



วีสตีส

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

ปีที่ 52 ฉบับที่ 180 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ISBN 0857-7617

บทความทางวิชาการในฉบับ

- ความไม่แน่นอนของการวัดจากกราฟมาตรฐาน
- การใช้ได้ของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส
ในตัวอย่างน้ำ
- การผลิตเม็ถกระเทียมฟอกขาวจากดินกรดทับทิม
โดยใช้กระบวนการฟอกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- การพัฒนาภาชนะเซรามิกเนื้อคอร์ดีเยโรส



วัตถุประสงค์ในอาหารว่าง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2201 7000 โทรสาร 0 2201 7466
www.dss.go.th

วัตถุประสงค์

เผยแพร่กิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
และความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

นายปฐุม แหมมเกตุ
ดร.สุทธีวong ด.แสงจันทร์
นายเกษม พิฤกษ์บุรณะ

บรรณาธิการ

นางสันทนา อมริชย

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง คงคาทิพย์
รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี สุนทรนันท
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวัฒน์ ศรีวิทยารักษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร
ดร.รัตนาภรณ์ พรหมศรีธา
นางสาวนิตา ฐิติกาวิทย์
นางอุมาพร สุขม่วง
นางวรรณภา ด.แสงจันทร์
ดร.มาณพ สิทธิเดช
นางสาวเบญจภักดิ์ จาตุรงค์ศรี
นางสาวอุรวรรณ อุ่นแก้ว
ดร.สุพรรณิ เทพอรุณรัตน์
นายทัศนีย์ ทองกิจอัมพร
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

สารบัญ

❁ วัตถุประสงค์ในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง ... 1

❁ วศ. สร้างงาน สร้างเงิน ให้ผู้ประกอบการ
ด้วยเทคโนโลยีการแปรรูปธัญชาติ ... 5

❁ กรดซิตริก: สารเคมีใกล้ตัวที่ควรรู้ ... 7

❁ ความสำเร็จของการดำเนินงานข้อมูลข่าวสาร ... 11
ของราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

❁ การจัดทำฐานข้อมูลแบบง่ายๆ ด้วยโปรแกรม ... 15
Microsoft Access 2003

❁ แนวทางการพิจารณาสารเคมีในผลิตภัณฑ์ ... 21
ตามกฎหมาย REACH

❁ ช่วงทั่วไปใน วศ. ... 23

บทความทางวิชาการ

❁ ความไม่แน่นอนของการวัด
จากกราฟมาตรฐาน ... 30

❁ การใช้ได้ของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส
ในตัวอย่างน้ำ ... 35

❁ การผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระตัญยักษ์
โดยใช้กระบวนการฟอกที่เป็นมิตร
ต่อสิ่งแวดล้อม ... 39

❁ การพัฒนาขนมเชรามิกเนื้อคอร์ดีเยียร์ ... 43





วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

ปรานต์ ปิ่นทอง



สถานการณ์ปัจจุบันที่คนต้องทำงานแข่งกับเวลา หลายคนไม่มีเวลาบริโภคอาหารหลัก จึงได้แต่บริโภคอาหารว่าง ด้วยเหตุนี้การบริโภคอาหารว่างจึงได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารว่างนั้นได้มีการพัฒนาไปตามความเจริญของเทคโนโลยี และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างเก็บรักษาได้นาน มีคุณลักษณะดึงดูดใจผู้บริโภคจึงมีการใช้วัตถุดิบอาหารหลายชนิดในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารว่าง ซึ่งวัตถุดิบในอาหารมีบทบาทต่ออุตสาหกรรมอาหารหลายอย่าง เช่น มีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพดีได้มาตรฐานตามต้องการและมีอายุการเก็บนานขึ้น และในฤดูกาลที่มีผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด วัตถุดิบอาหารจะช่วยป้องกันหรือชะลอการสูญเสียของผลผลิตทางการเกษตรได้ สำหรับประเทศไทยและกลุ่มประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นจะมีอุณหภูมิและความชื้นค่อนข้างสูง ซึ่งสภาวะเช่นนี้จะช่วยเร่งให้เกิดการเสียของอาหารเนื่องมาจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีได้เร็วขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้สารกันเสียและวัตถุดิบอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษามากกว่าภูมิอากาศในเขตอื่นๆ และจากการที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้มีโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปอาหารสู่ชุมชน ผู้สนใจทั่วไป ซึ่งการแปรรูปอาหารประเภทอาหารว่างนั้นจะมีการใช้วัตถุดิบอาหารหลายชนิดและบ่อยครั้งพบว่าผู้เข้าอบรมยังไม่เข้าใจวิธีการใช้วัตถุดิบในอาหาร ด้วยเหตุนี้การได้รับทราบข้อมูลที่ถูกต้อง

ของวัตถุดิบอาหารในด้านข้อกำหนดในการใช้ที่ไม่เหมือนกันตามประเภทของผลิตภัณฑ์ จึงมีความสำคัญต่อผู้ผลิตและผู้สนใจทุกระดับ ถ้าใช้เกินขนาดหรือใช้ผิดวัตถุประสงค์หรือใช้วัตถุดิบที่ห้ามใช้ในอาหารที่มีบทลงโทษตามกฎหมายก็จะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค



อาหารว่าง

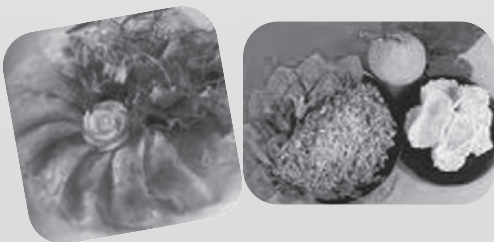
ในกลุ่มประเทศยุโรปและอเมริกาให้คำจำกัดความของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปขนาดเล็ก เตรียมง่าย บริโภคได้ทันทีหรืออาจนำมาผ่านกรรมวิธีอีกเล็กน้อยก่อนบริโภค เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่นำมาบริโภคระหว่างมื้ออาหารหลักหรือเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้บริโภคแทนอาหารหลัก อาจเป็นอาหารหวานหรืออาหารคาว เป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ วัตถุดิบที่ใช้จะแตกต่างกันไปแล้วแต่จะอยู่ภูมิภาคไหนของโลก อาหารว่างของตะวันตกที่เราคุ้นเคยกันมายาวนาน เช่น มันฝรั่งทอด (potato chip) คุกกี้ (cookies) โยเกิร์ต (yogurt) แครกเกอร์ (crackers) ผลิตภัณฑ์แป้งกรอบ (extruded snack) ฯลฯ สำหรับอาหารว่างของคนไทยนั้นจะครอบคลุมไปถึงขนมหวานประเภทต่างๆ เช่น ข้าวเกรียบชนิดต่างๆ ข้าวตัง ข้าวแตน สาหร่ายหมู ซาลาเปา ก๋วยทอด เผือกทอด มันทอด ผลิตภัณฑ์จากถั่วทอด ฯลฯ

วัตถุดิบอาหาร

กระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ. 2547) ได้ให้คำจำกัดความของ “วัตถุดิบอาหาร” หมายความว่า วัตถุดิบที่ตามปกติมิได้ใช้เป็นอาหารหรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไม่ว่าวัตถุดิบนั้นจะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีการผลิต การแต่งสีอาหาร การปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐานหรือลักษณะของอาหาร ทั้งนี้ให้หมายความรวมถึงวัตถุดิบที่ได้เจือปนในอาหาร แต่มีภาชนะบรรจุไว้เฉพาะแล้วใส่รวมอยู่กับอาหารเพื่อประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นด้วย เช่น วัตถุกันชื้น วัตถุดูดออกซิเจน เป็นต้น ทั้งนี้ไม่รวมถึงสารอาหารที่เติมเพื่อเพิ่มหรือปรับให้คงคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร เช่น โพรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่

หลักเกณฑ์ในการใช้วัตถุดิบอาหาร

1. วัตถุดิบอาหารทุกชนิดต้องผ่านการประเมินความปลอดภัยก่อนในปริมาณที่กำหนดให้ใช้ว่าไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
2. วัตถุดิบอาหารทุกชนิดที่ใช้ควรต้องมีการเฝ้าระวังการใช้อย่างต่อเนื่อง
3. ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบอาหาร (specifications) ที่ใช้ควรจะต้องตรงกับข้อกำหนด
4. การใช้วัตถุดิบอาหารจะเป็นที่ยอมรับเมื่อมีการใช้ตรง ตามวัตถุประสงค์ กล่าวคือ เพื่อสงวนคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุการเก็บหรือทำให้อาหารนั้นมีคุณภาพคงที่ ช่วยในกระบวนการแปรรูป การบรรจุ การขนส่ง แต่ห้ามใช้ในการปิดบังการผลิตการแปรรูปที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล หรือวัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพ ควรกำหนดให้ใช้ในอาหารเฉพาะอย่างที่มีจุดประสงค์ที่แน่ชัด และควรให้มีการใช้ในปริมาณที่น้อยที่สุดที่พอเพียงจะให้ผลตามที่ต้องการ



วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

วัตถุดิบอาหารนั้นมีหลายประเภท สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ดังนี้

1. วัตถุดิบแต่งกลิ่นรสจะรวมทั้งที่ได้จากธรรมชาติ และสารสังเคราะห์ เป็นการใช้เพื่อเพิ่มความน่ารับประทานของผลิตภัณฑ์ อาหาร วัตถุดิบแต่งกลิ่นรส มีหลายประเภท ดังนี้

- 1.1 เครื่องเทศ เช่น กระเทียม หอม พริก ชนิดต่างๆ พริกไทย อบเชย ผักชี กระวาน กานพลู
- 1.2 วัตถุดิบแต่งกลิ่นรสที่ให้รสอาหารคาว (savory flavor) ผลิตได้จากวัตถุดิบตามธรรมชาติ และอาจผลิตจากสารเคมีสังเคราะห์ที่ให้กลิ่นรสที่คล้ายธรรมชาติ มีทั้งลักษณะที่เป็นผง เกล็ดหรือของเหลว ซึ่งส่วนใหญ่จะผสมกับเครื่องเทศ สารกันหืน สารกันเสียและสารกันการจับตัวเป็นก้อน เช่น กลิ่นรสบาร์บีคิว กลิ่นรสเบคอน

1.3 วัตถุดิบแต่งกลิ่นรสที่ให้รสอาหารหวาน (sweet flavor) ใช้แต่งกลิ่นรสผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีรสหวาน รวมถึงกลิ่นรสผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น สตรอเบอร์รี่ ทูเรี่ยน ส้ม มะนาว

1.4 วัตถุดิบแต่งกลิ่นรสที่ให้รสเค็ม ใช้ในการควบคุมความเป็นกรด-เบส (pH) ป้องกันไม่ให้เกิดความเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคงที่ ได้แก่ เกลือธรรมชาติ หรือเกลือแกลง (granulated or common salt) เกลือผง (pulverized salt)

2. สีผสมอาหาร เพื่อใช้แต่งสีของอาหารให้มีลักษณะคล้ายธรรมชาติ หรือให้มีสีสม่ำเสมอ และอาจใช้เพื่อจำแนกกลิ่น รสของอาหารก็ได้ สีที่ใช้ผสมอาหารมี 2 จำพวก ได้แก่

2.1 สีธรรมชาติ ได้แก่ สีเขียวจากใบเตย หอมหรือพริกเขียว สีน้ำเงินจากดอกอัญชัญ

2.2 สีสังเคราะห์ ซึ่งผลิตจากสารเคมี มีสมบัติความคงตัวดีกว่าสีธรรมชาติ แต่ต้องใช้เฉพาะชนิดที่อนุญาตให้ใช้ และปริมาณที่กำหนดเท่านั้น และถึงแม้กฎหมายกำหนดให้ใช้สีสังเคราะห์สำหรับผสมอาหารได้ แต่หากใช้

ในปริมาณมากและบ่อยก็อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้

3. อิมัลซิไฟเออร์ หรือ ตัวกระทำอิมัลชัน (emulsifier) เป็นสารที่ใช้เพื่อช่วยป้องกันรักษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ความเหนียว ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏให้มีคุณภาพคงที่ เช่น ช่วยให้อิมัลชันในน้ำสลัดคงตัวโดยไม่แยกชั้น อิมัลซิไฟเออร์ มีทั้ง อิมัลซิไฟเออร์ตามธรรมชาติ ได้แก่ เลซิติน ในไข่แดง ในถั่วเหลือง และ อิมัลซิไฟเออร์สังเคราะห์ ได้แก่ โมโนแซคคาไรด์ และอนุพันธ์โพรพิลีนไกลคอลเอสเทอร์ สำหรับอิมัลซิไฟเออร์ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารว่างมีดังนี้

3.1 เลซิติน (lecithin) มีทั้งในพืชและสัตว์ พบมากที่สุดในถั่วเหลือง เลซิตินเป็นสารผสมของฟอสโฟไลปิดส์ (phospholipids) และเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่มีประสิทธิภาพที่ดีมากและราคาถูก แต่มีจุดด้อยในด้านกลิ่นรสที่อาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสที่ไม่เป็นที่ต้องการได้

3.2 โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์ (mono-glyceride and diglyceride) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ทำหน้าที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสดีขึ้น เนื่องจากโมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์จะเปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโมเลกุลของแป้ง

3.3 อิมัลซิไฟเออร์ชนิดอื่นๆ ที่มีการใช้กันทั่วไป เช่น โพรพิลีนไกลคอลโมโนสเตียเรต (propyleneglycolmonostearate) ซอร์บิทันโมโนสเตียเรต (sorbitanmonostearate)

4. กัม (gum) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณลักษณะดีขึ้น มีการจับตัวดีขึ้น เนื้อสัมผัสเนียนสม่ำเสมอ เพิ่มความกรอบ ความเหนียวให้ผลิตภัณฑ์ หรือช่วยในการเคลือบวัตถุแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทขบเคี้ยวให้จับติดแน่นยิ่งขึ้น กัมที่นิยมใช้ ได้แก่ คาราจีแนน แป้ง และแป้งดัดแปรชนิดต่างๆ

5. สารกันหืนและสารเสริมฤทธิ์สารกันหืน เป็นสารที่ใช้ เพื่อการชะลอการเสียของอาหาร อันเนื่องมาจาก

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งลักษณะของการเสื่อมคุณภาพของอาหาร ได้แก่ การหืน อาหารมีสีผิดปกติ กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงและบางครั้งอาจมีสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกายเกิดขึ้นด้วย ได้แก่ บีเอชเอ (Butylated Hydroxy Anisole, BHA) บีเอชที (Butylated Hydroxy Toluene, BHT)

6. สารกันเสีย (preservative) เป็นสารที่ใช้เพื่อไม่ให้อาหารบูดเสีย ใช้ได้กับอาหารหลายประเภท ซึ่งจะช่วยป้องกันหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญเติบโต ทำให้การเก็บรักษาอาหารอยู่ได้นาน แต่สารกันเสียอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หากได้รับสารเหล่านี้ในปริมาณมาก สารกันเสียที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง ได้แก่ กรดเบนโซอิก ซอร์เบต ซัลไฟต์ ไนเตรตและไนไตรต์ สำหรับการเลือกที่จะใช้สารกันเสียชนิดใดนั้น จะต้องรู้วัตถุประสงค์การใช้สมบัติของสารกันเสีย และองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง เช่น ข้าวเกรียบและผลิตภัณฑ์อาหารกรอบชนิดต่างๆ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารว่างดังกล่าวมีความชื้นต่ำมาก การเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากจุลินทรีย์จึงมีโอกาสเป็นไปได้น้อย และการใช้สารกันเสียนั้นต้องใช้ในปริมาณที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด

พิษภัยของวัตถุเจือปนอาหาร

ปัญหาการเกิดพิษจากวัตถุเจือปนอาหารอาจเกิดได้ดังนี้

1. ใช้ผิดประเภท ได้แก่ การนำวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร เช่น ใช้กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) ซึ่งห้ามใช้ใน



อาหารมาใช้เป็นสารกันเสีย กรดซาลิไซลิกทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ หรือการใช้บอแรกซ์ ซึ่งเป็นวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหารแต่มีการนำมาใช้เติมในอาหารพวกลูกชิ้น หมูยอ ทอดมัน ไส้กรอก ผักกาดดองเค็ม มะม่วง ทำให้อาหารเหล่านี้มีความหยุ่น เหนียว กรอบ ซึ่งสารนี้ มีอันตรายทำให้กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ อักเสบ การทำงานของไตล้มเหลว อาจมีปัสสาวะออกน้อยหรือไม่ออก ถ้าร่างกายได้รับสารในปริมาณมากอาจทำให้ถึงตายได้



2. ใช้ปริมาณมากกว่าที่กฎหมายอนุญาต เช่น โซเดียมไนเตรตและโซเดียมไนไตรต์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นสารที่อยู่ในการควบคุมของ ออย. จึงได้มีการควบคุมปริมาณการใช้ดังนี้

โซเดียมไนเตรต : ให้ใช้ได้ไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วนหรือ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

โซเดียมไนไตรต์ : ให้ใช้ได้ไม่เกิน 125 ส่วนในล้านส่วนหรือ 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหารว่างมีการใช้

กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากต่ออุตสาหกรรมอาหารและช่วยให้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลายชนิด มีคุณภาพได้มาตรฐาน แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าหากใช้ไม่ถูกต้องก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้เช่นกัน สำหรับผู้ประกอบการนั้นต้องใช้ตามที่กฎหมายกำหนด ในส่วนของผู้บริโภคนั้นควรเลือกบริโภคอาหารที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด เลือกบริโภคแต่อาหารที่ผลิตได้มาตรฐาน เพื่อป้องกันการเกิดพิษจากการใช้วัตถุเจือปนอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 พ.ศ. 2522. เรื่องกำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานการใช้ การผสม และฉลาก. ราชกิจจานุเบกษา. ฉบับพิเศษ 21 กันยายน 2522 เล่มที่ 96 ตอนที่ 163 หน้า 15.
- _____. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281, พ.ศ. 2547. เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร. ราชกิจจานุเบกษา. ฉบับทั่วไป 6 กันยายน 2547. เล่มที่ 121 ตอนที่ 121 ก หน้า 97 ง.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร โดย ศิวาพร ศิวเวช. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

พูนใจอรายละเอียดเพิ่มเติมได้

สำนักเทคโนโลยีชุมชน โทร. 0 2201 7189 ในวันและเวลาราชการ



วศ.สร้างงาน สร้างเงินให้ผู้ประกอบการ ด้วยเทคโนโลยีการแปรรูปธัญชาติ

วรรณดี มหรรณพกุล

ธัญชาติ หมายถึง คำรวมเรียกข้าวต่างๆ เช่น ข้าวเปลือก ข้าวสาลี ลูกเดือย ข้าวแดงและข้าวฟ่าง ส่วนธัญพืชที่หมายถึงพืชข้าวกล้า พืชล้มลุกหลายชนิดหลายสกุลในวงศ์ Gramineae เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ที่ให้เมล็ดเป็นอาหารหลัก (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2525) และกรรมกรข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ให้คำจำกัดความของธัญพืช หมายถึง ต้นข้าวทั้งหมด ส่วนธัญชาติ เป็นเมล็ดของธัญพืช

ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และมีการปลูกในทุกภาคของประเทศไทย และข้าวหอมมะลิของไทย ได้ชื่อว่าเป็นข้าวพันธุ์ดี และมีการส่งออกไปต่างประเทศ แต่เนื่องจากมีผู้ผลิตข้าวจากกลุ่มประเทศในแถบเอเชีย ต่างก็แข่งขันเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ทั้งในการปรับปรุงสายพันธุ์ รวมทั้งใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการแปรรูปเพื่อการเพิ่มมูลค่า กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มีงานวิจัยเพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ข้าว และพืชธัญชาติชนิดอื่นๆ โดยได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

ผลิตภัณฑ์จากข้าว ได้แก่ ข้าวกึ่งสำเร็จรูป ข้าวกึ่งสำเร็จรูปเสริมวิตามินและเกลือแร่ ข้าวสำเร็จรูป และข้าวเสริมสุขภาพบรรจุกระป๋อง ข้าวโจ๊กปรุงสุกเร็ว ข้าวโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป และผลงานที่วิจัยพัฒนาล่าสุด คือ เทคโนโลยีการผลิตข้าวสำเร็จรูปในถุงรีทอร์ต การผลิตแป้งข้าวผสมนไฟรเพื่อผลิตอาหารว่างชนิดกรอบพอง นอกจากนี้ได้ศึกษาทดลองดัดแปลงเทคนิคการผลิตข้าวกลิ้งงอกโดยประยุกต์วิธี และนำมาผลิตเป็นข้าวกลิ้งงอกบรรจุกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ ได้แก่ เครื่องดื่มธัญชาติผลิตโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง อาหารว่างชนิดกรอบพองจากข้าวเจ้าหัก ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยใช้เครื่อง

อิเล็กทรอนิกส์ กรมวิทยาศาสตร์บริการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร พัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ และประยุกต์ดัดแปลงให้เกิดนวัตกรรมเชิงพาณิชย์ เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ข้าวและธัญชาติที่มีในท้องถิ่น เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อการส่งออก



ความสำเร็จของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เทคโนโลยีการแปรรูปธัญชาติ ซึ่งรวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ศึกษาวิจัยนั้นเป็นงานวิจัยที่มีองค์ความรู้ที่นำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งระดับวิสาหกิจชุมชน วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และในระดับอุตสาหกรรม





การแปรรูปข้าวและธัญชาติให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในพื้นที่ที่มีการปลูกข้าว และธัญชาติในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง พิจิตร พิษณุโลก สกลนคร สุพรรณบุรี เช่น ข้าวกล้องสำเร็จรูป ข้าวแตน ขนมจีนสำเร็จรูป การผลิตข้าวกล้องงอก (ข้าวกาบา) โดยวิธีประยุกต์ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิษณุโลก ในวันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2552



การแปรรูปข้าวและธัญชาติ สร้างผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก



บริษัท คิวไวท์แอนด์ฟู้ดส์ จำกัด โดยคุณเนาวรัตน์ วาณิชวรานนท์ ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปข้าว เมื่อวันที่ 27 ก.พ. 2544 และได้ผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูป (instant rice) ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อส่งออก โดยบริษัทฯ มีตราสินค้าชื่อ "Thaiquick"

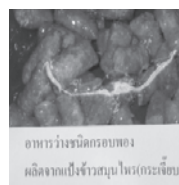


บริษัท ซองเดอร์ ไทยออร์แกนิกฟู้ด จำกัด โดยคุณสุวรรณา จิววัฒนไพบูลย์ ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเครื่องต้มธัญชาติกล้องสำเร็จรูป ธัญพืชเป็นเกล็ด (cereal flake) และผลไม้แผ่นกรอบ ที่ผลิตโดยเครื่องทำอาหารแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) ในปี 2545 และจากนั้นได้นำองค์ความรู้ไปสร้างงาน สร้างเงิน โดยการผลิตภัณฑ์ส่งออกในประเทศแถบเอเชีย เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮองกง และได้ร่วมแสดงสินค้าระดับนานาชาติในงานนิทรรศการ Food and Beverage 2004 ณ Asian Center กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

การบูรณาการองค์ความรู้กับสถาบันการศึกษานั้น ร่วมกับมหาวิทยาลัยนครพนมจัดถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสริมสุขภาพ) และข้าวกาบารบรรจุกระป๋อง (GABA Rice) ให้แก่โครงการหลวงที่ 3 ต่างอย จังหวัดสกลนคร ในวันที่ 28-29 เม.ย.52



ผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุดที่พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ วิสาหกิจชุมชน SMEs และผู้สนใจคือ แป้งข้าวสมนุโพร และผลิตภัณฑ์อาหารกรอบพอง (snack)



ผู้ประกอบการใดที่สนใจข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการแปรรูปธัญชาติ รวมทั้งการแปรรูปข้าว สามารถติดต่อได้ที่ สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทรศัพท์ 0 2201 7415, 0 2201 7420 ในวันและเวลาราชการ หรือ www.dss.go.th



กรดซิตริก : สารเคมีใกล้ตัวที่ควรรู้

อภิษฐา ช่างสุพรรณ

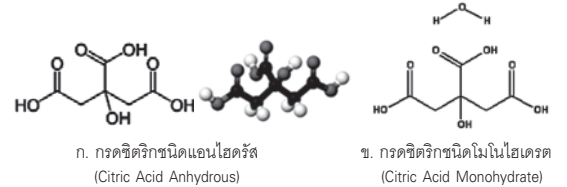
อาหาร เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มีวิวัฒนาการควบคู่มากับมนุษย์ ตั้งแต่ก่อนยุคประวัติศาสตร์จนถึงยุคปัจจุบันและยังคงมีวิวัฒนาการต่อเนื่องไปอย่างไม่หยุดยั้ง มนุษย์ได้พยายามคิดค้นพัฒนาอาหารให้มีคุณภาพและรสชาติที่ดีขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อุตสาหกรรมอาหารมีการแข่งขันกันมากขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารมีความหลากหลายและมีการแข่งขันสูงทั้งด้านการตลาดเพื่อเพิ่มยอดขาย ด้านการผลิตเพื่อให้สินค้ามีคุณภาพและสร้างความดึงดูดใจของลูกค้า ด้วยเหตุนี้สารเคมีบางชนิดจึงถูกนำมาใช้เพื่อจุดประสงค์ต่างๆ เช่น ยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เพิ่มรสชาติ แต่งสี แต่งกลิ่น ฯลฯ เพื่อให้เป็นที่น่าสนใจต่อผู้บริโภค และเป็นจุดขายของสินค้านั้นๆ

กรดซิตริก (citric acid) หรือ ชื่อที่รู้จักกันโดยทั่วไปก็คือ กรดมะนาว เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปและอาหารกึ่งสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น น้ำผลไม้ ลูกกวาด เจลลี่ น้ำมะนาวเทียมจะใช้กรดซิตริกเป็นสารให้รสเปรี้ยว นอกจากนี้ยังใช้กรดซิตริกเป็นสารลดความฝาด ควบคุมความเป็นกรด-เบส ป้องกันการเน่าเสียของเครื่องดื่ม ป้องกันการตกผลึกของน้ำผึ้ง และป้องกันน้ำผลไม้ขุ่นได้อีกด้วย จะเห็นได้ว่าในชีวิตประจำวันของเรา มีโอกาสที่จะได้รับกรดซิตริกเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเราจึงควรรู้จักกรดซิตริกให้มากขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าบริโภคที่มีประโยชน์และปลอดภัย

คุณสมบัติของกรดซิตริก

กรดซิตริกมีชื่อทางเคมีว่า 2-hydroxy-1,2,3-propane tricarboxylic acid สำหรับกรดซิตริกที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

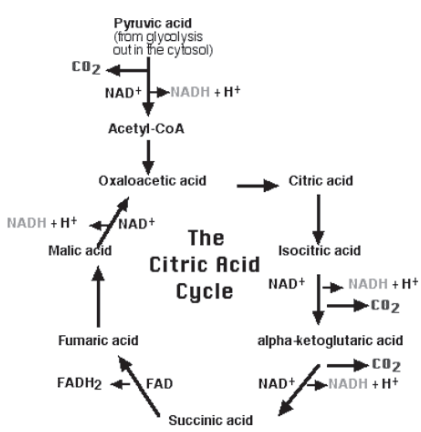
ในท้องตลาดมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ กรดชนิดแอนไฮไดรต์ (citric acid anhydrous) หรือชื่อทางเคมี 2-hydroxy-1,2,3-propane tricarboxylic acid, anhydrous มีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7$ น้ำหนักโมเลกุล 192.124 กรัมต่อโมล จุดหลอมเหลว 153 องศาเซลเซียส และอีกชนิดก็คือ กรดซิตริกชนิดโมโนไฮเดรต (citric acid monohydrate; hydrous citric acid) หรือ ชื่อทางเคมี 2-hydroxy-1,2,3-propane tricarboxylic acid, monohydrate มีสูตรโมเลกุล $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 210.14 กรัมต่อโมล จุดหลอมเหลว 100 องศาเซลเซียส ลักษณะทางกายภาพทั่วไป มีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว สามารถละลายได้ดีในน้ำและแอลกอฮอล์



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของกรดซิตริก

การผลิตกรดซิตริก

กรดซิตริก
พบทั่วไปในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะนาว ส้ม สับปะรด เป็นต้น การผลิตกรดซิตริกในระยะแรกใช้วิธีการสกัดจากผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวโดยตรง เช่น มะนาว ซึ่งมีการดซิตริกประมาณ



ภาพที่ 2 การสังเคราะห์กรดซิตริกจากน้ำตาลกลูโคสโดยเชื้อรา

ร้อยละ 7-9 แต่ในปัจจุบันนิยมผลิตด้วยวิธีการหมักน้ำตาลกลูโคสด้วยจุลินทรีย์ กรรมวิธีการสังเคราะห์กรดซิตริกจากน้ำตาลกลูโคส แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นแรกเป็นการย่อยสลายกลูโคสด้วยจุลินทรีย์ผ่านวิถีไกลโคไลซิส (glycolysis) ได้เป็นไพรูเวท (pyruvate) และอะซิติลโคเอนไซม์เอ (acetyl CoA) ขั้นตอนต่อมาเอนไซม์ (enzyme) ไพรูเวท คาร์บอกซิเลส (pyruvatecarboxylase) จะเร่งปฏิกิริยาการรวมตัวกันของไพรูเวทกับคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) ได้เป็นออกซาโลอะซิเตต (oxaloacetate)

ขั้นสุดท้ายเป็นการสะสมกรดซิตริก เมื่อได้สารละลายกรดซิตริกแล้วจะนำไปทำให้บริสุทธิ์โดยผ่านถ่านกัมมันต์และเรซิน ระเหยน้ำออกและตกผลึก การตกผลึกถ้าทำที่อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะได้กรดซิตริกชนิดแอนไฮไดรด์ แต่ถ้าทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 36.5 องศาเซลเซียส จะได้กรดซิตริกผงที่มีน้ำอยู่หนึ่งโมเลกุล จุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผลิตกรดซิตริกในปัจจุบัน คือ เชื้อรา *Aspergillus niger* ในการผลิตโรงงานบางแห่งใช้ยีสต์ในการหมัก เช่น *Candida lipolytica* แต่ปริมาณการผลิตน้อยกว่าใช้เชื้อรามาก

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกรดซิตริก

เนื่องจากกรดซิตริก ได้รับการยอมรับว่าเป็นสารเคมีที่ปลอดภัย และย่อยสลายได้ง่าย จึงสามารถเติมลงในอาหารได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค กระทรวงสาธารณสุขได้มีการกำหนดมาตรฐานปริมาณกรดซิตริกที่ใช้กับอาหารบางชนิดตามตารางการใช้วัตถุเจือปนอาหารแนบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2547 และมีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของกรดซิตริกที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอยู่ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ออกมาตรฐานผลิตภัณฑ์กรดซิตริก (มอก. 464-2544) เพื่อให้การผลิตกรดซิตริกเป็นไปตามมาตรฐาน โดยมาตรฐานครอบคลุมถึงข้อกำหนดคุณลักษณะทางเคมี การปนเปื้อน การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก

ตารางที่ 1 ตารางการใช้วัตถุเจือปนอาหาร แนบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2547

ชื่อและกลุ่มหน้าที่ในอาหาร	ชนิดของอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) เว้นแต่ได้ระบุปริมาณเฉพาะไว้แล้ว
กรดซิตริก (INS 330) ชื่ออื่น - Citric acid -2-Hydroxy-1,2,3-propanetricarboxylic acid กลุ่มหน้าที่ : - ปรับความเป็นกรด - กันเหิน - จับอนุมูลอิสระ	มะกอกดอง	15,000
	อาหารเสริมสำหรับเด็กชนิดแบ่ง	25,000 คำนวณในสภาพที่ปราศจากน้ำ
	โพรเซสชีส	40,000 ใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับสารกลุ่มฟอสเฟต และปริมาณฟอสเฟตต้องไม่เกิน 9,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม คำนวณเป็นฟอสฟอรัส
	ผลิตภัณฑ์นม ยกเว้น นมจืดชนิดเหลว นมเปรี้ยว ไม่ปรุงแต่ง ครีมพาสเจอร์ไรส์ ครีมสเตอริไลส์ ครีมยูเอชที วิปปิ้งครีม ครีมไขมันต่ำ และโพรเซสชีส	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำผสมน้ำมัน (อิมัลชัน) เช่น เนยเทียม มินารีน รวมทั้งขนมหวานทำนองนี้	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ไอศกรีม	- ปริมาณที่เหมาะสม
ผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธี เช่น ผลไม้แห้ง ผลไม้ผ่านกรรมวิธีแคะนึ่ง ขนมหวานจากผลไม้ เป็นต้น	- ปริมาณที่เหมาะสม	

ชื่อและกลุ่มหน้าที่ในอาหาร	ชนิดของอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ใช้ได้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) เว้นแต่ได้ระบุปริมาณเฉพาะไว้แล้ว
	พืชผัก สาหร่าย ถั่วเปลือกแข็งและเมล็ดพืชต่าง ๆ ที่ผ่านกรรมวิธี เช่น พืชผักแห้ง พืชผักที่ผ่านกรรมวิธีคั้นนึ่ง พืชผักเยือกแข็ง เป็นต้น ยกเว้นมะกอกดอง	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน เช่น ลูกกวาด ลูกอม ช็อกโกแลต หมากฝรั่ง เป็นต้น	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ธัญพืช อาหารเช้า ขนมหวานจากธัญพืช แป้งสำหรับชุปอาหารทอด และผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปัง ขนมเค้ก คุกกี้ ขนมพาย เป็นต้น	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์เนื้อ ยกเว้นเนื้อสด	- ปริมาณที่เหมาะสม
	สัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ยกเว้นสัตว์น้ำสดและสัตว์น้ำเยือกแข็ง	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์ไข่ ยกเว้นไข่สด ไข่เหลว และไข่เยือกแข็ง	- ปริมาณที่เหมาะสม
	ผลิตภัณฑ์ประเภทซอส ซุป สลัด และผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัด	- ปริมาณที่เหมาะสม
	อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร	- ปริมาณที่เหมาะสม
	เครื่องดื่ม ยกเว้นน้ำแร่ธรรมชาติ ชา กาแฟ เครื่องดื่มสมุนไพรชนิดชงและเครื่องดื่มจากธัญพืช	- ปริมาณที่เหมาะสม
	อาหารทารก	- ปริมาณที่เหมาะสม

ประโยชน์ของกรดซิตริกในอุตสาหกรรมอาหาร

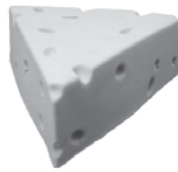
ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ไม่ว่าจะป็นน้ำผลไม้ น้ำหวานชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่อัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไม่อัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือเครื่องดื่มประเภทที่มีแอลกอฮอล์ ใช้กรดซิตริกและเกลือของกรดซิตริกช่วยให้เครื่องดื่มมีกลิ่น รสและความเป็นกรด-เบส พอเหมาะ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นวัตถุกันเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ช่วยทำให้สี กลิ่น และรสของเครื่องดื่มมีความคงตัวดีขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นกรดซิตริกในเครื่องดื่มที่อัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยเน้นให้กลิ่นและรสของ

เครื่องดื่มปรากฏเด่นชัดขึ้น สำหรับในผลิตภัณฑ์ไวน์กรดซิตริกจะช่วยปรับความเป็นกรดและป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น

ในอุตสาหกรรมผักและผลไม้กระป๋อง กรดซิตริกช่วยปรับความเป็นกรด-เบสให้ต่ำลง และพบว่าช่วยลดอุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมผักและผลไม้เยือกแข็ง นอกจากกรดซิตริกจะช่วยปรับความเป็นกรด-เบสแล้ว ยังสามารถรวมตัวกับโลหะที่ปนเปื้อนมาเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เป็นผลทำให้กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้มีความคงตัวดีขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องถึงความคงตัวของสีกลิ่นและ

รสของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะกรดแอสคอร์บิกจัดเป็นวัตถุกันเหี่ยวธรรมชาติ ส่วนการชะลอสีน้ำตาลที่จะเกิดขึ้นในกล้วยหรือแอปเปิ้ลแห้งนั้นสามารถทำได้โดยการจุ่มกล้วยหรือแอปเปิ้ลในสารละลายผสมระหว่างกรดซิตริกและกรดอีริทอร์บิก (erythorbic acid)

ในผลิตภัณฑ์เนยแข็ง มักจะใช้กรดซิตริก หรือโซเดียมซิเตรต (sodium citrate) เป็นวัตถุกันเสีย สารให้รสหรืออิมัลซิฟายเออร์ (emulsifier) สำหรับในขนมหวานกรดซิตริกจะช่วยเน้นกลิ่นและรสชาติไม่ในขนมหวาน ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล นอกจากนี้ในผลิตภัณฑ์เนื้อมีการใช้กรดซิตริกและเกลือซิเตรต ช่วยให้เนื้อมีการอุ้มน้ำดีขึ้น



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของกรดซิตริก

บทสรุป

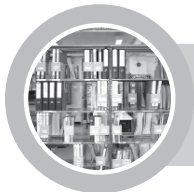
จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า กรดซิตริกเป็นกรดที่อยู่ใกล้ตัวของเรามาก เพราะนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา รักษาผิวสัมผัสของผักผลไม้ ปรงแต่งรสชาติ ฯลฯ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้บริโภคพึงพอใจเป็นหน้าที่ของผู้ผลิต แต่สำหรับผู้บริโภคทุกท่านควรระลึกเสมอว่าการบริโภคทุกสิ่งในปริมาณที่พอเหมาะพอดีจะทำให้เราได้รับประโยชน์ หากบริโภคอาหารที่มีกรดซิตริกมากเกินไปก็จะเกิดการจุกเสียดแน่นท้องเนื่องจากมีกรดในกระเพาะอาหารมาก หวังเป็นอย่างยิ่งว่า

ข้อมูลเกี่ยวกับกรดซิตริกนี้จะเป็นประโยชน์ในการเลือกซื้ออาหารของผู้บริโภค

ผู้ที่มีข้อสงสัย ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือขอรับบริการทดสอบหาปริมาณของกรดซิตริกในเครื่องดื่ม การตรวจสอบคุณภาพของกรดซิตริกตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหารหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์กรดซิตริก (มอก. 464-2544) สามารถติดต่อขอรับบริการได้ที่โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร. 0 2201 7182-3 ในวันและเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. **ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์**. Citric acid monohydrate. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 13 มีนาคม 2552] เข้าถึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต : <http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=1508>, กระทรวงสาธารณสุข. **สำนักงานอาหารและยา**. ตารางการใช้วัตถุเจือปนอาหาร. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 20 มีนาคม 2552] เข้าถึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต : http://elib.fda.moph.go.th/fulltext2/กฎหมาย/กองควบคุมอาหาร/ปอย/47/14_No47/281-PAGE%201-74.doc.
- น้ำมะนาวแท้...น้ำมะนาวเทียม...ใช้แทนกันได้หรือไม่...[ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 25 มีนาคม 2551] เข้าถึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต : <http://www3.pantown.com/data/24969/board2/7.txt>,
- ศิวาพร ศิวเวช. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : มปท., 2546. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดซิตริก. มอก.464-2544.
- สุภาพ อัจฉริยศิริพงศ์. **กรดมะนาว**. [ออนไลน์] [อ้างถึง วันที่ 13 มีนาคม 2552] เข้าถึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต : http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?il=83&i2=14



ความสำเร็จของการดำเนินงานข้อมูลข่าวสารของราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สำรวล ดำแดง

บทนำ

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 58 ได้กำหนดว่าบุคคลย่อมมีสิทธิได้รับทราบข้อมูลหรือข่าวสารสาธารณะในครอบครองของหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือราชการส่วนท้องถิ่น เว้นแต่การเปิดเผยข้อมูลนั้นจะกระทบต่อความมั่นคงของรัฐ ความปลอดภัยของประชาชน หรือส่วนได้เสียอันพึงได้รับความคุ้มครองของบุคคลอื่น ข้อมูลข่าวสารที่หน่วยงานภาครัฐต้องเปิดเผยสู่สาธารณชนตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 ได้บัญญัติไว้ดังนี้

มาตรา 7 : หน่วยงานของรัฐต้องส่งข้อมูลข่าวสารของราชการอย่างน้อยดังต่อไปนี้ลงพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา

- (1) โครงสร้างและการจัดองค์กรในการดำเนินงาน
- (2) สรุปอำนาจหน้าที่ที่สำคัญและวิธีการดำเนินงาน
- (3) สถานที่ติดต่อเพื่อขอรับข้อมูลข่าวสาร หรือคำแนะนำในการติดต่อกับหน่วยงานของรัฐ
- (4) กฎ มติคณะรัฐมนตรี ข้อบังคับ คำสั่ง หนังสือเวียน ระเบียบ แบบแผน นโยบาย หรือการตีความเฉพาะที่จัดให้มีขึ้นโดยมีสภาพอย่างกฎ เพื่อให้มีผลเป็นการทั่วไปต่อเอกชนที่เกี่ยวข้อง

มาตรา 9 : ภายใต้บังคับมาตรา 14 และมาตรา 15 หน่วยงานของรัฐต้องจัดให้มีข้อมูลข่าวสารของราชการอย่างน้อยดังต่อไปนี้ให้ประชาชนเข้าตรวจดูได้

- (1) ผลการพิจารณาหรือคำวินิจฉัยที่มีผลโดยตรงต่อเอกชน รวมทั้งความขัดแย้งและคำสั่งที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาวินิจฉัยดังกล่าว
- (2) นโยบายหรือการตีความที่ไม่เข้าข่ายต้องลงพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ตามมาตรา 7 (4)

(3) แผนงาน โครงการ และงบประมาณรายจ่ายประจำปีของปีที่กำลังดำเนินการ

(4) คู่มือหรือคำสั่งเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ของรัฐ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิทธิหน้าที่ของเอกชน

(5) สิ่งพิมพ์ที่ได้มีการอ้างอิงถึงตามมาตรา 7 บรรดาสอง

(6) สัญญาสัมปทาน สัญญาที่มีลักษณะเป็นการผูกขาดตัดตอนหรือสัญญาร่วมทุนกับเอกชนในการจัดทำบริการสาธารณะ

(7) มติคณะรัฐมนตรี หรือมติคณะกรรมการที่แต่งตั้งโดยกฎหมาย หรือโดยมติคณะรัฐมนตรี ทั้งนี้ให้ระบุนายชื่อ รายงานทางวิชาการ รายงานข้อเท็จจริง หรือข้อมูลข่าวสารที่นำมาใช้ในการพิจารณาได้ด้วย

(8) ข้อมูลข่าวสารอื่นตามที่คณะกรรมการกำหนด

มาตรา 11 : ข้อมูลข่าวสารเรื่องหนึ่งเรื่องใดตามที่ประชาชนร้องขอ นอกเหนือจากที่ได้มีการจัดให้ประชาชนค้นคว้าตามมาตรา 7 มาตรา 9 และ มาตรา 26 (เอกสารประวัติศาสตร์)

สิทธิของประชาชนตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 ได้บัญญัติไว้ 6 ประการคือ

- (1) สิทธิของประชาชนในการเข้าตรวจดูข้อมูลข่าวสารของราชการ ของหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ (2) สิทธิของประชาชนที่จะยื่นคำขอข้อมูลข่าวสารเรื่องหนึ่งเรื่องใดตามที่ตนเองประสงค์จะรู้หรือเพื่อนำไปเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รู้หรือเพื่อการพิทักษ์สิทธิของตนเองหรือชุมชนหรือสังคม (3) สิทธิของประชาชนในการขอตรวจดูหรือขอสำเนาข้อมูลข่าวสารส่วนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับตนเอง (4) สิทธิของประชาชนที่จะได้รับความคุ้มครองมิให้มีการนำข้อมูลข่าวสารส่วนบุคคลที่หน่วยงานของรัฐเก็บรวบรวมไว้ไปใช้อย่างไม่เหมาะสมหรือเป็นผลร้ายต่อเจ้าของข้อมูล (5) สิทธิของประชาชนในการ

ร้องเรียนหน่วยงานของรัฐกรณีไม่ปฏิบัติให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 (6) สิทธิของประชาชนในการอุทธรณ์คำสั่งต่างๆ ของหน่วยงานของรัฐ

การดำเนินงาน

เพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการมีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารข้อมูลข่าวสารของราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) ทำหน้าที่ดำเนินการควบคุมดูแลงานข้อมูลข่าวสารให้เป็นไปตามกฎหมายอย่างถูกต้อง ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูง มีรองอธิบดีเป็นประธานโดยมีผู้อำนวยการของทุกหน่วยงานภายใน วศ. เป็นคณะกรรมการ มีอำนาจหน้าที่เสนอโยกย้าย ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การพิจารณาประเภทข้อมูลกำหนดสถานที่ที่ควรจัดเก็บข้อมูลเพื่อบริการ พิจารณาข้อมูลข่าวสารที่ต้องนำประกาศลงราชกิจจานุเบกษาสร้างระบบการจัดเก็บ และให้บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. คณะกรรมการฯ มีมติให้แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 2 ส่วน

1. ฝ่ายประชาสัมพันธ์ (ปส.) เป็นสถานที่ติดต่อและขอรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งจะร่วมประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ภายใน วศ. เพื่อให้บริการ ให้คำแนะนำในการติดต่อกับหน่วยงานราชการอื่นๆ และประสานกับหน่วยงานต่างๆ ภายใน วศ. ขอข้อมูลที่เปิดเผยได้ และรวบรวมเอกสารตามมาตรา 7 และ มาตรา 9 นำส่งให้สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นหน่วยงานให้บริการข้อมูลข่าวสารของราชการเฉพาะเรื่องเฉพาะรายดำเนินการตามมาตรา 11 ต่อไป

2. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศศาสตร์และเทคโนโลยี (สท.) ได้จัดสถานที่ให้ประชาชนเข้าค้นหาข้อมูลข่าวสารของ วศ. ตามมาตรา 7 และ มาตรา 9 โดยจัดตั้งเป็น “ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ.” ณ บริเวณชั้น 5 งานสารสนเทศไทย ของ สท.

โดยได้เริ่มดำเนินงานจัดระบบบริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ตามมาตรา 7 และ มาตรา 9 ที่ผลิต

เผยแพร่ในปี 2540 จนถึงปัจจุบัน และเปิดให้ประชาชนเข้าใช้บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม 2544 เป็นต้นมา

ข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ที่จัดให้ประชาชนเข้าตรวจดู จำแนกตามมาตรา 7 และ มาตรา 9 ได้ดังนี้

มาตรา 7 : ประกอบด้วยหนังสือราชการและเอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานต่างๆ ของ วศ. เกี่ยวกับ โครงสร้างหน่วยงาน อำนาจหน้าที่ สถานที่ติดต่อ รายชื่อผู้บริหารและข้อมูลข่าวสารของราชการอื่นๆ ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดเอาไว้ในมาตรา 7 ได้แก่ ประกาศแต่งตั้งคณะทำงานต่างๆ วิธีการดำเนินงานแล้วเสร็จของงานการควบคุมภายใน ค่าธรรมเนียม เครื่องหมายราชการ การรับรองคุณภาพ การประหยัดพลังงาน และบริการวิเคราะห์ทดสอบ

มาตรา 9 : ประกอบด้วยหนังสือราชการและเอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานต่างๆ ของ วศ. เกี่ยวกับนโยบายของกรมวิทยาศาสตร์บริการและนโยบายของผู้บริหารสูงสุด แผนงานโครงการ แผนกลยุทธ์ ผลผลิตและตัวชี้วัดงบประมาณรายจ่ายประจำปี กฎบัตรการตรวจสอบภายใน คำแนะนำในการติดต่อขอรับรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ ขั้นตอนการส่งตัวอย่างและรับผลวิเคราะห์ทดสอบแบบคำร้องขอให้ทดสอบวัตถุตัวอย่าง ประกวด/สอบราคาจัดซื้อจัดจ้าง ผลการประกวด/สอบราคาจัดซื้อจัดจ้าง ประมูลขาย/จ้าง รายชื่อผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ทะเบียนสัญญา ขออนุมัติซื้อ สัญญาซื้อขาย ยกเลิกสอบราคาซื้อ สรุปผลการดำเนินงานจัดซื้อ/จัดจ้าง การขายทอดตลาด และการประมูล

สิ่งพิมพ์เผยแพร่อื่นๆ : ได้แก่

- เอกสารวิชาการที่ขอประเมินเพื่อขอแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งของข้าราชการ วศ. (เอกสาร ว.)

- เอกสารเผยแพร่ผลการดำเนินงานของ วศ. เช่น รายงานความก้าวหน้าการถ่ายทอดเทคโนโลยี รายงานสรุปผลการดำเนินงานชุดโครงการ เอกสารแถลงข่าว ฯลฯ

- สิ่งพิมพ์เผยแพร่จากหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องกับงานข้อมูลข่าวสารของราชการ เช่น คู่มือการปฏิบัติงาน ข้อมูลข่าวสารของราชการ คู่มือประชาชนและสิทธิการรับรู้

ข้อมูลข่าวสารของราชการ คำวินิจฉัย เรื่องอุทธรณ์สิทธิประชาชนในกระบวนการยุติธรรม ฯลฯ

การสืบค้นข้อมูลข่าวสารสามารถติดต่อขอรับบริการด้วยตนเองได้ที่ ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. โดยมี บรรณารักษ์บริการช่วยค้นเรื่อง รวมทั้งมีบัญชีรายการและดรชนีข้อมูลข่าวสาร ที่สืบค้นได้ด้วยตนเองได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ศูนย์ยังได้นำข้อมูลเผยแพร่ทางเว็บไซต์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ <http://www.dss.go.th> และเว็บไซต์สำนักหอสมุดฯ ที่ <http://siweb.go.th>

สรุปผลการดำเนินงาน

ความสำเร็จของการดำเนินงานข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ตามตัวชี้วัด

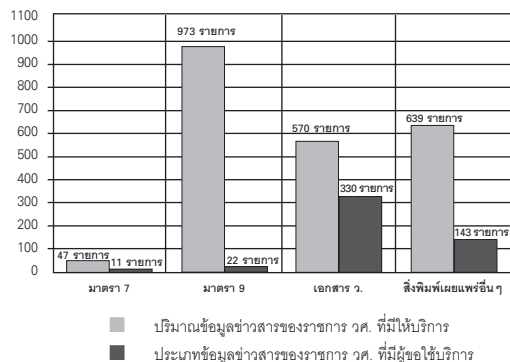
กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดำเนินงานสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด พร้อมให้บริการประชาชนตั้งแต่ปี 2544 เป็นต้นมา และได้มีการจัดทำรายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ประจำปีงบประมาณ “ตามมติที่ 2 ด้านคุณภาพการให้บริการ ตัวชี้วัด 5 ระดับความสำเร็จในการเปิดเผยข้อมูลข่าวสารของราชการ” ตั้งแต่ปี 2550 จนถึงปัจจุบัน ผลการดำเนินงานโดยสรุปได้ดังนี้ แต่งตั้งคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารประจำหน่วยงาน จัดให้มีสถานที่โดยเฉพาะสำหรับประชาชนเข้าตรวจดูข้อมูลข่าวสารจัดส่งข้อมูลข่าวสารตามมาตรา 7 ลงประกาศราชกิจจานุเบกษา จัดให้มีการพิมพ์ข้อมูลข่าวสารส่วนบุคคลลงในราชกิจจานุเบกษาจัดให้มีข้อมูลข่าวสารตามมาตรา 7 และมาตรา 9 ให้ประชาชนเข้าตรวจดู ณ ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. จัดทำบัญชีรายการและดัชนีสืบค้นข้อมูลข่าวสาร จัดแสดงประกวดราคา/สอบราคา และสรุปผลจัดซื้อ/จัดจ้าง ณ ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. และเผยแพร่สรุปผลจัดซื้อจัดจ้างประจำเดือนบนเว็บไซต์ วศ. <http://www.dss.go.th> โดยล่าสุดสำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของราชการ (สขร.) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลการปฏิบัติงานข้อมูลข่าวสารของราชการให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ได้จัดทำลำดับคะแนนการดำเนินงานข้อมูลข่าวสารฯ ของหน่วยงานภาครัฐ

ทั้งหมดเมื่อ ปี 2550 ที่ผ่านมา ออกเป็น 4 ระดับ คือ (ระดับ 1) คะแนนเต็ม 5 มี 24 หน่วยงาน (ระดับ 2) คะแนน 4.0-4.9 มี 84 หน่วยงาน ระดับ (3) คะแนน 3.0-3.9 มี 25 หน่วยงาน (ระดับ 4) คะแนนต่ำกว่า 2.9 มี 8 หน่วยงาน สำหรับกรมวิทยาศาสตร์บริการจัดอยู่ในระดับที่ 2 ถือเป็นลำดับที่น่าพึงพอใจ

ความสำเร็จของการเปิดเผยข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ.

เอกสารที่ให้บริการในงานข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. เป็นเอกสารจำพวกหนังสือราชการ เช่น กฎข้อบังคับ คำสั่ง ประกาศ ระเบียบ มติ ค.ร.ม. และเอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานต่างๆ ซึ่งภารกิจ วศ. มิได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ภาคเอกชน จึงมีผู้มาขอตรวจดูหรือเข้าดูข้อมูลข่าวสารเหล่านี้ ในจำนวนไม่มากซึ่งสำนักหอสมุดฯ ได้ทำการประชาสัมพันธ์ครบถ้วน ตามกระบวนการที่กำหนดในตัวชี้วัด 5 และเพิ่มช่องทางประชาสัมพันธ์อื่นๆ เช่น การจัดทำป้ายประชาสัมพันธ์ปิดประกาศ ณ อาคารต่างๆ ของ วศ. เขียนบทความเผยแพร่อย่างต่อเนื่องบนเว็บไซต์และสื่อสิ่งพิมพ์ วศ. จัดทำเอกสารแผ่นพับ ประกาศโฆษณาลงวารสาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดสนทนาประชา วศ. และจัดนิทรรศการเผยแพร่การบริการของศูนย์ข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ณ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปผลการดำเนินงานของศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ตั้งแต่เริ่มดำเนินงานจนถึงปัจจุบัน

ประเภท / ปริมาณข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ.



ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประชาชนมีโอกาสได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการดำเนินงานต่างๆ ของรัฐ ตามสิทธิอันชอบธรรมเท่าเทียมกัน ตามกฎหมายรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540
2. ประชาชนมีส่วนร่วมในทางการเมือง จากการติดตามการทำงานของรัฐบาล ก่อให้เกิดการพัฒนาสังคมสู่ความเป็นประชาธิปไตย

3. เพิ่มทัศนคติที่ดีแก่ประชาชน ที่มีต่อการปฏิบัติงานของข้าราชการ และหน่วยงานภาครัฐ
4. เกิดความโปร่งใสในการปฏิบัติงานราชการ ผู้สนใจข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. สามารถเยี่ยมชมได้ที่ ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสารของราชการ วศ. ชั้น 5 อาคารหอสมุดฯ ในวันและเวลาราชการ



ศูนย์บริการข้อมูลข่าวสาร
ของราชการ วศ.
ณ อาคารสำนักหอสมุดฯ (ชั้น 5)

ผู้ใช้บริการสามารถค้นด้วยตนเองได้สะดวก

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. **หลักฐานอ้างอิงประกอบตัวชี้วัด 5 ระดับความสำเร็จในการเปิดเผยข้อมูลข่าวสารของราชการ.** กรุงเทพฯ : กรม, 2551. หน้า 1-70.
- ส่วนราชการโปร่งใส. **ไทยรัฐ. [ออนไลน์].** [อ้างถึงวันที่ 11 กันยายน 2551]. เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต <http://www.thairath.co.th>
- สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของราชการ. **คู่มือการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 ของเจ้าหน้าที่ของรัฐ.** กรุงเทพฯ : สำนักงาน, 2548. หน้า 85-90.



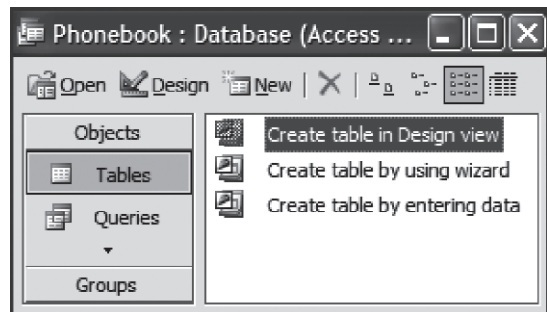
การจัดทำฐานข้อมูลแบบง่ายๆ ด้วยโปรแกรม *Microsoft Access 2003*

พรพรรณ ปานทิพย์อำพร

เมื่อกล่าวถึงคำว่า **ฐานข้อมูล** หลายคนคงคิดว่าเป็นเรื่องที่ยุ้งยากและยังห่างไกลตัวของเรามาก แต่ในความเป็นจริงแล้วมนุษย์เรายู่กับฐานข้อมูลตลอดเวลา โดยที่เราเองอาจจะไม่รู้ตัว ขอยกตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ บัตรประจำตัวประชาชนของแต่ละบุคคลจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อ นามสกุล วันเดือนปีเกิด ที่อยู่ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลรายละเอียดต่างๆ เหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันซึ่งเรียกว่าฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และใช้โปรแกรมประเภทบริหารจัดการฐานข้อมูลมาช่วยในการจัดเก็บ ดูแล เรียกดู และประมวลผลข้อมูล ในบทความนี้จะนำโปรแกรม Microsoft Access มาประยุกต์ทำสมุดโทรศัพท์อิเล็กทรอนิกส์กัน เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการค้นหา ง่ายต่อการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูล โดยมีขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

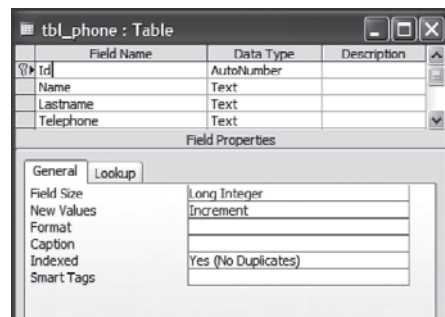
1. คลิก Start / Programs / Microsoft Office / Microsoft Office Access 2003
2. คลิก File / New... / Blank data base...
3. จัดเก็บไฟล์ฐานข้อมูล
 - 3.1 ช่อง File name: Phonebook.mdb
 - 3.2 คลิกปุ่ม
4. สร้างตารางสำหรับเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 1
 - 4.1 คลิกที่ Objects Tables

4.2 ดับเบิลคลิก Create table in Design view



ภาพที่ 1 หน้าต่างแสดงการสร้างตาราง

4.3 สร้างฟิลด์ทั้งหมด 4 ฟิลด์ ดังภาพที่ 2 โดยพิมพ์ชื่อเขตข้อมูล (Field Name) จากนั้นเลือกชนิดของข้อมูลจากช่องชนิดข้อมูล (Data Type) และใส่คำอธิบายเขตข้อมูลในช่องคำอธิบาย (Description) กำหนดให้ฟิลด์ Id เป็น Primary key โดยคลิกเลือกหน้าฟิลด์ Id จากนั้นคลิกปุ่ม



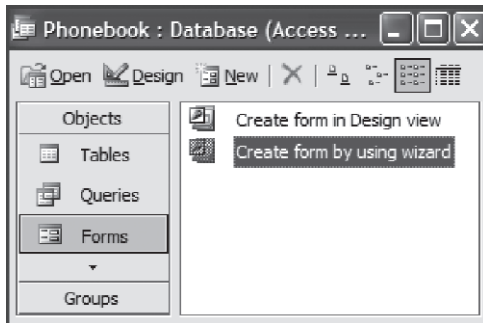
ภาพที่ 2 หน้าต่างแสดงรายละเอียดของฟิลด์

4.4 คลิกที่ปุ่มบันทึก (Save) บนทูลบาร์ หรือใช้คำสั่งบันทึก (Save) จากเมนูแฟ้ม (File) กำหนดชื่อของตารางเป็น tbl_phone ในกรอบโต้ตอบ จากนั้นคลิกที่ปุ่มตกลง (OK) ปิดหน้าต่างตาราง

5. สร้างฟอร์มสำหรับบันทึกและเรียกดูข้อมูลดังภาพที่ 3

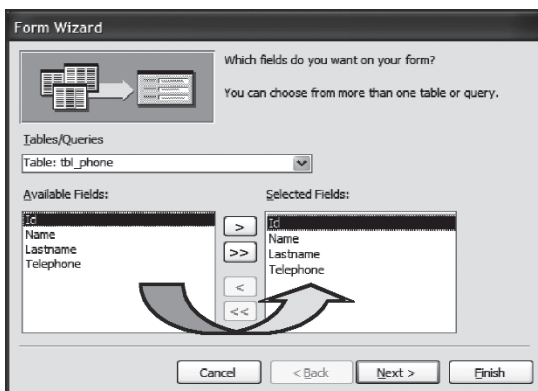
5.1 คลิกที่ Objects Forms

5.2 ดับเบิลคลิก Create form by using wizard



ภาพที่ 3 หน้าต่างแสดงการสร้างฟอร์ม


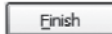
5.3 คลิกปุ่ม  เพื่อเลือกฟิลด์ทั้งหมด จากนั้นคลิกปุ่ม  ดังภาพที่ 4




ภาพที่ 4 หน้าต่างแสดงการเลือกฟิลด์ใส่ลงในฟอร์ม



5.4 คลิกเลือกรูปแบบฟอร์มแบบ Tabular ตามด้วยคลิกปุ่ม 


5.5 คลิกเลือก style แบบ SandStone 

5.6 ตั้งชื่อฟอร์ม Form_phonebook จากนั้นคลิกเลือก Open the form to view  enter Information จากนั้นคลิกปุ่ม 

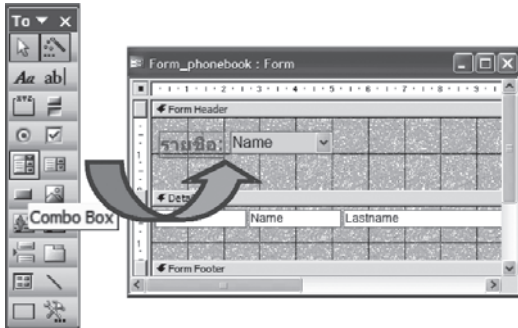
5.7 คลิกที่ปุ่มบันทึก (Save) บนทูลบาร์ หรือใช้คำสั่งบันทึก (Save) จากเมนูแฟ้ม (File) กำหนดชื่อของฟอร์มเป็น Form_phonebook ในกรอบโต้ตอบ จากนั้นคลิกที่ปุ่มตกลง (OK)

5.8 แสดงส่วนของ Form Header ทำได้โดยคลิก  เข้าสู่ Design View จากนั้นคลิกเมนู View ตามด้วยเมนูย่อย Form Header/ Footer นำ Control มาวาง ตามลำดับดังต่อไปนี้

5.8.1 สร้าง Combo Box เพื่อสร้างกล่องข้อความเลือกรายชื่อผู้ใช้โทรศัพท์โดยคลิกปุ่ม Control Wizards  และ Control Combo Box จากกล่องเครื่องมือ Toolbox  ดังภาพที่ 5 จะปรากฏหน้าต่าง Combo Box Wizard


- ♣ คลิกเลือก I want the combo box to look up the values in a table or query. จากนั้นคลิกปุ่ม Next
- ♣ เลือกตาราง tbl_phone จากนั้นคลิกปุ่ม Next
- ♣ คลิกปุ่ม  เพื่อเลือกฟิลด์ Id และ name จากนั้นคลิกปุ่ม Next
- ♣ เรียงลำดับตัวอักษรในฟิลด์ name จากนั้นคลิกปุ่ม Next
- ♣ ทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ Hide key column (recommended) จากนั้นคลิกปุ่ม Next

- ♣ ทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ Remember the value for later use. จากนั้นคลิกปุ่ม Next และ Finish ตามลำดับ

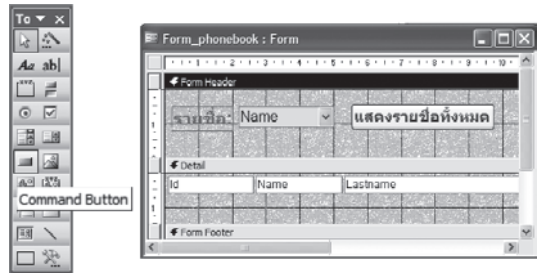


ภาพที่ 5 หน้าต่างแสดงการสร้าง Combo box ลงในฟอร์ม

- ♣ ดับเบิลคลิกที่ช่องหน้า Combo box พิมพ์คำว่า รายชื่อ:
- ♣ คลิกเมาส์ขวาที่กล่อง Combo Box เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab Format ตั้งค่าต่างๆ ดังนี้
 - ◆ Column Count เท่ากับ 2
 - ◆ Column Widths เท่ากับ 0;0.8
 - ◆ List Widths เท่ากับ 0.85
- ♣ คลิกเครื่องหมายกากบาทเพื่อปิดกล่องตั้งค่า Combo box

5.8.2 สร้าง Command Button เพื่อสร้างปุ่มแสดงรายชื่อผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งหมด ดังภาพที่ 6 (ก่อนสร้างให้คลิกปุ่ม  ออกก่อนเป็นการยกเลิกการใช้ Wizard)

- ♣ ดับเบิลคลิกที่ปุ่ม Command Button พิมพ์คำว่า แสดงรายชื่อทั้งหมด



ภาพที่ 6 หน้าต่างแสดงการสร้าง Command Button ลงในฟอร์ม

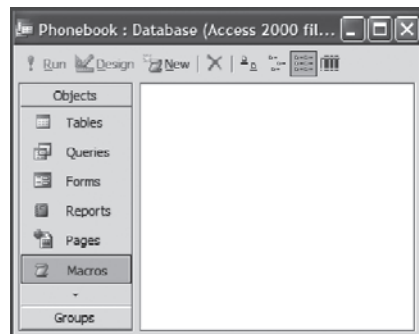
5.8.3 สร้าง Command Button อีก 2 ปุ่มที่ Form Footer เพื่อสร้างปุ่มบันทึกและปุ่มออกจากระบบ ดังภาพที่ 7 จากนั้นคลิกเครื่องหมายกากบาทเพื่อปิดฟอร์ม



ภาพที่ 7 หน้าต่างแสดงการสร้าง Command Button ลงในฟอร์ม

6. สร้าง Macros 4 ชุดสำหรับเก็บบันทึกการทำงานแบบอัตโนมัติ ดังภาพที่ 8

- 6.1 คลิกที่ Objects Macros
- 6.2 คลิก New

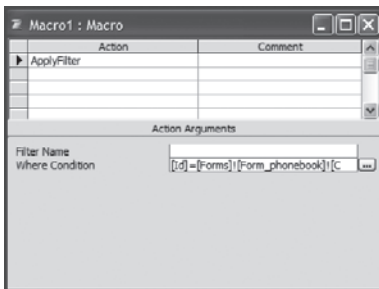


ภาพที่ 8 หน้าต่างแสดงการสร้าง Macros

6.3 กรอกรายละเอียดในแต่ละส่วนดังภาพที่ 9

- Action เลือก ApplyFilter
- Where Condition : [Id]=[Forms]!
[Form_phonebook]![Combo21]

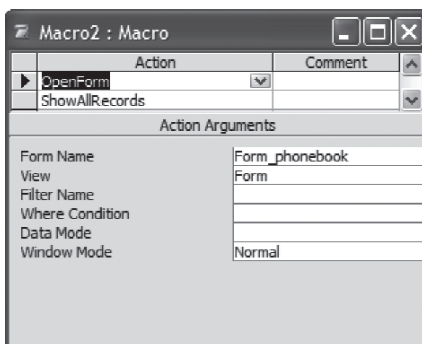
ชื่อของ Combo Box สามารถดูได้จากคลิกเมาส์ขวาที่กล่อง Combo Box เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab All ชื่อจะปรากฏอยู่ที่หัวข้อ Name



ภาพที่ 9 หน้าต่างแสดงการสร้าง Action ของ Macros

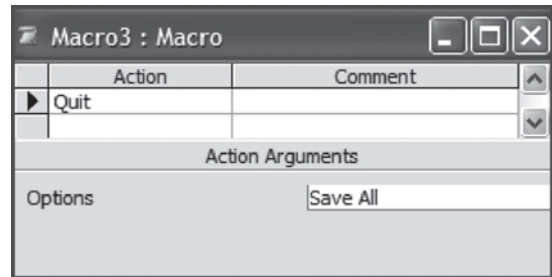
6.4 คลิกปุ่มบันทึก (Save) บนทูลบาร์ หรือใช้คำสั่งบันทึก (Save) จากเมนูแฟ้ม (File) กำหนดชื่อของมาโครเป็น Macro1 ในกรอบโต้ตอบ จากนั้นคลิกที่ปุ่มตกลง (OK) คลิกเครื่องหมายกากบาทเพื่อปิดหน้าต่างสร้าง Macro

6.5 สร้าง Macro2 กรอกรายละเอียดในแต่ละส่วนดังภาพที่ 10



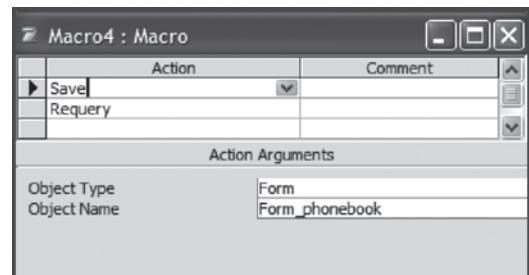
ภาพที่ 10 หน้าต่างแสดงการสร้าง Action ของ Macros

6.6 สร้าง Macro3 กรอกรายละเอียดในแต่ละส่วนดังภาพที่ 11



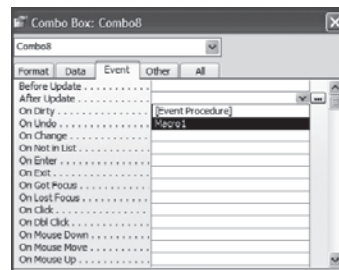
ภาพที่ 11 หน้าต่างแสดงการสร้าง Action ของ Macros

6.7 สร้าง Macro4 กรอกรายละเอียดในแต่ละส่วนดังภาพที่ 12



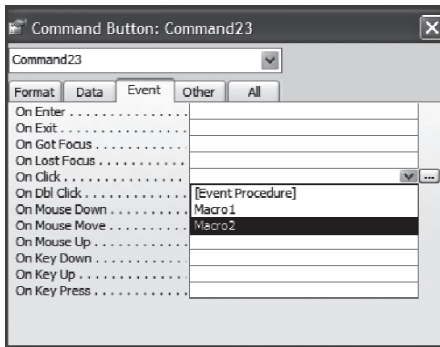
ภาพที่ 12 หน้าต่างแสดงการเลือก Action ของ Macros

6.8 เปิดฟอร์ม Form_phonebook ในมุมมอง Design View คลิกเมาส์ขวาที่กล่อง Combo Box เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab Event คลิกเลือกหัวข้อ After Update จากนั้นเลือก Macro1 ดังแสดงในภาพที่ 13 คลิกเครื่องหมายกากบาทเพื่อปิดหน้าต่าง



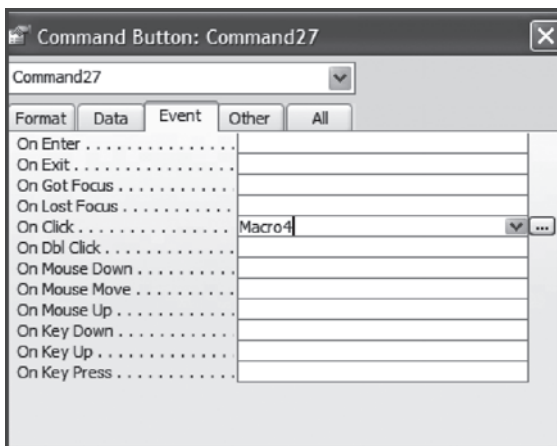
ภาพที่ 13 หน้าต่างแสดงการใส่ Action ของ Macros ให้กับ Combo Box

6.9 คลิกเมาส์ขวาที่ปุ่ม Command Button (แสดงรายชื่อทั้งหมด) เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab Event คลิกเลือกหัวข้อ On Click จากนั้นเลือก Macro2 ดังแสดงในภาพที่ 14 คลิกเครื่องหมายกากบาทเพื่อปิดหน้าต่าง



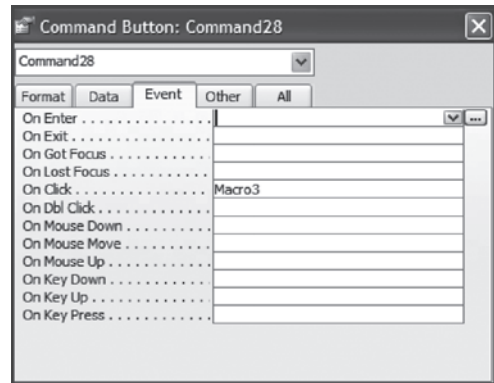
ภาพที่ 14 หน้าต่างแสดงการใส่ Action ของ Macros ให้กับ Command Button

6.10 คลิกเมาส์ขวาที่ปุ่ม Command Button (บันทึก) เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab Event คลิกเลือกหัวข้อ On Click จากนั้นเลือก Macro4 ดังแสดงในภาพที่ 15



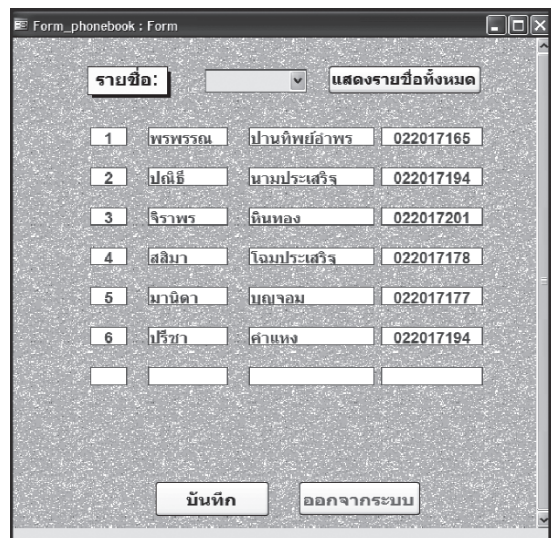
ภาพที่ 15 หน้าต่างแสดงการใส่ Action ของ Macros ให้กับปุ่มบันทึก

6.11 คลิกเมาส์ขวาที่ปุ่ม Command Button (ออกจากระบบ) เลือก Properties จากนั้นคลิกที่ Tab Event คลิกเลือกหัวข้อ On Click จากนั้นเลือก Macro3 ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 หน้าต่างแสดงการใส่ Action ของ Macros ให้กับปุ่มออกจากระบบ

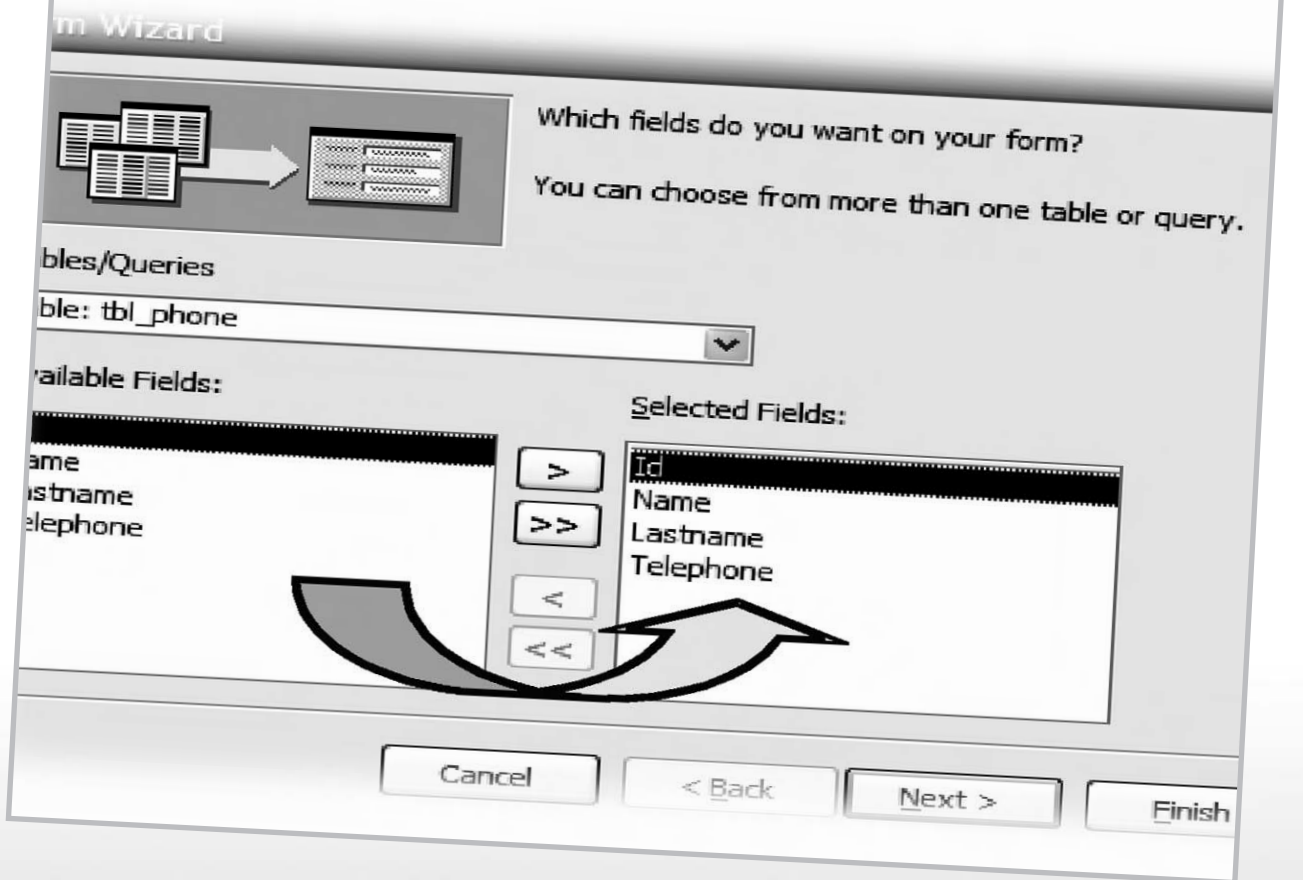
6.12 จะได้ฟอร์มสำหรับกรอกและเรียกดูเบอร์โทรศัพท์ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 หน้าต่างแสดงแบบฟอร์มสำหรับกรอก และเรียกดูข้อมูล

จะเห็นได้ว่าไม่ยากเลยใช่ไหม ลองนำไปประยุกต์ใช้งานกันดู ซึ่งการจัดทำฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Access 2003 ทางสำนักฯ ได้นำมาประยุกต์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลรายชื่อลูกค้า ฐานข้อมูลผู้ประเมิน ฐานข้อมูล

ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ฯลฯ ในการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลเช่นนี้ จะช่วยให้การนำเข้า แก้ไข และเรียกดูข้อมูลเป็นไปอย่างมีระบบ ทำให้เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน



เอกสารอ้างอิง

Access 2003 Help and How-to. [Online] [cite dated 13 January 2552] Available from Internet :<http://office.microsoft.com/en-us/access/FX100646921033.aspx?CTT=96&Origin=CL100570041033>.

สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุข. คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2549.



แนวทางการพิจารณาสารเคมีในผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย REACH

วันดี ลือสายวงศ์

๓ ามที่สหภาพยุโรปได้ประกาศใช้กฎหมายว่าด้วยการจดทะเบียน การประเมิน การอนุญาต และการจำกัดการใช้สารเคมี (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, REACH) ซึ่งเป็นกฎหมายที่ควบคุมการใช้สารเคมี (substances on their own) สารเคมีในเคมีภัณฑ์ (substances in preparation) และสารเคมีในผลิตภัณฑ์ (substances in articles) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2007 ที่ผ่านมา วัตถุประสงค์หลักของกฎหมายนี้เพื่อคุ้มครองสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากความเสียหายต่ออันตรายจากสารเคมี จากการที่สินค้าไทยส่งออกในรูปแบบต่างๆ จึงอาจทำให้ผู้ประกอบการไทยไม่เข้าใจหรือสงสัยว่าต้องดำเนินการอย่างไรเกี่ยวกับกฎหมาย REACH ทั้งนี้เนื่องจากกฎหมายนี้มีเงื่อนไขของการปฏิบัติแตกต่างกันระหว่างสินค้าที่เป็น สารเคมี เคมีภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้ผู้ประกอบการมีแนวทางในการพิจารณาสารเคมีในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาว่ามีสารเคมีที่เข้าข่ายต้องดำเนินการจดทะเบียน (registration) หรือแจ้ง (notification) หรือไม่ บทความนี้จะจึงกล่าวถึงคำนิยามของ สารเคมี เคมีภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย REACH แนวทางการพิจารณาว่าสินค้าเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ ในภาชนะบรรจุเฉพาะหรือผลิตภัณฑ์ และมาตราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีในผลิตภัณฑ์ รวมถึงแหล่งข้อมูลที่คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการไทย

ตามมาตรา 3(1) ของกฎหมาย REACH คำว่า **สารเคมี** (substance) หมายถึง “ธาตุและสารประกอบที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรือที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซึ่งรวมถึงสารเจือปน (additive) ที่ใช้เพื่อเสถียรของสาร และสารปนเปื้อน (impurity) จากกระบวนการผลิต แต่ไม่รวมตัวทำลายที่สามารถแยกออกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อ

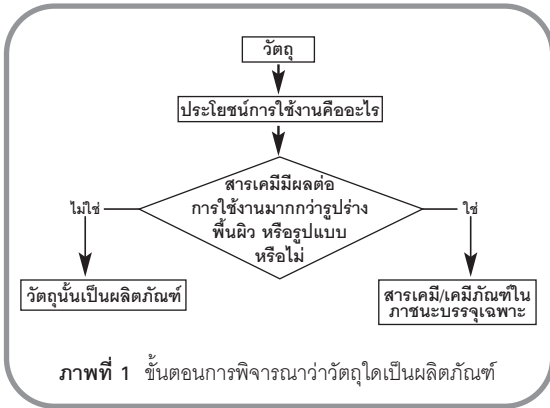
ความเสถียรของสารหรือทำให้องค์ประกอบของสารนั้นเปลี่ยนแปลงไป” เป็นที่น่าสังเกตว่าสารเจือปนตามกฎหมายนี้หมายถึง สารเคมีที่เติมลงไปเพื่อจุดประสงค์ให้สารมีความเสถียรหรือคงสภาพอยู่ได้ (stabilizer) เท่านั้น

สำหรับคำนิยามของ**เคมีภัณฑ์** (preparation) ในมาตรา 3(2) หมายถึง “ของผสมหรือสารละลายที่ประกอบด้วยสารเคมีตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป” ตัวอย่างของเคมีภัณฑ์ เช่น สีต่างๆ ที่เกิดจากการนำสารเคมีมาผสมกันโดยไม่เกิดปฏิกิริยา อีกตัวอย่างของเคมีภัณฑ์ที่น่าสนใจคือ โลหะอัลลอยด์ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม จะถือเป็นเคมีภัณฑ์ตามกฎหมายนี้ แต่เมื่อเหล็กกล้าไร้สนิมถูกนำมาขึ้นรูปเป็นภาชนะต่างๆ จะถือเป็นผลิตภัณฑ์

และคำว่า**ผลิตภัณฑ์** (article) ตามมาตรา 3(3) หมายถึง “วัตถุที่เกิดจากการนำสารเคมีไปผ่านกระบวนการผลิตให้เกิดรูปร่างเฉพาะพื้นผิว หรือรูปร่าง แล้วทำให้เกิดการใช้งานได้เกินกว่าลำพังสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของมันจะทำได้” โดยที่การใช้งานเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตหรือจำหน่ายต้องการให้วัตถุนั้นการใช้งานในรูปแบบนั้นๆ ซึ่งผู้บริโภคก็คาดหวังว่าจะใช้งานวัตถุนั้นในรูปแบบเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตเก้าอี้ที่ทำจากพลาสติกที่มีสีสนสวยงาม การใช้งานที่ผู้ผลิตต้องการจากเก้าอี้คือ การนำไปใช้นั่ง เมื่อผู้บริโภคต้องการซื้อเก้าอี้นี้ก็จะมีจุดประสงค์คือ ซื้อไปสำหรับการนั่งโดยไม่คำนึงถึงว่าเก้าอี้ตัวนี้ประกอบด้วยสารเคมีอะไรบ้าง ดังนั้นการพิจารณาว่าวัตถุใดเป็นผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย REACH จึงเน้นที่หน้าที่มากกว่าองค์ประกอบทางเคมี

ในกรณีของสินค้า การพิจารณาว่าสินค้าใดเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะ (substances/preparations in a container) หรือจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ต้อง

อาศัยเกณฑ์การพิจารณาให้เข้าใจชัดเจนเพื่อป้องกันความเสียหายจากความผิดพลาดในการพิจารณา ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการพิจารณาว่าวัตถุใดเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะหรือผลิตภัณฑ์



ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นกรพิจารณาว่าสินค้าใดเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะหรือผลิตภัณฑ์

1. **สีที่บรรจุในกระป๋องสเปรย์** ดังได้กล่าวมาแล้วว่า สีถูกจัดเป็นเคมีภัณฑ์เนื่องจากการนำสารเคมีมาผสมกัน หากเราพิจารณาสีนี้ตามขั้นตอนในภาพที่ 1 คำถามแรกคือ ประโยชน์การใช้งานคือการนำไปพ่นหรือทาบนสิ่งที่ต้องการ สำหรับคำถามที่ว่า สีมีผลต่อการใช้งานมากกว่ารูปร่างพื้นผิวหรือรูปแบบหรือไม่ คำตอบคือใช่ ดังนั้นสีในกระป๋องสเปรย์จึงถูกจัดเป็นเคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะ นั่นคือถ้าสีไม่อยู่ในรูปกระป๋องสเปรย์ การใช้สีก็ยังสามารถทำได้เพียงแต่อาจจะไม่มีความสะดวกสบาย



ภาพที่ 2 สีที่บรรจุในกระป๋องสเปรย์

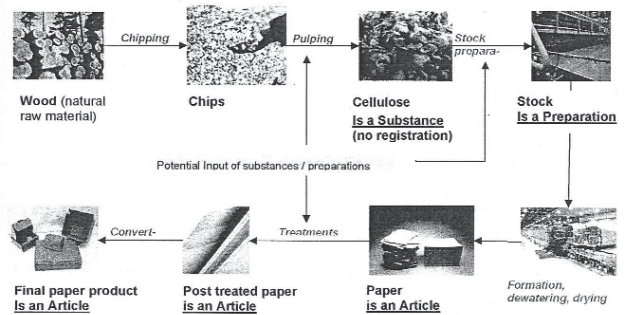
2. **ผงหมึกในภาชนะบรรจุ** (ink cartridge) สำหรับผงหมึกเป็นสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ เมื่อพิจารณาตามภาพที่ 1 คำถามแรกคือ ประโยชน์การใช้งานคือการนำผงหมึกไปใช้เพื่อให้เกิดตัวอักษรหรือภาพบนกระดาษ สำหรับคำถามที่ว่าผงหมึกมีผลต่อการ



ภาพที่ 3 ผงหมึกในภาชนะบรรจุ

ใช้งานมากกว่ารูปร่างพื้นผิวหรือรูปแบบหรือไม่ คำตอบคือใช่ ดังนั้น ผงหมึกในภาชนะบรรจุจึงถูกจัดเป็นเคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะนั่นคือ ภาชนะบรรจุช่วยเรื่องความสะดวกสบายในการให้ผงหมึกออกมาอย่างสม่ำเสมอไม่เลอะเทอะ

3. **ปฏิทินกระดาษ** หากพิจารณากระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งปฏิทิน ขั้นตอนเริ่มจากการนำท่อนไม้มาตัดหรือบดให้เล็กลงจนถึงเป็นเยื่อ (cellulose) เยื่อที่ได้นี้จัดเป็นสารเคมี จากนั้นหากมีการนำเยื่อที่ได้มาผ่านกระบวนการโดยการเติมสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์บางอย่าง เยื่อที่ถูกดัดแปลงนี้สามารถพิจารณาว่าเป็นเคมีภัณฑ์ ซึ่งเมื่อเยื่อนี้ถูกนำมาทำเป็นแผ่นกระดาษ แผ่นกระดาษที่ได้นี้ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ หากแผ่นกระดาษเหล่านี้ถูกเติมแต่งด้วยสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ก็ยังคงถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นการนำกระดาษมาทำเป็นวัตถุรูปแบบต่างๆ ก็ยังคงความเป็นผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 4) กรณีของปฏิทินที่เกิดจากการนำกระดาษมาตัดให้ได้ขนาดที่เหมาะสม พิมพ์ลวดลายหรือภาพ และตัวเลขแสดงวันเดือนปีต่อไป ปฏิทินจึงถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 5) ซึ่งถ้าพิจารณาตามภาพที่ 1 และตอบคำถามตามลำดับประโยชน์ของปฏิทินคือ การบอกวันเดือนปี สำหรับคำถามที่ว่า สารเคมีในปฏิทินมีผลการใช้งานมากกว่ารูปร่างพื้นผิวหรือรูปแบบหรือไม่ คำตอบคือไม่ใช่ ดังนั้นปฏิทินจึงถือเป็นผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4 กระบวนการแปรรูปไม้เป็นผลิตภัณฑ์กระดาษ (Guidance on Requirements for Substances in Articles, European Chemicals Agency, May 2008, pg 90.)



ข่าวทั่วไปใน วิศวกรรมศาสตร์ DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE



▲ **นายปฐม แหยมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำคณะผู้บริหารอบรมโครงการพัฒนาภาวะผู้นำการบริหารจัดการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ไปประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ “โครงการ การบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชุมชน จังหวัดอ่างทอง” พร้อมทั้งบรรยายพิเศษ เรื่อง การประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชุมชนท้องถิ่น พร้อมทั้งมีการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟังปัญหา ข้อคิดเห็นของผู้เข้าร่วมสัมมนา ณ โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง (6-8 ก.พ. 2552)



◀ **นายปฐม แหยมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เปิดศูนย์ข้อมูลข้อสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายกรมวิทยาศาสตร์บริการ ห้องสมุดประชาชนเฉลิมราชกุมารี อำเภอวิเศษชัยชาญ และทอดผ้าป่าหนังสือ พร้อมทั้งอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร การแปรรูปข้าวและผลไม้ และการพัฒนาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาชาววัง ณ ตำบลแสวงหา และตำบลบางเสด็จ จ.อ่างทอง (6 - 8 ก.พ. 52)



◀ **ดร.คุณหญิงกัลยา โสภณพนิช** รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เยี่ยมชมผลงาน แลกง้าว ผลการทดลองตัวอย่างนมโรงเรียน โดยมี นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมในการแลกเปลี่ยน ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตั่ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ (23 ก.พ. 2552)

ข่าวทั่วไปใน วศ. DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE



◀ **ดร.คุณหญิง กัลยา โสภณพนิช** รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เยี่ยมชมผลงานการแปรรูปผลไม้ ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำไปร่วมจัดในนิทรรศการบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในงานนางวรรณดี มหรรณพกุล นักวิทยาศาสตร์ฯ สาธิตการทำเยลลี่มะนาว เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตการเกษตร ให้แก่ผู้เข้าร่วมประชุมฯ ได้รับชม ณ โรงแรมลองบีช จ.เพชรบุรี (9 มี.ค. 2552)

นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ▶ เป็นประธานในการประชุมหารือ เรื่อง “การบูรณาการของกรมวิทยาศาสตร์บริการกับภาคอุตสาหกรรม” โดยมีผู้บริหารจากกรมอุตสาหกรรม และภาคอุตสาหกรรม ร่วมประชุม ณ ห้องประชุม อาคารตึกฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (17 มี.ค. 2552)



◀ **กรมวิทยาศาสตร์บริการ** โดยโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ “กฎระเบียบกับการทดสอบพลาสติกไซเซออร์ และสารปนเปื้อนในอาหาร และผลิตภัณฑ์พลาสติกของสหภาพยุโรป” โดยมีผู้สนใจเข้าร่วมสัมมนาจากภาครัฐและเอกชน ณ ห้องประชุม อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (23 มี.ค. 2552)



◀ **นายปฐม แหยมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำคณะดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว เข้าพบ นายชัยวัฒน์ รອງปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เพื่อรับทราบนโยบายและแผนงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย และร่วมมือทางวิชาการกับกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ประเทศลาว พร้อมทั้งนำชมห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (3 เม.ย. 2552)



◀ **นายปฐม แหยมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำข้าราชการ วศ. รดน้ำขอพรอดีตผู้บริหารกรมวิทยาศาสตร์บริการในงาน วศ. อนุรักษ์วัฒนธรรมไทย รวมสายใยผู้อาวุโส เนื่องในวันผู้สูงอายุ : วันสงกรานต์ ปี 2552 ณ ห้องประชุม อาคารตึกฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (9 เม.ย. 2552)

ข่าวทั่วไปใน วศ. DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE



◀ **นายปฐม แหมมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ นำเสนอบทบาทของกรมวิทยาศาสตร์บริการที่มีต่อ SMEs งานวิเคราะห์ต่างๆ ที่สามารถทำได้รวดเร็วและประหยัด ในงานประชุมสามัญประจำปีของสมาคมเครื่องสำอางไทย ณ โรงแรมธารา กรุงเทพฯ (29 เม.ย. 2552)

นายปฐม แหมมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการและคณะเดินทางไปปฏิบัติราชการ ณ ศูนย์อำนวยการและประสานการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลหูล่อง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีนายปริญญา สักคะนายก ผู้อำนวยการศูนย์ฯ และนายจุฑาธิศ สุขาโต อดีตประธานสภาอุตสาหกรรม จังหวัดนครศรีธรรมราช ให้การต้อนรับและประชุมหารือ ในการส่งเสริมอาชีพให้ราษฎรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง (30 เม.ย. 2552)



▲ **นายปฐม แหมมเกตุ** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการและคณะ เข้าพบนายภาณุ อุทัยรัตน์ ผู้ว่าราชการจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อหารือข้อราชการความต้องการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของจังหวัด ณ ศาลากลางจังหวัดนครศรีธรรมราช (1 พ.ค. 2552)



▲ **โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ** ให้การอบรมเชิงปฏิบัติการในการเรียนการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยา ให้แก่นักศึกษา สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (มี.ค.-พ.ค. 2552)



◀ **กรมวิทยาศาสตร์บริการ** นำผลงานไปร่วมจัดงานนิทรรศการ Thai RoHs ณ อาคารชาร์เลนเจอร์ อิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (4 - 5 มีนาคม 2552) และนิทรรศการพลังงานทางเลือก ณ ฮอลล์ 7 อิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี (5 - 8 เม.ย. 2552)

ข่าวทั่วไปใน วศ. DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE




◀ **นางสุมาลี ทั้งพิทยกุล นางจินตนา ลีกิจวัฒน์และ ดร.มาณฑิลา ลิทธิเดช** นักวิทยาศาสตร์กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมเสวนารายการ คุยกัน... ฉันทวิทย์ เรื่อง “กรมวิทยาศาสตร์บริการเชี่ยวชาญการวิเคราะห์” โดยมี นายวิฑูรย์ นิลดำ เป็นผู้ดำเนินรายการ ณ ห้องโถง อาคารพระจอมเกล้าฯ กระทรวงวิทยาศาสตร์ (14 พ.ค. 2552)



▲ **สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** จัดการเสวนา สุกรี (สุข)... กับ Science เรื่อง หนุนยนต์กับการจัดการสิ่งแวดล้อมน้ำ, English for you, ผลงานวิจัย ทำอย่างไรให้ได้สิทธิบัตร เพื่อให้ความรู้ และประสบการณ์แก่เจ้าหน้าที่ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (มี.ค. - พ.ค. 2552)



▲ **กรมวิทยาศาสตร์บริการ** ร่วมกับ **องค์การบริหารส่วนตำบลท่ากอกแดง และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี** บูรณาการถ่ายทอดเทคโนโลยี หลักสูตร “การผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำและการผลิตเครื่องกรองน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค” ให้แก่ ชุมชน ตำบลท่ากอกแดง อ.เซกา จ.หนองคาย จำนวน 120 ครัวเรือน (18 - 20 พ.ค. 2552)

(ต่อจากหน้า 22)

4. แบตเตอรี่ต่างๆ (ภาพที่ 6) แบตเตอรี่ประกอบด้วยวัสดุที่ไม่เหมือนกัน 2 ชนิด เมื่อต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 2 ขั้วจะเกิดปฏิกิริยาเคมีและให้ความต่างศักย์ออกมา ศักย์ไฟฟ้าที่ได้สามารถทำให้อุปกรณ์ต่างๆ (เช่น กล้องถ่ายภาพ, โทรศัพท์มือถือ และอื่นๆ) ทำงาน สำหรับคำถามที่ว่า สารเคมีในแบตเตอรี่ต่างๆ มีผลการใช้งานมากกว่ารูปร่างพื้นผิวหรือรูปแบบหรือไม่ คำตอบคือไม่ใช่ ดังนั้น แบตเตอรี่ต่างๆ จึงถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่มีสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ด้วย (substance/preparation being (integral) parts of an article) ทั้งนี้ถ้าแยกสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ในแบตเตอรี่ออกมาตัวแบตเตอรี่ก็ไม่สามารถให้ศักย์ไฟฟ้าได้



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์กระดาษในรูปปฏิทิน

ตัวอย่างอื่นๆ และรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติมในการพิจารณาว่าสินค้าใดเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะหรือผลิตภัณฑ์ สามารถ

ศึกษาจากเอกสาร Guidance on Requirements for Substances in Articles ที่ European Chemicals Agency หรือ ECHA ได้จัดทำไว้ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ฟรี



ภาพที่ 6 แบตเตอรี่รูปแบบต่างๆ

เหตุที่ต้องพิจารณาว่าสินค้าเป็นเคมีภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ เพราะกฎหมาย REACH กำหนดระเบียบที่ต้องดำเนินการต่างกันคือ หากสินค้าเป็นเคมีภัณฑ์ผู้นำเข้าต้องจดทะเบียนสารเคมีในเคมีภัณฑ์ทุกชนิดที่มีปริมาณรวมที่นำเข้าตลาดสหภาพยุโรปตั้งแต่ 1 ตัน ต่อปี ต่อรายละเอียดของการจดทะเบียนสามารถศึกษาจากแหล่งข้อมูลหรือเอกสารที่เกี่ยวกับกฎหมาย REACH แต่หากสินค้าเป็นผลิตภัณฑ์ สารเคมีในผลิตภัณฑ์อาจต้องมีการจดทะเบียน หรือจัดแจ้ง ตามกฎหมาย REACH มาตรา 7 เรื่องการจดทะเบียนและการจัดแจ้งสารเคมีในผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้ให้เกณฑ์การพิจารณาการจดทะเบียนและการจัดแจ้งสารเคมีในผลิตภัณฑ์ว่า ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องจดทะเบียนสารเคมีที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ตามมาตรา 7(1) เมื่อมีสารเคมีนั้นอยู่ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ปริมาณมากกว่า 1 ตัน ต่อปี ต่อผู้ผลิต หรือต่อผู้นำเข้า และสารเคมีในผลิตภัณฑ์มีการแพร่กระจายออกมาโดยจงใจขณะใช้งานตามสภาวะปกติหรือสภาวะที่คาดคะเนได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งการยื่นจดทะเบียนต้องเสียค่าธรรมเนียมตามที่กำหนด ส่วนมาตรา 7(2) ระบุว่าผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องจัดแจ้ง ถ้าหากสารเคมีนั้นเข้าข่ายมาตรา 57 และมีการกำหนดรายการสารเคมีเหล่านี้ไว้ตามมาตรา 59(1) รวมทั้งอยู่ในเงื่อนไขที่ว่าสารเคมีนั้นอยู่ในผลิตภัณฑ์ในปริมาณรวมมากกว่า 1 ตัน ต่อปี ต่อผู้ผลิต หรือต่อผู้นำเข้า และสารเคมีนั้นอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก สำหรับข้อมูลที่ต้องจัดแจ้งตามมาตรา 7(4) คือ ชื่อและรายละเอียดสำหรับการติดต่อของผู้ผลิตหรือผู้นำเข้า เลขที่ทะเบียน (ถ้ามี) รายละเอียดของสารเคมี การจำแนกประเภทของสารเคมี โดยการจัดแจ้งจะเริ่มบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2011 และต้องจัดแจ้งสารเหล่านี้นับจากวันที่สารนั้นถูกระบุใน candidate list ภายใน 6 เดือน

สารเคมีตามมาตรา 57 คือสารเคมีที่จะถูกรวมอยู่ในภาคผนวก XIV เป็นสารเคมีที่ถูกจำแนกตามเกณฑ์ว่าเป็นสารเหล่านี้

- สารก่อมะเร็ง
- สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์

- สารพิษต่อระบบสืบพันธุ์
- สารเคมีที่ตกค้างยาวนาน สะสมได้ในสิ่งมีชีวิต และเป็นพิษ
- สารเคมีที่ตกค้างยาวนานมาก และสะสมได้ดีมากในสิ่งมีชีวิต

สำหรับมาตรา 59 (1) เป็นการกำหนดรายการสารเคมีที่มีคุณสมบัติเข้าเกณฑ์ตามมาตรา 57 เพื่อทำเป็นรายการสารเคมี (candidate list) ที่สุดท้ายจะถูกรวมไว้ในภาคผนวก XIV เดือนตุลาคม 2008 ที่ผ่านมามีการประกาศสารเคมีที่อยู่ในบัญชีนี้แล้ว 15 สาร (ตารางที่ 1) ซึ่งเป็นสารเคมีที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของ Substances of Very High Concern (SVHC) นอกจากการจดทะเบียนและการจัดแจ้งสารเคมีในผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย REACH ในมาตรา 33 ผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ ยังมีหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลสารเคมีในผลิตภัณฑ์แก่ผู้ซื้ออย่างเพียงพอเพื่อให้มี

การใช้ผลิตภัณฑ์ด้วยความปลอดภัย ข้อมูลดังกล่าวต้องให้โดยไม่คิดมูลค่าภายใน 45 วันหากมีการร้องขอ ตัวอย่างการพิจารณาสารเคมีในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่อาจต้องมีการจดทะเบียนหรือจัดแจ้งสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเอกสาร Guidance on Requirements for Substances in Articles

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องสารเคมีและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย REACH สามารถสืบค้นจากเว็บไซต์ต่างๆ เช่น เว็บไซต์ของ European Chemicals Agency ที่ <http://ecb.jrc.it> เว็บไซต์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่มีข้อมูลภาษาไทยที่ <http://siweb.dss.go.th/reachcoach> และ <http://siweb.dss.go.th/reach> หรือเว็บไซต์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับหน่วยข้อเสนอเทคโนโลยีอันตรายและความปลอดภัย ศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ <http://www.chemtrack.org/ReachWatch>

ตารางที่ 1 แสดงสารเคมีในกลุ่ม Substances of Very High Concern (SVHC)

No.	Substance Name	CAS No.	EC No.
1	Anthracene	120-12-7	204-371-1
2	4,4'- Diamino diphenylmethane (MDA)	101-77-9	202-974-4
3	Dibutyl phthalate (DBP)	84-74-2	201-557-4
4	Benzyl butyl phthalate (BBP)	85-68-7	201-622-7
5	Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	117-81-7	204-211-0
6	5-tert-butyl-2,4,6-trinitro-m-xylene (musk xylene)	81-15-2	201-329-4
7	Hexabromo cyclododecane (HBCDD)	25637-99-4	247-148-4
8	Alkanes, C10-C13, chloro (short chain chlorinated paraffins)	85535-84-8	287-476-5
9	Bis (tributyltin) oxide	56-35-9	200-268-0
10	Cobalt dichloride	7546-79-9	231-589-4
11	Diarsenic pentoxide	1303-28-2	215-116-9
12	Diarsenic Trioxide	1327-53-3	215-481-4
13	Triethyl Arsenate	15606-95-8	427-700-2
14	Lead hydrogen arsenate	7784-40-9	232-064-2
15	Sodium dichromate	7789-12-0	-

บทสรุป

บทความนี้กล่าวถึงแนวทางการพิจารณาว่าสินค้าเป็นสารเคมี/เคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุเฉพาะหรือผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย REACH และมาตราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีในผลิตภัณฑ์ ซึ่งคาดว่าจะป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อผู้ประกอบการไทยเพื่อสามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาว่า สินค้าของตนจัดอยู่ในกลุ่มของเคมีภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมา มีสารเคมีที่เข้าข่ายที่ต้องจดทะเบียนหรือจดแจ้งหรือไม่ สำหรับผู้ประกอบการไทยที่มีการรวบรวมรายละเอียดข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อย่างละเอียดครบถ้วน จะทำให้ทราบว่า

การซื้อสารเคมีอะไรเข้ามาใช้ในปริมาณเท่าไร และในผลิตภัณฑ์สุดท้ายอาจมีสารเคมีอะไรเหลืออยู่บ้าง การมีข้อมูลเหล่านี้ประกอบกับการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม จะทำให้ทราบว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการจดทะเบียนหรือจดแจ้งสารเคมีใดๆ ในผลิตภัณฑ์ของตนเอง

ปัจจุบันสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการได้มีการติดตามศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกฎหมาย REACH ขณะที่ห้องปฏิบัติการทดสอบบางส่วนได้มีการเตรียมความพร้อมในการเพิ่มศักยภาพของห้องปฏิบัติการในการทดสอบสารเคมีบางรายการที่คาดว่าจะป็นสารเคมีที่ใช้กันนในปริมาณมากในผลิตภัณฑ์ส่งออกของไทย

เอกสารอ้างอิง

European Chemicals Agency (ECHA). **Guidance on requirements for substances in articles**. [Online] [cite dated 25 July 2008] Available from Internet : http://guidance.echa.europa.eu/docs/guidance_document/articles_en.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย. **ระเบียบ REACH ฉบับภาษาไทย**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย 2550. หน้า L 396/53-54, L 396/ 63-66, L 396/113, L 396/141-148.

ณภัทร คุณาจิตพิมล, รดาวรรณ ศิลปะโภชากุล และวราพรรณ ด้านอุตรา. **แบบเรียนเร็วเรื่อง REACH**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550. 48 หน้า.

$$t = \frac{b - \beta}{S_b}$$



ความไม่แน่นอนของการวัดจากกราฟมาตรฐาน

อนุสิทธิ์ สุขม่วง

บทคัดย่อ

ค่าความไม่แน่นอนของการวัดเป็นพารามิเตอร์ที่แสดงช่วงของค่าที่วัดได้ เป็นปริมาณที่จำเป็นในการรายงานผลการวัด เนื่องจากเป็นค่าที่ต้องใช้ในการตัดสินใจหรือตัดสินใจผลการวัดด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการคำนวณ ค่าความไม่แน่นอนของการวัด จะต้องนำความไม่แน่นอนจากแหล่งต่างๆ มาคำนวณให้ครบถ้วน และใช้หลักการทางสถิติให้ถูกต้อง ความไม่แน่นอนจากกราฟมาตรฐาน (calibration curve) เป็นแหล่งหนึ่งที่สำคัญ แนวทางในการคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากกราฟมาตรฐาน เริ่มต้นจากการสร้างสมการของกราฟมาตรฐาน ทดสอบความเหมาะสมของสมการที่จะนำไปใช้วัด การหาความคลาดเคลื่อนของสมการ ความคลาดเคลื่อนของความชันและความคลาดเคลื่อนจุดตัดแกน Y การคำนวณค่าความไม่แน่นอนจากกราฟมาตรฐานมีสองแบบ คือ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของ Y จากค่า X และ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของ X จากค่า Y ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ในการคำนวณมีค่าต่างๆ มากมาย สามารถนำไปโปรแกรมสำเร็จรูป Excel มาใช้ เพื่อความสะดวกถูกต้อง และรวดเร็ว

คำนำ

เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้วัดผลการวิเคราะห์ จะแสดงผลลัพธ์เป็นสัญญาณในรูปแบบฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ต่างๆ กัน เช่น แบบเส้นตรง แบบเส้นโค้ง หรือแบบลอการิทึม ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสิ่งที่ถูกวัด และหลักการทางทฤษฎีของการวัด กราฟมาตรฐานเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณจากเครื่องมือวัดกับความเข้มข้น หรือปริมาณของสารมาตรฐาน การสร้างกราฟมาตรฐานที่เหมาะสมทำให้สามารถนำไปใช้วัดปริมาณสาร

ในตัวอย่างที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง ใช้ได้ และมีความน่าเชื่อถือ ค่าความไม่แน่นอนจากกราฟมาตรฐานเป็นแหล่งของความไม่แน่นอนหนึ่ง ที่นำไปคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัด ในบทความนี้จะกล่าวถึงกราฟมาตรฐานที่เป็นเส้นตรง

การสร้างสมการของกราฟมาตรฐาน ที่เป็นสมการเชิงเส้น

$$y = a + bx \quad (1)$$

a คือค่า y-intercept ของเส้นตรง

b คือค่า slope ของเส้นตรง

โดยที่
$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (2)$$

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

$$S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (3)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า

ในกระบวนการวัดทางวิทยาศาสตร์จะมีความไม่แน่นอนของผลการวัดเกิดขึ้นได้จากหลายๆ ปัจจัย การวัดค่าโดยใช้กราฟมาตรฐาน ค่าที่ได้จากตัวอย่างเป็นค่าสถิติที่จะนำไปประมาณค่าของประชากรทั้งหมด ความคลาดเคลื่อนย่อมเกิดขึ้น ทั้งจากสมการที่สร้างจากข้อมูลตัวอย่าง การใช้ค่าความชัน และค่าตัดแกน Y การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความชัน และค่าตัดแกน Y จะใช้ค่า Residual Standard deviation, S_R ซึ่งวัดการกระจายของข้อมูลรอบเส้นถดถอย สำหรับค่า x แต่ละค่า และวัดการกระจายในแนวแกน y เป็นค่าเริ่มต้น ดังสมการ

$$\text{Residual Standard deviation } S_R = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 2}} \quad (4)$$

Standard deviation of slope $s_b = \frac{s_R}{\sqrt{S_{xx}}}$ (5)

Standard deviation of intercept $s_a = s_R \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{nS_{xx}}}$ (6)

วิธีการวัดค่า เมื่อนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้วัดค่า มี 2 ลักษณะที่ต่างกัน

1. Direct Calibration เป้าหมายคือการวัดค่า y สิ่งที่ต้องการหาคือความคลาดเคลื่อนของ y, จากปริมาณนำเข้า x จากสมการความสัมพันธ์ $y = a + bx$ ให้ K เป็นจำนวนสารละลายมาตรฐานที่สร้างกราฟ และ จาก Rules of uncertainty propagation

ได้ $S_{y_o} = s_R \sqrt{\frac{1}{K} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}}}$ (7)

2. Indirect Calibration เป้าหมายคือการวัดค่า x สิ่งที่ต้องการหาคือความคลาดเคลื่อนของ x, S_{x_o} จากปริมาณนำเข้า y

จากสมการความสัมพันธ์ $x = (y-a)/b$ และ จาก Rules of uncertainty propagation

● กรณี วัดค่า x ครั้งเดียว

$S_{x_o} = \frac{s_R}{b} \sqrt{1 + \frac{1}{K} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}}}$ (8)

● กรณี วัดค่า x จำนวน m ครั้ง และใช้ค่าเฉลี่ยของ x

$S_{x_o} = \frac{s_R}{b} \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{K} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S_{xx}}}$ (9)

ช่วงความเชื่อมั่นของ x ใด ๆ

$x = x_o \pm t_{(n-2)} S_R$ (10)

ทดสอบความเหมาะสมของสมการ

การทดสอบว่าสมการเชิงเส้นที่ได้มีความเหมาะสม และสามารถนำไปประเมินค่าของประชากรได้นั้น ต้องทดสอบความเป็นเส้นตรง โดยใช้ t-test และทดสอบความเหมาะสมทั้งความใช้ได้ และความน่าเชื่อถือโดยใช้ F-test

1. ทดสอบโดย t-test

$H_0 : \beta = 0$

$H_1 : \beta \neq 0$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$t = \frac{b - \beta}{s_b}$, โดยที่ β เป็นค่า Slope ของประชากร

$df = n-2, t_{crt} = 2.571$

$t_{cal} > t_{crt}$ การทดสอบมีนัยสำคัญ แสดงว่าสมการเชิงเส้นนี้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

2. ทดสอบโดย F-test

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$F = \frac{MSR}{MSE}$ ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนของ regression เปรียบเทียบกับความแปรปรวนของ error

ให้ SST : Sum of squares total

SSR : Sum of squares regression

SSE : Sum of squares error

$SST = SSR + SSE$

$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2, SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$

ในแต่ละ sum of squares เมื่อหารด้วย df ของแต่ละตัว จะได้ค่าความแปรปรวน ดังนี้

$MST = SST/n-1, MSR = SSR/k,$

$MSE = SSE/n-k-1$

ปฏิเสธสมมติฐานเมื่อ ค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ

ตัวอย่าง การหาปริมาณ Fluorescein โดยใช้กราฟมาตรฐานที่วัดสารละลายมาตรฐาน Fluorescein โดยใช้เครื่อง Fluorescence spectrometer ได้ผล ดังนี้

Fluorescence intensities:	2.1	5.0	9.0	12.6	17.3	21.0	24.7
Concentration, pg/mL	0	2	4	6	8	10	12

จงคำนวณหาค่าความไม่แน่นอนของ x_0 เมื่อวัดค่า intensities ได้ 2.9 pg/mL

$$S_{x_0} = \frac{0.4329}{1.93} \sqrt{1 + \frac{1}{7} + \left(\frac{2.9 - 13.1}{112}\right)^2}$$

$$= 0.264 \quad \text{จากสมการ (8)}$$

วิธีทำ 1. หาความชัน (b) และจุดตัดแกน Y (a) โดยใช้สมการ (2) และ (3) ได้ค่า

$$b = 1.93, a = 1.52$$

2. คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของค่า x ในแนวแกน y (S_R) ค่าความคลาดเคลื่อนของความชัน (S_b) และความคลาดเคลื่อนของจุดตัดแกน y (S_a)

$$S_R = \sqrt{0.9368/5} = \sqrt{0.18736} = 0.4329 \quad \text{จากสมการ (4)}$$

$$S_b = 0.4329 / \sqrt{112} = 0.4329 / 10.58 = 0.0409$$

จากสมการ (5)

$$S_a = 0.4329 / \sqrt{\frac{364}{7 \times 112}} = 0.2950$$

จากสมการ (6)

เมื่อ $y_0 = 2.9,$

$$x_0 = (2.9 - 1.52) / 1.93 = 0.716 \text{ pg/mL}$$

จากสมการ (1)

$$S_{xx} = 112.0, K = 7, \text{ วัดค่าครั้งเดียว}$$

3. คำนวณหาช่วงความเชื่อมั่น 95% จากสมการ (10)

$$t_{0.025} = 2.571, df = 7 - 2 = 5$$

$$= 0.716 \pm 2.571 * 0.264$$

$$= 0.716 \pm 0.68 \text{ pg/mL}$$

ความเข้มข้นของ Fluorescein ที่วัดจากกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ $0.716 \pm 0.68 \text{ pg/mL}$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวัด Fluorescein ที่ความเข้มข้น 0.716 pg/mL มีค่าความไม่แน่นอนจากกราฟมาตรฐาน $\pm 0.264 \text{ pg/mL}$ เป็นข้อมูลที่น่าไปใช้เป็นค่าความไม่แน่นอนของการวัด Fluorescein

เนื่องจากในการคำนวณค่าจะประกอบด้วยตัวเลขจำนวนมาก เพื่อความสะดวก และป้องกันความผิดพลาดสามารถใช้สูตร และฟังก์ชันใน Excel คำนวณค่าได้ ดังภาพที่ 1

	x_i	y_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	x^2	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	Predicted y	Residual ²	SSR
									$\hat{y} = a + bx$	$(y - \hat{y})^2$	$(\hat{y} - \bar{y})^2$
	0	2.1	-6.0	36.0	-11.0	121.00	0.00	66.00	1.518	0.339	134.146
	2	5	-4.0	16.0	-8.1	65.61	4.00	32.40	5.379	0.143	59.620
	4	9	-2.0	4.0	-4.1	16.81	16.00	8.20	9.239	0.057	14.905
	6	12.6	0.0	0.0	-0.5	0.25	36.00	0.00	13.100	0.250	0.000
	8	17.3	2.0	4.0	4.2	17.64	64.00	8.40	16.961	0.115	14.905
	10	21	4.0	16.0	7.9	62.41	100.00	31.60	20.821	0.032	59.620
	12	24.7	6.0	36.0	11.6	134.56	144.00	69.60	24.682	0.000	134.146
sum=	42.0	91.7	0.0	112.0	0.0	418.3	364.0	216.2	0.9368	0.9368	417.343
average=	6.0	13.1									
K=	7	7									
m=	1										
Slope(b)=	1.9304			$S_R = 0.4328$							
Intercept (a)=	1.5179				$S_b = 0.0409$						
										$S_a = 0.2949$	

ภาพที่ 1 แสดงแผ่นคำนวณโดยใช้โปรแกรม Excel

นอกจากนั้น ยังสามารถใช้ Data analysis ของ Excel โดยเลือกจากเมนู Tools -> Data analysis -> regression คำนวณค่า เพื่อประมวลผลต่อไปได้ ดังภาพที่ 2

ซึ่งจะเห็นว่า

เซลล์ B17 คือ ค่า a เซลล์ B7 คือ ค่า S_R

เซลล์ B18 คือ ค่า b เซลล์ C17 คือ ค่า S_a

เซลล์ B18 คือ ค่า S_b

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	SUMMARY OUTPUT								
2									
3	<i>Regression Statistics</i>								
4	Multiple R	0.99888							
5	R Square	0.99776							
6	Adjusted R Square	0.99731							
7	Standard Error	0.43285							
8	Observations	7							
9									
10	ANOVA								
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
12	Regression	1	417.3432	417.3432	2227.5276	0.0000			
13	Residual	5	0.9368	0.1874					
14	Total	6	418.28						
15									
16		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
17	Intercept	1.518	0.295	5.146	0.004	0.760	2.276	0.760	2.276
18	xi	1.930	0.041	47.197	0.000	1.825	2.035	1.825	2.035

ภาพที่ 2 แสดงผลการประมวลผล จาก Data analysis ในโปรแกรม Excel

ผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการ

1. ทดสอบความเป็นเส้นตรง โดย t-test

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t โดยที่

$$df = n-2, t_{crt} = 2.571$$

$$t_{cal} = \frac{1.9303-0}{0.0409}$$

$$t_{cal} = 47.1966$$

$t_{cal} > t_{crt}$ การทดสอบมีนัยสำคัญ แสดงว่าสมการเชิงเส้นนี้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

2. ทดสอบความเหมาะสมทั้ง ความใช้ได้ และความน่าเชื่อถือ ทดสอบโดย F-test

ผลจากการคำนวณในภาพที่ 2 เซลล์ E12 ได้ค่า $F_{cal} = 2,227.528$ ซึ่งมากกว่าค่าวิกฤติ $F_{crt} = 6.608$ หรือ p-value ในเซลล์ F12 มีค่าน้อยกว่า 0.025 แสดงว่าสมการ

เชิงเส้นนี้มีความใช้ได้ และมีความน่าเชื่อถือ เหมาะสมที่จะใช้ในการประเมินค่าต่อไป

จากตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าสามารถคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากปัจจัยความไม่แน่นอนอื่นเนื่องมาจากกราฟมาตรฐานได้ โดยใช้หลักทางสถิติ และโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณ ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงาน และสามารถตรวจสอบถึงความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ โดยเหมาะสมทั้งความใช้ได้ และความน่าเชื่อถือ

ผู้ที่สนใจเรื่องการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัด สามารถเข้ารับการฝึกอบรมจากหลักสูตร การคำนวณค่าทางสถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบ และหลักสูตร ความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี ซึ่งจัดโดยสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

EURACHEM/ CITAC. Guide: Quantifying uncertainty in analytical measurement. [Online] [cite dated 10 January 2009]
Available from Internet : <http://www.chem.utoronto.ca/coursenotes/analisi/StatsTutorial/ErrRegr.html>

European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories (EUROLAB). Guide to the evaluation of measurement uncertainty for quantitative tests results. Eurolab documents; Technical reports August, No. 1/2006 [Online] [cite dated 10 January 2009] Available from Internet : http://www.eurolab.org/docs/technical%20report/EL_11_01_06_387%20Technical%20report%20%20Guide_Measurement_uncertainty.pdf

Miller, James N. ; and Miller, Jane C. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4th edition, Dorchester, Dorset : Dorset, 1999.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการคำนวณค่าทางสถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบ**. 15-16 มกราคม 2552, กรุงเทพมหานคร : สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ, 2552.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. **เอกสารประกอบการบรรยาย การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551.



การใช้ได้ของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ในตัวอย่างน้ำ

นิตยา นฤภัทร

บทคัดย่อ

ค่าความเป็นกรด-เบส แสดงด้วยพีเอช จัดเป็นคุณลักษณะทางเคมีที่สำคัญของน้ำ การวัดค่าความเป็นกรด-เบส เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่มีความใช้ได้ กล่าวคือมีความแม่นยำและความเที่ยง มีสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ ความสอบกลับได้ของผลการวัด (traceability) โดยจัดให้มีการสอบเทียบพีเอชมิเตอร์ และใช้สารมาตรฐานที่สอบกลับได้ไปยังหน่วย SI มีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (method validation) โดยจัดทำคุณลักษณะเฉพาะที่แสดงคุณสมบัติของวิธีทดสอบ ได้แก่ ความเอนเอียง (bias) ความเที่ยง (precision) และช่วงการทดสอบ (range) และมีการประมาณค่าความไม่แน่นอนของผลการวัด (uncertainty of measurement) ไว้ด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีการควบคุมคุณภาพระหว่างการทดสอบด้วย โดยจัดให้มีการทดสอบตัวอย่างควบคุมที่เหมาะสมพร้อมกับตัวอย่างในแต่ละชุด (batch)

คำนำ

ในโลกยุคปัจจุบัน ผลการวัดจากห้องปฏิบัติการถือได้ว่ามีส่วนสำคัญในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ เช่น การดำเนินคดี อ่างอิง ฟ้องร้อง ปัญหาด้านความปลอดภัย สุขภาพ แนวทางในการรักษาทางการแพทย์ การตรวจสอบว่าวัตถุและผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดคุณลักษณะหรือไม่ เป็นต้น ผลการวัดที่นำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในเรื่องเหล่านี้ ต้องมีความน่าเชื่อถือ คือ มีความแม่นยำ และความเที่ยง ซึ่งต้องได้มาจากห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางเทคนิคและการตรวจสอบความใช้ได้ของผลการวัด ในที่นี้ขอกล่าวถึง ผลการวัดค่าความเป็นกรด-

เบสในตัวอย่างน้ำ ซึ่งได้แก่ น้ำดื่ม น้ำธรรมชาติ น้ำผ่านกรรมวิธี น้ำใช้ในอุตสาหกรรม น้ำทิ้ง และน้ำเสีย

ค่าความเป็นกรด-เบส แสดงด้วยพีเอชจัดเป็นคุณลักษณะทางเคมีที่สำคัญของน้ำ มีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเคมี หรือชีวภาพของกระบวนการนั้น ๆ ค่าพีเอชมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลาย ดังแสดงในสมการ

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

เมื่อ $[\text{H}^+]$ คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน หน่วยเป็นโมลลิตร

น้ำที่มีความเป็นกรดจะมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 (มีค่า $[\text{H}^+]$ มากกว่า 10^{-7}) น้ำที่มีความเป็นเบสจะมีค่าพีเอชมากกว่า 7 (มีค่า $[\text{H}^+]$ น้อยกว่า 10^{-7}) ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ

ผลการวัดที่มีความใช้ได้แสดงได้จากผลการทดสอบที่มีความแม่นยำ ซึ่งพิจารณาจากความเอนเอียง และความเที่ยง การวัดค่าความเป็นกรด-เบสในตัวอย่างน้ำให้มีความใช้ได้ของผลการวัด สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ ความสอบกลับได้ และค่าความไม่แน่นอนของผลการวัด รวมทั้งการควบคุมคุณภาพระหว่างการทดสอบห้องปฏิบัติการสามารถจัดทำความใช้ได้ของผลการวัดโดยทำตามขั้นตอนต่อไป นี้ คือ กำหนดสิ่งที่ต้องกรวัดได้แก่ ตัวอย่างที่จะทำการทดสอบ ช่วงการวัด และค่าความไม่แน่นอนของผลการวัดโดยใช้ข้อมูลจากวิธีมาตรฐานมาเป็นแนวทางในการกำหนด จากนั้นเลือกวิธีทดสอบ จัดหาสารมาตรฐานอ้างอิงรับรอง (certified reference material, CRM) ที่มีเนื้อสารเหมือนหรือใกล้เคียงกับตัวอย่างทดสอบ เช่น สารมาตรฐานอ้างอิงรับรองน้ำธรรมชาติ จัดหาสารละลาย

บัฟเฟอร์มาตรฐานอ้างอิงรับรอง หรือสารมาตรฐานอ้างอิง (reference material) ที่มีค่าพีเอชครอบคลุมช่วงการทดสอบที่สอบกลับได้ไปยังหน่วย SI จัดให้มีการสอบเทียบเพื่อมิเตอร์อิเล็กโทรด และเทอร์โมมิเตอร์ หรือหัววัดอุณหภูมิ (NTC temperature probe) แล้วดำเนินการจัดทำคุณลักษณะเฉพาะที่แสดงคุณสมบัติของวิธีทดสอบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ โดยต้องทดสอบความเอนเอียง (bias) ความเที่ยง (precision) และช่วงใช้งานที่เหมาะสม (range) โดยบุคลากรที่มีความสามารถผ่านการฝึกอบรมและการประเมินความสามารถ และ

หากไม่สามารถทดสอบตัวอย่างทันที ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบว่าจะสามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้เป็นระยะเวลาเท่าใดโดยที่ค่าความเป็นกรด-เบส ไม่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญหลังจากตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบแล้ว เมื่อนำวิธีทดสอบมาใช้ในการทดสอบตัวอย่างต้องมีการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบด้วย บทความนี้ขอกล่าวถึงรายละเอียดในเรื่อง การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ การประมาณค่าความไม่แน่นอนของผลการวัด และการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบค่าความเป็นกรด-เบสในตัวอย่างน้ำ

คุณลักษณะเฉพาะที่แสดงคุณสมบัติของวิธีทดสอบ ได้แก่

1. การทดสอบความเอนเอียง (bias study)

ความเอนเอียง หาได้จากผลต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดกับค่าอ้างอิงสามารถทดสอบโดยใช้สารมาตรฐานอ้างอิงซึ่งได้แก่สารมาตรฐานอ้างอิงรับรองน้ำธรรมชาติ และสารละลายบัฟเฟอร์ แล้วพิจารณาค่าคืนกลับ (recovery ; \bar{R}_m)

1.1 สารมาตรฐานอ้างอิงรับรองน้ำธรรมชาติ ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ตรวจสอบ outlier โดยใช้ G-test แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คำนวนค่าคืนกลับ (recovery ; \bar{R}_m) ค่าคืนกลับนี้ถือเป็นตัวแทนของวิธีทดสอบ

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

$$G = \frac{|\text{Suspect value} - \bar{x}|}{SD}$$

$$\bar{R}_m = \frac{\bar{C}_{obs}}{C_{CRM}}$$

เมื่อ \bar{C}_{obs} คือ ปริมาณที่วัดได้เฉลี่ย
 C_{CRM} คือปริมาณอ้างอิงของ CRM

1.2 ทดสอบสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4.01, 7.01 และ 10.01 สารละลายละ 10 ครั้ง เพื่อศึกษา

ความเอนเอียงให้ครอบคลุมช่วงการใช้งาน ตรวจสอบ outlier โดยใช้ G-test แล้วคำนวณค่าคืนกลับเฉลี่ย ($R_{s(i)}$)

$$R_{s(i)} = \frac{\bar{C}_{obs(i)}}{C_{std(i)}}$$

เมื่อ $\bar{C}_{obs(i)}$ คือ ปริมาณที่วัดได้เฉลี่ย
 $C_{std(i)}$ คือ ค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน

2. การทดสอบความเที่ยง (precision study)

ทดสอบตัวอย่างน้ำชนิดต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในขั้นตอนการกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ หาค่าความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง (difference) ค่าความแตกต่างเทียบกับค่าเฉลี่ย (normalized difference) แล้วหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแตกต่างเทียบกับค่าเฉลี่ย (standard deviation of normalized difference, SD) ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานของความเที่ยงในการหาค่าความเป็นกรด - เบส มีค่าเท่ากับ $SD/\sqrt{2}$ เนื่องจากในการทดสอบตัวอย่างมีการทำซ้ำ 2 ครั้ง

3. ทดสอบช่วงใช้งานที่เหมาะสม (range)

โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่มีค่าพีเอช 4, 7, 10 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่ครอบคลุมช่วงใช้งาน และสารมาตรฐานอ้างอิงน้ำธรรมชาติ

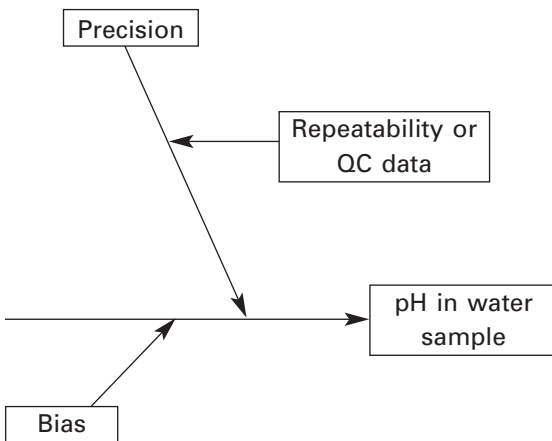
ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบห้องปฏิบัติการควรกำหนดเกณฑ์การยอมรับของการทดสอบความแม่นยำหรือความเอนเอียง และความเที่ยงไว้ด้วย เช่น ค่าความเป็นกรด-เบสที่วัดได้มีความแตกต่างจากค่าจากใบรับรองไม่เกิน 0.1 หน่วย pH และค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐานไม่เกิน 0.13 หน่วย pH

เมื่อตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบแล้ว สามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีภายใต้ห้องปฏิบัติการเดียว (validation approach) ได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การประเมินค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ

1. กำหนดสิ่งที่ต้องการวัดค่าความเป็นกรด-เบสในตัวอย่างน้ำ (pH in water sample)
2. แหล่งของค่าความไม่แน่นอนของการวัดอาจหาได้โดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา



3. ค่าความไม่แน่นอนแต่ละแหล่ง
 - 3.1 ค่าความไม่แน่นอนจากความเอนเอียง
 - 3.1.1 ค่าความไม่แน่นอนจากความเอนเอียง ($u(\bar{R}_m)$) หาได้จาก

$$u(\bar{R}_m) = \bar{R}_m \times \sqrt{\left(\frac{S_{obs}^2}{n \times C_{obs}^2}\right) + \left(\frac{u(C_{CRM})}{C_{CRM}}\right)^2}$$

เมื่อ $u(C_{CRM})$ คือ ค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานของค่าความเป็นกรด-เบสของสารมาตรฐานอ้างอิงรับรองน้ำธรรมชาติ

S_{obs}^2 คือ ความแปรปรวนจากการวัดซ้ำ 10 ครั้ง

หากต้องการทราบว่าความเอนเอียงมีนัยสำคัญหรือไม่ ต้องทดสอบความมีนัยสำคัญ โดยใช้สถิติทดสอบ t (t-test)

$$t = \frac{|1 - \bar{R}_m|}{u(\bar{R}_m)}$$

แล้วพิจารณาผลการทดสอบความมีนัยสำคัญของความเอนเอียงดังนี้

1) $t_{คำนวณ} < t_{ตาราง}$ ผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญ ไม่ต้องนำค่าคืนกลับไปแก้ค่าผลการทดสอบ แต่ยังคงนำค่าความไม่แน่นอนของค่าคืนกลับ ($u(R_m)$) ไปคำนวณค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ

2) $t_{คำนวณ} > t_{ตาราง}$ ผลการทดสอบมีนัยสำคัญ ให้ นำค่าคืนกลับไปแก้ค่าผลการทดสอบ และยังคงนำค่าความไม่แน่นอนของค่าคืนกลับ ($u(R_m)$) ไปคำนวณค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ

3) $t_{คำนวณ} > t_{ตาราง}$ ผลการทดสอบมีนัยสำคัญ แต่ไม่ต้องการนำค่าคืนกลับไปแก้ค่าผลการทดสอบ ให้ นำค่าความไม่แน่นอนของค่าคืนกลับ ($u(R_m)''$) ไปคำนวณค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ

$$u(R_m)'' = \sqrt{\left(\frac{1 - u(\bar{R}_m)}{k}\right)^2 + (u(\bar{R}_m))^2}$$

เมื่อ k คือค่าคงที่ (coverage factor) ที่จะถูกใช้ในการหาค่าความไม่แน่นอนขยาย

3.1.2 ค่าความไม่แน่นอนจากความ

เอนเอียงครอบคลุมช่วงการใช้งาน ($u(R_s)$) จะเท่ากับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคืนกลับเฉลี่ยของทุกระดับความเข้มข้น

$$S_{RS} = u(\bar{R}_s)$$

3.1.3 คำนวนค่าความไม่แน่นอน

รวมจากความเอนเอียง

$$u(R) = R \sqrt{\left(\frac{u(\bar{R}_m)}{R_m}\right)^2 + \left(\frac{u(R_s)}{R_s}\right)^2}$$

3.2 ความไม่แน่นอนจากความเที่ยง มีค่าเท่ากับ SD/ ซึ่งอยู่ในรูป $\frac{u(P)}{P}$ แล้ว

3.3 ค่าความไม่แน่นอนแหล่งอื่น ๆ ได้รวมอยู่ในขั้นตอนการศึกษาความเอนเอียงและความเที่ยงแล้ว

4. คำนวณค่าความไม่แน่นอนรวม

$$u_c = pH \sqrt{\left(\frac{u(P)}{P}\right)^2 + \frac{u(R)^2}{R}}$$

เมื่อ pH คือค่าความเป็นกรด-เบสของตัวอย่างน้ำ

5. ความไม่แน่นอนขยาย

$U = k \times u(c)$ โดยทั่วไปใช้ค่า $k = 2$ เพื่อแสดงระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เมื่อได้ค่าความไม่แน่นอนของการวัดแล้วควรพิจารณาว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์การใช้งานหรือไม่ โดยนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในตอนแรก หากสอดคล้องกับค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ แสดงว่าวิธีทดสอบนี้เหมาะสมต่อการใช้งาน

การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

ในการทดสอบตัวอย่างห้องปฏิบัติการต้องเลือกตัวอย่างควบคุมที่เหมาะสม แล้วทำการทดสอบไปพร้อมกับตัวอย่าง ตัวอย่างควบคุมสำหรับการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส ได้แก่

1. การทวนสอบกราฟมาตรฐานด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าพีเอช 7 ซึ่งเป็นคนละแหล่งกับแหล่งที่ใช้ปรับตั้งเครื่อง ตัวอย่างควบคุมนี้ใช้สำหรับตรวจสอบความ

เอนเอียงของผลการทดสอบเกณฑ์การยอมรับ ค่าที่อ่านได้ต้องแตกต่างจากค่าจากใบรับรองไม่เกิน 0.1 หน่วย pH หากไม่ผ่านเกณฑ์ต้องปรับตั้งเครื่องใหม่

2. การทำซ้ำทุกตัวอย่าง เกณฑ์การยอมรับ ค่าความแตกต่างต้องไม่เกิน 0.1 หน่วย pH หากไม่ผ่านเกณฑ์ต้องทำการทดสอบตัวอย่างนี้ใหม่ ตัวอย่างควบคุมนี้ใช้สำหรับตรวจสอบความเที่ยงของผลการทดสอบ

หากทดสอบตัวอย่างควบคุมซ้ำแล้วยังไม่ผ่านเกณฑ์อีก ต้องหาสาเหตุแล้วแก้ไขก่อนการทดสอบต่อไป

สรุป

ความใช้ได้ของผลการวัดค่าความเป็นกรด-เบสในตัวอย่างน้ำ ได้มาจากการทดสอบด้วยบุคลากรที่มีความสามารถ การใช้วิธีการและเครื่องมือที่ได้ตรวจสอบความใช้ได้แล้ว การเลือกใช้สารมาตรฐานอ้างอิง และสารมาตรฐานอ้างอิงรับรองเพื่อให้ผลการวัดมีความสลับกลับได้ มีการประมาณค่าความไม่แน่นอนของผลการวัดที่สมเหตุสมผล และมีการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการควรได้รับการประเมินความสามารถจากหน่วยงานอิสระ เพื่อเป็นการยืนยันว่ามีความสามารถในการวัดเป็นไปตามมาตรฐานสากล



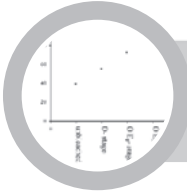
เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21st ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2005.

Bae Wick, V.J.; and Ellison, S.L.R. VAM Project 3.2.1 development and harmonisation of measurement uncertainty principles. Part(d) : protocol for uncertainty evaluation from validation data. Version 5.1.2000. [Online] [cite dated 19 March 2009] Available from Internet : http://blpd.dss.go.th/training/dwdocuments/enews/VAM_uncertainty_0452.pdf.

International Organisation for Standardization. **General requirements for the competence of testing and calibration-laboratories.** ISO/IEC 17025 - 2005.

Miller.J.C; and Miller J.N. **Statistics for analytical chemistry.** 4th ed. West Sussex : Ellis Horwood, 2000.



การผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระถินยักษ์ โดยใช้กระบวนการฟอกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เกียรติสุดา ปุตุตรี

บทคัดย่อ

รายงานการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษากการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระถินยักษ์โดยใช้กระบวนการฟอกแบบปราศจากคลอรีนที่มีขั้นตอนการฟอกต่าง ๆ ได้แก่ ขั้นตอนออกซิเจน ขั้นตอนการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย และขั้นตอนเปอร์ออกไซด์ ตามลำดับ จากผลการฟอกพบว่าที่ขั้นตอนการฟอกต่าง ๆ ให้ผลผลิตเยื่อที่ใกล้เคียงกันและการเพิ่มขั้นตอนการฟอกทำให้เยื่อมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเยื่อก่อนและหลังฟอกพบว่า การฟอกเยื่อไม่ทำให้สมบัติความแข็งแรงเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยจากผลการทดลองพบว่าเยื่อก่อนฟอกและเยื่อหลังฟอกจากขั้นตอนการฟอกต่าง ๆ ให้ค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาดและดัชนีความต้านแรงดันทะลุที่ใกล้เคียงกัน

บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการเยื่อกระดาษในประเทศไทยมีปริมาณสูงชันอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากความต้องการใช้เยื่อกระดาษในกิจกรรมต่างๆ โดยในปัจจุบันไทยต้องนำเข้าเยื่อบางส่วนจากต่างประเทศและแม้ว่าจะมีความพยายามในการนำพืชชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในประเทศ เช่น ยูคาลิปตัส และชานอ้อย มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ แต่ปริมาณเยื่อที่ผลิตได้ก็มีปริมาณที่ไม่เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งาน นอกจากนี้แล้วการปลูกยูคาลิปตัสเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษก็ยังเป็นข้อได้แย้งในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุดังกล่าว การหาวัตถุดิบใหม่ ๆ ที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อนำมาทำเยื่อกระดาษจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ซึ่งทางผู้วิจัยเห็นว่าวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่น่าจะนำมาศึกษาวิจัยเพื่อใช้ผลิตเป็นเยื่อกระดาษได้คือ ต้นกระถินยักษ์ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit ทั้งนี้เพราะเหตุว่ากระถินยักษ์เป็นไม้โตเร็วที่สามารถปลูกได้ทั่วไปในทุกภูมิภาคของไทย โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำต้นกระถินยักษ์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาว โดยใช้กระบวนการฟอกแบบปราศจากคลอรีนซึ่งเป็นกระบวนการฟอกที่เป็นมิตรต่อ

สิ่งแวดล้อม ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อไป

วิธีการทดลอง

1. การต้มเยื่อ

นำชิ้นไม้ต้นกระถินยักษ์ 200 กรัม น้ำหนักอบแห้งและโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณร้อยละ 24 ของน้ำหนักไม้อบแห้งบรรจุลงในหม้อต้มทรงกระบอกขนาดความจุ 2.5 ลิตร แล้วนำไปให้ความร้อนในหม้อต้มเยื่อโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 170 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการต้ม 4 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำเยื่อที่ได้ไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำ แล้วแบ่งเยื่อที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปทำแผ่นทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเยื่อ ได้แก่ ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาด ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ และความขาวสว่าง สำหรับเยื่อส่วนที่เหลือนำไปฟอกในขั้นตอนการฟอกเยื่อต่อไป

2. การฟอกเยื่อ

นำเยื่อที่ได้จากข้อ 2.1 ไปทำการฟอกเพื่อให้ได้เยื่อที่มีสีขาวสะอาดตา ด้วยการฟอกแบบปราศจากคลอรีน (totally chlorine-free bleaching) ซึ่งมีขั้นตอนการฟอกต่าง ๆ ดังนี้

- O = ขั้นตอนออกซิเจน (oxygen stage)
- E_p = ขั้นตอนการสกัดด้วยด่าง (extraction stage) โดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย
- P = ขั้นตอนเปอร์ออกไซด์ (peroxide stage)

2.1 ขั้นตอนออกซิเจน

นำเยื่อที่ได้จากข้อ 2.1 กระจายด้วยเครื่องกระจายเยื่อ แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกทนความร้อนเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์และแมกนีเซียมซัลเฟตปริมาณร้อยละ 3.0 และ 1.0 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ตามลำดับปรับความชื้นของเยื่อด้วยน้ำให้ได้ร้อยละ 20 หลังจากนั้นนำเยื่อที่ได้บรรจุในหม้อต้มทรงกระบอก แล้วนำไปให้ความร้อน

โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 110 องศาเซลเซียสและใช้เวลาในการฟอก 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา กรองเยื่อที่ได้ด้วยกรวยกรองแบบแก้ว แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาผลผลิตเยื่อฟอกในชั้นออกซิเจน หลังจากนั้นแบ่งเยื่อที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปทำแผ่นทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเยื่อ ได้แก่ ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาด ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ และความขาวสว่าง สำหรับเยื่อส่วนที่เหลือนำไปฟอกในชั้นการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วยต่อไป

2.2 ชั้นการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย

นำเยื่อที่ได้จากข้อ 2.1 กระจายด้วยเครื่องกระจายเยื่อ แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกทนความร้อนเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณร้อยละ 2.0 และ 0.5 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ตามลำดับ ปรับความชื้นของเยื่อด้วยน้ำให้ได้ร้อยละ 10 หลังจากนั้นปิดปากถุงแล้วแช่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการฟอก 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา กรองเยื่อที่ได้ด้วยกรวยกรองแบบแก้ว แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาผลผลิตเยื่อฟอกในชั้นการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย หลังจากนั้นแบ่งเยื่อที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกนำไปทำแผ่นทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเยื่อ ได้แก่ ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาด ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ และความขาวสว่างสำหรับเยื่อส่วนที่เหลือนำไปฟอกในชั้นเปอร์ออกไซด์ต่อไป

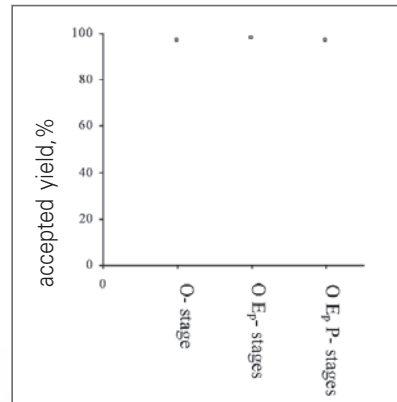
2.3 ชั้นเปอร์ออกไซด์

นำเยื่อที่ได้จากข้อ 2.2 กระจายด้วยเครื่องกระจายเยื่อ แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกทนความร้อนเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แมกนีเซียมซัลเฟต และโซเดียมซัลไฟด์ ปริมาณร้อยละ 2.0, 1.0, 0.05 และ 2.0 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ตามลำดับ ปรับความชื้นของเยื่อด้วยน้ำให้ได้ร้อยละ 10 หลังจากนั้นปิดปากถุงแล้วแช่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการฟอก 2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา กรองเยื่อที่ได้ด้วยกรวยกรอง

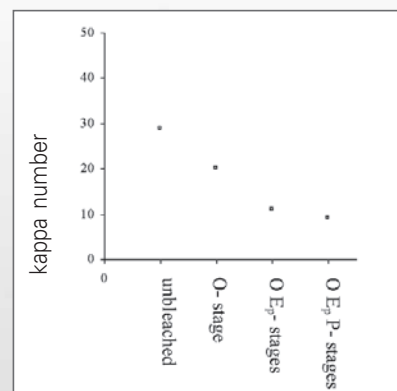
แบบแก้ว แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาผลผลิตเยื่อฟอกในชั้นเปอร์ออกไซด์ หลังจากนั้นนำเยื่อที่ได้ไปทำแผ่นทดสอบมาตรฐานเพื่อใช้ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเยื่อ ได้แก่ ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาด ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ และความขาวสว่าง

ผลการทดลอง

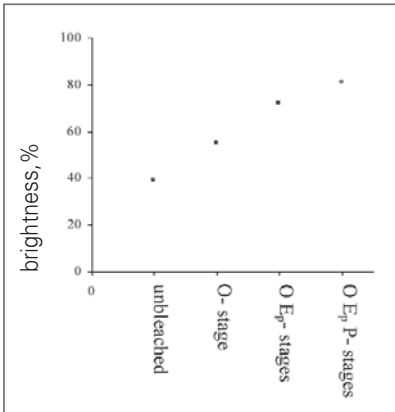
เมื่อนำเยื่อต้นกระถินยักษ์ที่ได้หลังการต้มไปทำการฟอกเพื่อให้ได้เยื่อที่มีสีขาวสะอาดตา ด้วยการฟอกแบบปราศจากคลอรีนในชั้นต่างๆ ได้แก่ ชั้นออกซิเจน ชั้นการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วย และชั้นเปอร์ออกไซด์ ตามลำดับ ได้ผลการฟอกเยื่อและสมบัติทางกายภาพของเยื่อฟอก ดังแสดงในภาพที่ 1 ถึง 7



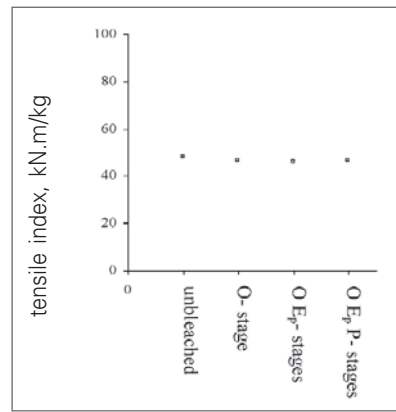
ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเยื่อที่ใช้ได้และชั้นการฟอก



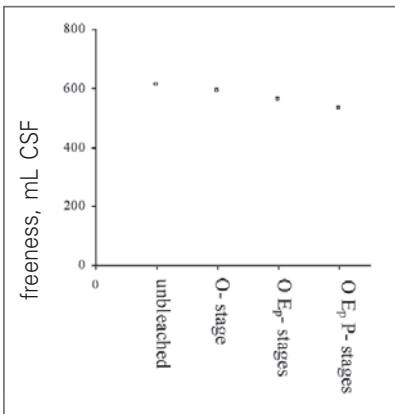
ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Kappa number และชั้นการฟอก



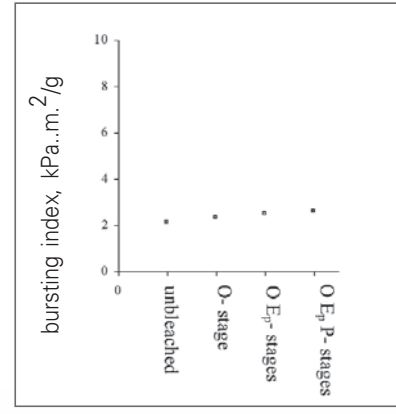
ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความขาวสว่างและขั้นตอนการฟอก



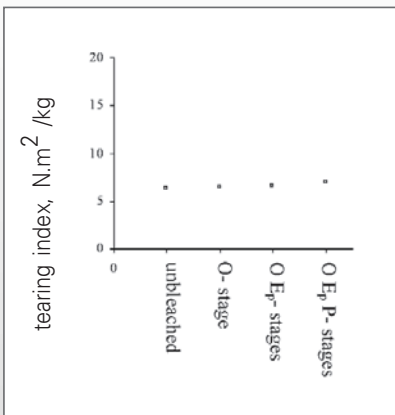
ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงดึงและขั้นตอนการฟอก



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟรินเนสและขั้นตอนการฟอก



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงดันทะลุและขั้นตอนการฟอก



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความต้านแรงฉีกขาดและขั้นตอนการฟอก

วิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระถินยักษ์โดยใช้กระบวนการฟอกแบบปราศจากคลอรีน โดยทำการฟอกเยื่อต้นกระถินยักษ์ด้วยกระบวนการฟอกแบบปราศจากคลอรีน 3 ขั้นตอนที่มีขั้นตอนการฟอกต่างๆ ได้แก่ ขั้นตอนออกซิเจน ขั้นตอนการสกัดด้วยด่างโดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมด้วยและขั้นตอนเปอร์ออกไซด์ ตามลำดับ จากผลการฟอกพบว่าที่ขั้นตอนการฟอกต่างๆ ให้ผลผลิตเยื่อที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาผลของการฟอกที่มีต่อปริมาณลิกนินที่เหลืออยู่ในเยื่อซึ่งแสดงด้วยค่า Kappa number พบว่าการเพิ่มขั้นตอนการฟอกทำให้ค่า Kappa number ลดลง ซึ่งส่งผลให้เยื่อมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารเคมีที่ใช้ในการฟอกแต่ละขั้น

สามารถละลายหรือเปลี่ยนโครงสร้างของลิกนินได้ โดยที่ต่างสามารถละลายลิกนินที่เหลืออยู่ในเส้นใย ในขณะที่ออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับลิกนิน ภายใต้อุณหภูมิที่ต่างกันและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของลิกนินเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ซึ่งทำให้ค่าการสะท้อนแสงในช่วงที่ตามองเห็นมีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้มองเห็นว่าเยื่อมีความขาวเพิ่มขึ้น

เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะต่าง จึงทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโลหะหนักที่มีในเยื่อไม้ รวมทั้งโลหะจากเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการฟอก เช่น เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส เป็นต้น ซึ่งวิธีลดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเติมโซเดียมซัลไฟเกต และแมกนีเซียมซัลเฟตลงไป ในขั้นการฟอกด้วยเปอร์ออกไซด์ สารเคมีดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดความเสถียร โดยสามารถควบคุมการฟอกให้อยู่ในสภาวะต่างและป้องกันการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากคอลลอยด์ของแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์หรือซัลไฟเกตสามารถดูดซับไอออนของโลหะหนักต่างๆ ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อขั้นการฟอกด้วยเปอร์ออกไซด์

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของเยื่อก่อนและหลังฟอก พบว่าการฟอกเยื่อทำให้ค่าพีเรเนลลดลง เนื่องจากเส้นใยบางส่วนถูกตัดให้สั้นลง เยื่อจึงอุ่มน้ำได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามการฟอกเยื่อไม่ได้ทำให้สมบัติความแข็งแรงเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยจากผลการทดลองพบว่าเยื่อก่อนฟอกและเยื่อหลังฟอกจากขั้นการฟอกต่างๆ ให้ค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาด ดัชนีความต้านแรงดึงขาด และดัชนีความต้านแรงดันทะลุที่ใกล้เคียงกัน

สรุปผลการทดลอง

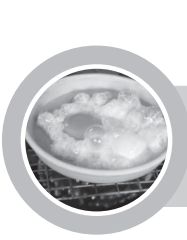
จากผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระถินยักษ์ได้โดยใช้กระบวนการฟอกแบบปราศจากคลอรีน ซึ่งเป็นกระบวนการฟอกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และผลงานวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อไป

ข้อเสนอแนะ

มีความเป็นไปได้ที่จะนำกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากต้นกระถินยักษ์ได้จากงานวิจัยนี้ มาประยุกต์ใช้สำหรับผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวในเชิงอุตสาหกรรมจากวัตถุดิบอื่น เช่น ยูคาลิปตัสและขานอ้อย เป็นต้น อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกระดาษฟอกขาวจากวัตถุดิบแต่ละชนิด เพราะกระบวนการที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้อาจไม่ใช่กระบวนการที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตเยื่อกระดาษจากวัตถุดิบอื่นก็เป็นไปได้

เอกสารอ้างอิง

- Casey, James P. **Pulp and paper : chemistry and chemical technology**. Vol. I. 2nd rev. and enl. ed. New York : Interscience Publishers, 1960. p 535-545.
- Colodette, JL; and Dence, CW. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part IV: The effect of Transition metals in Norway spruce TMP on hydrogen peroxide stability. **Journal of Pulp and Paper Science**, May, 1989, vol. 15, p. 79-83.
- Colodette, JL; Rothenberg, S.; and Dence, CW. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part II: Hydrogen peroxide stability in the presence of sodium silicate. **Journal of Pulp and Paper Science**, January, 1989, vol. 15, p. 3-10.
- _____. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part III : Hydrogen peroxide stability in the presence of magnesium and combinations of stabilizers. **Journal of Pulp and Paper Science**, March, 1989, vol. 15, p. 45-50.
- Patrick, Ken L. **Bleaching technology for chemical and mechanical pulps**. San Francisco : Miller Freeman, 1991, p. 83-91.



การพัฒนาภาชนะเซรามิกเนื้อ คอร์ดีไยไรต์

วรรณภา ต.แสงจันทร์
ปราณี จันทร์ลา

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้ เป็นการสังเคราะห์เนื้อคอร์ดีไยไรต์ (cordierite body) เพื่อใช้ทำภาชนะเซรามิกสำหรับปรุงอาหารที่สามารถตั้งบนเตา (stove-top) ได้โดยตรง จากส่วนผสมของดินขาวระนองดินเหนียวลานสกา ทัลคัม และเซอร์คอน เเผที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลัน (thermal shock resistance) ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน และส่วนประกอบทางแร่วิทยา คัดเลือกสูตรเนื้อคอร์ดีไยไรต์ ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันได้สูงถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส มาทำการพัฒนาสูตรเคลือบ ทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลัน การรานตัว และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของเคลือบ จากนั้นคัดเลือกสูตรเนื้อคอร์ดีไยไรต์ และเคลือบที่ผ่านการทดสอบมาทดลองทำเป็นภาชนะ และทดสอบการใช้งานจริงบนเตาไฟฟ้าและเตาแก๊ส

บทนำ

ภาชนะเซรามิกที่ใช้ปรุงอาหาร และสามารถตั้งบนเตา (stove-top) ได้โดยตรง ไม่ว่าจะบนเตาไฟฟ้า หรือเตาแก๊ส จะต้องทำจากวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน (thermal expansion coefficient) ต่ำ เพื่อให้ภาชนะนั้นมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันจึงจะไม่เกิดการแตกร้าวเสียหาย และสามารถใช้งานได้อย่างทนทาน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานในสภาวะดังกล่าว ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์แก้วทนไฟและเซรามิกแก้ว (glass-ceramic) ซึ่งมีราคาแพง เพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากผลิตภัณฑ์แก้วทนไฟ และเซรามิกแก้วแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อคอร์ดีไยไรต์เป็นส่วนผสมหลัก มักนิยมนำมาใช้งานในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน และไม่มีการเคลือบผิว เช่น ใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องเตาเผา (kiln furniture) เป็นต้น

คอร์ดีไยไรต์เป็นสารประกอบซิลิเกต มีสูตรทางเคมีคือ $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ เป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว

เมื่อร้อนต่ำ คือ ประมาณ $1-3 \times 10^{-6} / ^\circ C$ (Norton, 1970) จึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคอร์ดีไยไรต์เป็นส่วนผสมหลักสามารถใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันอยู่เสมอโดยไม่แตกร้าวเสียหายที่คอร์ดีไยไรต์ มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ จึงเป็นเรื่องยากที่จะพัฒนาเคลือบให้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำกว่าเนื้อคอร์ดีไยไรต์ เพื่อให้สามารถใช้งานแล้ว ไม่เกิดปัญหาเคลือบรานตัว โดยทั่วไปเคลือบที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทไวท์แวร์ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนประมาณ $6-9 \times 10^{-6} / ^\circ C$ (Norton, 1970)

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเนื้อคอร์ดีไยไรต์ และเคลือบที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ สูงตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1250-1300 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทำภาชนะเซรามิกสำหรับตั้งบนเตาโดยตรง เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์เซรามิก และศักยภาพการผลิตให้แก่ผู้ประกอบการสามารถทำให้ตลาดเซรามิกขยายตัวมากขึ้น

การทดลองเนื้อคอร์ดีไยไรต์

1. วิธีการทดลองเนื้อดิน

ทำการคัดเลือกวัตถุดิบที่นำมาใช้ กำหนดส่วนผสมที่ใช้ทดลอง บดส่วนผสมให้ละเอียดและเป็นเนื้อเดียวกัน ทำเป็นชิ้นตัวอย่างทดสอบ เเผที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 องศาเซลเซียส ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลัน ส่วนประกอบทางแร่วิทยา และสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน จากนั้นคัดเลือกสูตรไปทดลองเคลือบ และขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์

1.1 วัตถุดิบที่ใช้

- ดินขาว จ.ระนอง
- ดินเหนียวลานสกา จ.นครศรีธรรมราช
- ทัลคัม จีนแดง
- เซอร์คอน ชนิดบดละเอียด ที่ใช้เป็นตัวทำที่บนเคลือบเซรามิก

ตารางที่ 1 องค์ประกอบเคมีของวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	LOI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
ดินขาวระนอง	11.90	46.50	36.90	1.57	0.06	0.14	0.10	2.38
ดินเหนียวลานสกา	12.48	49.10	29.80	3.03	0.47	1.16	0.22	2.16
ทัลคัม	1.74	64.5	0.06	0.24	0.39	33.0	-	-

1.2 ส่วนผสมที่ทำการทดลอง

จากงานวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์บริการ เรื่องเนื้อคอร์เดียไรต์จากส่วนผสมของแร่เคโอลินกับทัลคัม สามารถสังเคราะห์เนื้อคอร์เดียไรต์จากส่วนผสมของดินขาวระนอง ดินเหนียวลานสกา และทัลคัม เเผที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียสได้คอร์เดียไรต์ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนอยู่ระหว่าง $1-3.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ จึงได้คัดเลือกสูตรที่มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำ และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำมาทำการทดลอง 4 สูตร (C1 C2 C3 และ C4) โดยมีปริมาณดินขาวอยู่ระหว่างร้อยละ 50-60 ดินเหนียวลานสการ้อยละ 5-25 ทัลคัมร้อยละ 25-35 และได้ผสมเซอร์คอนลงไปในสูตรทุกสูตร เนื่องจากเซอร์คอนมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ คือ $4.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ และมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันได้ดี (Singer, 1963)

1.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางความร้อน มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งส่วนผสม และบดในหม้อบด โดยบดเปียก ใช้เวลาบดประมาณ 8 ชั่วโมง
2. เกราะส่วนผสมให้หมดในอ่างปั่นพลาสติก
3. นำมาทำขึ้นทดสอบ โดยอัดในแม่แบบทองเหลืองด้วยมือ
4. อบขึ้นทดสอบให้แห้ง
5. นำขึ้นทดสอบไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 องศาเซลเซียส โดยใช้จัตวาทอง 150 องศาเซลเซียส/ชั่วโมง และเย็นไฟที่อุณหภูมิสูงสุดเป็นเวลา 30 นาที

1.4 การวิเคราะห์ทดสอบ

นำขึ้นทดสอบไปวิเคราะห์ทดสอบสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การหดตัว การดูดซึมน้ำ และค่าความหนาแน่น โดยทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM C373-88 (Reapproved 2006)

2. ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลัน (thermal shock resistance) โดยทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM C554-93 (Reapproved 2006)

3. ส่วนประกอบทางแร่วิทยา โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์

4. สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน โดยใช้เครื่องวัดการขยายตัวเมื่อร้อน (dilatometer)

2. ผลการทดลองเนื้อคอร์เดียไรต์ และวิจารณ์ผล

ผลวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางกายภาพความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลัน และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 2 3 4 และภาพที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนประกอบทางแร่วิทยาด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ แสดงในภาพที่ 4

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างเผที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 °C

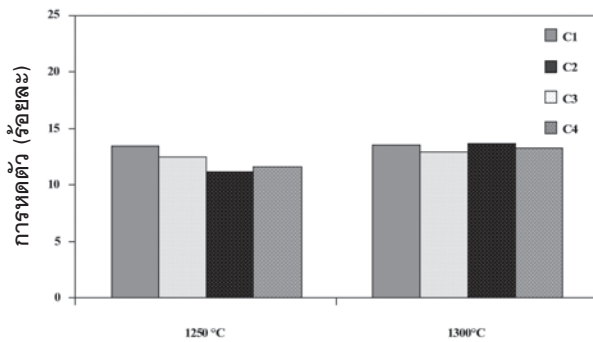
สูตร	การหดตัว, ร้อยละ		การดูดซึมน้ำ, ร้อยละ		ความหนาแน่น, กรัม/ลบ.ซม.	
	1250°C	1300°C	1250°C	1300°C	1250°C	1300°C
C1	13.41	13.57	0.12	0.10	2.39	2.39
C2	12.49	12.94	4.22	0.96	2.28	2.30
C3	11.21	13.75	0.80	0.18	2.30	2.32
C4	11.59	13.26	2.98	0.15	2.32	2.36

ตารางที่ 3 ผลทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันของตัวอย่างที่ผ่านการเผที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 °C

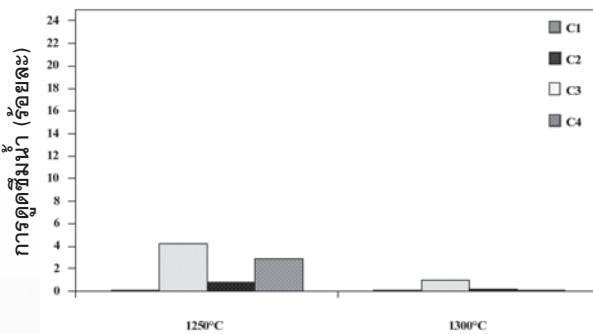
สูตร (1250°C)	อุณหภูมิที่ทดสอบ (°C)					สูตร (1300°C)	อุณหภูมิที่ทดสอบ (°C)				
	150	175	200	225	250		150	175	200	225	250
C1	✓	✓	✓	✓	✓	C1	✓	✓	✓	✓	✓
C2	✓	✓	✓	✗	✗	C2	✓	✓	✓	✗	✗
C3	✓	✓	✓	✓	✓	C3	✓	✓	✓	✓	✓
C4	✓	✓	✓	✓	✓	C4	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 1250 °C

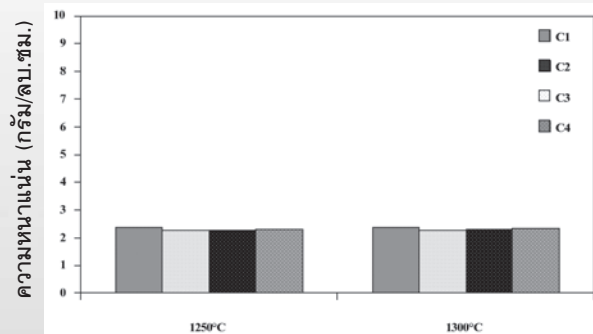
สูตร	สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน (25-800 °C), / °C×10 ⁻⁶
C1	3.937
C2	-
C3	3.941
C4	3.689



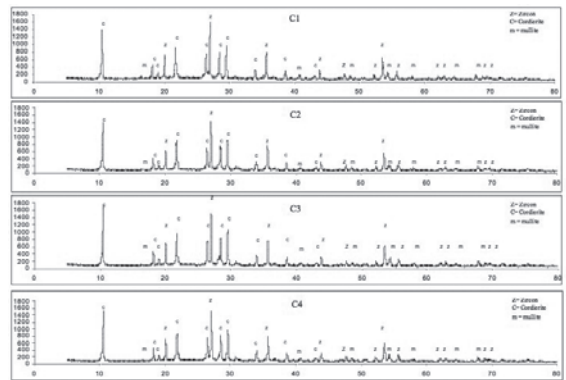
ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าการหดตัวของตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 1250 °C และ 1300 °C



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 1250 °C และ 1300 °C



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิ 1250 °C และ 1300 °C



ภาพที่ 4 แสดงส่วนประกอบทางแร่วิทยา ของตัวอย่าง C1-C4 เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า ทั้ง 4 สูตร มีค่าการหดตัวมากขึ้น ค่าการดูดซึมน้ำลดลง และค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาสูงขึ้น ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส สูตร C1 สามารถสุกตัวได้ดีกว่าตัวอย่างสูตรอื่นๆ เนื่องจากมีค่าการดูดซึมน้ำเข้าใกล้ศูนย์ เป็นเพราะส่วนผสมมีปริมาณดินเหนียวมากกว่าสูตรอื่นๆ จากองค์ประกอบเคมีในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ดินเหนียวมีเหล็กออกไซด์อยู่ค่อนข้างสูงซึ่งเป็นตัวช่วยหลอม จึงทำให้ตัวอย่างที่มีดินเหนียวในปริมาณมากกว่าสุกตัวได้ดีกว่าตัวอย่างอื่น ๆ และทำให้ค่าการหดตัว และความหนาแน่นมากกว่าตัวอย่างอื่นด้วย ส่วนตัวอย่าง C2 ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ค่าการดูดซึมน้ำยังมีค่าสูงอยู่ เนื่องจากส่วนผสมมีปริมาณดินเหนียวน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ทำให้การหลอมตัวยังไม่ดี เมื่อนำตัวอย่างไปทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันพบว่า สูตร C1 C3 และ C4 เผาที่อุณหภูมิ 1250 และ 1300 องศาเซลเซียส สามารถผ่านการทดสอบได้ถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส โดยไม่มีรอยร้าว หรือรạnตัวเกิดขึ้น ตัวอย่างที่สามารถผ่านการทดสอบได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า จะสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันได้ดีกว่า และมีเพียงสูตร C2 ที่ไม่สามารถผ่านการทดสอบได้ถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่วิทยาในภาพที่ 4 ทุกสูตรมีคอร์เดียไรต์ มัลไลต์ และเซอร์คอน เกิดขึ้น สูตร C3 มีคอร์เดียไรต์ เกิดขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ C4 และ C1 ตามลำดับ ส่วนสูตร C2 มีคอร์เดียไรต์เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยเปรียบเทียบจากความสูงของพีคเอกซเรย์ดิฟแฟรกชัน

3. สรุปผลการทดลองเนื้อดิน

จากผลการทดลอง ได้คัดเลือกสูตร C3 และ C4 เเผาะที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เผาผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทสโตนแวร์ ไปทดลองเคลือบ และทำผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสามารถผ่านการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นอย่างฉับพลันได้สูงถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส และเกิดเนื้อคอร์เดี่ยวไรต์ได้มากกว่าตัวอย่างอื่น ๆ นอกจากนั้นแล้วการหดตัวของสองสูตรนี้ยังมีค่าน้อยกว่าสูตร C1 การหดตัวมากของผลิตภัณฑ์มีผลทำให้เกิดความเครียดสะสมอยู่ในเนื้อมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดการแตกร้าวเสียหายได้ ดังนั้นเนื้อที่มีการหดตัวน้อยกว่าจึงเหมาะสมกว่า

การทดลองเคลือบ

1. วิธีการทดลองเคลือบ

เนื่องจากเนื้อคอร์เดี่ยวไรต์มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ เคลือบที่นำมาใช้กับเนื้อคอร์เดี่ยวไรต์ จึงจำเป็นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำกว่า เพื่อ

ตารางที่ 5 สูตรเคลือบที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่าง	สูตรเคลือบ		
ZL1	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.31Al ₂ O ₃	3.0SiO ₂
ZL 2	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.41Al ₂ O ₃	3.0SiO ₂
ZL 3	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.51Al ₂ O ₃	3.0SiO ₂
ZL 4	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.31Al ₂ O ₃	4.0SiO ₂
ZL 5	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.41Al ₂ O ₃	4.0SiO ₂
ZL 6	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.51Al ₂ O ₃	4.0SiO ₂
ZL 7	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.31Al ₂ O ₃	5.0SiO ₂
ZL 8	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.41Al ₂ O ₃	5.0SiO ₂
ZL 9	0.35 Li ₂ O 0.55 MgO 0.10 ZnO	0.51Al ₂ O ₃	5.0SiO ₂

ไม่ให้เกิดการร้าวตัวเมื่อนำไปใช้งาน ในการทดลองนี้จึงได้เลือกสูตรเคลือบพื้นฐานที่ใช้ Li₂O MgO และ ZnO เป็นตัวช่วยหลอม เนื่องจากออกไซด์เหล่านี้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนต่ำ (Eppler, 2000) และได้แปรเปลี่ยนจำนวนโมลของ Al₂O₃ อยู่ระหว่าง 0.31-0.51 ปริมาณ SiO₂ อยู่ระหว่าง 3.0-5.0 เพื่อศึกษาผลต่อการสุกตัว และการเข้ากันได้ของเนื้อคอร์เดี่ยวไรต์กับเคลือบ โดยทำการทดลองทั้งหมด 9 สูตรดังแสดงในตารางที่ 5 และได้ทำการเติมสารเซอร์โคเนียมซิลิเกต (เซอร์คอน) ซึ่งเป็นตัวทำทึบในเคลือบในปริมาณร้อยละ 10 ทุกสูตร เพราะเซอร์โคเนียมซิลิเกตเป็นสารที่มีความคงตัวในเคลือบ ทำให้เคลือบเกิดความทึบโดยการเกิดเป็นผลึกเล็ก ๆ โดยปกติแล้วเคลือบที่มีผลึกเล็ก ๆ อยู่ด้วยจะแข็ง และทนต่อการขีดสีได้ดี (NITC, 1983) ส่วนผสมของเคลือบแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ส่วนผสมของเคลือบที่ใช้ในการทดลอง

สูตร	ทังคัม ร้อยละ	ซิงค์ออกไซด์ ร้อยละ	ลิเทียมคาร์บอเนต ร้อยละ	ดินขาวระนอง ร้อยละ	ควอตซ์ ร้อยละ
ZL1	23.67	2.90	9.28	28.66	35.48
ZL2	22.56	2.77	8.84	36.12	29.71
ZL3	19.98	2.45	7.83	36.12	29.71
ZL4	19.48	2.39	7.64	23.59	46.90
ZL5	18.72	2.29	7.34	29.98	41.66
ZL6	18.02	2.21	7.06	35.89	36.82
ZL7	16.55	2.03	6.49	20.04	54.88
ZL8	16.00	1.96	6.27	25.62	50.14
ZL9	15.48	1.90	6.07	30.84	45.70

1.1 การเตรียมเคลือบทดลอง

การเตรียมเคลือบสำหรับทดลอง มีขั้นตอน ดังนี้คือ

1. ซึ่งส่วนผสมตามตารางที่ 6
2. บดส่วนผสมในหม้อบดความเร็วสูง (high speed ball mill) โดยใช้ น้ำ : วัตถุดิบเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ใช้เวลาบด 20 นาที
3. เคลือบบนสแลปเนื้อคอร์เดี่ยวไรต์ สูตร C3 และ C4 ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสมาแล้ว โดยชุบเคลือบตัวอย่างละ 10 แผ่น
4. นำแผ่นสแลปไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราเร่ง 150 องศาเซลเซียส/ชั่วโมง และเย็นไฟที่อุณหภูมิสูงสุดนาน 30 นาที

1.2 การวิเคราะห์ทดสอบ

นำชิ้นตัวอย่างเคลือบที่เผาเรียบร้อยแล้ว มาตรวจพินิจลักษณะทั่วไป จากนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีลักษณะทั่วไปดี คือ ไม่ร้าว และไม่หลุดล่อน นำไปทดสอบ

ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน ซึ่งใช้วิธีทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบเนื้อคอร์เดียไรต์ ทดสอบการรานตัว โดยวิธี ASTM C424-93 (Reapproved 2006) ซึ่งเป็นวิธีทดสอบการรานของผลิตภัณฑ์เซรามิก ประเภทไวท์แวร์ และหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน เพื่อดูว่าเนื้อคอร์เดียไรต์ และเคลือบ สามารถเข้ากันได้ดี หรือไม่ ปกติแล้วเคลือบควรมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว เมื่อร้อนต่ำกว่าเนื้อดิน เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ ผลิตภัณฑ์ และไม่ทำให้เคลือบเกิดการราน

2. ผลการทดลองเคลือบ และวิจารณ์ผล

ผลการตรวจนิจุลักษณะทั่วไปของเคลือบแสดง ในตารางที่ 7 พบว่า เคลือบทุกสูตรให้ลักษณะเคลือบขาวทึบ สูตร ZL1 ZL2 และ ZL3 ผิวเคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน (semi-matt) ส่วนสูตรอื่นๆ ผิวเคลือบมีลักษณะด้าน เนื่องมาจากเคลือบยังหลอมตัวไม่เต็ม เคลือบที่มีจำนวนโมลของซิลิกา และอะลูมินาสูงขึ้น จะทำให้เคลือบมีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้น เคลือบทุกสูตรไม่มีการรานตัว และหลุดล่อน เกิดขึ้น

ตารางที่ 7 ลักษณะทั่วไปของเคลือบที่เผาอุณหภูมิ 1250 °C

สูตร	เนื้อดิน C3 เเผา 1250 °C				เนื้อดิน C4 เเผา 1250 °C			
	สี	ผิวเคลือบ	ราน	หลุด, ล่อน	สี	ผิวเคลือบ	ราน	หลุด, ล่อน
ZL1	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-
ZL2	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-
ZL3	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-	ขาวทึบ	กึ่งมันกึ่งด้าน	-	-
ZL4	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-
ZL5	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-
ZL6	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-
ZL7	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-
ZL8	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-
ZL9	ขาวทึบ	ด้าน	-	-	ขาวทึบ	ด้าน	-	-

ได้คัดเลือกสูตรเคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน และไม่ราน คือ สูตร ZL1 ZL2 และ ZL3 นำไปทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน ผลการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบฉับพลัน แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง ความร้อนอย่างฉับพลันของตัวอย่างเคลือบเผาที่ อุณหภูมิ 1250 °C

สูตร เคลือบ	เนื้อดิน C3 เเผา 1250 °C				เนื้อดิน C4 เเผา 1250 °C			
	อุณหภูมิที่ทดสอบ (°C)				อุณหภูมิที่ทดสอบ (°C)			
	150	175	200	250	150	175	200	250
ZL1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ZL2	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×
ZL3	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×

ได้นำตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส คือ ZL1 ไปทดสอบการรานตัว และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว เมื่อร้อน ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบการรานตัวของเคลือบ

สูตร เคลือบ	สูตรเนื้อดิน C3 เเผา 1250 °C					สูตรเนื้อดิน C4 เเผา 1250 °C				
	ความดันที่ทดสอบ (psi)					ความดันที่ทดสอบ (psi)				
	50	100	150	200	250	50	100	150	200	250
ZL1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 10 สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของตัวอย่างเคลือบ ZL1

สูตร	สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อน (25-800)(C) / (C _10-6
ZL1	3.048

จากผลการทดสอบ การรานตัวของเคลือบ จะเห็นได้ว่าเคลือบสามารถทนความดันไอสูงสุดโดยไม่แตกรานได้สูงถึง 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) โดยทั่วไปเนื้อดินที่ยังมีค่าการดูดซึมน้ำสูงอยู่ จะต้องทดสอบการรานตัวของเคลือบ เพื่อให้แน่ใจว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานแล้วจะไม่เกิดปัญหาเคลือบรานและจากผลการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของเคลือบ จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนของเคลือบ มีค่าต่ำกว่าเนื้อคอร์เดียไรต์ แสดงว่าเนื้อคอร์เดียไรต์และเคลือบ สามารถเข้ากันได้ดี

3. สรุปผลการทดลองเคลือบ

จากผลการทดลองเคลือบ ได้เลือกเคลือบสูตร ZL1 ซึ่งผ่านการทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนอย่างฉับพลันได้ที่อุณหภูมิสูงสุด คือ 250 องศาเซลเซียส และการรานตัวของเคลือบที่ความดันไอสูงสุด 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) โดยไม่แตกรานไปทดลองเคลือบผลิตภัณฑ์

การทดลองทำเป็นผลิตภัณฑ์โดยการเทแบบ

1. วิธีการทดลอง

เตรียมน้ำดิน โดยใช้สูตร C3 และ C4 จากนั้นนำไปเทแบบในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่มีรูปแบบเป็นหม้อและจาน ตกแต่งให้เรียบร้อย เเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เคลือบด้วยเคลือบสูตร ZL1 เเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส นำผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังเผาไปทดสอบการใช้งาน

2. วิธีการทดสอบ

2.1 การทดสอบโดยเตาไฟฟ้า

นำผลิตภัณฑ์ที่ตั้งบนเตาไฟฟ้า (hot plate electric) และใส่น้ำให้เต็ม เปิดเตาให้ความร้อนสูงสุดจนกระทั่งน้ำเดือด ปล่อยให้เดือดต่อไปเป็นเวลา 5 นาทีนำชิ้นงานใส่ลงในน้ำเย็น จากนั้น นำชิ้นงานมาตรวจสอบรอยแตกร้าว โดยใช้สารละลายของสีย้อมอินทรีย์ทาให้ทั่ว หากไม่พบรอยแตกร้าว ให้ทำการทดสอบซ้ำอีก ทำเช่นนี้จนครบ 5 ครั้ง

2.2 การทดสอบโดยเตาแก๊ส

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบจากเตาไฟฟ้า 5 ครั้งแล้ว ตั้งบนเตาแก๊ส และใส่น้ำให้เต็ม เปิดแก๊สให้เปลวไฟเป็นสีฟ้า จนกระทั่งน้ำเดือด ปล่อยให้เดือดต่อไปอีก 5 นาที นำชิ้นงานใส่ลงในน้ำเย็น จากนั้น นำชิ้นงานมาตรวจสอบรอยแตกร้าว โดยใช้สารละลายของสีย้อมอินทรีย์ทาให้ทั่ว หากไม่พบรอยแตกร้าว ให้ทำการทดสอบซ้ำอีก ทำเช่นนี้จนครบ 5 ครั้ง

3. ผลการทดลอง

การทดสอบการใช้งานของผลิตภัณฑ์หม้อและจานไม่พบรอยแตกร้าว เมื่อทำการทดสอบครบ 5 ครั้ง ทั้งเตาไฟฟ้า และเตาแก๊ส



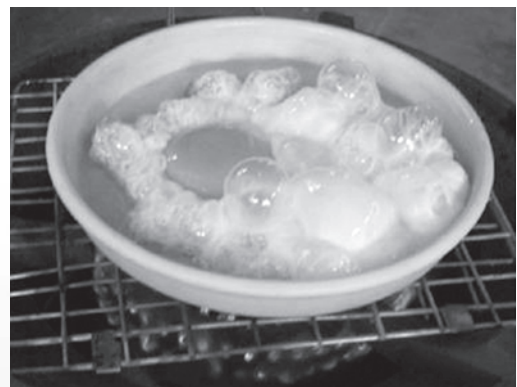
ภาพที่ 5 การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยตั้งบนเตาไฟฟ้าและเตาแก๊สขณะน้ำเดือด

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำภาชนะเซรามิกเนื้อคอร์เดียไรต์ เพื่อใช้ตั้งบนเตาไฟฟ้า และเตาแก๊สโดยตรง พบว่า เนื้อดินสูตร C3 และ C4 สามารถขึ้นรูปเป็นภาชนะโดยวิธีเทแบบ และเคลือบด้วยสูตรเคลือบ ZL1 เมาท์อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ได้ ภาชนะเซรามิกสำหรับใช้ปรุงอาหาร และสามารถตั้งบนเตาได้โดยตรง และไม่เกิดการแตกร้าวเสียหายขณะใช้งาน



ภาพที่ 6 ภาชนะเนื้อคอร์เดียไรต์ที่สามารถตั้งบนเตาไฟฟ้าและเตาแก๊สได้



ภาพที่ 7 ภาชนะเนื้อคอร์เดียไรต์ใช้ทอดไข่ดาวบนเตาแก๊ส

เอกสารอ้างอิง

- Nagoya International Training Center (NITC). **Glaze and color in ceramics Nagoya**. Nagoya International Training Center. 1983. p. 8. Norton, F.H. **Fine ceramics technology and application**. New York : McGraw-Hill, 1970. p. 183,196.
- Rhodes, Daniel. **Clay and glazes for the potter**. 3 rd. revised and expanded. [n.p] : Krause publications, 2000 p.111-113.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. กองการวิจัย. เนื้อคอร์เดียไรต์จากส่วนผสมของแร่โคโลลิกับทัลคัม. โดย สุจินดาโชติพานิช และคณะ. เอกสารรายงาน ผลงานวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก. กรุงเทพมหานคร : กรม , มปป.

_____ . ผลิตภัณฑ์แผ่นรองขดลวดไฟฟ้าชนิดจาน. เอกสารรายงานผลงานวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก. กรุงเทพมหานคร : กรม , ม.ป.ป.

ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ปี 2551



นางวรรณภา ตันยีนยงค์

เกิดวันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2498

วุฒิการศึกษาสูงสุด วิทยาศาสตร์บัณฑิต

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

เริ่มรับราชการครั้งแรก วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

โครงการเคมี

โทร. 0 2201 7348

e-mail : wannapa@dss.go.th

นายสวิท ทองโอฬ่

เกิดวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2491

วุฒิการศึกษาสูงสุด มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนวัดศึกษา จ.ลพบุรี

เริ่มรับราชการครั้งแรก วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2510

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ช่างปั้นแบบเคลือบ ชั้น 3

สำนักเทคโนโลยีชุมชน

โทร. 0 2201 7407



การทดสอบแบบไม่ทำลาย



การทดสอบแบบไม่ทำลาย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ บริการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing, NDT) เป็นการตรวจสอบสภาพของวัสดุ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องทำลายชิ้นงานทดสอบ โรงงานอุตสาหกรรมใช้วิธี NDT เพื่อ ควบคุมคุณภาพการผลิต ปรับปรุงเทคนิคการผลิต พัฒนาผลิตภัณฑ์ คัดเลือกและตรวจสอบชนิดของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต ตรวจสอบกระบวนการ heat treatment บำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรกล ตรวจสอบความไม่ต่อเนื่อง (discontinuity) หรือ รอยบกพร่อง (flaws) ของวัสดุหรือแนวเชื่อม ตรวจสอบสภาพของวัสดุ อุปกรณ์ ตรวจสอบโครงสร้างภายในของสิ่งก่อสร้างหรือค้นหาสิ่งของ ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงภายในโครงสร้างจุลภาค หรือการเกิดจุดบกพร่องในเนื้อวัสดุต่างๆ **ติดต่อได้ที่**
โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม โทรศัพท์ 0 2201 7368

กรมวิทยาศาสตร์บริการเชี่ยวชาญงานวิเคราะห์