ อาเจียน หรืออาจมีเชื้อบักเตรีจำพวกพาราไทฟอยด์ ซึ่งทำให้เกิดโรคไขกระดูก หรือไทฟอยด์ เป็นผื่นแดงตามหน้าอกและหน้าท้อง ถ้ามีอาการเรื้อรังอาจทำให้เป็นโรคตับอักเสบ ปอดบวม เยื่อหุ้มสมองอักเสบอีกด้วย ฉะนั้นในการรับประทานไข่ทุกครั้ง จึงควรทำให้สุกเสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของไข่เป็ด เพราะเป็ดวางไข่ตามพื้นดินที่แฉะแฉะ หากไข่ฟองนั้น ๆ มีเปลือกบางหรือโพรงอากาศที่เปลือกมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของเชื้อบักเตรี หรือเปลือกไข่มีรอยแตกร้าว เชื้อบักเตรีก็จะเข้าสู่ภายในไข่ได้ง่าย ส่วนไข่ไก่่นั้นไม่พบว่ามีเชื้อโรคที่อาจก่อให้เกิดอันตราย จึงใช้การลวกเพียงให้ไข่ขาวสุกเป็นสีขาวขุ่นก็พอ

ในการบริโภคไข่นั้น นอกจากจะนำไข่ลวกหรือไข่ที่ไม่ได้รับการผสมเชื้อตัวผู้มาใช้ในการปรุงอาหารคาวหวานแล้ว ก็ยังมีการใช้ไข่ตายโคม หรือไข่ที่ตัวอ่อนตายในระหว่างการฟักมารับประทานกัน และยังมีอาหารไข่อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งให้โปรตีนมากกว่าไข่ลวกถึงร้อยละ ๓๐ โดยประมาณ และนำมารับประทานกว่าไข่ตายโคมอีกด้วย อาหารไข่ดังกล่าวนี้คือ ไข่บาลุต ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากในประเทศฟิลิปปินส์ ไข่บาลุตนี้ได้มาจากการนำไข่ที่ได้รับการผสมเชื้อตัวผู้แล้วมาฟักจนเกือบเป็นตัว ไข่เป็ดใช้เวลา ๑๔ วัน ไข่ไก่ใช้เวลา ๑๒ วัน ในขณะที่การฟักจนเป็นตัวของไข่เป็ดใช้เวลา ๒๔ วัน ไข่ไก่ใช้เวลา ๒๑ วัน ซึ่งจะได้ขนาดของตัวอ่อนกำลังพอดีค่า และตัวอ่อนยังไม่มีขนเหมือนไข่ตายโคมซึ่งตัวอ่อนมีขนเต็มตัวแล้ว บ้างก็ทำท่าจิกเปลือกแล้ว จึงทำให้ไข่บาลุตนำมารับประทานกว่าดังกล่าว

ในการเลือกซื้อไข่นั้น ควรจะเลือกซื้อไข่ใหม่ เพราะสารอาหารในไข่ยังมีอยู่ครบ เนื่องจากเปลือกไข่ทุกชนิดจะมีโพรงอากาศเป็นรูเล็กๆ อยู่มากมาย ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่อากาศและความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้ ดังนั้นไข่ที่เก็บไว้นาน ๆ จึงมีคุณภาพลดลง เพราะสารอาหารหลายอย่างลดปริมาณลง เนื่องจากความชื้น และอุณหภูมิไข่ใหม่นั้นสังเกตได้จากที่ผิวของเปลือกไข่จะมีมวลลื่น เนื่องจากมีเยื่อเมือกหุ้มอยู่ หรืออาจใช้การส่องไฟดูโพรงอากาศภายในไข่ ไข่ใหม่จะมีโพรงอากาศเล็กกว่า และเงาของไข่แดงจะอยู่ตรงกลางพอดี หรืออาจดูจากการลอยน้ำ ไข่ใหม่จะจมน้ำในขณะที่ไข่เก่าจะลอยหรือตั้งเอียงในน้ำ และควรเลือกซื้อแต่ไข่ที่มีเปลือกสะอาดโดยที่ไม่ผ่านการล้างมาก่อน ไม่มีรอยแตกร้าว เพราะเชื้อโรคจะผ่านทางรอยแตกร้าวเข้าสู่ภายในไข่ได้ง่าย ในด้านการเก็บรักษา ควรเก็บในที่ที่มีความชื้นสูงและอากาศถ่ายเทได้สะดวก อาจเก็บในตู้เย็น แต่ไม่ควรล้างเปลือกไข่จนกว่าจะถึงเวลาใช้ เพราะเมื่อที่เคลือบเปลือกไข่อยู่จะหลุดหายไป ทำให้

ไข่เสียได้ง่าย และควรเก็บไข่โดยตั้งด้านบ้านของไข่ขึ้น เพราะโพรงอากาศอยู่ทางด้านบ้าน การเก็บแบบนี้จะทำให้ไข่ติดเปลือก ในกรณีที่ไม่มีตู้เย็นไข่ให้นำไข่ใส่ตะกร้าหรือชะลอม จุ่มลงในน้ำที่ต้มเดือดจนท่วม ไข่ไว้ประมาณ ๕—๑๐ วินาที ความร้อนจะช่วยโพรงอากาศที่เปลือกไข่ถูกปิด โดยไข่ขาวที่เกิดการแข็งตัวกลายเป็นเยื่อบาง ๆ หุ้มไข่ไว้ วิธีนี้ช่วยให้เก็บไข่ไว้ได้ประมาณ ๒ สัปดาห์

ในประเทศไทย การเก็บรักษาไข่ยังไม่จำเป็น เพราะประเทศไทยมีการกสิกรรมอยู่เกือบทั่วประเทศ ซึ่งนิยมทำควบคู่ไปกับการเลี้ยงสัตว์ ฉะนั้นจึงมีไข่บริโภคกันตลอดปี แต่ก็มีบางโอกาสที่ราคาไข่ในท้องตลาดเปลี่ยนแปลงไป คือในช่วงเดือน ธันวาคม—พฤษภาคม เป็นฤดูไข่มาก ราคาไข่จะถูกลง ดังนั้นสำหรับผู้เลี้ยงเปิดไก่ไว้ แล้วมีไข่เหลือจากการขายก็สามารถเก็บรักษาไข่ไว้ได้ โดยเก็บไว้ในห้องเย็นหรือแช่ในน้ำยาป้องกันการเสียต่าง ๆ ซึ่งจะรักษาไข่แดงไว้ได้ส่วนไข่ขาวจะกลายเป็นน้ำ แต่ก็ยังสามารถใช้รับประทานได้ หรืออาจเก็บโดยการทำเค็มก็ได้ นอกจากนั้นนักวิทยาศาสตร์ยังได้พยายามที่จะอำนวยความสะดวกให้กับบรรดาแม่บ้านทั้งหลาย โดยการทำเป็นไข่ผงชนิดทั้งฟอง ไข่ขาวผง และไข่แดงผง เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้เฉพาะอย่างไป และในการทำไข่แดงผงก็ได้แยกเอาคอเรสเทอรอลซึ่งเป็นสารที่อาจทำให้เส้นเลือดตีตันออกไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางอีกด้วย

คอเรสเทอรอลที่มีอยู่ในไข่นั้น จัดเป็นไขมันประเภทอิ่มตัว ซึ่งไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านผนังของเส้นเลือดฝอยได้ จึงฝังตัวอยู่ที่ผนังเส้นเลือด ก่อให้เกิดโรคผนังหลอดเลือดแข็งตัวได้ เป็นเหตุให้คนจำนวนมากเลิกรับประทานอาหารที่มีคอเรสเทอรอล ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายโอกาสที่ควรจะได้รับสารที่มีคุณค่าทางอาหารในอาหารบางชนิด เช่น ไข่ เป็นต้น

ในความเป็นจริงแล้ว กลไกของการเกิดการแข็งตัวของผนังหลอดเลือดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย

อย่าง คือ เซลเยื่อบุภายในผนังหลอดเลือด กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือด แผ่นเลือดและเม็ดเลือดขาว เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนในการผลิตสารเคมีที่ก่อให้เกิดการรวมตัวและการเจริญเติบโตของเซลล์ต่าง ๆ จึงทำให้เกิดมีการ สะสมเส้นใยไขมัน ที่ผนังหลอดเลือด จนในที่สุดเกิดเป็นโรคหลอดเลือดแข็งตัวขึ้นได้ ถึงแม้ว่าปริมาณของคอเรสเทอรอลในเลือดจะมีส่วนกระตุ้นให้เกิดขบวนการเหล่านี้ แต่ภาวะทางพันธุกรรมของแต่ละบุคคลก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย มีรายงานว่ามีผู้ที่มีประวัติบุคคลในครอบครัวเคยเป็นโรคหัวใจ มีโอกาสที่จะเป็นโรคนี้ได้มากกว่าผู้อื่น

มีรายงานการวิจัยใหม่ ๆ เปิดเผยว่า คอเรสเทอรอลไม่ใช่สาเหตุเดียวของโรคหลอดเลือดแข็งตัว และโรคหัวใจอย่างที่คิดเคยทราบกันมาก่อน ดังนั้นแม้ว่าเราจะเลือกรับประทานอาหารที่มีปริมาณคอเรสเทอรอลต่ำ ๆ ก็มีวิธีที่จะแก้ปัญหาของการเกิดโรคนี้ได้เสมอไป เพราะมีคนเป็นจำนวนมากที่มีระดับคอเรสเทอรอลในเลือดสูง แต่ไม่มีอาการของโรคหัวใจ ส่วนบางคนที่มีระดับคอเรสเทอรอลในเลือดต่ำ แต่อาจเป็นโรคหัวใจได้ จากการวิเคราะห์ทดสอบพบว่าโดยเฉลี่ยแล้ว ในแต่ละวันคนเราต้องการรับคอเรสเทอรอลจากอาหารประมาณ ๕๐๐—๖๐๐ มิลลิกรัม เพื่อให้ร่างกายทำหน้าที่ได้ตามปกติ หากเราไม่รับประทานอาหารที่มีคอเรสเทอรอลอยู่เลย ร่างกายก็จะถูกกระตุ้นให้สร้างขึ้นมาใช้เองประมาณ ๒,๐๐๐—๓,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อวัน โดยผลิตขึ้นที่ตับเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงควรรับประทานอาหารที่มีคอเรสเทอรอลอยู่ให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

ในด้านการใช้ประโยชน์เป็นยารักษาโรค พบว่าไข่ไก่ทั้งฟองสามารถใช้รักษาอาการไอเรื้อรัง ไข่ขาวใช้รักษาแผลไฟไหม้ และเปลือกไข่ใช้รักษาแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กตอนต้น ทั้งยังใช้ลดกรดในกระเพาะอาหารได้ด้วย

จะเห็นได้ว่า ไข่มีประโยชน์นานับประการดังกล่าว แต่การรับประทานไข่เพียงอย่างเดียวก็ไม่ได้ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงได้ดีที่สุด จึงควรรับประทานอาหารประเภทอื่นร่วมด้วยเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย และในการรับประทานไข่นั้น สำหรับผู้ที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโต เช่น เด็ก และหนุ่มสาว ซึ่งมีโอกาสใช้พลังงานให้หมดไปได้ด้วยการออกกำลังกาย หรือทำงานที่ต้องใช้แรงงานมาก จึงรับประทานไข่ได้วันละฟองทุกวัน รวมทั้งผู้ป่วย

หญิงมีครรภ์ และมารดาที่กำลังให้นมบุตรด้วย ส่วนผู้ที่อยู่ในวัยสูงอายุ หรือผู้ที่มีรูปร่างอ้วนมาก ควรรับประทานไข่เพียง ๒-๓ ฟองในหนึ่งสัปดาห์ แต่สำหรับผู้ที่มีผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจ หรือโรคบางชนิด อาจต้องงดการรับประทานไข่โดยเด็ดขาด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไข่เป็นอาหารที่มีประโยชน์ แต่ก็มีโทษเช่นกัน ถ้าเรารับประทานดิบ ๆ หรือรับประทานมากเกินไป ฉะนั้นจึงควรรับประทานไข่ให้เหมาะสมกับอายุ และสภาวะของร่างกาย จึงจะได้ประโยชน์อย่างแท้จริง.

### เอกสารอ้างอิง

๑. กรมการศึกษานอกโรงเรียน “พิษภัยจากไข่” สารการศึกษานอกโรงเรียน ฉบับที่ ๓๒๓ (บัณฑิต ก.ค.) ๒๕๒๔
๒. กองประชาสัมพันธ์ กรป. กลาง “บริโภคไข่ให้ถูกต้อง” พัฒนาการเคลื่อนที่ ต.ค. ๒๕๑๙ — ม.ค. ๒๕๒๐ : ๕๒-๕๕
๓. จุล กาญจนลักษณ์ “ไข่เป็นอาหารที่สูงค่า” วิทยาศาสตร์ ๖ (๒) ๒๕๔๔ : ๑๕๓-๑๕๙
๔. ชวนชม จันทรไพเราะยะ “การถนอมอาหาร” กสิกร ๓๗ (๒) ๒๕๐๗ : ๑๖๕-๑๖๗
๕. ชัยชาญ มาตรฐาน “กินไข่ให้ได้ประโยชน์” เพื่อนชาวบ้าน ๒ (๒) ๒๕๒๔ : ๑๒
๖. ซี เชฟเว่น “บาลูต อาหารโปรดของคนฟิลิปปินส์” แก่นเกษตร ๕ (๖) ๒๕๑๙ : ๓๔-๓๘
๗. ยงค์ ชุติมา “จกกินไข่ทุกวันเพื่ออนามัย” หนังสือพิมพ์วิทยาศาสตร์ ๖ (๔) ๒๕๔๕ : ๑๗-๒๓
๘. วลัยย์ ปราสาททองโอสธ และ ขวลิติ รัตนกุล “อาหารที่ให้โปรตีน — ไข่” โภชนาการ ๒ (๓) ๒๕๑๑ : ๓๔-๔๒
๙. วิจิต วัฒนาวิบูล “ไข่ : อาหารอันทรงคุณค่า” หมอชาวบ้าน ๖ (๗๑) ๒๕๒๘ : ๔๖ — ๔๗
๑๐. อนุกุล พูนศิริ “ไข่ผง” วารสารส่งเสริมการเกษตร ๑๐ (๒) ๒๕๒๐ : ๓๓-๓๔
๑๑. Whit, R. Bennett, Food and your future. New York : Prentice-Hall, Inc., 1972, pp. 202-225



## การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว

การที่นานาประเทศต่างแข่งขันสำรวจและขุดเจาะน้ำมันดิบขึ้นมาใช้กันอย่างฟุ่มเฟือย โดยที่ไม่ได้คิดไปถึงอนาคตว่าแหล่งน้ำมันดิบจะหมดไปได้ในวันหนึ่งข้างหน้า ทำให้มีผู้สังเกตเห็นการณ์ไกล เกิดวิตกกังวล นอกจากจะคิดหาวิธีนำพลังงานจากแหล่งอื่นมาใช้ทดแทนแล้ว ยังหาวิธีใช้น้ำมันปิโตรเลียมที่ขุดขึ้นมาให้คุ้มค่าที่สุดอีกด้วย

ในสหรัฐอเมริกา แต่ละปีจะมีน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วถูกกำจัดทิ้งเป็นปริมาณถึง ๑ ล้านแกลลอน หนึ่งในสามส่วนนั้นถูกเททิ้งลงในทะเลและพื้นดิน และส่วนใหญ่จะถูกเผาทิ้งไป ซึ่งนับว่าเป็นการสูญเสีย น้ำมันปิโตรเลียมเป็นจำนวนมาก ทั้งยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะอีกด้วย เพราะน้ำมันที่รวมตัวกันลอยเป็นแผ่นอยู่บนผิวน้ำทะเลจะปิดกั้นแสงแดดและการละลายของออกซิเจนลงในน้ำ ต้องใช้เวลานานกว่าน้ำมันจะสลายตัว สำหรับส่วนที่ถูกเผานั้นก็จะก่อให้เกิดไอพิษจากออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ ฝุ่นกระจายใน

บรรยากาศ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วน้ำมันหล่อลื่นที่ครบกำหนดการใช้งานเหล่านั้นยังคงสภาพการเป็นน้ำมันปิโตรเลียมอยู่ สิ่งที่เสียไปคือคุณสมบัติบางอย่างที่เหมาะสมในการหล่อลื่นเท่านั้น เช่น ความหนืด (viscosity) เปลี่ยนไป สารเพิ่มคุณภาพ (additive) เสื่อมลง รวมทั้งมีสิ่งไม่พึงประสงค์ ได้แก่ เศษผงโลหะที่เกิดจากการเสียดสีของเครื่องยนต์ และยางเหนียว (gum) ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงได้มีผู้พยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์อีก ซึ่งมีวิธีที่เป็นไปได้หลายทาง เช่น นำน้ำมันใช้แล้วไปผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ แล้วนำมาใช้แทนน้ำมันเตาหรือใช้ผสมกับน้ำมันใหม่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมต่าง ๆ หรือในที่สุดอาจนำมากลับใหม่เพื่อผลิตเป็นน้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำมันหล่อลื่นที่ผลิตจากน้ำมันดิบโดยตรง

จากผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว พบว่าประกอบด้วยสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ดังนี้

|                                                                |         |
|----------------------------------------------------------------|---------|
| เถ้า, %                                                        | ๑.๕—๒.๕ |
| น้ำ, % ไม่เกิน                                                 | ๐.๕     |
| น้ำมันเชื้อเพลิง, %                                            | ๕       |
| ตะกั่วออกไซด์, %                                               | ๐.๑—๐.๘ |
| (เถ้า ได้แก่ โลหะและออกไซด์ของโลหะพวกแคลเซียม แบเรียม สังกะสี) |         |

นอกจากนี้ยังมียางเหนียวและกรดไขมัน ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน ซึ่งทำให้น้ำมันใช้แล้วมีสภาพความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

ดังนั้นในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นจากน้ำมันใช้แล้ว จึงมีขั้นตอนที่สำคัญตามลำดับ คือ

๑. กรรมวิธีขจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ออก
๒. การกลั่นลำดับส่วนภายใต้สุญญากาศ เพื่อแยกน้ำมันตามระดับความหนืด
๓. ปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน

แต่ละชนิด โดยการฟอกสีและเติมสารเพิ่มคุณภาพต่าง ๆ

ซึ่งจะได้กล่าวถึงขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. กรรมวิธีขจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจัดการกับน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว ได้มีผู้คิดค้น ปรับปรุง วิธีการตลอดมาเพื่อให้ได้วิธีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนในการดำเนินการต่ำ อาจสรุปได้เป็น ๓ วิธี คือ

- ๑.๑ การใช้กรดแก่หรือด่างแก่ ตกตะกอนสารที่ไม่พึงประสงค์ออก
- ๑.๒ การใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมละลายน้ำมัน แล้วนำชั้นน้ำมันที่แยกได้ไปกลั่นไล่ตัวทำละลาย
- ๑.๓ ใช้สารละลายเกลือที่มีแอนไอออนที่สามารถรวมกับโลหะ ได้ตะกอนที่ไม่ละลายน้ำตกอยู่ชั้นล่าง และแยกชั้นน้ำมันและน้ำออก โดยใช้สารลดแรงตึงผิวช่วย

ขบวนการแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างและผลดีผลเสียดังนี้

๑.๑ การใช้กรดแก่และด่างแก่ เริ่มแรกจะให้ความร้อนแก่น้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว เพื่อไล่น้ำและสารไฮโดรคาร์บอนที่ระเหยง่ายออกก่อน แล้วจึงนำไปผสมกับกรดแก่หรือด่างแก่ ตะกอนสิ่งไม่พึงประสงค์จะตกอยู่ชั้นล่าง แยกชั้นน้ำมันออกจากตะกอนและทำให้เป็นกลางด้วยกรดหรือด่าง วิธีนี้มีข้อเสียกล่าวคือ ปริมาณผลผลิตต่ำ ได้ประมาณร้อยละ ๕๐ และกรดหรือด่างจำนวนมากที่ใช้ในขบวนการนี้ไม่สามารถนำไปใช้ต่อได้อีก ต้องทิ้งไป ซึ่งก็ก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษอีกเช่นกัน นอกจากนั้นการใช้กรดแก่หรือด่างแก่จะไปทำให้องค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนที่สำคัญคือ สารอะโรมาติก เช่น ไตอะโรมาติก และ โพลีอะโรมาติก สูญเสียไปถึงร้อยละ ๗๐ ของปริมาณเดิมที่มีอยู่ในน้ำมัน ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นและยังเป็นตัวต้านทานการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันอีกด้วย ดังนั้นน้ำมันหล่อลื่นที่ได้จากกรรมวิธีนี้จึงมีความหนืด และมีความต้านทานการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำ จำเป็นต้องเติมสารเพิ่มคุณภาพช่วยในภายหลัง

๑.๒ การใช้ตัวทำละลาย เป็นวิธีที่คิดขึ้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสิ่งแวดล้อมเป็นพิษดังเช่น วิธี ๑.๑ โดยการให้ความร้อนแก่น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วที่ ๓๑๕—๓๗๐ °ซ. ภายใต้สุญญากาศ เพื่อไล่น้ำและสารไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำ เพราะน้ำก่อให้เกิด

อะซีโอโทรปรวมตัวกับตัวทำละลายที่ใช้ ซึ่งถ้าไม่กำจัดน้ำก่อน ประสิทธิภาพการแยกน้ำมันที่ต้องการจะลดลง หลังจากนั้นนำน้ำมันไปละลายด้วยตัวทำละลายผสม ที่นิยมใช้คือ ๒—โปรพานอล (2—Propanol) : เมทิล เอทิลคีโตน (methyl ethyl ketone) : ๑—บิวทานอล (1—butanol) ในอัตราส่วน ๑ : ๑ : ๑ โดยใช้ น้ำมัน ๑ ส่วน ตัวทำละลายผสม ๓ ส่วน ผสมกันที่อุณหภูมิ ๑๐ °ซ. เนื่องจากพบว่าที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยให้ตะกอนแยกออกจากสารละลายน้ำมันได้ดี หลังจากนั้นทั้งให้แยกชั้นหนึ่งคืน จึงเทสารละลายน้ำมันชั้นบนออก นำไปกลั่นเอาตัวทำละลายออก ซึ่งตัวทำละลายที่กลั่นออกมาสามารถนำกลับไปใช้ในขบวนการได้อีก ด้วยวิธีนี้จะได้ปริมาณผลผลิตถึงร้อยละ ๖๐—๗๕ และสารอะโรมาติกก็ไม่ถูกทำลายไป น้ำมันที่ได้มีคุณภาพดีพอที่จะนำไปใช้กลั่นต่อเป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานหรือนำไปใช้เป็นน้ำมันเตาฯ ส่วนตะกอนที่แยกออกมาสามารถนำไปทำเป็นสารราดผิวหน้าถนน (road surfacing agent) หรือใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตโลหะหนักได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ยังมีข้อเสียคือ มีกรรมวิธีหลายขั้นตอนและตัวทำละลายที่ใช้มีราคาแพง ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับน้ำมันหล่อลื่นที่ผลิตจากน้ำมันดิบโดยตรงได้

๑.๓ การใช้สารละลายเกลือ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกว่าสองวิธีแรก โดยมีรายละเอียดคือ ใช้สารละลายเกลือบางชนิดที่มีแอนไอออนที่สามารถรวมกับโลหะได้ ตะกอนที่ไม่ละลายในน้ำอยู่ชั้นล่าง ส่วนน้ำมันอยู่ชั้นบน แต่วิธีนี้มีปัญหาคือ จะเกิดอิมัลชันระหว่างชั้นน้ำมันและน้ำ การแก้ปัญหาข้อนี้อาจทำได้หลายวิธี เช่น ใช้ความดัน ๗๕๐ psi ที่ ๒๖๐ °ซ. หรือโดยการละลายน้ำมันให้ใสขึ้นด้วยตัวทำละลายที่มีช่วงจุดเดือด ๓๘—๒๖๐ °ซ. หรืออาจใช้แอลกอฮอล์ที่ละลายได้ในน้ำ แต่วิธีแก้ปัญหามัลชันดังกล่าวเสียค่าใช้จ่ายแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง วิธีหนึ่งที่ยางและลดต้นทุนการผลิต คือ การเติมสารลดแรงตึงผิว

ลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้ชั้นน้ำและน้ำมันแยกออกจากกัน ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นหลังจากผสมน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว กับสารละลายเกลือที่มีแอนอออน เช่น ออกซาเลท ฟอสเฟต ซัลเฟต โครเมต ฯลฯ แอนอออนพวกนี้ สามารถรวมกับโลหะในน้ำมัน กลายเป็นเกลือของ โลหะที่ไม่ละลายน้ำ ตกตะกอนอยู่ข้างล่าง แล้วจึง แยกชั้นน้ำออกจากชั้นน้ำมันโดยใช้สารลดแรงตึงผิว ช่วยได้ น้ำมันที่แยกออกมาได้นี้จะมีน้ำและปริมาณ โลหะต่ำมาก ตามวิธีนี้เกลือที่ใช้ นอกจากจะมีแอนอออนที่สามารถดึงโลหะออกจากน้ำมันได้แล้ว ยังต้องมีแคทอออนที่ปราศจากแก้ว เช่น แอมโมเนียม ไฮ-ดราซีน ไฮดรอกซิลลามีน ไฮโดรเจน ตัวอย่างสาร ประกอบเกลือที่เหมาะสมสำหรับวิธีนี้ได้แก่ แอม-โมเนียมฟอสเฟตและกรดบางชนิด เช่น กรดออกซาลิก กรดซัลฟูริกเจือจาง ปริมาณและความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไม่จำกัดนัก เพียงแต่ต้องมีแอนอออนมาก เกินพอแก่ปฏิกิริยา นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถ ในการแยกโลหะออกจากน้ำมันจะขึ้นกับความสามารถ ในการละลายของเกลือที่เกิดจากโลหะกับแอนอออน ที่ใช้ ซึ่งถ้ามีความสามารถในการละลายต่ำก็จะเกิด ตะกอนตกออกมามาก ดังนั้นถ้าในน้ำมันมีโลหะหลาย ตัวความสามารถในการละลายของเกลือโลหะจะต่าง กัน จึงจำเป็นต้องใช้แอนอออนหลายตัวช่วยกัน เช่น อาจใช้ซัลเฟตอออนรวมกับออกซาเลทอออน ส่วน สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ อาจเป็นประเภทอออนิกหรือนอนอออนิกก็ได้ โดยสารลดแรงตึงผิวจะไปช่วย ละลายดีเทอร์เจนต์และสารช่วยกระจายตะกอน (dispersant additive) ที่มีอยู่ในน้ำมันหล่อลื่น ซึ่ง

เป็นตัวทำให้เกิดอิมัลชันระหว่างชั้นน้ำและน้ำมัน พบว่าสารลดแรงตึงผิวที่เหมาะสม คือ เอททอกซีเลต โนนิล แอลกอฮอล์ (ethoxylated nonyl alcohol) ปริมาณที่ใช้คือร้อยละ ๐.๑-๒ โดยปริมาตรของน้ำมัน ส่วนกรรมวิธีการเติมสารลดแรงตึงผิวอาจเติมลงใน น้ำมันก่อนที่จะเติมสารละลายเกลือ หรืออาจจะ ละลายลงในสารละลายเกลือเลยก็ได้

ปฏิกิริยาการเกิดเกลือของโลหะจะเกิดเร็วมากที่ อุณหภูมิปานกลาง แต่เพื่อให้กรรมวิธีง่ายขึ้นจะผสม น้ำมันใช้แล้วและสารละลายเกลือที่อุณหภูมิสูงขึ้น เพราะความหนืดของน้ำมันจะลดลง ทำให้การแยก ชั้นน้ำและน้ำมันเร็วขึ้น พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ ๘๐°ซ. มีตัวอย่างการทดลองข้างต้นไม่พึงประสงค์ ออกจากน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วตามวิธี ๑.๓ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

น้ำมันใช้แล้ว ๘ ลิตร ทำให้อุ่นถึง ๘๐°ซ. แล้วจึงเติมสารละลายเกลือ ๑ ลิตร ซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนียม ไฮโดรซัลเฟต (ammonium hydrosulphate) ๔๐ กรัม ไดแอมโมเนียม ฟอสเฟต (diammonium phosphate) ๔๐ กรัม เอททอกซีเลต โนนิล-แอลกอฮอล์ ๔๐ กรัม กวนน้ำมันและสารละลายเกลือ ให้เข้ากันนานประมาณ ๕ นาที ที่ความดันบรรยากาศ แล้วจึงเทสารผสมลงในเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) เพื่อแยกชั้นน้ำและน้ำมัน ถ้าไม่ใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง จะต้องทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างน้อย ๒๔ ชั่วโมง เมื่อการ แยกสมบูรณ์แล้ว ชั้นบนจะเป็นน้ำมันใสสีดำ ชั้นล่าง เป็นตะกอน นำทั้งสองชั้นมาตรวจสอบคุณสมบัติ ปฏิกิริยาผลดังนี้

|                                   | Oil            | Sludge (on dry basis) |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------|
| Kinematic viscosity @ 100° C, cSt | 14.2           | —                     |
| Acid no., mg KOH/g.               | 0.0012         | —                     |
| Ash, %                            | 0.06           | —                     |
| Water content, %                  | less than 0.01 | —                     |
| Metals :                          | ppm.           | %                     |
| lead                              | 80             | 30.3 %                |
| zinc                              | 2              | 4.1 %                 |
| iron                              | 10             | —                     |
| nickel                            | 1              | —                     |
| copper                            | 7              | —                     |
| chromium                          | 12             | —                     |
| vanadium                          | less than 1    | —                     |
| calcium                           | —              | 3.7 %                 |

เนื่องจากน้ำมันที่ได้มีปริมาณน้ำและโลหะต่ำ จึงสามารถนำมากลับเป็นน้ำมันหล่อลื่นต่อไป หรืออาจใช้ผลิตเป็นน้ำมันเตาชนิดที่มีกำมะถัน และจุดไหลเหต่ำ โดยเฉพาะถ้าน้ำมันไปกลั่นไล่สารไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำออกก่อน ก็จะสามารถผสมทำเป็นน้ำมันเตาชนิดต่างๆ ได้ เช่น bunker oil หรือ light burning oil

๒. การกลั่นลำดับส่วนภายใต้สุญญากาศ หลังจากที่ได้กำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำมันตามวิธีใดวิธีหนึ่งดังกล่าวแล้ว จะต้องนำน้ำมันไปกลั่นลำดับส่วนภายใต้สุญญากาศที่ ๓๗๐-๕๔๐° ซ. เพื่อขจัดสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ที่อาจหลงเหลืออยู่ออกไปอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะได้น้ำมันหล่อลื่น (lubricating oil distillate) ที่มีช่วงความหนืดต่างๆ ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑

| Viscosity<br>SUS @ 100°F | Yield, % | Distillation condition |                     |
|--------------------------|----------|------------------------|---------------------|
|                          |          | Temperature, °C        | Pressure, mm Hg     |
| 71                       | 17       | 290                    | 5                   |
| 178                      | 29       | 190                    | $10 \times 10^{-3}$ |
| 459                      | 26       | 270                    | $10 \times 10^{-3}$ |
| 1082                     | 11       | 350                    | $10 \times 10^{-3}$ |



๓. การปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสม ได้แก่ การฟอกสี กำจัดกลิ่น และเติมสารเพิ่มคุณภาพ สำหรับการฟอกสีและกำจัดกลิ่น อาจทำได้หลายวิธี เช่น ใช้วิธี clay-contacting หรือใช้วิธี mild hydrogenation แต่มักนิยมวิธีแรก เนื่องจากต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ในการฟอกสีและกำจัดกลิ่นด้วยดินฟอกสี (activated clay) นิยมใช้ดินฟอกสี ๓๗-๖๑ กรัมต่อน้ำมัน ๑ ลิตร ที่อุณหภูมิ ๑๙๓-๒๑๕° ซ. เป็นเวลา ๓๐ นาที ถึง ๓ ชั่วโมง อย่างไรก็ตามไม่ควรทิ้งไว้นานกว่า ๓ ชั่วโมง เพราะจะทำให้ไขมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งอาจป้องกันได้โดยการผ่านก๊าซไฮโดรเจน หรือในโครเจนลงในถังฟอกน้ำมันด้วย นอกจากนั้นไม่ควรใช้ดินฟอกสีปริมาณสูงนัก เพราะจะทำให้การสูญเสียเพิ่มขึ้น หลังจากทิ้งไว้ครบตามเวลาแล้ว ต้องรีบกรองเอาดินฟอกสีออก ดินฟอกสีที่นิยมใช้คือ Filtrol

grade 20<sup>®</sup> หรือ Superfiltrol<sup>®</sup> หรือ Tonsil<sup>®</sup> พบว่าสีของน้ำมันที่ฟอกด้วยดินฟอกสีนี้ความเข้มจะลดลงจาก ASTM colour 4-5 เป็น ASTM colour 1-1½

โดยทั่วไปนิยมฟอกสีและกำจัดกลิ่นน้ำมันแต่ละช่วงความหนืดก่อน แล้วจึงนำมาผสมกันเป็นน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (base stock) หลังจากนั้นจึงนำมาเติมสารเพิ่มคุณภาพชนิดต่าง ๆ และสารปรับปรุงค่าดัชนีความหนืด (viscosity index) จะได้น้ำมันหล่อลื่นที่มีคุณสมบัติทัดเทียมกับน้ำมันหล่อลื่นที่ผลิตจากน้ำมันดิบโดยตรง

จากการทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่กลั่นจากน้ำมันใช้แล้ว (re-refined base stock) เปรียบเทียบกับน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐานที่กลั่นจากน้ำมันดิบ (refined base stock) ได้ผลตามตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒

| Property              | Refined<br>base stock<br>no. 1 | Refined<br>base stock<br>no. 2 | Re-refined<br>base stock<br>no. 3 | Re-refined<br>base stock<br>no. 4 |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Viscosity             |                                |                                |                                   |                                   |
| SUS @ 100 °F          | 179                            | 144.3                          | 165.5                             | 182.9                             |
| @ 210 °F              | 44.7                           | 42.5                           | 44.2                              | 45.6                              |
| cSt @ 100 °F          | 38.3                           | 30.6                           | 35.3                              | 39.1                              |
| @ 210 °F              | 5.6                            | 4.9                            | 5.5                               | 5.9                               |
| Viscosity index       | 91                             | 92                             | 99.8                              | 103                               |
| Acid number, mg KOH/g | 0.0                            | 0.0                            | 0.0                               | 0.0                               |
| Carbon residue, %     | not analyzed                   | not analyzed                   | 0.23                              | 0.23                              |
| Ash %                 | 0.00                           | 0.00                           | 0.00                              | 0.00                              |
| Aniline point, °F     | 217.0                          | 217.7                          | 218.1                             | 220.0                             |
| Copper corrosion      | 1 a                            | 1 a                            | 1 a                               | 1 a                               |

๑๕

และเมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องยนต์ ตามการทดสอบ  
ขั้น IIC (Engine test sequence IIC) เพื่อทดสอบการ  
เกิดสนิมของเครื่องยนต์ เมื่อใช้งานในช่วงการเดิน

ทางสั้นๆ ในฤดูหนาวของสหรัฐอเมริกา โดยมีคะแนน  
ความสะอาดเต็ม ๑๐ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓

| Rating Parameter | Test limit | Refined oil | Re—refined oil<br>no. 1 | Re—refined oil<br>no. 2 |
|------------------|------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| Rust             | 8.4        | 8.91        | 7.71                    | 8.45                    |

จากการเลือกวิธีจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ในน้ำมัน  
หล่อลื่นให้แล้วให้เหมาะสม เช่นวิธี ๑.๓ ซึ่งเป็น  
กรรมวิธีที่ใช้เครื่องมือที่ง่ายและใช้สารเคมีในปริมาณ  
น้อย จะสามารถนำน้ำมันที่ได้ไปใช้แทนน้ำมันเตา  
หรือนำไปผลิตน้ำมันหล่อลื่นจากน้ำมันใช้แล้ว ให้ได้

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงแต่ต้นทุนต่ำ สามารถแข่งขัน  
ด้านราคากับน้ำมันที่ผลิตจากน้ำมันดิบโดยตรงได้ ช้ำ  
ยังเป็นการช่วยประหยัดน้ำมันดิบไม่ให้ถูกขูดชั้นมาใช้  
เร็วเกินกว่าที่ธรรมชาติจะสร้างใหม่ได้ทัน

## เอกสารอ้างอิง

- 1) Salusinszky, Andor L. Treating used hydrocarbon lubricating oils, US 4,250,021 Feb. 10, 1981
- 2) Whisman, Marvin L. et al. (U.S. Dept. of Energy) Process for preparing lubricating oil from used waste lubricating oil, US 4,073,719 Feb 14, 1978



## สารานุกรมเกี่ยวกับเงิน

เงินเป็นโลหะที่รู้จักกันมาแต่สมัยโบราณนานนับหลายพันปีมาแล้ว มนุษย์เริ่มรู้จักเงินหลังทองแดงและทองไม่นานนัก ซากของขี้ตะกรันที่พบในบริเวณแถบเอเชียไมเนอร์และตามหมู่เกาะต่าง ๆ ในทะเลอีเจียนเป็นหลักฐานว่ามนุษย์เริ่มรู้จักถลุงแร่ตะกั่วที่มีเงินปนมากกว่า ๔,๐๐๐ ปีแล้ว เครื่องประดับที่ทำจากโลหะเงินของชาวอียิปต์โบราณสมัย ๔,๐๐๐ ปีก่อนคริสตกาลเป็นหลักฐาน อีกอย่างหนึ่งที่แสดงว่ามนุษย์รู้จักใช้เงินเป็นเครื่องประดับมานานแล้ว เงินเป็นโลหะที่มีค่ารองจากทองคำ ประโยชน์สำคัญของเงินในสมัยจักรวรรดิโรมัน ใช้เงินเป็นหลักในระบบเงินตราจนต่อมากลายเป็นค่าที่เราใช้เรียกวัตถุสมบัติทั่วไปที่ใช้แลกเปลี่ยนสิ่งของหรือสินค้า เช่น ธนบัตรหรือเหรียญสตางค์ว่า “เงิน”

โลหะเงินเป็นโลหะซึ่งอยู่ในกลุ่มโลหะมีสกุล (noble metal) มีสีขาววาว ความถ่วงจำเพาะ ๑๐.๕ แต่มีความแข็งตามมาตรฐานของโมห์เท่ากับ ๒.๕-๓ จึงทำให้เนื้อเงินอ่อนและเหนียว สามารถตีแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ได้บางถึงเศษหนึ่งส่วนแสนนิ้ว และดึงเป็นเส้นลวดได้เล็กมาก เงินบริสุทธิ์ ๐.๐๖ กรัม สามารถ

ดึงให้ยาวถึง ๔๐๐ ฟุต คุณสมบัติที่ดีของเงิน คือเป็นสื่อไฟฟ้าได้ดีเลิศกว่าบรรดาโลหะทั้งปวง ใช้เป็นมาตรฐานในการวัดการนำไฟฟ้า สะท้อนแสงได้ดี ไม่เกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง ละลายได้ง่ายในกรดแร่ แต่เงินทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดอินทรีย์ได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งทนต่อการกัดของกรดอะซิติก หรือที่เรียกกันอีกชื่อหนึ่งคือกรดน้ำส้มได้ดีเป็นพิเศษ จึงอาศัยประโยชน์ข้อนี้ทำเครื่องมือจากเงินใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกรดชนิดนี้ ตลอดจนการทำอุตสาหกรรมน้ำส้ม เบียร์ นม และอื่น ๆ คุณสมบัติอีกประการหนึ่งคือ โลหะเงินทนต่อการกัดกร่อนของด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์อีกด้วย แต่เมื่อถูกควันทาลเฟอรไดออกไซด์ จะทำให้ผิวเงินคล้ำและดำได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เครื่องเงินที่ไม่ได้เก็บไว้ในตู้มิดชิดมีสีเปลี่ยนไปเมื่อวางทิ้งไว้นาน ๆ

สินแร่เงินเท่าที่พบในปัจจุบันนี้มีประมาณกว่า ๕๐ ชนิด แต่ที่มีความสำคัญทางโลหวิทยานั้นมีอยู่ไม่กี่ชนิด เช่น เงินธรรมชาติซึ่งมีความบริสุทธิ์สูง เกิดเป็นเกล็ดเล็ก ๆ หรือเป็นเส้นปนอยู่ในดิน หิน และทราย ที่พบในรูปของสินแร่สำคัญ ๆ มีดังนี้

| สินแร่      | เนื้อเงินร้อยละ |
|-------------|-----------------|
| อาร์เจนไทต์ | ๘๗.๑            |
| โพลิเบไซด์  | ๗๕.๖            |
| เชราจีไรต์  | ๗๕.๓            |
| พรูสไทต์    | ๖๕.๔            |
| ไพราจีไรต์  | ๕๙.๙            |

ในอดีตเราแยกโลหะเงินจากแร่เงินได้โดยตรง แต่ปัจจุบันนี้แร่ที่มีโลหะเงินโดยตรงแทบจะไม่มีเหลืออยู่เลย เราจึงหันมาใช้แร่ที่มีคุณภาพต่ำลงและใช้วิธีแยกเงินเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่โลหะชนิดอื่นๆ เช่น ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และทองคำ เป็นต้น กาลีนาคือแร่ตะกั่วที่อาจมีเงินเป็นมลทินอยู่ประมาณร้อยละ ๑ ทองคำในธรรมชาติอาจมีเงินปนอยู่ถึงร้อยละ ๑-๑๕ ในสมัยโบราณมีผู้นำแร่ตะกั่วมาถลุงโดยเข้าใจว่าเป็นเงิน เมื่อแรกถลุงจะได้ตะกั่วปนกับโลหะ

เงิน ถ้าเผาต่อไปตะกั่วจะกลายเป็นแก๊สอยู่ในบิว ส่วนที่เหลือก็คือโลหะเงิน

ในประเทศไทยเราพบเงินปนอยู่ในแร่ตะกั่วแหล่งซึ่งพบมากได้แก่ กาญจนบุรี

ประเทศผู้ผลิตแร่เงินที่สำคัญของโลกส่วนใหญ่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ ดังตารางแสดงรายชื่อประเทศที่ผลิตแร่เงินที่สำคัญๆ และผลผลิตคิดหน่วยเป็นล้านออนซ์

| ประเทศ       | พ.ศ. ๒๔๙๙ | พ.ศ. ๒๕๐๕ | พ.ศ. ๒๕๑๔ | พ.ศ. ๒๕๒๓ |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| เม็กซิโก     | ๔๔.๐      | ๑๗.๐      | ๓๖.๗      | ๕๑.๕      |
| สหรัฐอเมริกา | ๓๘.๙      | ๑๕.๐      | ๔๑.๖      | ๓๑.๐      |
| แคนาดา       | ๒๗.๕      | ๑๒.๖      | ๔๖.๐      | ๓๓.๓      |
| เปรู         | ๒๓.๐      | ๑๔.๘      | ๓๘.๔      | ๔๐.๕      |

ประมาณการกันว่าโลกขาดแคลนเงินถึงปีละ ๑๐๐-๕๐๐ ล้านออนซ์ ในช่วงระยะเวลา ๒๐-๓๐ ปี มานี้ โลกผลิตโลหะเงินค่อนข้างน้อย ไม่พอเพียงสำหรับใช้งาน ดังนั้นจึงต้องนำเหรียญเงินที่เลิกใช้แล้วมาหลอมใหม่ แหล่งผลิตเหรียญเงินที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือประเทศอินเดียซึ่งมีอยู่ประมาณ ๓,๘๐๐ ล้านออนซ์ ในปี พ.ศ. ๒๕๑๖ มีผู้ลักลอบนำเหรียญรูปเงินออกนอกประเทศผ่านทางประเทศคุบายประมาณ ๓๐ ล้านออนซ์ สำหรับแหล่งแร่เงินของโลกพบอยู่ในทวีปอเมริกา ได้แก่ แหล่งเงินปาซูกาในประเทศเม็กซิโก เป็นแหล่งผลิตแร่เงินมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๐๗๓ ดำเนินงานโดยชาวสเปน ต่อมาเปลี่ยนเป็นชาวอังกฤษ ในปี พ.ศ. ๒๓๖๗ และชาวเม็กซิกันปี พ.ศ. ๒๓๙๑ แหล่งเงินปาซูกาสถาผลิตโลหะเงินได้มากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก แหล่งแร่ประกอบด้วยสายแร่มากกว่า ๗๐ สาย แทรกอยู่ในหินลาวาและหินตะกอนภูเขาไฟยุคเทอร์เชียรี หนาราว ๑,๘๐๐ เมตร สีนแร่หลักคือ แร่อาร์เจนไทต์ แร่รองคือ โพลีเบไซด์

ส่วนกากแร่ ได้แก่ ควอร์ตซ์ แคลไซต์ และโรโดไนต์

ส่วนแหล่งแร่เงิน คิตต์ คริก ในรัฐออนตาริโอ ประเทศแคนาดานั้น เป็นแหล่งแร่ทองแดง สังกะสี แบบมวลซัลไฟต์ สามารถผลิตโลหะเงินเป็นผลพลอยได้ของสังกะสีและทองแดงได้ไม่ต่ำกว่าปีละ ๑๒-๑๔ ล้านออนซ์ ซึ่งกลายเป็นเหมืองเงินที่ใหญ่ที่สุดแห่งหนึ่งในโลกโดยไม่คาดคิดมาก่อน

การผลิตเงินจากสินแร่ต่าง ๆ ทำได้หลายวิธีคือ อาจทำได้โดยการถลุงโดยตรง วิธีนี้ใช้สินแร่เงินผสมกับแร่ตะกั่วหรือทองแดงที่เหมาะสม แล้วนำไปถลุงในเตาฟั่นลมหรือเตานอน เงินจะเข้าไปผสมอยู่ในโลหะอื่น แล้วแยกโลหะเงินออกมาภายหลัง นอกจากนี้อาจใช้วิธีไซยาไนด์และวิธีจับด้วยปรอทก็ได้ เงินที่ได้มาไม่ว่าจะเป็นวิธีใด ๆ ก็ตาม จำเป็นต้องทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งซึ่งปกติจะใช้วิธีแยกด้วยไฟฟ้า ปัจจุบันปริมาณเงินที่ผลิตได้ในโลกเป็นจำนวนไม่น้อยได้จากผลพลอยได้ในการถลุงแร่ตะกั่วและทองแดง

โลหะเงินเกือบ ๙ ใน ๑๐ ของผลผลิตโลกถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมายหลายประเภท เช่น

อุตสาหกรรมการผลิตฟิล์มภาพยนตร์และงานถ่ายภาพและอัดภาพ

อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ภาชนะเครื่องใช้ต่าง ๆ

เหรียญกษาปณ์และเหรียญตรา

เครื่องประดับต่าง ๆ

วงการแพทย์และทันตกรรม

อื่น ๆ เช่น รถยนต์ ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ แบริ่ง เคมีภัณฑ์และแท่งควบคุมนิวเคลียร์ เป็นต้น

อุตสาหกรรมผลิตฟิล์มภาพยนตร์และงานถ่ายภาพอัดภาพทั้งหลายใช้โลหะเงินประมาณร้อยละ ๔๐ ของผลผลิตโลก ส่วนใหญ่ของเงินที่ใช้ในวงการนี้ได้มาจากการนำเอาเงินเก่ากลับมาใช้ใหม่ เงินที่ใช้ใช้ในรูปของเกลียวเงินเฮลิคซ์ที่มีความไวต่อแสง ใช้เคลือบบนฟิล์มถ่ายภาพ กระดาษอัดภาพและกระดาษถ่ายภาพเอกซเรย์ ให้ภาพชัดเจนกว่าการเคลือบด้วยสารอื่น ๆ แม้ว่าปัจจุบันนี้ฟิล์มขาว—ดำที่ผลิตจากประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันนี้ ไม่ได้ใช้เกลียวเงินเฮลิคซ์ก็ตาม แต่เทคนิคด้านนี้ยังไม่ได้ดัดแปลงใช้กับฟิล์มสี กระดาษถ่ายภาพเอกซเรย์ที่มีเงินเฮลิคซ์ปริมาณมาก จะให้ความชัดเจนสูงกว่ากระดาษถ่ายภาพเอกซเรย์ที่มีเงินเฮลิคซ์น้อย

ฟิล์มขาว—ดำ ที่ผ่านการบันทึกภาพและล้างรูปแล้ว รวมทั้งกระดาษอัดภาพขาว—ดำ จะมีปริมาณเงินเหลืออยู่บนฟิล์มและกระดาษตรงส่วนที่เป็นสีดำ เช่นเดียวกับฟิล์มเอกซเรย์ โดยมีเงินละลายในน้ำยาล้างรูปบางส่วน ส่วนฟิล์มสีและกระดาษอัดภาพสีเมื่อผ่านการล้างรูปแล้ว เงินจะละลายลงในน้ำยาล้างรูปจนหมด

โลหะเงินประมาณร้อยละ ๒๕ ของผลผลิตโลกซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้น

ใช้ประกอบกับแคดเมียมออกไซด์ ทำเป็นสะพานไฟในส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าสูงและปานกลางผ่านชั้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เนื่องจากโลหะเงินเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีมากและมีความต้านทานต่ำต่อการออกซิเดชันที่อุณหภูมิสูง จึงใช้ทำโลหะสัมผัสของสวิตช์ ทำแผงวงจรและเคลือบตัวนำไฟฟ้าต่าง ๆ ใช้เป็นตัวเชื่อมโดยทำเป็นโลหะผสมกับทองแดงสังกะสี และโลหะอื่น ๆ เพื่อใช้ในการต่อเชื่อมท่อเชื่อมข้อต่อของสายไฟฟ้าในเครื่องวิทยุ โทรศัพท์ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้โลหะเงินมากเป็นอันดับสองรองจากอุตสาหกรรมถ่ายภาพคือ การใช้เงินทำภาชนะเครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ชันน้ำพานรอง หีบบุหรี ชุดน้ำชา กาน้ำ ผะอบ กรอบรูป เป็นต้น ถึงแม้ว่าปัจจุบันนี้โลหะเงินมีราคาสูงกว่าเดิมมาก จึงมีผลให้การผลิตภาชนะชิ้นใหญ่ ๆ ประเภทนี้ลดลงก็ตาม แต่ยังเป็นที่ยอมรับของตลาดอยู่มากพอควร ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโลหะเงินจะมีปัญหาอยู่บ้างก็คือการหมองคล้ำซึ่งต้องหมั่นทำความสะอาด เครื่องเงินราคาถูกส่วนมากเป็นพวกนิกเกิลหรือโลหะผสมนิกเกิลเคลือบด้วยเงิน โดยใช้กรรมวิธีการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า บางครั้งเราจะเห็นมีรอยต่างหรือลอก เพราะเงินที่เคลือบอยู่ไม่หนาหรือดีพอนั่นเอง โลหะอีกชนิดหนึ่งที่มีสีขาวคล้ายเงินและนิยมใช้ทำภาชนะชิ้นใหญ่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขันเงิน ซึ่งเรียกว่า “เงินปลอม” หรือ “เงินเยอรมัน” หรือ “เงินนิกเกิล” นั่นคือเงินเทียมซึ่งประกอบด้วยทองแดงผสมนิกเกิลปริมาณร้อยละ ๔—๓๕ อาจมีสังกะสีปนอยู่ด้วยก็ได้ แต่ไม่มีโลหะเงินผสมอยู่เลย

เหรียญกษาปณ์ในสมัยก่อนผลิตจากโลหะเงินบริสุทธิ์กันมาก ในอังกฤษแรกเริ่มเดิมทีใช้เงินสเตอร์ลิงทำเหรียญกษาปณ์ เงินสเตอร์ลิงมีเนื้อเงินบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๒.๕ ผสมกับทองแดงไม่เกินร้อยละ ๗.๕ แต่ต่อมาต้องเลิกใช้ เนื่องจากราคาโลหะเงินสูงกว่าราคาที่แสดงไว้บนเหรียญ เงินสเตอร์ลิงนี้มีความ



แข็งทนทานและรักษาคณสมบัติของเงินไว้เกือบทุกประการ นอกจากนี้ยังใช้เป็นเครื่องหมายประกันค่าของเงินธนบัตรได้เช่นเดียวกับทองคำ แต่นิยมน้อยกว่าเท่านั้น ในอดีตประเทศเราก็เคยใช้โลหะเงินผลิตเหรียญกษาปณ์เป็นเงินหมุนเวียนในตลาดเหมือนกัน แต่ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับอังกฤษคือราคาโลหะเงินสูงมากกว่าค่าของเงินที่แสดงไว้บนเหรียญ ปัจจุบันนี้เราจึงใช้โลหะผสมผลิตเหรียญกษาปณ์แทน เช่น นิกเกิล อะลูมิเนียม ทองแดง เป็นต้น อย่างไรก็ตามเรายังคงใช้โลหะเงินผลิตเหรียญกษาปณ์ที่ระลึก เหตุการณ์สำคัญๆ ต่าง ๆ อยู่บ้าง แต่ไม่มีการใช้หมุนเวียนในตลาด นอกจากนี้ใช้ทำเครื่องราชอิสริยาภรณ์ เหรียญเกียรติยศ เหรียญที่ระลึก และเหรียญตราต่างๆ แต่นับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการใช้โลหะเงินทั้งหมดในการผลิตเหรียญต่าง ๆ ในปัจจุบันนี้

เงินที่ใช้ทำเครื่องประดับจำพวก สร้อย เข็มกลัด แหวน ตุ้มหู เข็มขัด และอื่นๆ ถ้ามีคำว่า “สเตอร์ลิง” ประกันอยู่บนเครื่องประดับ แสดงว่าเครื่องประดับเหล่านั้นมีความบริสุทธิ์ของเนื้อเงินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๒.๕ นอกจากนี้โลหะเงินยังใช้เจือกับโลหะอื่น ๆ ในการทำโลหะบัดกรี เช่น โลหะบัดกรีทองมีเนื้อเงินร้อยละ ๑๒—๒๘ เป็นต้น แฟชั่นของเครื่องประดับสตรีในปัจจุบัน มักมีการผลิตเครื่องประดับเพชรพลอยสีสนับต่าง ๆ กันมากขึ้น ซึ่งต้องใช้โลหะเงินร้อยละ ๕—๔๙ เจือลงไปโลหะที่ใช้ทำเครื่องประดับนั้น ๆ คนพื้นเมืองเผ่าต่าง ๆ ในหลายประเทศส่วนใหญ่มักใช้เครื่องประดับที่ทำด้วยโลหะเงิน

สำหรับวงการแพทย์นั้นใช้มากในทางศัลยกรรม เนื่องจากเงินมีคุณสมบัติเป็นตัวกันไม่ให้แผลเน่าเปื่อย จึงใช้คลุมบาดแผลหลังจากการทำผ่าตัดเพื่อตกแต่งผิวหนัง แผ่นเงินใช้ป้องกันสมองแทนส่วนของกระโหลกศีรษะที่ถูกตัดทิ้งไป ใช้ตามกระดูกและใช้ทำเครื่องมือในการผ่าตัดบางอย่าง เงินมีประโยชน์ไม่น้อยในด้านทันตกรรม เงินผสมกับปรอทเป็นอะมัลกัมซึ่งใช้ในการอุดฟันได้ผลดีมาก โลหะผสมอะมัลกัมนี้ประกอบ

ด้วยเงินร้อยละ ๖๗—๗๐ ดีบุกร้อยละ ๒๕.๓—๒๗.๗ ทองแดงร้อยละ ๐—๕.๒ และสังกะสีร้อยละ ๐—๑.๒ แล้วนำโลหะผสมนี้มาผสมกับปรอท ก็จะได้โลหะผสมอะมัลกัม น้ำที่เก็บไว้ในท่อที่ทำด้วยโลหะเงินหรือมีเงินในเตรทน้อยกว่า ๑๐ ส่วนในล้าน จะสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้

ในอุตสาหกรรมรถยนต์ใช้วัตถุเคลือบด้วยเงินบริสุทธิ์มากที่สุด โดยเฉพาะสำหรับทำดวงไฟหน้ารถ เนื่องจากคุณสมบัติของโลหะเงินที่สามารถสะท้อนแสงได้ดีที่สุด

ในอุตสาหกรรมตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศใช้โลหะเงินในรูปของโลหะประสาน ซึ่งสามารถทำให้โลหะหลักจับเกาะกับโลหะอื่น ๆ หรือโลหะชนิดเดียวกันได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดหลอมตัวของโลหะนั้น ๆ โลหะประสานนี้ไม่ละลายหรือทำให้เหล็กกล้าเสียหายในสภาวะการใช้งานปกติ

แบตเตอรี่ที่มีโลหะเงินประกอบ จะมีอายุการใช้งานยาวนาน ทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงและอุณหภูมิคงที่ แต่เนื่องจากแบตเตอรี่ที่มีโลหะเงินประกอบมีราคาแพงจึงใช้งานในวงจำกัด เช่น ทางทหารและอวกาศ

สำหรับประเทศไทยเรานั้น แร่เงินที่พบมักเกิดร่วมกับโลหะพื้นฐานอื่น ๆ โดยเฉพาะทองแดง ตะกั่ว สังกะสี จึงมีการพบเงินประปรายในแร่ดังกล่าว แต่เรามีการผลิตและส่งออกแร่ตะกั่วเป็นปริมาณมาก ดังนั้นเงินส่วนหนึ่งจึงถูกส่งออกไปด้วย ประเทศไทยนำเข้าโลหะเงินปีละหลายสิบล้าน หรือประมาณ ๒๐๐ เมตริกตัน ทั้งที่ไม่รวมสารประกอบเงินที่อยู่ในรูปของฟิล์มและกระดาษอัดภาพ กระดาษถ่ายภาพเอกซเรย์ และโลหะประสานต่าง ๆ โลหะเงินที่นำเข้ามาในส่วนนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการทำเครื่องประดับ เพชรพลอย ภาชนะเงินและเหรียญต่าง ๆ มีการนำโลหะเงินที่ใช้แล้วไปหลอมและแยกกลับมาใช้ใหม่อีก ซึ่งส่วนใหญ่ดำเนินการโดยบรรดาร้านทองทั้งหลาย แต่ที่ทำการเป็นอาชีพหลักก็มีที่หมู่บ้านโป่งศรี อ. เมือง จ. แพร่ โดยรับซื้อ

เครื่องเงิน—ทองเก่า นำมาหลอมและแปรรูป แล้วทำให้บริสุทธิ์ภายหลัง จนได้ชื่อว่า “หมู่บ้านเงิน หมู่บ้านทอง” ส่วนสารประกอบเงินที่อยู่ในรูปน้ำยาล้างรูป กระดาษอัดรูปฟิล์มขาว—ดำ และฟิล์มเอกซเรย์นั้น มีการซื้อขายเพื่อนำไปแยกโลหะเงินออก ซึ่งจะทำกันในลักษณะเป็นกิจการภายในครอบครัว ในห้องทำงาน โดยเฉพาะในห้องปฏิบัติการและตามโรงพยาบาล เป็นต้น

เมื่อเอ่ยถึงเครื่องเงินไทยของเรา ก็คงจะหมายถึงเครื่องโลหะรูปพรรณ ซึ่งมีการผลิตเป็นเครื่องใช้และเครื่องประดับต่าง ๆ มากมายหลายชนิด เครื่องเงินไทยนั้นมีการผลิตกันหลายแหล่ง แต่ลดหลั่นการแกะสลักคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้เรายังมีมาตรฐานเครื่องเงินไทยด้วย คือโลหะรูปพรรณเงินที่ผลิตขึ้นต้องมีความบริสุทธิ์ของเนื้อเงินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๒.๕ เครื่องเงินไทยเป็นหัตถกรรมไทยที่ทำขึ้นอย่างวิจิตรบรรจง มีเอกลักษณ์ที่แสดงออกถึงศิลปวัฒนธรรมไทยอย่างยอดเยี่ยม นับเป็นสมบัติของชาติที่มีคุณค่าสูงในอดีตอุตสาหกรรมไทยมีความเจริญรุ่งเรืองมาก เพราะภาวะเศรษฐกิจอานวย โดยเฉพาะอย่างยิ่งราคาวัตถุดิบ คือโลหะเงินต่ำกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมาก ประกอบกับความนิยมของตลาดมีมาก จึงทำให้มีการผลิตเครื่องเงินไทยเป็นเครื่องใช้ขนาดใหญ่ น้อย นานา ชนิดมากมาย ดังจะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์เครื่องเงินในสมัยรัชกาลที่ ๕ แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ซึ่งผู้สนใจจะชมตัวอย่างบางส่วนได้ที่พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรุงเทพฯ ฯ ในอดีตเรามักนิยมให้เครื่องเงินเป็นของที่ระลึกในโอกาสอันเป็นมงคลเสมอ เช่น การมอบหีบบุหรีเงินเป็นของที่ระลึกแก่แขกชาวต่างประเทศ การแจกกล่องเงินขนาดเล็กเป็นของชำร่วยในงานมงคลสมรส เป็นต้น แต่ปัจจุบันนี้ภาวะเศรษฐกิจไม่เอื้ออำนวย โลหะเงินมีราคาแพงกว่าเดิมมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง จึงมีผลกระทบกระเทือนต่ออุตสาหกรรมเครื่องเงินไทยมาก ผู้ผลิตจึงผลิตเครื่องเงินชิ้นใหญ่ประเภทขันน้ำพานรองหรือหีบบุหรีไว้จำหน่ายไม่มากนัก หรือผลิตเมื่อมีผู้ต้องการสั่งทำ

เท่านั้น และผลิตเครื่องประดับเล็ก ๆ เช่น สร้อยแหวน เข็มกลัด จี้ เป็นต้น

ไทยมีการผลิตเครื่องเงิน มาตั้งแต่โบราณก่อนสมัยสุโขทัย ดังหลักฐานที่ปรากฏได้แก่ พระพุทธรูปเงินโบราณ ศิลปวัตถุโบราณต่าง ๆ ที่ทำด้วยเงิน

นอกจากเงินรูปพรรณแล้ว เรายังมีเครื่องเงินถมทำโดยการแกะสลักลงลายลงบนเนื้อโลหะเงินแล้วถมด้วยน้ำยาถมสีดำ ซึ่งเป็นโลหะผสมของเงิน ทองแดง ตะกั่ว และกำมะถัน น้ำยาถมนี้ตามประกาศกระทรวงพาณิชย์เรื่องมาตรฐานเครื่องเงินไทย ต้องมีโลหะเงินผสมอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ ของน้ำหนักเมื่อถมแล้วทำให้เกิดลดความสวยงามสีดำติดกับเนื้อโลหะสีขาว เครื่องถมชั้นดีต้องใช้โลหะที่มีความบริสุทธิ์ของเนื้อเงินไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๕ ถ้าเนื้อเงินต่ำจะทำให้ยาถมติดยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีเนื้อเงินต่ำกว่าร้อยละ ๕๐ จะทำให้ยาถมไม่ติดเนื้อเงิน แต่เครื่องเงินถมมักจะดำคล้ำง่ายต้องทำความสะอาดอยู่เสมอ จึงมีการค้นคว้าเอาทองคำบริสุทธิ์มาทรมเงินตามกรรมวิธี เรียกว่า “ถมตะทอง” หรือ “ถมกาไหล่ทอง” เครื่องถมตะทองชั้นดีต้องใช้เนื้อทองบริสุทธิ์ทาเคลือบผิวเงินหนาพอสมควร ข้างถมต้องมีฝีมือประณีตมากทำให้ต้นทุนการผลิตสูง แต่ใช้คุ้มค่าเพราะว่าเนื้อทองจะเคลือบผิวเงินแน่น ไม่จางหรือหลุดออกง่าย แม้ว่าจะใช้งานนานนับสิบ ๆ ปี ปัจจุบันนี้ทั้งเครื่องถมและเครื่องถมตะทองที่มีชื่อที่สุดของไทยผลิตที่ จ. นครศรีธรรมราช และกรุงเทพฯ ฯ

นอกจากนี้ไทยเรายังมีเครื่องเงินที่มีชื่ออีกหลายชนิด เช่น เครื่องเงินลงยา เครื่องเงินเชียงใหม่ เครื่องเงินชาวเขา คร่ำเงินคร่ำทอง เครื่องถมจุฑาราช เครื่องถมนคร เป็นต้น

หน่วยน้ำหนักของเงินบริสุทธิ์ก็เช่นเดียวกับทองคำ คือมีหน่วยเป็นบาท เงิน ๑ บาทหนักเท่ากับ ๑๕.๒๔๔ กรัม

วิธีตรวจเงินอย่างง่าย คือ ดูที่สีของตัวมันเอง ซึ่งจะเป็นสีขาววาวโลหะหรือจะทดสอบโดยละลายใน

กรดไฮโดรคลอริก ควรได้ตะกอนสีขาวของเงินคลอไรด์ เมื่อทิ้งไว้จะเปลี่ยนเป็นสีม่วง ละลายได้ดีในน้ำ แอมโมเนีย สำหรับวิธีวิเคราะห์หาปริมาณโลหะเงิน นั้น ทำได้หลายวิธีทั้งการใช้เครื่องมือพิเศษ และวิธีเคมีวิเคราะห์ แต่วิธีที่ใช้กันมากที่สุด คือวิธี “โวลฮาร์ด” โดยนำตัวอย่างเงินมาละลายกับกรดไนตริก

เจือจาง ต้มไล่ออกไซด์ของไนโตรเจนออกให้หมด เติมสารละลายเฟร์ริกแอมโมเนียมซัลเฟตเล็กน้อย แล้วติเตรตกับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตจนถึงจุดยุติ คำนวณหาปริมาณเงินในตัวอย่างนั้น ๆ ได้

## เอกสารอ้างอิง

๑. Kirk—Othmer. Encyclopedia of chemical technology 3rd. ed., Vol. 21, New York : John Wiley & Sons, 1983.
๒. ดนัย ปรัชญนันท์ เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับทองคำ ทองคำขาวและเงิน ข้าวพาณิชย์ ๓๕ (๑๐๐๕) (๒๑ เม.ย. ๒๕๒๗) หน้า ๑-๒
๓. เดชนา ชุตินารา ประโยชน์ของเงิน, ข้าวสารการธรณี ๒๙ (๒) ก.พ. ๒๗ : ๔๗-๔๙
๔. สุจิตร์ พิตรากุล แหล่งแร่และแร่ในอุตสาหกรรม ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ๒๕๒๘
๕. ดร. พร้อม วัชรคุปต์ และเผ่าเทพ โชตินุชิต โลหะรอบตัวเรา พระนคร, หจก. ศิวพร ๒๕๐๒
๖. โชคชัย พนมขวัญ บ้านโป่งศรี หมู่บ้านเงิน—หมู่บ้านทอง เติลนิวส์ (๒๕ พ.ค. ๒๕๒๙) หน้า ๗
๗. ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไทยประเภทเครื่องเงิน เครื่องถมไทย สมโภช ๒๐๐ ปี กรุงรัตนโกสินทร์ ๘-๒๕ เม.ย. ๒๕๒๕ กรุงเทพฯ ฯ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม หน้า ๑-๔
๘. มอก. ๒๑-๒๕๑๕ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเงิน กรุงเทพฯ ฯ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ๒๕๑๕



## กัมมันตภาพรังสีจากบุหรื

คนส่วนใหญ่ทราบดีว่านิโคตินและทาร์ในบุหรืเป็นตัวการทำให้ปอดและพันเป็นคราบและทำให้เกิดอาการไอเจ็บคอ แต่คงไม่ทราบว่าในบุหรืนั้นมีส่วนกัมมันตรังสีอยู่ด้วย

ผู้อำนวยการศูนย์ชีวอนามัยและ ดร. คิฟรานซา แห่งศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยแมสซาชูเซตส์ สหรัฐอเมริกากล่าวว่า ในปอดของคนสูบบุหรืวันละซองครึ่งตลอดทั้งปี จะรับรังสีในปริมาณเทียบเท่ากับที่ผิวหนังเขาได้รับจากการฉายรังสีเอกซเรย์หน้าอกราว ๓๐๐ ครั้ง นอกจากนั้นมะเร็งปอดที่เกิดกับผู้สูบบุหรืจะมาจากกัมมันตภาพรังสีในบุหรืถึงร้อยละ ๕๐

สารกัมมันตรังสีมาจากต้นยาสูบที่ปลูกโดยการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ซึ่งมีธาตุยูเรเนียมเจือปนอยู่ในปริมาณสูง ธาตุยูเรเนียมจะสลายตัวให้เรเดียม-๒๒๖ ก่อน แล้วสลายต่อไปให้เรดอน-๒๒๒ ผลที่สุดจะได้ตะกั่ว-๒๑๐ และโพโลเนียม-๒๑๐ ซึ่งสารทั้ง ๔ ตัวที่กล่าวมาเป็นสารกัมมันตรังสี นอกจากนั้นแล้วต้นยาสูบยังสามารถดูดรังสีที่เกิดตามธรรมชาติจากดิน น้ำ และอากาศ และในใบยาสูบยังมีสารเหนียว ๆ ชนิดหนึ่งเรียกว่าเรซิน ซึ่งสามารถดูดสารกัมมันตภาพรังสีจากบรรยากาศด้วย เมื่อสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายอนุภาคของสารเหล่านี้จะไปเกาะที่จุดต่าง ๆ ตามทางเดินของระบบการหายใจ บางครั้งจะไปสะสมที่จุด ๆ เดียวกันเป็นเวลานาน ทำให้มีการแผ่รังสีเกิดขึ้น ณ จุดนั้น เป็นที่เชื่อว่าโรคมะเร็งในปอดได้เริ่มต้นขึ้นด้วยสาเหตุนี้

ถึงแม้ผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ซึ่งมีระบบการป้องกันโรคจะสามารถกำจัดควันทาร์และสารพิษจากบุหรืออกจากร่างกายได้ภายในเวลาสองสามชั่วโมง แต่จะไม่สามารถขจัดอนุภาคกัมมันตรังสีออกไปได้เร็ว ดังนั้นจึงสะสมอยู่ ณ จุดนั้นนาน ๓-๖ เดือน และบางครั้งเป็นปี ๆ ขณะเดียวกันมีการแผ่รังสีพร้อมกัน

ไปด้วย ถ้ามีการสะสมสารกัมมันตรังสีที่ปอด ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายจะพยายามขจัดอนุภาคเหล่านี้ออกไปจากปอด แล้วจะเข้าสู่กระแสโลหิตและส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย เช่น ตับ ไต ต่อมไทรอยด์และไขกระดูก เป็นต้น และจะสะสมอยู่เป็นเวลานานหลาย ๆ ปี พร้อมทั้งมีการแผ่รังสีด้วยเช่นกัน

บรรดาผู้เชี่ยวชาญแห่งสถาบันวิจัยบรรยากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. National Center for Atmospheric Research) ให้ข้อสังเกตว่าแผ่นแคลเซียตามผนังเส้นโลหิตของผู้สูบบุหรืที่เป็นโรคเส้นโลหิตตีบ (atherosclerosis) จะมีปริมาณตะกั่ว-๒๑๐ และโพโลเนียม-๒๑๐ เท่ากับในควันทับทาร์ จึงสันนิษฐานว่ากัมมันตรังสีจากบุหรือาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เส้นโลหิตตีบ ซึ่งมีผลทำให้หัวใจวายได้ ตะกั่ว-๒๑๐ เป็นสารกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตถึง ๒๑.๕ ปี (หมายความว่าตะกั่ว-๒๑๐ จะสลายไปได้ครึ่งหนึ่งของปริมาณตั้งต้นในเวลา ๒๑.๕ ปี) จากการค้นคว้าพบว่าผู้ที่เลิกสูบบุหรืมาแล้ว ๕ ปี จะยังคงมีปริมาณตะกั่ว-๒๑๐ ในร่างกายเท่า ๆ กับผู้ที่ยังสูบบุหรือยู่

อย่างไรก็ตาม กัมมันตภาพรังสีที่ก่อให้เกิดอันตรายมากที่สุด ไม่ได้มาจากตะกั่ว-๒๑๐ เพราะตะกั่ว-๒๑๐ นั้นสลายให้รังสีเบตา ซึ่งก็คืออิเล็กตรอนนั่นเอง แต่มาจากโพโลเนียม-๒๑๐ ซึ่งให้รังสีแอลฟา รังสีแอลฟาคือนิวเคลียสของฮีเลียม ซึ่งเป็นรังสีชนิดหนึ่งที่เกิดจากธาตุพลูโตเนียม ในระเบิดปรมาณู รังสีแอลฟาสามารถทำให้อะตอมกลายเป็นไอออน ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความเสียหายแก่โครงสร้างทางพันธุกรรมของเซลล์ ทำให้เซลล์ตายหรือเปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็งได้นักวิทยาศาสตร์พบว่ารังสีแอลฟามีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตถึง ๒๐ เท่าของรังสีเบตา

มนุษย์ได้รับกัมมันตภาพรังสีจากธรรมชาติเพียงเล็กน้อย เช่น จากรังสีคอสมิก ดังนั้น ร่างกาย

มนุษย์จึงสามารถบำบัดอันตรายจากรังสีจำนวนนี้ได้ แต่บุหรี่เพียงหนึ่งมวนจะให้โฟลเนียม —๒๑๐ แก้วร่างกาย เท่ากับที่ได้รับรังสีตามธรรมชาติตลอดเวลาเป็นเวลาถึง ๒๔ ชั่วโมง หรืออีกนัยหนึ่ง ในหนึ่งวันคนติดบุหรี่จะได้รับสารกัมมันตรังสีเป็น ๓๐ เท่า ของคนที่ไม่สูบ

นักวิทยาศาสตร์แห่งคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยฮาวาร์ด สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาผลของโฟลเนียม —๒๑๐ ที่มีต่อสัตว์ทดลอง และได้พบว่า ถ้าให้รังสีแอลฟาจากโฟลเนียม —๒๑๐ แก่สัตว์ในปริมาณเท่า ๆ กับผู้ติดบุหรี่ สัตว์เหล่านั้นจะเป็นโรคมะเร็งในปอด แต่ยังไม่มีการยืนยันว่ากัมมันตภาพรังสีในบุหรี่เพียงอย่างเดียวจะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์เหมือนอย่างในสัตว์ แต่เชื่อกันว่ากัมมันตภาพรังสีร่วมกับปัจจัยอื่น เช่น สารเคมี ทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ เพราะขณะที่สูบบุหรี่ยังได้รับสารเคมีมากกว่าสี่พันชนิด ในจำนวนนี้มีสารเคมีชนิดหนึ่งคือเบนโซ (เอ) ไพรีน [benzo (a) pyrene] หรือบี (เอ) พี ซึ่งเป็นสารจำพวกโพลีไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbon) เป็นตัวการที่ก่อให้เกิดมะเร็ง บี (เอ) พี เป็นผลพลอยได้จากการเผาไหม้ถ่านหินและถ่านโค้กเป็นส่วนใหญ่ ดร. ลิตเติลกับคณะได้ทดลองให้สัตว์ได้รับรังสีแอลฟาจากโฟลเนียม—๒๑๐ ร่วมกับสารบี (เอ) พี พบว่า รังสีแอลฟาและบี (เอ) พี ร่วมกันจะเสริมอันตรายซึ่งกันและกันโดยทำให้มะเร็งปอดเกิดได้มากขึ้นเป็นสองเท่าตัว (หรือพบว่าอันตรายจากรังสีแอลฟาและบี (เอ) พี ร่วมกันจะมากกว่าอันตรายที่เกิดจากแต่ละอย่างรวมกันเท่าตัว)

นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารกัมมันตรังสีในบริเวณที่มีภูมิคุ้มกันโรคของร่างกาย ทำให้ร่างกายสามารถต้านทานสารพิษโรคมะเร็งและโรคอื่น ๆ ได้น้อยลง

นอกจากสารพิษในบุหรี่ที่กล่าวมาแล้ว ตัวควันบุหรี่เองยังเป็นพาหะที่ร้ายแรงในการนำเรดอนซึ่งเป็น

สารกัมมันตรังสีที่มีแหล่งกำเนิดจากธาตุเรเนียมในดินด้วย ในต่างประเทศมีการใช้เทคโนโลยีสะสมพลังงาน จึงทำให้มีก๊าซเรดอนสะสมอยู่ภายในบ้าน ถ้าในบ้านไม่มีควันบุหรี่ สารที่เกิดจากการสลายตัวของเรดอนจะเกาะตามพรมหรือผ้าปู และสลายไปในเวลาไม่นานนัก แต่ถ้ามีควันบุหรี่อยู่ด้วย เรดอนจะใช้ควันบุหรี่เป็นพาหะฟุ้งกระจายไปทั่ว ทำให้คนในบ้าน ถึงแม้ว่าจะไม่ได้สูบบุหรี่ก็อาจสูดเอาก๊าซพิษนี้เข้าไปได้ ซึ่งเป็นอันตรายมาก

แต่ถึงแม้ว่าจะไม่มีเรดอนอยู่ก็ตาม ผู้ที่หายใจเอาอากาศที่มีควันบุหรี่เข้าไปจะได้รับสารกัมมันตรังสีด้วย เพราะอย่างน้อยที่สุดร้อยละ ๕๐ ของสารกัมมันตรังสีจากควันบุหรี่จะอยู่ในอากาศทำให้คนที่อยู่ในบริเวณนั้นได้รับสารกัมมันตรังสีไปด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เกี่ยวกับเรื่องนี้ มีตัวอย่างจากผลการค้นคว้าของ ดร. ฮิรายามา ที่โตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้พบว่า ภรรยาที่สามีติดบุหรี่ยะเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งมากเป็นสองเท่าของภรรยาทั่วไปที่สามีไม่สูบบุหรี่ การสูบบุหรี่นอกจากอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งแล้ว ยังอาจบั่นทอนสมรรถภาพทางเพศได้อีกด้วย

ตามที่กล่าวแล้วข้างต้นคงทำให้คนติดบุหรี่ยินยอมลดผลร้ายของบุหรี่บ้าง และคงจะมีคนที่กำลังคิดจะสูบลึกล้มความตั้งใจบ้างไม่มากนักน้อย ผู้ที่เริ่มหัดสูบบุหรี่ส่วนใหญ่เป็นวัยรุ่น อาจสูบเพื่อเลียนแบบคนโก้หรือสูบเพื่อแก้ความกระดากอาย และมักจะคิดว่าจะเลิกเสียเมื่อไรก็ได้ ถ้าสูบในขณะที่อายุน้อย สุขภาพยังดีและร่างกายมีภูมิต้านทานโรคสูง ก็จะไม่ปรากฏอาการผิดปกติ จึงทำให้เกิดความชะล่าใจ และหลวมตัวสูบต่อไปจนถึงวัยที่ภูมิต้านทานน้อยลง เริ่มมีอาการระคายเคืองในหลอดลม เสี่ยงแพลง ขาดบุคลิก อาการเหล่านี้เป็นสัญญาณเตือนภัยที่ควรคำนึงถึง ฉะนั้นจงพยายามต่อสู้เอาชนะความอยาก และคิดเสมอว่าบุหรี่ย่อมมีสารเคมีกว่าสี่พันชนิด พร้อมด้วยกัมมันตรังสีของธาตุที่คนทั้งโลกหวาดผวามหาภัยเหล่านี้กำลังไปเกิดปฏิกิริยาในร่างกายและจุดจุดที่อ่อนแอของเราแล้ว.

## เอกสารอ้างอิง

1. Ponite, Lowell. Radioactivity : The new—found danger in cigarettes, Reader's Digest 47 (278) 1986 : 22—25
2. Wynder, Ernest L. and Hoffmann, Dietrich. Tobacco and tobacco smoke, New York : Academic Press, 1967 pp. 11—12
3. Power, Lawrence. Smoking and impotence, The Nation, 5 October 1986



### การเพิ่มความทนทานของผิวเคลือบสังกะสี

(ต่อจากหน้า ๓๓)

ฟิล์มโครเมตจะน้อยกว่าโลหะ จึงเกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย แต่ถัารอยที่เกิดไม่ลึกมากนัก โครเมียม (oxidation state เท่ากับ+6) ที่อยู่ในชั้นฟิล์มเมื่อสัมผัสกับความชื้นจะไปออกซิไดส์ ผิวสังกะสีทำให้เกิดปฏิกิริยาของโครเมตอีกครั้ง จึงช่วยป้องกันสังกะสีจากการผุกร่อนได้อีก สำหรับฟิล์มของโครเมตที่หนาเกินไปจะมีข้อเสียคือจะเกิดรอยแตกที่มีขนาดใหญ่เมื่อผ่านขั้นตอนการอบให้แห้ง ซึ่งมีผลทำให้ความต้านทานต่อการผุกร่อนลดลง จากการศึกษาความต้านทานต่อการผุกร่อนของฟิล์มโครเมตที่มีสีต่างๆ และความหนาต่าง ๆ โดยใช้วิธีทดสอบด้วยการพ่นน้ำเกลือ (salt spray test) พบว่าฟิล์มที่บางกว่าและสีอ่อนกว่าจะต้านทานต่อการผุกร่อนได้น้อยกว่าฟิล์มที่หนาและสีเข้มกว่า แต่ถ้าฟิล์มหนาเกินไป จะเกิดรอยแตก ทำให้ความทนทานต่อการผุกร่อนลดลง

ข้อเสียของฟิล์มโครเมตก็คือไม่ทนต่อความร้อน

ที่อุณหภูมิเกิน ๓๕๐°ซ โดยจะแตกออกเป็นผง (โครเมียมออกไซด์) ทำให้สูญเสียความสามารถที่จะป้องกันสังกะสีจากการผุกร่อน และถ้าให้ความร้อนคงที่อยู่ที่อุณหภูมิเกิน ๑๓๐°ซ นาน ๆ ฟิล์มจะสูญเสียน้ำและจะกลับเป็นผงออกไซด์หลุดออกมาก นอกจากนี้ถ้านำฟิล์มโครเมตจุ่มลงในน้ำร้อนหรือแช่ในน้ำเป็นเวลานาน ๆ ฟิล์มจะบวมและโครเมียม (oxidation state เท่ากับ +6) จะถูกสกัดออกมา ทำให้สูญเสียสภาพความทนทานต่อการผุกร่อน

ผู้ที่สนใจต้องการรับบริการด้านการตรวจสอบคุณภาพของโลหะที่ผ่านการชุบเคลือบผิวด้วยสังกะสี และฟิล์มโครเมตในเรื่องความทนทานต่อการผุกร่อนของผิวที่เคลือบ ความหนาของสังกะสีที่เคลือบ ความทนทานต่อการโค้งงอ จะขอรับบริการตลอดจนคำแนะนำได้ที่กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ ในวันและเวลาราชการ





## วิธีเก็บรวบรวมยางมะละกอเป็นปาเปนดิบ

มะละกอเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันมากและจัดว่าเป็นพืชที่มีประโยชน์เกือบทุกส่วน ผลใช้รับประทานเป็นอาหารได้ทั้งดิบและสุก ลำต้นตั้งแต่โคนต้นที่ติดกับพื้นดินเมื่อนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นวดกับเกลือใช้เป็นอาหารคอง รากและก้านใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ใบใช้เป็นยาขับพยาธิ แก้ไข้ แก้โรคเหน็บชา และยางมะละกอมีปาเปนซึ่งมีประโยชน์นำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท

ปาเปนเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งในยางมะละกอ มีคุณสมบัติสามารถย่อยโปรตีนได้ดี ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำปาเปนมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น โรงงานผลิตเบียร์ โรงงานผลิตเนื้อสัตว์และปลา โรงงานผลิตอาหารและผลไม้ โรงงานฟอกหนัง และโรงงานผลิตเวชภัณฑ์ ฯลฯ จึงทำให้ปริมาณความต้องการใช้ปาเปนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ประเทศซึ่งนำเข้าปาเปนสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เบลเยียม ฝรั่งเศส สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เดนมาร์ก ฯลฯ ดังนั้นหากคนไทยสามารถผลิตปาเปนได้มากและมีคุณภาพดีจะสามารถส่งไปขายยังต่างประเทศ นำเงินตราเข้าประเทศได้จำนวนไม่น้อย

การเก็บรวบรวมยางมะละกออย่างง่าย ๆ เพื่อผลิตเป็นปาเปนดิบ (crude papain) ให้มีคุณภาพดี ต้องเก็บจากผลมะละกอดิบที่แก่เต็มที่ ระวังในการทำให้ยางแห้งโดยไม่ปล่อยทิ้งไว้ให้ถูกลม แสงแดด หรือในที่อุณหภูมิสูงกว่า ๗๐°ซ. และต้องไม่ให้สัมผัสกับโลหะ เช่น เหล็ก ปาเปนดิบที่มีคุณภาพดีควรมีสีขาวขางหรือเหลืองขาว ซึ่งจะได้อีกถึงการทำให้เครื่องมืออย่างง่ายสำหรับการเก็บยางมะละกอเพื่อให้เป็นปาเปนดิบที่มีคุณภาพ

**อุปกรณ์** ใช้คน ๒ คน ต่อ ๑ ทิม

|            |        |
|------------|--------|
| มีดกรีดยาง | ๑ เล่ม |
| ถาดเก็บยาง | ๒ ใบ   |

ข้อไม้หรือที่ขูด

กล่องเก็บยาง

ถุงมือยาง

ฟองน้ำ

ปูนชัลเฟตหรือสารกันเชื้อรา ตามต้องการ

๑ อัน

๒ กล่อง

๑ คู่

๑ อัน

### วิธีการ

๑. ควรกรีดผลมะละกอที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุก ในเวลาเช้า ระหว่างเวลา ๐๕.๐๐—๐๙.๐๐ น การกรีดยางอาจจะทำต่อเนื่องไปได้สำหรับในวันที่มีอากาศไม่ร้อน
๒. ห้ามกรีดยางในวันที่มีอากาศร้อน หรือมีลมแรง เพราะจะเป็นเหตุให้ยางมะละกอไหลน้อยลง
๓. ห้ามกรีดยางในวันที่มีอากาศหนาวจัด
๔. ในมะละกอ ๑ ต้น สามารถเลือกกรีดยางจากผลที่แก่จัดได้อย่างน้อย ๔ ผล แต่ไม่ควรเกิน ๘ ผล

### การเก็บยางมะละกอ

๑. เล็มใบบริเวณผลที่จะทำการกรีดยางออก
๒. ตัดถาดเก็บยางรอบลำต้นต่ำจากผลประมาณ ๖๐ ซม.
๓. กรีดแผลแนวตั้งบริเวณผลประมาณ ๖ แผล แต่ละแผลต้องไม่ให้ลึกเกินกว่า ๑ มม. ยางจะไหลลงมาตรงจุดต่ำสุดของผลและหยดลงบนถาดเก็บ เมื่อยางหยุดไหลแล้ว ๒—๓ นาที ขูดยางออกจากถาดด้วยข้อไม้ใส่ไว้ในถุงพลาสติกในกล่องเก็บยางใบที่หนึ่ง (ต้องวางกล่องไว้ในที่ร่ม)
๔. ไม่ควร กรีด แผล ลึก และ จำนวน แผล มาก เพราะจะทำให้แผลหายช้าและผลเน่าในที่สุด อีกทั้งจะทำให้มีน้ำจากผลมะละกอไหลปนออกมากับยาง ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของยาง

๕. ขูดยางที่แข็งตัวบนผลมะละกอและเก็บลงในกล่องเก็บที่ ๒ ยางในกล่องที่ ๒ นี้จะมีปริมาณปาเปนน้อยกว่ากล่องแรก และมีคุณภาพต่ำกว่า
๖. เช็ดผลให้สะอาดด้วยฟองน้ำชุบน้ำสบู่กำจัดเชื้อรา

### ข้อควรระวังในการเก็บยางมะละกอ

๑. ต้องดูแลไม่ให้แมลงต่าง ๆ หรือเศษใบไม้ ฯลฯ ปะปนในยาง
๒. เช็ดใบมิดที่ใช้กรดเสมอ เพื่อไม่ให้มีกลิ่นยางติดใบมิด
๓. เมื่อเสร็จงานแต่ละวัน ควรล้างภาชนะและเครื่องมือต่าง ๆ ให้สะอาดด้วยน้ำ
๔. ควรระวังไม่ให้ยางมะละกอสัมผัสกับโลหะ เช่น เหล็ก หรือทองแดง

อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ในการเก็บยางมะละกอดังกล่าวข้างต้น สามารถพัฒนาขึ้นใช้เองได้ด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายทั่วไป โดยอาศัยเครื่องมือ และวิธีการดังต่อไปนี้

### เครื่องมือที่ใช้ในการทำอุปกรณ์ได้แก่

เลื่อยเจาะ ไขควง ฆ้อน และสว่านมือ

### การทำมีดกรีดยาง (tapping knife)

วัสดุ

๑. แท่งไม้ที่มีน้ำหนักเบาและเหนียว มีขนาดยาวกว้างประมาณ ๑ เซนติเมตร
๒. ใบมีดโกนคมด้านเดียว ๑ ห่อ
๓. กาวหรือซีเมนต์ชนิดกันน้ำ

วิธีทำ

๑. ตัดแท่งไม้ ให้มีความยาว พอเหมาะ ถึงผลมะละกอบนต้น
๒. บากปลายไม้ด้านหนึ่งสำหรับสอดแผ่นใบมีดโกน โดยหันด้านคมลงและให้ใบมีดยื่นออกมาประมาณ ๓ มม.
๓. ติดใบมีดให้แน่นด้วยกาวหรือซีเมนต์กันน้ำ

### การทำถาดเก็บยาง (collecting tray)

วัสดุ

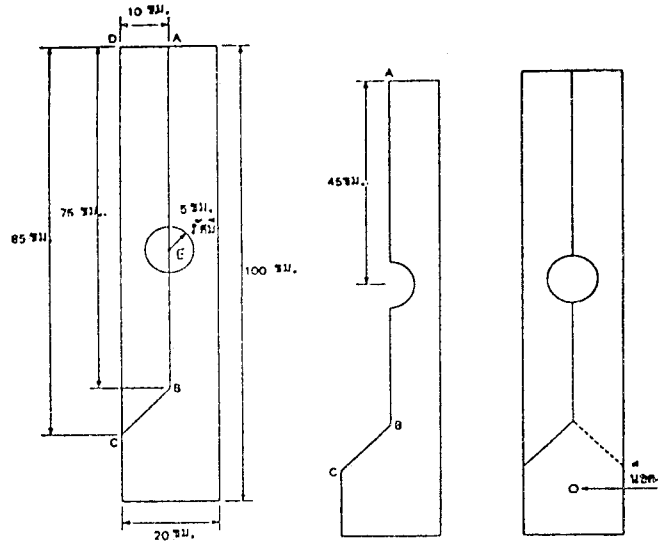
๑. ไม้สำหรับประกบ ๒ ชั้น แต่ละชั้นยาวประมาณ ๑๐๐ ซม. กว้าง ๒๐ ซม. และหนา ๑ ซม.
๒. ยาง ๓ ชั้น ๒ ชั้นแรกแต่ละชั้นยาวประมาณ ๑๖ ซม. กว้าง ๑ ซม. อีกชั้นหนึ่งยาวตามต้องการ
๓. ขอบไม้ ไม้หรือลวด ยาวประมาณ ๓๐๐ ซม.
๔. ผ้าดิบ ผ้าใบหรือผ้าพลาสติก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑๒๐ ซม.
๕. ลวดเย็บจำนวน ๑ โหล
๖. ด้ายเหนียว ๑ ม้วน

วิธีทำ

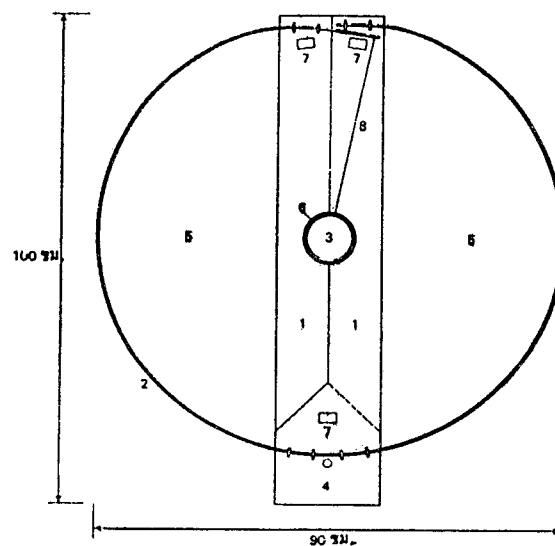
๑. ไม้ทั้ง ๒ ชั้น ต้องทำเป็นไม้ประกบลำต้น โดยบนไม้แต่ละชั้นกำหนดจุด A, B, C และ D ให้ AB, CD และ AE ยาว ๗๕ ซม., ๘๕ ซม. และ ๔๕ ซม. ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ ๑)
๒. ใช้ E เป็นจุดศูนย์กลางสร้างวงกลมรัศมี ๕ ซม.
๓. เลื่อยตามแนวเส้น A—B—C และส่วนที่เป็นครึ่งวงกลม ทั้งส่วน ABCD
๔. นำแผ่นยาง ๒ ชั้นบรอบครึ่งวงกลมของไม้ประกบทั้ง ๒ ชั้น เพื่อกันเศษเปลือกจากลำต้น (ภาพประกอบที่ ๒)
๕. วางแผ่นไม้ทั้ง ๒ ชั้น ให้อยู่ในลักษณะคล้ายกรรไกร เจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๘ มม. ห่างจากขอบล่าง ๑๐ ซม. และอยู่บนแนวเส้น AB (ภาพประกอบที่ ๓) และใส่น็อตขนาดยาว ๒.๕ ซม.
๖. ติดขอบถาดไม้ ไม้หรือลวดด้วยลวดเย็บบนไม้ประกบให้เป็นวงกลมที่มีปลายซ้อนกันกว้างพอที่จะกางไม้ประกบเหมือนกรรไกรได้ กรุผ้าหรือผ้าพลาสติกขอบขอบถาด (ภาพประกอบที่ ๔)

๗. บุนยงอีกชั้นหนึ่งรอบวงกลมประกบลำต้น  
เหลือปลายทั้ง ๒ ข้าง เพื่อพันรอบลำต้น  
ให้ลาดกระชับแน่น

๘. ตัดขาหยั่งพัวได้ ๓ ขา ได้แผ่นไม้ประกบ  
เพื่อประกอบถาด (ภาพประกอบที่ ๔ และ  
๕)



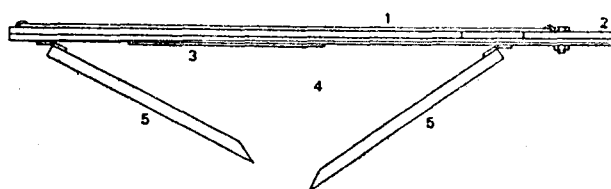
ภาพประกอบที่ ๑ ภาพประกอบที่ ๒ ภาพประกอบที่ ๓



ภาพประกอบที่ ๔

๑. ไม้ประกบ
๒. ขอบถาด
๓. ลำต้นมะละกอ
๔. ด้ามจับ

๕. ผ้าใบหรือผ้าพลาสติก
๖. ขอบยาง
๗. จุดยึดขาประกอบถาด
๘. ส่วนเกยของถาด



ภาพประกอบที่ ๕

- |            |              |
|------------|--------------|
| ๑. ถาด     | ๔. ดันมะละกอ |
| ๒. ด้ามจับ | ๕. ขาหยั่ง   |
| ๓. แผ่นยาง |              |

การทำกล่องเก็บยางมะละกอ (๒ ชุด) (collecting boxes)

วัสดุ

๑. กล่องไม้ ๒ กล่อง (ไม่มีชิ้นส่วนของโลหะไหลออกมา) ขนาดภายในยาวประมาณ ๕๐ ซม. กว้าง ๒๕ ซม. ลึก ๒๕ ซม.หนา ๑ ซม. และฝาปิดต้องแน่นพอดี และสามารถเก็บยางได้ ๙-๑๔ ลิตร

๒. ถุงพลาสติกใช้ภายในกล่อง

๓. ตะปูประมาณ ๕๐ ตัว ขนาดยาว ๒.๕ ซม.

๔. ฝาใบทำบานพับ ๒ ชิ้น ต่อ ๑ กล่อง

วิธีทำ

๑. ตัดแผ่นไม้อัดที่มีความหนาประมาณ ๑ ซม. ออกเป็นดังนี้

๑.๑) ๑ ชิ้น ขนาด ๕๒ ซม. x ๒๕ ซม.

(ใช้เป็นฐาน)

๑.๒) ๒ ชิ้น ขนาด ๕๒ ซม. x ๒๖ ซม.

(ใช้เป็นด้านข้าง)

๑.๓) ๒ ชิ้น ขนาด ๒๕ ซม. x ๒๕ ซม.

(ใช้เป็นด้านหัวท้าย)

๑.๔) ๑ ชิ้น ขนาด ๕๒ ซม. x ๒๗ ซม.

(ใช้เป็นฝา)

๒. ทำกล่องที่มีขนาดความยาว ๕๐ ซม. กว้าง ๒๕ ซม. และลึก ๒๕ ซม. โดยตอกตะปูทั้งด้านข้าง หัว-ท้าย และฐาน

๓. บุภายในกล่องด้วยถุงพลาสติก

๔. ติดฝากล่องที่ปิดได้พอดี โดยใช้บานพับที่ทำด้วยผ้าใบ

การเก็บยาง มะละกอด้วยอุปกรณ์และวิธีการดังกล่าวข้างต้น จะได้ยางมะละกอซึ่งมีลักษณะคล้ายนมสด กลิ่นคาว นำไปทำให้แห้งโดยการตากแดดหรืออบให้แห้งในตู้อบซึ่งสามารถประดิษฐ์เองได้ด้วยวัสดุหาง่ายทั่วไป และใช้พลังงานแสงอาทิตย์ วิธีอบให้แห้งในตู้อบเป็นวิธีที่นิยมใช้มากกว่า เพราะสะดวกในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น อีกทั้งจะได้ปาเปนที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะมีสีขาว ไม่มีเศษสิ่งอื่นเจือปน และมีความสามารถในการย่อย โปรตีน สูง กว่าปาเปนที่ทำให้แห้งโดยการตากแดด ปาเปนที่ได้นี้เรียกว่า ปาเปนดิบ ผู้ที่สนใจต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติม สามารถศึกษาค้นคว้าได้จากเอกสารในห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ

## เอกสารอ้างอิง

1. Moore, D.J. A simple method of collecting and drying papaya (pawpaw) latex to produce cured papain. Tropical Products Institute ; London, 1980. (TPI rural technology guide no. 8)
๒. ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์ “อุตสาหกรรมการผลิตปาเปน” แก่นเกษตร ๑๒ (๒) มี.ค.—เม.ย. ๒๕๒๗ : ๕๗—๕๙



## การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด ๑ เฟส

(ต่อจากหน้า ๓๖)

สำหรับมอเตอร์ที่มีคุณภาพต่ำกว่าที่ระบุนั้น จากการที่ได้วิเคราะห์ทดสอบพบว่าอุณหภูมิของขดลวดมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นสูงมากถึง ๑๓๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีสาเหตุมาจากการออกแบบที่ไม่ดี ใช้เหล็กที่มีคุณภาพต่ำและไม่มีการระบายอากาศที่เพียงพอ จึงทำให้มีพลังงานไฟฟ้าสูญเสียมาก พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นความร้อน ถูกสะสมขึ้นเรื่อยๆ ขณะใช้งาน และยิ่งถ้าเป็นมอเตอร์ที่ไม่มีพัดลมช่วยในการระบายอากาศด้วยแล้ว จะทำให้ลวดเคลือบฉนวนของมอเตอร์เกิดการเผาไหม้ขึ้นได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นในตัวมอเตอร์จะต้องหาทางระบายออกให้หมด โดยให้มืออัตราการใช้ของอากาศอย่างพอ

เหมาะ คิดเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีไหลผ่านส่วนต่างๆ ของมอเตอร์เพื่อนำความร้อนออก โดยทั่วๆ ไปแล้ว ผู้ทำมอเตอร์ที่ขาดความรู้ทางวิชาการ และไม่มีประสบการณ์ที่เพียงพอ มักไม่ค่อยคำนึงถึงในเรื่องนี้ ด้วยเหตุผลดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงทำให้มอเตอร์ส่วนมากมีความร้อนสูง และประสิทธิภาพต่ำ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมทั้งจะให้บริการการวิเคราะห์ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด ๑ เฟสนี้ และหากมีปัญหาหรือข้อสงสัยประการใดเกี่ยวกับการทดสอบมอเตอร์ โปรดติดต่อสอบถามได้ที่กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ในวันและเวลาราชการ.



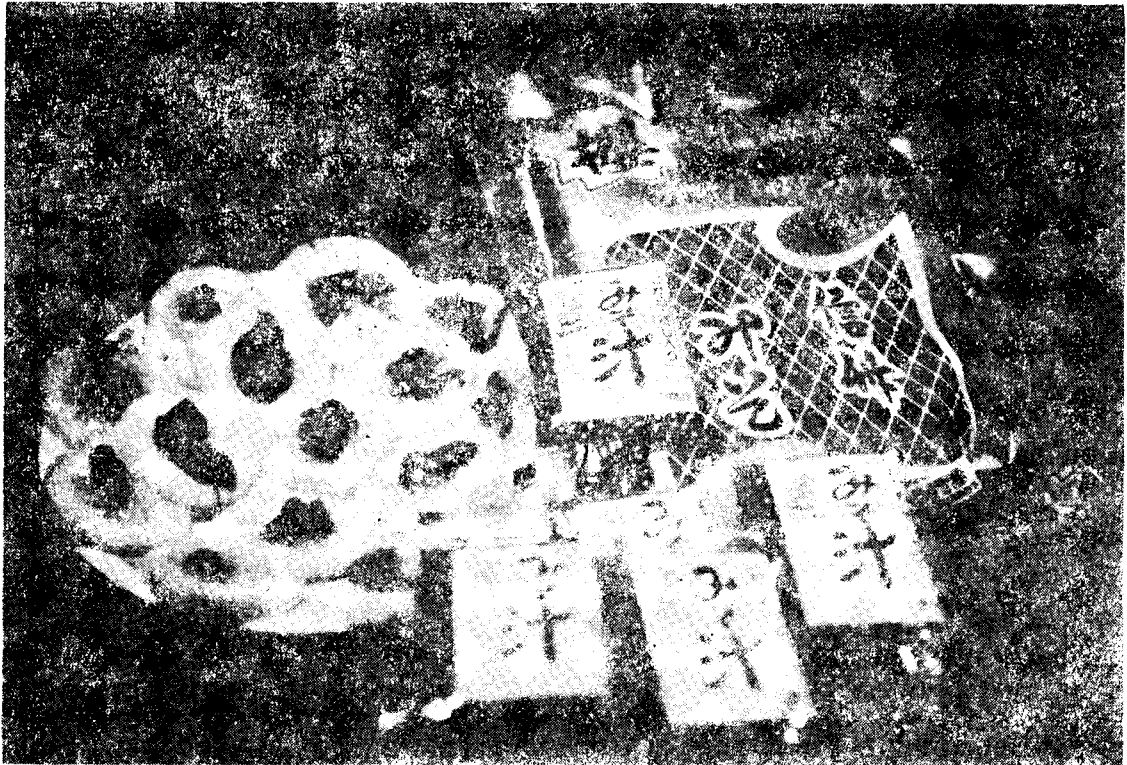
## มิโซะ (Miso) อาหารราคาถูกแต่ทรงคุณค่าของญี่ปุ่น

ถ้าพูดถึงอาหารญี่ปุ่นคนส่วนใหญ่จะนึกถึงปลาดิบเป็นอันดับแรก รองลงมาคือยากิโซบะ หรือ ปลาซาบะย่างซีอิ๊ว เป็นต้น แต่ซูปมิโซะจะไม่ใคร่มีใครนึกถึงนัก ด้วยเหตุที่มีรสเค็มจัด ทำให้ผู้บริโภคซึ่งเป็นคนไทยไม่ค่อยชินกับอาหารชนิดนี้ แต่อย่างไรก็ดี มิโซะยังคงเป็นอาหารที่ชาวญี่ปุ่นนิยมรับประทานกันมากเพราะมีโปรตีนสูง ราคาถูก และกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ดังนั้นจึงได้นำมาแนะนำไว้ในที่นี้เพื่อว่าหากมีผู้สนใจจะได้นำไปทำไว้รับประทานเองหรือจะผลิตเป็นชั้นอุตสาหกรรมก็ได้ จะได้ช่วยเศรษฐกิจของประเทศอีกทางหนึ่ง

มิโซะเป็นอาหารหมักของญี่ปุ่นชนิดหนึ่ง ประวัติความเป็นมาไม่ปรากฏแน่ชัดว่าจีนหรือเกาหลีเป็นผู้นำเข้าไปเผยแพร่ กล่าวกันว่านักบวชที่นับถือศาสนาพุทธและรับประทานเจเป็นผู้นำเข้าไปในรูปของอาหารหมัก เรียกชื่อเป็นภาษาจีนว่า “เจียง” (Chiang) คำว่าเจียงหมายถึงอาหารหมักพื้นเมืองของจีนในสมัยโบราณ โดยใช้ กุ้ง ปลา หรือสัตว์น้ำอื่นๆ มาหมักกับเกลือ มีลักษณะคล้ายกับการหมักน้ำปลาของประเทศไทยในกลุ่มเอเชีย หรือ nuoc mam ของเวียดนาม ต่อมาพระจีนซึ่งรับประทานเจได้ศึกษาทดลองนำพวกธัญพืชที่มีโปรตีนสูง เช่นถั่วเหลืองมาหมักแทนเนื้อสัตว์ แต่ก็ยังคงเรียกอาหารหมักนั้นว่าเจียงเช่นเดิม เมื่อพุทธศาสนาเผยแผ่เข้าไปในญี่ปุ่น อาหารเจียงก็เลยติดตามเข้าไปด้วยและได้มีการสอนวิธีทำกันอย่างแพร่หลาย ต่อมาชาวญี่ปุ่นได้ปรับปรุงวิธีการผลิตโดยใช้วัตถุดิบที่มีภายในประเทศอย่างอื่นเข้าช่วย และปรับปรุงรสชาติให้ถูกกับรสนิยมของ คนญี่ปุ่น พร้อมทั้งเห็นว่าการเรียกชื่ออาหารชนิดนี้ว่าเจียงดูจะไม่เหมาะสม เพราะฟังดูเหมือนกับว่าเป็นอาหารซึ่งมา

จากประเทศจีน จึงเปลี่ยนเรียกเสียใหม่ว่ามิโซะ (Miso)

มิโซะที่ขายอยู่ในญี่ปุ่นมีอยู่หลายสิบชนิดและมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน โดยจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ ๓ กลุ่ม ตามวัตถุดิบที่ใช้ทำโคจิ (Koji) คือ มิโซะจากข้าว (Rice miso) มิโซะจากข้าวบาเลย์ (Barley miso) และมิโซะจากถั่วเหลือง (Soybean miso) มิโซะทำได้โดยการหมักโคจิกับถั่วเหลืองและเกลือ โคจิหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเพาะเชื้อราลงบนวัตถุดิบ เช่น ข้าว หรือข้าวบาเลย์ หรือถั่วเหลือง จนกระทั่งใยสีขาวของเชื้อราขึ้นปกคลุมไปทั่ว ดังนั้นถ้านำข้าวไปหมักกับเชื้อราทำโคจิ แล้วนำโคจินี้ไปทำมิโซะจะเรียกมิโซะชนิดนั้นว่า มิโซะจากข้าว ในทำนองเดียวกันมิโซะจากข้าวบาเลย์ก็คือมิโซะที่ใช้ข้าวบาเลย์ทำเป็นโคจิ หรือมิโซะจากถั่วเหลืองก็คือมิโซะที่ใช้ถั่วเหลืองทำเป็นโคจิ ในการทำมิโซะชนิดใดก็ตามจะใช้ถั่วเหลืองเป็นหลัก แต่โคจิและเกลือจะมีอัตราส่วนต่าง ๆ กัน และความแตกต่างของอัตราส่วนนี้จะทำให้มิโซะมีชื่อเรียกต่างกันด้วย ตัวอย่างเช่น มิโซะจากข้าว ถ้าใช้อัตราส่วนของถั่วเหลือง:โคจิ ซึ่งทำจากข้าว : เกลือ เป็น ๑๐ : ๒๐ : ๓.๕ ใช้เวลาหมัก ๔ อาทิตย์ จะเรียกว่า มิโซะขาว (White miso) แต่ถ้าใช้อัตราส่วน ๑๐ : ๔ : ๐.๕ ใช้เวลาหมัก ๑๒ เดือน เรียกชื่อว่า เซนได มิโซะ (Sendai miso) และชื่อเซนได (Sendai) นี้จะต้องเป็นมิโซะซึ่งผลิตมาจากเกาะฮอกไกโดเท่านั้น แต่ถ้าเป็นมิโซะที่ผลิตมาจากเมืองซาโตะจะมีชื่อว่า เจนไม มิโซะ (Genmai miso) จะเห็นได้ว่านอกจากอัตราส่วนของวัตถุดิบแล้ว ระยะเวลาของการหมักและเมืองที่ผลิตก็ทำให้มิโซะมีชื่อต่าง ๆ กันด้วย นอกจากนี้แล้วสีและรสชาติของมิโซะก็ทำให้



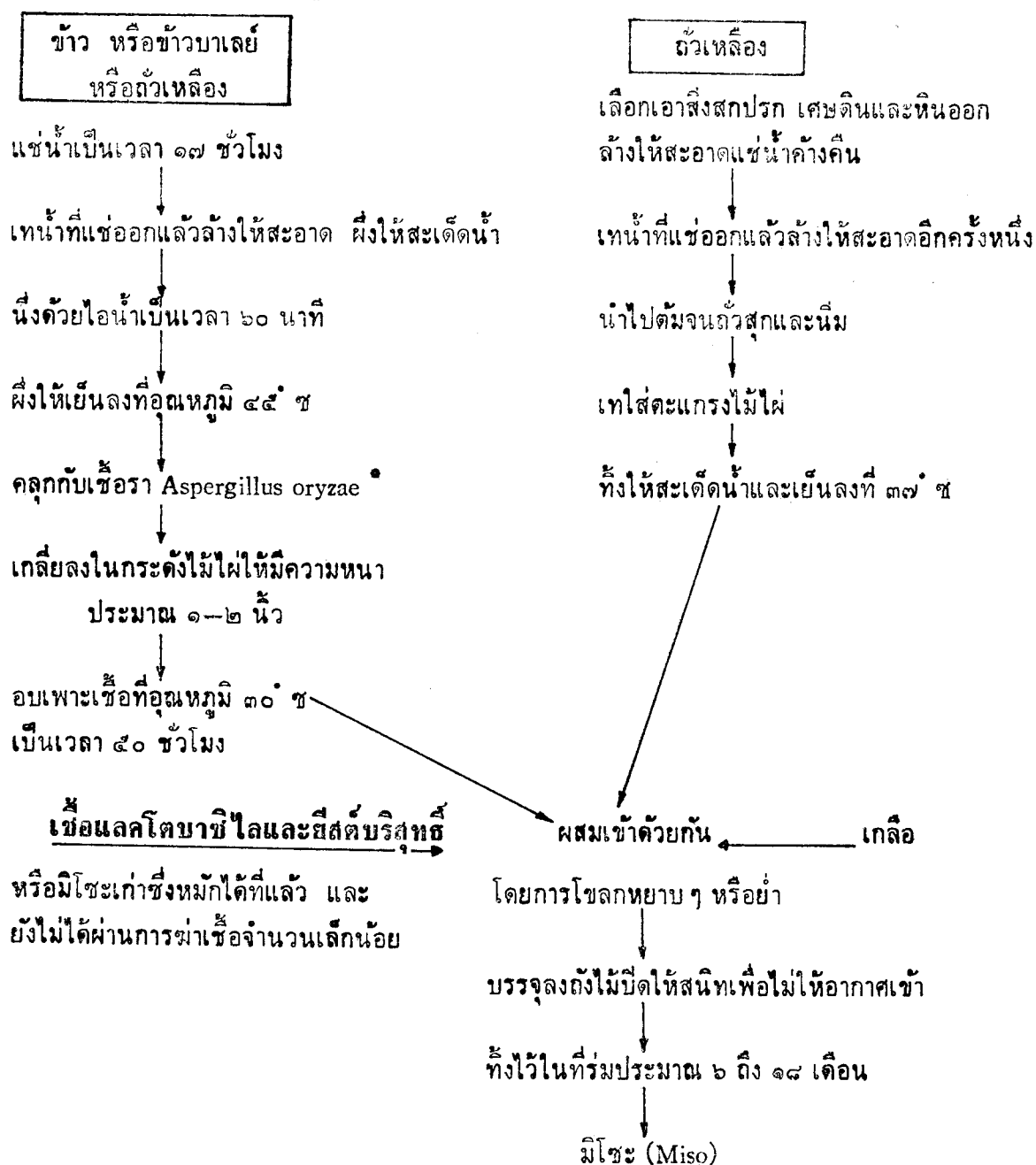
มิโอะมีชื่อเรียกต่างกันไปเหมือนกัน ตัวอย่างเช่น มิโอะจากข้าวที่มีสีน้ำตาลเข้มออกแดงและมีรสค่อนข้างหวาน ผลิตจากโคเกียจะมีชื่อว่า เอโดะมิโอะ (Edo miso) แต่ถ้าสีเหลืองอ่อนค่อนข้างเค็มจะเรียกว่า ชินชู มิโอะ (Shinshu miso) ด้วยเหตุนี้ มิโอะของญี่ปุ่นจึงมีหลายสิบชนิดตามชื่อเรียกต่าง ๆ กัน

การทำมิโอะจะเป็นการหมักแบบ ๒ ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกจะหมักวัตถุดิบกับเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เพื่อให้เชื้อราสร้างน้ำย่อย (enzyme) ออกมา ในขณะที่เริ่มเจริญเติบโต หลังจากนั้นนำไปหมักขั้นที่ ๒ กับถั่วเหลืองและเกลือในภาชนะปราศจากออกซิเจน เมื่อไม่มีออกซิเจนเชื้อราก็จะค่อยๆ ตายไป เหลือไว้แต่น้ำย่อย น้ำย่อยอะมิเลสและมอลเตสจะย่อยแป้งในข้าวให้เป็นน้ำตาล ส่วนโปรตีนในถั่วเหลืองจะถูกย่อยโดยน้ำย่อยโปรติเอสเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน กรดอะมิโนในมิโอะส่วนใหญ่เป็นพวกกรดกลูตามิก ดังนั้น

มิโอะจึงใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารได้ด้วย ในการหมักขั้นที่ ๒ นี้จะมีแบคทีเรียชนิดสร้างกรดแลคติกและยีสต์เกิดขึ้น ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นตัวทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ดี บางครั้งอาจจะมีการเติมแบคทีเรียและยีสต์ที่กล่าวแล้วลงไปเพื่อให้ขบวนการที่เกิดเร็วยิ่งขึ้น ส่วนมากแบคทีเรียที่เติมลงไปจะใช้แลคโตบาซิล สำหรับยีสต์จะเป็นพวก *Saccharomyces rouxii* หรือบางครั้งชาวบ้านจะเติมมิโอะเก่าซึ่งยังไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อลงไปแทนการเติมแลคโตบาซิลและยีสต์ เมื่อหมักมิโอะได้ที่แล้ว ควรจะมีการเก็บบ่มไว้อีกระยะหนึ่งจะทำให้กลิ่นรสดีขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์มิโอะที่วางขายทั่วไปอาจจะผ่านการพาสเจอร์ไรส์หรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าเป็นมิโอะที่บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดสนิทจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ มิฉะนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นภายหลังอาจจะทำให้ถุงบวมหรือแตกได้



### แผนผังแสดงการผลิตมิโซะ



**หมายเหตุ** \* ถ้าใช้ถั่วเหลืองทำโคจิสำหรับทำมิโซะจากถั่วเหลือง ให้ใช้แบ่งข้าวเจ้าหรือแป้งสาลี ๒๕ กรัม คลุกกับเชื้อราก่อนแล้วจึงนำไปคลุกกับถั่วเหลือง ๑.๕ กิโลกรัม

มิโสะส่วนใหญ่จะมีโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ ๑๑ ถึง ๑๖ นอกจากมิโสะที่ทำจากถั่วเหลืองล้วน ๆ จะมีโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ ๑๖ ถึง ๒๑ สำหรับซุชิมิโสะ ซึ่งอยู่ในรูปของผงแห้งจะมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ ๓๒.๒ นอกจากนี้แล้วมิโสะยังอุดมด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก วิตามินบี ๑ วิตามินบี ๒ และไนอะซิน เป็นต้น ตามตารางข้างท้าย สำหรับวิตามินบี ๑๒ ในมิโสะก็มี

บ้างเหมือนกัน คือ มีอยู่ประมาณ ๐.๐๒ ไมโครกรัม ต่อกรัม

ประเทศไทยในฐานะที่มีวัตถุดิบอยู่พร้อม และปัจจุบันนี้คนไทยก็นิยมรับประทานอาหารมังสวิรัตกันมากขึ้น ดังนั้นมิโสะจึงเป็นอาหารที่น่าสนใจอยู่ไม่น้อย เพราะนอกจากจะมีประโยชน์แก่ร่างกายแล้วยังมีราคาถูกอีกด้วย หากผู้ใดสนใจอยากจะทำมิโสะ ให้ติดต่อได้ที่กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ

#### ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารของมิโสะใน ๑๐๐ กรัม

#### Composition of Nutrients in 100 grams of Miso

Sources : Standard Tables of Food Composition (Japan), the Japanese National Miso Association Nutrient Tables, and Data Supplied by Miso Producers.

| Type of Miso                   | Food Energy<br>Calories | Moisture<br>Percent | Protein<br>Percent | Fat<br>Percent | Carbo-<br>hydrates<br>(incl. fiber)<br>Percent | Fiber<br>Percent | Ash<br>Percent | Sodium<br>Chloride<br>Percent | Calcium<br>Mg | Sodium<br>Mg | Phosphorous<br>Mg | Iron<br>Mg | Vit. B <sub>1</sub><br>(Thiamine)<br>Mg | Vit. B <sub>2</sub><br>(Riboflavin)<br>Mg | Vit. B <sub>3</sub><br>(Niacin)<br>Mg |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|----------------|------------------------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------|---------------|--------------|-------------------|------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| Red Miso                       | 153                     | 50                  | 13.5               | 5.8            | 19.1                                           | 1.9              | 14.8           | 13.0                          | 115           | 4600         | 190               | 4.0        | 0.03                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Light-yellow Miso              | 155                     | 49                  | 13.5               | 4.6            | 19.6                                           | 1.8              | 12.8           | 12.5                          | 90            | 4100         | 160               | 4.0        | 0.03                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Mellow Red Miso                | 162                     | 42                  | 11.2               | 4.2            | 27.9                                           | 1.3              | 14.5           | 13.0                          | 81            | 3200         | 135               | 3.5        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Mellow Beige Miso              | 165                     | 44                  | 13.0               | 4.2            | 29.1                                           | 1.2              | 8.5            | 7.0                           | 80            | 2500         | 133               | 3.5        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Mellow White Miso              | 215                     | 57                  | 12.3               | 1.4            | 27.5                                           | 1.3              | 4.9            | 9.1                           | 31            | 3200         | 138               | 1.3        | 0.03                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Sweet Red Miso                 | 168                     | 46                  | 12.7               | 4.0            | 31.7                                           | 1.4              | 8.1            | 6.0                           | 75            | 2100         | 134               | 3.0        | 0.03                                    | 0.08                                      | 3.0                                   |
| Sweet White Miso               | 178                     | 47                  | 11.1               | 1.9            | 35.9                                           | 1.0              | 7.5            | 5.5                           | 70            | 2100         | 120               | 4.0        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Barley Miso                    | 154                     | 48                  | 12.8               | 5.0            | 21.0                                           | 1.9              | 14.9           | 13.0                          | 116           | 4600         | 190               | 3.5        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Mellow Barley Miso             | 160                     | 46                  | 11.1               | 5.0            | 29.8                                           | 1.3              | 14.6           | 10.0                          | 86            | 3500         | 139               | 3.6        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Hatcho Miso                    | 224                     | 40                  | 21.0               | 10.2           | 12.0                                           | 1.8              | 16.8           | 10.6                          | 154           | 4100         | 264               | 7.1        | 0.04                                    | 0.13                                      | 1.3                                   |
| Soybean Miso                   | 180                     | 48                  | 19.4               | 6.9            | 13.2                                           | 2.2              | 13.0           | 11.2                          | 140           | 3800         | 240               | 6.5        | 0.04                                    | 0.12                                      | 1.2                                   |
| Tamari Miso                    | 160                     | 61                  | 16.3               | 5.7            | 11.4                                           | 1.6              | 11.7           | 9.8                           | 138           | 3600         | 220               | 6.3        | 0.04                                    | 0.11                                      | 1.1                                   |
| Kinzanj Miso                   | 172                     | 58                  | 11.3               | 2.0            | 30.1                                           | 2.1              | 5.1            | 8.0                           | 95            | 2800         | 131               | 3.5        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.5                                   |
| Peanut Miso                    | 432                     | 17                  | 16.1               | 27.6           | 37.1                                           | 1.3              | 4.8            | 7.0                           | 80            | 3100         | 180               | 5.6        | 0.04                                    | 0.10                                      | 1.3                                   |
| Akadashi Miso                  | 169                     | 44                  | 16.0               | 4.1            | 31.9                                           | 1.4              | 10.8           | 8.0                           | 75            | 2800         | 135               | 3.6        | 0.05                                    | 0.10                                      | 1.4                                   |
| Dehydrated Miso                | 303                     | 5                   | 32.2               | 9.0            | 35.8                                           | 3.6              | 26.6           | 18.5                          | 180           | 7500         | 320               | 8.0        | 0.05                                    | 0.15                                      | 2.0                                   |
| Low-salt/<br>High-protein Miso | 140                     | 53                  | 17.6               | 6.4            | 24.0                                           | 1.9              | 13.1           | 6.3                           | 112           | 4600         | 180               | 4.0        | 0.03                                    | 0.11                                      | 1.6                                   |

Note: Values for each Product vary widely depending on the maker ; many of those listed are averages. The Standard Tables of Food Composition contain detailed data for red light-yellow, sweet white, soybean, and dehydrated varieties. The Miso Association tables contain moisture, protein, fat, carbohydrate, and ash data for barley, mellow barley, mellow red and beige, and sweet red. Hatcho, peanut, and mellow white data were obtained from the makers. All other figures were derived by interpolation.

#### เอกสารอ้างอิง

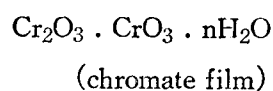
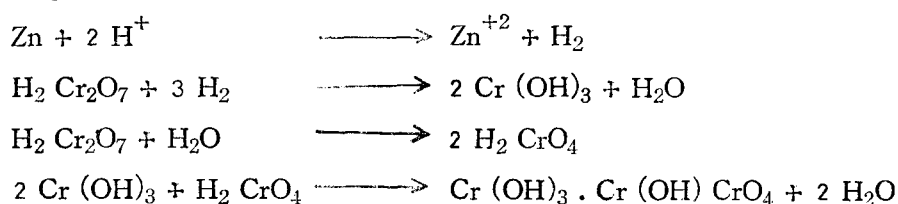
1. Shurtleff, W., and Ayagi, A. The book of miso Kanagawa—Ken, Japan : Autumn Press 1976
2. Abiose, Sumbo H. et al. Microbiology and biochemistry of miso (soy paste) fermentation. Adv. in Appl. Microbiol. 28, 1982 : 239— 265



## การเพิ่มความทนทานของผิวเคลือบสังกะสี

โลหะเมื่อทิ้งไว้ในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นและออกซิเจน จะเกิดการผุกร่อน โดยเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะ ที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าสนิม การเคลือบโลหะโดยเฉพาะเหล็กด้วยสังกะสี เป็นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันการผุกร่อนดังกล่าว ซึ่งทำได้ ๒ วิธี คือ แบบจุ่มร้อน (hot dip galvanizing) และแบบใช้ไฟฟ้า (electroplating) สังกะสีที่เคลือบอยู่นี้จะทำหน้าที่ป้องกันผิวเหล็กจากการผุกร่อน โดยผิวสังกะสีจะเกิดเป็นสนิมสีขาว (white rust) แทน

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการปรับปรุงให้เหล็กเคลือบสังกะสีแบบใช้ไฟฟ้ามีความต้านทานต่อการผุกร่อนของผิวสังกะสีที่เคลือบ โดยจุ่มชิ้นงานลงในสารละลายโครเมต ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่า chromating ซึ่งวิธีนี้นอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพความคงทนต่อการใช้งานแล้ว ยังทำให้เกิดสีต่าง ๆ เหมาะที่จะใช้ทางด้านการตกแต่งด้วย ชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอน chromating นี้จะมีหลายสี เช่น สีดำ เขียว เหลือง ไม่มีสี เป็นต้น สีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมของน้ำยาที่ต่างกัน



จำนวนโมลของ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$  และ  $\text{H}_2\text{O}$  ที่แตกต่างกันจะทำให้สีที่เกิดขึ้นต่างกันไปเช่น ถ้ามีจำนวนโมลของ  $\text{CrO}_3$  มากสีจะออกไปทางเหลืองมากขึ้น (iridescent yellow) ถ้ามีจำนวนโมลของ  $\text{CrO}_3$  มากสีจะจางลง แต่สำหรับโครเมตที่มีสีดำ (black chromate) นั้น สีดำเกิดจากซิลเวอร์ออกไซด์ ที่ได้จากการเติมซิลเวอร์ไนเตรด ( $\text{AgNO}_3$ ) ลงในสารละลายโครเมต ไปเกาะที่ผิวของโครเมต

แต่ส่วนผสมหลักของน้ำยาก็คือ กรดโครมิก (chromic acid จาก  $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ) โดยมีการควบคุมความเป็นกรด—ด่าง ของสารละลาย (pH) ให้พอเหมาะ การที่ทำให้เกิดสีได้หลายสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการติดตั้งชิ้นส่วนอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ของรถยนต์ เพื่อให้รู้ว่าใช้ติดตั้งทางด้านขวาหรือด้านซ้ายของตัวรถ

สำหรับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อจุ่มเหล็กเคลือบสังกะสีลงในสารละลายของโครเมตจะเกิดฟิล์มบาง ๆ ของโครเมต ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{CrO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) ไปเกาะบนผิวของสังกะสีในลักษณะของ Complicated gel shape hydrate จากการรวมตัวของกรดโครมิกกับโครเมียมไฮดรอกไซด์ (โครเมียม มีค่า oxidation state เท่ากับ + ๓) โครเมียมไฮดรอกไซด์ ได้มาจากการเกิดปฏิกิริยา reduction ของกรดโครมิก ด้วยก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากการที่สังกะสีละลายออกมา ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาแสดงได้โดยสมการเคมีต่อไปนี้

ความทนทานต่อการผุกร่อนจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรง (strength) ของฟิล์มที่เกิดขึ้นและจำนวนโครเมียม (oxidation state เท่ากับ +6) ที่มีอยู่บนผิวเคลือบ โดยทั่วไปฟิล์มโครเมตที่ไม่มีสี (non-colored chromate) จะบางที่สุด ฟิล์มโครเมตที่มีสีเขียว (green chromate) จะมีความหนามากที่สุด ความแข็งแรงของ

(อ่านต่อหน้า ๓๓)

## เกสรผึ้ง (Bee Pollen)

น้ำผึ้ง รอยแผลเจลลี่ ตัวอ่อนของผึ้ง ไข่ผึ้ง เป็นผลิตภัณฑ์จากผึ้งที่เรารู้จักกันดี และนำมาใช้ประโยชน์มาก ยังมีผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งซึ่งมีไข่เป็นผลิตภัณฑ์จากผึ้งโดยตรง แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากรังผึ้ง เรียกว่า เกสรผึ้ง ซึ่งแท้จริงแล้วเป็นละอองเกสรดอกไม้ผสมกับน้ำหวานของดอกไม้ มีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ อยู่ในรังผึ้ง เกสรผึ้งเกิดขึ้นได้ดังนี้ คือ เมื่อผึ้งไปตอมดอกไม้และดูดเอาน้ำหวานของดอกไม้ ละอองเกสรดอกไม้จะติดมากับขาของมันและร่วงลงผสมกับน้ำหวานบริเวณปากกรัง ได้เป็นเกสรผึ้งซึ่งผึ้งจะขนย้ายไปเก็บไว้ในช่องในรังของมัน ขณะเดียวกันผึ้งตัวอื่นจะใช้น้ำผึ้งปิดช่องที่เก็บนั้น เพื่อมิให้อากาศเข้าไปและทำให้ละอองเกสรเสียได้ ในละอองเกสรดอกไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องมาจากเอนไซม์น้ำตาลบางชนิดในน้ำผึ้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติกซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันสารบางชนิดที่มีอยู่ในละอองเกสรดอกไม้ไม่ให้เสื่อมคุณภาพ ละอองเกสรนี้ไม่เพียงแต่จะมีความสำคัญสำหรับพืชเท่านั้น แต่ยังมีค่าสำคัญต่อผึ้งด้วยเพราะเป็นแหล่งที่ให้สารอาหารประเภทโปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่าง ๆ จึงใช้เป็นอาหารสำหรับประชากรผึ้งในรังเพื่อให้มีกำลังในการทำงาน ถ้าไม่มีเกสรผึ้งในรัง ราชนิผึ้งจะหยุดวางไข่ ผึ้งงานจะหยุดสร้างไข่ผึ้งและช่องในรวงผึ้ง นอกจากนั้นยังนำเกสรผึ้งผสมกับรอยแผลเจลลี่มาใช้เลี้ยงตัวอ่อนที่มีอายุมากกว่า ๓ วันด้วย

ละอองเกสรของพืชต่างชนิดกันไม่เพียงแต่จะแตกต่างกันในด้านรูปร่าง ขนาด สี และกลิ่นเท่านั้น ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางอาหารของละอองเกสรจากแหล่งต่าง ๆ กัน จะแปรผันไปตามชนิดของพืช ผึ้งไม่สามารถแยกแยะส่วนประกอบและชนิดของละอองเกสรได้ นอกจากอาศัยดมกลิ่น การเลือกสถานที่เลี้ยงผึ้งและชนิดของพืชที่จะให้ผึ้งหาละอองเกสรที่มีคุณค่า จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการวิเคราะห์ทาง

เคมีพบว่า เกสรผึ้งมีโปรตีนสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของละอองเกสรของพืชแต่ละชนิดด้วย เช่น ในละอองเกสรของพืชจำพวกสน มีโปรตีนเพียงร้อยละ ๗.๐๒ ขณะที่ละอองเกสรผึ้งจากเกสรดอกอินทผลัมมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ ๓๕.๕ โดยเฉลี่ยละอองเกสรที่ผึ้งหามาจะมีโปรตีนพอๆ กับโปรตีนที่มีในถั่ว คุณค่าทางอาหารจากเกสรผึ้งนอกเหนือจากโปรตีนยังพบว่ามีไขมัน กรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล แบง และเซลลูโลส แร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับร่างกาย เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โซเดียม โพแทสเซียม แมงกานีส ทองแดง และวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี ๑ วิตามินบี ๒ หรือกรดนิโคตินิก กรดแพนโททินิก วิตามินซี ส่วนวิตามินดี และอีมีเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ได้มีการพบฮอร์โมนโกโนโดโทรปิก (gonadotropic hormones) ในเกสรผึ้งที่ได้จากต้นอินทผลัม ซึ่งพวกเบดูอินนำมาใช้เป็นยาปฏิชีวนะสำหรับฆ่าเชื้อโรค

ในปี ค.ศ. ๑๙๕๙ ผลการวิจัยของ อี เอ อัป มาร์ค (E.A. Up mark) และ จี จอนสัน (G. Jonson) ชาวสวีเดน ชี้ให้เห็นว่า เกสรผึ้งมีผลต่อต่อมผลิตน้ำเชื้อ จึงมีการแนะนำให้รับประทานเกสรผึ้งเพื่อบำรุงรักษาสุขภาพของต่อมผลิตน้ำเชื้อ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า เกสรผึ้งมีส่วนประกอบของวิตามิน แร่ธาตุ ฮอร์โมน และอื่น ๆ ทำให้เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ เป็นยาป้องกันและรักษาโรค นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารของสหรัฐอเมริกายังกล่าวว่า เกสรผึ้งช่วยให้การทำงานของอวัยวะในร่างกายดีขึ้น บำรุงร่างกายให้แข็งแรง น้ำตาลในเกสรผึ้งช่วยเผาผลาญอาหารให้เร็วขึ้นไม่ให้เหลือเป็นไขมัน ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยควบคุมน้ำหนักแบบธรรมชาติและทำให้สุขภาพดีขึ้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีคนที่จะคิดจะนำเกสรผึ้งมาเป็นสินค้าชนิดใหม่ขึ้น แต่เนื่องจากเกสรผึ้งมีรสขม จึงจำเป็นต้องผสมกับบางสิ่งเพื่อกลบรสขม ส่วนมาก

นิยมผสมด้วยน้ำผึ้ง เคลือบด้วยช็อกโกแลต หรือน้ำตาล มีจำหน่ายในลักษณะอัดเป็นเม็ด แคปซูล และเป็นผง นำมารับประทานโดยชงกับชา หรือเครื่องดื่มอื่น ๆ สำหรับผู้ที่นิยมรับประทานเกสรผึ้งอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการทำงานของลำไส้ เนื่องจากเกสรผึ้งมีผนังของเม็ดเกสรค่อนข้างเหนียวและย่อยยาก ขณะนี้ยังไม่มีการศึกษาทดลองยืนยันว่า ควรจะรับประทานเกสรผึ้งในปริมาณเท่าไรจึงจะพอเหมาะแก่การย่อย แต่มีผู้ชำนาญในด้านอาหารธรรมชาติบางคนแนะนำว่า ไม่ควรรับประทานเกสรผึ้งมากกว่า ๑ ช้อนชาต่อวัน นอกจากนี้ควรจะหลีกเลี่ยงจากการรับประทานเกสรผึ้งที่เริ่มบูด เพราะจะเกิดมียีสต์ที่ผลิตสารที่ทำให้เกิดการตกเลือดได้

ละอองเกสร ของพืชบางชนิดเป็นพิษ ผึ้งไม่สามารถแยกแยะชนิดของละอองเกสรได้ จึงมีอยู่บ่อยๆ ที่ผึ้งเก็บละอองเกสรที่มีพิษกลับมาไว้ในรัง ซึ่งแน่นอนย่อมเป็นพิษต่อคนที่รับประทานเกสรผึ้งนี้ด้วย ในทำนองเดียวกันละอองเกสรที่อยู่ในบริเวณพื้นที่การเกษตรที่มีการใช้ยาฆ่าแมลง อาจเกิดการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างของยาฆ่าแมลงติดอยู่กับละอองเกสรได้ จึงไม่เหมาะสำหรับนำมาบริโภคเช่นเดียวกัน เป็นที่รู้กันอยู่แล้วว่าละอองเกสรของต้นไม้บางชนิด พุ่มไม้ และหญ้าบางชนิด ทำให้เกิดอาการแพ้ประเภทใช้หวัด และไข้ฟาง ได้สำหรับบุคคลบางคนที่มีแพ้ละอองเกสร

จึงมีบริษัทผลิตยาบางบริษัทจะซื้อเกสรผึ้งจากแหล่งที่รู้แน่นอน เพื่อนำมาใช้รักษากับคนที่แพ้ละอองเกสร โดยให้คนที่แพ้ละอองเกสรชนิดหนึ่งกินเกสรผึ้งอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งตามทฤษฎีแล้วอาจสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการแพ้ละอองเกสรของอีกชนิดหนึ่งได้ แต่การวิจัยค้นคว้าทดลองยังต้องทำต่อไป

การเก็บเกสรผึ้งจากรังผึ้ง ผู้เลี้ยงผึ้งจะนำตะแกรงขนาดที่ผึ้งลอดผ่านได้มาดักเอาเกสรที่ติดมากับขาผึ้ง แล้วนำไปอัดเป็นเม็ดและทำให้แห้ง ซึ่งน้ำหนักจะหายไปประมาณร้อยละ ๒๐ จะมีลักษณะแข็ง เกสรผึ้งที่ได้นี้ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะเก็บได้นาน ๑ ปี แต่คุณค่าทางอาหารจะลดลง ควรเก็บเกสรผึ้งให้พ้นจากมด มอด และแมลงชนิดต่าง ๆ และไม่ควรใช้เอทิลีนออกไซด์ในการฆ่าเชื้อ เพราะเอทิลีนออกไซด์ทำลายกรดอะมิโนที่มีอยู่ในเกสรผึ้งได้

ดังนั้นผู้ที่คิดจะบริโภคเกสรผึ้งเพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพ หรือเป็นยารักษาและป้องกันโรค จึงควรระมัดระวังในการเลือกซื้อเกสรผึ้งที่รู้แหล่งผลิตว่าสถานที่ใช้เลี้ยงผึ้งนั้นปลอดภัยจากสารพิษตกค้างของยาฆ่าแมลง และชนิดของพืชที่ให้ละอองเกสรแก่ผึ้งด้วย ขณะนี้มีเกสรผึ้งที่ผลิตจากฟาร์มเลี้ยงผึ้งในประเทศไทยออกจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว ราคาถูกกว่าของที่นำเข้าจากต่างประเทศ ฉะนั้นผู้ที่ต้องการจะบริโภคเกสรผึ้งจึงควร สนับสนุน สินค้าที่ผลิตขึ้นในประเทศ เพื่อช่วยเศรษฐกิจของชาติทางหนึ่งด้วย



## การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับชนิด 1 เฟส

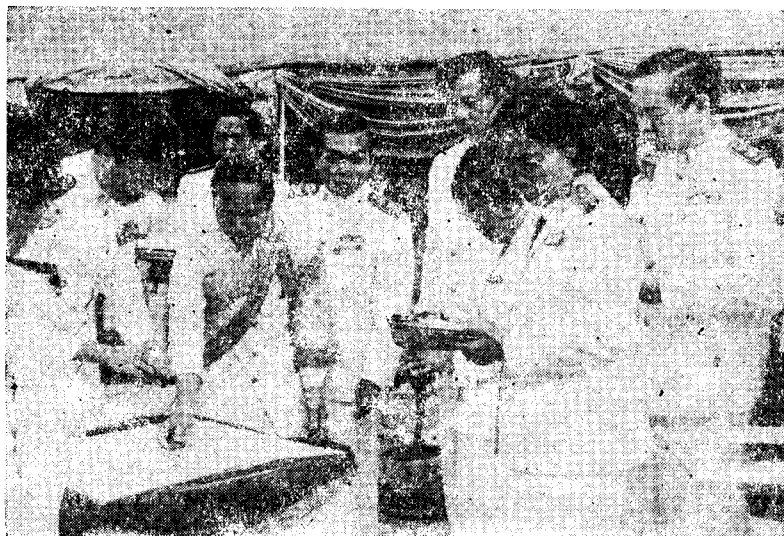
มอเตอร์เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล พลังงานกลที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ตามลักษณะงานที่ต้องการได้ มอเตอร์ไฟฟ้ามักใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ มอเตอร์ไฟฟ้าที่เราพบเห็นได้บ่อยๆ ได้แก่ มอเตอร์ปั๊มน้ำที่ใช้ตามบ้าน หรือมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องเลื่อยไฟฟ้าที่ใช้ตัดเหล็กขายตามท้องตลาด ซึ่งมักเป็นมอเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้า ๑ เฟส มีขนาดเล็ก คือมีขนาดตั้งแต่  $\frac{1}{2}$  ถึง  $\frac{3}{4}$  แรงม้าเท่านั้น

ในการสร้างหรือออกแบบเพื่อใช้งานจะต้องสร้างให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพสูงมาก ๆ นั่นคือให้พลังงานสูญเสียมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งความต้องการนี้ไม่ใช่จะทำให้ได้ง่ายนัก เพราะเมื่อออกแบบให้มอเตอร์สูญเสียพลังงานน้อยลง การทำงานของมอเตอร์ก็จะมีความบกพร่องด้านอื่น เช่น เมื่อต้องการลดความร้อนที่เกิดขึ้นในขดลวด ก็ต้องออกแบบให้ขดลวดมีความต้านทานต่ำ ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าในตัวย่อยตกเมื่อสตาร์ทเครื่อง หรือเมื่อพยายามลดความร้อนในแกนแม่เหล็ก ก็ต้องพยายามทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าต่ำ ซึ่งก็จะเกิดปัญหาทำให้กำลังของมอเตอร์ตกเป็นต้น การออกแบบมอเตอร์จึงต้องทำโดยหาค่าตัวแปรต่างๆ ให้เหมาะสม คือ ให้มีความสูญเสียต่ำที่พอเหมาะและขณะเดียวกันให้มีสมรรถภาพสูงตามต้องการ โดยคำนึงถึงคุณภาพของแกนเหล็กที่นำมาใช้ มีการระบายอากาศตรงตามที่มาตรฐานกำหนด และเทคนิคที่เหมาะสมอื่น ๆ อีก มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วไปแล้ว จะแจ้งกำลังม้าไว้ที่บนแผ่นป้ายพิกัด ซึ่งผู้ซื้อ

ไม่อาจทราบได้ว่ามอเตอร์มีกำลังม้าตรงตามที่ระบุหรือไม่ ผู้ขายอาจแจ้งไว้ไม่ตรงตามความเป็นจริงก็ได้ ทำให้ผู้ซื้อเสียประโยชน์ เช่น ได้ซื้อมอเตอร์ที่ระบุ  $\frac{1}{2}$  แรงม้าไปใช้งาน แต่มอเตอร์มีกำลังม้าเพียง  $\frac{1}{4}$  แรงม้า ในกรณีเช่นนี้ ผู้ซื้อเข้าใจว่าเป็นมอเตอร์  $\frac{1}{2}$  แรงม้า และนำไปใช้กับงานขนาด  $\frac{1}{2}$  แรงม้า ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ต้องทำงานเกินขนาด มอเตอร์อาจไหม้ เป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ได้ ด้วยเหตุนี้ในการเลือกมอเตอร์ไปใช้งาน จำเป็นจะต้องทดสอบให้แน่นอนเสียก่อนว่ามอเตอร์มีกำลังม้าตรงตามที่ได้ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดหรือไม่ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ทำการทดลองวัดแรงม้าของมอเตอร์ชนิดใช้กับไฟฟ้า ๑ เฟส ขนาดตั้งแต่  $\frac{1}{2}$  ถึง  $\frac{3}{4}$  แรงม้า โดยใช้มาตรฐานของต่างประเทศ (JIS.C 4203) เป็นเอกสารอ้างอิง และได้ให้บริการการวิเคราะห์ทดสอบในบึงบประมาณ ๒๕๒๔—๒๕๒๕ ไปแล้วรวมจำนวน ๑๔ ตัวอย่าง เป็นตัวอย่าง ที่ส่งโดยเอกชน ห้างหุ้นส่วนจำกัด หรือบริษัทจำกัด รวม ๑๑ ตัวอย่าง และเป็นตัวอย่าง ที่ส่งโดยสำนักงานตรวจเงินแผ่นดิน ๓ ตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างทั้ง ๑๔ ตัวอย่าง พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียง ๖ ตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีมอเตอร์ที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมากกว่าร้อยละห้าสิบของตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ทำการวิเคราะห์ทดสอบ ดังนั้นเพื่อที่จะรักษาและคุ้มครองผลประโยชน์ของผู้ซื้อ จึงควรจะต้องตรวจวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างมอเตอร์ให้รู้เสียก่อนว่า มีกำลังม้าตรงตามที่ได้ระบุไว้บนแผ่นป้ายพิกัดหรือไม่

(อ่านต่อหน้า ๒๔)

# ข่าวก้าวไปในวศ.



นายบัญญัติ บรรทัดฐาน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน เป็นประธานในพิธีวางศิลาฤกษ์อาคารปฏิบัติการมาตรวิทยาและหอสมุดวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ บริเวณกรมวิทยาศาสตร์บริการ (๘ ม.ค. ๒๕๓๐)



ดร. เจริญ วัชรรังษี ให้การต้อนรับ ฯพณฯ นายบัญญัติ บรรทัดฐาน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน และ ดร. พิจิตร รัตกุล รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ ในการเข้าเยี่ยมชมกิจการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (๕ พ.ย. ๒๕๒๕)



ดร. เจริญ วัชรวัชรี อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปรีกษาหารือร่วมกับนายวิสิทธิ์ น้อยพันธุ์ เลขานุการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อประสานความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงาน โดยมีนางสาวเสวิมศรี คงศักดิ์ และ นายสุชาติ มงคลพันธุ์ รองอธิบดีฯ ร่วมในการปรึกษาหารือด้วย (๔ ธ.ค. ๒๕๒๕)

#### การร่วมจัดนิทรรศการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ไปจัดนิทรรศการเรื่องการทำปูนซีเมนต์โปซโซลาน่าจากเถ้าแกลบ การทำวัสดุก่อสร้างจากปูนซีเมนต์โปซโซลาน่าและการทำเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือทิ้งการเกษตรฯ ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ ๑๒ ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

#### การฝึกอบรมทางวิชาการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้การฝึกอบรมทางวิชาการแก่หน่วยต่าง ๆ ทั้งส่วนราชการและเอกชน รวมทั้งนิสิตนักศึกษา ดังต่อไปนี้

— ฝึกอบรมด้านการออกแบบลดลวดลายผลิตภัณฑ์และกระเบื้องประดับผนัง แก่นักศึกษาแผนกออกแบบผลิตภัณฑ์ วิทยาลัยเทคโนโลยีวิทยาเขตเพาะช่าง

— ฝึกอบรมด้านการใช้เครื่องมือ เทคนิคการทำเครื่องปั้นดินเผา การปั้นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ การทำน้ำยาเคลือบ ณ ศูนย์ศิลปาชีพเครื่องปั้นดินเผา จ. นราธิวาส บ้านกุดนาขาม จ. สกลนคร และบ้านแม่ตำ จ. ลำปาง

— ฝึกอบรมเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาและการปั้นผลิตภัณฑ์ แก่นักศึกษาวิทยาลัยครูพระนครและนักเรียนศูนย์ศิลปาชีพสวนจิตรลดา

— ฝึกอบรมและบรรยายเรื่องสิทธิบัตรและการค้นหาข้อสนเทศจากเอกสารสิทธิบัตรและประโยชน์ของข้อสนเทศสิทธิบัตร แก่นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

— บรรยายเรื่องการตรวจสอบคุณภาพกระดาษที่โรงพิมพ์ธนบัตร ธนาคารแห่งประเทศไทย



## การเยี่ยมชมกิจการ

- ฯพณฯ นายบัญญัติ บรรทัดฐาน รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน และ ดร. พิจิตต รัตตกุล รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ เข้าเยี่ยมชมกิจการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- นายวิสิทธิ์ น้อยพันธุ์ เลขานุการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและคณะ เข้าเยี่ยมชมกิจการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- อาจารย์จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้เข้าเยี่ยมชมกิจการของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- Dr. Tamas Kemen, Dr. Steffen Pieser และคณะเข้าเยี่ยมชมและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการปฏิบัติงานด้านมาตรวิทยา
- เจ้าหน้าที่กรมอุทกหารเรือ เข้าเยี่ยมชมงานวัสดุก่อสร้างเกี่ยวกับวิธีการทดสอบและเครื่องมือทดสอบชนิดต่าง ๆ
- นักศึกษาจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตลาดกระบัง เข้าเยี่ยมชมห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- อาจารย์และนักเรียนโรงเรียนอานวยศิลป์ เข้าเยี่ยมชมกิจการของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ
- นักศึกษาวิทยาลัยครุกาญจน์บุรีและผู้สนใจ เข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

## การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

- นายสุชาติ มงคลพันธุ์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับทุนรัฐบาลออสเตรเลีย ไปศึกษาด้าน Research and Development Management ที่ประเทศออสเตรเลีย
- นายพายัพ นามประเสริฐ ข้าราชการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ไปประชุม ISO/TC 45 ครั้งที่ ๓๔ เกี่ยวกับมาตรฐานยางและผลิตภัณฑ์ยาง ที่ประเทศสหภาพโซเวียต
- นางสาวดาวรรณ ศิลปโกชากุล ข้าราชการกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รับทุน WIPO/EPO ไปศึกษาด้าน Technical Information as an Aid to Industrial Development : Patent Documents ที่ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ เนเธอร์แลนด์ และสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
- นางสาวสุจินดา โชติพานิช ข้าราชการกองการวิจัย ได้รับทุนรัฐบาลออสเตรเลียไปฝึกอบรมในหลักสูตร Research and Development Management ที่ประเทศออสเตรเลีย
- นางสาวสุจินต์ ศรีคงศรี ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปประชุมคณะกรรมการวิชาการ สาขาวิธีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง ครั้งที่ ๑๕ ที่ประเทศฮังการี
- นางสาวคุษฎี แซ่ไหล ข้าราชการกองเคมี ได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ไปร่วมโครงการมิตรภาพสำหรับศตวรรษที่ ๒๑ ปี ๒๕๒๙ กลุ่มอาเซียน ที่ประเทศญี่ปุ่น





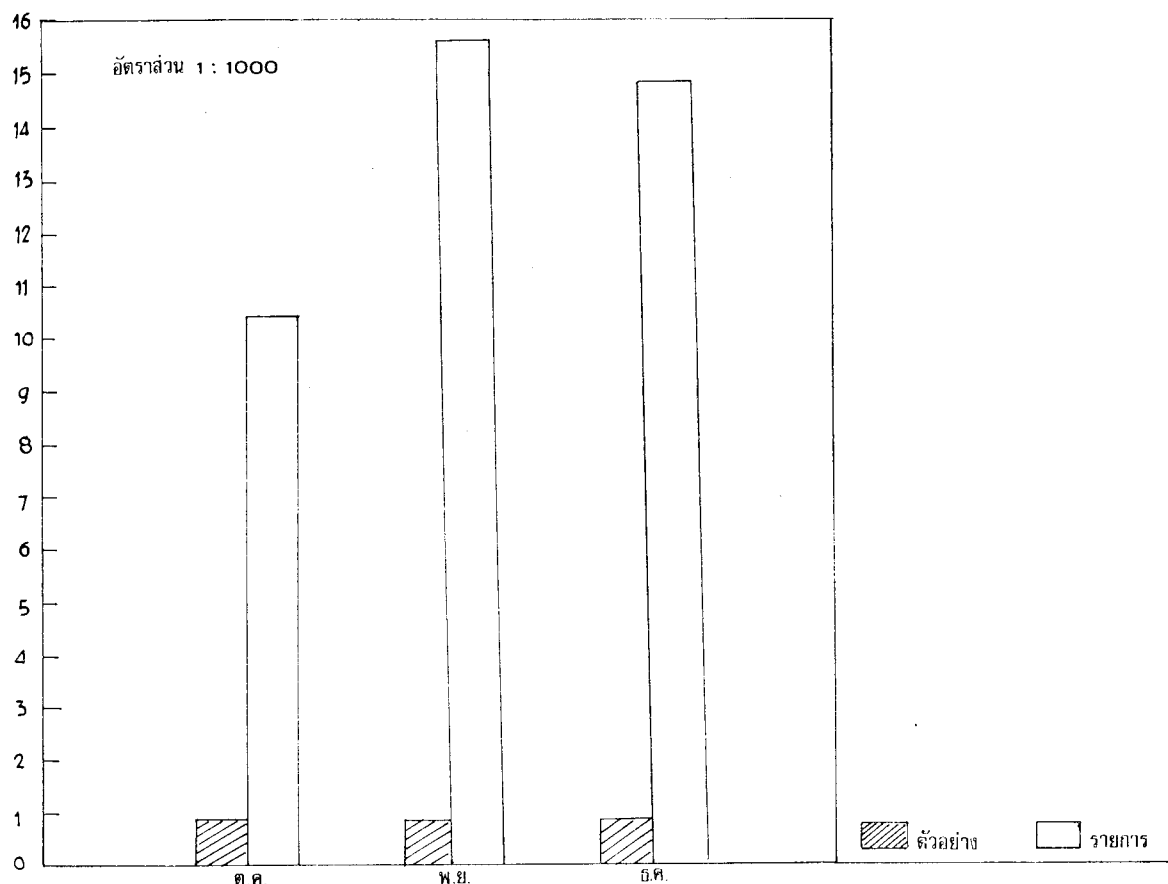
- สัมภาษณ์** คุณปรีชา ธนาสุกิจ อายุ ๓๐ ปี วิทยาศาสตร์บัณฑิต เจ้าของบริษัท สแตนดาร์ด-ฟอร์มูล่า จำกัด ผลิตและจำหน่ายน้ำยาทำความสะอาด
- ถาม** แรงจูงใจในการผลิตน้ำยาทำความสะอาดออกจำหน่าย
- ตอบ** เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการนำเข้ามา ราคาแพงทั้งที่ต้นทุนต่ำและทำได้ง่าย นอกจากนั้นการพัฒนาคุณภาพสินค้าด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่ในวิสัยที่ทำได้และท้าทายความสามารถ
- ถาม** ความรู้ที่ใช้ในการผลิตขั้นต้นได้จากที่ไหน
- ตอบ** ครั้งแรกทดลองผสมเองโดยใช้สูตรตัวอย่างที่ได้จากบริษัทที่ขายเคมีภัณฑ์ และความรู้เคมีพื้นฐานที่ได้เรียนจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ แต่คุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่ดีเท่าที่ต้องการ จึงต้องหาทางแก้ไขสูตร
- ถาม** แก้ไขปัญหาได้อย่างไร
- ตอบ** ค้นคว้าความรู้ทางวิชาการเพื่อศึกษาหาวิธีแก้ไข
- ถาม** ความรู้ที่ใช้ในการผลิตหาได้จากที่ไหน
- ตอบ** ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- ถาม** ความรู้จากเอกสารในห้องสมุดฯ พอเพียงสำหรับพื้นฐานในการผลิตสินค้าออกจำหน่ายในขั้นแรกหรือไม่
- ตอบ** มากเกินพอ สำหรับผมข้อมูลที่ใช้เกือบ ๑๐๐% ได้จากห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ
- ถาม** หลังจากสินค้าวางตลาดแล้ว ยังต้องค้นหาความรู้เพิ่มเติมอีกหรือไม่
- ตอบ** เป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะต้องพัฒนาคุณภาพสินค้าให้ตรงกับความต้องการของตลาดและห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีเอกสารและการบริการที่ช่วยในเรื่องนี้พอสมควร
- ถาม** เอกสารที่ใช้ส่วนมากเป็นเอกสารประเภทใด
- ตอบ** สิทธิบัตรและมาตรฐาน เพราะความรู้ที่มีช่วยในการปรับปรุงคุณภาพสินค้าได้มาก
- ถาม** ขอทราบทัศนะเกี่ยวกับการลงทุนในด้านเอกสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม
- ตอบ** เป็นการลงทุนที่ประหยัดและคุ้มค่าที่สุด เอกสารทางวิชาการเหล่านี้เป็นปัจจัยพื้นฐานทางการผลิตที่สำคัญอันหนึ่ง รัฐควรจะสนับสนุนด้วยการจัดสรรงบประมาณในการพัฒนาแหล่งความรู้ในรูปเอกสาร ที่มีอยู่ในห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ และศูนย์สนเทศสิทธิบัตรฯ ให้สมบูรณ์มากกว่านี้

- สัมภาษณ์** คุณประสาธก์ กาญจนบัตร อายุ ๔๔ ปี เศรษฐศาสตร์บัณฑิต กรรมการผู้จัดการบริษัท อุทุมพร เคมีคอล จำกัด ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตและจำหน่ายถ่านกัมมันต์จาก กะลามะพร้าว
- ถาม** ถ่านกัมมันต์ที่บริษัทอุทุมพรผลิต มีกี่ชนิด อะไรบ้าง และใช้อะไรเป็นวัตถุดิบ
- ตอบ** บริษัทฯ ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยใช้ไอน้ำ เราผลิตทั้งชนิดเม็ด (granule) และชนิดผง (powder)
- ถาม** ทำไมจึงคิดผลิตถ่านกัมมันต์
- ตอบ** วัตถุดิบ คือ กะลามะพร้าวหาได้ไม่ยาก และปีหนึ่ง ๆ ไทยเรานำสินค้านี้เข้าประเทศ มูลค่าสูงมาก เพราะถ่านกัมมันต์ใช้ได้กับอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ต้องการขบวนการ คัดสีและขจัดกลิ่น
- ถาม** กรรมวิธีการผลิตนี้ บริษัทฯ ชื่อ know how มาหรือ
- ตอบ** ไม่ใช่ครับ เราศึกษาด้วยตัวเอง
- ถาม** เริ่มต้นศึกษาจากเอกสารเองหรือ
- ตอบ** ใช่ครับ แต่ที่แรกเราไม่ทราบว่าแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ห้องสมุด กรมวิทยาศาสตร์บริการ เราศึกษาจากตำราเท่าที่มีอยู่ แล้วทดลองในห้องทดลองก่อน ต่อมาจึงทำ pilot plant แล้วจึงลงมือผลิตเป็นอุตสาหกรรม แต่คุณภาพไม่เป็นที่น่าพอใจ
- ถาม** ใช้เวลานานเท่าไรที่จะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาด
- ตอบ** ใช้เวลาหลายปีที่เดียวในตอนแรก แต่ถ้าผมทราบว่า มีเอกสารต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เอกสารสิทธิบัตรเกี่ยวกับเรื่องการผลิตถ่านกัมมันต์ ที่ผมสามารถค้นหาได้ในห้องสมุดฯ นำไปศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาได้ คงไม่ต้องใช้เวลานานหลายปี
- ถาม** ทราบได้อย่างไรว่า ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีเอกสารที่จะช่วยแก้ปัญหาการผลิตได้
- ตอบ** ทราบจากเจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ เมื่อเอาผลิตภัณฑ์มาให้วิเคราะห์เพื่อรับรองคุณภาพ และเมื่อเข้ามาใช้บริการปรากฏว่าเจ้าหน้าที่ห้องสมุดให้ความร่วมมือดีมาก เพราะผมมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แค่ระดับมัธยมปลายเท่านั้น การช่วยเหลือแนะนำ เอกสาร วิธีค้น และช่วยจัดหาเอกสารจึงช่วยผมมาก

- ถาม** มีความพอใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้หรือไม่
- ตอบ** ครับ แต่เรายังต้องพัฒนาวิธีการผลิตอยู่เรื่อย ๆ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดแม้ว่าขณะนี้ผลิตภัณฑ์ของเราจะเป็นที่ยอมรับของตลาดในประเทศอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา แล้วก็ตาม ในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตใหม่ ๆ เป็นสิ่งจำเป็น ผมคิดว่าห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีบริการต่าง ๆ ที่ช่วยในการศึกษาค้นคว้าได้ดีมาก
- ถาม** ขอทราบทัศนะเรื่องแหล่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ตอบ** เป็นสิ่งสำคัญ และควรประชาสัมพันธ์ให้นักอุตสาหกรรมและธุรกิจเอกชนทราบว่าที่ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ มีบริการให้ความช่วยเหลือในเรื่องนี้อยู่แล้ว



**สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายงานวิเคราะห์ทดสอบ  
เดือนตุลาคม—เดือนธันวาคม 2529**




**บริษัท อูธัมพร เคมีคอล จำกัด**

77/6 หมู่ 9 ซอยเคอทองใหญ่ ถนนสุขุมวิท 1  
แขวงวัฒนา เขตปทุมธานี กรุงเทพฯ 10160  
โทร. 413 2324, 413 2258, 413 3776, 413 4756  
แฟกซ์ : 87075 THEPFLD TH

**UDHUMPOR CHEMICAL CO.,LTD.**

77/6 Moo 9 Soi Kioongngay Sukhaphan 1 Rd  
Bangkok Pancharoen, Bangkok 10160 Thailand  
Tel: 413 2324, 413 2258, 413 3776, 413 4756  
Telex: 87075 THEPFLD TH

ที่ อค. 149/2529

6 สิงหาคม 2529

เรื่อง ขอบขอพระคุณและขึ้นชมการให้บริการของห้องสมุดฯ

เรียน ผู้อำนวยการห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ตัวอย่างถ่านกัมมันต์

**กรมวิทยาศาสตร์บริการ**

5282

เลขที่

วันที่ 6 สิงหาคม 2529

เวลา 15.35 น.

บริษัทต้องขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ห้องสมุดฯ เป็นอย่างมากที่ได้ให้บริการเกี่ยวกับการค้นคว้า และแนะนำเอกสาร ตลอดจนหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีแก่บริษัท เพื่อใช้ในการค้นคว้าวิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว (Activated Carbon) และจากวัสดุเหลือใช้อื่นๆ ที่มีคุณภาพ เท่าเทียมกับของที่ผลิตจากต่างประเทศ

จากความร่วมมือของห้องสมุดแห่งนี้ เป็นผลให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติเป็นส่วนรวมโดยสรุปดังนี้

1. ทำให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ได้ด้วยความสามารถของคนไทย เป็นการประหยัดเงินค่าซื้อ Know - How และเครื่องจักรจากต่างประเทศ
2. สามารถสร้างอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อรองรับผลผลิตทางการเกษตร เช่น มะพร้าว ซึ่งกำลังมีราคาตกต่ำเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เป็นการช่วยเหลือเกษตรกรอีกทางหนึ่ง
3. บริษัทสามารถผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าและเหลือส่งออกเพื่อลดดุลการค้าและหาเงินตราจากต่างประเทศ
4. ทำให้เกิดการสร้างงานในชนบทและป้องกันการว่างงานของประชากรเข้ามาแออัดในเมืองหลวง
5. ความสำเร็จด้วยความร่วมมือของห้องสมุดแห่งนี้และบริษัท จะเป็นเครื่องกระตุ้นและเป็นกำลังใจแก่ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนให้หันมาร่วมมือกันในการพัฒนาเทคโนโลยีด้วยคนไทยให้มากขึ้น

บริษัทเห็นว่า ห้องสมุดแห่งนี้ เป็น "ศูนย์ทรัพยากรปัญญา" อันมีค่ามหาศาลต่อประเทศ หากภาครัฐบาลและภาคเอกชนได้ให้ความสนใจอย่างจริงจัง

จึงเรียนมาเพื่อขอขอบพระคุณต่อท่านผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้บริการแก่บริษัทด้วยความตั้งใจตลอดมา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าห้องสมุดแห่งนี้จะสามารถอำนวยประโยชน์แก่ประเทศชาติในการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม เพื่อสร้างเศรษฐกิจส่วนรวมของชาติต่อไปอย่างไม่มีหยุดยั้ง

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง

(นายประสาธน์ กาญจนมิตร)

กรรมการผู้จัดการ

จัดทำและเผยแพร่โดย

งานประชาสัมพันธ์

กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพระราม ๖/โยธี พญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐

โทร. ๒๕๖๐๐๖๕ ต่อ ๒๐๐

## สารบัญ

|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| ๒  | ซิลค์สกรีนกับลวดลายบนภาชนะเคลือบ                |
| ๕  | กินไขอย่างไรจึงได้ประโยชน์                      |
| ๙  | การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว       |
| ๑๕ | สารที่น่ารู้เกี่ยวกับเงิน                       |
| ๒๑ | กัมมันตภาพรังสีจากบุหรื                         |
| ๒๔ | วิธีเก็บรวบรวมยางมะละกอเป็นปาเปนดิบ             |
| ๒๙ | มิโซะ (Miso) อาหารราคาถูกแต่ทรงคุณค่าของญี่ปุ่น |
| ๓๓ | การเพิ่มความทนทานของผิวเคลือบสังกะสี            |
| ๓๔ | เกสรผึ้ง (Bee pollen)                           |
| ๓๖ | การทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส         |
| ๓๗ | ข้าวทั่วไปใน วศ.                                |
| ๔๐ | ข้อคิดเห็นจากผู้ให้บริการห้องสมุดฯ              |
| ๔๒ | สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ทดสอบ   |

เครื่องมือหาความหนาของโลหะผิวชุบ (Couloscope)



พิมพ์ที่โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก