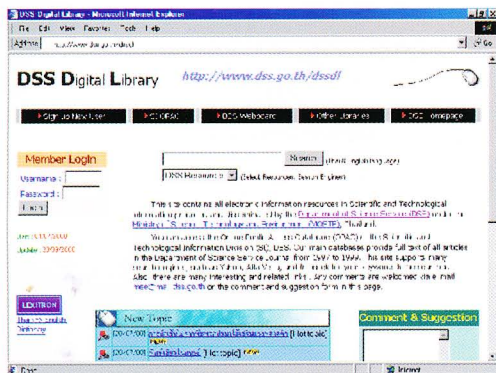




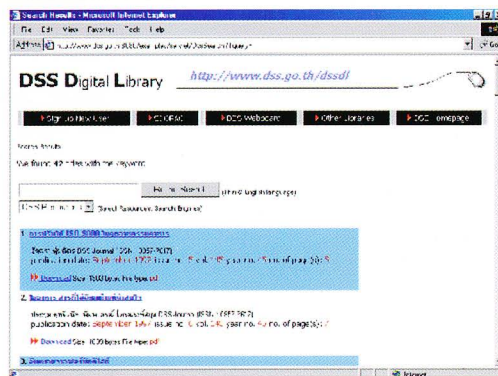
วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

Main Page

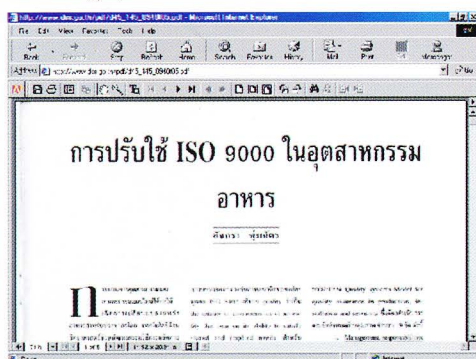


DSS Digital Library

Search Result



Dss Journal



ISSN 0857-7617

ปีที่ 49 ฉบับที่ 155 มกราคม 2544



กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ

สิ่งแวดล้อม

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 644-7021 โทรสาร. 245-5523

<http://www.dss.go.th>

ที่ปรึกษา

นางสาวชัชชัย เอี่ยมพงษ์

นายบันเทิง คันทะวัฒน์

นางสาวสุจินดา โชติพานิช

บรรณาธิการ

นางอัจฉรา พุ่มจักร

กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์ลักษ์ วัฒนภาส

นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล

นางสาวเรณู ตามไท

นางวรรณกร วรเสวต

นางสาวเบญจกัณฑ์ จาตุรงค์ศรี

นางสาวธิดา เกิดคำไร

นางสาวอรุณวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุดาดี เสริมนอก

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

ถ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

สารบัญ

1
4
8
12
21
24
26
29
31
33
35
36

ห้องสมุดดิจิทัล

เบญจรงค์ นิตยพัฒน์

สถิติกับเคมีวิเคราะห์

ภัทรา ปัญญาวัฒน์กิจ

การใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลัง

สุพะไชย์ จินดาวิฑิตกุล

การใช้ประโยชน์หินปูน โคลไรต์และปูนไหม้

ทวีลักษณ์ อ้นองอาจ

สอ้ง จักขุศิลา

โลหะบัดกรี

ประพิศ ประคุณหังสิด

วาสนา คงสุข

อโวคาโด (Avocado)

ปราณี แซ่โล้ว

ศรีสุดา หอมระฤก

พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์

ยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

กนกวรรณ จุมที

แหล่งกำเนิดแสง

ภักนัย ทองทิพย์พร

โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

จังหวัดราชบุรี

พิมพ์ลักษ์ วัฒนภาส

การแสดงธรรมของท่านพระธรรม โกศาจารย์

(ท่านปัญญานันทภิกขุ)

วัดชลประทานรังสฤษฎ์

รอบรู้พระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ

พ.ศ. 2540

ธารทิพย์ เกิดในมงคล

ดร.ชนิษฐ์ผู้แต่งและดร.ชนิษฐ์หัวเรื่อง

วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 48 (2543)

ห้องสมุดดิจิทัล

เบญจรงค์ นิตยพัฒน์

ห้องสมุดส่วนใหญ่ในปัจจุบันทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมข้อมูลความรู้ ในลักษณะของรูปเล่มที่เป็น กระดาษ และสื่อชนิดอื่นๆ ซึ่งสนับสนุนให้ผู้มาใช้ได้รับความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น มีการพัฒนาเทคนิคในการค้นคว้าหาสิ่งที่ต้องการ และปลูกฝังนิสัยรักการอ่านซึ่งเป็นรากฐานที่ดีของการพัฒนาทางการศึกษา และส่งเสริมการพัฒนาประเทศ

การที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ของดิจิทัลเกิดขึ้น ถือได้ว่าเป็นข้อได้เปรียบ ถ้าห้องสมุดจะนำเอาเทคโนโลยีนี้มาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงระบบการทำงาน วิธีการให้บริการของห้องสมุดเพื่อพัฒนาบริการให้สะดวก รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย และมากมายมหาศาล การนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาห้องสมุด จะประกอบไปด้วยเทคโนโลยีหลายๆ ด้าน อาทิ เทคโนโลยีภาพถ่าย ได้แก่ ไมโครฟิล์ม ทำให้สามารถอนุรักษ์เอกสารเก่าที่มีคุณค่าไว้ได้ในรูปแผ่นฟิล์ม เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการคงสภาพของกระดาษ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้เข้ามามีบทบาทมากในสังคม และเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานห้องสมุดเพื่อการจัดการบริหารงานต่างๆ ที่เรียกว่า ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ เช่น ใช้ในระบบการยืมคืน ระบบจัดหา ระบบค้นหา ข้อมูลบรรณานุกรม ซึ่งช่วยให้การค้นหาค้นเอกสารฉบับจริงนั้นทำได้อย่างรวดเร็ว แต่การพัฒนาการของเทคโนโลยีสารสนเทศกับห้องสมุดก็ไม่ได้หยุดอยู่แค่นั้น นอกจากจะค้นหาข้อมูลบรรณานุกรมแล้ว เทคโนโลยีสารสนเทศ ยังเข้ามาช่วยในการจัดเก็บเอกสารเต็มฉบับ ได้แก่ เทคโนโลยีของการสแกน, เครื่องอ่านเขียนซีดีรอม เทคโนโลยี OCR (Optical Character Recognition) และระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) และเมื่อนำเข้ามาผนวกกับอินเทอร์เน็ต จึงทำให้สามารถเข้าถึงเอกสารฉบับเต็มได้จากทุกหนทุกแห่งทั่วโลกที่ใช้อินเทอร์เน็ต โดยสามารถเข้ามาอ่าน หรือบันทึกเอกสารในรูปอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานได้

ดังนั้นแนวคิดที่เรียกว่า “ห้องสมุดดิจิทัล” จึงเกิดขึ้นพร้อมกับเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้กล่าวมาซึ่งในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงความหมาย คุณสมบัติ และองค์ประกอบของห้องสมุดดิจิทัล เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้ดียิ่งขึ้น

ห้องสมุดดิจิทัล คืออะไร

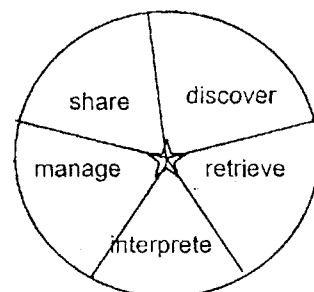
“ห้องสมุดดิจิทัล” (Digital Library) บางครั้งอาจจะใช้คำว่า “ห้องสมุดเสมือน” (Virtual Library) หรือ “ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์” (Electronic Library) และอื่นๆ แต่ทั้งหมดนี้ถือได้ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน

ในปัจจุบันนี้ ยังไม่มีคำจำกัดความที่แน่ชัดของห้องสมุดดิจิทัล แต่นักวิชาการและบรรณารักษ์หลายๆ ท่านได้ให้คำจำกัดความไว้ อาทิ ห้องสมุดดิจิทัลจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีหลายๆ ส่วนเพื่อการเชื่อมโยงทรัพยากรสารสนเทศที่มีอยู่เป็นการรวบรวมเอกสารข้อมูลโดยไม่ต้องมีรูปเล่มอยู่ด้วย นอกจากนี้ เป้าหมาย คือ การเชื่อมโยงข้อมูลจากทั่วโลก

เมื่อได้ตีความหมายจากคำนิยามแล้ว จึงได้ข้อสรุปตามความเข้าใจของตนเองว่า ห้องสมุดดิจิทัลก็คือห้องสมุดที่มีการให้บริการสารสนเทศในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยไม่ให้บริการในลักษณะเอกสารที่เป็นเล่มไม่ต้องมีพื้นที่สำหรับให้นั่งอ่าน และจัดเก็บเอกสารที่เป็นเล่มอีกต่อไป ฉะนั้นหากห้องสมุดใดประกาศว่าจะเปลี่ยนไปเป็นห้องสมุดดิจิทัล ก็ควรจะหมายความว่า ห้องสมุดนั้น จะต้องไม่มีการให้บริการในลักษณะเดิมอีก ดังนั้นห้องสมุดที่นำแนวคิดของห้องสมุดดิจิทัลมาใช้ควรจะต้องสร้างห้องสมุดดิจิทัลเพิ่มเติมขึ้นเพื่อเสริมความแข็งแกร่งของห้องสมุดในลักษณะเดิม จะตรงกันกับการปฏิบัติจริงมากกว่า

คุณสมบัติที่สำคัญ

ห้องสมุดดิจิทัลไม่เพียงจะต้องสามารถสืบค้นผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้เท่านั้น แต่ควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ 5 ข้อ ดังนี้ (ภาพประกอบที่ 1)

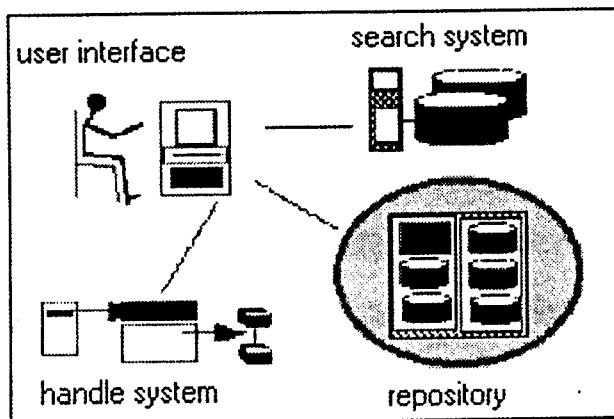


ภาพประกอบที่ 1 คุณสมบัติสำคัญของห้องสมุดดิจิทัล

1. สามารถค้นหา (discover) สารนิเทศที่ต้องการ นั่นคือสามารถช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาและเลือกสารนิเทศจากแหล่งต่างๆ เช่น ฐานข้อมูล หรือแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสม
2. สามารถนำกลับหรือดึง (retrieve) สารนิเทศที่ถูกค้นพบโดยห้องสมุดดิจิทัลจะต้องช่วยให้ผู้ใช้ค้นหาเอกสารที่ค้นพบแล้วไปใช้งาน ทั้งชนิดเป็นตัวอักษร และไม่ใช้ตัวอักษร
3. สามารถตีความ (interpret) สารนิเทศที่ค้นพบมาได้ ควรมีสิ่งที่จะช่วยในการตีความสารนิเทศได้ เช่น คำบรรยาย หรือ คำจำกัดความ หรือ ประเภทของเอกสาร
4. สามารถจัดการ (manage) โดยมีที่เก็บข้อมูลที่ค้นพบในระยะสั้นและระยะยาว และสามารถจัดการกับข้อมูลเหล่านั้น
5. สามารถแลกเปลี่ยน (share) สารนิเทศ โดยที่ห้องสมุดดิจิทัลควรเก็บข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกันได้และสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันตามวัตถุประสงค์

องค์ประกอบของห้องสมุดดิจิทัล

ตามหลักการของห้องสมุดดิจิทัลทำให้สามารถแบ่งองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface) ระบบค้นหา (search system) ระบบควบคุมจัดการ (handle system) และรีพอสิตอรี (repository) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 ส่วนประกอบสำคัญของห้องสมุดดิจิทัล

โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface) มีหน้าที่สื่อสารกับผู้ใช้โดยผู้ใช้สามารถเลือกตามความต้องการโดยส่ง query string มา จากนั้นระบบแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้ได้
2. ระบบค้นหา (search system) มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้ระบบได้ถึง handle ซึ่งหมายถึง unique identifier ที่ชี้ไปยัง digital object (วัตถุที่เก็บในรีพอสิตอรี)
3. ระบบควบคุมจัดการ (handle system) มีหน้าที่แสดงที่อยู่ของ object หลังจากที่ได้รับ handle มาจากระบบค้นหา
4. รีพอสิตอรี (repository) มีหน้าที่จัดเก็บ digital object ชนิดต่างๆ โดยจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่

โครงการพัฒนาระบบห้องสมุดดิจิทัลกรมวิทยาศาสตร์บริการที่อยู่ระหว่างการอนุมัติดำเนินการ

เป็นโครงการพัฒนาระบบงานสารสนเทศ ของกองสารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Information Division โดยมีตัวย่อว่า “SI”) ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้กรมวิทยาศาสตร์บริการ (Department of Science Service ใช้ตัวย่อว่า “DSS”) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีหน้าที่ เผยแพร่ผลงาน และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระบบห้องสมุดดิจิทัลที่จะพัฒนาขึ้นมีขอบข่ายครอบคลุมสารนิเทศ ดังนี้

1. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ (DSS Journal) ปัจจุบันอยู่ในรูปของตัวเล่มเท่านั้น
2. รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ (DSS Report) ปัจจุบันอยู่ในรูปของตัวเล่มเท่านั้น
3. บทความเผยแพร่ทางวิทยุ และสื่อต่าง ๆ (DSS Topic) ปัจจุบันอยู่ในรูปของเอกสารเท่านั้น
4. เอกสารงานวิจัย (DSS Research Paper) ปัจจุบันอยู่ในรูปของเอกสารเท่านั้น
5. ข่าวสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ (DSS News) ปัจจุบันอยู่ในรูปของ WWW Page และตัวเล่ม
6. สารานุกรมทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (DSS Knowledge) ปัจจุบันมีอยู่ในรูปแบบ WWW Page เท่านั้น และเผยแพร่ผ่าน WWW Site ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (<http://www.dss.go.th>)
7. บัญชีรายชื่อเอกสารใหม่ประจำเดือน (SI NewResource List) ปัจจุบันมีอยู่ทั้งในรูปตัวเล่มและ WWW Page ภายใน WWW Site กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (<http://www.dss.go.th/siwebth/index.htm>)
8. หน้าสารบัญของวารสารที่บอกรับ (SI Table of Content) ปัจจุบันอยู่ในรูปของ WWW Page และรูปของเอกสาร รวมทั้งเอกสารอื่นๆ ที่ผลิตขึ้นและเป็นเจ้าของโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ในปัจจุบันเอกสารเหล่านี้ ได้เผยแพร่แก่ประชาชนทั่วไปในลักษณะรูปเล่มที่เป็นกระดาษ ซึ่งมีข้อจำกัดในการให้บริการ อาทิ อายุการใช้งานของเอกสารที่ค่อนข้างต่ำ หรือมีการจัดเก็บที่กระจัดกระจาย ทำให้เกิดความยากในการเข้าถึงเอกสาร จึงได้เกิดความต้องการจาก นักวิทยาศาสตร์ผู้ผลิตผลงานและข้อมูลความรู้รวมทั้งบรรณารักษ์ ผู้มีหน้าที่ให้บริการ ที่ต้องการจะเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการข้อมูล โดยมีความต้องการให้มีการบริการเอกสารฉบับเต็มดังกล่าวในรูปแบบของแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ชนิด World Wide Web ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับสำหรับการค้นคว้าข้อมูลในขณะนี้ โดยผู้ใช้บริการไม่ต้องเดินทางมาใช้บริการตัวเล่มจากห้องสมุด เหมือนแต่ก่อน จึงเป็นจุดกำเนิดของการพัฒนาโครงการนี้ขึ้น

เมื่อโครงการเสร็จสิ้น วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการเล่มที่ ท่านกำลังอ่านอยู่นี้จะมีการให้บริการทาง Internet อีกทางหนึ่งด้วย

ความสามารถของระบบห้องสมุดดิจิทัล

1. สามารถจัดเก็บเอกสารในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดเช่น Microsoft Word (.doc), Microsoft Excel (.xls), Microsoft Powerpoint (.ppt), PDF File (.pdf), Text file (.txt), Web Page (.html) และอื่นๆ โดยสามารถส่งแฟ้มไปจัดเก็บใน Web Server ผ่านระบบ Internet ที่ Web Site ของห้องสมุดดิจิทัลกรมวิทยาศาสตร์บริการ (<http://www.dss.go.th.dssdl>)
2. สามารถให้คำอธิบายเอกสาร (metadata) ได้แก่ ชื่อบทความ (article title), ชื่อผู้แต่ง (author), คำค้น (key word), เลขที่บรรณานุกรมของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ VTLS (bib id), วันที่ตีพิมพ์ (publication date), ภาษาที่ใช้ (language), ลำดับที่ของบทความ (issue no), ฉบับที่ตีพิมพ์ (volume), ปีที่ตีพิมพ์ (year), จำนวนหน้า (no. of page) และชนิดของแฟ้ม อิเล็กทรอนิกส์ (file type) ผ่านทาง Web Site เช่นเดียวกัน
3. สามารถจัดการแฟ้ม แก้ไขปรับปรุง ลบรายการของเอกสารผ่านทาง Web Site เดียวกัน โดยมีโปรแกรมช่วยในการเข้าถึงเอกสารแต่ละรายการได้อย่างรวดเร็ว โดยการใช้ตัวกรอง (filter) ตามตัวอักษรตัวแรกของชื่อบทความ)
4. มีระบบความปลอดภัยสำหรับเข้าถึงข้อมูลสำหรับบรรณารักษ์ ผู้บันทึกข้อมูลหรือผู้ดูแลระบบ โดยการใช้ยืนยันสิทธิ์ (authenticate) ด้วย username และ password ที่กำหนดไว้
5. สามารถค้นหาเอกสารด้วยวิธี keyword search โดยกรอกคำค้นที่ต้องการในช่องใส่คำค้น
6. สามารถดึงแฟ้มเอกสารที่ค้นพบขึ้นมาแสดง รวมทั้งรายละเอียดของเอกสารแต่ละรายการให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดเอกสาร (download) เป็นแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ลักษณะ full-text ไปใช้งานได้
7. สามารถแสดงรายการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดพร้อมรายละเอียด
8. สามารถสืบค้นไปยัง search engine ต่างๆ ได้แก่ Yahoo, Alta Vista, infoseek และอื่นๆ ด้วยกรอกรอคำค้นที่ต้องการด้วยวิธีเดียวกันกับค้นหาภายในระบบ
9. สามารถรับคำแนะนำ และแสดงรายการคำแนะนำจากผู้ใช้งานผ่านทาง Web Site
10. สามารถรับสมัครสมาชิกห้องสมุดดิจิทัลผ่านทาง Internet และสามารถสร้าง username, password ในการเข้าใช้ระบบได้ทันที เพื่อการเพิ่มเติมบริการพิเศษอื่นๆ สำหรับสมาชิก
11. สามารถค้นหาสารนิเทศภายในห้องสมุด (OPAC) โดยเชื่อมโยงไปยัง VTLS Web Gateway รวมทั้งเชื่อมโยงไปยัง Web Site ที่เกี่ยวข้อง ที่มีประโยชน์ต่อการค้นหาข้อมูล เช่น กระดานข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ (DSS Webboard) เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น, Homepage ของห้องสมุดต่างๆ และ Homepage ของ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ และโปรแกรม dictionary ทาง Internet (โปรแกรม Lexitron พัฒนาโดย nectec) เป็นต้น

12. แสดงรายการบทความทันสมัย หรือบทความที่ปรับปรุงล่าสุด (New Topic) ที่หน้าแรกของ Web Site

ประโยชน์ต่อหน่วยงานและผู้ใช้ระบบ

1. รองรับการให้บริการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น งานบริการสารนิเทศของกองสนเทศฯ ศูนย์ประสานงานสารนิเทศสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และข้อมูลความรู้ต่างๆ ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในลักษณะเป็นศูนย์กลางของ การค้นหาเอกสารทางด้าน ว & ท
2. สามารถให้บริการสารนิเทศได้กว้างขวาง และตรงใจผู้ใช้บริการมากขึ้น
3. มีแหล่งเก็บรวบรวมและจัดการข้อมูลในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ
4. ผู้ใช้ระบบสามารถเข้าถึงสารนิเทศได้สะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย แก้ปัญหา ข้อจำกัดการให้บริการในรูปแบบที่เป็นกระดาษ
5. สามารถขยายประสิทธิภาพการให้บริการให้กว้างขวาง และทันต่อความเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน
6. ช่วยแบ่งเบา ลดปริมาณการผลิตเอกสารที่เป็นกระดาษ

บทสรุปและแนวทางสำหรับประเทศไทย

ห้องสมุดดิจิทัลถือเป็นแนวคิดในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถของการให้บริการให้ดียิ่งขึ้น แต่สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย ห้องสมุดในรูปแบบเดิมยังมีความจำเป็นและสำคัญต่อการปลูกฝังพื้นฐานที่ดีสำหรับเยาวชนและประชาชนอยู่ บทความนี้เขียนขึ้นเพื่อต้องการให้เกิดความต้องการที่ดีขึ้น และคงมีประโยชน์กับท่านที่กำลังมองหาแนวทางด้านสารสนเทศในอนาคต

สถิติกับเคมีวิเคราะห์

ภัทรา ปัญญวัฒน์กิจ

สถิติเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับหลักการและระเบียบวิธีการทางสถิติซึ่งประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญคือ การเก็บรวบรวม การนำเสนอ การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความหมายและการสรุปข้อมูล เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจที่ถูกต้อง ในแง่ของตัวเลข สถิติ หมายถึงตัวเลขที่เกิดจากการวัด การคิดคำนวณ จากข้อมูล ที่รวบรวมมาตามหลักเกณฑ์ เช่น คะแนนเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยประจำปีการศึกษา 2538 รายได้โดยเฉลี่ยต่อปีของคนไทยในปี 2541 ยอดรวมของสินค้าทางการเกษตรที่ส่งออกในปี 2537 ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ล้วนเป็นตัวเลขทางสถิติทั้งสิ้น ปัจจุบันวิชาสถิติเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันเป็นอย่างยิ่งทั้งทางด้านธุรกิจ วิทยาศาสตร์ การแพทย์ และสังคมศาสตร์ เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการเผยแพร่ในหนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ หรือ วารสารต่างๆ ซึ่งจะมีการยกตัวอย่างสถิติมาอ้างอิงอยู่เสมอ สถิติจึงได้รับการยอมรับให้เป็นภาษาสากลของการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร และผลงานการวิจัยต่างๆ ดังที่ H.G. Well นักปราชญ์ผู้มีชื่อเสียงในสมัยศตวรรษที่ 19 ได้กล่าวไว้ว่า “ในอนาคตข้างหน้าสถิติจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของชนชาติต่างๆ เช่นเดียวกับการอ่านและการเขียน”

เคมีวิเคราะห์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก เป็นต้นว่า การวิเคราะห์ โลหะหนักต่างๆ เช่น สารหนู ตะกั่วปรอท ในอาหารกระป๋อง ปริมาณโบรอนในตัวอย่างดิน สารบอแรกซ์ในเนื้อหมู เป็นต้น ซึ่งห้องปฏิบัติการมักพบปัญหาอยู่เสมอ เช่น การหาปริมาณโบรอนในตัวอย่างดินจำนวน 4 ครั้ง ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ 24.69, 24.73, 24.72 และ 25.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในอาหารกระป๋องด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ กับเครื่อง ยูวี- วิซิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ได้ปริมาณตะกั่ว 1.23 และ 1.54 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม เป็นต้น พบว่าในการหาปริมาณวิเคราะห์ย่อมมีค่าคลาดเคลื่อนเสมอ อย่างไรก็ดีตามเพื่อให้มีการนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาใช้ได้อย่างมั่นใจ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำระเบียบวิธีทางสถิติมาช่วยเพื่อตัดสินใจที่จะยอมรับ หรือปฏิเสธผลการวิเคราะห์ ดังนั้นสถิติจึงได้เข้ามามีบทบาทต่อเคมีวิเคราะห์อย่างมาก

ความหมายของคำที่ใช้ในสถิติ

1. ประชากร (population) หมายถึงมวลรวมของหน่วยทุก

หน่วยที่เราสนใจศึกษาหรือหน่วยทุกหน่วยที่ให้ข้อมูลแก่เรา

2. ตัวอย่าง (sample) หมายถึงตัวแทนเพียงบางส่วนของสิ่งที่เราสนใจที่เลือกมาจากประชากร

3. พารามิเตอร์ (parameter) หมายถึงค่าต่างๆ ที่แสดงลักษณะของประชากร

4. ตัวสถิติ (statistics) หรือ ตัวประมาณ (estimator) หมายถึงค่าต่างๆที่แสดงลักษณะของตัวอย่าง

ตัวสถิติที่ใช้ในเคมีวิเคราะห์

1. มัชฌิมเลขคณิต (arithmetic mean) เรียกสั้นๆ ว่า ค่าเฉลี่ย เป็นค่าที่ใช้วัดตำแหน่งส่วนกลางที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด เพราะสามารถสื่อความหมายหรือทำความเข้าใจได้ง่ายนอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่ดีในทางสถิติเพื่อการอนุมานสถิติต่อไป ค่าเฉลี่ยคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (sample mean)

n = จำนวนตัวอย่าง

2. ค่าแปรปรวน (variance) คือเฉลี่ยกำลังสองของผลต่างของค่าสังเกตแต่ละค่าจากค่าเฉลี่ย

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

ค่าแปรปรวนเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูล กล่าวคือ ดูว่าตัวแปร (X) แต่ละตัวมีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ถ้าค่าแปรปรวนมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก แต่ถ้าค่าแปรปรวนมีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อย โดยทั่วไปชุดข้อมูลจากการรวบรวมจากตัวอย่างหรือตัวแทนบางหน่วยของประชากรจึงเรียกว่า “ค่าแปรปรวนตัวอย่าง” (sample variance) ใช้สัญลักษณ์ S^2

3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) คือรากที่สองของค่าแปรปรวน เป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลเช่นเดียวกับค่าแปรปรวน แต่เป็นที่นิยมใช้มากกว่า เนื่องจากค่าแปรปรวนมีหน่วยเป็นกำลังสอง

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยข้อมูลก็มีความแตกต่างกันน้อย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากข้อมูลทุกตัว เรียกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานประชากร (population standard deviation) ใช้สัญลักษณ์ว่า σ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากข้อมูลบางส่วนของประชากร เรียกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (sample standard deviation) ใช้สัญลักษณ์ว่า S.D. หรือ S

$$S.D. = \sqrt{\sum \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

4. สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (coefficient of variation, CV) เป็นค่าสำหรับใช้วัดการกระจายของข้อมูล แต่คิดในรูปของการกระจายสัมพัทธ์ไม่มีหน่วยและคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ จึงมีประโยชน์มากในการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีหน่วยต่างกันหรือข้อมูลที่มีขนาดต่างกันมาก ถึงแม้จะมีหน่วยเดียวกันก็ตาม

$$\% CV = \frac{S.D. \times 100}{\bar{X}}$$

ค่าสถิติทั้ง 4 ตัวที่กล่าวมาแล้วข้างต้นใช้สำหรับการสรุปข้อมูลเชิงพรรณนา ซึ่งใช้เป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์และแปลผลสถิติอนุมานต่อไป ทั้งนี้เพื่อนำมาสู่การตัดสินใจสรุปผลหรืออ้างอิงไปสู่ประชากรที่สุ่มตัวอย่างมา

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1 กรณีเป็นข้อมูล 1 ชุด เป็นการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้นกับค่าที่แท้จริงซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับข้อสมมติเบื้องต้นค่าที่วัดหรือวิเคราะห์ได้จากแต่ละหน่วยตัวอย่างจะเป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงแบบปกติ และประกอบด้วยหน่วยตัวอย่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 และไม่ทราบค่าแปรปรวน ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$t = \frac{(x - \mu_0)}{\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)}$$

ตัวอย่างที่ 1 ในการวิเคราะห์ทดสอบปริมาณปรอท (SRM) [ซึ่งมีปริมาณอยู่ 38.9 %]

ด้วย Cold vapor atomic absorption ได้ปริมาณปรอทดังนี้ 38.9 %, 37.4 % และ 37.1 % จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ ต้องการทราบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างจากค่าจริงหรือไม่ที่ $P=0.05$

$$H_0: \bar{X} = \mu_0$$

$$H_a: \bar{X} \neq \mu_0$$

$$t = \frac{(x - \mu_0)}{\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)}$$

$$\mu_0 = 38.9 \%$$

$$\bar{x} = 37.8 \%$$

$$s = 0.964 \%$$

$$t_{cal} = 1.98$$

จากตารางการแจกแจงความถี่แบบ ที (t - distribution)

$$t_{0.05,2} = 4.3$$

การตัดสินใจ ถ้า $t_{cal} < t_{0.05,2}$ ยอมรับ H_0 กล่าวคือ $\bar{x} = \mu_0$

สรุปผล ในการวิเคราะห์ปริมาณปรอท (SRM) ด้วย cold vapor atomic absorption ผลการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. กรณีมีข้อมูล 2 ชุด ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ชุดนี้เป็นอิสระต่อกัน

ข้อสมมติเบื้องต้น ตัวแปรที่สนใจได้มาจากข้อมูล 2 ชุดที่มีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) หรือใกล้เคียงปกติ และข้อมูลทั้ง 2 อาจมีค่าความแปรปรวนของตัวแปรที่สนใจเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้

***กรณีจำนวนตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม น้อยกว่า 30 และไม่ทราบความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มและมีความแปรปรวนเท่ากัน

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S_p = \text{pooled variance} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

เมื่อ $n_1 + n_2 - 2$ คือ องศาความเป็นอิสระ (degree of freedom)

**** การที่จะนำ s_1^2 และ s_2^2 มาคำนวณเป็น s_p^2 ต้องแน่ใจว่า ความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มนี้มีค่าเท่ากัน โดยทั่วไปสำหรับข้อมูลที่มีขนาด 10 ถึง 20 อัตราส่วนของความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม ควรมีค่าไม่เกิน 3 หรือ 4 หากไม่มั่นใจควรทำการทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวนทั้ง 2 นี้โดยใช้ F test

ตัวอย่างที่ 2 จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโบรอนในพืชของ 2 วิธีซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

	Spectrophotometric method	Fluorimetric method
จำนวนครั้งการทดลอง	10 ครั้ง	10 ครั้ง
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s)	0.3 $\mu\text{g/g}$	0.23 $\mu\text{g/g}$
ปริมาณโบรอนเฉลี่ย	28.8 $\mu\text{g/g}$	26.25 $\mu\text{g/g}$

ต้องการทราบว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณโบรอนในพืชทั้ง 2 วิธีมีความแตกต่างกันหรือไม่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\text{สมมติฐาน } H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_a: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$t_{cal} = 14.7$$

จากตารางการแจกแจงความถี่แบบ- ที (t - distribution)

$$t_{0.05,18} = 2.1$$

การตัดสินใจ $t_{cal} > t_{0.05,18}$ ปฏิเสธ คือ $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

สรุปผล ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณโบรอน ด้วย Spectrophotometric method กับ Fluorimetric method มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวอย่างที่ 3 จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารชนิดหนึ่ง โดยการต้มด้วยกรดไฮโดรคลอริกโดยใช้เวลาต่างกัน ซึ่งให้ผลทดลองดังนี้

เวลาที่ใช้ต้ม (นาที)	ปริมาณตะกั่ว, mg/kg
30	55 57 59 56 56 59
เวลาที่ใช้ต้ม (นาที)	ปริมาณตะกั่ว, mg/kg
75	57 55 58 59 59 59

ต้องการทราบว่า การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วโดยการต้มด้วยกรด ในเวลา 30 นาที กับ 75 นาที มีความแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\begin{aligned} \text{สมมติฐาน } H_o &: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_a &: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \\ t_{cal} &= -0.84 \end{aligned}$$

จากตารางการแจกแจงความถี่แบบ-ที (t - distribution)

$$\begin{aligned} t_{0.05,10} &= 2.23 \\ \text{การตัดสินใจ } t_{cal} &< t_{0.05,10} \text{ ยอมรับ } H_o \end{aligned}$$

สรุปผล จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารชนิดหนึ่ง โดยการต้มด้วยกรดไฮโดรคลอริกด้วยเวลา 30 นาที กับ 75 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** กรณีมีข้อมูล 2 ชุด จำนวนตัวอย่างของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม น้อยกว่า 30 และไม่ทราบความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$\begin{aligned} t &= \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \\ \text{องศาอิสระ} &= \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 + 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 + 1}} \quad (\text{โดยคิดเป็นจำนวนเต็ม}) \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 การวิเคราะห์ปริมาณ thiol ใน lysate ของเลือดจากอาสาสมัคร 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกเป็นคนที่ปกติ และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ได้รับเชอร์มาตอยด์ ดังผลการทดลองดังนี้

thiol cocentration (mM)	
กลุ่มคนปกติ	กลุ่มคนที่ได้รับเชอร์มาตอยด์
1.84	2.81
1.92	4.06
1.93	3.62
1.92	3.27
1.85	3.27

1.91

3.76

2.07

$$\begin{aligned} n_1 &= 7 & n_2 &= 6 \\ \text{thiol เฉลี่ย} &= 1.921 \text{ mM} & &= 3.465 \text{ mM} \\ S_1^2 &= 0.076 \text{ mM} & S_2^2 &= 0.440 \text{ mM} \end{aligned}$$

ต้องการทราบว่า การวิเคราะห์ปริมาณ thiol ใน lysate ของเลือด จากอาสาสมัคร 2 กลุ่ม

มีความแตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\begin{aligned} \text{สมมติฐาน } H_o &: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_a &: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \\ t_{cal} &= 8.5 \end{aligned}$$

จากตารางการแจกแจงความถี่แบบ-ที (t - distribution)

$$\begin{aligned} t_{0.05,5} &= 2.57 \\ \text{การตัดสินใจ } t_{cal} &> t_{0.05,5} \text{ ปฏิเสธ } H_o \end{aligned}$$

สรุปผล จากการวิเคราะห์ปริมาณ thiol ใน lysate ของเลือดจากอาสาสมัคร กลุ่มคนปกติ กับกลุ่มคนที่รับเชอร์มาตอยด์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การใช้ F- test เป็นสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งสมมติฐานที่ทดสอบมีทั้งแบบ one - tail test กับ two - tail test ทั้งนี้ขึ้นกับการตั้งสมมติฐาน ถ้า F เข้าใกล้ 1 จะยอมรับ H_o แต่ F มากกว่า หรือ น้อยกว่า 1 จะปฏิเสธ H_o

* กรณีเป็น one - tail test ทางขวา ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ประชากรเดียว } H_o &: \sigma^2 \leq \sigma_0^2 \\ H_a &: \sigma^2 > \sigma_0^2 \\ \text{สองประชากร } H_o &: \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 \text{ หรือ } H_o &: \sigma_1^2 - \sigma_2^2 \leq 0 \\ H_a &: \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2 \text{ หรือ } H_a &: \sigma_1^2 - \sigma_2^2 > 0 \end{aligned}$$

จะใช้สมมติฐานนี้เมื่อต้องการทดสอบว่า มากกว่า หรือ ไม่มากกว่า

* กรณีเป็น one - tail test ทางซ้าย ตั้งสมมติฐานดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ประชากรเดียว } H_o &: \sigma^2 \geq \sigma_0^2 \\ H_a &: \sigma^2 < \sigma_0^2 \\ \text{สองประชากร } H_o &: \sigma_1^2 \geq \sigma_2^2 \text{ หรือ } H_o &: \sigma_1^2 - \sigma_2^2 \geq 0 \\ H_a &: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \text{ หรือ } H_a &: \sigma_1^2 - \sigma_2^2 < 0 \end{aligned}$$

จะใช้สมมติฐานนี้เมื่อต้องการทดสอบว่า น้อยกว่า หรือ ไม่น้อยกว่า

กรณีเป็น two - tail test ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$$\begin{aligned} H_o &: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ หรือ } \sigma_1^2 - \sigma_2^2 = 0 \\ H_a &: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ หรือ } \sigma_1^2 - \sigma_2^2 \neq 0 \end{aligned}$$

$$\text{สถิติที่ใช้ทดสอบคือ } F = S_1^2 / S_2^2$$

ตัวอย่างที่ 5 จากการวิเคราะห์หาปริมาณ COD ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี Proposed method กับ Standard method ได้ผลการทดลอง ดังนี้

	mean(mg/l)	Standard deviation (mg/l)	จำนวนครั้งการวิเคราะห์ (ครั้ง)
Standard method	72	3.31	8
Proposed method	72	1.51	8

$$\begin{aligned} H_0: \sigma_1^2 &\leq \sigma_2^2 \\ H_a: \sigma_1^2 &> \sigma_2^2 \end{aligned}$$

$$F_{7,7} = \frac{(3.31)^2}{(1.51)^2}$$

$$\begin{aligned} F_{cal 7,7} &= 4.8 \\ F_{cn 7,7} &3.787 \end{aligned}$$

การตัดสินใจ $F_{cal 7,7} > F_{cn 7,7}$ จึงปฏิเสธ H_0

สรุปผล การวิเคราะห์หาปริมาณ COD ด้วยวิธี Proposed method ไม่มีความแม่นยำมากกว่า Standard method

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าสามารถนำวิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพของเคมีวิเคราะห์ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างวิธีมาตรฐานกับวิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ หรือเปรียบเทียบผลการทดสอบที่วิเคราะห์ได้กับค่าที่แท้จริง หรืออาจทำการเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มประชากรที่ศึกษา 2 กลุ่ม ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้น ผู้ที่จะนำวิธีทางสถิติมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนางานควรทราบว่า จะใช้สถิติตัวใดในการเปรียบเทียบ ทั้งนี้เพื่อกำหนดทิศทางของการทดสอบสมมติฐานให้เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

Miller ,J.C. and Miller,J.N. Statistics for Analytical Chemistry 2nd ed. , Chichester, W Sussex : Richard Clay , 1988

มัลลิกา บุณนาค สถิติเพื่อการตัดสินใจ ภาควิชาสถิติ กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

วัลลภา ทาทอง การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการใช้สถิติ และ Control chart ในระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ 2540 , มีนาคม 18 กรุงเทพมหานคร : กรมวิทยาศาสตร์บริการ,2540

การใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลัง

สุพะไชย จินดาอุติกุล

มันสำปะหลังกับเศรษฐกิจของประเทศ
มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกประมาณ 3 ล้านคน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังประมาณ 6.58 ล้านไร่ ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก มีผลผลิตในรูปแบบหัวมันสดประมาณปีละ 16.93 ล้านเมตริกตัน โดยร้อยละ 55 นำไปใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปเป็นมันสำปะหลังอัดเม็ดและมันเส้น ที่เหลือร้อยละ 45 ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตแป้งมันสำปะหลัง ในปี 2542 มีการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง รวมทั้งสิ้น ประมาณ 5 ล้านเมตริกตันคิดเป็นมูลค่าการส่งออกประมาณ 17,000 ล้านบาท

ในส่วนของแป้งมันสำปะหลัง ประเทศไทยสามารถผลิตได้ปีละประมาณ 1.6 ล้านเมตริกตัน ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆภายในประเทศประมาณ 700,000 ตัน ส่วนที่เหลือส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ (ข้อมูล ปี2542)

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับองค์ประกอบของมันสำปะหลัง

องค์ประกอบของหัวมันสำปะหลังสด มีดังนี้

องค์ประกอบของหัวมันสด	ร้อยละของน้ำหนักหัวมันสด
น้ำ	60.21 - 75.32
เปลือก	4.08 - 14.08
เนื้อมัน	25.87 - 41.88
ไซยาไนด์	2.85×10^{-6} - 39.27×10^{-6} (หรือ 2.85 - 39.27 ppm)
องค์ประกอบของเนื้อมัน	ร้อยละของน้ำหนักเนื้อมัน
แป้ง	71.9 - 85.0
โปรตีน	1.57 - 5.78
เยื่อใย	1.77 - 3.95
เถ้า	1.20 - 2.80
ไขมัน	0.06 - 0.43
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่แป้ง	3.59 - 8.66

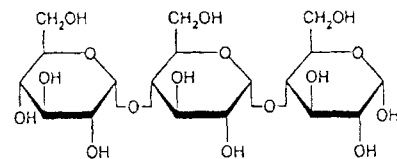
แหล่งที่มา : การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง . 2000. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.cassava.org/thai/index.htm>

สำหรับส่วนที่เป็นแป้ง ประกอบด้วยหน่วยย่อย คือ anhydroglucose unit มาเชื่อมต่อกันเป็นสายพอลิเมอร์ ด้วย พันธะ

glucosidic linkage โดยมีการเชื่อมต่อกัน 2 ลักษณะ คือ

1. อะมิโลส(amylose)

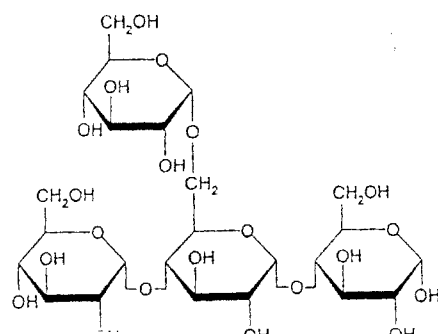
เกิดจากหน่วยย่อยคือ anhydroglucose unit มาเชื่อมต่อกันเป็นสายตรงประมาณ 2,000 หน่วยด้วยพันธะ α -1,4 - glucosidic linkage (ดังรูปที่ 1) สำหรับแป้งมันสำปะหลัง มีอะมิโลส ประมาณ ร้อยละ 17 ของปริมาณแป้งทั้งหมด



รูปที่1 แสดงการเชื่อมต่อแบบเชิงเส้นของ anhydroglucose unit

2. อะมิโลเพกติน (amylopectin)

เกิดจาก anhydroglucose unit มาเชื่อมต่อกันแบบกิ่ง ประกอบด้วยส่วนที่เป็นสายตรงซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 - glucosidic linkage และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาสายสั้น ที่ประกอบด้วย anhydroglucose unit จำนวน 10-60 หน่วย โดยเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นสายตรงด้วยพันธะ α -1,6 - glucosidic linkage ดังรูปที่ 2 และแป้งมันสำปะหลัง มีอะมิโลเพกติน



รูปที่ 2 แสดงการเชื่อมต่อแบบกิ่งของ anhydroglucose unit

ประมาณร้อยละ 83 ของปริมาณแป้งทั้งหมด

การใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังส่วนที่ใช้อยู่ในประเทศไทยซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้

1. อุตสาหกรรมสารให้ความหวาน

อุตสาหกรรมผลิตสารให้ความหวานที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมี 3 ประเภท คือ

• กลูโคส (glucose)

ผลิตภัณฑ์กลูโคสที่ผลิตขึ้นมี 2 ชนิด คือ 1) กลูโคสไซรัป

(glucose syrup) หรือกลูโคสเหลว เป็นสารละลายแซคคาไรด์ที่ได้จากการย่อยแป้ง โดยผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์และเข้มข้น 2) กลูโคสผง เป็นกลูโคสที่แห้งทำให้แห้งเป็นผง กลูโคสผงที่ผลิตมี 2 ชนิดได้แก่ เด็กซ์โตรสแอนไฮไดรต (dextrose anhydrous) หรือ D-glucose ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์และตกผลึกโดยปราศจากน้ำ และเด็กซ์โตรสโมโนไฮเดรต (dextrose monohydrate) มีความบริสุทธิ์น้อยกว่า แต่มีความชื้นมากกว่า เด็กซ์โตรสแอนไฮไดรต ทั้งนี้ปริมาณการผลิตกลูโคสเหลวมีมากกว่ากลูโคสผง เนื่องจากความต้องการของตลาดมีมากกว่าโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมผลิตน้ำหวาน ทอฟฟี่หรือลูกกวาด ไอศกรีม สำหรับกลูโคสผงส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมยา

• ไฮฟรุคโตส (high fructose)

ไฮฟรุคโตสเป็นสารให้ความหวานที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากกว่าสารให้ความหวานชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาล และอยู่ในสถานะค่อนข้างบริสุทธิ์ สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ดี โดยไม่ต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์เหมือนการใช้น้ำตาลทราย จึงเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ เช่น น้ำอัดลม (ใช้ร้อยละ 80 ของไฮฟรุคโตสที่ผลิตได้ทั้งหมด) น้ำผลไม้ นมเปรี้ยวโยเกิร์ต ผลไม้/อาหารกระป๋อง เป็นต้น

• ซอร์บิทอล (sorbitol)

ซอร์บิทอล หรือดี - กลูซิทอล เป็นสารให้ความหวาน ที่มีการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง การทำลูกชิ้น เพื่อช่วยไม่ให้โปรตีน ในอาหารแปรสภาพและยังคงความสดใหม่ให้กับอาหาร นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เพื่อใช้เป็นตัวรักษาความชุ่มชื้นทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แห้งตัวเป็นก้อน

2. อุตสาหกรรมผงชูรส

การผลิตผงชูรสสามารถใช้แป้งมันสำปะหลังหรือกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ โดยแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสโดยใช้เอนไซม์ จากนั้นจะหมักน้ำตาลกลูโคสโดยใช้แบคทีเรียเพื่อให้ได้กรดกลูตามิก (glutamic acid) แล้วทำให้เข้มข้นและตกผลึกก็จะได้ผงชูรส โดยมีอัตราการผลิตจากมันสำปะหลังเป็นผงชูรสประมาณ 1.8 : 1 กระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตผงชูรส ดังนั้นจึงมีการคิดค้นหาแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปริมาณสูงกว่าการใช้กากน้ำตาล เนื่องจากการใช้กากน้ำตาลแม้จะมีต้นทุนต่ำ แต่จะมีของเสียทั้งที่เป็นของแข็งและน้ำเสียมาก อีกทั้งการบำบัดน้ำเสียทำได้ยากลำบากกว่าผลผลิตประมาณร้อยละ 70 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดจะใช้ภายในประเทศ

3. อุตสาหกรรมผลิตแอล-ไลซีน (L-lysine)

แอล-ไลซีน เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายที่มนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ ต้องรับจากอาหารประเภทเนื้อสัตว์ แต่อาหารประเภทเนื้อสัตว์ตามธรรมชาติมีแอล-ไลซีนน้อยมากจนไม่พอต่อความต้องการของร่างกาย จึงได้มีการผลิตแอล-ไลซีนขึ้นเพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพของอาหารสัตว์ เมื่อสัตว์กินอาหารนี้เข้าไป แอล-ไลซีนก็จะไปสะสมอยู่ในร่างกายของสัตว์ มนุษย์ก็สามารถได้รับแอล-ไลซีนเมื่อรับประทานเนื้อสัตว์เข้าไป ในกระบวนการผลิตจะใช้เอนไซม์เพื่อเปลี่ยนแป้งมันสำปะหลังเป็น

น้ำตาลกลูโคสเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอนเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตแอล-ไลซีนโดยวิธีการหมัก แล้วทำให้เข้มข้นและตกผลึกก็จะได้แอล-ไลซีน

4. อุตสาหกรรมแป้งดัดแปร(modified starch)

แป้งดัดแปรตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อนและ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ซึ่งต่างๆ ของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2535)

เนื่องจากแป้งดิบโดยทั่วไปไม่สมบัติบางประการไม่เหมาะสมกับการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ จึงต้องนำแป้งมาผ่านกระบวนการเพื่อให้ได้แป้งที่มีสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน

สำหรับอุตสาหกรรมแป้งดัดแปรในประเทศไทย ใช้วิธีการดัดแปรแป้ง 3 วิธี คือ

• วิธีย่อยสลายโมเลกุลแป้งให้เล็กลง เช่น

- การย่อยสลายด้วยกรดเกลือหรือกรดกำมะถันเจือจาง ที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส

- วิธีเดกซ์ทริไนเซชัน เป็นการให้ความร้อนแก่แป้งที่อยู่ในสภาพที่แห้งและเป็นกรดเกิดปฏิกิริยาที่พันธะ α -1,4 ทำให้ได้แป้งที่มีโมเลกุลเล็กลง

- วิธีออกซิเดชัน เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (calcium hypochlorite) เป็นต้น

- การย่อยสลายด้วยเอนไซม์

• วิธี Pregelatinization เป็นการดัดแปรแป้งด้วยกระบวนการทางกายภาพ คือ การนำแป้งที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 20 หรืออาจใช้ความเข้มข้นถึงร้อยละ 40-50 เกลวบนพื้นผิวที่มีความร้อน แป้งจะแห้งและสุกเป็นแผ่นบางๆ จากนั้นลอกออกแล้วนำไปบด แป้งที่ได้มีสมบัติละลายในน้ำเย็น จึงมีชื่อเรียกว่า cold - water - soluble - starch หรือชื่อทางการค้าว่า แป้งอัลฟา (alpha starch)

• วิธี Derivatives คือ การใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ของ anhydroglucose unit ได้แป้งที่มีสมบัติตามชนิดและปริมาณของสารเคมี

แป้งดัดแปรที่ผลิตได้ นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร กระดาษ กาว อุตสาหกรรมทอผ้า และบางส่วนของออกจำหน่ายต่างประเทศ

จากที่กล่าวมาแล้วว่าแป้งมันสำปะหลังและแป้งแปรรูปจะสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมทั้งที่เป็นอาหารและที่มีใช่อาหาร ได้อย่างหลากหลายแล้วก็ตาม แต่การที่จะขยายขอบข่ายความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมของแป้งมันสำปะหลังให้มากขึ้นจำเป็นต้องอาศัยงานวิจัยและพัฒนาสนับสนุน

สำหรับงานวิจัยและพัฒนาที่จะนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่สำคัญได้แก่

1) สารพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำ (Water Absorbing Polymer)

สารพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง คือ สารที่ได้จากการเปลี่ยนโครงสร้างของสายโซ่โมเลกุลของแป้งมันสำปะหลังที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือ anhydroglucose unit โดยการนำสารที่เป็นโมโนเมอร์(monomer) มาต่อลงบนสายโมเลกุลของแป้งโมโนเมอร์ที่ใช้จะเป็นไวนิลโมโนเมอร์ที่มีหมู่แทนที่ที่มีสมบัติชอบน้ำ เช่น หมู่คาร์บอกซิเลต (carboxylate) และหมู่ เอไมด์ (amide) ได้แก่ เมทาอะคริลิก (methacrylic) อะคริลามิด (acrylamide) อะคริไนด์ไนไตรล์ (acrylonitrile) เป็นต้น ปฏิกิริยาที่ใช้ในการต่อโมโนเมอร์ลงบนโมเลกุลของแป้งเรียกว่า free radical graft copolymerisation องค์ประกอบของปฏิกิริยาประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง ตัวเริ่ม (initiator) และโมโนเมอร์

มีวิธีการเตรียมได้ 3 แบบคือ

1. กระบวนการโพลิเมอไรเซชันแบบสารละลาย ปฏิกิริยาจะทำในตัวกลาง (media) ซึ่งส่วนมากจะใช้น้ำและต้องทำในบรรยากาศของแก๊สเฉื่อย เช่น ไนโตรเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อป้องกันการสลายตัวของตัวเริ่มเมื่ออยู่ในบรรยากาศของออกซิเจน ตัวเริ่มที่ใช้ในกระบวนการนี้จะเหนี่ยวนำทำให้เกิดอนุมูล (radical) บนโมเลกุลของแป้งโดยตรง จากนั้นโมเลกุลของแป้งที่อยู่ในสภาพเป็นอนุมูลจะทำปฏิกิริยาสร้างพันธะกับโมโนเมอร์ ข้อดีของกระบวนการนี้ คือการใช้น้ำเป็นตัวกลางทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือต้องมีกระบวนการกำจัดตัวกลางและผลิตผลข้างเคียงที่ไม่ต้องการออกจากกระบวนการหลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว

2. กระบวนการโพลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน เป็นกระบวนการที่ทำในตัวกลางที่สามารถละลายแป้งและตัวเริ่มได้ แต่ไม่ละลายโมโนเมอร์ จึงต้องมีสารอิมัลซิไฟเออร์ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวเพื่อให้เกิดภาวะอิมัลชัน ข้อดีของกระบวนการนี้คือสามารถควบคุมอุณหภูมิการเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายและได้พอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงในเวลาอันรวดเร็ว ข้อเสียคือกำจัดอิมัลซิไฟเออร์และสารปนเปื้อนอื่น ๆ ได้ยากและได้พอลิเมอร์ที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ

3. กระบวนการโพลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย เป็นกระบวนการกระจายโมโนเมอร์เป็นหยดเล็ก ๆ ในตัวกลางที่ไม่โมโนเมอร์ไม่ละลายซึ่งโดยทั่วไปเป็นน้ำ การกระจายโมโนเมอร์เป็นหยดเล็ก ๆ จะใช้วิธีกวนอย่างรวดเร็ว ร่วมกับการใช้สารทำให้เสถียร (stabilizer) ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้หยดโมโนเมอร์ที่กำลังเกิดโพลิเมอไรซ์อยู่เกิดการจับตัวกันเป็นหยดใหญ่ ตัวเริ่มที่ใช้เป็นสารที่สามารถละลายโมโนเมอร์ได้ ข้อดีคือเทคนิคการโพลิเมอไรซ์แบบแขวนลอยจะควบคุมอุณหภูมิของการเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย และได้พอลิเมอร์ที่มีความบริสุทธิ์สูงเมื่อเทียบกับการเกิดโพลิเมอไรซ์แบบอิมัลชัน ข้อเสียคือมีปัญหาในการควบคุมขนาดของเม็ดพอลิเมอร์ที่ได้ซึ่งขึ้นกับความถี่ของการเขย่าหรือการ

ในแต่ละปีประเทศไทยนำเข้าสารเคมีที่มีสมบัติในการดูดซึมน้ำเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ผ้าอ้อม ผ้าอนามัย ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสารประเภทนี้ในต่างประเทศจะใช้สารเคมีและงานวิจัยในต่างประเทศได้นำผลิตผลจำพวกแป้งมาเตรียมสารประเภทนี้พบว่าใช้แป้งข้าวโพดและแป้งสาลีเป็นส่วนใหญ่

สำหรับประเทศไทยที่มีผลผลิตมันสำปะหลัง ข้าว และข้าวโพดอันเป็นแหล่งแป้งที่สำคัญ ก็น่าที่จะใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสารประเภทนี้ได้สารพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำใช้ประโยชน์ ได้อย่างกว้างขวางดังนี้

ก. ด้านการเกษตร ใช้เคลือบเมล็ด ย้ายต้นกล้า ป้องกันความแห้งแล้งโดยเก็บความชุ่มชื้น ทำให้พืชไม่เหี่ยวเฉา เป็นสารปรับแต่งดิน โดยนำพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำผสมกับดิน ทำให้ดินมีสมบัติดังต่อไปนี้ เพิ่มร่วนภายในดิน ทำให้ดินร่วนซุย การผ่านของอากาศดีขึ้น เพิ่มการแทรกซึมของน้ำเข้าไปในดิน ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของดิน ป้องกันการชะล้างหน้าดิน

ข. อุตสาหกรรม ในอุตสาหกรรมผ้าอนามัย ผ้าอ้อมเด็ก

ค. กระบวนการผลิตถ่านหิน ช่วยกำจัดความชื้นที่ทำให้ถ่านหินจับตัวเป็นก้อน

ง. กระบวนการพิมพ์ผ้า ใช้เป็นสารข้น (thickener) ของหมึกพิมพ์ที่ใช้พิมพ์ผ้า ทำให้สมบัติในการติดสีเพิ่มขึ้นและอายุการใช้งานนานขึ้น

จ. ชีววิทยา ใช้แทนวุ้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและต้นอ่อนของพืช

ฉ. เวชภัณฑ์ ใช้ในการดูดซับของเหลวที่ขับถ่ายออกมาจากร่างกาย เช่น ดูดซับน้ำเหลืองจากบาดแผล ทำให้แผลแห้งเร็วขึ้น

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับสารพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำ ในประเทศไทย ที่ได้มีการดำเนินการไปบ้างแล้วได้แก่

- คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิจัยผลิตสารพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทอผ้า โดยใช้เป็นสารข้น ซึ่งเป็นส่วนประกอบของหมึกพิมพ์สกรีน

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ ได้วิจัยผลิตสารพอลิเมอร์ ดูดซึมน้ำจากแป้งมันสำปะหลังทดลองใช้เป็นสารพองเพาะเลี้ยง ต้นอ่อนและเซลล์พืชโดยให้ดูดซึมสารอาหาร ทดแทนสารพองชนิดอื่นที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ในราคาแพง

2) พลาสติกที่ย่อยสลายได้จากแป้งมันสำปะหลัง

การให้ความสนใจเกี่ยวกับพลาสติกที่ย่อยสลายได้เกิดขึ้นเนื่องจากปัญหาการใช้พลาสติก เพราะพลาสติกเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก แม้จะกำจัดได้โดยวิธีการเผาแต่ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง วิธีรีไซเคิลหรือการนำเอาพลาสติกที่ใช้แล้วไปแปรรูปแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ก็ไม่สามารถกำจัดพลาสติกให้ลดลงได้ในระดับที่น่าพอใจ จึงได้เกิดแนวคิดที่จะนำวัสดุที่มีสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับพลาสติก แต่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติมาใช้ทดแทน ซึ่งเป็นที่มาของวัสดุที่เรียกว่าพลาสติก ที่ย่อยสลายได้โดยพลาสติกที่ย่อยสลายได้อาจเตรียมมาจากพอลิเมอร์ธรรมชาติ พอลิเมอร์สังเคราะห์ หรือการผสมระหว่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์

แป้งซึ่งถือเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ย่อยสลายได้จึงได้รับความสนใจเนื่องจากข้อเด่นของแป้งโดยเฉพาะแป้งมันสำปะหลัง คือมีความบริสุทธิ์สูง ราคาถูกและมีปริมาณมาก ปัจจุบันนี้ จึงนิยมใช้แป้งมาผลิตเป็นพลาสติกที่ย่อยสลายได้ ซึ่งมีเทคโนโลยีและลักษณะการผลิตต่าง ๆ กัน สามารถแบ่งเทคโนโลยีการผลิตเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.1 การผลิตพลาสติกจากแป้งโดยตรง

เป็นกระบวนการที่ให้แป้งเกิดการพองตัวขึ้น เนื่องจากแรงดันของน้ำในตัวแป้งที่กลายเป็นไอเมื่อถูกความร้อนสูงขณะที่ผ่านแรงอัดจากเครื่องเอกทูดเดอร์ (extruder) ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า โฟมแป้ง นำไปใช้ประโยชน์เพื่อรองรับกันการกระแทกในภาชนะบรรจุภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดีคือ ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ใช้แป้งมากกว่าร้อยละ 90 โดยมีการเติมสารเติมแต่ง (additive) ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันแล้ว แต่ชนิดของแป้ง แต่ไม่เกินร้อยละ 10 เนื่องจากราคาของแป้งถูกกว่าพลาสติกทั่วไปจึงสามารถเป็นคู่แข่งของพลาสติก เช่น โฟมที่ผลิตจากโพลิสไตรีน (polystyrene) ได้ และด้วยสมบัติในการย่อยสลายที่ดี การผลิตในรูปของโฟมแป้งจึงมีโอกาที่จะได้ส่วนแบ่งในตลาด

ข้อจำกัด เนื่องจากมีการย่อยสลายดี จึงทำให้การใช้งาน มีข้อจำกัดโดยเฉพาะเมื่อถูกความชื้นหรือสัมผัสกับน้ำเนื่องจากแป้งสามารถละลายน้ำได้จึงไม่เหมาะสมในการผลิตเป็นภาชนะใส่ของที่มีความชื้น และข้อจำกัดของความแข็งแรง ทำให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ จะมีปัญหาการใช้งาน

การพัฒนาเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้แป้งข้าวโพดโดยเฉพาะ waxy corn ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในกลุ่มการผลิตนี้มารวมทั้งแป้งข้าวสาลี (wheat starch) ส่วนแป้งมันสำปะหลังมีสมบัติของเม็ดแป้งแตกต่างไปจากแป้งดังกล่าวแต่การปรับแต่งโดยเพิ่มสารเติมแต่งก็สามารถผลิตได้สมบัติใกล้เคียงกันกับแป้งทั่วไป เทคโนโลยีที่กำลังพัฒนาในกลุ่มนี้คือ การออกแบบให้การผลิตเป็นไปในระบบอัตโนมัติผลิตได้จำนวนมากและมีเทคนิคการเคลือบโดยสารเคลือบที่ย่อยสลายได้และปลอดภัย เพื่อที่จะสร้างความทนทานต่อความชื้นและน้ำ มีการเพิ่มส่วนของเส้นใยปนกับแป้งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปของโฟม

2.2 แป้งผสมพลาสติกที่ย่อยสลายได้

เป็นการนำแป้งมาผสมกับพลาสติกที่ย่อยสลายได้จากนั้นนำมาขึ้นรูปหรือผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติตามต้องการ แต่ราคาของพลาสติกที่ย่อยสลายได้นั้นสูงกว่าพลาสติกทั่วไปหลายเท่าตัว ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้อาชีพของสารผสมระหว่างแป้งกับพลาสติกที่ย่อยสลายได้เหมาะสมในการใช้ในระดับอุตสาหกรรม จึงมีการพยายามที่จะใช้แป้งในลักษณะต่างๆ ซึ่งจะมี 4 รูปแบบ คือ

- ใช้แป้งในรูป granule (แป้งยังเป็นเม็ดอยู่)

- ใช้แป้งในรูป gelatinized (แป้งถูกเปลี่ยนรูปเพราะความร้อนและความชื้น)

- ใช้แป้งที่ถูกเปลี่ยนรูปเพราะความร้อนและความดันในสภาพที่มีความชื้นจำกัด หรือที่เรียกว่า thermoplastic starch

- ใช้แป้งดัดแปรทางเคมี (chemical modified starch)

สำหรับการผสมนั้น จำเป็นต้องใช้เครื่องอัดแรงสูง เช่น extruder หรือเครื่องผสม high speed ชนิดพิเศษที่ควบคุมความร้อนได้ และปริมาณการใช้แป้งที่ผสมกับพลาสติกที่ย่อยสลายได้ขึ้นอยู่กับสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ถ้าต้องการให้มีความยืดหยุ่น (สมบัติของพอลิเมอร์) มาก ก็ต้องมีสัดส่วนของพลาสติกที่ย่อยสลายได้อยู่มาก ถ้าใส่แป้งมากขึ้นความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มมากขึ้น แต่ความยืดหยุ่นจะลดลง

แป้งผสมพลาสติกที่ย่อยสลายได้ในกลุ่มนี้ที่มีการวิจัยและพัฒนาแล้ว มีดังนี้

1. แป้งผสมโพลิคาโพรแลกโตน สมบัติเด่น คือ ไม่เป็นพิษ จืดหลอมเหลวต่ำ ย่อยสลายในธรรมชาติได้เร็ว นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุต่างๆ

2. แป้งผสมโพลิแลกติก จืดเด่น คือความปลอดภัยในการใช้เป็นภาชนะที่สัมผัสกับอาหาร ทั้งนี้เพราะกรดแลกติก (lactic acid) ได้มาจากกระบวนการหมัก (แป้ง) และกระบวนการควบแน่น (condensation) ดังนั้นในอุตสาหกรรมอาหารและยา จึงเป็นที่ยอมรับมากกว่าพลาสติกที่ย่อยสลายได้ชนิดอื่น

3. แป้งผสมโพลิเอสเทอร์อื่นๆ กำลังอยู่ในความสนใจ และมีผู้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ออกมาแล้ว เช่น โพลิบิวทิลีนซัคซิเนต (polybutylene succinate, PBS), โพลิเอสเทอร์คาร์บอเนต (polyester carbonate, PEC)

แม้ประเทศไทยจะมีการใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลังในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องต่างๆ ในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากแป้งมันสำปะหลังส่วนใหญ่ คือ อุตสาหกรรมผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด ที่มีมูลค่าต่ำและยังขึ้นอยู่กับปัจจัยจากตลาดต่างประเทศทั้งในเรื่องราคาและปริมาณความต้องการที่ไม่แน่นอน แม้แต่แป้งมันสำปะหลังในรูปของแป้งมากกว่าครึ่งที่ส่งออกยังอยู่ในรูปของแป้งดิบ ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา หาแนวทางการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง โดยเฉพาะแป้งมันสำปะหลังให้มากขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ดังกล่าวข้างต้น ก็จะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ ธนพจักร. วัสดุอู่น้ำจากแป้งมันสำปะหลังกับการใช้งานการเพาะเลี้ยงดินอ่อนและเซลล์พืช. วารสารเทคโนโลยี

วัสดุ, ม.ค.-มี.ค., 2542, เล่มที่ 14, หน้า 44-49.

กมลรัตน์ ธนพจักร. วัสดุอู่น้ำจากแป้งมันสำปะหลังกับการใช้งานการเพาะเลี้ยงดินอ่อนและเซลล์พืช. วารสารเทคโนโลยี

วัสดุ, เม.ย.-มิ.ย., 2542, เล่มที่ 15, หน้า 68-71.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543, 292 หน้า.

การแปรรูปและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง. 2000. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.cassava.org/thai/index.htm> ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. โพลีเมอร์เชิงพาณิชย์. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2526, หน้า 50-55.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร มอก. 1073- 2535 หน้า 1.

การใช้ประโยชน์หินปูน โดโลไมต์ และปูนไลม์

ทวีลักษณ์ อ้นองอาจ

สอิจ จักขุติลา

เนื่องจากปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติหลายอย่างถูกนำมาใช้อย่างมากมาย หากไม่คำนึงถึงการใช้ให้เกิดประโยชน์ คุ่มค่าสูงสุดทางเศรษฐกิจ ในที่สุดทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้น ก็จะหมดไปอย่างน่าเสียดาย หินปูนและโดโลไมต์เป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างคุ้มค่าในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ปี ดังแสดงในตารางที่ 1

หินปูนและโดโลไมต์เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ถูกนำมาใช้งานหลายประเภท ซึ่งได้แก่ งานอุตสาหกรรม โครงสร้าง เกษตรกรรม และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ส่วนปูนไลม์เป็นวัสดุที่ผลิตจากหินปูนและโดโลไมต์ ในงานแต่ละประเภทก็จะมีความต้องการหินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ ที่มีคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานนั้นๆ

ลักษณะทั่วไปของหินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์

หินปูน (limestone) เป็นหินชั้น (sedimentary rocks) หรือหินตะกอน ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นส่วนใหญ่หรือมากกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก อาจมีหรือไม่มีโดโลไมต์ ก็ได้ แร่แคลไซต์ (calcite) เป็นหินปูนประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต(CaCO_3) เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ มีสีขาว ถ้ามีสิ่งเจือปนเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของหินปูนเปลี่ยนไป

โดโลไมต์ (dolomite) เป็นหินชั้น (sedimentary rocks) ที่มีส่วนประกอบของแร่โดโลไมต์ ซึ่งมีสูตรเป็น $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ รวมกับแร่แคลไซต์ องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย CaCO_3 ร้อยละ 54.35 และ MgCO_3 ร้อยละ 45.65 หรือ CaO ร้อย

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตของแร่ (minerals production) ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2531-2537 หน่วยเป็นเมตริกตัน (metric tons)

ชนิดแร่	ปี พ.ศ.						
	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537
หินปูน (Lime Stone)							
1. ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตซีเมนต์	14,100,522	15,966,366	19,520,720	19,516,190	25,272,166	32,036,454	42,223,711
2. ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ *	164,402	179,965	175,828	265,529	335,915	1,003,822	1,685,744
โดโลไมต์ (Dolomite)	140,445	257,576	379,548	481,866	331,819	537,119	61,3397

หมายเหตุ * ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมหนัง แคลเซียมคาร์ไบด์ ปูนขาว
ที่มา: กองเศรษฐกิจการเผยแพร่ กรมทรัพยากรธรณี

ละ 30.4 MgO ร้อยละ 21.7 และ CO_2 ร้อยละ 47.9 โดยน้ำหนักตามทฤษฎี แต่โดยธรรมชาติมักพบว่า โดโลไมต์ มี MgCO_3 น้อยกว่านี้เสมอ

ปูนไลม์ (lime) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาหินปูน ซึ่งหมายถึงปูนสุก ปูนขาวและปูนไลม์ไฮดรอลิก ปูนสุก (quick lime) องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น CaO ปูนขาว (hydrated lime) องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น Ca(OH)_2 ได้จากการเติมน้ำลงไปในปูนสุกด้วยอัตราที่เหมาะสม ปูนไลม์ไฮดรอลิกหมายถึง ปูนไลม์ที่มีซิลิกา อะลูมินา และ/หรือเหล็กออกไซด์ในปริมาณน้อย

หินปูนในประเทศไทย พบว่ามีอยู่ทั่วไปทุก ๆ ภาคของประเทศไทยยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีหินปูนอยู่เฉพาะขอบที่ราบสูงโคราชเท่านั้น หินปูนมีกระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ดังนี้

ภาคเหนือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย แพร่ ลำพูน น่าน อุตรดิตถ์ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย เพชรบูรณ์
ภาคกลาง นครสวรรค์ สระบุรี ลพบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์
ภาคใต้ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา พัทลุง ตรัง สตูล กระบี่
ภาคตะวันออก ชลบุรี จันทบุรี ระยอง ปราจีนบุรี

จังหวัดที่นำหินปูน โดโลไมต์ มาใช้งานมากคือสระบุรี ลพบุรี ราชบุรี นครสวรรค์ และกาญจนบุรี ในแต่ละจังหวัดดังกล่าวมีบริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ ปูนไลม์ ปูนขาว เป็นจำนวนมาก กำลังการผลิตประมาณ ร้อยละ 80 ของกำลังการผลิตทั้งหมดภายในประเทศอยู่ในภาคกลาง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแหล่งของหินปูน และมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้ปูนซีเมนต์ ปูนไลม์ ตั้งอยู่ บริเวณใกล้เคียงเป็นจำนวนมาก

จากการศึกษาพบว่า หินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ มีการนำมาใช้ประโยชน์มากมายในงานหลายประเภท การพิจารณาว่า หินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ ชนิดใดเหมาะกับการใช้งานประเภทไหน ต้องใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเป็นหลัก เพราะในงาน แต่ละประเภทมีความต้องการลักษณะทางเคมี และทางฟิสิกส์ ของหินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาคุณสมบัติ กำหนดมาตรฐานของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไลม์ ที่ใช้ในงานประเภทต่างๆ ตามตารางที่ 4 แล้ว ควรเลือกใช้หินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ ให้เหมาะสมกับประเภทของงาน จึงจะเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไลม์

คุณลักษณะ	หินปูน (lime stone)	โดโลไมต์ (dolomite)	ปูนไลม์ (Lime)	
			ปูนสุก (quick lime)	ปูนขาว (hydrated lime)
สูตรเคมี	CaCO_3	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	CaO	Ca(OH)_2
ความบริสุทธิ์	94-99 %	$\text{MgO} = 18.4\%$ $\text{CaO} = 33.5\%$	> 90%	> 90%
คาร์บอนไดออกไซด์	40.43%	> 44%	< 2%	< 1.5%

ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไธม์
 ตารางที่ 3 : ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไธม์ สามารถแบ่งตามประเภทของงานได้แก่ งานอุตสาหกรรม โครงสร้าง เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม

ประเภทของงาน ชนิดของวัสดุ	อุตสาหกรรม	โครงสร้าง	เกษตรกรรม	สิ่งแวดล้อม
หินปูน	1. เป็นวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์ ปูนไธม์ 2. หินปูนที่มีคุณภาพดี ใช้เป็นส่วนผสมทำเคลือบและน้ำยาเคลือบ เครื่องปั้นดินเผา 3. ใช้ในอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน ป้องกันการระเบิด 4. ใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมเคมีพื้นฐาน ได้แก่ - แคลเซียมคาร์ไบด์ สำหรับใช้ผลิตก๊าซอะเซติลีนในการจุดไฟ - ใช้ในอุตสาหกรรมเชื่อมโลหะ ใช้บ่มผลไม้ ใช้ทำฟืนเทียม - แคลเซียมคาร์บอเนต สำหรับใช้เป็นตัวเติม(Filler)ในอุตสาหกรรมสี - ใช้ในอุตสาหกรรมยาง กระดาษ อาหารสัตว์ - แคลเซียมซัลเฟต สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระดาษ อาหารสัตว์ - แคลเซียมฟอสเฟต สำหรับใช้ในการผลิตกระดูก อุตสาหกรรมอาหาร - อุตสาหกรรมพลาสติก - แคลเซียมออกไซด์ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาล กระดาษ เหล็ก - การผลิตแก้ว อุตสาหกรรมเซรามิกและการบำบัดน้ำเสีย - แคลเซียมไฮดรอกไซด์ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมฟอกสี เป็นตัว - ทำลายเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา - แคลเซียมคลอไรด์ สำหรับใช้ทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรง	ใช้ในรูปของหินย้อย ได้แก่ การใช้ผสมทำคอนกรีต ทำ ถนน หินโรยทางรถไฟ สำหรับหินย้อยละเอียด ใช้ทำ ปูนขาว ฟิลเลอร์ ทำสีขาว	1. ใช้ทำปูนขาวเพื่อแก้ดินที่มี ความเป็นกรดโดยผสมปูน ขาวลงในดินเพื่อให้ดินสภาพ เหมาะในการเพาะปลูก 2. ใช้ปรับปรุงคุณภาพของดิน เปรี้ยว $2H^+ + CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + H_2CO_3$ $H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$ (gas) 3. ใช้เติมในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่ม แคลเซียม 4. ปรับสภาพดินเพื่อให้ดินอยู่ตัว	1. ใช้กำจัดก๊าซพิษ เช่น ก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยการไฟฟ้าผลิตแห่ง ประเทศไทยได้นำหินปูนมา ใช้ในการกำจัดก๊าซ SO_2 ซึ่ง เป็นมลพิษทางอากาศที่ อันตรายนอกก่อให้เกิดปัญหา ด้านสุขภาพอนามัยของ ประชาชนที่อาศัยอยู่ใน บริเวณใกล้เคียง อ.แม่เมาะ จ. ลำปาง วิธีการกำจัดก๊าซ SO_2 คือติดตั้งเครื่องกำจัด ก๊าซ SO_2 ซึ่งใช้ระบบฉีด น้ำหินปูนเหลวในการจับ ก๊าซ การดำเนินตามขั้น ตอนนี้ทำให้เกิดผลพลอย ได้ตามมาก็คือได้ยิบซัม ($CaSO_4$) 2. ใช้บำบัดของเสียที่เป็น สารละลายกรด 3. กรองน้ำโสโครก

ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไธม์

ตารางที่ 3 : ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไธม์ สามารถแบ่งตามประเภทของงานได้แก่ งานอุตสาหกรรม โครงสร้าง เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไฮม์ (ต่อ)
 ตารางที่ 3 : ประโยชน์ของหินปูน โดโลไมต์ และปูนไฮม์ สามารถแบ่งตามประเภทของงานได้แก่ งานอุตสาหกรรม โครงสร้าง เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม

ประเภทของงาน	อุตสาหกรรม	โครงสร้าง	เกษตรกรรม	สิ่งแวดล้อม
โดโลไมต์	1. ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกและวัสดุทนไฟ(refractories) 2. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตปูนไฮม์ 3. ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเกลือแมกนีเซียม ได้แก่ - แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อใช้ผลิตสารต่อต้านโรค เป็นยาระบายและยาลดกรดในกระเพาะอาหาร - แมกนีเซียมซัลเฟต เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง การผลิตเซรามิกส์ สารป้องกันไฟ สิ่งทอ - แมกนีเซียมซิลิเกต เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว - แมกนีเซียมออกไซด์ เพื่อใช้ผลิตสารต่อต้านโรค ใช้ทำลวดไฟฟ้า 4. ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	1. ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับคอนกรีตและสร้างถนน การใช้ประโยชน์ลักษณะนี้ต้องการโดโลไมต์ที่มีความทนต่อการขัดสีและการสึกกร่อน 2. ใช้เป็นหินประดับ หินที่ใช้ตกแต่งอาคารสุรกร่อน	1. ใช้ทำปูนขาวเพื่อแก้ดินที่มความความเป็นกรดโดยผสมปูนขาวลงในดินเพื่อให้ดินสภาพเหมาะสมในการเพาะปลูก 2. ใช้ปรับปรุงคุณภาพของดินเปรี้ยว	
ปูนไฮม์	ใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเหล็กกล้า สารฟอกสี แคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำตาล เชื้อกระดาษ กระดาษ ปูน น้ำประปา ฟอกหนัง การผลิตแก้ว	1. ใช้เป็นปูนฉาบและปูนก่อ 2. เป็นส่วนผสมในแอสฟัลต์ผสมคอนกรีต	1. ใช้แก้ดินที่มความความเป็นกรดโดยผสมปูนขาวลงในดินเพื่อให้ดินสภาพเหมาะสมในการเพาะปลูก 2. การทำให้ดินอยู่ตัว (soil stabilization)	1. ใช้บำบัดของเสียที่เป็นสารละลายกรด $2H^+ + CaO \rightarrow Ca^{2+} + H_2O$ $2H^+ + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2H_2O$

ตารางที่ 4 เกณฑ์กำหนดมาตรฐานของหินปูน โดโลไมต์และปูนไลม์ตามประเภทของงานดังนี้

ประเภทของงาน	เกณฑ์กำหนดมาตรฐาน	หมายเหตุ
อุตสาหกรรม	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.319 - 2541 ASTM C 737-1992 C 911-1994	ผู้ผลิต / ผู้ใช้ อาจ กำหนดเกณฑ์อื่นๆ เพิ่มเติม
โครงสร้าง	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 241 - 2520 ASTM C 5-1992 C 141-1994 C 207-1992 C 1097-1995	
เกษตรกรรม	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 223 - 2520 ASTM C 706-1992 C 977-1995 C 602-1995	
สิ่งแวดล้อม	ASTM C 400-1993	

เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing Materials. **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01 ASTM C 5-1979. (reapproved 1992) Standard specification for quicklime for structural purpose. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01 ASTM C 141-1985. (reapproved 1994) Standard specification for hydraulic hydrated lime for structural purpose. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 207-1991. (reapproved 1992) Standard specification for hydrated lime for masonry purpose. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 400-1993. Standard test methods for quick lime and hydrated lime for neutralization of waste acid. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 602-1995. Standard specification for agricultural liming materials. . West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 706-1992. Standard specification for limestone for animal food use. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- American Society for Testing Materials. **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01. ASTM C 737-1992. Standard specification for limestone for dusting of coal mines. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 911-1994. Standard specification for quicklime, hydrated lime and limestone for chemical use. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01.ASTM C 977-1995. Standard specification for quicklime and hydrated lime for soil stabilization. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- **Annual Book of ASTM Standards 2000**, V.04.01. ASTM C 1097-1995. Standard specification for hydrated lime for use in asphaltic-concrete mixtures. West Conshohocken; ASTM, 2000.
- จุมพล คีนดัก. หินปูนในประเทศไทย. ข่าวสารทางธรณี, มิถุนายน, 2529, ปีที่ 31, ฉบับที่ 6, หน้า 22-23.
- ธานี โชติกร. คุณสมบัติทางเคมีและการใช้ประโยชน์จากหินคาร์บอนเนตแหล่งลพบุรี. รายงานการวิจัย, กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี, 2532, หน้า 1-4.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ปูนไลม์เพื่อการก่อสร้าง: มอก. 241-2520.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ปูนไลม์เพื่อการอุตสาหกรรม: มอก. 319-2541.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์วัสดุจำพวกปูนไลม์เพื่อการเกษตร: มอก. 223-2520.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. สถิติทางธุรกิจและอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2533, หน้า 39-42.
- สถิติทางธุรกิจและอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2535, หน้า 30-33.
- สถิติทางธุรกิจและอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2536, หน้า 35-38.
- สถิติทางธุรกิจและอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ: ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2538, หน้า 22-24.
- สรุปภาวะธุรกิจ-อุตสาหกรรม 2538 และแนวโน้ม 2539, กรุงเทพฯ: ธนาคารแห่งประเทศไทย, หน้า 271-277.



2 3 4

ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมกันทำบุญ
ตักบาตรและทำพิธีถวายสัจจะปฏิญาณเพื่อเป็นข้าราชการที่ดี
และเป็นพลังของแผ่นดิน เนื่องในวโรกาสเฉลิมพระชนม-
พรรษาของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (1 ธ.ค. 2543)

2



3



4

1

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ
เป็นประธานในงานเลี้ยงอำลาพร้อมมอบของที่ระลึกให้แก่
ข้าราชการและลูกจ้างเกษียณอายุ และเกษียณอายุก่อน
กำหนด ปี 2543 ซึ่งมีนางทัศนีย์ วัชรรังษี รองอธิบดีกรม
วิทยาศาสตร์บริการเกษียณอายุในปีด้วย



1



5



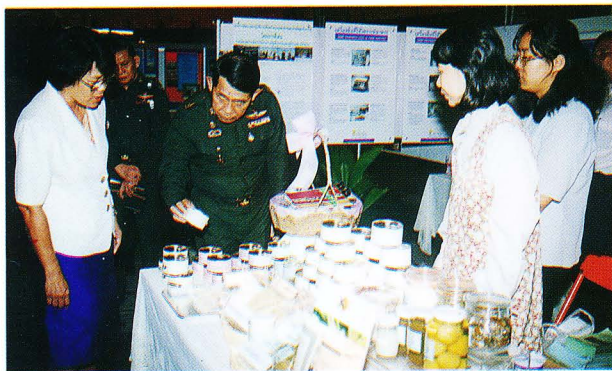
6



7



8



9



10

5 6

นายสุกิจชัย เปี่ยมพงษ์สานต์ ดร.อนามัย สิงห์พันธุ์ และนายพรชัย ธนธรรม ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เยี่ยมชมพร้อมให้คำปรึกษาหารือเกี่ยวกับกิจการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิติฯ และคณะผู้บริหารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับ

7 8

นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ให้สัมภาษณ์ผู้สื่อข่าวเกี่ยวกับเรื่องการผลิตข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ข้าวกล้องสำเร็จรูป ข้าวต้มสำเร็จรูป ข้าวเสริมสุขภาพสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง เพื่อเผยแพร่ให้ประชาชนทราบ

9

พลเอกพัฒนาะ พุฒานานนท์ รองผู้บัญชาการทหารบก เยี่ยมชมนิทรรศการเรื่องผลิตภัณฑ์ข้าว การแปรรูปข้าว เชื้อกระดาศจากหญ้าแฝกของกรมวิทยาศาสตร์บริการในงานนิทรรศการรวมใจ-รักศิริราชสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 8 ณ ลานพระราชวังสนามจันทร์ (22 ต.ค. 2543)

10

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นำผลงานเรื่องการแปรรูปข้าวไปแสดงนิทรรศการมหกรรมการแปรรูปข้าว ณ โครงการสวนพระองค์ จ.ปราจีนบุรี (21 พ.ย. 2543)

11 12

กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยกองการวิจัย และ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ นำผลงานเรื่องการผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำบาดาลระดับชาวบ้านทำเอง ซิลิกาเจล ผลิตภัณฑ์จากข้าว เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร การทำน้ำพืชผักน้ำผลไม้ ผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพร ไปแสดงในงานนิทรรศการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม จ. มหาสารคาม (3-8 ธ.ค. 2543)



11



12



13



14



15



16

13

เจ้าหน้าที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรวจประเมินความพร้อมห้องปฏิบัติการเคมี ตาม มอก. 17025 - 2543 (ISO/IEC 17025 - 1999) เพื่อการรับรองต่อเนื่อง (4-8 ธ.ค. 2543)

15

โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดฝึกอบรมหลักสูตร Uncertainty of Measurement รุ่นที่ 5, 6 การสอบเทียบเครื่องแก้วเชิงปริมาตร รุ่นที่ 4, ISO 9000 Version 2000 และการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ รุ่นที่ 1 แก่เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

16

เจ้าหน้าที่จากสถาบัน AIT และสถาบันยานยนต์ นักศึกษาและอาจารย์สถาบันราชภัฏเชียงราย และคณะอาจารย์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการของกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กองเคมี และกองสหเวชศาสตร์และเทคโนโลยี

17



17

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์, ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ โดยปริมาณ Inorganic Chemistry Organic Chemistry แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ
- วิทยาการสอบเทียบ doubt และเทอร์โมมิเตอร์ Uncertainty of Measurement
- อบรม ISO/IEC 17025 การเขียนคู่มือคุณภาพตาม ISO/IEC 17025 ปฏิบัติการชีวเคมี เคมีอาหารและปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร การผลิตอาหารว่าง โดยเครื่องเอ็กทราเตอร์ จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง ความคิดเห็นเพื่อร่วมกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ผัก-ผลไม้ และน้ำผลไม้ เจาก๊วย น้ำฝรั่งพร้อมดื่ม น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม น้ำทับทิมพร้อมดื่ม การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ขั้นสูง เครื่องดื่มนมมะนาวชนิดเม็ดและมะนาวผง (spray drier) การวัดสีตัวอย่างปลาหมึกและซอสมะเขือเทศโดยวิธี Macbeth Munsell การทำฝรั่งและมะเขือเทศหยี
- นำผลงานผลิตภัณฑ์มะนาว การแปรรูปข้าว ดอกไม้เซรามิก เยื่อกระดาษจากหญ้าแฝกไปแสดงในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์
- นำผลงานผลิตภัณฑ์แครอท ข้าวสำเร็จรูปไปแสดงในงาน Asian Food & Technology Fair 2000 ณ ศูนย์ไบเทค
- นำผลิตภัณฑ์ข้าว ไปแสดงงานมหกรรมแปรรูปข้าว และสาธิตขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูป ณ โครงการสวนพระองค์บางแตง จ. ปราจีนบุรี
- อบรมเรื่องลูกไม้เซรามิก ดอกไม้เซรามิก เทคโนโลยีการเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา การผลิตเซรามิกแบบครบวงจร การออกแบบ ขึ้นต้นแบบ ปั้นเป็นหมุนไฟฟ้า กลึงแบบ ทำแบบพิมพ์ หล่อขึ้นดิน ตกแต่ง เผาเคลือบ เขียนสีได้เคลือบและบนเคลือบ เผาเคลือบ ให้แก่ผู้สนใจ ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพแม่คำ จ.ลำปาง ศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ. สกลนคร ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชินีเวศน์ จ. นราธิวาส

การพัฒนานวัตกรรมในต่างประเทศ

- นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ผู้อำนวยการกองวิจัย ไปร่วมประชุม APEC Workshop on Business Incubation and Information Flow Improvement for Business Incubators ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
- นางจินตนา ลีกิจวัฒน์ ข้าราชการกองฟิสส์และวิศวกรรม ไปร่วมประชุม ISO/TC 61 Plastics ครั้งที่ 49 ณ ประเทศสาธารณรัฐฝรั่งเศส
- นางวรรณ อู่ไพบูรณ์ ข้าราชการกองเคมี ไปฝึกอบรมในหลักสูตร Ambient Temperature Fine Sulfur-Removal New Technology ณ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน
- นางครุณี วัชรเรืองวิทย์ ข้าราชการกองฟิสส์และวิศวกรรม ไปประชุมคณะกรรมการ ISO/TC 45 Rubber and rubber products ณ ประเทศมาเลเซีย
- น.ส.ธิดา เกิดกำไร ข้าราชการกองฟิสส์และวิศวกรรม และน.ส.จันทร์เพ็ญ ใจธีรภาพกุล ข้าราชการกองเคมี ไปประชุม ILAC 2000 ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา
- นางสมลิตี ทั้งพิทยกุล ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปอบรมวิเคราะห์/ทดสอบภาชนะบรรจุอาหารตาม Food Sanitation Law และ Industrial Standardization Law ณ ประเทศญี่ปุ่น
- นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปประชุม Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification System ครั้งที่ 9 ณ ประเทศออสเตรเลีย

โลหะบัดกรี

ประพิศ ประคุณหังสิต

วาสนา คงสุข

โลหะบัดกรี หมายถึง โลหะผสมที่มีจุดหลอมละลายต่ำ ใช้เป็นตัวเชื่อมประสานชิ้นงานโลหะเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปอุณหภูมิหลอมละลายของตัวเชื่อมประสานนี้มักจะต่ำกว่าอุณหภูมิหลอมละลายของชิ้นงานที่เราต้องการจะเชื่อมต่อกันเสมอ และโลหะบัดกรีนี้น่าสนใจที่เป็นตัวเชื่อมประสานเท่านั้น แต่ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะที่ถูกเชื่อมโลหะบัดกรีที่ใช้กันแพร่หลายโดยทั่วไปคือโลหะผสมของตะกั่วและดีบุก ดังนั้นผู้ใช้และผู้ขายจึงมักเรียกโลหะบัดกรีว่า “ตะกั่วบัดกรี” ทั้งๆที่โลหะบัดกรีบางชนิดไม่มีส่วนประกอบของตะกั่วและดีบุกผสมอยู่เลย

ตะกั่วบัดกรีบางชนิดผสมพลวง บิสมัทและเงินลงไป เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของตะกั่วบัดกรีตามความต้องการของการใช้งาน เช่น ผสมพลวงลงไปเป็นปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 2 จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของรอยต่อในการบัดกรีมากขึ้น บิสมัทที่เจือลงไปช่วยให้อุณหภูมิหลอมเหลวสูงขึ้น ดังนั้นถ้าผสมบิสมัทและเงินลงในตะกั่วบัดกรีในอัตราที่เหมาะสมกับการใช้งานนั้นๆก็จะช่วยในการเคลือบผิวด้วยดีบุก และการไหลตัวของตะกั่วดีขึ้น

การบัดกรี คือ การประสานโลหะสองชิ้นเข้าด้วยกันซึ่งโลหะทั้งสองชิ้นนี้อาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ โดยใช้โลหะบัดกรีที่มีอุณหภูมิหลอมละลายต่ำ เป็นตัวประสานอุณหภูมิหลอมละลายของตัวประสานนี้ต้องต่ำกว่าโลหะที่เป็นชิ้นงาน ซึ่งต้องการเชื่อมประสานโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิหลอมละลายไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส หลักการประสานโดยการบัดกรี คือ การทำให้ผิวของชิ้นงานที่จะบัดกรีสะอาดทำให้เกิดประสานกันอย่างสมบูรณ์ และใช้ฟลักซ์ ช่วยกำจัดผิวออกไซด์ที่จุดเชื่อมต่อทำให้ชิ้นงานสะอาดขึ้นในขณะบัดกรี ซึ่งฟลักซ์ที่ใช้นี้ควรเป็นสารเคมีบริสุทธิ์ เช่น กรดบอริก เกลือโซเดียมไซยาไนด์ อัลคาไลน์ ไบฟลูออไรด์ เป็นต้น ทำให้โลหะบัดกรีซึ่งถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนสามารถยึดเกาะผิวโลหะ การยึดเกาะระหว่างชิ้นงานกับโลหะบัดกรีเกิดการหลุดของโมเลกุลของโลหะบัดกรีจะทำให้การยึดติดกับโมเลกุลของชิ้นงานเหนียวแน่นยิ่งขึ้น

งานบัดกรีที่ใช้โลหะผสมของตะกั่วและดีบุกเป็นหลักมีหลายชนิด เช่น งานบัดกรีอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ งานท่อ งานซ่อมตัวถังรถยนต์ แผ่นเหล็กชนิดต่างๆ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในบ้าน เช่น รางน้ำ ถังน้ำ ข้อต่อต่างๆ และ สังกะสี เป็นต้น รอยต่อของชิ้นงานที่เกิดจากการบัดกรีจะมีคุณสมบัติเป็นสื่อนำความร้อนที่ดี แต่อย่างไรก็ตามรอยประสานของโลหะบัดกรีนี้นี้จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าความแข็งแรงของชิ้นงาน และถ้า

ต้องการให้รอยบัดกรีมีคุณสมบัติดีขึ้น ควรบัดกรีด้วยอุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโลหะบัดกรีนั้น ต้องระมัดระวังและคำนึงถึงความปลอดภัยให้มาก เนื่องจากไอตะกั่วจะระเหยออกมาขณะบัดกรีหรือเชื่อมประสานตลอดเวลา ดังนั้นผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องทุกคนจึงควรมีอุปกรณ์ป้องกันการสูดดมและสัมผัส เพราะไอตะกั่วที่เกิดขึ้นขณะบัดกรีเป็นอันตรายต่อระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และสามารถทำลายระบบสมอง ซึ่งควบคุมอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายได้ นอกจากไอตะกั่วแล้วยังมีธาตุบางตัวที่เป็นส่วนประกอบในโลหะบัดกรี ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อย แต่ก็อันตรายเช่นเดียวกัน ถ้าสูดเข้าสู่ระบบหายใจเป็นเวลานานๆ เช่น ไอของพลวง สารหนู และแคดเมียม เป็นต้น

โลหะบัดกรีที่มีดีบุกเป็นส่วนประกอบมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีปริมาณร้อยละของดีบุก แตกต่างกัน โดยมีปริมาณตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้จะมีธาตุอื่นๆ ผสมอยู่เล็กน้อย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม เช่น พลวง เงิน ทองแดง อินเดียม แคดเมียม อะลูมิเนียม บิสมัท สารหนู เหล็ก สังกะสี และนิกเกิล เป็นต้น โลหะบัดกรีชนิดต่างๆ แบ่งตามปริมาณร้อยละของดีบุกเป็นส่วนใหญ่ ดังนี้

1. ดีบุก 96 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับงานบัดกรีที่มีจุดมุ่งหมายพิเศษ รอยต่อของการบัดกรีจะแข็งแรงกว่าการบัดกรีด้วยโลหะบัดกรีที่มีปริมาณตะกั่วสูง ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษและเมื่อใช้บัดกรีเหล็กกล้าไร้สนิม จะทำให้ รอยต่อของการบัดกรีเรียบและมีสีเหมือนกับชิ้นงานนั้น

2. ดีบุก 95 ดีบุก 94 และดีบุกประเภท E โลหะบัดกรีเหล่านี้ใช้บัดกรีอุปกรณ์ทางการแพทย์ เครื่องประดับมีค่าต่างๆ เชื่อมท่อทองแดง และท่ออื่นๆ ที่ใช้สำหรับดื่มน้ำ และใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และรอยต่อที่เกิดจากการบัดกรีของโลหะบัดกรีชนิดนี้มีความต้านทานต่อความร้อนสูงได้

3. ดีบุก 70 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องการปริมาณดีบุกสูงเป็นพิเศษ และใช้ในการบัดกรีสังกะสี และเคลือบผิวของโลหะ

4. ดีบุก 63 โลหะบัดกรีชนิดนี้ เป็นโลหะเจือของตะกั่วและดีบุกที่มีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำที่สุดเรียกว่า ยูเทคติก อัลลอย (eutectic alloy) ใช้ในการเชื่อมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องควบคุมอุณหภูมิในการเชื่อมให้ช่วงอุณหภูมิที่หลอมเหลวต่ำที่สุด

5. ดินบุก 62 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเพื่อจุดมุ่งหมายพิเศษสำหรับบัดกรีชิ้นงานที่เคลือบด้วยเงิน
6. ดินบุก 60 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 63 และใช้ในการบัดกรีสกรูอุปกรณ์ไฟฟ้า เชื่อมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และใช้ในการเคลือบผิวโลหะ
7. ดินบุก 50 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับบัดกรีสกรูอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆ ไป ที่ไม่ต้องการคุณสมบัติพิเศษมากนัก ใช้ในการบัดกรีเหล็กไร้สนิมแต่สีของการบัดกรีจะไม่เหมือนกับเหล็กไร้สนิมทำให้รอยบัดกรีไม่สวย ใช้เชื่อมรอยต่อแผ่นโลหะ ท่อและชิ้นงานที่มีรูปทรงต่าง ๆ
8. ดินบุก 45 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานทั่วๆ ไป เช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 50 ซึ่งใช้ในการบัดกรีสกรูอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วๆ ไป
9. ดินบุก 40A โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้เช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 50 แต่ไม่ใช้กับงานเชื่อมแบบสวิตต์ติ้ง (sweating) หรือแบบบิต (bit) ส่วนมากจะใช้กับงานเชื่อมแบบจุ่มร้อน (dip soldering) หรือถูร้อน (wip soldering) สำหรับเชื่อมรอยต่อของท่อตะกั่ว และที่หุ้มสายโทรเลข
10. ดินบุก 40B โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 40A แต่ไม่แนะนำให้ใช้กับการบัดกรีเหล็กชุบสังกะสี และสังกะสี เนื่องจากรอยต่อจะไม่แข็งแรงมากนัก
11. ดินบุก 35A โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้มากในงานเชื่อมท่อประปา
12. ดินบุก 35B โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้ทั่วไปในการเชื่อมท่อประปาและการที่มีปริมาณพลวงสูงนั่นเองทำให้การเชื่อมแบบถูร้อน (wiping solder) ให้ความแข็งแรงมากกว่า และรอยต่อของการเชื่อมจะเรียบมากกว่า
13. ดินบุก 30A โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับเชื่อมตัวถังรถยนต์ และกำจัดขบวนการความร้อนที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 370-480 องศาเซลเซียส ในขณะที่บัดกรี
14. ดินบุก 30B โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับอุดรูอุปกรณ์และตะเข็บรอยต่อของตัวถังรถยนต์
15. ดินบุก 25A และดินบุก 25B โลหะบัดกรีทั้งสองชนิดนี้ใช้งานเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 30
16. ดินบุก 20A โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้มากในงานบัดกรีตัวถังรถยนต์
17. ดินบุก 20B โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับอุดรูและเชื่อมรอยต่อตะเข็บของตัวถังรถยนต์ และใช้งานทั่วไป สำหรับเคลือบป้องกันแผ่นเหล็กที่ไม่ต้องการปริมาณดินบุกสูงนัก
18. ดินบุก 15 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับเคลือบและเชื่อมโลหะต่าง ๆ
19. ดินบุก 10A โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้ในการเชื่อมและเคลือบโลหะซึ่งจุดที่เชื่อมนี้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า 204 องศาเซลเซียส
20. ดินบุก 10B โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 10A เมื่อบัดกรีชิ้นงานที่ผิวเคลือบด้วยเงินจะทำให้ปริมาณเงินบนผิวเคลือบนั้นลดลง และใช้ในการบัดกรียรอยต่อซึ่งต้องใช้งานที่อุณหภูมิสูงของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชิ้นเล็กๆ ที่เชื่อมกับเครื่องจักรกลที่เคลื่อนที่ได้ (Automotive Electronics)

21. ดินบุก 5 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับเคลือบและเชื่อมโลหะซึ่งจุดที่เชื่อมนี้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า 246 องศาเซลเซียส แต่ความสามารถในการไหลไม่ดีเท่ากับโลหะบัดกรีชนิด ดินบุก 10A

22. ดินบุก 2 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเกี่ยวกับการบัดกรีถังหม้อน้ำรถยนต์

23. พลวง 5 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้สำหรับเชื่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความแข็งแรง และใช้งานที่อุณหภูมิสูงถึง 240 องศาเซลเซียส เช่น การบัดกรีขดความเย็นที่เป็นรอยต่อระหว่างทองแดงกับเหล็กหล่อ ท่อทองแดงในแผงพลังงานแสงอาทิตย์ งานประปา และเชื่อมชิ้นส่วนของตู้เย็น

24. เงิน 1.5 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้บัดกรีทองแดง ทองเหลือง และรอยต่อของการเชื่อมจะมีอายุการใช้งานที่นานกว่าถึงแม้จะใช้งานในที่ๆ มีความชื้น ผิวที่บัดกรีจะไม่หมองคล้ำ

25. เงิน 2.5 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้งานเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด เงิน 1.5 โดยใช้วิธีให้ความร้อนแบบหัวเผาไฟ (Torch Heating) และต้องใช้ฟลักซ์ที่มีสังกะสีคลอไรด์ เป็นส่วนประกอบ ซึ่งจะทำให้รอยต่อเรียบบนผิวที่ไม่มีดินบุก ถ้าใช้โรซินฟลักซ์จะทำให้รอยต่อในการเชื่อมไม่เรียบ โลหะบัดกรีชนิดนี้ทำปฏิกิริยาได้ง่ายในบรรยากาศที่ชื้น

26. เงิน 5.5 โลหะบัดกรีชนิดนี้ใช้บัดกรีทองเหลืองหรือทองแดงที่ผ่านการดึงแข็งมาแล้ว อุณหภูมิในการบัดกรีไม่ควรสูงกว่า 454 องศาเซลเซียส และสามารถประยุกต์ใช้งานกับเทอร์โมคอปเปิลในเครื่องยนต์ของเครื่องบินที่อุณหภูมิสูงโดยไม่มีผลต่อความแข็งแรงของบัดกรีนี้ แต่มีข้อควรระวังเช่นเดียวกับโลหะบัดกรีชนิด เงิน 2.5

27. HA - A โลหะบัดกรีชนิดนี้เป็นชนิดที่ไม่มีตะกั่ว ใช้สำหรับเชื่อมท่อทองแดงที่ใช้ในงานประปา มีจุดหลอมตัวต่ำกว่าโลหะบัดกรีชนิดพลวง 5 แต่สามารถใช้งานได้ในการเชื่อมอุดรอยต่อขนาดใหญ่

28. HB - A โลหะบัดกรีชนิดนี้เป็นชนิดที่ไม่มีตะกั่ว ใช้สำหรับเชื่อมท่อทองแดงที่ใช้ในงานประปาเหมือน HA - A แต่มีช่วงอุณหภูมิหลอมเหลวและไหลกว้างซึ่งมีประโยชน์ในการเชื่อมอุดรอยต่อที่มีขนาดใหญ่ และสามารถใช้งานกับโลหะบัดกรีที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า

นอกจากโลหะบัดกรีที่มีดินบุกเป็นองค์ประกอบหลักดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีโลหะบัดกรีที่เจือโลหะอื่น ๆ ลงไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น

โลหะบัดกรีที่มีแคดเมียมร้อยละ 95 และเงินร้อยละ 5 ใช้ในรอยเชื่อมที่ต้องใช้งานกับอุณหภูมิสูงๆ โลหะบัดกรีชนิดนี้มีจุดหลอมเหลวที่ 338 องศาเซลเซียสและจะหลอมละลายหมดที่อุณหภูมิ 393 องศาเซลเซียส

โลหะบัดกรีที่มีแคดเมียมร้อยละ 82.5 และสังกะสีร้อยละ 17.5 เป็นโลหะบัดกรีที่ใช้ในการบัดกรีสังกะสีเจือ โลหะบัดกรีชนิดนี้หลอมละลายหมดที่อุณหภูมิ 264 องศาเซลเซียส โลหะบัดกรีชนิดที่มีอินเดียมร้อยละ 25 ดินบุกร้อยละ 37.5 และตะกั่วร้อยละ 37.5 อุณหภูมิหลอมเหลวที่ 134 องศาเซลเซียสและหลอมละลายหมดที่อุณหภูมิ 181 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับบัดกรีงานที่ป้องกันการกัดกร่อนทางธรรมชาติได้

ชิ้นงานโลหะที่บัดกรียากที่สุด คือ อะลูมิเนียม อะลูมิเนียมที่สามารถบัดกรีให้ได้ผลดี คือ อะลูมิเนียมบริสุทธิ์หรืออะลูมิเนียมที่เจือแมกนีเซียมหรือแมงกานีส ซึ่งผสมอยู่ได้ไม่เกิน ร้อยละ 1 โลหะบัดกรีที่ใช้บัดกรีอะลูมิเนียมได้ คือ โลหะบัดกรีซึ่งเป็นโลหะเจือของธาตุต่างๆ ดังนี้

- (1) ดีบุกร้อยละ 60 สังกะสีร้อยละ 37 ทองแดงร้อยละ 3
- (2) ดีบุกร้อยละ 30 สังกะสีร้อยละ 70
- (3) แคดเมียมร้อยละ 40 สังกะสีร้อยละ 60

โลหะบัดกรีเหล่านี้หลอมเหลวและละลายหมดที่อุณหภูมิ 204 - 232 องศาเซลเซียส เพื่อให้การบัดกรีได้ผลดีควรยึดชิ้นงานที่จะบัดกรีให้แน่นจนกว่าชิ้นงานนั้นจะเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง เปลวไฟที่บัดกรีอะลูมิเนียมควรใช้ชนิดคาร์บูไรซิง (Carburizing) ให้ความร้อนชิ้นงานโดยให้โลหะบัดกรีหลอมเหลวจากความร้อนของชิ้นงานนั้น ห้ามใช้เปลวไฟหลอมโลหะบัดกรีโดยตรง

สำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องการอัตราการผลิตสูงและรวดเร็ว เพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ เช่น การบัดกรีแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต้องบัดกรีไดโอด อาร์ซี และความต้านทานจำนวนมากลงบนแผงวงจรนั้น เพื่อให้สะดวกและรวดเร็ว เมื่อประกอบวงจรเสร็จแล้ว นำแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้จุ่มลงในอ่างโลหะบัดกรีที่หลอมละลาย ซึ่งควบคุมอุณหภูมิอ่างบัดกรีให้อยู่ในช่วง

220-260 องศาเซลเซียส ใช้โลหะบัดกรีที่มีดีบุกเจือปริมาณร้อยละ 60-65 โดยให้โลหะบัดกรีนั้สัมผัสเฉพาะด้านล่างของแผงวงจรเท่านั้น

เมื่อตะกั่วบัดกรีถูกความร้อนจะเริ่มอ่อนตัวและหลอมเหลวที่อุณหภูมิหลอมเหลวของตะกั่วบัดกรีชนิดนั้นๆ และจะเริ่มไหลตัวง่ายที่อุณหภูมิไหลตัว (Liquidus) โดยปกติอุณหภูมิไหลตัวจะต่ำกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวเล็กน้อย

จะเห็นได้ว่าโลหะบัดกรีซึ่งใช้เป็นตัวยึดประสานชิ้นงานนั้นมีหลายประเภทและมีคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละประเภท ซึ่งจะเหมาะในการใช้งานต่างๆ กัน ดังนั้นผู้ที่นำโลหะบัดกรีไปใช้งานควรพิจารณาตามความเหมาะสมของงาน จึงจะทำให้ผลงานมีประสิทธิภาพสูงสุด

กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีหน่วยงานให้บริการวิเคราะห์ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของโลหะบัดกรีทุกประเภทซึ่งวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานต่างประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้สนใจโปรดติดต่อกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ในวันและเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standards , v.02.04 , B 32-1996. Standard Specification for Solder Metal. West conshohocken : ASTM ,1997.
- The Solder Manufacturers Committee of the Lead Industries Association, Safety in soldering. New York : Lead Industries Association, Inc., 1982, p 1-7.
- The Solder Manufacturers Committee of the Lead Industries Association, Soldering of electronic Products. New York : The Association , .1979. 16p.
- ประโยชน์ของทองแดง. บรรณสาร กทธ, ตุลาคม - มีนาคม ,2528 - 2529, ฉบับรวมปีที่ 3-4, ฉบับที่ 11-12. หน้า 78-80.
- ประสงค์ ท้วมยิ้ม. หลักการเชื่อมประสาน . กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2522. หน้า 180-201.
- ไพบุลย์ ภักธิกิจวานิช. วิชาเคมี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล; 2530. หน้า 102 - 111.
- เรื่องการบัดกรี. อิเลคตรอน 79. 2525, ปีที่ 7, เล่มที่ 75, ฉบับที่ 4, หน้า 135-138.
- เรื่องทองแดง. แมคคาณิก, กุมภาพันธ์, 2519, ปีที่ 1, ฉบับที่ 4, หน้า 13-17.
- อิติช คุเมะ. วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ แปลโดย วีรพงษ์ เจริญจิระรัตน์. กรุงเทพฯ: บริษัทแซทไฟร์ พรินติ้ง จำกัด, 2539, หน้า 163-184

อโวคาโด (Avocado)

ปราณี แซ่โล้ว

ศรีสุตา ห่มระฤก

พุนทรัพย์ วิชัยพงษ์

อโวคาโดเป็นไม้ผลเมืองร้อนและกึ่งร้อน(tropical and subtropical countries) มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก และปลูกอย่างแพร่หลายในอเมริกากลางแถบประเทศเปรู ก่อนการเข้าไปตั้งถิ่นฐานของชาวยุโรป พวกแอซเท็ก (Aztec) ซึ่งเป็นชนพื้นเมืองของเม็กซิโก รู้จักอโวคาโดเป็นอย่างดีในชื่อ “Ahuacatl” ชาวฮิสแปนิกและเอกวาดอร์ เรียกผลไม้ชนิดนี้ว่า “Palta” สำหรับชื่อสามัญ (common name) ที่ใช้ในปัจจุบันคือ อโวคาโด (Avocado) หรือ แอลลิเกเตอร์ เพอร์ (Alligator pear) จัดเป็นพืชในวงศ์ลอราซี (Lauraceae) เช่นเดียวกับ อบเชย และการบูร อโวคาโดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Persea americana* เป็นไม้ยืนต้นที่มีใบสีเขียวตลอดปี แต่จะมีใบร่วงบ้างเมื่อใกล้ฤดูออกดอก ต้นที่โตเต็มที่สูง 6 - 18 เมตร ผลมีลักษณะ ขนาด และสีต่างๆ กัน ทั้งที่เป็นทรงคล้าย ผลแพร์ (pear) ทรงไข่ หรือทรงกลมคล้ายน้ำเต้า ผล มีผิวสีเขียวเข้ม เขียวอ่อน และสีม่วง ผิวอาจเรียบเป็นมันหรือขรุขระ เนื้อผลมีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้มหุ้มเมล็ดขนาดใหญ่ซึ่งอยู่ตรงกลาง 1 เมล็ด

อโวคาโดเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกเพื่อการค้าในประเทศแถบอเมริกากลาง ได้แก่ เม็กซิโก ฮิสแปนิก บาฮามาส ประเทศสหรัฐอเมริกา ในรัฐฟลอริดา และแคลิฟอร์เนีย

รวมทั้งประเทศแอฟริกาใต้ ออสเตรเลีย และอิสราเอล สำหรับทวีปเอเชีย ได้มีการนำอโวคาโด มาปลูก 200 กว่าปีมาแล้ว โดยปลูกครั้งแรกในฟิลิปปินส์ แล้วกระจายเข้าสู่ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และป็นัง ส่วนในประเทศไทยมีชนนารีชาวอเมริกันได้นำอโวคาโดที่ไม่ทราบชื่อพันธุ์มาปลูกครั้งแรกที่จังหวัดน่าน ประมาณ 80 ปีมาแล้ว ต่อมาได้มีการนำไปปลูกในจังหวัดอื่นๆ เช่น เชียงใหม่ ตาก ลำพูน เชียงราย จันทบุรี นครราชสีมา เพชรบูรณ์ โดยมีสถานที่ทดลองพืชสวนดอยมูเซอ จังหวัดตาก เป็นแหล่งทดลองขยายพันธุ์อโวคาโด

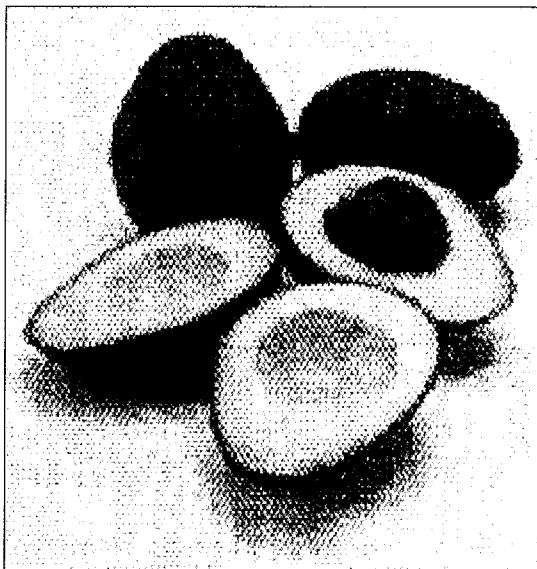
อโวคาโดแบ่งตามถิ่นกำเนิดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. เม็กซิกัน (Mexican; *P. americana drymifolia*) เป็นกลุ่มที่ทนต่ออากาศเย็นได้ดีที่สุดถึง - 6 องศาเซลเซียส ผลขนาดเล็ก เปลือกผลบางมีผิวเรียบ ใบมีกลิ่นฉุน เช่น พันธุ์พูบา (Pueba) พันธุ์โทปา-โทปา (Topa Topa) และพันธุ์เม็กซิโกลา (Mexicola)

2. กัวเตมาลัน (Guatemalan; *P. nubigena guatama lensis*) ทนต่อความหนาวเย็นได้ปานกลาง ผลเป็นรูปแป้นมักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงเข้มเมื่อสุก เปลือกผลหนา ผิวขรุขระ เช่น พันธุ์เทย์เลอร์ (Taylor) พันธุ์นาบัล (Nabal) พันธุ์แฮส (Hass) พันธุ์ปากช่อง 1-14 และปากช่อง 2-8

3. อินเดียตะวันตก (West Indian; *P. americana americana*) ชอบอากาศร้อน ไม่ทนต่ออากาศหนาวเย็น ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักสูงสุดถึงราว 1 กิโลกรัม ผลมีผิวเรียบเป็นมันสีเขียวอมเหลือง เปลือกผลบาง เนื้อมีไขมันน้อยและมีรสหวานเล็กน้อย เช่น พันธุ์ซิมมอนด์ (Simmond) พันธุ์วอลตัน (Waltin) และพันธุ์โพลล็อก (Pollock)

อโวคาโดนอกจากจะใช้เพื่อการบริโภคเป็นอาหารคาวหวาน น้ำมันที่สกัดได้จากผลอโวคาโดยังใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง ประเภทครีมบำรุงผิว ครีมล้าง



หน้า ครีมกันแดด สบู่ แชมพูและครีมนวดผม ซึ่งในต่างประเทศนิยมใช้กันมานานแล้ว

สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของอโวคาโด แม้ว่าอโวคาโดจะมีไขมันสูงถึงร้อยละ 8-32 ขึ้นกับพันธุ์ของอโวคาโด แต่ก็ยังเป็นไขมันประเภทไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่หนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acid) โดยมีกรดโอเลอิกสูงถึงร้อยละ 59-70 ของกรดไขมันทั้งหมด กรดไขมันประเภทนี้มีคุณสมบัติในการลดระดับคอเลสเตอรอล (cholesterol) และยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่มากกว่าหนึ่งตำแหน่ง (polyunsaturated

fatty acid) ได้แก่ กรดไลโนลิคร้อยละ 10-15 และกรดไลโน-
ลิโนอิก สูงถึงราวร้อยละ 2.3 ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งกรดไขมัน
ทั้งสองชนิดนี้เป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) ที่
ร่างกาย ไม่สามารถสร้างขึ้นเอง ต้องได้จากการรับประทานอาหาร
ถ้าร่างกายขาดกรดไขมันจำเป็นจะมีผลต่อการเจริญเติบโต เนื่อง
จากต้องใช้ในการสร้างเซลล์และโปรสตาแกลนดิน (prostaglan-
din)

โอโวคาโดยังมีสารอาหารสำคัญคือ โปรตีนสูงร้อยละ 1-4
นับว่าสูงกว่าผลไม้ทั่วไป จากการวิเคราะห์เนื้อของผลโอโวคาโด 5
พันธุ์ที่ปลูกบนดอยมูเซอ จังหวัดตากพบว่าโปรตีนอยู่ในช่วงร้อย
ละ 2.5-4.6 นอกจากนี้โปรตีนสูงแล้วผลโอโวคาโดยังอุดมไปด้วย
วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่
วิตามินเอ วิตามินบี 1 บี 2 บี 6 วิตามินซี วิตามินอี โฟเลท
(folate) โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และทองแดง นอกจากนี้
ยังมีคาร์โบไฮเดรตต่ำ น้ำตาลน้อยประมาณร้อยละ 1 ผู้ป่วย
โรคเบาหวานสามารถบริโภคผลไม้ชนิดนี้ได้ และยังมีอาหาร
สูง ไม่มีคอเลสเตอรอล ผลโอโวคาโดมีเนื้ออ่อนนุ่มย่อยสลายได้
ง่าย จึงใช้เป็นอาหารเลี้ยงทารก และเด็กในวัยเจริญเติบโตได้ดี

สารที่ให้กลิ่นรสในโอโวคาโดเป็นสารระเหยได้ (volatile com-
pounds) จำพวกแอลกอฮอล์แอลกอฮอล์ (aliphatic alcohols)
และสารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl compounds) คล้ายคลึง
กับสารที่พบในผักสีเขียวหลายชนิด สารเหล่านี้เกิดจาก ปฏิกิริยา
การแตกสลายของไขมัน (lipid degradation) ที่มีอยู่สูงในผล
โอโวคาโด โดยส่วนใหญ่สารที่ให้กลิ่นรสเหล่านี้มาจาก สารจำพวก
แอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 6 ตัว และสารจำพวกอัลดีไฮด์ที่มี
คาร์บอน 6 ตัว ได้แก่ hexanol, (E) - 2 - hexenol, (Z) - 3
-hexenol, (E)-2- hexenal และ hexanal ซึ่งพบในโอโวคาโด
พันธุ์เม็กซิกัน และพันธุ์ลูกผสมออสเตรเลีย (Australian hy-
brid cultivar) กลิ่นรสของโอโวคาโดอาจเปลี่ยนไปเมื่อเก็บไว้
เรียกว่าเกิด "Off flavour" ขึ้นโดยทำให้มีกลิ่นแบบไขสัตว์

(tallowy) กลิ่นไขมัน (fatty) และกลิ่นคล้ายลูกวอลนัท (wal-
nut - like) ซึ่งเกิดจากสารจำพวกอัลดีไฮด์ เช่น heptanal,
octanal, nonanal, (E) -2 -heptenal และ (E) - 2 -octenal
เป็นต้น

ในต่างประเทศมีการนำโอโวคาโดไปประกอบเป็นอาหารคาว-
หวานได้หลายอย่าง เช่น ชาวเม็กซิกันใช้โอโวคาโดเป็นส่วนผสม
หลักในการปรุงซอสพิเศษชนิดหนึ่งที่ใช้ในอาหารเม็กซิกันและ
ยังใช้โอโวคาโดแทนเนย โดยรับประทานกับแป้งทาโก (taco)
ซึ่งเป็นอาหารหลักชนิดหนึ่งของเม็กซิโก ส่วนชาวอเมริกัน-
รับประทาน โอโวคาโด โดยผสมกับผักอื่นๆ เป็นสลัดในญี่ปุ่น
ใช้โอโวคาโดเป็นส่วนผสมในข้าวห่อซูชิ (sushi) ในจาไมกา-
โคลัมเบียและเอกวาดอร์มักนำโอโวคาโดไปปรุงเป็นซุปร (soup)
นอกจากนั้นในหลายประเทศยังรับประทานโอโวคาโดเป็นของ
หวาน เช่น ในบราซิลรับประทานโอโวคาโดกับไอศกรีมในได้หวัน
รับประทานกับนมและน้ำตาล ส่วนชาวอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์
นิยมรับประทานเป็นเครื่องดื่มในรูปผลไม้ปั่น โดยปั่นรวมกับ
น้ำหวาน นมสด และน้ำแข็ง หรือรับประทานในรูป "รวมมิตร"
คือนำผลไม้หลายๆ อย่าง ได้แก่ สับปะรด แอปเปิ้ล ฝรั่ง มะละกอ
มะพร้าว รวมทั้งโอโวคาโดมาหั่นเป็นชิ้นรูปลูกเต๋า ผสมกัน ใส่
น้ำแข็งแล้วราดด้วยน้ำเชื่อม และนมสด

สำหรับคนไทยไม่ค่อยนิยมรับประทานเพราะไม่คุ้นเคยกับรส
ชาติ บางคนบอกว่ารสเหมือนเนย หรือ ทุเรียนที่ไม่มีรสและกลิ่น
ในขณะที่บางคนก็ว่ารสชาติเหมือนมะพร้าวกะทิ จึงนำมารับประทาน
ในลักษณะเดียวกันกับมะพร้าวกะทิ เช่น รับประทานกับ
น้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำกะทิ หรือรับประทานโดยไม่ปรุงแต่งก็ได้ การ
ที่โอโวคาโดไม่เป็นที่นิยมของคนไทยอาจเนื่องจากฤดูออกผลของ
โอโวคาโดในประเทศไทยตรงกับผลไม้ไทยหลายชนิด โดยเฉพาะ
ทุเรียน คนไทยจึงเลือกรับประทานผลไม้ที่อร่อยถูกปากมากกว่า
แต่หากเรานิ่งในแง่คุณค่าทางอาหารของโอโวคาโด รวมทั้งสภาพ

เอกสารอ้างอิง

Maarse, H. (ed.) Volatile compounds in foods and beverages. New york : Marcel Dekker , 1991.

Morton, J. F. Fruits of warm climates. [n.p.] : Creative Resources Systems, 1987, p. 91-102.

Storey, W. B., Bergh, B. and Zentmyer, G. A. The Origin, indigenous range, and dissemination
of the Avocado. California Avocado Society Yearbook, 1987, vol.70, p.127 -133.

จารุพันธ์ ทองแถม. มาปลูกโอโวคาโดกันไหม?. มติชนสุดสัปดาห์, ตุลาคม 29, 2539, ปีที่ 17, ฉบับที่ 845,
หน้า 73 - 74.

ระเบียบ โชติอำไพ. โอโวคาโด ผลไม้ลักษณะพิเศษ. น.ส.พ. เติลินวิธ, มกราคม 3, 2538, ฉบับที่ 16, 518,
หน้า 1 - 2.

เสริมศักดิ์ เอกติลก. เทคโนโลยีการเกษตร โอโวคาโดไม้ผลเมืองหนาว. เทคโนโลยีชาวบ้าน, มกราคม ,2535,ปีที่ 4 , ฉบับที่
40,หน้า 24 - 25.

สุวรรณพงศ์ ทองปลิว. โอโวคาโด. กสิกร, มีนาคม-เมษายน, 2529, ปีที่ 59, ฉบับที่ 2, หน้า 115 -121.

อำพล เสนาณรงค์. เบ็ดเตล็ดเกษตรกรรม มองโอโวคาโดอีกมุมหนึ่ง. กสิกร, พฤศจิกายน - ธันวาคม, 2532, ปีที่ 62,
ฉบับที่ 6, หน้า 587-588

ยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

กนกวรรณ จุมที

น้ำยางธรรมชาติ (Natural Rubber Latex) ได้จากต้นไม้หลายชนิด เช่น ต้นยางพารา (Para tree) ต้นยางวายุเล่ (Guayule) ต้นยางกัตา (Gutta-Percha) ต้นยางบาลาตา (Balata) และต้นยางชิกเคิล (Chicle) ยางธรรมชาติที่ได้จากน้ำยางของต้นไม้ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและนำมาใช้ในทางการค้า เป็นยางธรรมชาติซึ่งได้จากต้นยางพารา หรือมีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ว่า *Hevea brasiliensis* ต้นยางพาราถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยมาช้านาน ปัจจุบันประเทศไทยผลิตยางพาราได้เป็นอันดับหนึ่งของโลก ด้วยอัตราการผลิตรายได้ถึง 2 ล้านตันต่อปี ยางจึงเป็นสินค้าส่งออกสู่ตลาดโลกที่สำคัญของประเทศไทย ยางธรรมชาติใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ คุณภาพของยางจึงมีความสำคัญ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพยางธรรมชาติให้มีความเหมาะสมและตรงต่อความต้องการของตลาดโลก ซึ่งถือว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญยิ่ง ตัวอย่างเช่นยางธรรมชาติ ที่มีโปรตีนต่ำ เป็นยางธรรมชาติที่มีการพัฒนาคุณภาพโดยลดปริมาณโปรตีนให้ต่ำกว่า 0.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะแก่การใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

องค์ประกอบของน้ำยางและยางธรรมชาติ

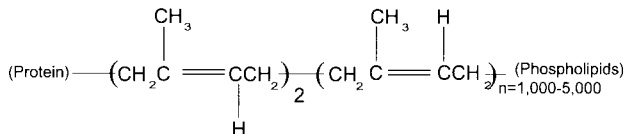
น้ำยางธรรมชาติสดเป็นสารคอลลอยด์ ประกอบด้วยอนุภาคยางลักษณะทรงกลมที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวหรือน้ำซึ่งมีอนุภาคยางเหล่านี้เสถียรอยู่ได้ด้วยประจุลบของโปรตีนและฟอสโฟลิปิดที่ดูดซับที่ผิวของอนุภาคน้ำยางสดมีเนื้อเยื่อประมาณ 25-40 เปอร์เซ็นต์และมีส่วนที่ไม่ใช่ยาง (non-rubber components) ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารอนินทรีย์อื่นๆ ส่วนที่ไม่ใช่ยางเหล่านี้ มีทั้งส่วนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำซึ่งมี และส่วนที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคยาง องค์ประกอบของน้ำยางธรรมดานั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ยาง อายุของต้นยาง และเทคนิคการกรีดยาง เป็นต้น

น้ำยางธรรมชาติสดเมื่อทำการจับก้อน (coagulation) ด้วยสารเคมีบางชนิด จะได้ยางธรรมชาติซึ่งมีส่วนที่เป็นยางประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ เรซินที่ละลายได้ในอะซิโตน 3 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลและเกลือแร่อื่นๆ อีกเล็กน้อย

โครงสร้างและลักษณะเฉพาะของยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือ ซิส-ไอโซพรีน (cis-isoprene) ประมาณ

1,000 - 5,000 หน่วย นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่าสายโซ่ยางธรรมชาติไม่ได้มีแค่ ซิส-ไอโซพรีนแต่เพียงอย่างเดียว หากยังประกอบด้วย ทราน-ไอโซพรีน (trans-isoprene) อีก 2 หน่วยที่ปลายสายโซ่ด้านเริ่มต้น (initiating terminal) และอาจมีหมู่ฟังก์ชันแปลกปลอม (abnormal group) เช่น หมู่อัลดีไฮด์ หมู่เอสเทอร์หรือแลคโตน และหมู่อีพอกไซด์อยู่ภายในสายโซ่ นอกจากนี้อาจมีโปรตีนและฟอสโฟลิปิดอยู่ที่ปลายสายโซ่สองข้าง ดังรูปที่ 1 โดยมีโปรตีนอยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง ถัดมาเป็น ทราน-ไอโซพรีน 2 หน่วย และตามด้วยซิส-ไอโซพรีน 1,000-5,000 หน่วย ปิดท้ายด้วยฟอสโฟลิปิด



รูปที่ 1 โครงสร้างที่เป็นไปได้ของยางธรรมชาติ

โปรตีนในยางธรรมชาติ และอาการแพ้โปรตีนในยางธรรมชาติ

ในปี ค.ศ. 1989 ได้มีการค้นพบกระบวนการเกิดสายโซ่ยางธรรมชาติโดยมีโปรตีนสำคัญ 2 ชนิด ที่มีส่วนในการสังเคราะห์พอลิไอโซพรีน โปรตีนชนิดแรก คือ ซิส-พรีนิล ทรานเฟอร์เรส (cis-prenyl transferase) ซึ่งมีขนาดโมเลกุล 38 กิโลดาลตัน (kDa) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งในการเติมหน่วยไอโซพรีนเข้าสู่สายโซ่ ส่วนโปรตีนชนิดที่สองเป็นโปรตีนที่ช่วยซิส-พรีนิล ทรานเฟอร์เรส ในการเติมหน่วยไอโซพรีนเข้าสู่สายโซ่ โปรตีนชนิดนี้มีขนาดโมเลกุล 14 kDa นอกเหนือจากโปรตีน 2 ชนิดดังกล่าวในส่วนของอนุภาคน้ำยางนั้น ในส่วนอื่นๆ ของน้ำยางธรรมดียังประกอบด้วยโปรตีนอีกหลายชนิด เช่น Hevein (5 kDa), Prohevein (20 kDa) และ Hevamines (29 kDa) เป็นต้น

น้ำยางธรรมชาติสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยางได้หลายชนิด เช่น ถุงมือยางทั้งที่ใช้ทางการแพทย์และใช้ทั่วไป ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง ของเล่นเด็ก จุกนมยาง และกาวยางทั้งที่ใช้ทางการแพทย์และใช้ทั่วไป ผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางธรรมดานี้ อาจก่อให้เกิดอาการแพ้ได้ การแพ้ผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยาง

ธรรมชาติมันเกิดจากการที่ผู้ใช้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นประจำ ดังนั้นกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงสูงสุด ได้แก่ บุคลากรด้านสาธารณสุข และผู้ที่จำเป็นต้องใช้หรือสัมผัสผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติในการประกอบอาชีพ รวมทั้งบุคคลที่ได้รับการผ่าตัดหลายๆ ครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรที่อาจมีภูมิคุ้มกันต่อสารกระตุ้นจากยางดำ เช่น ประชากรในยุโรป แคนาดา สหรัฐอเมริกา และประเทศอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ยางเป็นส่วนใหญ่ ในสหรัฐอเมริกาประเทศเดียวพบว่าผู้ป่วยแพ้ผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางธรรมชาติถึง 17 ล้านคน

เพื่อให้เข้าใจลักษณะการแพ้ผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางธรรมชาติได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จะขอกล่าวถึงกระบวนการผลิตยางมียางจากน้ำยางธรรมชาติ ตั้งแต่เริ่มเก็บน้ำยางสดจนกระทั่งได้เป็นผลิตภัณฑ์ยาง กระบวนการมีดังนี้ หลังจากการกรีดเปลือก (tapping) ที่ลำต้น น้ำยางสดจะซึมออกมา น้ำยางสดที่เก็บรวมได้จะต้องเติมสารเคมีที่ใช้รักษาสภาพน้ำยางภายใน 2-3 ชั่วโมง โดยทั่วไปนิยมใช้แอมโมเนีย หรือใช้แอมโมเนียผสมกับสารเคมีอื่นๆ เพื่อป้องกันการจับก้อนโดยตัวเอง (autocoagulation) ซึ่งจะทำให้ยางเสียสภาพ (deterioration) และป้องกันการเจริญของแบคทีเรียซึ่งจะทำให้ยางเน่าเสีย

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทำให้น้ำยางเข้มข้นโดยการนำเอาน้ำออกจากน้ำยาง ใช้วิธีการปั่นแยก (centrifugation) ซึ่งจะได้น้ำยางข้น (concentrated latex) มีเนื้อยางประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และหางน้ำยาง (skim latex) มีเนื้อยางเหลืออยู่ประมาณ 3-10 เปอร์เซ็นต์ น้ำยางข้นที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผสมสารเคมี (compounding) ในกระบวนการนี้มีการเติมสารเคมีหลายชนิด เช่น สารเร่งให้ยางคงรูป (accelerator) สารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant) สารกันตัวโอโซน (antiozonant) สารช่วยให้เกิดอิมัลชัน (emulsifier) สารรักษาความเสถียรของน้ำยาง (stabilizers) สารเพิ่ม (extender) สารให้สี (colorant) น้ำยางข้นที่ผ่านกระบวนการนี้ เรียกว่า น้ำยางผสมสารเคมี (compounded latex)

ขั้นตอนต่อไป เป็นการจุ่ม (dip) ตัวแบบ (former) รูปมือที่ทำจากแก้วหรือพอร์ซเลน (porcelain) ลงในสารช่วยในการจับตัว (coagulant) เช่น แคลเซียมไนเตรท จากนั้นจึงจุ่มลงในน้ำยางผสมสารเคมีที่เตรียมไว้ข้างต้น แล้วนำไปอบเพื่อทำใหยางคงรูป (vulcanization) เมื่อออกจากตู้อบ ใช้น้ำล้างถุงมือเพื่อชะเอาสารเคมีส่วนเกินและละลายโปรตีนที่ละลายน้ำออกบางส่วน เมื่อแห้งแล้วจะนำไปแปดด้วยผงแป้งข้าวโพด (cornstarch

powder) เพื่อให้นำถุงมือออกจากตัวแบบได้ง่าย

การแพ้ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การแพ้ประเภทประเภทเฉียบพลัน (Immediate-Type หรือ Type I) มีสาเหตุจากโปรตีนบางชนิดในยางธรรมชาติ

2. การแพ้ประเภทประเภทสะสม (Delayed-Type Hypersensitivity (DTH) หรือ Type IV) มีสาเหตุจากสารเคมีบางชนิดที่เติมเข้าไประหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง

การแพ้แบบเฉียบพลัน มีสาเหตุมาจากโปรตีนบางประเภทที่ผิวของผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ ในปี ค.ศ.1927 พบผู้ป่วยรายแรกมีอาการแพ้แบบเฉียบพลัน โดยเกิดตุ่มลมพิษ ที่รุนแรงมาก โดยที่ผู้ป่วยรายนี้ใช้ฟันปลอมที่ทำมาจากยางธรรมชาติ

ในปี ค.ศ. 1975 ได้มีการสรุปอาการแพ้ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ ไว้เป็นขั้นๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นลมพิษ มีตุ่มคันเฉพาะส่วน (Localized urticaria)

ขั้นที่ 2 อาการตัวบวม (Angioedema)

ขั้นที่ 3 อาการหอบหืด (Asthma)

ขั้นที่ 4 อาการช็อกจับพลันที่อาจถึงตายได้ (Anaphylaxis)

โดยทั่วไปอาการแพ้จะเกิดขึ้นภายในหนึ่งชั่วโมงหลังจากการได้รับสารกระตุ้นจากผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ อาการที่ปรากฏจะเป็น เช่น ไบโนนชั่นอยู่กับการได้รับสารกระตุ้น ดังแสดงตามตารางที่ 1

อาการแพ้ที่พบมากที่สุดจากการสัมผัสถุงมือจากน้ำยางธรรมชาติ คือ อาการคัน (Itching) และเกิดลมพิษ ส่วนอาการช็อกจับพลันนั้นได้มีรายงานว่าเกิดจากการสัมผัสกับถุงมือยางของเล่นเด็กที่ทำมาจากยาง สายยางที่ใช้ระบายของเหลวออกจากร่างกาย ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง อุปกรณ์ทำฟันที่ทำจากยาง ท่อสอดหลอดลม และอาหารที่เตรียมด้วยถุงมือที่ทำจากน้ำยางธรรมชาติ แต่จะพบผู้ป่วยน้อยรายที่เกิดอาการช็อกระดับรุนแรงจากการสัมผัสผลิตภัณฑ์ยางภายนอก ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเกิดการช็อกระดับรุนแรงจากการที่เยื่อภายในของร่างกายได้สัมผัสโดยตรงกับผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ เช่น ในระหว่างการผ่าตัด การทำคลอด หรือการตรวจภายใน

ส่วนการแพ้ประเภทสะสมนั้นเป็นการแพ้แบบค่อยเป็นค่อยไป และอาการที่ปรากฏไม่รุนแรงเท่าการแพ้แบบเฉียบพลัน การแพ้แบบสะสมนี้พบว่าสาเหตุมาจากสารเติมแต่ง (additives) ที่เติมในกระบวนการผลิตน้ำยางผสมสารเคมี และสารเคมีบางชนิดที่ใช้ในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น 1,2-เบนซิลโซโทเอโซลิน-3-

ตารางที่ 1 อาการแพ้แบบเฉียบพลัน (Immediate-Type)

วิธีการที่ได้รับสารกระตุ้น	อาการที่ปรากฏ
รับทางผิวหนัง	ลมพิษ, ผิวหนังอักเสบ (Dermatitis) และคัน (Pruritus)
รับทางลมหายใจ	โพรงจมูกอักเสบ (Rhinitis), ตาแดง (Conjunctivitis) และ หอบหืด
รับทางเยื่อในระบบต่างๆ ของร่างกาย	ช็อกจนอาจถึงแก่ชีวิต, หัวใจเต้นเร็ว (Tachycardia), ตัวบวม, คลื่นไส้ (Nausea), อาเจียน (Vomiting), ปวดท้อง (Abdominal cramps) และความดันต่ำ (Hypotension)

โอิน (1,2-benzisothiazolin-3-one) อีพิคลอโรไฮดริน (epichlorohydrin) และ ซอลบิก แอซิด (sorbic acid)

เนื่องจากอาการแพ้ประเภทเฉียบพลันนั้นเป็นภัยคุกคามต่อชีวิต มีสาเหตุมาจากโปรตีนในยางธรรมชาติ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1991 องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (The US Food and Drug Administration, FDA) ได้ประกาศเตือนให้มีการลดปริมาณโปรตีนที่สามารถถูกชะออกจากผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค-บริโภค จึงได้มีการนำเอาวิธีต่างๆ มาใช้เพื่อลดปริมาณโปรตีน เช่น วิธีการชะล้าง (leaching) โดยใช้สารลดแรงตึงผิว ผงซักฟอก หรือคลอรีน วิธีการเคลือบ (coating) รวมถึงวิธีการเปลี่ยนแปลง (modification) พื้นผิวของผลิตภัณฑ์ยาง แต่วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้เพื่อลดปริมาณโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติก่อนนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ คือการปั่นแยกมากกว่า 1 ครั้ง ในกระบวนการนี้โปรตีนจะถูกกำจัดออกจากชั้นน้ำยางชั้นลงสู่ชั้นหางน้ำยาง ทำให้น้ำยางชั้นมีปริมาณโปรตีนลดลงอย่างมาก นอกจากนี้ได้มีการนำเอาวิธีการกำจัดทางชีวเคมีมาใช้ในการกำจัดโปรตีน โดยการบ่ม (incubation) น้ำยางกับเอนไซม์ชนิดย่อยสลายโปรตีน (proteolytic enzyme) เช่น ปาเปน (papain) ทริปซิน (trypsin)

อัลคาเลส (alcalase) ซึ่งจะไฮโดรไลซ์โปรตีนเป็นเปปไทด์สายสั้นๆ และกรดอะมิโนซึ่งละลายในน้ำได้ต่อไป

ตามข้อกำหนดของสถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย (Rubber Research Institute of Malaysia หรือ RRIM) ปี ค.ศ. 1977 กำหนดว่ายางธรรมชาติที่ได้เอาโปรตีนออกไปและมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่า 0.44 เปอร์เซ็นต์หรือกล่าวได้ว่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่น้อยกว่า 0.07 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า ยางธรรมชาติโปรตีนต่ำ (Deproteinized Natural Rubber หรือ DPNR)

โปรตีนในยางธรรมชาติเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติเป็นประจำเกิดการแพ้ได้ จึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพยางธรรมชาติให้มีโปรตีนต่ำ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์ที่มีคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดโลก สำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถผลิตยางธรรมชาติได้มากเป็นอันดับหนึ่งของโลกนั้น ควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีผลิตยางโปรตีนต่ำ เพื่อประโยชน์ของการส่งออกวัตถุดิบยางธรรมชาติโปรตีนต่ำไปยังต่างประเทศได้มากขึ้น และใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางทางการแพทย์ที่มีคุณภาพมาตรฐานที่สามารถส่งออกไปแข่งขันในตลาดโลกได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

- Muller, E. Current rubber industries situation in Thailand and the need for structural changes. **The Rubber International**, January, 2000, vol.2, no.14, p.71-78.
- Tangpakdee, J. Structure characterization of natural rubber: analysis of biosynthesis mechanism, branching formation and role of rubber in Hevea tree, **Ph.D. Thesis on Engineering** submitted to the Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan. 1998.
- Verhaar, G. Natural latex as a colloidal system. **Rubber Chemistry and Technology**, 1959, vol.32, p.1627-1659.
- Warshaw, E.M. Latex allergy. **Journal of the American Academy of Dermatology**, July, 1998, vol.39, no.1, p.1-24.

แหล่งกำเนิดแสง

ภคณีย์ ทองทิมพร

พที่มีสายตาปกติคุ้นเคยกับแสงเป็นอย่างดี และรู้ว่าแสงทำให้เกิดการเห็นภาพและวัตถุต่างๆ ช่วยให้เราสามารถบอกขนาดรูปร่างตลอดจนสีของวัตถุได้ ซึ่งถ้าปราศจากแสงแล้ว เราจะอยู่ในความมืด และไม้อาจมองเห็นลักษณะของสิ่งต่างๆ ได้เลย

แสงเป็นแหล่งพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดขึ้นได้เช่นเดียวกับพลังงานอื่นๆ เช่น พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน การเคลื่อนที่ของพลังงานแสงจะอยู่ในรูปของคลื่นเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นของรังสีต่างๆ ช่วงคลื่นเหล่านี้จะมีความถี่ และความยาวคลื่นเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ความถี่หรือความยาวคลื่น จะเป็นตัวกำหนดชนิดของพลังงานเหล่านั้นถ้าเรานำเอาพลังงานที่เคลื่อนที่เหล่านั้นมาจัดลำดับกันจากพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่ำสุด มาจนถึงพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุด เราจะเห็นแสงเป็นแถบพลังงานเล็กๆ แถบหนึ่ง ซึ่งมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380-760 นาโนเมตร(nanometers) พลังงานแสงในช่วงคลื่นดังกล่าวนี้ ทำให้คนสายตาปกติเกิดการมองเห็นได้ พลังงานอื่นๆ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร ได้แก่รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และพลังงานที่มีช่วงความยาวคลื่น ยาวกว่า 760 นาโนเมตร ได้แก่ รังสีอินฟราเรด คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ ไม่ได้ทำให้เกิดการมองเห็น

แหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น

ถ้าเราเผาแท่งเหล็กแท่งหนึ่งที่มีความร้อนสูงมาก ๆ แท่งเหล็กจะเริ่มร้อนแดง และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้แก่แท่งเหล็กมากขึ้นอีกเรื่อยๆ มันจะเปลี่ยนสีออกไปทางส้ม และเหลืองจ้า สว่างในที่สุด ในการเผาแท่งเหล็กดังกล่าวนี้ นอกจากเราจะได้พลังงานแสงออกมาแล้วยังมีรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด ออกมาด้วยอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีการประดิษฐ์ขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. หลอดไฟอินเซนเดสเซนซ์ (Incandescence lamp)

เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่เกิดจากโลหะทองเหลืองที่ร้อนขึ้น เมื่อมีการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับโลหะทองเหลือง เมื่อโลหะทองเหลืองร้อนขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้โลหะนี้มีสีที่แตกต่างกันไป ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากสีแดงดุ่นๆ ไปเป็นสีแดงสด สีเหลือง และสีฟ้า ซึ่งความยาวคลื่นของแสงจะลดลงไป เมื่อโลหะมีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงเป็นเหตุให้การกระจายพลังงานของแสงจากหลอดไฟนี้ ขึ้นกับอุณหภูมิของโลหะที่เพิ่มขึ้น

2. หลอดไฟทังสเตน (Tungsten filament lamp)

เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากขดลวดทังสเตน ซึ่งผ่าน

กระแสไฟฟ้าเข้าไปแล้วทำให้ขดลวดนี้ร้อนขึ้น โดยแสงที่เกิดขึ้นนี้จะมีการกระจายพลังงานแสงอย่างต่อเนื่องตลอดความยาวคลื่นตั้งแต่ 380-760 นาโนเมตร แสงที่ได้จากหลอดไฟประเภทนี้จะเป็นแสงสีเหลืองกว่าแสงแดดตอนกลางวัน ซึ่งทำให้การมองเห็นสีของวัตถุแตกต่างกันออกไป

3. หลอดไฟทังสเตน-ฮาโลเจน (Tungsten-halogen lamp)

จะคล้ายกับหลอดไฟทังสเตน แต่จะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า ทั้งนี้เพราะไอระเหยของทังสเตนที่เกิดจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะไปจับกับสารฮาโลเจน เช่น โบรมีน หรือ ไอโอดีน ทำให้เกิดสารทังสเตนเฮลลายขึ้น เมื่อไปกระทบกับทังสเตนก็จะแตกตัวเป็นทังสเตนไปเกาะกับขั้วหลอดและฮาโลเจน ก็จะเป็นแก๊สที่ไหลวนอยู่ภายในหลอด ทำให้หลอดไม่เป็นสีดำ เนื่องจากทังสเตนเฮลลายไม่ไปเกาะที่ผิวภายในหลอด อีกทั้งแสงที่ให้มีการกระจายอย่างต่อเนื่อง

4. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp)

เป็นหลอดที่ให้แสงที่มองเห็นได้ และรังสีอัลตราไวโอเลต อันเกิดจากไอปรอท แต่รังสีอัลตราไวโอเลต จะถูกผงฟลูออเรสเซนต์ดูดไว้และปล่อยพลังงานออกมาในช่วงที่พลังงานแสงที่มองเห็นได้ และทำให้เกิดการเรืองแสง

5. หลอดไฟซีนอนอาร์ค (Xenon arc Lamp)

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า ให้แก่หลอดไฟชนิดนี้แก๊สที่อยู่ภายในหลอดจะให้พลังงานแสงที่เป็นรังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีอินฟราเรด เมื่อมีการใช้แผ่นกรองแสงเพื่อลดรังสีอัลตราไวโอเลต และแผ่นกรองความร้อน เพื่อลดความเข้มของรังสีอินฟราเรด จะทำให้ได้พลังงานแสงที่กระจายออกมาใกล้เคียงกับพลังงานของแสงแดดตอนกลางวัน ที่เรียกว่าแหล่งกำเนิดแสง D⁶⁵

แหล่งกำเนิดแสงที่สร้างขึ้นมาจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะต้องสามารถปรับเทียบกับแสงมาตรฐานได้ และมีคุณภาพของแสงที่คงที่ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของแหล่งกำเนิดแสงไว้ดังนี้

มาตรฐานแหล่งกำเนิดแสง

ในระบบ CIE (Commission International de l'Eclairage) กำหนดมาตรฐานของแหล่งกำเนิดแสงได้แก่

1. Illuminant A มีการกระจายพลังงานใกล้เคียงกับหลอดไฟทังสเตน หรือหลอดไฟ Incandescence มี color temperature ประมาณ 2848 K จุดโคออดิเนตที่ $X = 0.4476$ และ $Y = 0.4075$

2. Illuminant B เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Il-

luminant A มาผ่านแผ่นกรองแสงใช้แทนแสงแดดตอนเที่ยง มี color temperature ประมาณ 4900 K จุดโคออดิเนตที่ $X = 0.3485$ และ $Y = 0.3518$

3. Illuminant C เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Illuminant A มาผ่านแผ่นกรองแสง ใช้แทนแสงแดดตอนกลางวัน มี color temperature ประมาณ 6700 K โดยที่จุดโคออดิเนต $X = 0.3101$ และ $Y = 0.3163$ (จุดโคออดิเนตเป็นจุดที่บอกตำแหน่งของสี)

4. Illuminant D เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้แทนแสงแดดตอนกลางวัน เช่นกัน แต่จะแบ่งละเอียดตาม color temperature จากสีเหลือง จนถึงสีน้ำเงิน เช่น D_{55} , D_{60} , D_{65} และ D_{75}

โดยที่ D 65 คือ D = daylight และ 65 เป็น color temperature ของแสงแดดตอนกลางวัน ที่ 6500 K

และ D 75 คือ D = daylight และ 75 เป็น color temperature ของแสงแดดตอนกลางวัน ที่ 7500 K

สำหรับ Illuminant D ที่มีตัวเลขน้อยต่อท้าย จะมีสีออกเหลืองมากกว่าตัวที่มีตัวเลขมาก ซึ่ง Illuminant D ยังมีตัวเลขมากเท่าไร ก็จะมีสีออกฟ้า หรือน้ำเงินมากขึ้นเท่านั้น

จากการที่ได้กล่าวถึง color temperature ไว้ข้างแล้วนั้น color temperature จะหมายถึงสีที่ปรากฏจริงของแหล่งกำเนิดแสงซึ่งจะแสดงอยู่ในเทอมของวอร์ม (warm) หรือ คูล (cool) และ CRI (ดัชนีการตอบสนองสี = color rendering index) จะเป็นการวัดค่าหลอดที่มีอิทธิพลต่อสีที่ปรากฏบนวัตถุ

ในการกำหนดอุณหภูมิสีนั้นจะพิจารณาเปรียบเทียบกับแหล่งอ้างอิง ซึ่งทั่วไปที่รู้จักกันในชื่อของวัตถุดำ (black body) โดยแหล่งกำเนิดแสงนี้ จะคิดว่าเป็นชิ้นส่วนของโลหะที่มีสีดำเมื่อเย็นตัวลง แต่เมื่อผ่านพลังงานไฟฟ้า เข้าไปตลอดเนื้อโลหะนี้จะ

ทำให้เกิดความร้อนบนโลหะ และต่อมาก็จะเกิดการเรืองแสง ซึ่งในขณะที่เริ่มเรืองแสง แสงที่เปล่งออกมา จะเป็นสีแดงส้ม และถ้ายังให้ความร้อนขึ้นไปเรื่อยๆ อุณหภูมิก็จะสูงขึ้น สีที่ปรากฏออกมา ก็จะเปลี่ยนสีกลายเป็นสีส้ม สีเหลือง สีน้ำเงิน และเป็นสีน้ำเงินขาว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมาก ดังนั้น ณ ตำแหน่งทุกๆ จุดของชิ้นตอน ถ้าได้ทำการวัดอุณหภูมิของวัตถุดำ อุณหภูมิที่วัดได้จะเป็นอุณหภูมิสีและจะมีหน่วยเป็น “ สเกลเคลวิน” ซึ่งจะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่เป็น $^{\circ}\text{C} + 273$ และอุณหภูมิสีนี้ จะเปลี่ยนตามสีของวัตถุดำที่ร้อนขึ้นเสมอ

จากหลักการนี้จะพบว่าอุณหภูมิสี เป็นการวัดอุณหภูมิเฉพาะวัตถุดำเท่านั้น ถ้าในการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ แล้ว จะเรียกว่า “อุณหภูมิสีที่เกี่ยวข้องกัน หรืออุณหภูมิสีเทียบเคียง (correlated color temperature : CCT) “แทนดังตัวอย่าง เช่น แหล่งกำเนิดแสงชนิดหนึ่งมีค่า CCT

เท่ากับ 4100 K จะถือว่าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด คูลไวท์ (cool white) ซึ่งจะคล้ายกับสีปรากฏบนวัตถุดำ ณ ที่อุณหภูมิ 4100 K หรือหลอดเผาไส้มาตรฐานที่มี ค่า CCT เท่ากับ 2700 K ถ้าพิจารณาบนวัตถุดำแล้วสีที่เปล่ง ออกมาจากวัตถุดำ จะมีสีเหมือนหลอดเผาไส้ ถ้าอุณหภูมิบนวัตถุดำมีค่าสูงถึง 2700 K

จากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนั้น ถ้าแหล่งกำเนิดแสง 2 ชนิด มีค่า CCT ใกล้เคียงกันอาจจะทำให้สีที่ปรากฏคล้ายกัน แต่อย่างไรก็ตามแหล่งกำเนิดแสงถึงแม้จะมีสีปรากฏคล้ายกันแต่ไม่ได้แสดงว่าจะมีผลต่อสีวัตถุเหมือนกัน ดังนั้น จะต้องใช้ดัชนีการตอบสนองสี(color rendering index :CRI) มาประกอบการพิจารณาจึงจะทำให้การมองเห็นสีถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดแสงกับอุณหภูมิสี

แหล่งกำเนิดแสง	อุณหภูมิสี (K)
เทียนไข	1,900 - 1,950
หลอดที่มีไส้เป็นคาร์บอน	2,100
หลอดที่มีไส้เป็นทังสเตน 40 W	2,700
หลอดที่มีไส้เป็นทังสเตน 150-500 W	2,800 - 2,900
หลอดโปรเจกเตอร์	2,850 - 3,250
หลอดคาร์บอนอาร์ก	3,700 - 3,800 และ มากกว่า
หลอดฟลูออเรสเซนต์	3,000 - 7,500
แสงจันทร์ (moonlight)	4,100
แสงแดด (sunlight)	5,300 - 5,800
แสงตะวัน (daylight)	5,800 - 6,500

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา จังหวัดราชบุรี

พิมพ์วิมล วัฒนโสภา

อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรีมีผู้ประกอบการมากกว่า 50 โรงงาน ที่รวมตัวกันเป็นสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี มีอยู่ประมาณ 40 โรงงาน การทำเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรีมีมานานกว่า 60 ปี โดยกลุ่มช่างปั้นชาวจีน ซึ่งแยกตัวไปจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผาในกรุงเทพฯ สินค้าที่รู้จักกันดีก็คือ โอ่งมังกร ภาชนะบรรจุน้ำขนาดใหญ่ ความจุประมาณ 150 - 200 ลิตร ตกแต่งลวดลายมังกร เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดมาช้านาน ทำขึ้นจากวัสดุในพื้นที่คือดินแดง เคลือบด้วยเคลือบที่ทำจากขี้เถ้าไม้และดินเลน เผาในเตาฟืนที่มีรูปร่างยาวเรียกว่าเตามังกร

การเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจและสังคม มีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดราชบุรีในหลายด้านคือ

- 1) ความนิยมใช้ภาชนะพลาสติกกักเก็บน้ำ แทนที่โอ่งดินเผา ทำให้ผู้ใช้บางส่วนลดลง และตลาดของโอ่งมังกรเล็กลง
- 2) การที่น้ำประปาเข้าไปถึงทุกหมู่บ้านทำให้การกักเก็บน้ำเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันมีความจำเป็นน้อยลง ซึ่งมีผลให้ปริมาณการใช้โอ่งลดลง
- 3) ขาดแรงงานที่มีทักษะ เช่น ช่างปั้น เนื่องจากเป็นงานหนัก แรงงานที่เป็นคนรุ่นใหม่ไม่ให้ความสนใจ

นอกจากผลกระทบดังกล่าวมาแล้ว ผู้ประกอบการยังประสบปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิตการตลาดและการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ กล่าวคือ

- 1) ความสูญเสียผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตมีมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่เชื่อมโยงกับวิธีการเตรียมเนื้อดิน การขึ้นรูป ตลอดจนการเผา
- 2) ไม่สามารถพัฒนาเคลือบที่หลากหลายได้ เนื่องจากสมบัติเฉพาะของดินราชบุรี และวิธีการเผาแบบครั้งเดียว (one firing) ทำให้ยากต่อการพัฒนาเคลือบ
- 3) มีความเสียเปรียบเชิงการแข่งขัน เนื่องจากต้นทุนสูงและขาดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ

ปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิตที่โรงงานในจังหวัดราชบุรีประสบอยู่นั้นเนื่องมาจากการขาดการนำเทคโนโลยีมาผสมผสานกับภูมิปัญญา

ท้องถิ่นที่มีอยู่เดิม เมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้ต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเดิมๆ บ้างตามความเหมาะสม สมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี จึงได้ขอความช่วยเหลือมายังศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งสามารถปฏิบัติงานด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเซรามิกได้อย่างครบวงจร ทั้งวิเคราะห์ทดสอบ พัฒนารูปแบบ วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีและทดลองผลิต จากผลการศึกษาข้อมูลต่างๆ ทำให้เห็นแนวทางที่จะให้ความร่วมมือทางวิชาการจึงได้จัดทำโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรีขึ้น

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรีเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี (สิงหาคม 2542 - กรกฎาคม 2544) งบประมาณ 2.3 ล้านบาท ประกอบด้วย 2 โครงการย่อยคือ

โครงการย่อยที่ 1 โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จังหวัดราชบุรี กรมวิทยาศาสตร์บริการดำเนินการ

โครงการย่อยที่ 2 โครงการการปรับปรุงกระบวนการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตามังกร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือดำเนินการ

1. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรีให้มีคุณภาพดี โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อลดความสูญเสียในการผลิต ลดต้นทุนเพื่อให้สามารถแข่งขันได้

1.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีรูปแบบ ลวดลาย เทคนิคการตกแต่ง เพื่อประโยชน์ใช้สอยให้มากขึ้น อันนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์

1.3 ศึกษากระบวนการทางความร้อนที่สัมพันธ์กับการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตาเผาแบบเตามังกร

1.4 อนุรักษ์ศิลปการทำเครื่องปั้นดินเผาซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดราชบุรี

2. แนวทางการวิจัย มี 2 แนวทาง คือ

2.1 การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงอนุรักษ์

ผลิตภัณฑ์เชิงอนุรักษ์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบดินราชบุรีอย่างเช่นที่โรงงานใช้ปั้นอ่างกระถางในการผลิตโดยทั่วไป การเผาเป็นแบบเผาครั้งเดียวในเตามังกร ซึ่งปัญหาหลักคือไม่สามารถพัฒนาเคลือบสีต่างๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ได้เคลือบจะหลุดล่อน การวิจัยจึงเน้นที่หาสาเหตุของการหลุดล่อนของเคลือบและเพิ่มความหลากหลายของเคลือบ แนวทางนี้นำไปสู่การอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์แบบเดิมให้มีคุณภาพดี เป็นที่นิยมใช้ต่อไป

2.2 การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

เน้นการปรับปรุงเนื้อดินโดยใช้วัตถุดิบชนิดอื่นผสมลงในเนื้อดินราชบุรี เพื่อให้เนื้อดินมีสมบัติที่ดีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เช่น เนื้อดินสามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อ การปั้นด้วยเครื่อง เนื้อดินรับเคลือบได้มากขึ้น อันจะนำไปสู่การทำผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ใส่อาหาร ของประดับตกแต่ง ของชำร่วยของที่ระลึกต่างๆ

3. ผลการดำเนินงานโครงการ

ในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมา สรุปผลการปฏิบัติงานได้ดังนี้ คือ

3.1 ด้านเทคโนโลยี

3.1.1 ศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานของวัตถุดิบ ท้องถิ่น ได้แก่ดินเหนียวแหล่งสมณะ อ.เมือง และแหล่งด้านทับตะโก อ.สวนผึ้ง รวมทั้งขี้เถ้าไม้ ดินเลน โดยการวิเคราะห์ทางเคมีและทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น สี การหดตัว การดูดซึมน้ำ การเปลี่ยนแปลงทางความร้อนเมื่อเผา (DTA) โครงสร้างผลึก (XRD) เป็นต้น จำนวน 20 ตัวอย่าง 100 รายการ

3.1.2 ศึกษาวิจัยและพัฒนาเคลือบใช้กับดินราชบุรี ค้นพบสาเหตุของการหลุดล่อน และสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ทำให้ได้วิธีการใหม่ในการควบคุมการผลิตและลดการสูญเสียเนื่องจากการหลุดล่อนของเคลือบได้ดำเนินการวิจัยและทดสอบเคลือบสูตรใหม่ๆ รวมทั้งสิ้น 200 สูตร ทำให้เคลือบมีความหลากหลายมากขึ้น

3.1.3 พัฒนาเนื้อดินผลการวิจัยได้เนื้อดินใหม่ ได้แก่ ดินหล่อและดินปั้นด้วยเครื่อง

3.2 ด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.2.1. ออกแบบของที่ระลึก ของประดับตกแต่ง

และชุดอาหารกว่า 100 แบบ

3.2.2 ออกแบบลวดลายและการตกแต่งผลิตภัณฑ์

3.2.3 พัฒนาดันแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้เนื้อดินและเคลื่อนจากการวิจัยและพัฒนาของโครงการฯ ประมาณ 40 แบบ

3.3 ด้านบุคลากร

3.3.1 พัฒนาศักยภาพของโรงงานที่ร่วมโครงการฯ โดยการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “ เทคนิคการทำแบบพิมพ์ และการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ” เมื่อ 21-22 ตุลาคม 2542 ด้วยความร่วมมือของสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคตะวันตก จ. ราชบุรี มีผู้สนใจเข้าฝึกอบรม จำนวน 51 คน การฝึกอบรมครั้งนี้มีเป้าหมายอยู่ที่โรงงานมีเทคนิคและทักษะในการพัฒนาสินค้าประเภทของประดับตกแต่ง

3.3.2 จัดการสัมมนาเรื่อง “ เครื่องปั้นดินเผาราชบุรีปี 2000 ” เมื่อ 17 ธันวาคม 2542 นำเสนอผลงานจากการวิจัยของโครงการฯ และนำเสนอแนวคิด “ การฝ่าวิกฤต สู่อากาศ ” ด้านวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และเส้นทางการส่งออกมีผู้เข้าร่วมสัมมนาจำนวน 79 คน ผู้ประกอบการให้ความสนใจและพอใจในผลงานของโครงการฯ

ผลงานในข้อ 3.1 และ 3.2 อยู่ระหว่างการนำไปใช้ในโรงงานร่วมโครงการฯ จำนวน 5 โรงงาน เพื่อรวบรวมข้อมูลปัญหาต่างๆ ในการผลิต อันจะนำไปสู่การแก้ไขให้สามารถใช้ในการผลิตจริงได้

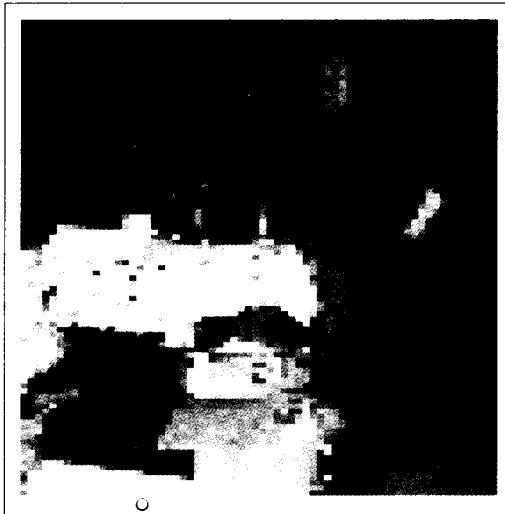
ระยะสุดท้ายของโครงการฯจะเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่สมาชิกทั้งหมดของสมาคมฯ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรีโดยรวมต่อไป

การแสดงธรรม ของท่านพระธรรมโกศาจารย์ (ท่านปัญญาันทกิกขุ)

วัดชลประทานรังสฤษฎ์

วันที่ 22 สิงหาคม 2543

สัปดาห์นี้เป็นสัปดาห์
วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น
เวลาที่ควรระลึกถึง
รัชกาลที่ 4 เพื่อเป็น การ
น้อมระลึกถึงพระคุณของพระองค์ กรม
วิทยาศาสตร์บริการจึงได้พร้อมใจบำเพ็ญ
บุญนิมนต์พระมาแสดงธรรม พระองค์
มีพระปรีชาสามารถหลายด้าน คือ
วิทยาศาสตร์ ศาสนา และการปกครอง
ด้านศาสนา รัชกาลที่ 4 บวชที่วัด
มหาธาตุ เรียนภาษาบาลี 4 ประโยค
พระองค์ได้พัฒนาปรับปรุงปฏิรูปคณะ
สงฆ์ ดังนี้



1. จัดการแต่งคำสวดมนต์เป็นภาษาบาลีได้ไพเราะ ให้สวด
มนต์เข้าและเย็น

2. แสดงธรรมในอุโบสถในวันพระ

3. พิมพ์หนังสือธรรมะแจกจ่าย

4. ค้นคว้าคำภีร์พระไตรปิฎกเพื่อให้ประชาชนเข้าใจ

5. แยกศาสนาพุทธเป็น 2 นิกาย คือ ธรรมยุตินิกาย
และมหานิกาย

พระองค์บวชเป็นเวลา 20 ปี อายุ 47 ปี ได้ลาสิกขาบท
เพื่อเป็นพระมหากษัตริย์ งานการด้านนี้จึงยังไม่สำเร็จ แต่มี
กรมพระยาวชิรญาณวโรรสซึ่งบวชเป็น พระมหาสมณเจ้า วัดบวร
นิเวศฯ ได้ค้นคว้าศึกษาธรรม วางหลักสูตรการเรียนนักธรรมตรี โท
เอก แต่งตำราส่งเสริมการศึกษาบาลี สอนปากเปล่าจนถึงการเขียน
รวม 9 ประโยค สืบทอดมาจนทุกวันนี้

รัชกาลที่ 4 นับว่ามีพระมหากรุณาธิคุณทางด้านศาสนามากมาย
ด้านวิทยาศาสตร์

พระองค์เชี่ยวชาญในการคำนวณการโคจรของดวงดาว ดวง
จันทร์ ทรงคำนวณว่าจะเกิดสุริยุปราคา ที่ ด.หัวกอก อ.ปราน-

บุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ จึงให้สร้าง
พลับพลาที่ประทับเชิญชาวต่างชาติ
ได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย ฮองกง
บรูไน มาดากัสการ์ เกิดสุริยุปราคา

นอกจากนั้นพระองค์ยังเกิดมาเหมาะ
แก่ยุคสมัยเวลาที่ประเทศ ชาติต้องการ
คนดีจึงช่วยชาติบ้านเมืองให้อยู่รอดได้
พระองค์ติดต่อกับชาวต่างชาติขณะบวช
เป็นพระสงฆ์ได้เรียนภาษาอังกฤษ
กับหมอบรัดเลย์ เขียนจดหมายได้
ตอบควีนวิกตอเรีย อังกฤษ ไม่ต้องใช้
ล่ามคุยกับชาวต่างชาติ พระองค์ฉลาด
รู้เหตุการณ์ของโลกดีสามารถเจรจาให้

ไทยพ้นจากการเป็นเมืองขึ้นได้

เราเป็นชาวพุทธ เรานับถือพระพุทธเจ้า พระธรรม พระสงฆ์
พระพุทธเจ้าเป็นผู้นำ พระธรรมเป็นแผนที่ พระสงฆ์เป็นที่เลี้ยง
ให้เรารู้จักรู้ชีวิต ถ้าไม่สบายใจควรไปหาพระไม่ใช่ไปหาหมอ
หมอไสยศาสตร์ เพื่อไปถามว่ามีปัญหาชีวิตอย่างไรควรประพฤติ
อย่างไร คนทั่วไปมักนับถือพุทธแบบไสยศาสตร์ให้พระด้วยการ
บนบานศาลกล่าว เสี่ยงเซียมซี ซึ่งไม่ถูกต้อง เราต้องให้พระ
แบบพุทธศาสนา

ลูกศิษย์พระพุทธเจ้าต้องเป็นผู้รู้ ผู้ตื่น เบิกบานแจ่มใสรู้ว่า
อะไรถูกต้องไม่มงาย เชื่อเหตุ-ผล เชื่อด้วยปัญญา ถือพระพุทธเจ้า
เป็นผู้นำผู้ให้แสงสว่าง การบูชาพระพุทธเจ้า เราต้องไปนั่งสงบ
ใจต่อหน้าพระพุทธรูป คิดถึงพระคุณของพระพุทธเจ้า

อะระหัง หมายถึง ความบริสุทธิ์

สัมมาสัมพุทธโธ หมายถึง ปัญญา

ภควา หมายถึง ความกรุณา

พระพุทธรูปเป็นรูปเปรียบเทียบพระคุณของพระพุทธเจ้า แทน
ความกรุณา ปัญญา ความบริสุทธิ์ของพระพุทธเจ้า

ชาวต่างชาติตั้งโรงเรียน อานันท์คอลเลจ ธรรมราชคอลเลจ ประมาณ 300 โรงเรียนในประเทศลังกา ท่านพุทธทาสได้ฉบับภาษาอังกฤษมาแปลเป็นภาษาไทยชื่อ พุทธประวัติสำหรับเยาวชน เป็นหนังสือที่ควรอ่าน อ่านแล้วจะรัก เลื่อมใสพระพุทธเจ้ามากขึ้น ฝรั่งเศสบางคนอ่านแล้วหันมานับถือศาสนาพุทธ เช่น เซอร์เฮ็ดวิน อาโน เป็นข้าราชการในประเทศอินเดีย สนใจให้รัฐบาลอินเดีย บูรณะพุทธคยาให้ดีขึ้น แต่งหนังสือประวัติที่ทวีปเอเชีย (The Light of Asia) พิมพ์เป็นปกเกิดบุ๊ค 30 ครั้ง อเล็กซานเดอร์ นักศึกษาปรัชญาตะวันออกที่เมืองซานฟรานซิสโก ทำปริญาเอก อ่านหนังสือพุทธจริตเป็นภาษาร้อยกรอง (สันสกฤต) อ่านจนเลื่อมใสพระพุทธเจ้า จึงมาเป็นชาวพุทธ เคยมาเมืองไทยและเขียนบทความลงหนังสือพิมพ์ให้ชาวอเมริกันศึกษา พวกเราเป็นคนไทยจึงควรจะต้องมีและอ่านหนังสือพุทธประวัติควรอ่านตั้งแต่เด็กให้รู้จักใช้เหตุผล โตขึ้นจะเป็นคนดี มีศีลธรรม เป็นคนดีของชาติเมืองไทยอยู่มาจนทุกวันนี้อาศัยหลักคำสอนของพระพุทธเจ้า คนไทยมีชีวิตตามธรรมของพระพุทธเจ้าตั้งแต่พระมหากษัตริย์จนถึงประชาชน

สมัยนี้บ้านเมืองเจริญก้าวหน้าทางวัตถุ แต่มักจะมีด้านการทำลายมากกว่าสร้างสรรค์ เช่น ละคร บางเรื่องทำให้เยาวชนเสียคน แต่งตัวไม่น่าดู มีเพลงส่งเสริมระคะตึกหา ไม่ส่งเสริมความก้าวหน้า สมัยก่อนมีเพลงของหลวงวิจิตรวาทการ เพลงตื่นเถิดชาวไทย บทความปลุกใจของรัชกาลที่ 6 ที่มีเนื้อหาให้ชาวพุทธตื่นตัว ว่องไว ก้าวหน้า

ประเทศญี่ปุ่นเดินมาพร้อมกับประเทศไทย แต่ญี่ปุ่นมีความตื่นตัว รู้สึกเจ็บใจว่าอเมริกาว่าอ่อนแอ ไม่เข้มแข็ง ประเทศไม่ก้าวหน้า จึงส่งคนหนุ่ม 30 คนไปอังกฤษ ฝรั่งเศส อเมริกา ไปเรียน กลับมาสร้างชาติอย่างจริงจังคนญี่ปุ่นตื่นตัวตั้งแต่เช้าวิ่งไปทำงาน ญี่ปุ่นแพ้สงครามอาวุธแต่ชนะทางการค้าสร้างศูนย์การค้าซื้อกิจการใหญ่ของฝรั่ง ญี่ปุ่นนับถือศาสนาพุทธ เอาหลักศาสนาไปใช้ในการ

ทำงานเพื่อชาติ คนไทยย่อหย่อนในการประพฤติธรรมจึงเอาตัวรอดไม่ได้

การประพฤติธรรมต้องมีศรัทธา ปฏิบัติและเชื่อมั่นในคำสอนของพระพุทธ พระธรรม พระสงฆ์

พระพุทธ เป็นผู้นำทางจิตวิญญาณ

พระธรรม เป็นแสงสว่าง

พระสงฆ์ เป็นพี่เลี้ยงคอยเตือนให้ผู้รู้ผิดรู้ชอบ

เราควรนำธรรมมาใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นรากฐานสร้างตัวครอบครัว ประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้า เชื้อกฏแห่งกรรมของพระพุทธเจ้า กรรมเกิดจากการกระทำ เกิดที่ใจของเรา ใจคิดก่อนแล้วจึงพูดหรือทำ ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว เราหนีจากสิ่งที่เรากระทำไม่ได้

ความดี ความชั่ว ความสุข ความเจริญ ไม่ได้เกิดจากโชคชะตาราศี หรือสิ่งภายนอก คนเราจะดี ชั่ว สุข ทุกข์ เลื่อม เจริญที่เกิดขึ้นในชีวิตเราเกิดจากตัวเราเอง เกิดจากความคิด พูด ทำ การคบหาสมาคม แต่คนเราไม่ค่อยจะพิจารณา ดักเตือน แก้ไขตัวเอง เลยไม่รู้จักตัวเอง ถึงแม้จะมีความรู้สูง แต่ยังไม่รู้จักตัวเองก็เอาตัวไม่รอด เพราะไม่ค้นคว้า ศึกษาธรรม ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน ก่อนนอนไหว้พระสวดมนต์

การคิดต้องคิดว่าตัวเองทำอะไร ทำหน้าที่ถูกต้องหรือไม่ ทำผิดพลาดเพราะอะไร ทำไมจึงทำ มีอะไรหนนหลังให้ทำ พิจารณารอบรอบ จะรู้ว่าอะไรเกิดขึ้น รู้เหตุของสิ่งนั้น รู้ว่าจะแก้ไขอย่างไร ชาวพุทธต้องปฏิบัติตัวเอง พึ่งตัวเอง ทำเองจะดีขึ้น

ในสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ผู้ทำงานในกรมวิทยาศาสตร์บริการส่วนใหญ่เป็นนักวิทยาศาสตร์ มีเหตุผลไม่เชื่อมนาย ทำตนเป็นคนเจริญด้วยปัญญา ใช้หลักวิทยาศาสตร์ในการพูด คิด ทำ ตามคำสอนของพระพุทธเจ้าที่เป็นวิทยาศาสตร์นามธรรม

รอบรู้พระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสาร ของราชการ พ.ศ. 2540

ธารทิพย์ เกิดในมงคล

ปัจจุบันคือยุคสมัยแห่งข้อมูลข่าวสาร การบริหารราชการแผ่นดินจะเป็นไปโดยรอบคอบ ถูกต้อง เหมาะสม และมีประสิทธิภาพประสิทธิผลสูงสุด การพิจารณาตัดสินใจกำหนดนโยบายจะต้องอยู่บนพื้นฐานการมีข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องและสมบูรณ์ ขณะเดียวกันข้อมูลข่าวสารของรัฐเหล่านี้ จะต้องเปิดเผยได้ “รัฐรู้อะไร ประชาชนรู้อย่างนั้น” ประชาชนมีโอกาสกว้างขวางในการได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการดำเนินงานต่างๆ ของรัฐ ดังนั้น ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2542 ที่ได้ให้ความเห็นชอบในการบังคับใช้พระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 ทำให้ประชาชนมีสิทธิได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารของราชการและยังผลให้ประชาชนมีโอกาสรู้ถึงสิทธิหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มที่เพื่อที่จะรักษาประโยชน์ของตนเอง รวมทั้งเป็นการคุ้มครองสิทธิส่วนบุคคลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลข่าวสารของราชการไปพร้อมกัน

ข้อมูลข่าวสาร หมายความว่า สิ่งที่มีความหมายให้รู้เรื่องราวข้อเท็จจริง ข้อมูล หรือสิ่งใด ๆ ไม่ว่าการสื่อความหมายนั้นจะทำได้โดยสภาพของสิ่งนั้นเอง หรือโดยผ่านวิธีการใด ๆ และไม่ว่าจะได้จัดทำไว้ในรูปของเอกสาร แฟ้ม รายงาน หนังสือ แผนผัง แผนที่ ภาพวาด ภาพถ่าย ฟิล์ม การบันทึกภาพ เสียง เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือวิธีอื่นใดที่ทำให้สิ่งนั้นตกไว้ปรากฏได้

ข้อมูลข่าวสารของราชการ หมายความว่า ข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในความครอบครองหรือควบคุมดูแลของหน่วยงานของรัฐไม่ว่าจะเป็นข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการดำเนินงานของรัฐหรือข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเอกชน

วิธีการเปิดเผยข้อมูลข่าวสาร

กฎหมายกำหนดให้มีการเปิดเผยข้อมูลข่าวสารได้ 3 วิธี คือ

1. ข้อมูลข่าวสารที่ต้องส่งไปพิมพ์เผยแพร่ในราชกิจจานุเบกษา (ตามมาตรา 1) ได้แก่ โครงสร้างการองค์กร สรุปอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานของรัฐ สถานที่ติดต่อขอรับข้อมูลข่าวสาร กฎ มติครม. ข้อบังคับ ระเบียบ คำสั่ง นโยบาย และการตีความที่มีสภาพอย่างกฎซึ่งมีผลบังคับเป็นการทั่วไปแก่เอกชน
2. ข้อมูลข่าวสารที่ต้องจัดไว้ให้ประชาชนตรวจดูในที่ที่จัดให้บริการข้อมูลข่าวสารแก่ประชาชน (ตามมาตรา 9) ได้แก่

- 2.1 ผลการพิจารณาที่มีผลต่อเอกชนโดยตรง
- 2.2 นโยบาย และการตีความการใช้กฎหมายที่มีผลต่อเอกชน
- 2.3 แผนงาน โครงการ และงบประมาณของปีที่กำลังดำเนินการ
- 2.4 คู่มือหรือคำสั่งที่เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติงาน เช่น คู่มือพนักงาน คู่มือการจดทะเบียน เป็นต้น
- 2.5 สิ่งพิมพ์ที่มีการอ้างอิงในราชกิจจานุเบกษา
- 2.6 สัญญาสำคัญของรัฐ เช่น สัญญาสัมปทาน สัญญาร่วมทุนทั้งกับเอกชนในการจัดทำบริการสาธารณะ เป็นต้น
- 2.7 มติของคณะรัฐมนตรี หรือมติคณะกรรมการที่แต่งตั้งโดยกฎหมายหรือโดยมติคณะรัฐมนตรี
- 2.8 ข้อมูลข่าวสารอื่นๆ
3. ข้อมูลข่าวสารที่เตรียมไว้ให้บริการแก่เอกชนเป็นการเฉพาะรายตามร้องขอ (ตามมาตรา 11)
ข้อมูลข่าวสารใดที่เปิดเผยไม่ได้
 1. ข้อมูลข่าวสารที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ความมั่นคงของประเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ หรือความมั่นคงทางเศรษฐกิจ/การคลังของประเทศ
 2. ข้อมูลที่จะทำให้การบังคับใช้กฎหมายเสื่อมประสิทธิภาพ
 3. ความเห็นหรือคำแนะนำภายในหน่วยงานของรัฐ
 4. การเปิดเผยที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและความปลอดภัย
 5. รายงานการแพทย์หรือข้อมูลข่าวสารที่เป็นการรุกรานสิทธิส่วนบุคคลโดยไม่สมควร
 6. ข้อมูลข่าวสารของราชการที่มีกฎหมายคุ้มครองมิให้เปิดเผยหรือข้อมูลข่าวสารที่มีผู้ให้มาโดยไม่ประสงค์ให้ทางราชการนำไปเปิดเผยต่อผู้อื่น

การจัดข้อมูลข่าวสารของหน่วยงาน

1. ต้องมีสถานที่เฉพาะสำหรับประชาชนสามารถใช้ในการตรวจดูและศึกษาได้ อาจจัดเป็นห้องหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของห้องสมุดของหน่วยงานได้
2. ต้องจัดทำครุฑที่มีรายละเอียดเพียงพอเพื่อความสะดวกในการที่ประชาชนจะขอเข้าตรวจดู

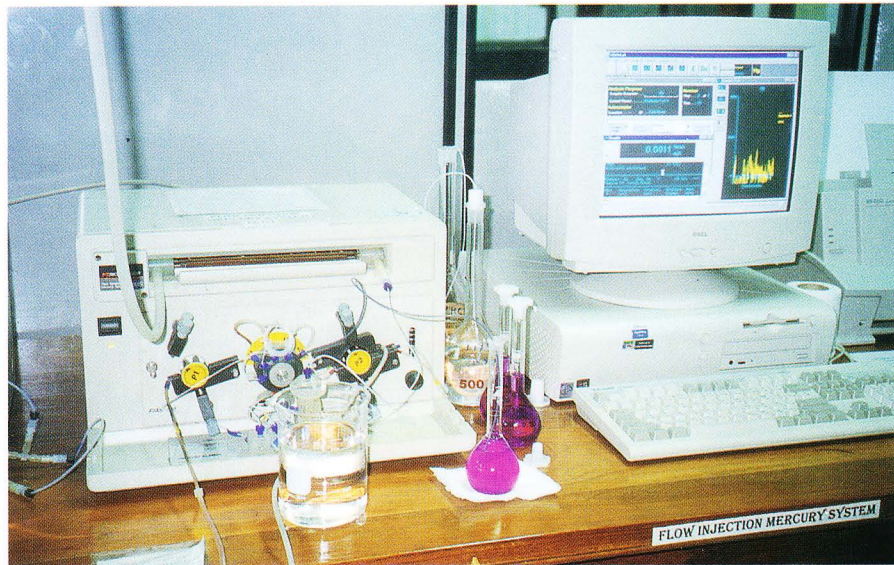
วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการปีที่ 48 (2543)

 		 	
คมสันต์ ตันยีนยงค์	48,152:12-16	กล้วย-ประโยชน์	48,153:3-5
จินตนา ลีกิจวัฒน์	48,152:23-25	การค้นห้สนเทศ	48,154:11-16
จิระศักดิ์ ชัยสนิท	48,154:3-6	การตัดแต่งยีน	48,153:1-2
จิรวรรณ หาญวัฒนกุล	48,154:29-31	แก้ว-ประเภท	48,153:28-30
ชลัษ ศรีสุข	48,152:1-3	เครื่องมือวัด-การสอบเทียบ	48,153:6-8
ชุดิมา วิไลพันธ์	48,152:9-11	แคโรต-ผลิตภัณฑ์	48,152:32-34
เบญจภัทร์ จาตุรงค์ศรีมี	48,152:4-8	โคมไฟ	48,154:1-2
ประทุม พุทธิวินิช	48,154:21-25	ฐานข้อมูล-วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	48,153: 21-23
พิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล	48,154:21-25	ตัวทำละลาย	48,152:12-16
พุนทรัพย์ วิชัยพงษ์	48,154:21-25	ธัญชาติ-ผลิตภัณฑ์	48,152:35-38
มณฑนา พงษ์ไทยพัฒน์	48,152:26-27	น้ำยาลบหมึก	48,152:26-27
เรณู ตามไท	48,153:9-11	ไนโตรซามีน	48,154:29-31
วาสนา คงสุข	48,154:7-10	ปอสา	48,154:3-6
วิเวก อรุณรัตน์	48,154:1-2	พันธุ์	48,152:9-11
ศรีสุตา ห่มระฤก	48,154:21-25	ภาชนะบรรจุอาหาร-เครื่องเคลือบดินเผา	48,152:1-3
สรรพค์ จิตรไกรศรีวณู	48,153:6-8	แม่พิมพ์	48,154:7-10
สำรวล คำแดง	48,153:21-23	โลหะหนัก	48,152:1-3
สุจินต์ พรราวพันธุ์	48,152:1-3	วิตามินบี-การวิเคราะห์	48,153:12-16
สุทธิเวช ด.แสงจันทร์	48,153:24-27	วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	48,152:17-18
	48,152:17-18	สารเคมี-มาตรฐานความปลอดภัย	48,153:24-27
สุนทรีย์ แสงสีไสด	48,153:3-5	สิ่งตัวอย่าง	48,154:7-10
สุบงกช ทรัพย์แดง	48,153:1-2	ห้องปฏิบัติการ	48,154:21-25,36
สุมาลี ลิขิตวณิชกุล	48,153:28-34	ห้องปฏิบัติการ-มาตรฐาน-ไอเอสโอ/ไออีซีไกด 25	48,153:35-36
สุวศรี เดชะภาส	48,154:11-16		
อนุสิทธิ์ สุขม่วง	48,152:28-31	ห้องสมุด-มาตรฐาน-ไอเอสโอ 9002	48,152:4-8
อรทัย สีสภาพจนพร	48,153:12-16	อิลิเมนทอลอะนาไลเซอร์	48,152:23-25
อรวรรณ ไพบูลย์วัฒนผล	48,152:1-3		
อัจฉรา พุ่มฉัตร	48,154:32-35		
อุมาพร สุขม่วง	48,152:28-31		

Flow Injection Mercury System (FIMS)

เครื่องวัดปริมาณปรอท

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณปรอทในสารละลาย โดยสารประกอบของปรอท ที่อยู่ในสารละลายตัวอย่างจะทำปฏิกิริยารีดักชันเกิดเป็นอะตอมอิสระของปรอท ซึ่งจะถูกก๊าซเฉื่อย (อาร์กอน หรือไนโตรเจน) พาเข้าสู่ควอร์ตซ์เซลล์ และอะตอมอิสระของปรอทจะดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 257.1 นาโนเมตร สัญญาณที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของปรอท ซึ่งคำนวณผลเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน (กองเคมี)



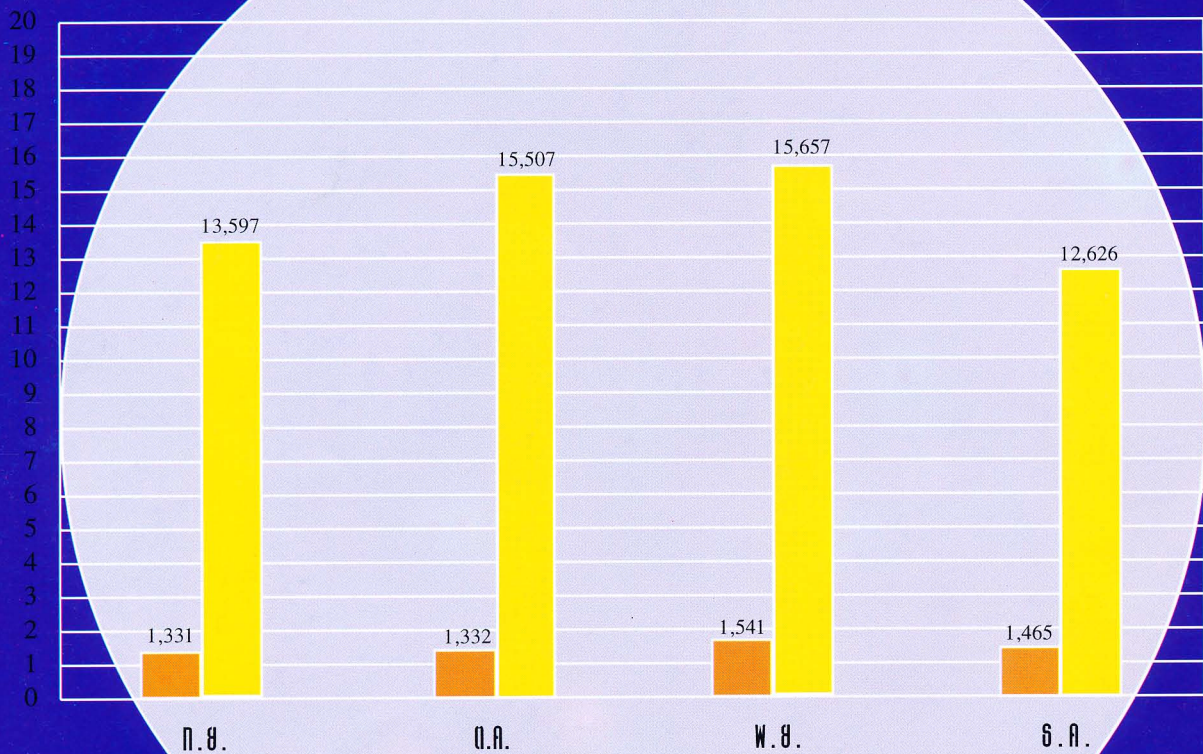
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนกันยายน-ธันวาคม 2543

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000