



# ข่าว กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ฉบับที่ ๑๐๘

พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๒๘

ด้วย



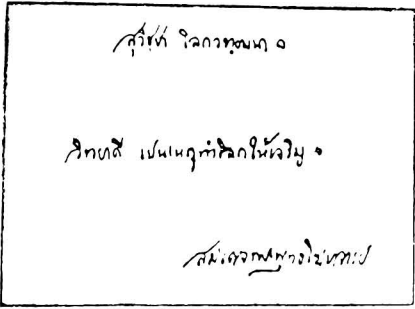
# น้ำผึ้ง

น้ำผึ้งเป็นผลผลิตของน้ำหวานจากดอกไม้ และแหล่งน้ำหวานอื่น ๆ ซึ่งผึ้งนำมาเก็บสะสมไว้ในรังผึ้ง ดังนั้นน้ำผึ้งจึงมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับแหล่งของน้ำหวานที่ได้มา โดยเฉพาะกลิ่นรสซึ่งจะเป็นไปตามลักษณะหรือชนิดของเกสรดอกไม้ นั้น ๆ

มีผู้ศึกษาส่วนประกอบของน้ำผึ้ง พบว่าประกอบด้วยสารต่าง ๆ ประมาณ ๘๐ ชนิด ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญต่อมนุษย์ แต่ส่วนประกอบหลักคือน้ำตาลเชิงเดี่ยว (กลูโคสและฟรุคโตส) ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย มีน้ำตาลซูโครสบ้างไม่มากนักซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของน้ำผึ้ง ในทางการแพทย์นิยมให้น้ำตาลเชิงเดี่ยวโดยเฉพาะกลูโคสแก่ผู้ป่วยเพื่อช่วยลดความอ่อนเพลีย ดังนั้นน้ำผึ้งจึงจัดว่าเป็นแหล่งของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับคนที่ต้องการมีกำลังในทันที ควรดื่มน้ำผึ้ง เช่น นักกีฬาควรดื่มน้ำผึ้งก่อนการเล่นกีฬา หรือในช่วงระหว่างการหยุดพัก เพื่อช่วยให้สดชื่นและเรียกกำลังกลับคืนมาได้โดยเร็ว น้ำผึ้งให้พลังงาน

ประมาณ ๓๑๕ - ๓๓๓ กิโลแคลอรี/๑๐๐ กรัม

นอกจากน้ำตาลแล้วน้ำผึ้งยังมีสารอื่นเป็นองค์ประกอบอีก เช่น โปรตีน เปปไทด์ กรดอะมิโน แร่ธาตุ วิตามิน เอ็นไซม์ ฮอร์โมน ซึ่งทำให้น้ำผึ้งมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น สำหรับเอ็นไซม์ที่พบเป็นพวกไดแอสเตส (หรืออะมิเลส) อินเวอร์เตส เป็นต้น ส่วนแร่ธาตุที่พบมากได้แก่ เกลือของแคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก คลอรีน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และไอโอดีน ปริมาณของแร่ธาตุเหล่านี้ในน้ำผึ้งมีอยู่ใกล้เคียงกับปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในเลือด ดังตารางที่ ๑ ในน้ำผึ้งบางชนิดจะพบว่ามีเรเดียียมอยู่ด้วย กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้ทำการทดลองศึกษาหาปริมาณแร่ธาตุในน้ำผึ้ง และได้ตีพิมพ์ผลการทดลองศึกษา ในเอกสารข่าวกรมวิทยาศาสตร์



บริการ ฉบับที่ ๑๐๗ นอกจากแร่ธาตุดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในน้ำผึ้งยังมีแร่ธาตุปริมาณน้อยที่ร่างกายต้องการอยู่ครบถ้วน

ในน้ำผึ้งยังพบวิตามินต่างๆ ซึ่งเป็นสารที่ร่างกายจำเป็นต้องใช้ จะขาดเสียไม่ได้ หลายอย่างได้แก่ วิตามิน บี ๑ บี ๒ บี ๓ (หรือกรดแพนโทธิค) บี ๕ (หรือกรดนิโคตินิค) บี ๖ ซี อี เค และแคโรทีน ในปริมาณที่จัดว่ามากพอควร ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๒

ตามที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าน้ำผึ้งประกอบด้วยสารต่าง ๆ มากมายหลายชนิด ซึ่งล้วนแต่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งยังมีกลิ่นรสหอมหวานน่ารับประทานอีกด้วย นอกจากจะใช้รับประทานโดยตรงแล้วมนุษย์ยังนำน้ำผึ้งมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นอีก ได้แก่

๑. ในสมัยโบราณชาวอียิปต์และชาวกรีก ใช้ น้ำผึ้งช่วยเก็บรักษาร่างกาย ของคนที่ตายแล้ว ให้คงสภาพอยู่ ทั้งนี้เพราะน้ำผึ้งมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงมีคุณสมบัติในการต่อต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้
  ๒. ในทางเภสัชกรรมแผนโบราณใช้รับประทานกับยา โดยถือว่าเป็นยาอายุวัฒนะ
  ๓. ใช้ทาใบยาสูบ แล้วอบ ทำให้เก็บรักษาใบยาไว้ได้นานและมีกลิ่นหอมชวนสูบบุหรี่
  ๔. ใช้ในการถนอมอาหารบางชนิด เช่น ใช้ในการดองผลไม้
  ๕. ใช้ในการเสริมสวย เช่น ทาผิว ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสวยงาม เพราะวิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำผึ้ง
- น้ำผึ้งที่ได้จากธรรมชาติจะมีรสหวานจัด กลิ่นหอม มีสีเหลืองอ่อน ๆ จนถึงสีน้ำตาลเข้ม แล้วแต่แหล่งที่ได้มา ในบ้านเราผึ้งที่ให้น้ำผึ้งตามธรรมชาติได้แก่ ผึ้งโพรง ผึ้งมัม และผึ้งหลวง ในปัจจุบันนี้มี

ผู้รู้คุณค่าของน้ำผึ้งกันกว้างขวาง จึงทำให้มีผู้นิยมรับประทานน้ำผึ้งกันมากขึ้น จนทำให้ผลผลิตตามธรรมชาติมีไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีการเลี้ยงผึ้งเป็นอุตสาหกรรม ผึ้งที่นำมาเลี้ยงเป็นผึ้งโพรง และผึ้งพันธุ์ (พันธุ์จากต่างประเทศ) น้ำผึ้งที่ได้จากผึ้งเลี้ยงนี้มีคุณสมบัติที่ทัดเทียมกับน้ำผึ้งที่ได้ตามธรรมชาติ ถ้าเลี้ยงอย่างถูกต้อง และยังสามารถเจาะจงให้ได้ น้ำผึ้งจากแหล่งของเกสรดอกไม้ตามความต้องการ เช่น จากสวนลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น โดยที่ผึ้งจะได้รับการดูแลเอาใจใส่ไม่ให้ขาดอาหาร ทำให้ได้น้ำผึ้งมากกว่าผึ้งที่หาอาหารตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามปัจจุบัน น้ำผึ้งยังมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาล ดังนั้นจึงทำให้มีการปนปลอมน้ำผึ้งขึ้น โดยการนำน้ำเชื่อมมาแต่งกลิ่นและเติมแบะแซเพื่อให้ดูขุ่น หรือนำน้ำเชื่อมมาย่อยให้มีส่วนประกอบคล้ายน้ำผึ้งแล้วแต่งกลิ่น ผู้บริโภคจึงควรพิจารณาให้ถี่ถ้วนก่อนซื้อ และควรอ่านฉลากด้วย ลักษณะน้ำผึ้งที่ดีควรมีลักษณะ

ขุ่นหนืดซึ่งแสดงว่ามีน้ำน้อย มีกลิ่นหอมของน้ำผึ้ง และดอกไม้ตามแหล่งที่ได้มา ไม่มีฟองอันเนื่องมาจากการบูด สะอาดไม่มีไขผึ้งหรือตัวผึ้งปน สี มีสีเหลืองอ่อน ๆ ถึงสีน้ำตาล สำหรับผู้ที่คุ้นเคยกับการรับประทานน้ำผึ้งสามารถพิสูจน์ได้ง่าย ๆ จากการดูลักษณะดมกลิ่นและชิม แต่ถ้าไม่คุ้นเคยจะเป็นการยาก นอกจากจะใช้การวินิจฉัยโดยการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ ดังได้แสดงรายการตรวจสอบไว้ในตารางที่ ๓

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เล็งเห็นความสำคัญของน้ำผึ้ง ต่อผู้บริโภค จึงได้จัดทำมาตรฐานน้ำผึ้งแท้ขึ้น ขณะนี้ ได้มีผู้ผลิตหลายรายมาขอเครื่องหมายมาตรฐานแล้ว ดังนั้น เพื่อความมั่นใจว่าน้ำผึ้งที่ซื้อนั้นเป็นน้ำผึ้งแท้ จึงควรเลือกซื้อน้ำผึ้งที่มีเครื่องหมายมาตรฐานแสดงไว้ที่ฉลากด้วย สำหรับท่านที่สนใจจะนำน้ำผึ้งมาวิเคราะห์ว่าเป็นน้ำผึ้งแท้หรือไม่ โปรดติดต่อกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวัน เวลาราชการ

ตารางที่ ๑ ปริมาณแร่ธาตุเปรียบเทียบในเลือดและในน้ำผึ้งเป็นร้อยละ

ธาตุ	ในเลือด	ในน้ำผึ้ง
แมกนีเซียม	๐.๐๑๘	๐.๐๑๘
ซัลเฟอร์	๐.๐๐๔	๐.๐๐๑
ฟอสฟอรัส	๐.๐๐๕	๐.๐๑๙
เหล็ก	เล็กน้อย	๐.๐๐๐๗
แคลเซียม	๐.๐๑๑	๐.๐๐๔
คลอรีน	๐.๓๖๐	๐.๐๒๙
โพแทสเซียม	๐.๐๓๐	๐.๓๘๖
ไอโอดีน	เล็กน้อย	เล็กน้อย
โซเดียม	๐.๓๒๐	๐.๐๐๑

ตารางที่ ๒ ปริมาณวิตามินต่าง ๆ ในน้ำผึ้งเป็นมิลลิกรัม/กิโลกรัม

บี ๑	เล็กน้อย — ๐.๑
บี ๒	เล็กน้อย — ๑.๕
บี ๓	เล็กน้อย — ๒.๐
บี ๕	เล็กน้อย — ๑.๐
บี ๖	เล็กน้อย — ๕.๐
ซี	๓๐ — ๕๔
อี	เล็กน้อย
เค	เล็กน้อย
แคโรทีน	เล็กน้อย

ตารางที่ ๓ คุณสมบัติทางเคมีของน้ำผึ้งแท้ตามมาตรฐานของโครงการมาตรฐานอาหาร  
เอฟเอโอ/ดับลิวน์เอชโอ

น้ำ	ร้อยละไม่เกิน	๒๑
น้ำตาลรีดิวิซิง	คำนวณเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต	ร้อยละไม่น้อยกว่า ๖๕
ซูโครส	ร้อยละไม่เกิน	๕
ค่าของกรด	มิลลิเอควิวาเลนต์ของกรด/๑,๐๐๐ กรัม	ไม่เกิน ๔๐
เถ้า	ร้อยละไม่เกิน	๐.๖
ค่าไดแอสเตสแอกติวิตี	ไม่น้อยกว่า	๓ หรือ ๔
ปริมาณไฮดรอกซีเมทิลเฟอรัฟรัล	มิลลิกรัม/๑,๐๐๐ กรัมไม่เกิน	๑๕ หรือ ๔๐
สารที่ไม่ละลายในน้ำ	ร้อยละไม่เกิน	๐.๑



## ขี้ผึ้งและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขี้ผึ้ง

เมื่อเอ่ยคำว่าขี้ผึ้งหลายท่านคงคุ้นหูและรู้จักกันเป็นอย่างดี เช่น หุ่นขี้ผึ้งของมาตามทูตโซ ขี้ผึ้งทาปาก หรือลิปสติกที่ทำหน้าที่ปกป้องริมฝีปากไม่ให้แตกยามลมหนาวพัดผ่านได้ และเมื่อใดมีอาการวิงเวียนศีรษะ แมลงกัดต่อย บาล์มจะช่วยให้อาการต่างๆ ทุเลาลงได้ ไม่ว่าหุ่นขี้ผึ้ง ขี้ผึ้งทาปาก หรือบาล์ม ส่วนผสมส่วนใหญ่ที่มีอยู่คือขี้ผึ้ง

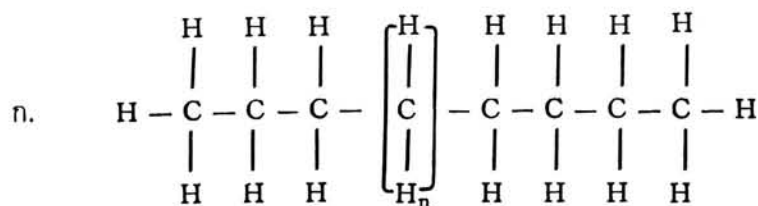
ขี้ผึ้ง (waxes) เป็นสารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและได้จากการสังเคราะห์ขึ้นตามกรรมวิธีทางเคมี ขี้ผึ้งที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ ขี้ผึ้งจากสัตว์ จากพืช และที่แยกได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ (crude petroleum)

โดยทั่วไปขี้ผึ้งเป็นของแข็งมีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นมัน เมื่อได้รับความร้อนเพียงเล็กน้อยจะอ่อนตัวและหลอมเป็นของเหลวได้ง่าย ขี้ผึ้งที่หลอมเหลวจะกลับมีคุณสมบัติดั้งเดิมได้เมื่อเย็นตัวลง แต่เดิมมาเมื่อพูดถึงขี้ผึ้ง จะหมายถึงของเหนียว ๆ ที่ได้จากตัวผึ้ง แต่ปัจจุบันคำว่าขี้ผึ้งมีความหมายกว้างขวางไปจากเดิมมาก

ขี้ผึ้งแบ่งออกได้หลายชนิดตามแหล่งที่เกิดและคุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และเคมี ดังต่อไปนี้

1. ขี้ผึ้งปิโตรเลียม (petroleum waxes) ได้แก่

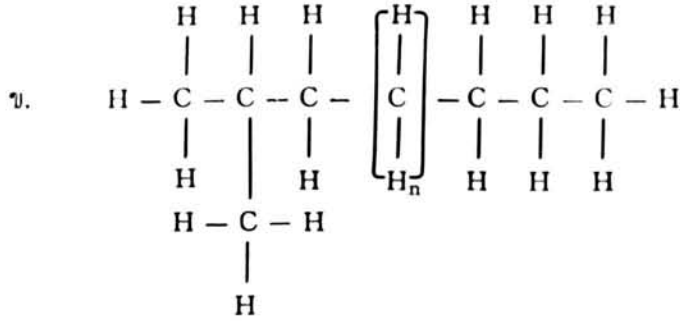
ขี้ผึ้งพาราฟินและขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ (microcrystalline waxes) ขี้ผึ้งทั้งสองชนิดนี้มาจากแหล่งที่เกิดเดียวกัน คือจากน้ำมันดิบ หากแต่ว่าขบวนการแยกออกมาแตกต่างกัน พาราฟินแยกออกได้ด้วยการกลั่นน้ำมันดิบที่ความดันปกติ สิ่งที่กลั่นออกมาได้ในช่วงอุณหภูมิหนึ่งจะเป็นของผสมระหว่างพาราฟินและน้ำมัน เมื่อทำของผสมนี้ให้เย็น จะแยกขี้ผึ้งพาราฟินออกจากน้ำมันได้โดยการกรอง สำหรับสารที่เหลืออยู่ในหม้อกลั่นจะเป็นไมโครคริสตัลไลน์แว็กซ์ ซึ่งปนอยู่กับน้ำมันหล่อลื่น และยางมะตอย จะแยกขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ออกโดยการละลายด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ขี้ผึ้งทั้งสองชนิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว (saturated hydrocarbon mixtures) มีลักษณะเป็นของแข็ง มีสีขาว คงรูปร่างได้ หลอมเหลวง่าย ผลจาก x-ray diffraction บอกถึงความแตกต่างของโครงสร้างของโมเลกุลของขี้ผึ้งทั้งสอง คือ ขี้ผึ้งพาราฟินประกอบด้วยโมเลกุลที่เป็นลูกโซ่ (straight chain) และมี branched chain ซึ่งเป็นหมู่เมทิล (2-methyl group) อยู่ตอนปลายของ chain สำหรับขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ มีหมู่เมทิลจำนวนมากกว่าและจับอยู่ที่คาร์บอนอะตอมตัวใดก็ได้ (random)



สูตรโครงสร้างของพาราฟินไฮโดรคาร์บอน แบบ straight chain



๖



สูตรโครงสร้างของพาราฟินไฮโดรคาร์บอน แบบ branched chain

ขี้ผึ้งพาราฟินมีน้ำหนักโมเลกุล ๓๖๐-๔๒๐ (C<sub>20</sub> - C<sub>30</sub>) บางตัวที่มีจุดหลอมเหลวสูงจะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงถึง ๖๐๐

สำหรับขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ มีน้ำหนักโมเลกุล ๔๕๐-๔๐๐ (C<sub>35</sub> - C<sub>60</sub>) และนี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถกลั่นแยกขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ออกมาจากน้ำมันดิบได้ภายใต้ความดันปกติ เพราะจะเกิดการสลายตัวเสียก่อน

ขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์มีความเหนียวมากกว่าขี้ผึ้งพาราฟิน ถ้าผสมน้ำมันลงในขี้ผึ้งพาราฟิน ของผสมที่ได้จะเหนอะหนะ แต่ถ้าผสมน้ำมันกับขี้ผึ้งไมโครคริสตัลไลน์ จะทำให้มีคุณสมบัติเหนียวขึ้นอีก (plasticity)

ขี้ผึ้งนี้ไม่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมีในทางอุตสาหกรรม ประโยชน์ที่ได้จากขี้ผึ้งทั้งสองมีมาก เนื่องมาจากคุณสมบัติกันการซึมของน้ำ น้ำมัน และกันความร้อนได้ ตัวอย่างได้แก่ นำมาใช้เคลือบกระดาษ เช่น กระดาษไขและเคลือบด้านในของกระดาษที่ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่องบรรจุนมสด และบรรจุอาหารแช่แข็ง นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวหล่อลื่นให้กับเครื่องมือต่าง ๆ ใช้ทำเทียนไข และผสมกับสารเคมีตัวอื่นเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับใช้ขัดเงา

๒. ขี้ผึ้งจากพืช (vegetable waxes) พันธุ์ไม้เขตร้อน (tropical) หลายชนิดสามารถสร้างขี้ผึ้งได้เองตามธรรมชาติ โดยเกิดอยู่ตามใบ ลำต้น และผล ทั้งนี้เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำไม่ให้ออกจากส่วนใด

ส่วนหนึ่งของพืชได้ง่าย ขี้ผึ้งที่ได้จากพืชมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ขี้ผึ้งเบเบอร์รี่ (bayberry) มีสีเขียวก แคนเดลีลา (candelilla) มีสีน้ำตาลอ่อน คาร์นوبا (carnauba) มีสีเหลือง เจแปน มีสีครีม และซูก้าเคน (sugarcane) เป็นต้น ในขี้ผึ้งชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมา ขี้ผึ้งคาร์นوباเป็นที่นิยมและนำมาใช้ในอุตสาหกรรมมากกว่าตัวอื่น ขี้ผึ้งคาร์นوباได้จากส่วนใบของต้นปาล์มที่ชื่อคาร์นوباปาล์ม (carnauba palm) ที่ปลูกทางตอนเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล บริเวณริมฝั่งแม่น้ำและหุบเขาที่อุดมสมบูรณ์ด้วยแร่ธาตุ ต้นไม้ชนิดนี้ได้ชื่อว่า "ต้นไม้แห่งชีวิต" (Tree of life) เนื่องจากชาวพื้นเมืองบริเวณดังกล่าวได้ใช้ทุกส่วนของต้นไม้ในการดำรงชีวิต แต่ที่น่าสนใจกว่านั้นคือ ยังสามารถสร้างขี้ผึ้งได้เองด้วย ขี้ผึ้งนี้จะทำหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำทางใบ ขี้ผึ้งที่เกิดอยู่ตามใบปาล์มนี้ หลังจากที่ทำใบปาล์มไปตากให้แห้งแล้ว ขี้ผึ้งจะหลุดออกได้ง่ายโดยการตี ขี้ผึ้งที่ได้จะเป็นผงละเอียดซึ่งต้องนำมาทำให้บริสุทธิ์อีกครั้ง ขี้ผึ้งคาร์นอบามีลักษณะแข็งเหนียว และเป็นมัน

ขี้ผึ้งที่ได้จากพืชนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายหลายอย่าง เป็นต้นว่า ผสมในเครื่องสำอางทั้งที่เป็นครีมและลิปสติก ผสมในขนมหวานบางชนิดและหมากฝรั่ง ในทางการแพทย์ใช้ขี้ผึ้งคาร์นوباผสมทำน้ำยาทาแผลหรือแต่งริมฝีปาก ใช้ในอุตสาหกรรมเส้นใยและหล่อลื่นต่าง ๆ รวมถึงสารขัดเงา และเคลือบวัสดุ เป็นต้น

๓. ขี้ผึ้งจากสัตว์ (animal waxes) เป็นขี้ผึ้งที่  
ได้จากแมลง แต่ที่นิยมกันมากในอุตสาหกรรม ได้แก่  
ขี้ผึ้งจากรังผึ้ง นอกจากนี้ยังมีขี้ผึ้งจีน (chinese wax)  
ได้จากแมลงชนิดหนึ่งในเมืองจีน ขี้ผึ้งสเปิร์มาเซทิ  
(spermaceti) ได้จากส่วนหัวและไขของปลาวาฬ

ขี้ผึ้งวูล (wool wax) หรือที่รู้จักกันว่า ลานอลิน  
(lanolin) และขี้ผึ้งเซลแลค เป็นต้น ขี้ผึ้งจากสัตว์ชนิด  
ต่าง ๆ มีความสำคัญเท่าเทียมกัน แต่ขี้ผึ้งจากผึ้งได้รับความ  
สนใจจากนักวิทยาศาสตร์มากกว่า ขี้ผึ้งจากผึ้ง  
สกัดได้จากการนำรังผึ้งไปหลอมหรือต้มกับน้ำ ขี้ผึ้งจะ  
แยกตัวออกมา จากนั้นนำมาทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งโดย  
การหลอมแล้วกรองแยกสิ่งสกปรกออก ขี้ผึ้งที่ได้มีสี  
ขาวหรือเหลืองอ่อน องค์ประกอบทางเคมีของขี้ผึ้งจาก  
ผึ้งเมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่า เป็นเอสเทอร์ของมายริซิล-  
ปาล์มิต (myricyl palmitate) กรดเซโรติก และ  
กรดโฮโมโลกัส (cerotic and homologous acids)  
ผสมกันอยู่ ขี้ผึ้งที่ได้จากสัตว์นำมาใช้ประโยชน์ได้มาก  
เช่น ใช้เป็นส่วนผสมในหมากฝรั่ง เครื่องสำอางทั้ง  
ที่เป็นครีมและโลชั่น สบู่ ผสมในน้ำมันใส่ผม และ  
ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมหนัง เส้นใย กระดาษ พิมพ์  
ภาพ ยา เป็นต้น

๔. ขี้ผึ้งจากแร่ (mineral waxes) เป็นขี้ผึ้งที่มี  
แหล่งที่เกิดมาจาก fossil ได้แก่ขี้ผึ้งมอนทาน (Montan)  
มีสีน้ำตาล ซึ่งได้จากการสกัดด้านหินลิกไนต์ด้วยตัว  
ทำละลายอินทรีย์ ขี้ผึ้งโอโซเซอไรต์ (ozocerite) มีสี  
ขาว หรือสีคล้ำเกือบดำ แยกออกจากด้านหินบิทูเมนซ์  
โดยการหลอมในน้ำร้อน ขี้ผึ้งจะลอยตัวแยกออกมา  
ขี้ผึ้งเซเรซิน (ceresin) มีลักษณะคล้ายกับขี้ผึ้งพารา  
ฟิน แต่มีสีเหลือง ขี้ผึ้งจากแร่ มีคุณสมบัติต่างไปจาก  
ขี้ผึ้งชนิดอื่น คือค่อนข้างแข็ง และมีจุดหลอมเหลว  
สูง คือเกือบถึงจุดเดือดของน้ำ ประโยชน์ที่ได้จาก  
ขี้ผึ้งจากแร่ส่วนใหญ่คือ นำไปผสมกับสารโพลีเมอร์  
อื่น เพื่อใช้เป็นสารขัดเงา และใช้เคลือบกระดาษ  
คาร์บอน หนัง ไม้ เส้นใย เพื่อทำให้วัสดุเหล่านั้น  
มีความแข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น

๕. ขี้ผึ้งสังเคราะห์ (synthetic waxes) จัดเป็น  
สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งสังเคราะห์  
มาจากสารอื่นที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นขี้ผึ้งเลย ขี้ผึ้ง  
สังเคราะห์มีหลายชนิด แต่ที่น่าสนใจได้แก่

— เซทิลแอลกอฮอล์ (cetyl alcohol) มีสูตร  
โครงสร้างเป็นแอลกอฮอล์ แต่ลักษณะที่เห็นเป็นของ  
แข็ง เงามัน สังเคราะห์มาจากการไฮโดรไลซ์เอสเทอร์  
ของเซทิลปาล์มิต แต่ปัจจุบันสามารถสังเคราะห์ขึ้น  
มาจากสารประกอบบีโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้ ประ-  
โยชน์ของขี้ผึ้งนี้ในทางอุตสาหกรรมใช้เป็น emulsifier  
ช่วยให้น้ำเข้ากับน้ำมันได้ (water-in-oil)

— กรดสเตียริก บางครั้งจะเรียก stearin สัง-  
เคราะห์ได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น จากการสลายตัว  
ของไขมันสัตว์ด้วยด่าง แยกส่วนที่เป็นของเหลวออก  
ไป ของแข็งที่ได้ก็คือ ขี้ผึ้งกรดสเตียริก หรืออาจ  
เตรียมได้จากการพ่นก๊าซไฮโดรเจนลงในน้ำมันปลา  
โดยทั่วไปแล้วขี้ผึ้งกรดสเตียริกนี้มักจะปนกับกรดไขมัน  
อื่น เช่น กรดปาล์มิติก และกรดมายริสติค (my-  
ristic acids) เป็นต้น กรดไขมันทั้งสามนี้จะมีคุณ  
สมบัติคล้ายคลึงกัน ประโยชน์ที่ได้จากขี้ผึ้งสังเคราะห์  
กรดสเตียริก อาทิ นำมาผสมในเครื่องสำอาง สบู่  
ยาง ย้อมเส้นใย นำมาทำเป็นสิ่งหล่อลื่น เช่น grease  
และน้ำยาขัดเงา เป็นต้น

— ขี้ผึ้งฟิชเชอร์ทรอสซ์ (fisher-tropsch wax)  
เป็นขี้ผึ้งสังเคราะห์อีกชนิดหนึ่งได้จากปฏิกิริยาเคมี  
ระหว่างก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน  
ภายใต้ความดันสูง ๑๐๐ บรรยากาศ และความร้อน  
๔๐๐° ซ. ขี้ผึ้งที่ได้มีสีขาวและแข็ง มีจุดหลอมเหลว  
๑๑๐° ซ. นำมาใช้ประโยชน์โดยผสมลงในสูตรส่วน  
ผสมของหมึกพิมพ์ชนิด flexographic ink

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ตรวจวิเคราะห์ผลิต-  
ภัณฑ์ตัวอย่างจำนวนมากที่หน่วยงานราชการและ  
เอกชนทั่วไปส่งเข้ามา เป็นต้นว่า ซอล์คเขียนผ้า  
น้ำยาขัดเงาโลหะ และกระดุม หมากฝรั่ง น้ำมันขัด  
หินอ่อน และกระเบื้อง ครีมนิยมน้ำยาขัดรถยนต์

๘

ยานัตถ์ ไขมัน และขี้ผึ้งหลายชนิดมีชื่อต่าง ๆ กัน เหตุผลที่สำคัญข้อหนึ่งที่นำขี้ผึ้งมาผสมในผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์ข้างต้นมีขี้ผึ้งผสมอยู่ด้วยทุกตัวอย่าง เหล่านี้ คือ ความเป็นเงามัน ช่วยป้องกันการซึมในอัตราส่วนมากน้อยขึ้นกับลักษณะของงานที่นำไปใช้ ของน้ำได้เป็นอย่างดี และไม่มีโทษต่อร่างกาย

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีขี้ผึ้งเป็นองค์ประกอบ มีสูตรดังนี้

๑. น้ำมันขัดหินกระเบื้อง และหินอ่อนให้เงา

synthetic wax	ร้อยละ	๗
plasticizer	„	๒
fatty acids	„	๗
trichloroethylene		

๒. ยาขัดกระดุมจากชิปวีนิล

paraffin wax	ร้อยละ	๑๕
silicone oil	„	๘
hydrogenated fat	„	๒๗
ดินขัด (kaolin)		

๓. วัตถุดิบในการทำหมากฝรั่ง (Chewing gum base)

beeswax	ร้อยละ	๒๐
calcium carbonate	„	๑๐
ester gum ของ abietic acid กับ glycerol		

๔. ขี้ผึ้งเหลวสำหรับเช็ดหินอ่อน (Liquid wax for marble and stone).

trichloroethylene	ร้อยละ	๖๐
paraffin wax		
น้ำมันก๊าด		
น้ำมันสน		

๕. ครีมใส่ผมหงอก

vascline	ร้อยละ	๔๒
refined animal fat	„	๓๓
lanolin	„	๑๗
lead acetate	„	๒
sulphur	„	๒
glycerol	„	๔



๖. น้ำมันขัดเงารถยนต์ (Liquid car polish)

mineral oil	ร้อยละ	๒๖
diatomaceous earth	,,	๑๒
mineral wax	,,	๒
silicone	,,	๒
fatty diethanolamide	,,	๑
sorbitan oleate	,,	๑.๕
น้ำ		

๗. ชอล์กเขียนผ้า (Chalk's tailor)

stearin wax	ร้อยละ	๑๕
สี	,,	๕
ดินขาว	,,	๘๐
sorbitan monooleate		

ตัวอย่างสูตร เครื่องสำอางที่มีขี้ผึ้งเป็นองค์ประกอบ  
ลิปสติก (Lipstick base)

สูตร ๑

castor oil	ร้อยละ	๒๙.๓๗๕
butyl stearate	,,	๑๐.๗๕
isopropyl palmitate	,,	๗.๐
polyglycol monolaurate	,,	๕.๐
anhydrous lanolin	,,	๑๐.๕
cetyl alcohol	,,	๒.๕
white beeswax	,,	๙.๓๗๕
candelilla wax	,,	๑๓.๒๕
propylparaben	,,	๐.๒๑๕
pigment	,,	๖
perfume	,,	๑
butylated hydroxyanisole	,,	๐.๐๑๕
bromo acid	,,	๑.๐๐๐

## สูตร ๒\*

ethoxylated lanolin	ร้อยละ	๗.๐
beeswax	„	๘.๕
lanolin	„	๓.๐
carnauba wax	„	๒.๐
candelilla wax	„	๕.๐
paraffin wax	„	๒.๗
castor oil	„	๕๗.๐
isopropyl myristate	„	๕.๕
color (lake)	„	๖.๘
bromo acid	„	๒.๕
perfume		

\* H. Bennett. Chemical Formulary, Vol. 13. New York : Chemical Publishing Company, Inc., 1967, p. 86—87.

สูตรผลิตภัณฑ์ที่มีข้างเป็นองค์ประกอบยังมีอีกมาก ซึ่งผู้สนใจสามารถค้นคว้ารายละเอียดได้ที่ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในเวลาราชการ ตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ ยกเว้นวันนักขัตฤกษ์



## ฉนวนกันความร้อน (ต่อจากหน้า ๑๕)

จึงอาจนำมาใช้เป็นตัวกันความร้อนแพร่เข้าสู่ตัวอาคารได้ การนำมาใช้งานอาจใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์อย่าง เดียวนำมาเรียงกันเป็นชั้นๆ โดยมีวัสดุประสานช่วย ให้ติดกัน หรือใช้บุไปบนแผ่นกระดาษ เป็นฉนวนกัน ความร้อนที่มีราคาถูก แต่ไม่สะดวกในการติดตั้งนัก ต้องทำด้วยความระวัง เพราะอาจฉีกขาดได้ง่าย และมีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีพอสมควร

ในการพิจารณาหาวัสดุชนิดใดมาทำฉนวนกัน ความร้อน ควรจะคำนึงถึงสภาพการใช้งาน ความคง ทนถาวรของวัสดุ คุณภาพของวัสดุ รวมทั้งราคาให้ เหมาะสมกันด้วย ดึงทดสอบกระบวนการผลิต

กรรม กองการวิจัย ได้ใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ นำมาเรียงกันเป็นชั้นโดยใช้วัสดุประสานช่วยเป็น ฉนวนกันความร้อน บุษผาเพดานอาคาร โดยใช้เส้น ลวดซึ่งเป็นโครงแทนคร่าวไม้ และกระเบื้องผ้า นำแผ่น อะลูมิเนียมฟอยล์มาปูในลักษณะสานกับเส้นลวดสลั บกันไปตามแนวยาวของโรงงาน ปรากฏว่า สามารถลด ความร้อนภายในอาคารได้ดีพอสมควร และเสียค่า ใช้จ่ายน้อยมาก ผู้สนใจประสงค์จะทราบรายละเอียด เกี่ยวกับการใช้แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ทำฉนวนกัน ความร้อน ติดต่อได้ที่กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์ บริการ ทุกวันเวลาราชการ



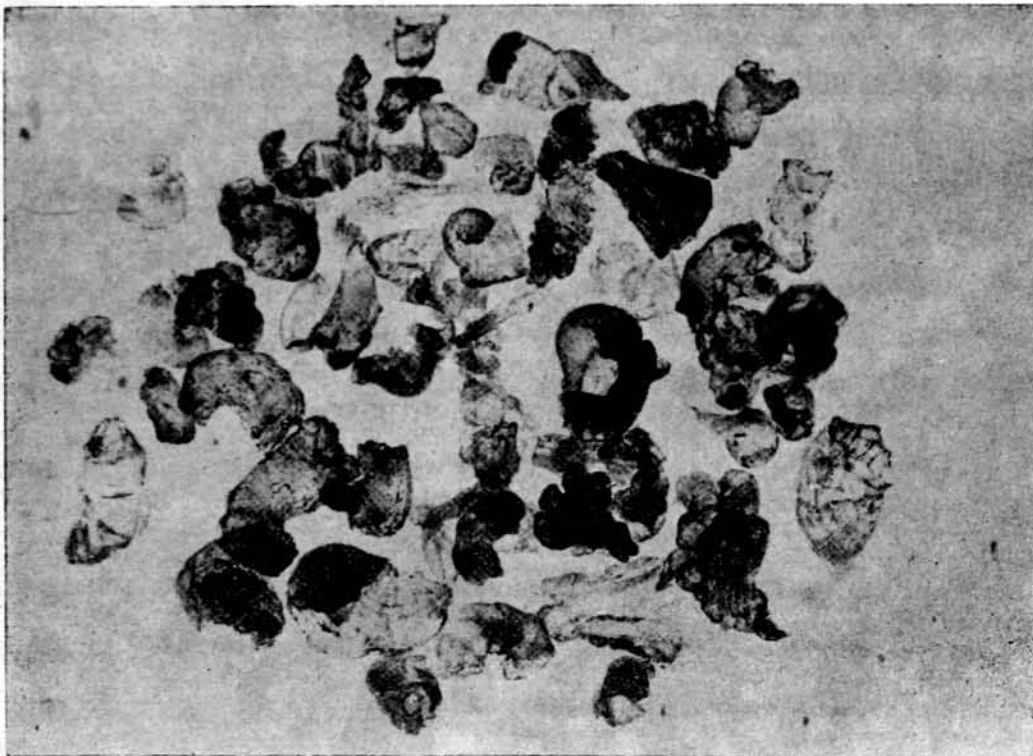
## รังนกเทียม

ชาวจีนรู้จักใช้รังนกนางแอ่นเป็นอาหารมาแต่โบราณกาล และเชื่อกันว่ารังนกนางแอ่นสามารถบำรุงร่างกายและทำให้สุขภาพแข็งแรง จึงนิยมใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับคนชรา คนป่วย และผู้ที่ต้องการบำรุงร่างกายให้แข็งแรง จากผลการวิเคราะห์รังนกนางแอ่นปรากฏว่ามีโปรตีนมากกว่าร้อยละ ๕๐ แสดงว่าคุณค่าทางอาหารของรังนกนางแอ่นตามที่เชื่อกันมาแต่โบราณนั้นเป็นความจริง และสารอาหารที่ให้คุณค่าอาหารดังกล่าว คือ สารโปรตีนนั่นเอง คงเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่ารังนกได้จากน้ำลายของนกนางแอ่น และน้ำลายของนกนางแอ่นนั้นมีสารเอนไซม์อยู่ในปริมาณสูง เนื่องจากเอนไซม์เป็นสารโปรตีน จึงอาจกล่าวได้ว่าสารโปรตีนที่พบในรังนกนางแอ่นนั้นก็คือ สารโปรตีนจากเอนไซม์นั่นเอง

ทุกวันนี้รังนกนางแอ่นยังเป็นที่นิยมรับประทานกันมาก และมีราคาค่อนข้างแพง ฉะนั้น จึงมีผู้ผลิตรังนกเทียมออกมาจำหน่ายในท้องตลาด จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่ารังนกเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก

กัม (gum) หรือสารที่มีลักษณะเหนียว กัมนี้โดยทั่วไปใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร มีคุณสมบัติทำให้อาหารข้นและแข็งตัวได้ (thickening agent และ stabilizer) ชนิดของกัมที่ใช้ผลิตรังนกเทียมมีชื่อเรียกว่า คารายากัม (Karaya gum) หรืออาจเรียกได้อีกหลายชื่อ คือ สเตอคิวเลีย (Sterculia) คาดายา (Kadaya) คาทีโล (Katilo) คัลโลคูทีรา (Kullo Kuteera) มัสคารา (Muscara) คารายากัมได้จากการกรีดหรือเจาะยางไม้จากต้นไม้บางชนิดและปล่อยให้แห้งตัว ต้นไม้ที่ให้คารายากัม มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า สเตอคิวเลีย ยูเรนส์ โรเบิร์ต (Sterculia urens Roxburgh)

คารายากัม ตามธรรมชาติจะมีรูปร่างไม่แน่นอน มีลักษณะคล้ายผลึก โปร่งใส มีบางส่วนยื่นออกมาคล้ายเขา มีส่วนที่เป็นสีเข้มมีลักษณะคล้ายเนื้อไม้ผสมอยู่ด้วย มีกลิ่นและรสของกรดอะซิติก มีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงสีน้ำตาลอมชมพู คารายากัมที่ทำเป็นผงแล้วจะมีสีเทาถึงเทาอมชมพู



คารายา กัม (Karaya gum)

คารายากัม จัดเป็น polysaccharide ที่บางส่วน ถูก acetylated โดยธรรมชาติ มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประมาณ ๙,๕๐๐,๐๐๐ หลังจากถูกย่อยด้วยกรดจะได้ น้ำตาล galactose, rhamnose และ galacturonic acid ซึ่งเป็นกรดยูโรนิก (uronic acid) คารายากัมไม่ละลายน้ำ แต่จะคุดน้ำทำให้พองตัวเป็นวุ้น (gel) ที่มีลักษณะ ชุ่มเล็กน้อย ไม่ละลายในน้ำเมื่อต้มและมีลักษณะเป็น วุ้นเหมือนกับกัมที่แช่ในน้ำ ลักษณะของรังนกเทียม หรือคารายากัม หลังจากต้มแล้วจะคล้ายกับรังนกนาง แอน่มาก จนผู้บริโภคไม่อาจทราบข้อแตกต่างได้เมื่อคูด้วยตา จึงต้องอาศัยการวิเคราะห์ทางเคมีช่วยในการ บอกความแตกต่าง คุณค่าทางอาหารของรังนกนาง-แอนมีสูงกว่ารังนกเทียมมาก เพราะรังนกแท้มีโปรตีน

สูงถึงร้อยละ ๕๐ ในขณะที่รังนกเทียมไม่มีโปรตีนอยู่ มีแต่คาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารเพียงให้ พลังงานแก่ร่างกายเท่านั้น แต่จะไม่มีคุณค่าในการ บำรุงหรือเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรงเลย

อย่างไรก็ตามการรับประทานรังนกเทียมไม่ทำให้เกิดอันตราย แต่ผู้บริโภคไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควร กล่าวคือ ต้องเสียเงินซื้อรังนกเทียมโดยไม่ทราบว่า เป็นของเทียมในราคาแพง แต่ประโยชน์ที่ได้รับน้อย มาก ฉะนั้นหากผู้สนใจหรือผู้ที่ชอบรับประทานรังนก นางแอน อยากทราบว่ารังนกที่ท่านรับประทานเป็น ของแท้หรือของเทียม สามารถนำมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการ ตรวจสอบวิเคราะห์ได้ทุกวันในเวลาราชการ



## เนื้อเงาะชั้นปรุงรสตากแห้ง

### ส่วนประกอบ

เนื้อเงาะสด	๑.๕ กิโลกรัม
น้ำตาลทรายแดง	๗๕ กรัม
กรดซิตริก (กรดมะนาว)	๗.๕ กรัม หรือ ๒ $\frac{1}{2}$ ช้อนชา
เกลือ	๗.๕ กรัม หรือ ๒ $\frac{1}{2}$ ช้อนชา

### กรรมวิธี

๑. ล้างเงาะทั้งเปลือกให้สะอาด ปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก
๒. หั่นเงาะเป็นชั้นบาง ๆ ตามยาว เติมน้ำตาลทรายแดง เกลือ กรดซิตริก ยกขึ้นตั้งไฟ กวนจนน้ำงวด
๓. นำเงาะชั้นตากแดด หรือตากในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาเซลเซียส จนแห้งจับ ไม่ติดมือ
๔. บรรจุในภาชนะที่สะอาดแห้งและปิดสนิท



## สบู่ดำ

จากเอกสารระบุว่าได้มีการศึกษาวิจัย “เมล็ดสบู่ดำ” ในหลายประเทศมานานกว่า ๖๐ ปีแล้ว โดยพบว่าในเมล็ดสบู่ดำมีน้ำมันอยู่ถึงร้อยละ ๕๑.๙๙-๖๒ โดยน้ำหนัก และชาวบ้านในสมัยโบราณได้นำน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำซึ่งมีคุณสมบัติติดไฟ ใช้จุดเทียนไขหรือทำโคมไฟเมื่อมีงานประเพณี และใช้จุดให้แสงสว่างตามวัด จากคุณสมบัติข้อนี้ นักวิจัยค้นคว้าแหล่งพลังงานทดแทนในยุคปัจจุบัน จึงให้ความสนใจศึกษาอย่างจริงจังในการนำน้ำมันเมล็ดสบู่ดำมาใช้ ดังจะเห็นได้จากรายงานและบทความที่มีอยู่จำนวนมาก สำหรับประเทศไทยมีหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชนทดลองนำน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำไปใช้เพื่อเดินเครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์เบนซินแบบ ๒ จังหวะ และ ๔ จังหวะ จึงขอนำเรื่องราวของเมล็ดสบู่ดำมาเสนอให้ทราบโดยสังเขป

### ลักษณะทั่วไป

สบู่ดำเป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดใหญ่สูงราว ๒-๗ เมตร มีลำต้นที่เกลี้ยงเกลา ไม่มีแก่นคล้ายต้นละหุ่ง โคนต้นเป็นสีเขียว ตอนกลางมีสีเขียวนวล ลำต้นแก่สามารถลอกออกเป็นแผ่นเยื่อบาง ๆ คล้ายกระดาษได้ ใบเป็นหยักคี่ ๓-๕ แฉก ลักษณะคล้ายกับใบฝ้ายหรือพุดตานแต่ไม่มีขน ก้านใบยาวเมื่อหักจะมียางสีขาวใส ดอกออกเป็นช่อ ตรงปลายยอดของกลีบมีสีเหลืองอมเขียว กลิ่นหอมอ่อน ๆ ผลค่อนข้างกลมคล้ายผลละหุ่ง มี ๓ พูรวมเป็นช่อ ผลดิบมีสีเขียวอ่อนเมื่อสุกสีจะเหลืองสดคล้ายลูกอิน ลูกจัน ผลแห้งมีสีน้ำตาลดำ ในแต่ละพูจะมีเมล็ดหนึ่งเมล็ด ขนาดของเมล็ดยาว ๑๗-๑๙ มิลลิเมตร กว้าง ๘-๑๑ มิลลิเมตรหนักประมาณ ๖๙.๘ กรัม ต่อ ๑๐๐ เมล็ด

สบู่ดำจัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae หรือตระกูลเดียวกับพญาไร้ใบโฮโฮบา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Jatropha curcas Linn ชื่อสามัญว่า Physic nut ส่วนชื่อภาษาไทยเรียกต่าง ๆ กัน ตามภูมิภาคที่ปลูก คือ

ภาคเหนือเรียก มะหุ้งฮั่ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก มะเยา ภาคใต้เรียกหงษ์เทศ ภาคกลางเรียก สบู่หรือสบู่ดำ ชาวเขาทางภาคเหนือเรียก ไท้ยูหรือเทงยู ประเทศพม่าเรียก แจ้ทซุ กัมพูชาเรียกทะวงงู๊ปุ่นเรียก อาบูราควี สบู่ดำมีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกา กลางและอาฟริกาตะวันตก ปัจจุบันต้นสบู่ดำได้กระจายอยู่ทั่วไปตามเขตร้อน และกึ่งร้อนทั่วทุกมุมโลก พ่อค้าชาวโปรตุเกสได้นำต้นสบู่ดำเข้ามาในประเทศไทย เมื่อราวศตวรรษที่ ๑๘ หรือในสมัยปลายกรุงศรีอยุธยา โดยมีความประสงค์เพื่อสกัดน้ำมันจากเมล็ดไปทำเป็นสบู่ ต้นสบู่ดำมีอยู่ ๒ ชนิด ชนิดโบสีแดงและชนิดโบสีเขียว เฉพาะชนิดโบสีเขียวนั้นที่เมล็ดมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์

### การปลูกและการขยายพันธุ์

สบู่ดำเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว จะเริ่มออกผลเมื่ออายุราว ๖-๘ เดือน และมีอายุยืนถึง ๕๐ ปี สามารถขึ้นได้ในทุกสภาพดิน แต่ไม่ชอบที่มีน้ำขัง ขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ด หรือใช้กิ่งปักชำ เช่นเดียวกับต้นพุทธรักษา โดยตัดกิ่งยาวประมาณ ๓๐-๕๐ เซนติเมตร นิยมปักชำในราวเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน เพราะเป็นระยะที่เจริญได้ดี การปลูกโดยใช้กิ่งปักชำจะให้ลักษณะพันธุ์เหมือนต้นเดิม โตเร็ว และให้ผลผลิตได้เร็วกว่า ในพื้นที่หนึ่งไร่ ถ้าปลูกห่างกันต้นละ ๒ เมตร จะได้ต้นสบู่ดำประมาณ ๔๐๐ ต้น ได้น้ำหนักเมล็ดประมาณ ๒๒๕ กิโลกรัม ในช่วง ๖ เดือนแรก ต่อจากนั้นผลผลิตจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ ๑๕-๒๐ ของทุก ๆ ปี และจะให้ผลเต็มที่ตั้งแต่ปีที่ ๕ เป็นต้นไป คือจะให้ผลผลิตประมาณ ๑,๖๐๐-๒,๔๐๐ กิโลกรัม และหากสามารถให้ผลผลิตได้ปีละ ๒ ครั้ง จะได้น้ำหนักเมล็ดถึงไร่ละ ๓,๒๐๐-๔,๘๐๐ กิโลกรัม เมื่อแกะเปลือกชั้นนอกที่หุ้มเมล็ดออกจะพบเนื้อในสีขาว ซึ่งมีน้ำมันอยู่ร้อยละ ๕๑.๙๙-๖๒ ส่วนเปลือกของเมล็ดมีน้ำมันอยู่ร้อยละ ๐.๙๘ เช่นกัน



## คุณสมบัติ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันจากเมล็ด  
สบู่ดำ ไว้ดังนี้

### คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี

ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ที่ ๒๕° ซ	๐.๙๑๔๗
ดัชนีหักเห (refractive index) ที่ ๒๕° ซ	๑.๔๖๓๔
ค่าของกรด (acid value)	๐.๙๙
ค่าสaponification value	๑๔๕.๒๐
ค่าไอโอดีนแบบวิจส์ (iodine value, Wijs)	๑๐๑.๕๐
ค่าไฮดรอกซิล (hydroxyl value)	๓.๑๓
ปริมาณน้ำและสิ่งระเหยได้ (water and volatile matter) ที่ ๑๕๐° ซ, %	๐.๑๕
ความหนืดที่ ๓๘° ซ, เซนติสโตกร	๔๐.๒๙
ปริมาณซัลเฟอร์, %	๐.๓
ค่าความร้อน, บีทียูต่อปอนด์	๑๖,๗๘๐

### องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

กรดปาล์มมิติก (palmitic acid)	๑๔.๘๗ %
กรดสเตียริก (stearic acid)	๕.๙๙ %
กรดโอลีอิก (oleic acid)	๔๑.๑๙ %
กรดลิโนลีนิก (linoleic acid)	๓๗.๓๘ %
กรดอื่น ๆ (unidentified acid)	๐.๕๗ %

### ส่วนประกอบของกากเมล็ดหลังการสกัดน้ำมัน (ในน้ำหนักแห้ง)

ไนโตรเจนทั้งหมด (N)	๔.๒๕ %
ฟอสฟอริกแอซิดที่เป็นประโยชน์ (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	๑.๘๘ %
โปแตสที่ละลายน้ำได้ (K <sub>2</sub> O)	๑.๕๑ %

จากการศึกษาเพิ่มเติมในต่างประเทศในระยะ  
ต่อมาพบว่า ในน้ำมันของเมล็ดสบู่ดำมีองค์ประกอบ  
โปรตีนพวก toxalbumin หรือ curcin ซึ่งเป็นสารพิษ  
และได้ทดลองความเป็นพิษของสารชนิดนี้กับหนูทดลอง  
ปรากฏว่าหนูตายหมดภายใน ๙๖ ชั่วโมง นอก  
จากนี้ยังมีสารพิษอีกชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดความระคาย  
เคืองบนผิวหนัง คือ phorbol ester เมื่อใช้สารนี้แต้ม  
ที่ผิวหนังของหนูทดลองซ้ำ ๆ กัน ในระยะเวลาหนึ่ง  
พบว่าจะมีเนื้องอกเกิดขึ้น

### ประโยชน์

น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำมีชื่อเรียกว่า curcas oil  
หรือบางแห่งเรียก jatropha oil ยังมีคุณสมบัติพิเศษ  
คือละลายได้ดีในน้ำ น้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล  
ไม่แยกชั้นแม้เก็บไว้นาน ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน  
สำหรับเดินเครื่องยนต์เบนซินแบบ ๒ จังหวะ และ ๔  
จังหวะรอบจัดได้อย่างดี ได้มีการทดลองนำน้ำมัน  
เมล็ดสบู่ดำล้วน ๆ ใช้เดินเครื่องยนต์ดีเซล ปรากฏว่า  
เดินเครื่องยนต์ได้ดีกว่าน้ำมันจากพืชทุกชนิด และ

กลิ่นจากท่อไอเสียไม่เหม็นเหมือนน้ำมันจากธรรมชาติ จึงมีแนวโน้มที่จะมีบทบาทในเชิงอุตสาหกรรมและเป็นพลังงานทดแทนที่ดีได้ในอนาคต

### วิธีการสกัดน้ำมัน

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำสามารถทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีที่ยุ่ยากเลย ในที่นี้จะขออธิบายวิธีการของกรมวิชาการเกษตรมากกว่าไว้พอเป็นตัวอย่าง คือเริ่มแรกจะต้องนำเมล็ดสบู่ดำมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วผึ่งแดดให้แห้ง นำมาบดให้ละเอียด ต่อจากนั้นจึงใส่หม้อหนึ่งใช้เวลาประมาณ ๓๐ นาที ยกกลงแล้วเปิดฝาทิ้งไว้ให้เย็น นำเข้าเครื่องอัดด้วยแม่แรงรถยนต์ขนาด ๑๐-๑๕ ตัน หรือเครื่องอัดผ้าสมัยเก่า ใช้ผ้าขาวบางซ้อนกัน ๒ ชั้น สำหรับกรองน้ำมันที่อัดออกมาได้ การสกัดโดยวิธีนี้จะได้น้ำมันประมาณร้อยละ ๒๕ ของน้ำหนักเมล็ด และกากที่เหลือยังมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ของเทศบาลอีกด้วย

ในภาวะที่มนุษย์กำลังพยายามค้นคว้าหาพลังงานอื่นมาทดแทนน้ำมันในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ การสกัด

น้ำมันจากหินน้ำมัน การใช้แอลกอฮอล์ผสมน้ำมันเพื่อใช้กับเครื่องยนต์ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ลมน้ำ และก๊าซชีวภาพ เป็นต้น สบู่ดำน่าจะเป็นพืชพลังงานทดแทนได้อีกชนิดหนึ่งที่เป็นความหวังในอนาคต เพราะการที่น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำมีคุณภาพทดแทนน้ำมันโซล่าได้ตามที่ได้ทดลองมาแล้ว ย่อมทำให้เกิดความมั่นใจในเบื้องต้นว่า คงจะสามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ในภายหลัง อย่างไรก็ตาม กลุ่มนักวิจัยกำลังศึกษาในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีสารพิษน้อยที่สุด และมีผลผลิตของน้ำมันจากเมล็ดสูงที่สุด ตลอดจนพัฒนาเครื่องมือที่ใช้บีบน้ำมันควบคู่กันไปด้วย ถ้าการค้นคว้าประสบผลสำเร็จทั้งด้านปริมาณและต้นทุนการผลิต จะทำให้ลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศลงได้ จากบทความนี้หากผู้สนใจจะขอรายละเอียดเพิ่มเติม เชิญมาศึกษาค้นคว้าได้ที่กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในเวลาราชการ วันจันทร์ถึงเสาร์ ยกเว้นวันนักขัตฤกษ์



### ชื่นชมผู้ใช้บริการ

ตั้งแต่กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม ๒๕๒๘ มีผู้ใช้บริการซึ่งได้รับประโยชน์จากบริการห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการในการประกอบกิจการ ได้มอบเงินให้ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการไว้ในกิจการของห้องสมุด ฯ ดังต่อไปนี้

— ผู้ไม่ประสงค์ออกนาม	๑๐,๐๐๐.— บาท
— นายประวิน สุจริตกุล	๕๐๐.— บาท
— ผู้ไม่ประสงค์ออกนาม	๑๐,๐๐๐.— บาท

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ขอขอบคุณในไมตรีจิตและชื่นชมในความเอื้อเฟื้อของผู้บริจาคเป็นอย่างมาก

## ระดับเสียงจากท่อไอเสียรถยนต์

ในการพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ อาทิ การเกษตร อุตสาหกรรม การคมนาคมและอื่น ๆ ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้แทบทุกด้าน สำหรับการคมนาคมขนส่ง ได้มีการนำเครื่องยนต์เข้ามาใช้แทนกำลังคนกันอย่างแพร่หลาย จนกระทั่งมีอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ตลอดจนเครื่องยนต์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมเกิดขึ้นภายในประเทศ เมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ มีสภาพการจราจรคับคั่ง ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทั้งทางด้านอากาศและเสียง สำหรับด้านเสียงซึ่งเกิดจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่วิ่งอยู่บนท้องถนนนั้น ทบวงมหาวิทยาลัยได้จัดให้มีโครงการอาสาร่วมพัฒนาชุมชน ทำการตรวจวัดระดับเสียงของรถจักรยานยนต์ รถสามล้อเครื่อง รถประจำทางและรถบรรทุก ที่วิ่งอยู่บนท้องถนนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ที่น่าวิตก และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน

ระดับเสียง (เดซิเบลเอ)

๗๑-๘๐

๘๑-๙๐

๙๑-๑๐๐

มากกว่า ๑๐๐

ผลการตรวจวัดระดับเสียงจากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์และรถยนต์ที่ออกจากโรงงานส่วนมาก ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ถ้ามีการดูแลให้ท่อไอเสียอยู่ในมาตรฐานตลอดช่วงอายุการใช้งานแล้ว ปัญหามลพิษด้านเสียงจะเบาบางลง แต่ใน

โดยเหตุนี้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จึงได้พิจารณาดำเนินการตราพระราชกฤษฎีกากำหนดให้มาตรฐานระบบท่อไอเสียรถยนต์ (มอก. ๓๔๐-๒๕๒๓) และมาตรฐานระบบท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ (มอก.๓๔๑-๒๕๒๓) เป็นมาตรฐานบังคับ เพื่อให้ท่อไอเสียที่ผลิตได้มีคุณภาพมาตรฐาน ลดปัญหาเรื่องเสียงเป็นพิษในสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดให้รถทุกประเภทมีระดับเสียงไม่เกิน ๑๐๐ เดซิเบลเอ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้ความร่วมมือกับสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในการวัดระดับเสียงของท่อไอเสียที่ใช้กับรถยนต์และรถจักรยานยนต์ จากแหล่งผลิตในประเทศประมาณ ๒๔ โรงงาน โดยตรวจวัดระดับเสียงตาม มอก. ๓๔๐-๒๕๒๗ (แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ ๑) และ มอก. ๓๔๑-๒๕๒๗ (แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ ๑) จำนวน ๑๗๖ ตัวอย่าง ผลการตรวจวัดเป็นดังนี้

จำนวนตัวอย่าง

๙

๙๐

๗๕

๒

ปัจจุบันปรากฏว่ามีรถยนต์และรถจักรยานยนต์จำนวนมากที่ทำการดัดแปลงท่อไอเสีย ทำให้เกิดเสียงดังมาก ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะได้ควบคุมอย่างเข้มงวด เพื่อลดระดับเสียงซึ่งจะช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น

## ประโยชน์ของโดโลไมท์

โดโลไมท์ ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) เป็นแร่ที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) ร้อยละ ๕๔.๒ และแมกนีเซียมคาร์บอเนต ( $\text{MgCO}_3$ ) ร้อยละ ๔๕.๘ มีลักษณะวาวคล้ายแก้วหรือไข่มุก สีขาว ชมพู เทา น้ำตาลหรือดำ ขาวอมเขียว ความแวววาวจำเพาะ ๒.๘-๒.๙ ความแข็ง ๓.๕-๔ เนื้อแร่มีทั้งโปร่งใสและโปร่งแสง สักรวพบในหลายจังหวัดในประเทศไทย ทั้งภาคกลางและภาคใต้ เช่น ที่กาญจนบุรี ชลบุรีและสงขลา แหล่งที่สำรวจพบนี้มีมากพอที่จะเอามาใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมได้ ประโยชน์ของโดโลไมท์มีหลายอย่าง อาจใช้เป็นสินแร่หลักของโลหะแมกนีเซียม หรือใช้ประโยชน์โดยตรงเป็นหินก่อสร้างหรือหินประดับ หรือนำมาบดย่อยผ่านกรรมวิธีการผลิตเพื่อแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น นำมาใช้ผสมเป็นเครื่องปั้นดินเผาหรือใช้ทำวัสดุทนไฟเชิงต่างที่ใช้บุผนังเตาผลิตเหล็กกล้า เตาเผาซีเมนต์ เตาหลอมด้วยไฟฟ้าและเตาอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งปัจจุบันยังต้องสั่งเข้ามาใช้ภายในประเทศเป็นจำนวนมาก เทคนิคการทำผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหากมีความรู้ความเข้าใจในองค์ประกอบ และคุณสมบัติของวัตถุดิบและจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้งาน

### การใช้ทำเป็นวัสดุทนไฟ

ในการทำเป็นวัสดุทนไฟ ต้องนำโดโลไมท์มาบดคัดขนาดแล้วเผาคลีไซน์ (calcine) ให้ได้ทีก่อนในเตาหมุน การเผาคลีไซน์เป็นการเผาไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากโดโลไมท์ ให้กลายเป็นแคลเซียมออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขับออกไปหมดที่อุณหภูมิประมาณ ๙๐๐° ซ. แต่จะหยุดเผาคลีไซน์ที่อุณหภูมิเพียงเท่านั้นไม่ได้ เพราะจะได้เม็ดโดโลมา (doloma) ที่มีความพรุนตัวสูงและค่อนข้างไวต่อปฏิกิริยาเกินไป ควรเผาคลีไซน์ต่อไปที่อุณหภูมิสูงกว่านี้ประมาณ ๑๗๐๐° ซ. เมื่อให้เม็ดโดโลมาผึ่กตัว

แน่นขึ้น มีความหนาแน่นสูงขึ้นประมาณ ๓.๒ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร บางครั้งอาจต้องผสมเหล็กออกไซด์เข้าไปบ้างเล็กน้อยเพื่อช่วยเร่งการผึ่กตัวของเม็ดโดโลมา นอกจากเหล็กออกไซด์แล้ว เม็ดโดโลมาที่ทำจากโดโลไมท์ธรรมชาติ มักจะมีซิลิกาและอะลูมินาเจือปนอยู่บ้างเล็กน้อย ปริมาณของสิ่งเจือปนเหล่านี้จะต้องไม่สูงเกินไปนัก มิฉะนั้นจะทำให้คุณภาพของอิฐด้อยลง

แคลเซียมออกไซด์และแมกนีเซียมออกไซด์ที่ได้จากการเผาคลีไซน์โดโลไมท์จัดเป็นสารที่มีความทนไฟสูงมาก โดยที่แคลเซียมออกไซด์มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิประมาณ ๒๖๑๔° ซ. และแมกนีเซียมออกไซด์ประมาณ ๒๘๕๒° ซ. ฉะนั้นจึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้โดโลไมท์ในการทำวัสดุทนไฟเชิงต่างรูปแบบต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในเตาผลิตเหล็กกล้าและเตาเผาซีเมนต์ ในการทำอิฐจากโดโลไมท์ยังมีปัญหาสำคัญอีกสองประการที่จะต้องคำนึงถึง ประการแรกคือ ปัญหาการรวมตัวกับความชื้นในอากาศของแคลเซียมออกไซด์ทำให้อิฐที่ทำเสร็จแล้วยู่เปื่อยหลุดออกจากกัน และประการที่สองคือ การที่อิฐยู่แตกเป็นผงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตรของสารไดแคลเซียมซิลิเกต ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) ที่เกิดขึ้นในอิฐ ปัญหาทั้งสองประการนี้อาจแก้ไขได้โดย

๑. เคลือบผิวเม็ดโดโลมาด้วยน้ำมันดิน (pitch) ซึ่งจะช่วยให้แคลเซียมออกไซด์ทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศได้ช้าลง

๒. เปลี่ยนแคลเซียมออกไซด์ให้อยู่ในรูปของสารประกอบซิลิเกตหรือเฟอร์ไรต์เพื่อหลีกเลี่ยงการทำปฏิกิริยากับน้ำ

๓. ผสมด้วยบอริกแอซิด (boric acid) หรือฟอสเฟต (phosphate) เพื่อช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตรของสารไดแคลเซียมซิลิเกต

ด้วยเหตุนี้จึงมักเห็นอิฐที่ทำจากโคลโลไมท์มีสีต่างๆ ของน้ำมันดินเคลือบห้อยอยู่เสมอ บางครั้งอิฐที่ทำจากโคลโลไมท์อาจไม่จำเป็นต้องผ่านการเผา อาศัยน้ำมันดินที่เคลือบเม็ดโคลโลมาเป็นตัวช่วยยึดให้ติดกัน แต่ถ้ามต้องการให้เก็บรักษาหรือใช้งานได้คงทนต้องนำอิฐที่อัดเป็นก้อนแล้วไปเผาก่อน แล้วนำมาแช่น้ำมันดินอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีนี้จะเก็บรักษาอิฐโคลโลไมท์ได้นานขึ้นจากไม้ที่สัปดาห์เป็นหลาย ๆ เดือน

### การใช้ทำเป็นเครื่องปั้นดินเผา

นอกจากใช้โคลโลไมท์ในการทำวัสดุทนไฟแล้วยังใช้ผสมลงในเนื้อดินเพื่อทำเครื่องปั้นดินเผาได้อีกด้วย ทำให้เนื้อดินมีการหดตัวน้อย หล่อง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีน้ำหนักเบา สีสวยงาม มีความแข็งแรงพอสมควร โดยเผาที่อุณหภูมิประมาณ ๑๐๐๐—๑๑๐๐° ซ. เหมาะสำหรับทำเป็นโคมไฟ แจกัน กระปุก ออมสิน ตุ๊กตา ฯลฯ ซึ่งไม่มีความจำเป็นต้องใช้

เนื้อดินชนิดที่เผาจนแกร่งที่อุณหภูมิสูง อันเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก

ส่วนผสมของเนื้อดินมีโคลโลไมท์อยู่ร้อยละ ๓๕ นอกนั้นมีดินขาวและดินเหนียวบดผสมเนื้อดินในหม้อบดบอลมิล โดยมีปริมาณน้ำประมาณร้อยละ ๓๐—๓๕ โซเดียมซิลิเกตร้อยละ ๐.๓ สามารถหล่อเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่าย เผาที่อุณหภูมิ ๘๐๐° ซ. เผาเคลือบผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ ๑๐๕๐° ซ. เนื่องจากเผาเคลือบที่อุณหภูมิต่ำ จึงสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อดินที่มีโคลโลไมท์ผสมอยู่นี้มีสีสนิมที่สวยงามน่าใช้เป็นอย่างยิ่ง

ประโยชน์ของหินโคลโลไมท์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการชี้แนะให้ทราบถึงประโยชน์ และเทคนิคการนำโคลโลไมท์มาใช้ทำเป็นวัสดุทนไฟและเครื่องปั้นดินเผา แต่โดยสังเขป ผู้สนใจที่ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมติดต่อได้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวันเวลาราชการ



### เครื่องทดสอบความดันสูง ฯ (ต่อจากหน้า ๒๓)

เช่น ถังก๊าซบีโตรเลียมเหลว และท่อพีวีซี ปรากฏว่าเครื่องทดสอบนี้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อัตราการจ่ายความดันเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีเสียงดังรบกวนขณะทดสอบ การใช้เครื่องทดสอบไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานในบริเวณต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก โดยใช้พื้นที่สำหรับวางเครื่องทดสอบไม่มากนัก

สำหรับค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องทดสอบนี้

เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๒๗ ราคาไม่เกินเครื่องละ ๒๐,๐๐๐ บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับราคาของเครื่องทดสอบที่ใช้ปั๊มความดันสูง ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในขนาดความดันเท่ากันแล้วจะประหยัดกว่ามาก ทั้งระยะเวลาในการสร้างไม่นานนัก และสร้างได้โดยง่าย ผู้สนใจจะขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติมหรือขอชมเครื่องทดสอบที่ได้จัดสร้างขึ้น โปรดติดต่อได้ที่ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทุกวันเวลาราชการ





## ฉนวนกันความร้อน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอากาศค่อนข้างร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนอากาศจะร้อนอบอ้าวมาก อาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะประสบกับสภาพความร้อนที่สูงขึ้น ทำให้ผู้อยู่อาศัยและคนงานเกิดความเครียด มีผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง วิธีที่จะผ่อนคลายนี้อาจจะเช่นนี้มีอยู่หลายวิธี เริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ การวางรูปอาคารให้ถูกต้องตามทิศทางลม การปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อบังความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้ามาทางผนังอาคาร หรือทำแผงกันแสงแดด แต่อย่างไรก็ดียังต้องคำนึงถึงความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางหลังคาด้วย และเนื่องจากในปัจจุบันบ้านเมืองอยู่ในสภาพแออัด บางครั้งไม่สามารถจะจัดโครงสร้างและวางรูปอาคารสิ่งปลูกสร้างให้ถูกต้องตามทิศทางการกำหนดไว้ วิธีหนึ่งที่จะช่วยป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้คือ การใช้ฉนวนกันความร้อนมาติดตั้งภายในอาคาร

ฉนวนกันความร้อน หมายถึงวัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น ในอุตสาหกรรมใช้ปกป้องพลังงานความร้อนไม่ให้สูญหายไปหรือเพื่อควบคุมอุณหภูมิในกรรมวิธี ในอาคารที่อยู่อาศัยใช้เพื่อเพิ่มความสุขสบายในที่อยู่อาศัย เป็นต้น วัสดุที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนโดยทั่วไป ได้แก่ คอร์ก และผลิตภัณฑ์คอร์ก โยแรว์ในรูปแบบต่าง ๆ แร่เพอร์ไลท์ และแร่เวอร์มิคูไลท์ที่ขยายตัวแล้ว โยพิชต่าง ๆ ที่อัดแน่น อัดหลวม และทอเป็นแผ่น โฟมพลาสติกต่าง ๆ กระจกต่าง ๆ เช่น กระจกย่น และกระจกฉลุฟูก แคลเซียมซิลิเกต แผ่นโลหะบางที่มีผิวหน้ามัน ผลิตภัณฑ์จากไดอะตอมไมท์ ผลิตภัณฑ์จากดินเหนียว เป็นต้น สารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการใช้งานต่าง ๆ กัน มี

ข้อดีข้อเสียต่างกัน การนำมาใช้งานอาจใช้วัสดุชนิดเดียว หรือหลายชนิดร่วมกันได้

ฉนวนกันความร้อนนำมาใช้ในงานได้ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำกว่า ๐° ซ. จนถึง ๒๒๐๐° ซ. ในที่อุณหภูมิสูงเช่นในเตาเผา เตาถลุงแร่ ใช้ฉนวนกันความร้อนที่ทำจากไดอะตอมไมท์ผสมกับวัตถุประสานแล้วอัดเป็นก้อนหรือทำเป็นท่อ หรือใช้ไดอะตอมไมท์ร่วมกับแคลเซียมซิลิเกต โดยจัดเรียงกันเป็นชั้น ในที่ที่อุณหภูมิต่ำลงมา เช่น ในเตาอบ หม้อน้ำ ท่อไอน้ำ ใช้แคลเซียมซิลิเกต หรือโยแรว์อัดเป็นก้อน หรือใช้โยแรว์มาบุทำเป็นผืนอ่อน (blanket) ก็ได้

ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กับอาคาร โดยทั่วไปมีหลายลักษณะด้วยกัน ที่พบเห็นกันทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ชนิดที่ทำเป็นแผ่นแข็ง (board) หรือชนิดที่ทำเป็นผืนอ่อน ชนิดที่ทำเป็นแผ่นแข็งใช้สำหรับบุผิวเพดาน และใช้ทำผนังอาคาร วัสดุที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนแบบนี้ได้แก่ ยิปซัม โยแรว์ โฟมพลาสติก โยพิชต่าง ๆ เช่น ซานอ้อย ไม้ เป็นต้น โดยนำมาอัดเป็นแผ่นแน่น มีความหนาต่าง ๆ กัน ส่วนชนิดที่ทำเป็นผืนอ่อน ส่วนมากทำจากพวกโยแรว์บุลงไปบนแผ่นกระดานหรือใช้ร่วมกับแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ ฉนวนที่ทำจากโยแรว์ มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี มีน้ำหนักเบา มีอายุการใช้งานได้นาน แต่มีราคาค่อนข้างสูง และในปัจจุบันยังมีฉนวนกันความร้อนที่ผลิตขึ้นในรูปของเหลวใช้ฉีดพ่นไปบนหลังคาอาคารอีกด้วย

นอกเหนือจากฉนวนกันความร้อนแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้กันความร้อนได้ คืออะลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นอะลูมิเนียม บาง เบา และมีผิวหน้าเป็นมัน ความจริงแล้วอะลูมิเนียมฟอยล์มีใช้ฉนวนกันความร้อน แต่มีคุณสมบัติในการสะท้อนกลับความร้อนได้ดีมาก ฉะนั้น

## แนวโน้มการวิเคราะห์สารด้วยเครื่องมือสมัยใหม่

ปัจจุบันนี้ได้มีการปรับปรุงเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์สารใช้ทันสมัยยิ่งขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วง ๒๐ ปีที่แล้วมา นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้หลักการทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาในการสร้างเครื่องมือและนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อรวบรวมข้อมูล และแปลความหมายอย่างกว้างขวาง อาทิ ในงานวิจัยพื้นฐาน งานอุตสาหกรรม งานควบคุมสภาวะแวดล้อม งานด้านสาธารณสุข และอื่น ๆ เครื่องมือเหล่านี้มีความไว ให้ความเฉพาะเจาะจง และให้ความรวดเร็วในการวิเคราะห์สูงขึ้น ทั้งยังมีวิธีการใช้ที่ง่าย และมีราคาถูกลงอีกด้วย สำหรับนักเคมีส่วนใหญ่เครื่องมือวิเคราะห์สมัยใหม่เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมาก ความถูกต้องและประโยชน์ทั้งสิ้นที่ผู้ทำการวิเคราะห์จะได้รับนั้นขึ้นอยู่กับความไว ความจำเพาะ ความรวดเร็ว ความง่ายในการวิเคราะห์และราคาของเครื่องมือตลอดจนการซักตัวอย่าง ซึ่งจะได้กล่าวถึงแนวโน้มการวิเคราะห์สารด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ในหัวข้อเหล่านี้เป็นลำดับต่อไป

### ๑. ความไว (sensitivity) และขีดจำกัดต่ำสุด (detection limit) ในการวิเคราะห์

ความไวในการวิเคราะห์หมายถึงปริมาณสารน้อยที่สุดที่เครื่องมือชนิดนั้น ๆ สามารถวัดสัญญาณได้ ส่วนขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์หมายถึงปริมาณสารน้อยที่สุดที่เครื่องมือชนิดนั้น ๆ สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕

ความไวในการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ ประสิทธิภาพในการทำให้สารอยู่ในสภาพที่จะวัดปริมาณได้ และยิ่งขึ้นกับความสามารถที่จะวัดปริมาณสารในสภาพดังกล่าวได้อีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นถ้ามีสารรบกวนปะปนอยู่ จะทำให้ขีดจำกัดต่ำสุดในการวิเคราะห์สารนั้นเปลี่ยนแปลงไปได้เช่นกัน สภาพของสารที่สามารถวัดปริมาณได้มี อาทิ สภาพที่เป็นไอออนซึ่งดูดหรือเปล่งออกมา อันเป็น

หลักการในการวิเคราะห์โดยวิธีสเปกโตรสโคปีแบบต่าง ๆ (เช่น รังสีเอกซ์ อุลตราไวโอเล็ต อินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ รามันและโมสเบาเออร์สเปกโตรสโคปี) สภาพอื่นของสารที่สามารถวัดปริมาณได้ ได้แก่ สภาพที่เป็นประจันเป็นหลักการของการวิเคราะห์โดยวิธีอิเล็กตรอนและแมสสเปกโตรเมตรี และเป็นหลักการการทำงานของเครื่องวัด (detector) ชนิดอิเล็กโตรเคมีคัล และเฟลมออิออนเซชันที่ติดอยู่ในเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ปัจจุบันการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของไอออนหรือให้อยู่ในรูปของอิเล็กตรอนหรือไอออนได้รับการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิมมาก ทั้งนี้ทำได้โดยการใช้แหล่งกำเนิดพลังงานสูง เช่น เลเซอร์ รังสีซินโครตรอนและพลาสมาส เป็นต้น มีรายงานกล่าวว่า ประสิทธิภาพที่ทำได้มีค่าเกือบร้อยละ ๑๐๐ สำหรับเรโซแนนซ์—เอนแฮนซ์ มัลติโฟตอน อีออในเซชัน (resonance—enhanced multiphoton ionization) ของสารที่อยู่ในลักษณะที่เป็นทั้งอะตอมและโมเลกุล การใช้เครื่องวัดที่มีการขยายสัญญาณหลายเท่า (multiplier detectors) จะสามารถวัดสัญญาณที่เกิดจาก ๑ โฟตอนหรือ ๑ อีออนได้ ฉะนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ธาตุซีเซียมเพียง ๑ อะตอม หรือสารประกอบเนพธาลินเพียง ๑ โมเลกุลได้

ความก้าวหน้าและวิวัฒนาการทางด้านเครื่องมือได้เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ก่อนเครื่องมือที่มีความไวถึงขนาดวัดได้ หนึ่งในล้านส่วน  $\frac{1}{1,000,000}$  ก็เป็นที่น่าประทับใจอย่างยิ่งแล้ว ปัจจุบันนี้มีการวิเคราะห์บางอย่างที่ความไวของเครื่องมือสามารถวัดได้ถึง หนึ่งในล้านล้านส่วน  $\left(\frac{1}{1,000,000,000}\right)$  เช่น การหาปริมาณของไดออกซิน นอกจากนี้เครื่องมือแทนเดมแอคเซอเรเตอร์ แมสสเปกโตรมิเตอร์ (tandem accelerator mass spectro-

meter) ก็สามารถตรวจ  $10^3$  จำนวน ๓ อะตอม ที่ปะปนอยู่ใน  $10^6$  จำนวน  $10^6$  อะตอม ข้อมูลที่ได้นี้ทำให้

สามารถวัดความเก่าแก่ของโบราณวัตถุได้ถึงเจ็ดหมื่นปี

## ๒. ความจำเพาะในการวิเคราะห์ (specificity)

ความจำเพาะในการวิเคราะห์โดยเครื่องมือชนิดใดๆ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการให้ข้อมูลและประโยชน์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการวิเคราะห์นั้นๆ เครื่องวัดที่สมบูรณ์แบบจะให้ข้อมูลมากมาย ข้อมูลทั้งหมดที่ได้ขึ้นกับจำนวน มิติและจำนวน ข้อมูลต่อ ๑ มิติ ตัวอย่างเช่น การวัดดรรชนีหักเห และการหมุนระนาบแสงโพลาไรซ์ของสารนั้นให้ค่า ๑ ค่า หรือเป็น ๑ มิติ ปัจจุบันเครื่องมือส่วนใหญ่ให้ค่าได้หลายมิติ ซึ่งจะให้ข้อมูลมากมาย วิธีทางสเปกโตรสโคปีที่ธรรมดาที่สุดที่ให้ค่า ๒ ค่า หรือเป็น ๒ มิติ ได้แก่ อินฟราเรดสเปกโตรสโคปีที่แสดงผลเป็นกราฟระหว่างการดูดแสงและความยาวคลื่นและแมสสเปกโตรเมตรีที่แสดงผลเป็นกราฟระหว่างความอุดมของไอออนกับอัตราส่วนมวลต่อประจุ เป็นต้น ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงความจำเพาะในการวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ให้เหมาะสม ตัวอย่างความก้าวหน้าของวิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ให้ความจำเพาะสูงก็มีวิธีสเปกโตรสโคปีแบบต่าง ๆ อาทิ การวิเคราะห์สารในสภาพก๊าซขณะเย็น โดยให้ขยายตัวแบบซูเปอร์โซนิคจะขยายให้เห็นเส้นไวเบอร์ชันและโรเทชัน ซึ่งสามารถวัดโดยใช้แสงเลเซอร์ (tunable laser) ได้ วิธีแมสสเปกโตรเมตรีของสารมวลสูงซึ่งให้ประสิทธิภาพในการแยกวิเคราะห์ (resolution) สูงถึงหนึ่งใน  $10^5$  ส่วนนั้นจะให้ประสิทธิภาพในการแยกวิเคราะห์สูงกว่าวิธีธรรมดาประมาณ  $10^5$  เท่า สำหรับวิธีก๊าซโครมาโตกราฟีเมื่อใช้ท่อแคพิลลารี หรือแคพิลลารีคอลัมน์ (capillary columns) แทนท่อแบบธรรมดา จะให้ประสิทธิภาพในการแยกวิเคราะห์สูงขึ้นประมาณ  $10^4$  เท่า เป็นต้น

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว เทคนิคแบบหลายมิติจะช่วยเพิ่มความจำเพาะในการวิเคราะห์ให้สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น วิธีนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปีแบบ ๒ มิติ จะให้ข้อมูลมากกว่าวิธีธรรมดา วิธีแทนเดมแมสสเปกโตรเมตรี (tandem mass spectrometry) ซึ่งให้มิติมากกว่าวิธีธรรมดา จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสารตัวอย่างได้มากขึ้น อีกทั้งสามารถวิเคราะห์สารได้ในเวลาสั้นกว่า  $10^{-3}$  วินาทีอีกด้วยถ้าใช้เครื่องวัดชนิดพิเศษ

อนึ่งยังมีเทคนิคที่ผสมเทคนิคแบบหลายมิติเข้าด้วยกัน ตัวอย่างที่รู้จักกันดีในระยะ ๒๐ ปีที่แล้วมานี้ได้แก่ เทคนิคที่รวมก๊าซโครมาโตกราฟีและแมสสเปกโตรเมตรีเข้าด้วยกัน เรียกอย่อ ๆ ว่า วิถีจีซี-เอ็มเอส (GC-MS) เทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่สำคัญและสะดวกมากอย่างหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์สารผสมองค์ประกอบซับซ้อน เช่น ใช้วิเคราะห์สารฟีโรโมนจากแมลง สารมลภาวะ สารตัวอย่างทางนิติเวชวิทยาและใช้ในการวิเคราะห์สารเพื่อควบคุมขบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการรวมเทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟีและอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี และรวมเทคนิคลิควิดโครมาโตกราฟีและแมสสเปกโตรเมตรีเข้าด้วยกัน ซึ่งให้ผลที่ดียิ่งขึ้นในด้านการแยกวิเคราะห์สารที่เป็นไอโซเมอร์ อีกทั้งยังใช้วิเคราะห์สารที่ระเหยเป็นไอได้น้อยกว่าอีกด้วย

นอกเหนือจากเทคนิคที่กล่าวแล้ว กรณีที่สารตัวอย่างไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อาจใช้วิธีวิเคราะห์แบบมัลติไดเมนชันนัลสเปเทียล (multidimensional spatial analysis) ตัวอย่าง เช่น เทคนิคพิเศษ “ไมโครโพรบ” และ “ไมโครสโคป” ซึ่งใช้อิเล็กตรอน อีออน หรือแสงเลเซอร์ เป็นเครื่องพิสูจน์และตรวจหาปริมาณธาตุหรือโมเลกุลที่กำหนดในลักษณะ ๒ มิติ หรือ ๓ มิติ ของสารตัวอย่าง เป็นต้น

### ๓. ความรวดเร็ว ความง่ายและราคาในการวิเคราะห์

สิ่งอื่นที่จะต้องพิจารณาในการเลือกวิธีการและเครื่องมือวิเคราะห์ที่สารนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วคือ ความเร็ว ความง่าย ตลอดจนราคาต่อการวิเคราะห์ สำหรับความเร็วนั้นได้มีการพัฒนาอย่างมากมาย บางกรณีใช้เครื่องมือพิเศษช่วย เช่น พีโคเซกันด์เลเซอร์ และมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยอย่างมากในระยะหลัง ทำให้การวิเคราะห์มีความรวดเร็ว ถูกต้องและสามารถควบคุมให้เป็นไปตามต้องการได้เป็นอย่างดี เทคนิคอีกอย่างหนึ่งที่แพร่หลายคือ เทคนิคที่ใช้ฟูริเยร์-ทรานสฟอร์ม (Fourier transform techniques) ซึ่งช่วยเพิ่มความเร็วและความไวในการวิเคราะห์ให้สูงขึ้นมาก โดยเฉพาะความไวนั้นเพิ่มได้เป็นสิบยกกำลังเท่า ( $10^3$  เท่า) เลยทีเดียว ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคนี้ในวิธีอินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์-สเปคโตรสโคปีและแมสสเปคโตรเมตรี

### ๔. การชักตัวอย่างในการวิเคราะห์

นอกเหนือจากวิธีชักตัวอย่างโดยทั่วไปแล้ว ในการวิเคราะห์สารบางอย่างนั้นอาจต้องมีวิธีพิเศษเพื่อทำให้สารตัวอย่างอยู่ในสภาวะที่เครื่องมือทำการวิเคราะห์ได้ หรือทำให้เครื่องมืออยู่ในสภาวะที่สามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างได้ ตัวอย่างในกรณีหลัง เช่น เครื่องมือที่ใช้ในวงโคจรและในเครื่องใช้ในการลงบนดาวอังคารของยานอวกาศไวคิง เป็นต้น ตัวอย่างอื่นได้แก่ การวิเคราะห์ควันจากปล่องโรงงานโดยการตรวจสอบในระยะไกลหรือรีโมท เซนซิง (remote sensing) การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของ

บริเวณกว้างที่สงสัยว่าจะมีสารพิษอยู่โดยการสูบอากาศเข้าเครื่องมือแมสสเปคโตรมิเตอร์ (MS-MS instrument) ที่ติดตั้งบนยานพาหนะทำให้สามารถเคลื่อนไปในบริเวณนั้นด้วยความเร็วประมาณ ๕๖ กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อทำการวิเคราะห์ในทันที เป็นต้น

ที่กล่าวมาพอเป็นสังเขปข้างต้นเกี่ยวกับแนวโน้มการวิเคราะห์สารด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ พอจะคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตจะมีการวิจัยทางเคมีและการผลิตสูงขึ้น ในการศึกษาอบรมผู้ที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากการให้ความรู้เรื่องการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือแล้ว การศึกษาระดับปริญญาตรีในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ยังมีการปูพื้นฐานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ ให้แก่นักศึกษาอีกด้วย อย่างไรก็ตามถึงแม้จะได้มีการพัฒนาเครื่องมือให้ก้าวหน้าไปอย่างมากก็ตาม ควรที่จะต้องคำนึงถึงวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกล่าวคือต้องพิจารณาปัญหาที่ทำการวิเคราะห์ให้ละเอียดว่ามีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือสมัยใหม่มากน้อยเพียงใด เพราะในบางกรณีอาจใช้วิธีทางเคมีหรือเครื่องมือเท่าที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการขณะนั้นแก้ปัญหาให้ได้ นอกจากนั้นควรจะต้องทราบกลไกและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ทั้งหมด ยิ่งไปกว่านั้นกรณีที่ใช้เครื่องมือสมัยใหม่ช่วยวิเคราะห์ต้องมีเครื่องมือและบุคลากรที่มีความชำนาญเป็นพิเศษในการซ่อมและแก้ไขเครื่องมือส่วนอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมทั้งต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างถูกต้องด้วย จึงจะทำให้การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือสมัยใหม่นั้นๆ ให้ผลที่เป็นประโยชน์และใช้งานได้คุ้มค่ายิ่งขึ้น



## เครื่องทดสอบความดันสูงราคาประหยัด

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นภาชนะบรรจุก๊าซหรือของเหลว เช่น ถังลมสำหรับปั๊มลม ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวและหม้อไอน้ำนั้น ตามปกติก่อนจะนำมาใช้งานจะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพด้านความทนทานต่อความดัน ทั้งความดันใช้งานและความดันทดสอบหรือความดันสูงสุด ซึ่งจะสูงกว่าความดันใช้งานประมาณ ๔ เท่า ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่จะนำไปใช้งานเสียก่อน

เครื่องทดสอบความดันที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๒ ส่วน คือ ปั๊มความดันสูง ซึ่งเป็นตัวกำเนิดความดันและส่วนที่เป็นตัวขับเคลื่อนปั๊มหรือต้นกำลังขับเคลื่อนปั๊มให้ทำงาน ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์สันดาปภายใน ส่วนประกอบทั้ง ๒ ส่วนนี้มีราคาค่อนข้างแพง ทำให้เครื่องทดสอบความดันดังกล่าวนี้มีราคาสูงไปด้วย ลักษณะการทำงานของเครื่องทดสอบความดันประเภทนี้จะทำงานเป็นจังหวะของลูกสูบที่ชักขึ้น-ลง ทำให้อัตราการเพิ่มความดันให้ขึ้นทดสอบจะเป็นแบบช่วงจังหวะและเป็นการเพิ่มความดันอย่างทันทีเป็นช่วง ๆ ซึ่งจะยังผลให้ขึ้นทดสอบได้รับความดันไม่สม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามการติดตั้งถึงเก็บความดันหรือถึงลดคลื่นความดัน (silencer) ที่พอเหมาะสำหรับเครื่องทดสอบก็อาจจะลดปัญหานี้ไปได้บ้าง นอกจากนี้ในการเดินเครื่องเพื่อทดสอบยังมีเสียงดังรบกวนต่อโสตประสาทของผู้ทดสอบและผู้ที่อยู่ใกล้เคียงด้วย จึงจำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันเสียงหรือแยกห้องทดสอบออกไปต่างหาก ฉะนั้นในการทดสอบความดันโดยเครื่องมือประเภทนี้ นอกจากจะต้องมีอุปกรณ์ทดสอบ ซึ่งมีราคาสูงดังกล่าวแล้วข้างต้น ยังจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ อีก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นต้องสูงไปด้วยเป็นเงาตามตัว

เครื่องทดสอบความดันอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แทนเครื่องทดสอบความดันที่กล่าวแล้วข้างต้นได้ คือ เครื่องทดสอบความดันโดยใช้ก๊าซในโตรเจนเป็นตัวกำเนิดความดัน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ๒ ส่วน คือ ท่อบรรจุก๊าซในโตรเจนซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด มีความดันบรรจุประมาณ ๑๕๐ กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร สำหรับอีกส่วนหนึ่งคือ ถังเก็บความดัน ทำด้วยเหล็กกล้า มีขนาดบรรจุพอเหมาะ กับปริมาตรของตัวอย่างชิ้นทดสอบ นอกจากนี้ยังมี ส่วนประกอบอื่น ๆ อีก เช่น ล้อปรับความดัน ล้อปิดเปิดจำนวน ๔ ตัว และมาตรวัดความดัน ซึ่งรายละเอียดส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบนี้แสดงไว้ในแผนภาพ

การใช้งานของเครื่องทดสอบ เริ่มจากการเติมน้ำเข้าไปในถังเก็บความดันโดยผ่านล้อปิดเปิดตัวที่ ๓ จนเต็มถึงเก็บความดัน สังเกตได้จากน้ำไหลล้นออกมาทางล้อปิดเปิดตัวที่ ๑ ขณะนี้ล้อปิดเปิดตัวอื่นที่เหลือยังปิดอยู่ เมื่อเริ่มทดลองจะปิดล้อปิดเปิดตัวที่ ๑ และ ๓ แล้วเปิดล้อปิดเปิดตัวที่ ๒ และ ๔ ปรับความดันในระบบให้เพิ่มขึ้นทีละน้อย โดยค่อย ๆ เปิดล้อปิดเปิดปรับความดันที่ท่อในโตรเจนให้ก๊าซในโตรเจนไหลผ่านถึงเก็บความดัน และดันน้ำเข้าไปในชิ้นทดสอบ เพื่อเพิ่มความดันให้ขึ้นทดสอบตามต้องการ ซึ่งจะอ่านค่าได้จากมาตรวัดความดัน หลังจากทดสอบเรียบร้อยแล้ว ปิดล้อปิดเปิดตัวที่ ๔ ปิดล้อปรับความดันและเปิดล้อปิดเปิดตัวที่ ๑ เพื่อลดความดันในถังเก็บความดันและเตรียมการทดสอบครั้งต่อไป

เครื่องทดสอบความดันโดยใช้ก๊าซในโตรเจนนี้ กรมวิทยาศาสตร์บริการได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบความดันของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีผู้ส่งมาให้ทดสอบ

(อ่านต่อหน้า ๑๘)



## กระดาษทิชชู

เมื่อเอ่ยถึงกระดาษทิชชูทุกคนย่อมรู้จักกันดี เพราะปัจจุบันกระดาษทิชชูได้กลายเป็นของใช้ประจำบ้านหรือประจำตัวที่แพร่หลายทั่วไป และโดยที่เป็นของใช้ใกล้ตัวที่ต้องซื้อมากันอยู่เสมอ จึงขอนำเรื่องราวที่เป็นความรู้เกี่ยวกับกระดาษทิชชู มาเล่าสู่กันฟัง

กระดาษทิชชูหรือที่มีผู้เรียกว่ากระดาษอนามัยนั้น เป็นกระดาษที่ทำขึ้นโดยประสงค์ให้มีความนุ่ม และสามารถดูดซับของเหลวได้ดี เพื่อให้เหมาะกับการใช้ทำความสะอาดร่างกาย หรือของใช้ต่าง ๆ การทำให้กระดาษมีเนื้อนุ่มและมีความสามารถดูดซับสูง อาจทำได้หลายวิธี เช่น

วิธีแรก ใช้เยื่อกระดาษที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งจะได้เส้นใยที่อ่อนนุ่ม และจำนวนเส้นใยต่อหน่วยน้ำหนักมาก จึงสามารถดูดซับของเหลวหรือความชื้นได้ดีขึ้น

วิธีที่สอง โดยการทำการกระดาษให้ย่นประมาณร้อยละ ๒๐-๓๐ หรือทำให้เป็นรอยเว้ารายนูนเพื่อทำให้เกิดความรู้สึกนุ่มเมื่อสัมผัสและดูดซับได้ดีขึ้น นอกจากนี้การทำการกระดาษให้บางซ้อนกันหลายๆ ชั้น จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับ และทำให้รู้สึกอ่อนนุ่มอีกด้วย

กระดาษทิชชูในท้องตลาดมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งด้านคุณสมบัติ ขนาด การบรรจุและราคา แต่ข้อแตกต่างที่สำคัญคือคุณสมบัติที่เป็นตัวกำหนดการใช้งานของกระดาษ บางครั้งเราอาจเคยนำกระดาษเหล่านี้มาใช้ผิดประเภทได้

กระดาษทิชชูตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มี ๔ ประเภท ดังนี้

กระดาษทิชชูประเภทแรก คือกระดาษเช็ดหน้า ถือว่าเป็นกระดาษทิชชูที่ต้องมีคุณภาพในด้านความอ่อนนุ่ม ความสะอาดสูงกว่ากระดาษทิชชูประเภทอื่น ความสามารถดูดซับน้ำได้ดี ความเป็นกรด-ด่าง มีค่า

อยู่ระหว่าง ๕.๕ ถึง ๘.๕ นอกจากนี้ยังต้องมีความทนทานต่อแรงดึงในขณะที่แห้งและเปียกน้ำ ซึ่งหมายความว่ากระดาษจะไม่ยุ่ยหรือขาดง่ายเมื่อเปียก กระดาษเช็ดหน้าโดยทั่วๆ ไปแล้ว เป็นกระดาษทิชชูสองชั้น มีน้ำหนักต่ำสุด ๒๘ กรัมต่อตารางเมตร ทำเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมวางซ้อนกันบรรจุในกล่องหรือห่อ มีจำนวนแผ่นบรรจุที่แตกต่างกันออกไป คือ ๖๐, ๘๐, ๑๕๐ หรือ ๒๐๐ แผ่น

กระดาษทิชชูประเภทที่สอง คือกระดาษเช็ดปาก กระดาษทิชชูชนิดนี้มีคุณสมบัติทางด้านความอ่อนนุ่ม ความเป็นกรด-ด่าง ความทนทานต่อแรงดึงทั้งในขณะที่แห้งและเปียกใกล้เคียงกับกระดาษเช็ดหน้า แต่มีความต้องการด้านความสะอาดรองลงมา กระดาษเช็ดปากโดยทั่วๆ ไปเป็นกระดาษทิชชูชนิดชั้นเดียว มีน้ำหนักต่ำสุด ๒๑ กรัมต่อตารางเมตร ทำเป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยม บรรจุซ้อนกันในกล่องหรือห่อ ขนาดบรรจุ ๕๐ หรือ ๑๐๐ แผ่น

กระดาษทิชชูประเภทที่สาม คือ กระดาษเช็ดมือ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า กระดาษชนิดนี้เป็นกระดาษสารพัดประโยชน์ ใช้เช็ดได้สารพัด เช่น เช็ดมือ เช็ดรถ เช็ดถ้วยชาม หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ กระดาษเช็ดมือต้องมีความอ่อนนุ่ม ความสามารถดูดซับได้ดี ความสะอาดเพียงพอ ถ้าพิจารณาในลักษณะของการใช้งาน กระดาษเช็ดมือจะต้องมีคุณสมบัติทางด้านความทนทานต่อแรงดึง ทั้งในขณะที่แห้งและเปียกสูงกว่ากระดาษทิชชูประเภทอื่น ๆ โดยทั่วๆ ไปมี ๒ ชนิด คือชนิดชั้นเดียวมีน้ำหนักต่ำสุด ๓๕ กรัมต่อตารางเมตร และชนิดสองชั้นมีน้ำหนักต่ำสุด ๕๑ กรัมต่อตารางเมตร ทำเป็นม้วน การบรรจุเป็นม้วนเดี่ยวและม้วนคู่ โดยม้วนเดี่ยวมีความยาวไม่น้อยกว่า ๒๗.๕ ม้วนคู่ควรมีความยาวไม่น้อยกว่า ๕๑.๕ เมตร

กระดาษทิชชูประเภทที่สี่ ได้แก่ กระดาษชำระ นอกเหนือจากความสามารถดูดซับความอ่อนนุ่ม ความเป็นกรด—ด่าง แล้ว คุณสมบัติของกระดาษชำระที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง คือการกระจายตัวได้ง่ายเมื่อเปียกน้ำ ซึ่งเป็นความต้องการที่ตรงข้ามกับกระดาษเช็ดหน้า กระดาษเช็ดปาก และกระดาษเช็ดมือ กระดาษชำระโดยทั่วไปแล้ว มีอยู่ ๒ ชนิด คือ ชนิดชั้นเดียวมีน้ำหนักค่าสุด ๒๕ กรัมต่อตารางเมตร และชนิดสองชั้นมีน้ำหนักค่าสุด ๒๘ กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งทำเป็นม้วนทั้งสองชนิดมีขนาดในแต่ละม้วน ความกว้างประมาณ ๑๐—๑๒ ซม. ความยาวของกระดาษไม่น้อยกว่า ๓๑ เมตร

หลายท่านคงจะไม่ปฏิเสธว่าเคยใช้กระดาษทิชชู โดยไม่ได้เลือกใช้ให้ถูกต้องกับคุณภาพของมัน เช่น ใช้กระดาษชำระมาเช็ดหน้า เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหา เราพบเสมอว่าตามร้านอาหารหรือบ้านเรือน มักมีกระดาษทิชชูม้วนกลม ๆ ใส่กล่องพลาสติกหรือผ้า ปล่อยชายใส่ล่ออกให้ดึงง่าย ๆ เพื่อใช้เช็ดหน้า เช็ดปาก หรือเช็ดมือ และเมื่อใช้เช็ดหน้าหรือปากที่ค่อนข้างเปียกชื้น ท่านก็คงนึกภาพของคนที่คว่ หนวด หรือคางมีเศษกระดาษทิชชูติดอยู่ เนื่องจากกระดาษนั้นเนื้อเปียกติดหน้าตา ขณะเดียวกันบางคนอาจชอบเข้าห้องน้ำพร้อมกับกระดาษทิชชูชนิดที่เมื่อเปียกน้ำแล้วยังคงเหนียวติดอยู่ ซึ่งอาจทำให้ส้วมอุดตันได้ เพราะกระดาษดังกล่าว อาจเป็นกระดาษเช็ดหน้า เช็ดปาก หรือเช็ดมือ ซึ่งจะไม่กระจายตัวและไม่เปื่อยยุ่ยเมื่อเปียกน้ำ และมักจะไปอุดตันตามช่องของ

ท่อ ทำให้สถานที่หลายแห่งถึงกับเขียนกำกับไว้ ในห้องส้วมว่า “โปรดใช้แต่กระดาษชำระที่เตรียมไว้ให้เท่านั้น”

แต่เดิมกระดาษทิชชูผลิตจากเยื่อกระดาษใหม่ล้วน ๆ ต่อมาเมื่อราคาของเยื่อกระดาษที่ใช้เป็นวัตถุดิบสูงขึ้นพร้อมกับค่าใช้จ่ายอย่างอื่นเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีการแข่งขันในตลาดกันมากขึ้นด้วย จึงมีการนำเศษกระดาษและเยื่อไม้บดมาผสมเพื่อให้สินค้าขายได้ในราคาที่ไม่สูงเกินไป แต่การใช้เศษกระดาษผสมเช่นนี้จะทำให้กระดาษคุสกปรก เขาจึงมักย้อมสีหรือพิมพ์ลวดลายให้สวยงามเพื่อปิดบังร่องรอยของความสกปรก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการซื้อกระดาษทิชชูที่ย้อมสีเข้มและถ้าเป็นไปได้ควรเลือกซื้อแต่กระดาษทิชชูสีขาว ทั้งชนิดที่ใช้สำหรับ เช็ดหน้า เช็ดปาก เช็ดมือ หรือกระดาษชำระ เพราะเราจะสังเกตเห็นร่องรอยความสกปรกได้ง่าย และมีความปลอดภัยกว่า ซึ่งในเหตุผลเดียวกัน ผู้ผลิตก็จำเป็นต้องใช้วัตถุดิบที่สะอาดสำหรับผลิตกระดาษทิชชูสีขาวอีกด้วย

ขณะนี้ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษเช็ดหน้า กระดาษเช็ดปาก กระดาษเช็ดมือ และกระดาษชำระขึ้นแล้ว ท่านควรเลือกซื้อกระดาษที่มีตราเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ของที่มีคุณภาพดีสมกับราคา และหากท่านมีปัญหาหรือข้อสงสัยประการใดเกี่ยวกับกระดาษทิชชู หรือกระดาษชนิดอื่น โปรดติดต่อสอบถามได้ที่ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ทุกวันในเวลาราชการ

## การมอบเอกสารมาตรฐานญี่ปุ่น



เมื่อวันที่ ๑๔ พฤษภาคม ๒๕๒๘ นายยาซุตะกะ นิชิมูระ (Mr. Yasutaka Nishimura) ประธานเจโทร (JETRO) ได้มอบเอกสารมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS) ฉบับแปลเป็นภาษาอังกฤษ เพิ่มเติมขึ้นจำนวน ๑๘๓ ฉบับ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรญี่ปุ่น (JAS) ฉบับแปลเป็นภาษาอังกฤษ จำนวน ๒๐ ฉบับ ให้ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อบริการแก่นักวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม นักธุรกิจ และผู้สนใจทั่วไป ผู้ซึ่งต้องการใช้ข้อสนเทศในเอกสารมาตรฐานประกอบการปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ อาทิ การรับรองคุณภาพสินค้า การวิเคราะห์ทดสอบ การ

กำหนดมาตรฐาน การติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ การควบคุมความปลอดภัย การซื้อสินค้า ฯลฯ โดยมีนายเฉลียว สุรสิทธิ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้รับมอบ

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการให้บริการข้อสนเทศมาตรฐาน มีเอกสารมาตรฐานที่ออกโดยหน่วยงานมาตรฐานระดับชาติ ระหว่างชาติ สมาคมและสถาบันที่สำคัญในต่างประเทศ รวม ๑๘๗ หน่วยงาน ประมาณ ๗๐,๐๐๐ ฉบับ เปิดบริการแก่ผู้ใช้ในวันเวลาราชการและวันเสาร์ ตั้งแต่เวลา ๘.๓๐-๑๖.๓๐ น.

□

## น้ำมยมหวานเข้มข้น

## ส่วนผสม

มยม	๑ กิโลกรัม
น้ำ	$\frac{๑}{๒}$ ลิตร
น้ำตาลทราย	๑ กิโลกรัม
เกลือ	๑๐ กรัม หรือประมาณ $\frac{๑}{๒}$ ช้อนโต๊ะ

สารกันเสีย โซเดียมเบนโซเอท (ถ้าต้องการเก็บไว้นาน)

## วิธีทำ

- ล้างผลมยมให้สะอาด ต้มมยมกับน้ำ ๑ ลิตร
- เติมน้ำตาลทรายลงไปประมาณ ๑๕๐ กรัม
- ต้มต่อไปโดยใช้ไฟแรง ประมาณ ๒๐ นาที เติมน้ำตาลทรายจนหมด เคี่ยวต่อไปอีกประมาณ ๒๐ นาที กรอง
- เติมน้ำที่เหลืออีก  $\frac{๑}{๒}$  ลิตร ในกาต้มน้ำ ต้มต่ออีก ๕ นาที กรอง
- ผสมน้ำที่ได้ทั้งสองครั้งเข้าด้วยกัน ใส่เกลือ



จัดทำและเผยแพร่โดย

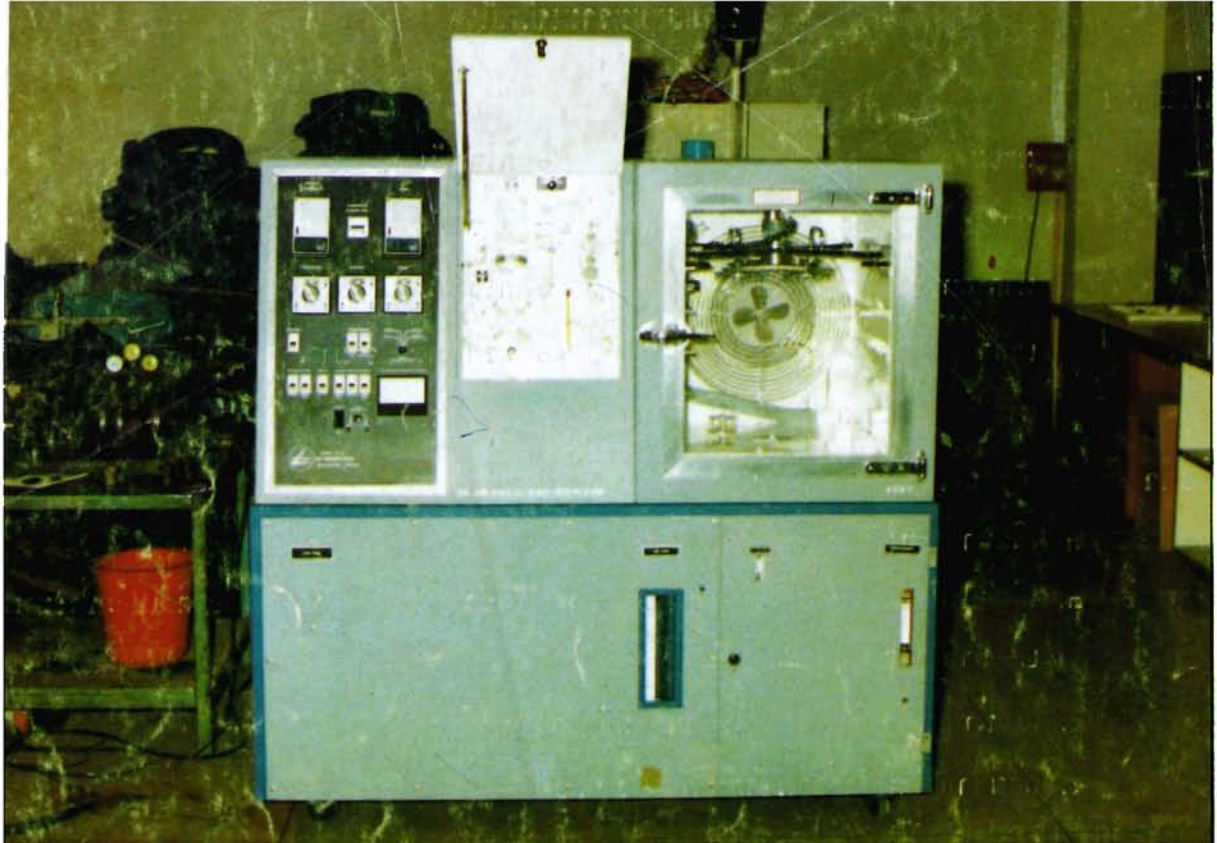
งานประชาสัมพันธ์

กองสนนเทคโนโลยีศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพรธรรม ๖/โยธี พญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐

โทร. ๒๕๒๒๕๐๑ ต่อ ๒๐๐



เครื่องทดสอบความทนทานของผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติกต่อก๊าซโอโซน

สารบัญ		
นำฟัง	๒	๑๗
ผังและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากผัง	๔	๑๘
ริงนุกเทียม	๑๑	๒๐
เนื้อเงาปรุงรสตากแห้ง	๑๒	๒๓
สปู่คำ	๑๓	๒๔
ชั้นชมผู้ให้บริการ	๑๔	๒๖
ระดับเสียงจากท่อไอเสียรถยนต์	๑๖	๒๗
	ประโยชน์ของไดโกลไมท์	
	ฉนวนกันความร้อน	
	แนวโน้มการวิเคราะห์สารด้วยเครื่องมือสมัยใหม่	
	เครื่องทดสอบความดันสูงราคาประหยัด	
	กระดาษทิชชู	
	การมอบเอกสารมาตรฐานญี่ปุ่น	
	น้ำมะขมหวานเข้มข้น	