



# วารสาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ISSN 0857-7617 ปีที่ 55 ฉบับที่ 175 กันยายน 2550



DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE  
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE  
DEPARTMENT OF SCIENCE SERVICE

# สารบัญ

## กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0 2201 7000 โทรสาร 0 2201 7466

www.dss.go.th

## ที่ปรึกษา

นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ

นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์

## บรรณาธิการ

นางสาวธิดา เกิดทำไร

## กองบรรณาธิการ

นางสายพิน สืบสันติกุล

นางอุมาพร สุขม่วง

นางวรรณณา ต.แสงจันทร์

นายมานพ สิทธิเดช

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรงค์รัมย์

นางสาวอุรารวรรณ อุ้นแก้ว

นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

นางพัชรียา ฉัตรเท

## ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

## วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

**การจัดทำสหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจ  
พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช** 1

มยุรี พ่องพุฒพันธ์, อัญญาดา ตั้งดวงดี, ดาเรศ USSR กิ่งจิตส  
เบญจภัทร์ จาตุรงค์รัมย์, นกตล แก้วบรรพต

**การนำนวัตกรรมกระดาษพาร์ชแมนท์แบคทีเรียเซลลูโลส  
ไปใช้ประโยชน์และวิจัยต่อยอด** 7

บีโลบล สุวรรณากันันท์, สุวรรณิ แกนธานี

**ภาวะโลกร้อน : คุณช่วยได้** 12

เทพวิฑูรย์ ทองศรี, สุจินต์ พรรษาพันธ์, สุรัตน์ เพชรเกษม,  
อมรพล ช่างสุพรรณ

**เซลล์เชื้อเพลิง : พลังงานสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม** 18

สุทธิเวช ต.แสงจันทร์, สติกร อลงกรณ์โชติกุล

**อาหารหมัก (Fermented Foods)** 22

สุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

**การทดสอบการแจกแจงปกติ** 27

อนุสิทธิ์ สุขม่วง

**ข่าวทั่วไปในวศ.** 35

**สัมภาษณ์ ด้านการพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์  
ห้องปฏิบัติการ** 66

**การบริการวิชาการแก่สังคม พ.ศ. 2550** 72

## บทความวิชาการ

**รายงานสถานการณ์ปัจจุบันของระเบียบว่าด้วยสารเคมี  
ของสหภาพยุโรป** 30

ธดาวรรณ ศิลปโกษากุล

**การศึกษาปัจจัยกระบวนการผลิตที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพ  
ของสับปะรด** 39

สุมาลี ทั้งพิทยกุล

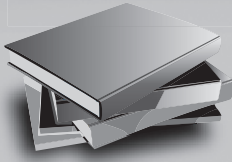
**เทคโนโลยีการทำกระเบื้องประดับตกแต่งจากเศษแก้ว** 47

วรรณณา ต.แสงจันทร์

**การประมาณปริมาณสารฟอกสีในแก้วโซดาไลม์ซิลิกา** 61

เทพวรรณ จิตร์ธีรโกมา

# การจัดทำสหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจ



## พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

มยุรี พ่วงพุดพันธ์, อัญญาตา ตั้จดวงดี, ดาเรศ อูร์สีทังจิตร,  
เบญจกักร์ จาตุรนต์รักณี, นกมล แก้วบสรวท

### บทนำ

ในมหามงคลสมัยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เสด็จเถลิงถวัลยราชสมบัติ ครบ 60 ปี ในวันที่ 9 มิถุนายน พุทธศักราช 2549 และทรงเจริญพระชนมายุครบ 80 พรรษา ในวันที่ 5 ธันวาคม 2550 ยิ่งความปลื้มปิติโสมนัสมาสู่ประชาชนชาวไทยทั้งชาติ ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อม ที่ทรงอุทิศพระวรกาย เพื่อประโยชน์สุขแก่พสกนิกรทุกหมู่เหล่า กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงสนับสนุนให้สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดำเนินการจัดทำ “สหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช” เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติเนื่องในวโรกาสมหามงคลนี้

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สท.) ในฐานะเป็นศูนย์ประสานงานสารนิเทศสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ร่วมมือกับศูนย์ประสานงานสารนิเทศสาขาต่างๆ ในระบบสารนิเทศทางวิชาการแห่งชาติ รวมถึงข่ายงานในศูนย์ประสานงานฯ และ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จากห้องสมุดและศูนย์ข้อมูลต่างๆ ในเครือข่าย จัดทำเป็นสหบรรณานุกรมเผยแพร่ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจ พระอัจฉริยภาพ และพระปรีชาสามารถด้านต่างๆ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวตั้งแต่ที่ทรงครองราชย์จนถึงปัจจุบัน

### วัตถุประสงค์ :

เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติ พระอัจฉริยภาพและพระปรีชาสามารถของพระองค์ เนื่องในวโรกาสมหามงคล โดยรวบรวมรายชื่อสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จัดทำเป็นสหบรรณานุกรมเผยแพร่ในรูปแบบสิ่งพิมพ์ ซีดีรอม และเว็บไซต์ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า อ้างอิง สำหรับ นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนประชาชนทั่วไปที่สนใจ

### หน่วยงานร่วมดำเนินการ :

คณะทำงานจัดทำสหบรรณานุกรม ประกอบด้วยบุคลากรจาก 7 หน่วยงาน ภายในสังกัดกระทรวงดังนี้

| กระทรวง                      | หน่วยงาน  |
|------------------------------|---|
| 1. ก.ศึกษาธิการ              | 1.1 สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และข่ายงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<br>1.2 สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในฐานะศูนย์ประสานงานสารสนเทศ สาขาเกษตรศาสตร์<br>1.3 สำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในฐานะข่ายงานในศูนย์ประสานงานสารสนเทศสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 2. ก.วัฒนธรรม                | สำนักหอสมุดแห่งชาติ ในฐานะศูนย์ประสานงานสารสนเทศสาขามนุษยศาสตร์   |
| 3. ก.การคลัง                 | หอสมุดและจดหมายเหตุธนาคารแห่งประเทศไทย ในฐานะศูนย์ประสานงานสารสนเทศ สาขาเศรษฐศาสตร์   |
| 4. ก.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 4.1 สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในฐานะศูนย์ประสานงานสารสนเทศสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>4.2 ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยแห่งประเทศไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ในฐานะข่ายงานในศูนย์ประสานงานสารสนเทศ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี     |

ระยะเวลาดำเนินงาน ระหว่างเดือน มีนาคม - สิงหาคม 2549

### วิธีการและผลการดำเนินการ

เนื่องจากการดำเนินงานจัดทำสหบรรณานุกรม มีเงื่อนไขหลายประการ ได้แก่ การทำงานร่วมกันหลายหน่วยงาน ข้อมูลมีจำนวนมาก มีระยะเวลาที่จำกัด และลักษณะงานที่ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบในการจัดทำและตรวจสอบเพื่อให้เกิดความถูกต้องสูง ด้วยเงื่อนไขต่างๆ เหล่านี้ สท. จำเป็นจะต้องวางแผนการทำงานที่รัดกุม มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้งานสามารถบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

สท. เริ่มต้นโครงการจากการประเมินความเป็นไปได้ (feasibility) โดยเริ่มจากการหารือร่วมกันภายในเครือข่ายความร่วมมือระหว่างห้องสมุด จากนั้นได้ประสานงานไปที่เลขาธิการคณะกรรมการอำนวยการและประสานงานระบบสารนิเทศทางวิชาการแห่งชาติ (ผู้อำนวยการหอสมุดแห่งชาติ) และศูนย์ประสานงานสารสนเทศสาขาต่างๆ หลายหน่วยงาน ตอรับการร่วมจัดกิจกรรมเฉลิมพระเกียรติในมหามงคลสมัยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จเถลิงถวัลยราชสมบัติครบ 60 ปี ในโอกาสนี้ได้รับความเอื้อเฟื้อจากนางสาวศรีนิตย์ บุญทอง ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ จากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริรับเป็นที่ปรึกษาโครงการฯ และนางอนงค์ สวรรค์วัฒนกุล บรรณารักษ์ ระดับ 8 ว ห้องสมุดเฉพาะ สำนักราชเลขาธิการให้คำแนะนำข้อมูลทั่วไปอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานในบางขั้นตอน จากนั้นได้จัดทำคำสั่งเพื่อแต่งตั้งคณะทำงาน<sup>1</sup> และประชุมคณะทำงานฯ โดยมีสาระสำคัญหลักๆ จากการประชุมที่น่าสนใจ ดังนี้

- การจัดทำแผนปฏิบัติงานจัดทำสหบรรณานุกรม ดังนี้

<sup>1</sup> คำสั่ง วศ. ที่ 127/2549 เรื่องแต่งตั้งคณะทำงานร่วมเพื่อจัดทำ “สหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช”

แผนปฏิบัติงานจัดทำสหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์ เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

| กิจกรรม   | เดือน |      |       |       |      |       |      |      |      |      |      |      | ผู้รับผิดชอบ               | หมายเหตุ               |
|---|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|------------------------|
|   | ม.ค.  | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |                            |                        |
| 1. ประสานงานความร่วมมือจากห้องสมุดต่างๆ เพื่อจัดทำสหบรรณานุกรมฯ |       |      |       |       |      | ◀     |      |      |      |      |      |      | ฝ่ายเลขานุการ              |                        |
| 2. เชิญประชุมหน่วยงานในการประชุมกิจกรรมร่วมกัน                  |       |      |       |       |      | ←     | →    |      |      |      |      |      | ฝ่ายเลขานุการ              |                        |
| 3. ส่งข้อมูลบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์ให้สำนักหอสมุด                   |       |      |       |       |      | ◀     |      |      |      |      |      |      | หน่วยงานที่เข้าร่วม        |                        |
| 4. มีกิจกรรมทำสาระสังเขป  |       |      |       |       |      | ▶     |      |      |      |      |      |      | จุดกลางหน่วยงานที่เข้าร่วม | ดลิ่งชัน (11 เม.ย. 45) |
| 5. รวบรวมข้อมูลของงานตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูล                |       |      |       |       |      | ↔     |      |      |      |      |      |      | ผลการทำงาน สท.             |                        |
| 6. ประชุมหน่วยงานเพื่อแบ่งงาน                                   |       |      |       |       |      | ◀     |      |      |      |      |      |      | หน่วยงานที่เข้าร่วม        | 20 เม.ย. 49            |
| 7. ส่งข้อมูลบรรณานุกรม สาระสังเขป สแกนหน้าปกให้สำนักหอสมุดฯ     |       |      |       |       |      |       | ▶    |      |      |      |      |      | หน่วยงานที่เข้าร่วม        |                        |
| 8. รวบรวมเรียบเรียงข้อมูลจากหน้า 7                              |       |      |       |       |      |       |      |      | ▶    |      |      |      | ผลการทำงาน สท.             | 15 มิ.ย. 49            |
| 9. จัดทำต้นฉบับเพื่อส่งโรงพิมพ์                                 |       |      |       |       |      |       |      |      |      | ▶    |      |      | ผลการทำงาน สท.             |                        |
| 10. วันเข้าเล่มทากาว  |       |      |       |       |      |       |      |      |      |      | ▶    |      | ผลการทำงาน สท.             |                        |

ภาพที่ 1 แสดงแผนปฏิบัติงานจัดทำสหบรรณานุกรม

- รูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลกำหนดให้มี 3 ลักษณะ คือ จัดทำในรูปแบบสิ่งพิมพ์ จำนวน 2,000 เล่ม ซีดีรอม จำนวน 1,000 แผ่น และจัดทำเว็บไซต์
- รูปแบบการจัดทำตัวเล่ม การคัดเลือกภาพ การจัดเรียงภาพ การทำดรรชนีเรื่อง ชนิตกระดาศ รูปแบบซีดีรอม และเว็บไซต์
- รูปแบบการลงรายการสิ่งพิมพ์  
กำหนดให้มีรายชื่อสิ่งพิมพ์ ข้อมูลบรรณานุกรมตามมาตรฐานการลงรายการสาระสังเขป<sup>2</sup> ภาพปกประกอบการจัดทำดรรชนีเรื่อง และระบุหน่วยงานที่มีสิ่งพิมพ์แต่ละรายการ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูลของนักเรียน นักศึกษาและประชาชนที่สนใจทั่วไป

**ตัวอย่างข้อมูล**

① 662 ② สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<sup>④</sup> กรุงเทพฯ : สำนักงาน, 2531. 159 หน้า<sup>⑤</sup>

⑥ ภาพประกอบ. ISBN.974-7770-26-1

**สาระสังเขป :** ⑧

⑩ รวบทหอภิปรายจากผู้ทรงคุณวุฒิ 17 ท่านเกี่ยวกับพระราชกรณียกิจด้านต่างๆของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ประกอบด้วย โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและโครงการตามพระราชประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวม 4 ตอน คือ คุณภาพชีวิต โครงสร้างพื้นฐาน การเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

⑨ 1. ภูมิพลอดุลยเดช, พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหา, 2470- พระราชกรณียกิจ  
2. โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 3. โครงการหลวง 4. การพัฒนาชนบท  
5. วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี.

⑪ **หน่วยงานที่มีหนังสือ :** จฟ:ส.วิจัยทรัพยากร, ธปท, มก : บข, มก : วศ.บข, มธบ, วศ : สท., สศช., สสช

⑫ จัดทำโดย : วศ.สท

ภาพที่ 2 รูปแบบข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งพิมพ์

<sup>2</sup> คณะทำงานฯ และเจ้าหน้าที่ผ่านการอบรมการจัดทำสาระสังเขป ซึ่งจัดโดยสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อวันที่ 11 เมษายน 2549



ภาพที่ 3 ผลการค้นหาข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์

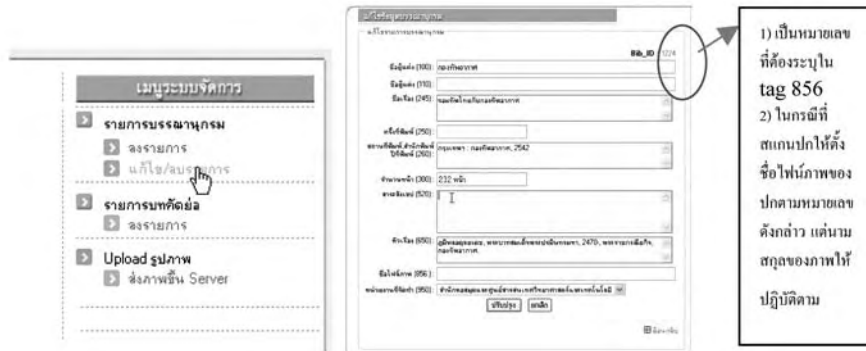
- การกำหนดเนื้อหาสาระ สิ่งพิมพ์ที่ครอบคลุม และแหล่งข้อมูล ที่ประชุมมีมติให้ครอบคลุมสิ่งพิมพ์ที่เป็นหนังสือ วิทยานิพนธ์ วารสารฉบับพิเศษ จุลสาร ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับพระราชกรณียกิจ พระราชดำรัส และพระบรมราโชวาท ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว นับตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๙๓ ถึง พ.ศ. ๒๕๔๙ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น ๗๗๔ รายการ จากแหล่งข้อมูลทั้งสิ้น ๖๔ แห่ง
- การกำหนดดรชนีคำค้น มีการให้หัวข้อเรื่องตามหลักการทางบรรณารักษศาสตร์ เพื่อให้ผู้ใช้สืบค้นเรื่องที่ต้องการจากคำที่กำหนดเป็นหัวข้อเรื่องได้ นอกเหนือจากการสืบค้นจากชื่อหนังสือ ชื่อผู้แต่ง หรือหน่วยงานที่จัดทำหนังสือ นอกจากนี้ในส่วนของสหบรรณานุกรมที่จัดทำในรูปสิ่งพิมพ์ ยังได้ทำดรชนีเรื่อง โดยได้นำเนื้อหาสาระของสิ่งพิมพ์แต่ละรายการมาวิเคราะห์และกำหนดคำค้น และนำคำเหล่านี้มาจัดเรียงตามลำดับตัวอักษร พร้อมทั้งลำดับเลขที่อ้างอิงตรงกับบรรณานุกรม เพื่อเป็นดรชนีเรื่องสำหรับการสืบค้น

ดรชนีเรื่อง

| คำสำคัญ            | เลขที่อ้างอิง                                   |
|--------------------|---|
| กฤษฎีกา            | 722   |
| กฎหมาย             | 95, 115, 126, 236, 241, 317, 472, 537, 658, 730 |
| กรมทางหลวง         | 26  |
| กรมยุทธการทหารเรือ | 486   |
| กรมวิชาการเกษตร    | 564   |
| กรมส่งเสริมสหกรณ์  | 60  |

ภาพที่ 4 ตัวอย่างการกำหนดดรชนีเรื่อง

- การกำหนดให้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงาน เนื่องจากเป็นการทำงานร่วมกันหลายหน่วยงาน ด้วยระยะเวลาที่จำกัด การเดินทางที่ไม่สะดวกอันเนื่องมาจากปัญหาจราจรต่างๆ ดังนั้นสำนักหอสมุดฯ จึงออกแบบเว็บไซต์ เพื่อให้แต่ละหน่วยงานที่ร่วมดำเนินงานสามารถบันทึกข้อมูลเข้าฐานข้อมูลโดยตรง ด้วยรหัสผ่านของแต่ละหน่วยงานที่สำนักหอสมุดฯ จัดสรรให้



ภาพที่ 5 แสดงการบันทึกข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ของแต่ละหน่วยงาน

## สรุป

บุคลากรภาครัฐและเอกชน นักเรียน นักศึกษา และประชาชน สามารถศึกษาค้นคว้าพระราชกรณียกิจต่างๆ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็ว สมบูรณ์ครบถ้วน และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้ “สหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช” หากหน่วยงาน / องค์กรใดสนใจสามารถแจ้งความประสงค์เป็นหนังสือราชการเพื่อขอรับสิ่งพิมพ์ หรือ ซีดีรอมได้ที่สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## บทส่งท้าย

การจัดทำสหบรรณานุกรมสามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นอย่างดี ความสำเร็จที่เกิดขึ้นนอกจากจะเกิดจากการร่วมแรงร่วมใจของคณะทำงานจัดทำสหบรรณานุกรมในการดำเนินงานต่างๆ ด้วยความอุตสาหะแล้ว ยังได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ อาทิ กองข่าว กองการในพระองค์ และห้องสมุดเฉพาะสำนักราชเลขาธิการ นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนงบประมาณบางส่วนเพื่อใช้ในการดำเนินงานจากสภาสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ในนามของคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำ “สหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช” ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์



- หมายเหตุ :
1. เว็บไซต์ <http://siweb.dss.go.th/60>
  2. หน่วยงาน / องค์การที่สนใจ โปรดแจ้งความประสงค์เป็นหนังสือราชการ โดยมีรูปแบบ ดังนี้

ระบุที่อยู่หน่วยงาน

ระบุ ว/ด/ป

เรื่อง ขอภินันท์นทานการสหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับพระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

เรียน ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โปรดระบุความประสงค์ .....

ลงชื่อผู้ประสงค์ขอรับหนังสือ



# การนำนวัตกรรม

## กระดาษพาร์ชเมนต์แบบที่เรียเชลลูโลส ไปใช้ประโยชน์และวิจัยต่อยอด



บีโบล สุวรรณภักดิ์ สุวรรณิ แทนธานี

### คำนำ

การผลิตกระดาษพาร์ชเมนต์แบบที่เรียเชลลูโลส (กึ่งน้ำมะพร้าว) เป็นโครงการวิจัยพัฒนาซึ่งสำนักเทคโนโลยีชุมชน (ทช.) กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) ได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เป็นระยะเวลา 2 ปี (พ.ศ. 2539-2540) ชื่อโครงการ “การผลิตกระดาษจากแบคทีเรียเชลลูโลส และการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธี parchmentization” จากผลการวิจัยได้ค้นพบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ (นวัตกรรม ;Innovation) ซึ่งต่อมาได้จดทะเบียนอนุสิทธิบัตรไทยเลขที่ 306 (กรมวิทยาศาสตร์บริการ; 2544) ออกให้เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2544 มีชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ว่า “กระดาษ parchment ชนิดใหม่ที่ไม่ดูดซึมน้ำมันทำด้วยเชลลูโลสจากแบคทีเรียและกรรมวิธีผลิต” อนุสิทธิบัตรฉบับนี้เป็นสิทธิร่วมกันระหว่าง วศ. และ วช.



ภาพที่ 1 ต้นแบบภาชนะบรรจุภัณฑ์ที่กั้นน้ำมันร่วซึมได้นานเป็นปี ทำด้วยกระดาษพาร์ชเมนต์ชนิดใหม่แบคทีเรียเชลลูโลส (กึ่งน้ำมะพร้าว)

นวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนต์ชนิดใหม่ดังกล่าวผลิตจากเส้นใยเชลลูโลสซึ่งผลิตจากแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* มีคุณสมบัติที่กั้นน้ำมันร่วซึมได้นานเป็นปี (ภาพที่ 1) กันอากาศไม่ให้อากาศผ่านเข้าออก มีค่า

ด้านทานแรงดึงขาดเมื่อเปียกน้ำสูงมาก มีลักษณะทึบแต่โปร่งแสง (translucence) สามารถเขียนลวดลายลงสีทุกชนิดได้ดี ขึ้นรูปแบบตามแม่พิมพ์และพิมพ์ภาพด้วยเครื่องพิมพ์ประเภทปรินเตอร์ได้ นวัตกรรมนี้สร้างชื่อเสียงให้ วศ. ได้เป็นที่รู้จักของประชาชนและนักวิชาการเป็นอย่างมากในช่วงครึ่งทศวรรษที่ผ่านมา จนถึงปัจจุบัน เป็นผลมาจากการที่ ทช. ได้ดำเนินการขยายผลนำนวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนต์ไปใช้ประโยชน์อย่างสม่ำเสมอ มีการเผยแพร่ผลงาน เช่น นำลงตีพิมพ์ทั้งในหนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสารรายปักษ์ วารสารวิชาการ ฯลฯ สัมภาษณ์นำออกอากาศทางวิทยุ และแพร่ภาพทางโทรทัศน์ นำออกจัดแสดงนิทรรศการผลงานในสถานที่และวาระสำคัญต่างๆ รวมทั้งมีการนำผลงานออกถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดเป็นหลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการระยะสั้น เพื่อนำไปสร้างสรรค์เป็นสินค้าเอกลักษณ์ชุมชนในหลายพื้นที่ของประเทศ นอกจากนี้ยังทำการวิจัยพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยเดิมอย่างต่อเนื่อง

### วิธีดำเนินการ

ทช.วศ. ได้ทำการขยายผลนำนวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนต์แบบที่เรียเชลลูโลสไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์กับประเทศในทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสรุปมี 4 แนวทางดังนี้

#### 1. การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร

โดยการนำเสนอผ่านทางสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสารวิชาการ ฯลฯ และใช้สื่อโทรทัศน์ศึกษาภาพและเสียง ได้แก่ การสัมภาษณ์ออกอากาศทางวิทยุและการแพร่ภาพผลงานทางโทรทัศน์

## 2. การจัดนิทรรศการแสดงผลงาน

โดยนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบและองค์ความรู้ในส่วนที่สามารถเปิดเผยได้ของผลงานนวัตกรรมเข้าร่วมจัดแสดงนิทรรศการวิชาการ ทั้งในเขตกรุงเทพฯ และในส่วนภูมิภาค และในวาระต่างๆ ซึ่งเป็นวันสำคัญของประเทศ เช่น งานวันนักประดิษฐ์ งานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ งานสมุยสปาแฟร์ ฯลฯ

## 3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิต

นำผลงานออกถ่ายทอดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการกระบวนการผลิตกระดาษพาร์ชเมนท์ วุ้นน้ำมะพร้าว โดยมีวัตถุประสงค์ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ส่งเสริมให้เกิดเป็นอาชีพโดยสร้างหลักสูตรให้กับประชาชนผู้สนใจทั่วไปนำไปผลิตเป็นสินค้าได้ นำเข้าไว้ในแผนการถ่ายทอดประจำปีของ วศ. รวมทั้งเปิดอบรมที่ วศ. ใน กทม. ให้กับประชาชนผู้สนใจทั่วไปโดยมีการคิดอัตราค่าธรรมเนียมไว้

3.2 ส่งเสริมให้เกิดเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยสร้างหลักสูตรที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและสถาบันการศึกษาในส่วนภูมิภาค ให้สามารถนำไปผลิตเป็นสินค้าที่หลากหลายขึ้น เช่น เพิ่มการแปรรูปอาหาร ฯลฯ นำเข้าในแผนการถ่ายทอดประจำปีของ วศ. โดยการจัดอบรม ณ สถานที่ตั้งกลุ่มฯ/สถาบันฯ ที่มีศักยภาพพร้อมเป็นเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีของ วศ. การอบรมฯ เน้นการสร้างวิทยากรใหม่จากผู้เป็นสมาชิกของกลุ่มฯ/สถาบันฯ ให้มีความรู้ความชำนาญ สามารถถ่ายทอดวิธีปฏิบัติการผลิตที่ได้รับจาก วศ. ต่อไปให้กับ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่นๆ รวมทั้งประชาชนในพื้นที่และถ่ายทอดฯออกไปยังพื้นที่ใกล้เคียงได้ต่อไป

## 4. การวิจัยพัฒนาต่อยอด

ในความพยายามที่จะทำให้เกิดการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ทช. ได้ดำเนินการขอทุนสนับสนุนเพื่อต่อยอดจากงานวิจัยเดิมดังนี้

4.1 จัดทำแบบเสนอขอโครงการวิจัยฯ ไปยังแหล่งให้ทุนอุดหนุนวิจัยของประเทศซึ่งเป็นหน่วยงานภายนอก วศ. เพื่อขอรับทุนอุดหนุนวิจัยฯ โดยส่งแบบเสนอฯ ไปที่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2545

4.2 จัดทำแบบเสนอขอโครงการวิจัยฯ เสนอหน่วยงานต้นสังกัดได้แก่ วศ. เพื่อการพิจารณา

ขอรับงบประมาณดำเนินโครงการวิจัยฯ จากเงินงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2550

## ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินการใน 4 แนวทางที่กล่าวมานั้น ได้ผลของแต่ละแนวทางสรุปได้ดังนี้

### 1. การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร

ผลที่ได้พบว่าสามารถสื่อให้ประชาชนทั่วไป นักวิชาการและผู้ประกอบการได้รู้จักและรับรู้ข้อมูลองค์ความรู้เทคโนโลยีของนวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนท์ฯ ในวงกว้าง ดังเห็นได้ว่ามี การลงข่าวในหนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสาร วารสารวิชาการ ฯลฯ และมีการออกอากาศแพร่ภาพผลงานทั้งทางโทรทัศน์ วิทยุ ต่อเนื่องมานับแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2550 ซึ่งรวมผลงานได้ดังนี้

1.1 การนำเสนอโดยสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ นิตยสาร วารสาร รวมรายชื่อได้จำนวนมากแต่อ้างอิงได้ 5 ฉบับ (กรมวิทยบริการคิดกระดาษพิเศษ ; 2548, ก.วิทยฯ แปรรูปวุ้นน้ำมะพร้าวเป็นกระดาษ ; 2550, คาราวานวิทยาศาสตร์ห้องพัฒนาสุราษฎร์ ; 2550, วท.ไซท์กระดาษจากวุ้นน้ำมะพร้าว ; 2548 นีโบล สุวรรณภินันท์ ; 2545, )

1.2 การนำเสนอโดยสื่อโทรทัศน์ วิทยุ รวมได้จำนวน 6 รายการและ 3 เลขคลื่น (แพร่ภาพออกโทรทัศน์ช่อง 7 สี รายการ “คนไทยวันนี้” ; 2545, รายการ “สะกิดข่าว” โทรทัศน์ช่อง 5 รายการ “เส้นทางแห่งภูมิปัญญา” รายการ “ผีไม่ลายมือ” ; 2545, วันเทคโนโลยีไทย ณ อิมแพคเมืองทองธานี ; 2545 และ สัมภาษณ์ออกอากาศทางวิทยุศูนย์การศึกษาออกโรงเรียน คลื่น FM92 ; 2545, สัมภาษณ์ออกอากาศทางวิทยุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่คลื่น FM101.5 ; 2545, สัมภาษณ์ออกอากาศทางวิทยุที่คลื่น FM 89.5 รายการ “SME กู้ชาติ” ; 2545)

### 2. การจัดนิทรรศการแสดงผลงาน

ได้นำผลงานนวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนท์ฯ แบบที่เรียเชลลูโลสไปจัดแสดงนิทรรศการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2550 เป็นจำนวน 18 ครั้ง ในสถานที่และวาระต่างๆ รวมได้คือ

จัดแสดงนิทรรศการในเขต กทม. จำนวน 6 ครั้ง  
จัดแสดงนิทรรศการในส่วนภูมิภาค จำนวน

12 ครั้ง ได้แก่ ที่ จังหวัดนนทบุรี, พระนครศรีอยุธยา, เพชรบุรี, นครราชสีมา, สุราษฎร์ธานี

### 3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิตผลที่ได้ในทั้ง 2 วัตถุประสงค์ ที่ต่างกันสรุปเป็นดังนี้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างสินค้าทำจากกระดาษหุ่นน้ำมะพร้าวของผู้เข้ารับการอบรมส่งเสริมเป็นอาชีพ บริษัทหุ่นน้ำมะพร้าว จ.ฉะเชิงเทรา

#### 3.1 ในวัตถุประสงค์ส่งเสริมให้เกิดเป็นอาชีพ

มีการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติหลักสูตร

“เทคนิคการผลิตกระดาษจากหุ่นน้ำมะพร้าวและทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ” (ภาพที่ 2) ให้ประชาชนและบุคคลทั่วไปโดยคิดค่าธรรมเนียมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2548 รวมอบรมจำนวน 5 ครั้ง ได้จำนวน ผู้เข้าอบรมรวม 78 คน การติดตามผล พบว่ามีผู้นำไปประกอบเป็นธุรกิจขนาดเล็กและกลาง แต่จำเป็นต้องพึ่งการแปรรูปอาหารเป็นธุรกิจหลักมีจำนวน 3 ราย ได้แก่ นางสาวสรน สโธนบุตร (บ.สรนหุ่นน้ำมะพร้าว) จังหวัดฉะเชิงเทรา (ภาพที่ 3) นายธงแดน พรหมเมือง (บริษัทธงแดนหุ่นน้ำมะพร้าว) จังหวัดพัทลุง และกลุ่มเกษตรกรแม่บ้านวัดประดู่ จังหวัดสมุทรสงคราม



ภาพที่ 3 ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “เทคนิคการผลิตกระดาษพาร์ชเมนต์แบบที่เรียกเซลลูโลส” ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กรุงเทพฯ

#### 3.2 ในวัตถุประสงค์สร้างเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี



ภาพที่ 4 สินค้าผลิตภัณฑ์โคมไฟกระดาษหุ่นน้ำมะพร้าว ภูมิปัญญาสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน อ.เกาะสมุย



ภาพที่ 5 ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อสร้างเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีหลักสูตร “กระบวนการผลิตกระดาษพาร์ชเมนต์ แบบที่เรียกเซลลูโลสและการแปรรูปอาหาร” ณ อำเภอเกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

วิธีนี้เริ่มมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ขณะนี้เกิดเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 1 เครือข่าย ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรตำบลแม่บ้าน อ.เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยลงนามในแบบสัญญา MOU เป็นเครือข่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี กับ วศ. ไร่ วศ. ได้ทำการฝึกอบรมฯ (ภาพที่ 4) ให้ที่เกาะสมุยรวมจำนวน 3 ครั้ง สถานภาพปัจจุบัน กลุ่มฯ มีวัสดุอุปกรณ์สามารถผลิตหุ่นฯ และผลิตภัณฑ์กระดาษฯ ได้เองครบวงจร โดยการสนับสนุนของอำเภอ สมาชิกกลุ่มฯ จำนวน 2 คน ซึ่งมีศักยภาพเป็นวิทยากรถ่ายทอดฯ ได้เคยเป็นวิทยากรรับเชิญร่วมของ วศ. ในการฝึกอบรมครั้งที่ 2 และ 3 ที่ อำเภอเกาะสมุย จึงนับได้ว่ากลุ่มมีความเข้มแข็งสามารถถ่ายทอดการผลิตหุ่นน้ำมะพร้าวต่อไปให้กลุ่มอื่นในพื้นที่ อำเภอเกาะสมุย เพื่อแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์กระดาษฯได้ นอกจากนี้สินค้าผลิตภัณฑ์โคมไฟกระดาษหุ่นน้ำมะพร้าว ภูมิปัญญาสมาชิกกลุ่มแม่บ้าน

(ภาพที่ 5) ถู้นำเข้าร่วมแสดงนิทรรศการและจำหน่ายสินค้าในงาน “คาราวานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการอยู่ดีมีสุข” ตามยุทธศาสตร์อยู่ดีมีสุขระดับจังหวัดในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ณ โรงแรมวังใต้ อ.เมือง วันที่ 14-15 พฤษภาคม 2550 จำนวน 1 ครั้ง



ภาพที่ 6 ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระดาศพาร์ชเมนท์วุ้นน้ำมันมะพร้าวใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารที่กั้นน้ำมันไขมันได้ ผลงานการวิจัยปี พ.ศ. 2548

#### 4. การทำวิจัยต่อยอด

ผลที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

4.1 ปี พ.ศ. 2546 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ให้การสนับสนุนวิจัย ทำสัญญาเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 เป็นทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะเวลาการให้ทุน 1 ปี 8 เดือน ในชื่อโครงการ “กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กระดาศพาร์ชเมนท์แบบที่เรียเซลลูโลสที่กั้นน้ำมันได้” ปัจจุบันโครงการนี้แล้วเสร็จผ่านขั้นตอนการตรวจพิจารณาและอนุมัติส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ไปเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2548 ผลที่ได้คือได้พบองค์ความรู้ใหม่ 2 สิ่ง โดยสิ่งหนึ่งคือพบสมมุติฐานใหม่ที่ว่า ลักษณะโครงสร้างการเรียงตัวของเส้นใยเซลลูโลสวุ้นน้ำมันมะพร้าวมีความแตกต่างกันใน 3 สภาวะเพาะเลี้ยงผลิต (ถาดนิ่ง ขวดเขย่า เครื่องปฏิกรณ์) และโครงสร้างนี้มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพที่เป็นพาร์ชเมนท์ของกระดาศพาร์ชเมนท์วุ้นน้ำมันมะพร้าว ซึ่งได้มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยแปลเป็นภาษาอังกฤษเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุรนารี (อยู่ในช่วงตอบรับการตีพิมพ์) [Neelobon Suwannapinunt, et al. 2007.(In press)] สิ่งที่สองได้สร้างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กระดาศพาร์ชเมนท์วุ้นน้ำมันมะพร้าวใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารที่กั้นน้ำมันไขมันได้ (ภาพที่ 6) ซึ่งประกอบด้วยกรรมวิธีพร้อมทั้งเครื่องมืออุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นได้ใหม่

4.2 ในปีงบประมาณ 2550 ได้รับงบประมาณประจำปีให้ทำโครงการชื่อ “การปรับปรุงกระบวนการผลิตเซลลูโลสแบคทีเรียเพื่อลดต้นทุนการผลิต” ระยะเวลา 2 ปี (พ.ศ. 2550-2551) ความก้าวหน้าโครงการขณะนี้ มีการศึกษาหาสายพันธุ์ *Acetobacter sp.* ใหม่ที่ให้เซลลูโลสผลิตสูง ได้ค้นหาหลายแหล่งเช่น ผลไม้ ดอกไม้ ต่างชนิดต่างแหล่งและมีการศึกษาว่าวัตถุดิบตัวใหม่ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องกับมะพร้าว ขณะนี้มีความก้าวหน้าเบื้องต้นว่าวัตถุดิบตัวใหม่ช่วยลดปริมาณการใช้สารอาหารในสูตรผลิตเซลลูโลสแบคทีเรียลงได้เด่นชัด จึงอาจได้แหล่งวัตถุดิบแหล่งใหม่ที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตกระดาศพาร์ชเมนท์แบบที่เรียเซลลูโลส

#### สรุป

วศ. ได้ใช้แนวทาง 4 แนวทางดังกล่าวข้างต้น เพื่อนำนวัตกรรมกระดาศพาร์ชเมนท์แบบที่เรียเซลลูโลสออกไปสู่การใช้ประโยชน์ในวงกว้างขึ้นได้อย่างมาก แต่ทั้ง 4 แนวทางที่กล่าวถึงจะมีมุมมองที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้นไปอีกเช่น แนวทางที่ 1 และ 2 ที่ใช้การลงตีพิมพ์และใช้การจัดแสดงนิทรรศการผลงาน ทั้งสองแนวทางนี้ถ้าวิเคราะห์ให้ดียังสามารถสร้างประโยชน์มากมายทั้งการให้คำแนะนำปรึกษาด้านวิชาการ และการดึงผู้สนใจเข้ามาติดต่อกับผู้วิจัยได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นการทำให้ “ผู้ผลิตพบผู้บริโภค” ได้โดยตรง ทั้งนี้ความคิดและข้อเสนอแนะของผู้ที่เข้ามาติดต่อบางรายได้ก่อให้เกิด วศ. สามารถคิดค้นพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ขึ้นได้สำเร็จ เช่น สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตน้ำมันหอมระเหยบริสุทธิ์ฯ นอกจากนี้การใช้สื่อสิ่งพิมพ์ที่ต่อเนื่องสม่ำเสมอมีผลทำให้ภาคอุตสาหกรรม เช่น บริษัทกระดาศพาร์ชเมนท์ฯ เข้ามาติดต่อกับผู้วิจัย ทำให้เกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เข้าหากันที่จะพัฒนาสร้างกระดาศพาร์ชเมนท์น้ำมันผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ต่อไป แม้ขณะนี้จะยังไม่เกิดขึ้น แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่จะนำนวัตกรรมฯ ไปสู่อุตสาหกรรมได้ ถึงแม้ว่าต้นทุนการผลิตกระดาศพาร์ชเมนท์ยังมีราคาสูง ประการสำคัญด้วยความตระหนักด้านรักษาสิ่งแวดล้อมโลก การมีมูลค่าสูงของผลิตภัณฑ์ที่มีต้นกำเนิดจากสารปิโตรเลียมฯ เหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้กระดาศพาร์ชเมนท์วุ้นน้ำมันมะพร้าวเป็นที่ต้องการของตลาดกระดาศพาร์ชเมนท์อย่างไม่มีขีด

จำกัดที่ราคาสูงต่อไปในอนาคตข้างหน้า และแนวทางที่ 3 และ 4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการทำวิจัยต่อยอด เป็นเสมือนกลไกผลักดันให้ต้องปรับปรุงและพัฒนากรรมวิธีผลิตขึ้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสม ใช้ถ่ายทอดได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ร่วมกับการวิจัยต่อเนื่องเช่นในปีงบประมาณ 2550 ได้งบประมาณวิจัยชื่อ “การปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนการผลิตกระดาษพาร์ชเมนต์” โดยทั้งสองแนวทางผสมกันขึ้นทำให้ วัสดุ ได้พบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการกรรมวิธีผลิตวัสดุชนิดใหม่ ทำจากกระดาษกึ่งน้ำมะพร้าวที่ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการขอ

จดเป็นสิทธิบัตร/อนุสิทธิไทย โดยสรุปแล้วการดำเนินการที่มีลักษณะขยายผลนำนวัตกรรมกระดาษพาร์ชเมนต์แบบที่เรียเซลล์ูโลสไปใช้ประโยชน์และวิจัยต่อยอด ซึ่งใช้แนวทาง 4 แนวทางดังกล่าว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นทำให้ วัสดุ มีนวัตกรรมที่สามารถจดเป็นสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรฉบับใหม่ๆ ได้เพิ่มขึ้นในอนาคต ณ ปัจจุบันและในอนาคตนั้น สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรจัดเป็นสินทรัพย์อันมีค่าอย่างยิ่งที่แสดงศักยภาพในด้านเทคโนโลยีซึ่งจะส่งเสริม วัสดุ ให้มีความเป็นสากลได้อีกหนทางหนึ่ง

## เอกสารอ้างอิง

Neelobon Suwannapinunt, Jiraporn Burakorn; and Suwannee Thaenthane. Effect of culture condition on bacterial cellulose (BC) production from *Acetobacter xylinum* TISTR976 and physical properties of BC parchment paper.

**Suranaree Journal of Science and Technology.** (In press).

กรมวิทย์บริการคิดกระดาษพิเศษ บรรจุน้ำมันไม่รั่วเหมาะทำหัตถกรรม. **หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ.** กันยายน, ฉบับวันที่ 6, 2548. หน้า 10.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กระดาษ Parchment ชนิดใหม่ที่ไม่ดูดซึมน้ำมันทำด้วย เซลลูโลสจากแบคทีเรียและกรรมวิธีผลิต. วิจัยโดย นางนิโลบล สุวรรณภินันท์ และคณะ. อสป/200-ช. **อนุสิทธิบัตรไทย.** 306.2544-07-24.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แปรรูปกึ่งน้ำมะพร้าวเป็นกระดาษ. **[ออนไลน์]** [อ้างถึง 22 มิถุนายน 2550] เข้าถึงได้จากกรุงเทพธุรกิจออนไลน์ : <http://www.bangkokbiznews.com:80/2007/06/04/printnews.php?newsid=76836> คนไทยวันนี้. แพร่ภาพออกโทรทัศน์ช่อง 7 สี รายการ เมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2545

คาราวานวิทยาศาสตร์ส่องพัฒนาสู่ราษฎร์. **[ออนไลน์]**. [อ้างถึง 22 มิถุนายน 2550] เข้าถึงได้จากกรุงเทพธุรกิจออนไลน์ : <http://www.bangkokbiznews.com:80/2007/05/16/printnews.php?newsid=70662>.

เทคโนโลยีประดิษฐ์ : กระดาษเหนียวพิเศษกันน้ำกันอากาศ. **หนังสือพิมพ์ คม ชัด ลึก.** กันยายน, ฉบับวันที่ 8, 2548. หน้า 11. นิโลบล สุวรรณภินันท์. สัมภาษณ์ทางวิทยุจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่คลื่น FM 101.5. 25 เมษายน 2545.

\_\_\_\_\_. สัมภาษณ์ทางวิทยุ ศูนย์การศึกษาออกโรงเรียน ที่คลื่น FM 92. 25 เมษายน 2545.

\_\_\_\_\_. รายการ SME กู้ชาติ. สัมภาษณ์ด้วยการใช้โทรศัพท์ทางวิทยุที่คลื่น FM 89.5 20 กันยายน 2545.

วท.โซว์กระดาษจากกึ่งน้ำมะพร้าว. **หนังสือพิมพ์มติชน,** พฤศจิกายน, ฉบับวันที่ 29, 2548. หน้า 10.

# ภาวะโลกร้อน : คุณช่วยได้

เทพวิฑูรย์ กองศรี / สุจินต์ พราวพันธุ์ / สุรัตน์ เพชรเกษม / อสมพล ช่างสุพรรณ

## 1. บทนำ

จากการที่ทั่วโลกได้มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อขยายกำลังการผลิต เพื่อการเจริญเติบโตทาง เศรษฐกิจ และการเติบโตของรายได้ประชาชาติ ผลจากการพัฒนาเหล่านี้ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการ ปล่อยมลพิษลงสู่สิ่งแวดล้อมได้ มลพิษทาง อากาศที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโดยเฉพาะการปลด ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (green house gases) ซึ่งเป็น สาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและนำไปสู่ การเกิดภาวะโลกร้อน (global warming) นอกจากภาค อุตสาหกรรมแล้ว ภาคเกษตรกรรมก็มีส่วนก่อให้เกิด ภาวะโลกร้อนเช่นกันโดยเป็นผู้ปล่อยก๊าซเรือน กระจกพร้อมๆ กับทำหน้าที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากอากาศมากก็เก็บไว้ในมวลชีวภาพ แม้ปัจจุบัน สัดส่วนการปล่อยก๊าซภาคเกษตรจะน้อยกว่าภาค อุตสาหกรรมก็ตาม แต่ในอนาคตเมื่อประชากรเพิ่มมาก ขึ้น ภาคเกษตรจะทวีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากเป็น ผู้ผลิตอาหารและเป็นผู้ให้ความมั่นคงด้านอาหารแก่ ประชากรโลก

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศเกษตรกรรม และประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ก็มีส่วนในการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องมีส่วนร่วมในการลด ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากทั้งทางภาค อุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม โดยได้ให้สัตยาบันเข้า ร่วมเป็นภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ UNFCCC (United Nation Framework Convention of Climate Change) เมื่อ วันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ.2537 และลงนามให้สัตยาบันใน พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ภายใต้อนุสัญญา เมื่อ วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2545 ซึ่งอนุสัญญามีขึ้นเพื่อ

ความร่วมมือในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเป็นสาเหตุของโลกร้อน และนำมาซึ่งความเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (climate change) โดยมีพันธกรณีที่ต้อง ลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะที่ 1 ที่ระดับร้อยละ 3 ถึง 5 ภายในปี พ.ศ. 2553 แต่สำหรับ ประเทศไทย ตามอนุสัญญาจัดอยู่ในกลุ่มประเทศนอก ภาคผนวกที่ 1 ทำหน้าที่ให้ความร่วมมือในการลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบสมัครใจ ไม่มีเป้าหมาย ปริมาณการลดการปล่อยตามพันธกรณีแต่อย่างใด

## 2. ภาวะโลกร้อนคืออะไร

ภาวะโลกร้อน คือปรากฏการณ์ที่เกิดจาก การสะสมตัวของ ก๊าซเรือนกระจก ในบรรยากาศชั้น โทรโพสเฟียร์ (troposphere) หรือที่เรียกว่า ปรากฏการณ์ เรือนกระจก ในภาวะปกติภูมิอากาศของโลก จะถูก ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เมื่อแสงอาทิตย์ กระทบผิวโลกพลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปในการทำให้ พื้นผิวของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยโลกจะสะท้อนและ แผ่กระจายพลังงานบางส่วนที่เหลือกลับคืนสู่บรรยากาศ ในรูปความร้อน แต่ก๊าซเรือนกระจก (Green House Gases, GHGs) ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศของโลก จะช่วยกัน กักเก็บพลังงานความร้อนเหล่านี้เอาไว้ด้วยการดูดซับ การสะท้อน หรือ แผ่กระจายพลังงานความร้อนกลับสู่ พื้นโลกอีกครั้ง ดังนั้นบรรยากาศในชั้นนี้จึงกระทำตัว เสมือนเป็นเรือนกระจก กล่าวคือยอมให้พลังงานในช่วง คลื่นสั้นเช่นรังสียูวีจากดวงอาทิตย์ ผ่านเข้ามาได้ แต่ไม่ ยอมให้พลังงานในช่วงคลื่นยาว (รังสีอินฟราเรดหรือคลื่น ความร้อน) ผ่านออกไป ปรากฏการณ์เรือนกระจกจึง ทำให้เกิดการเก็บสะสมความร้อนอยู่ในชั้นบรรยากาศ ทำให้โลกร้อนมากขึ้น โดยยังมีก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น

เท่าไรความร้อนจะถูกกักไว้ในชั้นบรรยากาศมากขึ้น โลกก็จะยิ่งร้อนมากขึ้นเท่านั้น

### ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่ช่วยอบอุ่นชั้นบรรยากาศของโลกให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากเป็นก๊าซที่สามารถเก็บกักความร้อนที่ผิวโลกเอาไว้ได้ อาจแบ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติและก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม โดยองค์ประกอบที่สำคัญของก๊าซเรือนกระจกได้แก่ ไอน้ำ(ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติที่มีสูงสุดคือประมาณร้อยละ 60), ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ประมาณร้อยละ 26), โอโซน โดยก๊าซที่มีส่วนน้อยคือมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ส่วนก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมคือ halocarbons, CFC, HCFC-22โมเลกุล (เช่น freon และ perfluoromethane), และ SF6 (sulphur hexafluoride) เป็นต้น

กิจกรรมต่างๆ ที่มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การหายใจ ของพืช สัตว์ และการสลายตัวของสารอินทรีย์ การเผาไหม้ การรั่วไหลของก๊าซจากอุตสาหกรรม การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีก๊าซเรือนกระจกเป็นองค์ประกอบ เป็นต้น โดยตารางที่ 1 จะแสดงแหล่งกำเนิดของก๊าซเรือนกระจก, ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชั้นบรรยากาศ และประสิทธิภาพในการกักความร้อน

โดยปรกติปรากฏการณ์เรือนกระจกตามธรรมชาติ จะช่วยรักษาอุณหภูมิของโลกไม่ให้เย็นเกินไปสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวโลกเป็นเพียง 15 °ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต เพราะถ้าในชั้นบรรยากาศไม่มีก๊าซเรือนกระจกเลย อุณหภูมิที่ผิวโลกจะเย็นลงต่ำได้ถึง -18 °ซ. แต่ปัญหาที่โลกกำลังประสบอยู่ในขณะนี้คือการมีก๊าซเรือนกระจกสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศในปริมาณที่มากเกินไป โดยเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ผลิตขึ้นมา เพราะนับตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 1 ระยะเวลาและประสิทธิภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกในปัจจุบัน

| ชื่อก๊าซ                                | แหล่งกำเนิด   | ระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่จะอยู่ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (ปี) | ศักยภาพสัมพัทธ์ในการสร้างปรากฏการณ์เรือนกระจก GWP ** (CO <sub>2</sub> =1) | ปริมาณที่มีอยู่ในก๊าซเรือนกระจกปัจจุบันร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| คาร์บอนไดออกไซด์, CO <sub>2</sub>       | การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล, การตัดไม้และเผาทำลายป่า                                 | <10   | 1   | ~ 57  |
| มีเทน, CH <sub>4</sub>                  | ทุ่งข้าว, สัตว์เคี้ยวเอื้อง, การถมพื้นที่, ผลผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล            | 10  | 25  | ~ 12  |
| ไนตรัสออกไซด์, N <sub>2</sub> O         | ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ, การเผาป่า, การเผาไร่, หรือพืชที่เกษตรกรรมอื่นๆ | 170   | 230   | ~ 6   |
| คลอโรฟลูออโรคาร์บอน, CFC's              | สารทำความเย็น, ตัวทำลายทางเคมี, โฟม   | 60-100  | 15,000  | ~ 25  |
| เพอร์ฟลูออโรมีเทน, CF <sub>4</sub>      | อุตสาหกรรมอะลูมิเนียม   | 50,000  | 6,500   | เล็กน้อย                                      |
| ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์, SF <sub>6</sub> | Dielectric fluid  | 3,200   | 23,900  | เล็กน้อย                                      |

\* โดยทั่วไป,ระยะเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์ หมายถึงจำนวนของปีที่โมเลกุลจะอยู่ได้ในชั้นบรรยากาศก่อนที่จะถูกนำไปใช้โดยกระบวนการทางชีวะต่างๆ บนผิวโลก หรือถูกแยกสลายไปในชั้นสตราโทสเฟียร์ ระยะเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์ ของก๊าซ CO<sub>2</sub> ค่อนข้างจะสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซ CFC เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตมากมายที่สามารถนำ CO<sub>2</sub> ไปใช้ประโยชน์ได้ในขณะที่ CFC เป็นก๊าซที่มนุษย์สร้างขึ้นจึงไม่มีกระบวนการทางชีวะใดๆ ที่จะนำก๊าซเหล่านี้ ไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นเวลาที่อยู่ในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ของ CFC จึงเป็นเวลาที่ใช้ในการกระจายตัวออกไปอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ที่อยู่สูงขึ้นไป เนื่องจากกระบวนการทางชีวะที่จะได้ประโยชน์จาก CH<sub>4</sub> ,และ N<sub>2</sub>O บนพื้นโลก ยังไม่ค่อยเป็นที่เข้าใจนักในเวลาี้ ดังนั้นระยะเวลาที่เขียนไว้จึงเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น

\*\* ศักยภาพสัมพัทธ์ในการสร้างปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างโมเลกุลของก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ กับ CO<sub>2</sub> ในเรื่องการดักจับหรือส่งถ่ายพลังงานความร้อนในชั้นของบรรยากาศ

ที่มา:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ “สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต”



### 3. ผลกระทบที่เกิดขึ้น

ก๊าซเรือนกระจกทำให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.77 องศาเซลเซียสเมื่อนับจากปี พ.ศ.2393 และมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.27 องศาเซลเซียสเมื่อ นับจากช่วงปี พ.ศ. 2523 - 2542 จากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดผลกระทบกับสภาพแวดล้อมโดยตรง และผลกระทบก็เริ่มเห็นได้ชัด และทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น โดยสามารถสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

#### ผลกระทบต่อมนุษย์

จากการบันทึกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 ถึงปี พ.ศ. 2548 พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในอัตราที่รวดเร็วมาก เป็นเหตุให้ฤดูร้อนของปี พ.ศ. 2548 หลายเมืองในประเทศสหรัฐอเมริกา มีอุณหภูมิสูงมากจนทำลายสถิติเดิมที่เคยมีมาในอดีต และในปี พ.ศ. 2546 คลื่นความร้อนทำให้คนในยุโรปเสียชีวิตถึง 30,000 คน และในอินเดีย มีผู้เสียชีวิตถึง 1,500 คน ผลจากภาวะโลกร้อนนอกจากคลื่นความร้อนที่มีผลกระทบโดยตรงกับมนุษย์แล้ว คลื่นความร้อนอันเนื่องมาจากผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ยังมีผลกระทบทางอ้อมกับมนุษย์ด้วย นั่นก็คือโรคที่มากับเชื้อโรคทั้งหลาย อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด จึงทำให้เชื้อโรคมีความคงทนในสภาพแวดล้อมและมีการแพร่กระจายสู่คนได้มากขึ้น

#### ผลกระทบต่อภัยธรรมชาติ

ภาวะโลกร้อนจะทำให้มีฝนตกมากขึ้นและมีระดับน้ำที่สูงขึ้นเฉพาะแผ่นดินตามชายฝั่ง แต่มีความแห้งแล้งมากขึ้นในแผ่นดินที่อยู่ลึกเข้าไปในทวีป นักวิทยาศาสตร์จึงคาดการณ์ว่าในอนาคตจะมีน้ำท่วมมากขึ้นตามชายฝั่ง ในขณะที่เดียวกันก็มีปริมาณน้ำลดลงตามแหล่งน้ำบนแผ่นดินที่อยู่ลึกเข้าไป นอกจากนี้ภาวะโลกร้อนยังทำให้พายุหมุนมีความรุนแรงมากขึ้น เพราะตัวมันเองเกิดจากอากาศร้อนที่ลอยตัวขึ้นสูง และอากาศเย็นรอบข้างเคลื่อนเข้ามาแทนที่ โดยอุณหภูมิที่สูงจะเป็นตัวเร่งให้พายุมีความรุนแรงขึ้นตามไปด้วย

#### ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

ระดับน้ำทะเลที่สูงและอุ่น ได้ทำลายปะการังของโลกไป ร้อยละ 10 นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการ

สูญพันธุ์ของกบ 50 ชนิดในคอสตาริกา (Costa Rica) มีผลกระทบต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำเย็น ในมหาสมุทรอาร์คติก แมวน้ำและหมีขาวกำลังเผชิญชะตากรรมเลวร้ายจากฤดูหนาวที่สั้นลง และหากอุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้นอีกระหว่าง 1.5 ถึง 2.5 องศาเซลเซียส จะมีสิ่งมีชีวิตสูญพันธุ์ 20-30 ชนิด

#### ผลกระทบต่อเกษตรกรรม

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นจะเร่งการเจริญเติบโตของพืชในขณะเดียวกันอากาศที่ร้อน จะเร่งการระเหยน้ำและการคายน้ำของพืช เป็นผลให้พืชมีความต้องการน้ำมากขึ้นจนอาจแห้งตายได้ ในขณะที่เดียวกันอากาศที่ร้อนขึ้นยังเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่ทำลายพืช ซึ่งจะทำให้ผลผลิตในภาคเกษตรลดน้อยลง

สำหรับประเทศไทย ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีรายงานว่าระดับน้ำทะเลในฝั่งอันดามันได้สูงขึ้น 8-12 มิลลิเมตรต่อปี เป็นผลทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยประสบปัญหาภัยแล้งอย่างรุนแรง พื้นที่เกษตรกรรมได้รับความเสียหายกว่า 5 ล้านไร่ ส่งผลกระทบต่อประชาชนจำนวน 9.2 ล้านคน และก่อให้เกิดความเสียหายมีมูลค่ามากถึงเกือบ 8 พันล้านบาท โดยเฉพาะจังหวัดระยอง ปริมาณฝนที่ลดลงและทิ้งช่วงส่งผลให้ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดขาดแคลน เกิดปัญหาการแย่งชิงทรัพยากรน้ำระหว่างภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม

### 4. แนวทางบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

จากสภาพปัญหาปัจจุบันหากยังไม่มีการลดระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะทำให้อุณหภูมิโลกมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีก 2 องศาเซลเซียส ภายในปี พ.ศ. 2593 และจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้นอีก 3 องศาเซลเซียสภายหลังกปี พ.ศ. 2613 ดังนั้นการร่วมมือกันลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นทางออกในการบรรเทาปัญหาโลกร้อน โดยมีแนวทางบรรเทาปัญหาสรุปได้ดังนี้

1. ปลูกจิตสำนึกอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อแสวงหาความร่วมมือในการแก้ไขปัญหา รวมทั้ง การสร้างมาตรการต่างๆ เพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ

2. ลดการผลิตและปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกทางอุตสาหกรรม เช่น ไม่ใช้สเปรย์ที่ขับเคลื่อนด้วยแก๊สเรือนกระจก หรือน้ำยาทำความสะอาดที่ทำจากแก๊สเรือนกระจก เป็นต้น

3. ลดการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลและใช้เชื้อเพลิงอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ ดังนี้

- ขับรถให้น้อยลง ด้วยการใช้บริการขนส่งมวลชน, ใช้รถร่วมกัน, เดิน, ขี่จักรยาน
- ติดต่อกันทางโทรศัพท์หรืออินเทอร์เน็ตแทนการเดินทาง
- หลีกเลี่ยงการเดินทางในช่วงโมงเร่งรีบของวันให้ได้มากที่สุด
- ใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด เช่น แก๊สโซฮอลล์, เบนโซฮอลล์, และปาล์มดีเซล เป็นต้น
- ซื้อรถที่ประหยัดพลังงาน บำรุงรักษารถอย่างถูกต้องและขับรถด้วยความเร็วที่เหมาะสม

4. ลดการตัดไม้ทำลายป่าและการเผาพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม

5. ลดการผลิตก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรม ด้วยการจัดการฟาร์มและดินอย่างเป็นระบบ และลดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น

6. ทำการรีไซเคิล (recycle) วัสดุเหลือทิ้ง

## 5. บทบาทของกรมวิทยาศาสตร์บริการต่อการบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

กรมวิทยาศาสตร์บริการในฐานะหน่วยงานภาครัฐ ได้มีส่วนร่วมในการบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนทั้งด้านการรณรงค์ให้ความร่วมมือ และด้านการให้บริการ

### ด้านการรณรงค์และให้ความร่วมมือ

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้มีการกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามนโยบายของรัฐบาล คือ

- เปิดเครื่องปรับอากาศเวลา 8.30 - 16.00 น. และปิดเวลาพักกลางวัน วันหยุดและนอกเวลาราชการ ห้ามเปิดเครื่องปรับอากาศ ให้ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 26 องศาเซลเซียส
- คอมพิวเตอร์หากไม่ใช้งานตั้งแต่ 15 นาที ให้ปิดหน้าจอ หากไม่ใช้งานเกิน 30 นาที ให้ปิด และห้ามใช้คอมพิวเตอร์ทำงานอื่นนอกเหนือจากงานราชการ

- ไฟแสงสว่าง ให้ถอดหลอดที่ไม่จำเป็นออก
- ขึ้น-ลง ชั้นเดียว ห้ามใช้ลิฟท์ ให้ใช้บันได และลิฟท์ตัวใหญ่ใช้เฉพาะกรณีชนของเท่านั้น
- การใช้รถยนต์ราชการ กรณีไปฝึกอบรม 5 คนขึ้นไปให้ใช้รถยนต์ราชการได้

นอกจากมาตรการดังกล่าวแล้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งมีภารกิจหลักเป็นงานทดสอบและสอบเทียบในห้องปฏิบัติการ โดยมีการใช้พลังงานและสารเคมีเป็นจำนวนมากในการทดสอบและสอบเทียบ จึงมีส่วนในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการทุกท่านจึงควรมีส่วนร่วมในการรณรงค์เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังนี้

- เลือกซื้อและเลือกใช้เครื่องมือในการวิจัยหรือทดสอบให้เหมาะกับงานแต่ละประเภท โดยคำนึงถึงการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- ใช้นโยบาย 3R คือ Reduce Reuse และ Recycle เพื่อการใช้ประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรลดพลังงานที่ใช้ในการกำจัดขยะและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- เลือกใช้วิธีในการทดสอบและการวิจัยที่ใช้สารเคมีและปล่อยของเสียให้น้อยที่สุดและหลีกเลี่ยงวิธีการทดสอบและวิจัยที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหรือใช้การทดสอบแบบไม่ทำลาย (non-destructive testing)
- มีระบบการประกันและการควบคุมคุณภาพการทดสอบที่ดีเพื่อลดจำนวนการทดสอบซ้ำ
- ดำเนินการทดสอบหลายๆ ตัวอย่างพร้อมกันเพื่อลดการใช้พลังงาน

### ด้านการให้บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการมีห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ให้บริการทั้งทางภาครัฐและเอกชนในการทดสอบสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม โดยรวมถึงการเก็บตัวอย่างและทดสอบก๊าซเรือนกระจกเช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ ในภาคอุตสาหกรรม กิจกรรมเหล่านี้เป็นหนึ่งในแนวทางร่วมด้วยช่วยกันในการปกป้องและบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนที่เราทุกคนได้รับผลกระทบอยู่ในทุกวันนี้ ดังนั้นทุกคนจึงควรเข้าใจสภาพปัญหา แนวทางการบรรเทาปัญหา และร่วมมือร่วมแรงกันรณรงค์และแก้ไข้ปัญหาเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนสืบไป

# เอกสารอ้างอิง

Bearde, Melvin A. **Global warning global warming**. Chichester : Wiley, 1992.

**Intergovernmental panel on climate change (IPCC) [Online]** [cited 15 June 2550] Available from Internet :

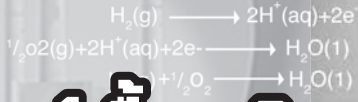
[http://www.fact-index.com/i/in/intergovernmental\\_panel\\_on\\_climate\\_change.html](http://www.fact-index.com/i/in/intergovernmental_panel_on_climate_change.html)

Nilsson, Annika. **Greenhouse earth**. Chichester : Wiley, 1992.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. **ความรู้เบื้องต้นเรื่องโลกร้อน**. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. **สิ่งแวดล้อมเทคโนโลยีและชีวิต**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย, 2549.

สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน. ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน. รายงานข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากวอชิงตัน, พฤษภาคม, 2550, ฉบับที่ 5.



# เซลล์เชื้อเพลิง :

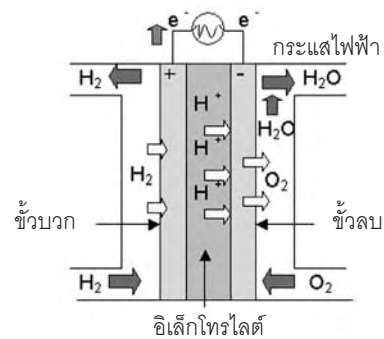
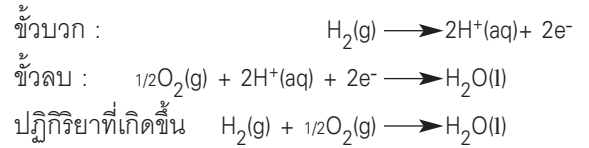
## พลังงานสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม

สุภาวิธ ๓.แสงจันทร์/รศ.ดร. อลงกรณ์ ไข่มุก

คงไม่มีใครปฏิเสธว่าพลังงานที่ใช้อยู่ในโลกนี้ได้เริ่มเข้าสู่ภาวะวิกฤติแล้ว ทำให้ทุกประเทศต้องเตรียมพร้อมโดยการแสวงหาพลังงานอื่นๆ มาทดแทนพลังงานหลักที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อความอยู่รอดของมนุษยชาติในอนาคต ขณะที่ความต้องการใช้พลังงานในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่แหล่งผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอยู่จำกัดกำลังจะหมดไปในอนาคตอันใกล้นี้ ประกอบกับราคาน้ำมันในตลาดโลกกำลังพุ่งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้หลายประเทศรณรงค์ให้ประชาชนประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างจริงจังและหันมาใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นแก๊สโซฮอล์ เอ็นจีวี และไบโอดีเซล ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรและเครื่องยนต์ เพื่อลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงให้น้อยลง อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงทดแทนเหล่านี้ไม่สามารถรองรับการใช้พลังงานของประชากรโลกได้อย่างถาวร ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามแสวงหาพลังงานชนิดอื่นๆ ที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวลแล้ว ยังมีพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่มีความสนใจมากที่สุด เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และสามารถผลิตใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ก็คือ เซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell)

ก่อนอื่นมาทำความรู้จักกับเซลล์เชื้อเพลิงดีกว่า เซลล์เชื้อเพลิง คือเครื่องมือที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับแบตเตอรี่ กล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือ เซลล์เชื้อเพลิงทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของเชื้อเพลิงให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งสามารถต่อเชื่อมกันได้เหมือนกับแบตเตอรี่ แต่มีข้อแตกต่างจากแบตเตอรี่คือ เซลล์เชื้อเพลิงสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและ

ไม่ร้อนกำลังตราบเท่าที่มีการป้อนเชื้อเพลิงในรูปของแก๊สหรือของเหลวเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าตามปริมาณเชื้อเพลิงที่บรรจุเข้าไปโดยไม่มีการชาร์ตไฟใหม่ และไม่ต้องเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพลังงานความร้อนก่อนเหมือนกับเครื่องยนต์สันดาปทั่วไป เซลล์เชื้อเพลิงแต่ละเซลล์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า (electrode) 2 ขั้ว ซึ่งจุ่มอยู่ในหรือสัมผัสกับสารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ที่อาจอยู่ในรูปของเหลวหรือของแข็ง โดยทั่วไป เชื้อเพลิงที่เติมลงในเซลล์ คือแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) ซึ่งจะผ่านเข้าไปยังขั้วบวก (anode) และแก๊สออกซิเจน ( $\text{O}_2$ ) จากอากาศ ซึ่งจะถูกป้อนเข้าที่ขั้วลบ (cathode) ในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต้องอาศัยการกระตุ้นของตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้แก๊สไฮโดรเจนเกิดการแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออนและให้อิเล็กตรอนออกมาที่ขั้วบวก ในขณะที่ปฏิกิริยารีดักชันจะเกิดขึ้นโดยการเคลื่อนย้ายของไฮโดรเจนไอออนไปยังขั้วลบซึ่งทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเพื่อรวมตัวกับแก๊สออกซิเจนและกลายเป็นน้ำ ดังแสดงในสมการ ดังนี้



ภาพที่ 1 หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

จากปฏิกิริยาข้างต้น ทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าและได้น้ำเป็นผลผลิตที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขณะที่เดียวกัน น้ำที่มีอยู่มากมายในโลกสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนได้เช่นเดียวกัน ทำให้เกิดพลังงานหมุนเวียนอย่างไม่รู้จบโดยไม่ต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม เซลล์เชื้อเพลิงเพียง 1 เซลล์จะให้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า 1 โวลต์ ดังนั้น จึงต้องนำเซลล์เชื้อเพลิงหลายเซลล์มาต่อเป็นอนุกรมเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตามต้องการ และสามารถแปลงให้เป็นกระแสไฟฟ้าสลับโดย

การใช้อินเวอร์เตอร์ (inverter) ในปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงได้รับการพัฒนาให้มีรูปแบบต่างๆ ตามภาวะอุณหภูมิที่ใช้งาน (ดังแสดงในตารางที่ 1) และมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึงร้อยละ 85 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนที่ได้จากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีประสิทธิภาพได้มากที่สุดเพียงร้อยละ 45 นอกจากนี้ เซลล์เชื้อเพลิงบางชนิดสามารถประยุกต์ใช้ได้กับเชื้อเพลิงอื่นๆ เช่น แก๊สธรรมชาติและเมทานอล ได้อีกด้วย เซลล์เชื้อเพลิงที่สำคัญมี 7 ชนิด ซึ่งแบ่งตามประเภทของอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในการผลิต ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เซลล์เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

| เซลล์เชื้อเพลิง                               | อิเล็กโทรไลต์   | เชื้อเพลิง                   | ตัวเร่งปฏิกิริยา                                      | อุณหภูมิที่ใช้ |
|---|---|------------------------------|---|----------------|
| 1. Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC)           | กรดฟอสฟอริก ( $H_3PO_4$ )   | แก๊สไฮโดรเจน / อากาศ         | โลหะแพลททินัม   | 200°ซ          |
| 2. Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) | พอลิเมอร์ตัวนำชนิดแข็ง (Solid polymer membrane)                     | แก๊สไฮโดรเจน / อากาศ         | โลหะแพลททินัม   | 60 - 100°ซ     |
| 3. Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC)          | ลิเทียมคาร์บอเนต ( $Li_2CO_3$ ) / โพแทสเซียมคาร์บอเนต ( $K_2CO_3$ ) | แก๊สไฮโดรเจน / อากาศ         | นิกเกิลอัลลอยด์ / นิกเกิล (III) ออกไซด์ (NiO)         | 650°ซ          |
| 4. Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)               | อิทเทียมออกไซด์ ( $Y_2O_3$ ) / เซอร์โคเนียออกไซด์ ( $ZrO_2$ )       | แก๊สไฮโดรเจน / อากาศ         | โลหะนิกเกิล / แลนทานัม แมงกานีส (LaMnO <sub>3</sub> ) | 800-1000°ซ     |
| 5. Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)           | พอลิเมอร์ตัวนำชนิดแข็ง  | เมทานอล ( $CH_3OH$ ) / อากาศ | โลหะแพลททินัม   | 90 - 120°ซ     |
| 6. Alkaline Fuel Cell (AFC)                   | 40 % โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)                                     | แก๊สไฮโดรเจน / แก๊สออกซิเจน  | นิกเกิล(III) ออกไซด์                                  | 60 - 90°ซ      |
| 7. Zinc Air Fuel Cell (ZAFC)                  | 30 % โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)                                     | แก๊สไฮโดรเจน / อากาศ         | โลหะสังกะสี   | 700°ซ          |

**1. เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก (PAFC)** เซลล์ชนิดนี้ให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงถึงร้อยละ 40 และได้เริ่มนำมาใช้ในโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 1 - 200 เมกะวัตต์ เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงให้ความร้อนเกิดขึ้นเป็นปริมาณมาก จึงสามารถนำมาใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้ด้วย จึงเรียกว่าโรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วม (cogenerative power plant) นอกจากนี้จะใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงแล้ว เซลล์ชนิดนี้ยังใช้ได้กับแก๊สธรรมชาติ ซึ่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแก๊สไฮโดรเจนโดยผ่านกระบวนการ direct

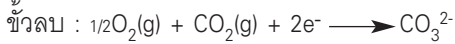
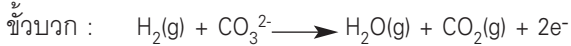
internal reforming แต่มีข้อเสีย คือเซลล์มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก และต้องใช้โลหะแพลททินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีราคาแพง รวมทั้งอุปกรณ์ภายในเซลล์ต้องใช้วัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดด้วย

**2. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (PEMFC)** เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้แผ่นพอลิเมอร์ฟลูออโรคาร์บอนแบบเมมเบรน ซึ่งทำให้แก๊สซึมผ่านได้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนไฮโดรเจนไอออน และมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าร้อยละ 50 ซึ่งเหมาะกับโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 50 - 250 กิโลวัตต์

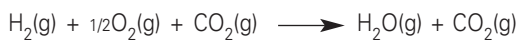
เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ทำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100° ซ และไม่ใช่กรดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ จึงไม่มีปัญหาของการรั่วซึมและการกัดกร่อน เซลล์ชนิดนี้ได้เริ่มนำมาทดลองใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ที่ใช้แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงเป็นผลสำเร็จ และสามารถวิ่งได้ไกล 450 กิโลเมตร ก่อนที่จะเติมเชื้อเพลิงครั้งต่อไปโดยไม่มีมลพิษเกิดขึ้นเลย ขณะนี้ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง

### 3. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอนเนต

**หลอม (Molten Carbonate, MCFC)** เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้เกลือคาร์บอนเนตเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจำเป็นต้องเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิสูงเพื่อทำให้ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีเกิดขึ้นภายในเซลล์ได้โดยแก๊สไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยากับคาร์บอนเนตไอออนที่ขั้วบวกทำให้เกิดน้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ในขณะที่แก๊สออกซิเจนจากอากาศจะทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดคาร์บอนเนตไอออนที่ขั้วลบ ดังแสดงในสมการ ดังนี้



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :



เซลล์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าร้อยละ 85 โดยใช้ในโรงไฟฟ้าแบบความร้อนร่วมซึ่งให้กำลังผลิต 100 กิโลวัตต์ และสามารถใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงได้ด้วย แต่มีข้อเสีย คือ การทำงานที่ภาวะอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการกัดกร่อนค่อนข้างมากและเกิดตะกอนอุดตันภายในเซลล์ ซึ่งเป็นผลทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง และทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง

### 4. เซลล์เชื้อเพลิงแบบของแข็งออกไซด์

**(SOFC)** เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้วัสดุเซรามิกเป็นอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งต้องทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าแบบ MCFC และมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าร้อยละ 60 โดยใช้ในโรงไฟฟ้าที่ให้กำลังผลิตเพียง 25 กิโลวัตต์ แต่มีข้อเสียคือต้องเสียเวลาในการอุ่นระบบที่นานกว่า และต้องสร้างผนังหนาเพื่อป้องกันความร้อนที่แผ่ออกมา

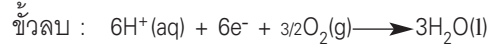
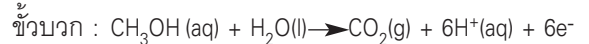
### 5. เซลล์เชื้อเพลิงแบบอัลคาไลน์ (AFC)

เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้เป็นเซลล์ชนิดแรกที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดย ดร. ฟรานซิส เบคอนในปี พ.ศ. 2475 และใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ เนื่องจากมีสมบัติ

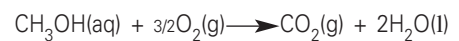
ในการนำไฮโดรเจนไอออนได้ดีและมีเสถียรภาพสูงทำให้มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงถึงร้อยละ 70 แม้ว่าสารอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้มีราคาถูกกว่าสารอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ แต่ระบบไวต่อการปนเปื้อนและต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจนที่บริสุทธิ์เท่านั้น

### 6. เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมทานอล (DMFC)

เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จะแตกต่างจากเซลล์เชื้อเพลิงอื่นๆ ก็คือ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยตรงจากเมทานอล (CH<sub>3</sub>OH) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนแก๊สไฮโดรเจน โดยปฏิกิริยาเคมีระหว่างเมทานอลกับน้ำ ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนไอออนที่ขั้วบวก ดังแสดงในสมการ ดังนี้



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :



เนื่องจากเซลล์ชนิดนี้สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่ใช่แก๊สไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง และให้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าร้อยละ 40 จึงนิยมใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ ในปัจจุบัน บริษัท Samsung ของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ได้เริ่มวางจำหน่ายคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบ DMFC แล้ว ซึ่งสามารถให้พลังงานได้นานถึง 10 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง

### 7. เซลล์เชื้อเพลิงแบบสังกะสีและอากาศ

**(ZAFC)** เซลล์ชนิดนี้มีขั้วไฟฟ้าที่ทำด้วยโลหะสังกะสีซึ่งกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีระหว่างแก๊สไฮโดรเจนและไฮดรอกไซด์ไอออนที่ขั้วบวกและให้น้ำเป็นผลผลิต ในขณะที่แก๊สออกซิเจนจะรวมตัวกับน้ำและให้ไฮดรอกไซด์ไอออนที่ขั้วลบ เซลล์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าร้อยละ 50 แต่มีอายุการทำงานน้อย เนื่องจากโลหะสังกะสีมีเสถียรภาพต่ำและเปลี่ยนเป็นสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ได้รวดเร็ว ทำให้สิ้นเปลืองในการเปลี่ยนแผ่นสังกะสีใหม่บ่อยครั้ง

แม้ว่าเซลล์เชื้อเพลิงสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเผาไหม้ ให้ประสิทธิภาพสูงในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูง และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ที่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย

เพราะต้นทุนการผลิตสูง จึงจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลเพื่อให้มีการผลิตในเชิงพาณิชย์อย่างจริงจัง นอกจากนี้ แก๊สไฮโดรเจนซึ่งเป็นก๊าซไวไฟจำเป็นต้องบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมเพื่อให้การเคลื่อนย้ายไปมามีความปลอดภัยสูงสุด จึงมีการคาดการณ์ว่าเซลล์เชื้อเพลิงจะสามารถนำมาใช้แทนที่เครื่องยนต์เบนซินและดีเซลได้ในปี พ.ศ. 2554 ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนีได้พัฒนารถต้นแบบที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบ PEMFC ทั้งในรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถกอล์ฟ รถมอเตอร์ไซด์ รถจักรยานยนต์และรถบัสมากกว่า 100 คันแล้ว และได้ออกแบบถึงบรรจุแก๊สไฮโดรเจนสำหรับรถยนต์ซึ่งสามารถบรรจุแก๊สได้ 5-100 กิโลกรัม ทำให้อัตราการเติมไฮโดรเจน 1 ครั้ง และมีสถานีบริการเติมแก๊สไฮโดรเจนในบางแห่งด้วย ตัวอย่างเช่น รถยนต์เซลล์เชื้อเพลิงของ Honda รุ่น Honda 2005 FCX ซึ่งมีราคา

ตกอยู่ที่ประมาณ 1 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา หรือประมาณ 35 ล้านบาท แต่ผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำหลายแห่งทั่วโลก เช่น BMW, Toyota, Honda, Ford, Chevrolet จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบและอายุการใช้งานของเซลล์เชื้อเพลิงให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะมีการผลิตสู่ตลาดโลก สำหรับประเทศไทย ความจำเป็นในการใช้รถยนต์ดังกล่าวอาจต้องรอเวลาอีกหลายปี เนื่องจากนักวิจัยต้องใช้เวลาในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเลือกใช้เซลล์เชื้อเพลิงให้เหมาะสมตามสภาพภูมิอากาศของประเทศ และประเทศไทยต้องมีโรงงานผลิตแก๊สไฮโดรเจนอย่างเพียงพอ รวมทั้งการจัดเก็บและขนย้ายแก๊สไฮโดรเจนอย่างปลอดภัย ซึ่งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ดังนั้น ความฝันที่จะได้เห็นรถยนต์พลังงานไฮโดรเจนขับเคลื่อนบนท้องถนนคงเป็นจริงในอนาคตอันใกล้

## เอกสารอ้างอิง

- Fuel cell 2000. [On line] [cited 21 July 2550] Available from Internet : <http://www.fuelcells.org/basics/types.html>.
- Fuel cell. [On line] [cited 27 July 2550] Available from Internet : [http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell)
- How fuel cell works. [On line] [cited 15 June 2550] Available from Internet : <http://www.howstuffworks.com/fuel-cell.htm>
- Types of fuel cell. [On line] [cited 15 September 2550] Available from Internet : [http://www.cogeneration.net/fuel\\_cell\\_cogeneration.htm](http://www.cogeneration.net/fuel_cell_cogeneration.htm)
- จรัสพงษ์ คูวิวัฒน์. Update, กรกฎาคม, 2543, ฉบับที่ 155, หน้า 47-50.
- สุภาภรณ์ เทิดเทียนวงษ์. เทคโนโลยีวัสดุ, ตุลาคม-ธันวาคม, 2541, ฉบับที่ 147, หน้า 57-60.
- \_\_\_\_\_ . ส่งเสริมเทคโนโลยี, ตุลาคม-พฤศจิกายน, 2542, ฉบับที่ 147, หน้า 118-122.
- อภิชัย เทอดเทียนวงษ์. จดหมายข่าวพลังงาน, ตุลาคม-ธันวาคม, 2543, ฉบับที่ 4, หน้า 1-15.

# อาหารหมัก

## Fermented Foods



สุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

### คำนำ

การหมักเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีเก่าแก่ของโลก ในการถนอมอาหาร อาหารหมักเป็นที่นิยมทั่วทุกทวีปของโลก การหมักอาหารสามารถปฏิบัติได้ง่าย เนื่องจากเป็นภูมิปัญญาที่มีมาแต่โบราณของแต่ละท้องถิ่น ไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ราคาแพงเหมือนการบรรจุกระป๋องหรือการแช่แข็ง ใช้พลังงานต่ำ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานขึ้นโดยไม่ต้องใช้ความเย็น มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพียงพอ จึงเหมาะสมกับประเทศกำลังพัฒนาหรือท้องถิ่นชนบทที่ห่างไกล นอกจากนี้ยังยังสามารถผลิตอาหารได้หลากหลายจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น แต่อาหารหมักประจำชาติได้ลดความสำคัญลงไปเนื่องจากความนิยมอาหารตะวันตก ซึ่งเชื่อว่าจะมีคุณค่าและปลอดภัยกว่าอาหารหมักพื้นบ้าน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด และทำให้มีผู้รับประทานและผลิตอาหารหมักพื้นบ้านน้อยลง ดังนั้นการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารหมักว่ามีคุณค่า และประโยชน์ต่อสุขภาพ และสังคมอย่างไร จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อดำรงภูมิปัญญาและวัฒนธรรมของชาติไว้ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่กำลังมีกระแสของอาหารสุขภาพ ทำให้อาหารหมักกลับมาเป็นที่น่าสนใจใหม่ และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพราะมีคุณค่าอาหารที่ดีหลายประการที่หลงลืมไป และสามารถทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สุขภาพใหม่ๆ ได้อีกด้วย

### อาหารหมักคืออะไร

อาหารหมัก หมายถึง อาหารที่ได้จากกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ (substrate) อันเนื่องมาจากเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ได้สารเมตาบอไลต์ที่มีกลิ่นรสพึงประสงค์ และช่วยให้อาหารหมักเก็บไว้ได้นานกว่าอาหารสด อาหารหมักยังรวมถึงอาหารที่ได้จากการหมักที่อาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายโปรตีนอีกด้วย

ความรู้เรื่องจุลินทรีย์เป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตอาหารหมักให้มีคุณภาพดี และสม่ำเสมอ ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ก็จะมีผลต่อการหมักเช่นกัน ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ กรด แอลกอฮอล์ การใช้หัวเชื้อ (starter) อุณหภูมิ ออกซิเจน และเกลือ โดยปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวควบคุมและชี้บ่งได้ว่าจุลินทรีย์ชนิดใดอาจเจริญในอาหารหมักในช่วงการหมักและการเก็บรักษา

การหมักอาหารหมักจะเกิดในสภาพที่ปราศจากอากาศ ในช่วงแรกของการหมักจะมีจุลินทรีย์หลายชนิดเจริญได้ ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบดิน และน้ำ อาจพบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค จุลินทรีย์ในช่วงนี้จะสร้างรสชาติบางอย่างขึ้นในอาหาร ในช่วงต่อมาเชื้อแบคทีเรียตัวอื่นจะเจริญเด่นขึ้นมาแทนแบคทีเรียตัวอื่นๆ ตามแต่ปัจจัยที่มีอยู่ในอาหารหมักนั้น และทำหน้าที่ในการหมักแทน ซึ่งจะให้สารที่จะมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่จะเจริญเด่นขึ้นมาแทนและทำการหมักอาหารเช่นนี้เรื่อยไป จนกว่าจะได้อาหารหมักที่มีรสชาติและคุณภาพตามต้องการ ก็จะมีการหยุดขบวนการหมัก เช่น การให้ความร้อน หรือ แช่เย็นเพื่อหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์หรือเอนไซม์

### การจำแนกชนิดของอาหารหมัก

อาหารหมักสามารถจำแนกได้หลายวิธี ประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มักจะจำแนกอาหารหมักตามชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในขบวนการหมัก เช่น อาหารหมักจากแบคทีเรีย จากเชื้อรา จากเชื้อยีสต์จากเอนไซม์ บางท้องถิ่นก็จำแนกตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้หมัก เช่น อาหารหมักจากพืชผักและผลไม้ จากปลาจากเนื้อสัตว์ จากนม จากแป้งและธัญพืช บางครั้งก็จำแนกตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่น ผลิตภัณฑ์



แอลกอฮอล์ น้ำส้มสายชู ผักและผลไม้ดอง ปลาและเนื้อหมัก ผลิตภัณฑ์นมหมัก

การจำแนกชนิดของอาหารหมักในแต่ละท้องถิ่นนั้นมักจะเหมาะสมกับถิ่นนั้น แต่อาจไม่สามารถใช้จำแนกอาหารหมักของอีกท้องถิ่นได้ เนื่องจากความแตกต่างของชนิดอาหารหมักและวิธีการที่ใช้ในการหมัก

สำหรับประเทศไทยนิยมจำแนกอาหารหมักได้ 2 วิธี คือ การแบ่งโดยใช้วัตถุดิบเป็นหลัก หรือการแบ่งตามชนิดและ/หรือประเภทของอาหาร ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันดังนี้

การแบ่งโดยใช้วัตถุดิบเป็นหลักสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม (ตารางที่ 1) คือ

- อาหารหมักจากเนื้อสัตว์และสัตว์น้ำ ตัวอย่างเช่น แหนม ปลาร้า และส้มผัก เป็นต้น
- อาหารหมักจากรั้วพืช ตัวอย่างเช่น เบียร์ อู และสาโท เป็นต้น
- อาหารหมักจากผักและผลไม้ เช่น กระหล่ำปลีดอง ผักเสี้ยนดอง และไวน์ เป็นต้น

- อาหารหมักจากน้ำนม เช่น โยเกิร์ต น้ำนมเปรี้ยว (acidophilus milk) และเนย เป็นต้น

- อาหารหมักจากวัตถุดิบอื่นๆ ซึ่งได้แก่ แป้งน้ำตาล และแอลกอฮอล์ อาหารหมักประเภทนี้ เช่น น้ำส้มสายชู และขนมจีน เป็นต้น

ส่วนการแบ่งตามชนิดและ/หรือประเภทของอาหารจะแบ่งตามลักษณะการใช้งานของอาหารนั้นๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ

- อาหารหมักที่ใช้บริโภคเป็นอาหาร เช่น แหนม ปลาร้า ส้มผัก กระหล่ำปลีดอง ผักเสี้ยนดอง ขนมจีน เป็นต้น
- เครื่องดื่มที่เกิดจากการหมัก เช่น ไวน์ เบียร์ สาโท อู สาเก เป็นต้น
- อาหารหมักที่ใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสชาติ เช่น ซีอิ๊ว น้ำปลา กะปิ น้ำส้มสายชู กรดซิตริก ผงฟู (monosodium glutamate) เป็นต้น

ตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักชนิดต่างๆ

| วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารหมัก | ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก   |
|--------------------------------------|--|
| ปลาและสัตว์น้ำ                       | น้ำปลา นูดู ปลาร้า ปลาเจ่า ปลาส้ม ส้มผัก ปลาแปงแดง กุ้งส้ม หอยดอง ไตปลา และกะปิ เป็นต้น                              |
| เนื้อสัตว์                           | แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว เป็นต้น  |
| ธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากรั้วพืช         | ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ถั่วเน่า เทมเป้ ขนมจีนแป้งหมัก ข้าวหมาก ขนมตาล แป้งซาลาเปา ขนมปัง เบียร์ สาเก วิสกี้ และอู เป็นต้น |
| น้ำนม                                | โยเกิร์ต ยาคูลท์ คีเฟอร์ คิวมิสส์ และนมบัลกาเรียน เป็นต้น  |
| ผัก                                  | ซาวเคราท์ (กระหล่ำปลีดองของเยอรมัน) กิมจิ ผักกาดดอง แดงกวาดอง หน่อไม้ดอง ผักเสี้ยนดอง และสะตอดอง เป็นต้น             |
| ผลไม้                                | ไวน์ บรันดี ไส้เคอร์ และน้ำส้มสายชู เป็นต้น  |

## ประโยชน์ของการหมักอาหาร

### 1.1 การถนอมอาหาร

การหมักอาหารเป็นเทคโนโลยีแต่โบราณที่ใช้ในการถนอมอาหารที่เน่าเสียง่าย ทำให้มีอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการไว้บริโภคในยามขาดแคลน เช่น ในฤดูแล้งหรือฤดูหนาว แม้ว่าจะมีวิธีถนอมอาหารอีกหลายวิธีที่ได้รับการพัฒนาจนสามารถถนอมอาหารได้นานขึ้น เช่น การทำแห้ง การแช่เย็น การแช่เยือกแข็ง

การบรรจุกระป๋อง แต่เทคโนโลยีบางอย่างต้องใช้ความรู้สมัยใหม่ อุปกรณ์ราคาแพง และพลังงานสูง จึงไม่เหมาะกับการถนอมอาหารในครัวเรือน หรือชุมชนขนาดเล็กในประเทศกำลังพัฒนา หรือชุมชนที่ห่างไกล แต่การหมักอาหารมักจะมีการถ่ายทอดความรู้จากรุ่นสู่รุ่นในครอบครัวหรือชุมชน

## 1.2 ลดปริมาณของเสีย

การหมักช่วยทำให้อาหารสดที่มีมากในฤดูการผลิตไม่เน่าเสียเป็นขยะ ช่วยลดปัญหาของเสียกลิ่นเหม็น และค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ช่วยเพิ่มความหลากหลายของอาหารจากวัตถุดิบเดียวกัน เช่น จากถั่วเหลือง ก็สามารถผลิตเป็น ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว นัตโตะ (natto) ถั่วเน่า เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำของเหลือทิ้งจากขบวนการผลิตอาหารมาหมักเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นได้อีก เช่น การนำเปลือกสับประรดมาหมักเป็นน้ำส้มสายชู การผลิตวุ้นมะพร้าวจากน้ำมะพร้าว ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร กากน้ำตาลก็เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมหมักหลายชนิด เช่น การผลิตผงชูรส กรดอะมิโนหรือกรดซิตริก

## 1.3 ปรับปรุงคุณค่าทางอาหาร

การหมักช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่อาหาร ทั้งในด้านองค์ประกอบของกรดอะมิโน และวิตามิน เช่น บี1 ไทอามีน ไรโบเฟลวิน และกรดนิโคตินิก และทำให้อาหารย่อยง่ายขึ้น จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสะสมวิตามินในเซลล์ บางชนิดก็ผลิตและปล่อยออกสู่อาหาร เช่น เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จะสะสมไทอามีน กรดนิโคตินิก และไบโอติน แบคทีเรียแลคติกจะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้ผู้ที่ไม่มีเอนไซม์แลคเตส สามารถได้ประโยชน์จากนมโดยไม่มีอาการท้องอืดหรือท้องเดินด้วยการบริโภคนมเปรี้ยวหรือนมหมัก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่จะใช้เอนไซม์แลคเตสในการลดน้ำตาลแลคโตสในนม จุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตเอนไซม์แลคเตสได้ในระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ เชื้อรา *แอสเพอซิลลัส ไนเกอร์ (Aspergillus niger)* *แอสเพอซิลลัส ออไรเซ (Aspergillus oryzae)* และ เชื้อยีสต์ *คริวเวอโรไมซีต แมกเซียเนส วาไรดี แลคติส (Kluyveromyces fragilis var. lactis)* นอกจากนี้การหมักยังสามารถลดสารพิษบางอย่างได้ เช่น ช่วยลดปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลังหมัก

## 1.4 ประโยชน์ทางการแพทย์

อาหารหมักหลายชนิดเป็นที่ยอมรับกันมานานว่าเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะอาหารหมักที่มีแบคทีเรียจำพวกโปรไบโอติก (probiotics)

ซึ่งได้แก่ แบคทีเรียแลคติก และ *ไบฟิโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium spp.)* ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวหรือนมหมักที่มีแบคทีเรียมีชีวิต นมหมักเหล่านี้จะให้ประโยชน์ดังนี้คือ

- เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยและคุณค่าทางโภชนาการของนม
- ลดปริมาณของน้ำตาลแลคโตส
- เพิ่มการดูดซึมเกลือแคลเซียมและธาตุเหล็ก
- ควบคุมชนิดของจุลินทรีย์ในลำไส้
- ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในทางเดินอาหาร
- แสดงให้เห็นว่ามีการยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็งบางชนิด
- ลดระดับของโคเลสเตอรอลในเลือด
- กระตุ้นให้เกิดระบบภูมิคุ้มกันขึ้น

## 1.5 ปรับปรุงความเป็นอยู่ทางสังคมและวัฒนธรรมให้ดีขึ้น

อาหารหมักเป็นที่นิยมทั่วโลก มีการผลิตอาหารหมักหลากหลายชนิด ทั้งในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม การหมักทำให้อาหารมีรสชาติและกลิ่นแตกต่างไปจากเดิม ช่วยชูรสอาหาร ทำให้อาหารน่ารับประทาน อาหารหมักที่ได้จะมีความแตกต่าง และเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น หลายครั้งจะเห็นว่าการถ่ายทอดวัฒนธรรมจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งเริ่มต้นด้วยอาหาร ยิ่งในยุคปัจจุบันจะยิ่งเห็นชัด มีอาหารหลายชนิดที่เป็นที่นิยมและเหมือนเป็นตัวแทนของประเทศและวัฒนธรรมของประเทศนั้นๆ เช่น เมื่อพูดถึง กิมจิ ก็จะนึกถึงประเทศเกาหลี หรือ น้ำปลาก็จะนึกถึงประเทศไทย

การผลิตอาหารหมักมีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับครัวเรือน จนถึงระดับอุตสาหกรรม ทำให้เพิ่มรายได้และการจ้างงาน มีการจ้างงานในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารหมักหลายล้านคน อุตสาหกรรมอาหารหมักในประเทศไทย เช่น การผลิตสุรา น้ำปลา ซีอิ๊ว แหนม ทำรายได้ให้แก่ประเทศหลายพันล้านบาทต่อปี

## ตารางที่ 2 ประโยชน์ของอาหารหมัก

| วัตถุดิบ   | การถนอมอาหาร | ความปลอดภัย | เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ | การยอมรับ |
|------------|--------------|-------------|------------------------|-----------|
| เนื้อสัตว์ | ++           | +           | -                      | (+)       |
| ปลา        | ++           | +           | -                      | (+)       |
| นม         | ++           | +           | (+)                    | (+)       |
| ผัก        | +            | (+)         | -                      | (+)       |
| ผลไม้      | +            | -           | -                      | ++        |
| เมล็ดพืช   | -            | (+)         | (+)                    | +         |
| ธัญพืช     | -            | -           | (+)                    | +         |

++ definite improvement      + usually some improvement  
 (+) some cases of improvement      - no improvement

### จุลินทรีย์ในอาหารหมัก

มนุษย์รู้จักอาหารหมักมาหลายพันปี ก่อนที่จะรู้จักจุลินทรีย์เสียอีก ในการหมักอาหารชนิดหนึ่งๆ มักจะมีจุลินทรีย์หลายชนิดมีส่วนร่วมในการหมัก เช่น ยีสต์กับแบคทีเรียแลคติก จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ ยีสต์ แบคทีเรีย เชื้อรา และเอนไซม์ บทบาทของจุลินทรีย์เหล่านี้ในอาหารหมักมีดังนี้

#### 1. ยีสต์

ยีสต์ที่มีบทบาทสำคัญในอาหารหมัก คือ *Candida spp.* และ *Saccharomyces cerevisiae* ยีสต์เป็นจุลินทรีย์หลักในการผลิตไวน์ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ สุรา และอาหารหมักที่มีแป้งและน้ำตาลสูง เช่น ข้าวหมาก ขนมปัง

#### 2. แบคทีเรีย

แบคทีเรียหลายชนิดจะพบได้ในอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่จะทำให้อาหารเน่าเสีย ทำให้ความสำคัญ of แบคทีเรียในอาหารหมักมักจะถูกมองข้ามไป แบคทีเรียกลุ่มที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ แบคทีเรียแลคติก ซึ่งสามารถสร้างกรดแลคติกจากคาร์โบไฮเดรต เป็นแบคทีเรียหลักในการผลิตนมเปรี้ยว และโยเกิร์ต แบคทีเรียตัวรองลงมา คือ อะซิโตแบคเตอร์ (*Acetobacter*) ซึ่งจะสร้างกรดอะซิติก หรือน้ำส้มสายชู

#### 3. เชื้อรา

แม้ว่าเชื้อราจะทำให้อาหารหลายชนิดเน่าเสียและสร้างสารพิษในอาหาร แต่ก็มีเชื้อราหลายชนิดที่มีการใช้ในการผลิตอาหารหมัก โดยเฉพาะพวกที่มีเกล็ด

และน้ำตาลสูง มีการใช้เชื้อราในการผลิตเป็นเอนไซม์ อะไมเลส สำหรับใช้ในการผลิตขนมปัง ใช้เชื้อราในการหมักเนยแข็ง การทำโคจิเพื่อใช้หมักเป็นเต้าเจี้ยว และซีอิ๊ว

#### 4. เอนไซม์

การเปลี่ยนแปลงของอาหารในระหว่างการหมักเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ จุลินทรีย์บางชนิดสามารถผลิตเอนไซม์บางชนิดได้มากจนสามารถผลิตในระดับการค้าได้ เช่น การผลิตเอนไซม์อะไมเลส และเซลลูเลส จากเชื้อรา นอกจากนี้ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพทำให้สามารถผลิตเอนไซม์หลายชนิดได้โดยการใส่ยีสต์ลงในจุลินทรีย์ เช่น เอนไซม์โคโมซิน ซึ่งใช้ในการตกตะกอนนม ในการผลิตเนยแข็ง ก็สามารถผลิตได้จากเชื้อยีสต์ และแบคทีเรีย

### ความปลอดภัยของอาหารหมัก

เนื่องจากการหมักทำให้อาหารดิบหลายชนิดพร้อมบริโภคได้โดยไม่ต้องผ่านการให้ความร้อน ทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายปนเปื้อนในอาหาร โดยเฉพาะในอาหารหมักแบบดั้งเดิม การคลุกเคล้าเกลือไม่สม่ำเสมอหรือน้อยเกินไปในการหมักแบบใช้เชื้อแบคทีเรียแลคติกในปลา หรือเนื้อหมัก เช่น แหนม ส้มผัก การปนเปื้อนของเชื้อ *แอสเพอจีลัส ฟลาวัส* (*Aspergillus flavus*) ในหัวเชื้อสำหรับทำซีอิ๊ว หรือ ลูกแบ่งเหล้า สำหรับทำสุราหมักจากข้าว เหล้านี้ถ้าไม่

ควบคุมให้ดี ก็อาจจะทำให้อาหารหมักที่ได้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค

ในขณะที่เดียวกันอาหารหมักแบบดั้งเดิมก็มีระบบป้องกันของมันเอง พบว่าในการผลิตกระทู้ปลีแดงของเกาหลี หรือ กิมจิ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่ปนเปื้อนมา จะตายภายในหนึ่งสัปดาห์ของการหมัก เนื่องจากกรดที่เพิ่มขึ้น และสารแบคทีเรียโอซิน (bacteriocin) ที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ทำให้อาหารหมักมีความสำคัญในท้องถิ่นที่การเก็บถนอมอาหารด้วยความเย็นไม่สามารถกระทำได้

### การควบคุมคุณภาพอาหารหมัก

การผลิตอาหารหมักมักจะผลิตโดยอาศัยความชำนาญหรือใช้วิธีที่ได้รับการถ่ายทอดสืบต่อกันมา ทำให้ผลิตได้ครั้งละไม่มาก ใช้ระยะเวลาสั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพไม่คงที่ ปัญหาเหล่านี้มีสาเหตุมาจากผู้ผลิตขาดความรู้ความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์การอาหาร โดยเฉพาะสาขาจุลชีววิทยาอาหาร ไม่สามารถเข้าใจขั้นตอนการเกิดกระบวนการหมัก ขาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต รวมถึงงานวิจัยพัฒนาที่ทำให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการหมักโดยประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เพื่อให้สามารถผลิตอาหารหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ และสามารถผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรม โดยการศึกษากระบวนการหมัก การคัดเลือกสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ใช้เอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารบางชนิดที่มีในอาหาร รวมทั้งการจัดสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ เป็นต้น ทำให้อาหารหมักหลายชนิดมีคุณภาพสูงขึ้น และสม่ำเสมอ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค จนสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมใหญ่และส่งออกไปขายต่างประเทศ เช่น น้ำปลา ปลาร้า ไวน์ เป็นต้น

### สรุป

การหมักอาหารได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นเทคนิคที่มีลักษณะเฉพาะและประสิทธิภาพสูงในการถนอมอาหาร ด้วยความแตกต่างของวัฒนธรรมและลักษณะทางภูมิศาสตร์ได้ทำให้อาหารหมักมีความหลากหลายทั้งด้านรสชาติและกลิ่นเฉพาะ อาหารหมักมักจะมี

การผลิตเพื่อการค้าในระดับครัวเรือนหรือผู้ประกอบการขนาดเล็ก แต่ก็มีหลายผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมภายในประเทศและส่งออกไปขายต่างประเทศ

ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาการและการพัฒนาการค้าระหว่างประเทศ ทำให้มีความสนใจในอาหารหมักและผลิตภัณฑ์อาหารหมักในมุมมองใหม่ๆ ซึ่งได้ส่งผลให้เกิดความร่วมมือใหม่ๆ ในทางการศึกษาและการค้า ในขณะที่การผลิตอาหารหมักแบบดั้งเดิมจะมุ่งเน้นเรื่องการถนอมอาหาร ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก็ได้แสดงให้เห็นถึงคุณประโยชน์อีกมากมายของอาหารหมัก ทำให้มีการผลิตอาหารหมักเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะในประเทศด้อยหรือกำลังพัฒนา มีการศึกษาและนำวิชาการสาขาต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการหมัก และเป็นต้นแบบของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการพัฒนาและผลิตอาหารและผลิตภัณฑ์ สำหรับประเทศไทยควรมีการศึกษาทั้งระดับพื้นฐานการหมักเพื่อให้เข้าใจในกระบวนการหมักอย่างถ่องแท้ และสามารถถ่ายทอดสู่ผู้สนใจอย่างทั่วถึงแทนการถ่ายทอดในครอบครัว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสูญหายได้ในวันใดวันหนึ่ง นอกจากนี้ จะต้องศึกษาถึงกระบวนการหมักเพื่อพัฒนาให้สามารถผลิตอาหารหมักที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยจากจุลินทรีย์และสารพิษ จนสามารถพัฒนาไปสู่การพึ่งพาตัวเองได้อย่างยั่งยืน

## เอกสารอ้างอิง

- Fermented fruits and vegetables. A global perspective. [Online] [cited 23 February 2550] Available from Internet : file:///F:\Fermented and vegetables\_ A global perspective\_ Introduction.htm.
- Fungal technology. Fungi as food. [Online] [cited 29 June 2550] Available from Internet : <http://www.personal.psu.edu/mab568/food.htm>.
- Lee, Cherl-Ho. Creative fermentation technology for the future. [Online] [cited 22 June 2550] Available from Internet : <http://seafood.ucdavis.edu/infost/lee.htm>.

# การทดสอบการแจกแจงปกติ

อนุสิทธิ์ สุขม่วง

การทดสอบสมมติฐานต่างๆ ที่ใช้กันในปัจจุบันจะตั้งอยู่บนสมมติฐานของข้อมูลที่เป็นตัวแปรสุ่มและมีการแจกแจงปกติ นอกจากนี้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่มากกว่าสองกลุ่ม ยังสมมติฐานว่า ความแปรปรวนเท่ากัน ซึ่งการทดสอบแบบนี้เป็นการทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ (Parametric Test) ในบางสถานการณ์ ผู้ทดสอบไม่แน่ใจเกี่ยวกับลักษณะของประชากรที่สนใจ การทดสอบที่ใช้พารามิเตอร์ อาจทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากข้อมูลไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นการทดสอบทางสถิติเพื่อการตัดสินใจ จึงควรใช้วิธีการทดสอบที่เรียกว่าการทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ (Nonparametric Test)

การทดสอบการแจกแจงปกติ มีวิธีการทดสอบที่ใช้กันอยู่ คือ การทดสอบไคส์แควร์ (Chi-squared test) แต่การทดสอบนี้ใช้ได้กับข้อมูลที่มีจำนวนมาก ปกติการทดสอบทางวิทยาศาสตร์จะไม่มีข้อมูลมากนัก Kolmogorov-Smirnov test จึงเป็นวิธีการทดสอบที่เหมาะสมกับการทดสอบที่มีจำนวนข้อมูลไม่มาก

วิธีการทดสอบโดยวิธี Kolmogorov-Smirnov test ใช้เปรียบเทียบค่าของการแจกแจงความถี่สะสมของข้อมูลที่ทดสอบ (Empirical Distribution) กับค่าของการแจกแจงที่ต้องการทดสอบ คือ การแจกแจงปกติ ค่าที่มากที่สุดของค่าความแตกต่างของค่าทั้งสอง การทดสอบทำได้ได้สองลักษณะ ลักษณะแรกทดสอบว่าการแจกแจงนั้นเป็นการแจกแจงปกติที่สงสัยหรือไม่ โดยที่ทราบค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ลักษณะที่สองทดสอบว่าเป็นการแจกแจงปกติหรือไม่

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ มีระดับมาตราการวัด มาตราอัตราส่วน (Ratio scale) คือ การให้สัญลักษณ์ของข้อมูลที่เป็นตัวเลข แสดงปริมาณสามารถนำมาบวก ลบ คูณ หรือหาร กันได้

## ตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานหลัก  $H_0$  : ตัวแปรมีการแจกแจงปกติ

สมมติฐานรอง  $H_1$  : ตัวแปรไม่มีการแจกแจงปกติ

## วิธีการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล จำนวน  $n$  ข้อมูลจากน้อยไปมาก ให้  $k$  เป็นอันดับของข้อมูลที่เรียงแล้ว
2. แปลงข้อมูลแต่ละค่าให้เป็นคะแนน  $Z$  โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

3. หาค่าความถี่สะสม  $F(z)$  ของการแจกแจงปกติจากตาราง  $Z$
4. หาค่าความถี่สะสมที่ได้จากการทดลอง  $ECDF(z)$

$$ECDF(z) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k i$$

5. เปรียบเทียบ หาค่าความแตกต่างสูงสุดของค่าทั้งสอง ให้เป็น  $D_{max}$

$$D_{max} = |F(z) - ECDF(z)|$$

6. เปรียบกับค่าในตาราง The Kolmogorov test for normality

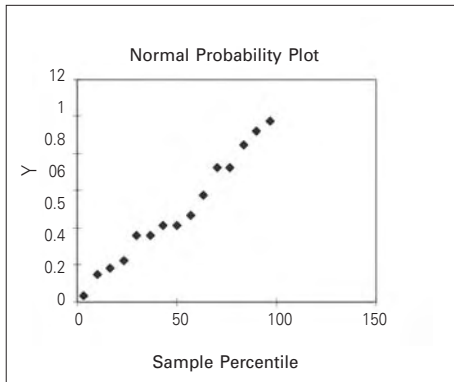
7. สรุปผล ยอมรับสมมติฐาน ถ้า  $D_{max}$  น้อยกว่าค่าจากตาราง

## ตัวอย่าง ผลการวัดโดย Spectrophotometer

15 ครั้ง ได้ผลดังนี้ .3410 .3350 .3470 .3590 .3530 .3460 .3470 .3460 .3430 .3420 .3560 .3500 .3630 .3530 และ .3480 จงทดสอบว่า

1. ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ
2. ข้อมูลมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ml. และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.005 ml.

การตรวจสอบอย่างง่าย โดยใช้ Normal Probability Plot ใช้เครื่องมือใน Data analysis ของ MS Excel ได้กราฟ ดังนี้



กราฟมีรูปร่างคล้ายตัวอักษร S จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

### 1. การทดสอบ ข้อมูลมาจากการแจกแจงปกติ

(1) เรียงข้อมูลจำนวน n ข้อมูลจากน้อยไปมาก ให้ k เป็นอันดับของข้อมูลที่เรียงแล้ว

(2) แปลงข้อมูลให้เป็นคะแนน Z โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

(3) หาค่า F(z) จากตารางค่า Z ในที่นี้จะใช้ฟังก์ชัน = NORMSDIST( )

(4) หาค่า ความถี่สะสมจากผลการทดลอง  $ECDF(z) = k^* (1/n)$

(5) เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของ F(z) และ ECDF(z) แต่ละค่า

### ดูผลจากตาราง

| Point | x     | z       | F(z)   | ECDF(z) | D =  F(z)-ECDF(z) |
|-------|-------|---------|--------|---------|-------------------|
| 1     | 0.335 | -1.8611 | 0.0314 | 0.0667  | 0.035301          |
| 2     | 0.341 | -1.0400 | 0.1492 | 0.1333  | 0.015828          |
| 3     | 0.342 | -0.9032 | 0.1832 | 0.2000  | 0.016791          |
| 4     | 0.343 | -0.7663 | 0.2217 | 0.2667  | 0.044938          |
| 5     | 0.346 | -0.3558 | 0.3610 | 0.3333  | 0.027649          |
| 6     | 0.346 | -0.3558 | 0.3610 | 0.4000  | 0.039021          |
| 7     | 0.347 | -0.2190 | 0.4133 | 0.4667  | 0.053343          |
| 8     | 0.347 | -0.2190 | 0.4133 | 0.5334  | 0.120013          |
| 9     | 0.348 | -0.0821 | 0.4673 | 0.6000  | 0.132746          |
| 10    | 0.35  | 0.1916  | 0.5760 | 0.6667  | 0.090731          |
| 11    | 0.353 | 0.6021  | 0.7265 | 0.7334  | 0.006914          |
| 12    | 0.353 | 0.6021  | 0.7265 | 0.8000  | 0.073584          |
| 13    | 0.356 | 1.0127  | 0.8444 | 0.8667  | 0.022319          |
| 14    | 0.359 | 1.4232  | 0.9227 | 0.9334  | 0.010717          |
| 15    | 0.363 | 1.9706  | 0.9756 | 1.0000  | 0.024433          |

$$D_{\max} = 0.1327$$

(6) หาค่าความแตกต่างสูงสุด  $D_{\max} = 0.1327$

(7) เปรียบเทียบค่าจากตาราง The Kolmogorov test for normality เมื่อ n=15 เท่ากับ 0.219 ซึ่ง  $D_{\max}$  มีค่าน้อยกว่า

(8) สรุป ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

**2. การทดสอบ ข้อมูลจากการแจกแจงปกติ** ที่มีค่าเฉลี่ย 0.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.005 หรือไม่จากการทดสอบโดยวิธีเดียวกันโดยกำหนดค่าเฉลี่ย 0.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.005 จะได้ค่า  $D_{\max} = 0.259$  มากกว่าค่าจากตาราง The Kolmogorov test for normality เมื่อ  $n=15$  ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.219 จึงไม่ยอมรับสมมติฐาน สรุป ข้อมูลไม่ได้มาจากการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ย 0.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.005

ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ซึ่งการทดสอบทางวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนตัวอย่าง มักจะใช้จำนวนตัวอย่างไม่มาก การทำให้ผลการวิเคราะห์เชื่อถือได้ต้องอาศัยหลักการทางสถิติอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- Kolmogorov-Smirnov Test. [Online] [Cite dated 4 June 2550] Available to internet : <http://www.physics.csbsju.edu/stats/KS-test.html>
- Mathwave Technologies. [Online] [Cite dated 4 June 2550] Available to internet : [http://www.mathwave.com/articles/goodness\\_of\\_fit.html](http://www.mathwave.com/articles/goodness_of_fit.html)
- Miller, James N. & Miller, Jane C. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4<sup>th</sup> ed., New York : Prentice Hall, 1999.
- Otto, Matthias. **Chemometrics**. Weinheim, WILEY-VCH, 1998.
- Wu, Gaw Tzu, Twomey, Stanley L; and Thlers, Ralph E. Statistical evaluation of method comparison data. **Clinical Chemistry**, 1975, Vol. 21, No. 3, p 315-320.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. คณะอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์. **ความน่าจะเป็นและสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2544.



# รายงานสถานการณ์ปัจจุบัน

## ของระเบียบว่าด้วยสารเคมีของสหภาพยุโรป REACH UPDATE

ดาวรรณ ศิลปโกชากุล

### 1. คำนำ

สารเคมีเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสินค้า การปรับเปลี่ยนกฎข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้และสารเคมี ย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตและจำหน่ายสินค้า ไม่ว่าจะการปรับเปลี่ยนข้อบังคับนั้นจะเป็นกฎกติกาสากลที่ทุกประเทศต้องปฏิบัติตาม หรือเป็นมาตรการฝ่ายเดียวที่กำหนดขึ้นใช้เฉพาะภายในประเทศของตน ดังนั้นผู้ประกอบการต้องติดตามข้อมูลและปรับปรุงสินค้าของตนให้สอดคล้องกับกฎระเบียบข้อบังคับอยู่เสมอ เพราะการค้าปัจจุบันเป็นเรื่องไร้พรมแดนด้วยกระแสโลกาภิวัตน์ และระบบการค้าเสรี แม้ว่าผู้ประกอบการจะมีได้ประสงค์ส่งสินค้าไปขายในประเทศนั้นๆ แต่ลูกค้าอาจต้องการส่งสินค้าเข้าไปขายโดยใช้สินค้าของตนเป็นวัตถุดิบ ผู้ประกอบการก็ต้องปฏิบัติตามระเบียบ REACH นั้นด้วยโดยปริยาย ด้วยเหตุนี้อุตสาหกรรมทั่วโลกจึงได้รับผลกระทบจากระเบียบ REACH ที่สหภาพยุโรปกำลังพิจารณาจะประกาศใช้แทนกฎหมายควบคุมสารเคมีที่มีอยู่เดิม แม้ว่าจะมีผลบังคับใช้เฉพาะประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรปเท่านั้น ผู้ประกอบการไทยเองก็อยู่ในข่ายที่ต้องปฏิบัติตามระเบียบ REACH ไม่ว่าจะต้องการส่งเข้าไปขายในสหภาพยุโรปหรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถขายสินค้าได้ การเรียนรู้เรื่องระเบียบ REACH จึงจำเป็นสำหรับภาครัฐและเอกชนที่ต้องเตรียมตัวรับผลกระทบของการประกาศใช้เป็นกฎหมาย

หน่วยข้อสนเทศวัตถุอันตรายและความปลอดภัย ศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ติดตามศึกษาความเคลื่อนไหวของระเบียบ REACH และจัดทำเอกสาร

“รายงานการติดตามความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับนโยบายสารเคมีของสหภาพยุโรป” (REACH UPDATE) ฉบับนี้ขึ้นภายใต้โครงการดำเนินงานของ “ฐานการจัดการความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี” (Knowledge Platform on Chemical Safety) ด้วยความสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ตามพันธกิจที่กำหนดให้หน่วยข้อสนเทศฯ ทำหน้าที่จัดหา บริหาร และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างความรู้ด้านวัตถุอันตรายและความปลอดภัย พร้อมทั้งสร้างสมรรถนะที่ทำให้สามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ รวมถึงการสังเคราะห์ความรู้ที่เป็นคำตอบสำหรับการตัดสินใจและเสนอแนะเชิงนโยบาย

เอกสารฉบับนี้เป็นรายงานการศึกษาต่อเนื่องของการติดตามความคืบหน้าของการร่างระเบียบว่าด้วยสารเคมีต่อจากเอกสาร “การเตรียมตัวเพื่อรองรับการประกาศใช้ระเบียบว่าด้วยสารเคมีของสหภาพยุโรป” (Registration Evaluation and Authorization of Chemicals: REACH) ซึ่งเผยแพร่เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2547

### 2. วัตถุประสงค์

การติดตามศึกษาความเคลื่อนไหวการประกาศนโยบายสารเคมีของสหภาพยุโรป ระเบียบ REACH มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

- 1) รวบรวมและประมวลข้อมูลสาระสำคัญของการปรับปรุงร่างระเบียบ REACH ที่จะประกาศใช้เป็นกฎหมายเผยแพร่ทางระบบอินเทอร์เน็ต<sup>1</sup> ให้ผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นฐานการเรียนรู้ ทำให้เกิดความตระหนักถึงผลกระทบ

<sup>1</sup> [http://www.chemtrack.org/Reach\\_Watch](http://www.chemtrack.org/Reach_Watch) หรือ <http://siweb.dss.go.th/reach>



และมีการเตรียมการรองรับผลกระทบของการประกาศใช้ระเบียบนี้

2) รวบรวมและศึกษาข้อมูลสาระสำคัญของร่างระเบียบ REACH ที่จะมีการประกาศใช้ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบนี้ และหาแนวทางสร้างเครื่องมือให้ผู้เกี่ยวข้องใช้สำหรับเรียนรู้และนำไปปฏิบัติได้ เช่น หลักสูตรการฝึกอบรม คู่มือการปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH และศูนย์ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับระเบียบ REACH (help desk) ทางระบบอินเทอร์เน็ต (REACH Coach) ตลอดจนงานเตรียมความพร้อมอื่นๆ เพื่อสนับสนุนและเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันทางการค้าของอุตสาหกรรมไทย เช่น การเตรียมความพร้อมทางห้องปฏิบัติการ

### 3. ที่มาของระเบียบ REACH

สหภาพยุโรปเริ่มมีการจัดการสารเคมีอันตรายเมื่อปี พ.ศ. 2510 โดยกำหนดให้มีการประเมินเพื่อจำแนกความเป็นอันตรายของสาร สำหรับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์และการติดฉลากที่เหมาะสมกับสินค้าสารอันตราย (67/548/EEC Classification, Packaging & Labelling Dangerous Substances) และเมื่อปี พ.ศ. 2518 ได้มีการห้ามจำหน่ายและห้ามใช้สารเคมีบางรายการ (76/769/EEC Restrictions of Marketing and Use of Certain Chemicals / Preparations) จนกระทั่งปี พ.ศ. 2524 จึงเริ่มทำบัญชีสารเคมีที่มีจำหน่ายอยู่ในตลาดร่วมยุโรปก่อนเดือนกันยายน พ.ศ. 2524<sup>2</sup> (existing substances /phase in substances) ซึ่งมีอยู่ 100,106 รายการ ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 จึงเริ่มให้มีการจดทะเบียนสารเคมีใหม่ที่นำออกสู่ตลาดตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2524 (new substances /non-phase in substances) โดยกำหนดให้มีการเสนอข้อมูลผลการตรวจทดสอบ และประเมินความเสี่ยงก่อนนำสารเคมีเข้าสู่ตลาด (notify) ปรากฏว่ามีสารที่จดทะเบียนประมาณ 2,700 รายการ หลังจากนั้นมีการปรับปรุงกฎหมายควบคุมการใช้สารเคมีมาโดยตลอด จนกระทั่งปี พ.ศ. 2542 ได้เริ่มมีการประชุมปรึกษาหารือเกี่ยวกับมาตรการป้องกันอันตรายจากสารเคมี และทบทวนกฎหมายต่างๆ ที่สหภาพยุโรปใช้ในการจัดการสารเคมี หลังจากนั้นคณะกรรมการสหภาพยุโรปได้จัดทำสรุปยุทธศาสตร์

การกำหนดนโยบายเกี่ยวกับสารเคมีในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางที่จะทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการรักษาสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ซึ่งจะช่วยนำไปสู่ความยั่งยืนได้ และพิมพ์เผยแพร่ในสมุดปกขาวเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายพิจารณาเนื้อหาของนโยบาย ซึ่งคณะกรรมการฯ ได้รวบรวมข้อคิดเห็นและนำไปจัดทำเป็นร่างระเบียบ REACH เพื่อเสนอให้สหภาพยุโรปพิจารณาประกาศเป็นกฎหมายต่อไป มีการพิมพ์เผยแพร่ร่างระเบียบนี้แล้วเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2546 การเสนอร่างระเบียบ REACH นี้ มีจุดประสงค์ที่จะจัดระบบการควบคุมการผลิตและการใช้สารเคมีเพียงระบบเดียวแทนการบังคับใช้กฎหมายเกี่ยวกับสารเคมีกว่า 40 ฉบับ โดยการนำสารสำคัญในกฎหมายข้างต้นมาประมวลไว้ในร่างระเบียบนี้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมเนื่องจากสารเคมี โดยที่ยังคงรักษาความสามารถในการแข่งขันทางการค้าไว้ได้และช่วยส่งเสริมศักยภาพด้านนวัตกรรมของอุตสาหกรรมเคมีของสหภาพยุโรป วัตถุประสงค์หลักของระเบียบ REACH นี้ คือ การกำหนดให้ผู้ประกอบการเป็นผู้จัดหาข้อมูลการประเมินความเสี่ยงของสารเคมีแทนภาครัฐ ซึ่งจะช่วยให้การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีเร็วขึ้นและเพียงพอสำหรับการจัดการสารเคมีในสหภาพยุโรปได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

### 4. สาระสำคัญของระเบียบ REACH

สาระสำคัญเชิงนโยบายของร่างระเบียบ REACH คือ

- 1) กำหนดให้มีระเบียบบังคับใช้กับสารเคมีทุกประเภทเป็นระบบเดียว (single system)
- 2) บังคับใช้กับสารเคมี (substances) และสารเคมีในผลิตภัณฑ์ (substance in article) ด้วย
- 3) ควบคุมการใช้สารเคมี เพื่อความปลอดภัยด้วยระเบียบ REACH
- 4) ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมทั้งต้นน้ำและปลายน้ำในห่วงโซ่การผลิตการใช้สารเคมี (supply chain) เป็นผู้รับผิดชอบภาระและค่าใช้จ่ายในการทดสอบและการประเมินความเสี่ยงของสารเคมีทั้งหมด

<sup>2</sup> European Inventory of Existion Commercial Substances (EINECS)

5) กำหนดให้มีการถ่ายทอดข้อมูลของสารเคมีและการประเมินความเสี่ยงให้กันและกัน ภายในลูกโซ่การผลิตการใช้สารเคมี (supply chain) ด้วย Safety Data Sheet (SDS)

6) กำหนดให้มีการใช้ข้อมูลร่วมกัน (data sharing) ระหว่างผู้จดทะเบียนสารเคมีรายการเดียวกัน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบและการใช้สัตว์ทดลอง

เพื่อให้นโยบายนี้บรรลุผลในระเบียบ REACH จึงได้กำหนดให้มีการจดทะเบียนสารเคมี (Registration) การประเมินความเสี่ยง (Evaluation) และการอนุญาตการผลิตและการจำกัดการใช้สารเคมี (Authorization & restriction Chemicals) (ดูผังแสดงกระบวนการจดทะเบียนในภาคผนวก) ดังนี้

**การจดทะเบียน (Registration)** เป็นหน้าที่ของผู้ผลิตและผู้นำเข้าสารเคมีเพื่อจำหน่ายในตลาดร่วมยุโรปปริมาณรวมตั้งแต่ 1 ตัน/ปี/ราย ต้องจดทะเบียนสารเคมีที่ผลิตหรือนำเข้าโดยยื่นเสนอข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและพิษของสารเคมีให้พิจารณา คาดว่าสารที่ต้องจดทะเบียนมีประมาณ 30,000 ชนิด การจดทะเบียนต้องให้แล้วเสร็จภายใน 11 ปี และกำหนดเวลาการจดทะเบียนขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตหรือนำเข้าสารเคมีรวมต่อปีต่อราย\*

**การประเมิน (Evaluation)** ระเบียบ REACH กำหนดให้มีการตรวจประเมินเอกสาร (technical dossier) โดยพิจารณาค่าความถูกต้องและสมบูรณ์ของเอกสาร และประเมินความปลอดภัยของสารด้วยข้อมูลสารเคมีที่ผู้จดทะเบียนยื่นเสนอตามข้อกำหนด เพื่อประเมินความเสี่ยงของการผลิตและใช้สารเคมีนั้น ซึ่งผู้จดทะเบียนอาจต้องเสนอข้อมูลการศึกษาความเสี่ยงของสารเพิ่มเติมหากพิจารณาเห็นว่าข้อมูลที่เสนออย่างไม่เพียงพอสำหรับการประเมิน โดยผู้จดทะเบียนต้องนำเสนอแผนการศึกษาทดลองให้พิจารณาเห็นชอบก่อน สารเคมีที่อยู่ในข่ายต้องประเมิน คือ สารที่มีปริมาณการผลิตหรือนำเข้าปีละ 100 ตันขึ้นไป ซึ่งคาดว่าจะมีราว 5,000 ชนิด รวมถึงสารที่แม้จะมีการผลิตหรือนำเข้าน้อยแต่ถ้าเป็นสารที่ต้องระวัง (substances of concern) เช่น สารก่อมะเร็ง

สารก่อการกลายพันธุ์ และ สารที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ (CMR) ก็ต้องรับการตรวจประเมินด้วย

**การอนุญาตและการจำกัดการใช้ (Authorization & restriction)** ระเบียบ REACH กำหนดให้มีการขออนุญาตก่อนการผลิตหรือนำเข้าสารที่ต้องระมัดระวังในการใช้และการสัมผัสเป็นอย่างมาก (high concerned substances) ซึ่งมีราว 2,000 รายการ ได้แก่ สารกลุ่ม CMR และสารที่มีพิษตกค้างยาวนาน (Persistent Organic Pollutants, POPs) ผู้ขออนุญาตต้องพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถผลิตหรือใช้สารนั้นตามวิธีและเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะได้อย่างปลอดภัย หน่วยงานของประเทศสมาชิกมีอำนาจในการอนุญาตให้ใช้สารเฉพาะในประเทศของตนเท่านั้น สำหรับสารอันตรายที่มีความเสี่ยงมากแต่จำเป็นต้องใช้ เพราะไม่สามารถใช้สารหรือวิธีอื่นแทนได้ และเมื่อพิจารณาเหตุผลทางเศรษฐกิจและสังคมแล้วเห็นว่าจำเป็น คณะกรรมาธิการฯ อาจตัดสินใจให้ผลิตหรือใช้อย่างจำกัด (restriction) โดยมีหน่วยงานของประเทศสมาชิกดูแลให้ผู้ผลิตหรือใช้ปฏิบัติตามเงื่อนไขอย่างเคร่งครัด

**สารที่ต้องจดทะเบียน** คือ สารเคมี (substances) และสารเคมีในผลิตภัณฑ์ (substances in articles/ products) ที่เป็นสารอันตรายที่สามารถแพร่กระจายออกมาขณะใช้งานหรือกำจัดทิ้ง โดยเงื่อนไขของการจดทะเบียนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ผลิตหรือนำเข้า ในขณะที่สารเคมีที่ไม่ต้องจดทะเบียน คือ

- 1) สารที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยไม่สัมผัสสิ่งแวดล้อม (non-isolated intermediates) หรือ สารเคมีที่มีการควบคุมด้วยกฎหมายอื่น เช่น อาหาร เป็นต้น
- 2) สารที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์ (polymers)
- 3) สารเคมีที่ขออนุญาตใช้ในการวิจัยและพัฒนา

**ข้อมูลสำหรับการจดทะเบียน** นอกจากชื่อผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าและสถานที่ติดต่อ ปริมาณที่ผลิตหรือนำเข้าแล้ว คือ ข้อมูลทางเทคนิค ซึ่งได้แก่

\* 1000 ตันขึ้นไปและสารประเภท CMRs  
100 - 1000 ตัน  
1 - 10 ตัน

ต้องจดทะเบียนภายใน 3 ปีหลังจากระเบียบมีผลใช้บังคับ  
ต้องจดทะเบียนภายใน 6 ปีหลังจากระเบียบมีผลใช้บังคับ  
ต้องจดทะเบียนภายใน 11 ปีหลังจากระเบียบมีผลใช้บังคับ

- 1) ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี ได้แก่ ชื่อสาร รหัส CAS Registry number คุณสมบัติและพิษของสาร (รายการที่ต้องนำเสนอขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ผลิตหรือนำเข้า)
- 2) ประเภทของความเป็นอันตรายของสาร ตามข้อบังคับ 67/548/EC (Classification and Labelling)
- 3) ข้อมูลที่ระบุวัตถุประสงค์ของการใช้ (identified uses) และคำแนะนำการใช้อย่างปลอดภัย
- 4) รายงานการประเมินความปลอดภัย ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าสารเคมีตั้งแต่ 10 ตัน/ปี/ราย ต้องทำรายงานการประเมินความปลอดภัย ที่มีเนื้อหาดังต่อไปนี้
  - ก. ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Assessment, RA) ในการใช้สารเคมีที่ประเมินจาก คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของสาร (physico-chemical properties)
  - ข. ข้อมูลการศึกษาทางพิษวิทยา (toxicological studies) ของสาร
  - ค. ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการ ลักษณะและโอกาส (ระยะเวลาและความถี่) ที่ผู้เกี่ยวข้องจะสัมผัสกับสาร (exposure scenario)
  - ง. วิธีการจัดการของเสีย
  - จ. มาตรการจัดการความเสี่ยง (Risk Management Measures, RMM) เมื่อใช้สารตามข้อมูลที่ระบุในวัตถุประสงค์การใช้สาร

การส่งและรับข้อมูล (Information flow) เกี่ยวกับสารเคมีใน Supply chain ระเบียบ REACH มีได้เพียงแต่กำหนดให้ผู้ผลิต/นำเข้าเสนอข้อมูลในการขอจดทะเบียนเท่านั้น แต่ยังกำหนดให้มีการส่งและรับข้อมูล (information flow) เกี่ยวกับสารเคมี และแนวทางการใช้ อย่างปลอดภัยให้แกกัน ในสายการซื้อ-ขายเป็นทอดๆ (supply chain) เพื่อให้ทุกฝ่ายมีข้อมูลที่จะทำให้ใช้สารเคมีได้อย่างปลอดภัย และกำหนดให้ผู้ใช้สารเคมีผลิตสินค้า ต้องให้ข้อมูลลักษณะและวิธีใช้สารแก่ผู้ผลิต/นำเข้า เพื่อให้ประกอบการทำรายงานการประเมินความเสี่ยง ถ้าไม่ ให้ข้อมูล ผู้ใช้สารต้องทำรายงานการประเมินความเสี่ยง เสนอแก่องค์กรที่รับผิดชอบสารเคมีเอง การส่งและรับข้อมูลใน supply chain ใช้ Safety Data Sheet หรือ SDS ซึ่งประมวลข้อมูลมาจากการประเมินความปลอดภัยและความเสี่ยงของการใช้สารนั้น SDS ให้กับผู้ใช้สารนั้นในลำดับถัดไป (downstream users) ด้วย

การใช้ข้อมูลร่วมกัน (Data sharing) เนื่องจากการค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับพิษและอันตรายของสารเคมี และการประเมินความปลอดภัยของสารเคมีต้องเสียค่าใช้จ่ายเวลาและสัตว์ทดลองจำนวนมาก ระเบียบ REACH จึงให้มีการใช้ข้อมูลร่วมกัน (data sharing) เพื่อลดการใช้สัตว์ทดลอง โดยให้ผู้จดทะเบียนสารเดียวกันรวมตัวเป็นเครือข่าย (consortia) ทำการทดลองค้นคว้า และให้ผู้จดทะเบียนรายใหม่ขอซื้อสิทธิ์ใช้ข้อมูลจากผู้จดทะเบียนรายแรก (มาตรา 25)

## 5. สถานะของร่างระเบียบ REACH

เนื่องจากระเบียบ REACH ทำให้เกิดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมต่างๆ ในทุกระดับอย่างกว้างขวาง ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับร่างระเบียบ REACH จึงเป็นเรื่องที่ต้องติดตาม การทำประชาพิจารณ์ในระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้เห็นว่า ทั้งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมและองค์กรเอกชนต่างเห็นด้วยกับนโยบายการจัดการสารเคมีเพื่อความปลอดภัยของชีวิตและสิ่งแวดล้อมนี้ แต่ก็ไม่แน่ใจว่าข้อกำหนดต่างๆ ของระเบียบ REACH จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้หรือไม่ เพราะระเบียบวิธีปฏิบัติ REACH ซับซ้อนและยุ่งยาก หลายฝ่ายจึงร่วมกันทำการทดลอง และทดสอบวิธีปฏิบัติของระเบียบ REACH ของทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคเพื่อหาทางแก้ไข จัดทำคู่มือและจัดเตรียมเครื่องมือหรือระบบสนับสนุน เพื่อให้ระเบียบ REACH มีผลในทางปฏิบัติ นอกเหนือไปจากการดำเนินการทางด้านกฎหมาย การติดตามความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับร่างระเบียบ REACH จึงแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือกระบวนการด้านกฎหมาย (political process) และกระบวนการด้านเทคนิค (technical process)

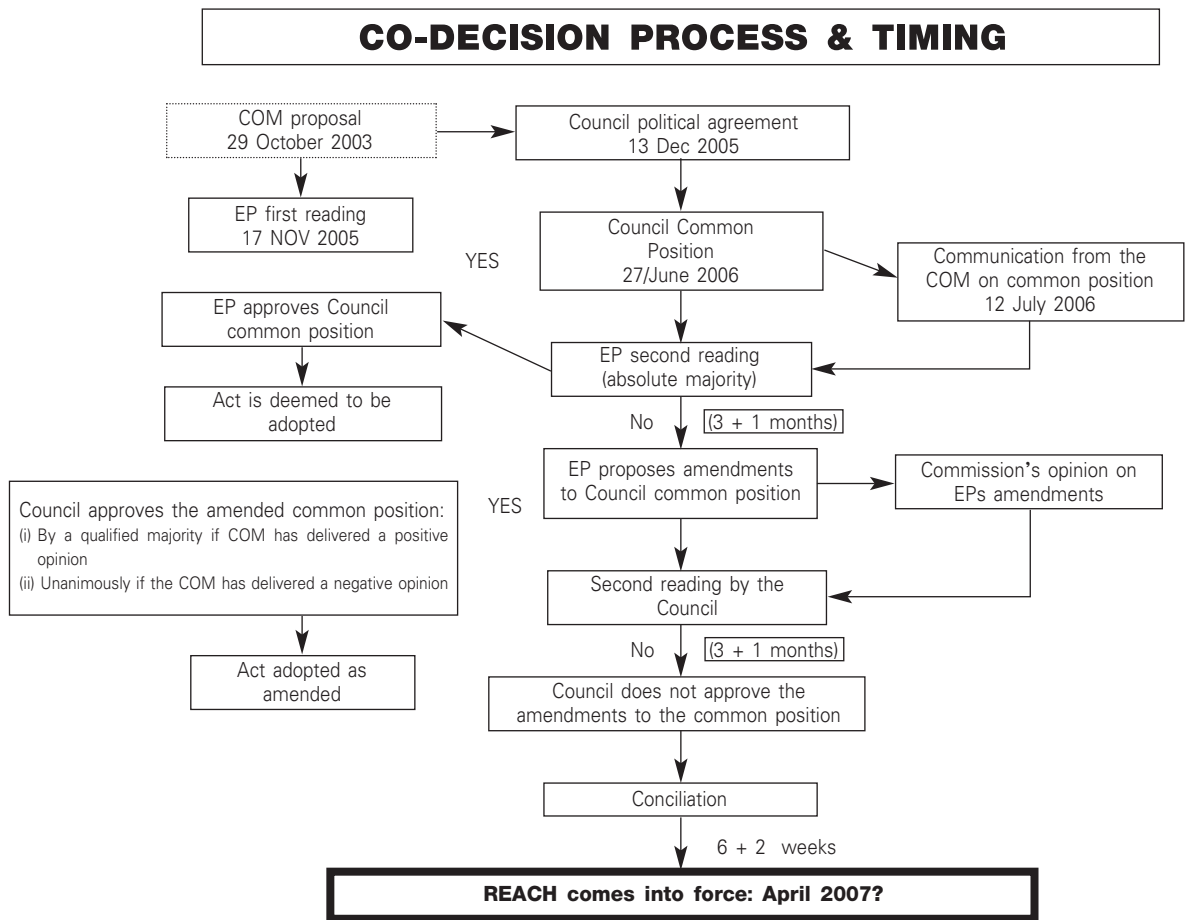
### 5.1 ความเคลื่อนไหวทางด้านกฎหมายของระเบียบ REACH

การปรับปรุงร่างระเบียบ REACH ภายหลังการทำประชาพิจารณ์ทางระบบอินเทอร์เน็ตเมื่อเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2546 คณะกรรมาธิการสหภาพยุโรปได้นำเสนอร่างระเบียบฯ (29 ตุลาคม พ.ศ. 2546)<sup>3</sup> ให้คณะมนตรีและสหภาพยุโรปพิจารณาและลงความเห็น ซึ่งคณะมนตรีได้ตั้งคณะทำงานเฉพาะกิจ

<sup>3</sup> [http://europa.eu/eur-lex/en/com/pdf/2003/com2003\\_0644en.html](http://europa.eu/eur-lex/en/com/pdf/2003/com2003_0644en.html)

พิจารณาร่าง และสรุปผลการพิจารณาเสนอให้คณะมนตรีซึ่งประกอบด้วยรัฐมนตรีอุตสาหกรรมและรัฐมนตรีสิ่งแวดล้อม (Competitiveness Council & Environment Council) ลงความเห็น ในการนี้ประธานคณะมนตรีซึ่งเป็นวาระของผู้แทนของสหราชอาณาจักร (UK Presidency) ได้เสนอแนวคิดในการพิจารณาประกอบ<sup>4</sup> สภาสหภาพยุโรปได้เริ่มพิจารณาวาระแรก เมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมของสภาเป็นผู้นำในการจัดทำสรุปข้อคิดเห็น<sup>5</sup> ต่อมาเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2548 คณะมนตรีสหภาพยุโรปได้มีมติเห็นชอบในแนวนโยบาย<sup>6</sup> และส่งกลับไปให้คณะกรรมการสหภาพยุโรปพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง หลังจากทีสภาได้ผ่าน

การลงมติในวาระแรกแล้ว คณะมนตรีได้สรุปข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับปรุงร่างฯ เมื่อวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2549<sup>7</sup> คณะกรรมาธิการสหภาพยุโรปจึงได้นำข้อเสนอแนะของสภาและคณะมนตรีสหภาพยุโรปมาปรับปรุงเป็นร่างระเบียบใหม่<sup>8</sup> เพื่อส่งให้สภายุโรปและคณะมนตรีพิจารณาอีกครั้งเป็นวาระที่สอง ซึ่งจะมีกระบวนการพิจารณาเหมือนกับวาระแรก หากสภาและคณะมนตรีมีความเห็นไม่ตรงกัน การพิจารณาจะเข้าสู่กระบวนการพิจารณาร่วมระหว่างผู้แทนของสภาและคณะมนตรี (conciliation process) เพื่อหาข้อยุติ การประกาศบังคับใช้เป็นกฎหมาย คาดว่าจะมีขึ้นในราวเดือนเมษายน พ.ศ. 2550<sup>9</sup>



รูปที่ 1 ผังแสดงกระบวนการพิจารณาร่างระเบียบ REACH เพื่อประกาศบังคับใช้เป็นกฎหมาย<sup>10</sup>

ข่าวความเคลื่อนไหวและรายละเอียดของการพิจารณาปรับปรุงร่างระเบียบ REACH ของสหภาพยุโรป ผู้สนใจสามารถติดตามได้จากเว็บไซต์ <http://ecb.jrc.it/reach> และเลือกเมนู REACH PROPOSAL

อ่านต่อฉบับหน้า

<sup>4</sup> <http://www.endseuropedaily.com/docs/50831b.pdf>  
<sup>5</sup> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P6-TA-2005-0435+0+DOC+WORD+V0/EN>  
<sup>6</sup> [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/adopting/political\\_agreement\\_council.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/adopting/political_agreement_council.pdf)  
<sup>7</sup> <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/06/st07/st07524.en06.pdf>  
<sup>8</sup> [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com2006\\_0375en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com2006_0375en01.pdf)  
<sup>9</sup> [http://ec.europa.eu/enterprise/reach/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/reach/index_en.htm)  
<sup>10</sup> [http://www.emcef.org/committees/SD/Che/20060529/presentations/Pelin\\_1-REACH%20Bucarest%2029-30%20May%202006.ppt](http://www.emcef.org/committees/SD/Che/20060529/presentations/Pelin_1-REACH%20Bucarest%2029-30%20May%202006.ppt)

# ข่าวทั่วไปในวค.



สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเยี่ยมชม ผลงานการทำเครื่องประดับจากแก้ว กระเบื้องจากเศษแก้ว ในงาน มหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปี 2550 ณ ศูนย์การประชุมไบเทค บางนา มีนักเรียนนักศึกษาเป็นจำนวนมากเยี่ยมชม ผลงานต่างๆ ของกรมฯ อาทิ เรื่องแก้ว เซรามิกเนื้ออะลูมินา เครื่องสำอางนวัตกรรมบริการและผลิตภัณฑ์ การแปรรูปอาหาร การยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ สหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์พระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และศูนย์บริการเครื่องสำอางบรรมเชิงปฏิบัติการ ณ ศูนย์การประชุมไบเทค บางนา โดยมี นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้ถวายรายงาน

ศ.ดร. ยงยุทธ ยุทธวงศ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เยี่ยมชมผลงานกระบวนการผลิตอาหารแปรรูป การแปรรูป ผลผลิตทางการเกษตรที่มีมากในท้องถิ่น เช่น มันคุด ถั่วลิสงมือนาง ข่าเหลือง น้ำแร่เพื่อบริโภค เครื่องปั้นดินเผา เพื่อสร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้แก่กลุ่มและชุมชนในท้องถิ่น ในงานคาราวานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการอยู่ดีมีสุข ณ จังหวัดชุมพรและจังหวัดระนอง

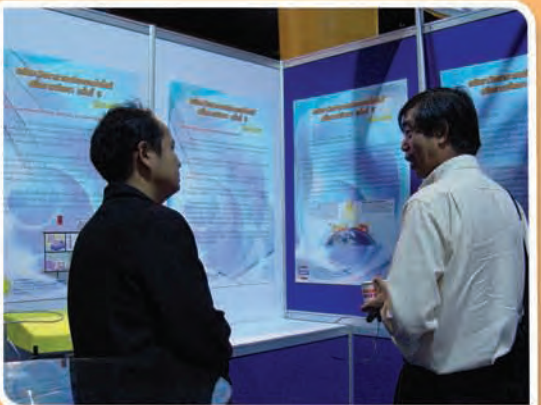
# ข่าวทั่วไปในวค.



ศ.ดร. ยงยุทธ ยุทธวงศ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานการแถลงข่าว โครงการ “จิตอาสา ปันศรัทธาและอาทร” ทำความดีที่อท้องหลวง โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดทำสหบรรณานุกรมสิ่งพิมพ์ที่พระราชกรณียกิจพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และมอบให้แก่หน่วยงานภาครัฐและเอกชน 2,000 แห่ง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยมี นายชัชวาลย์ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมในพิธี ณ อาคารพระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ



นายชัชวาลย์ เลาวเลิศ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ วางพานพุ่มถวายสักการะพระราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระบิดาวิทยาศาสตร์ไทย ณ บริเวณอาคารพระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ



นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ให้การต้อนรับ Mr.Adrianus Stehouwer ผู้เชี่ยวชาญ PUM จากประเทศเนเธอร์แลนด์ ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดแสดงเรื่องการคิดค้นทางการค้า และมลพิษทางอากาศภายในอาคาร ในงานสัมมนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ครั้งที่ 6 ณ อิมแพค เมืองทองธานี

# ข่าวทั่วไปในวศ.



◀ กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานผลิตภัณฑ์แปรรูปมะนาวผง ทุเรียนผง กระดาษ parchment ร่วมแสดงในงานนิทรรศการนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ ณ ศูนย์การค้าเซ็นทรัลเวิลด์



นักวิทยาศาสตร์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยหัวเฉียว นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นักเรียนโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการด้านเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยาและเซรามิก

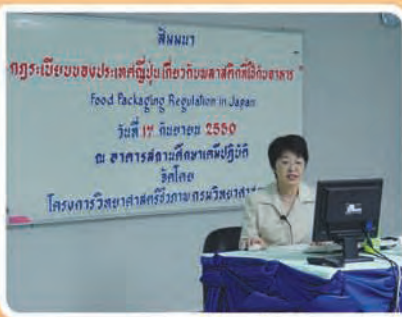


สำนักงานเลขานุการกรม จัดสมมนาประสา วศ. เรื่องร่วมป้องกันทุจริต โดยใช้ชีวิตตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง, หน่วยราชการกับการเปิดเผย ข้อมูลข่าวสาร, คุณธรรม จริยธรรมในการทำงาน และการใช้ชีวิตอย่างพอเพียง, ประชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการจัดการความรู้ และหัวเราะบำบัด เพื่อให้ความรู้แก่ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์ฯ ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# ข่าวทั่วไปในวศ.



กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดการอบรมหลักสูตรต่างๆ อาทิ ความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ, การควบคุมเครื่องมือ, การพัฒนาบุคลากร, ระบบเอกสาร GMP Codex, การควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ทดสอบ, โครงการสร้างและพัฒนา วิทยากร ให้แก่เจ้าหน้าที่จากภาครัฐและเอกชน ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ จัดสัมมนาเรื่องระเบียบของ ประเทศญี่ปุ่น เกี่ยวกับพลาสติกที่ใช้กับอาหาร โดย Dr. Yoko Kawamura จากประเทศญี่ปุ่น ให้แก่เจ้าหน้าที่จากภาครัฐและ เอกชน ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



เจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการทุกระดับร่วมสัมมนา “วศ. พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง” โดย อาจารย์ จุลชัย จุลเจือ เป็นวิทยากร ณ โรงแรมฮอลิเดย์อินน์ รีสอร์ท ริเจนท์บีช ชะอำ จ.เพชรบุรี  
สำนักงานเลขานุการกรม จัดสัมมนา เรื่อง HR/OS Knowledge Seminar เพื่อให้ความรู้ ขั้นตอน เพื่อนำไปปฏิบัติงาน ให้แก่เจ้าหน้าที่จากสำนัก/โครงการภายในกรมฯ ณ โรงแรมเดอะกรีนเนอริ รีสอร์ทแอนด์สปา เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



# การศึกษาปัจจัย

## กระบวนการผลิตที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของ สับประรด

สุภาลี กังพิทยกุล

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของกระบวนการผลิตต่อการละลายของดินุ๊กในน้ำสับประรดกระป๋องโดยใช้ตัวอย่างกระป๋องบรรจุน้ำสับประรดที่ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดินุ๊กที่มีขนาดผลึกดินุ๊กเบอร์ 7 - 9 ปริมาณดินุ๊กอัลลอยด์ 0.9 - 1.1 กรัม/ตารางเมตร และปริมาณโครเมียมออกไซด์ 5 - 6 มิลลิกรัม/ตารางเมตร นำมาขึ้นรูปเป็นกระป๋องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x สูง ประมาณ 86 x 116 มิลลิเมตร โดยศึกษาปัจจัยของกระบวนการผลิตที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนและการละลายของดินุ๊กโดยใช้เทคนิคเคมีไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง (3.5 - 3.8 และ 3.9 - 4.2) ปริมาณไนเตรท (0 - 10 และ 20 - 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และความเป็นสุญญากาศ (102 - 178 และ 203 - 305 มิลลิเมตรปรอท) โดยใช้กระป๋องบรรจุน้ำสับประรด 2 ชนิดคือกระป๋องชนิดมีลอน และไม่มีลอน คิดเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 8 สภาวะ ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน (2, 9, 31, 61, 109, 189, 258, 383 และ 456 วัน) ผลการศึกษาที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมมินิแท็บเพื่อดูว่าผลการศึกษาดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

จากการศึกษาพบว่าปฏิริยาการกัดกร่อนของดินุ๊กในน้ำสับประรดกระป๋องแบ่งออกเป็น 2 ระยะได้แก่ระยะที่ 1 ปฏิริยาการกัดกร่อนจะเพิ่มขึ้นสูงและรวดเร็วเป็นเวลา 2 - 31 วัน ต่อมาในระยะที่ 2 คือ 31 - 456 วันอัตราการกัดกร่อนจะเพิ่มขึ้นช้ามากจนเกือบคงที่ สำหรับปัจจัยจากกระบวนการผลิตพบว่า ความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณไนเตรทในน้ำสับประรดมีผลร่วมกันต่ออัตราการกัดกร่อนและการละลายของดินุ๊กในน้ำสับประรดกระป๋อง โดยที่สภาวะเป็นความกรดสูงและปริมาณไนเตรทสูงทำให้การละลายของดินุ๊กสูงที่สุดประมาณ 235 มิลลิกรัม/

กิโลกรัม เมื่อเก็บน้ำสับประรดเป็นเวลา 15 เดือน (456 วัน) ในขณะที่ระดับความเป็นสุญญากาศมีผลต่อปริมาณดินุ๊กที่ละลายในน้ำสับประรดกระป๋องเช่นเดียวกัน สำหรับการขึ้นรูปกระป๋องที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ไม่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนและปริมาณดินุ๊กที่ละลาย

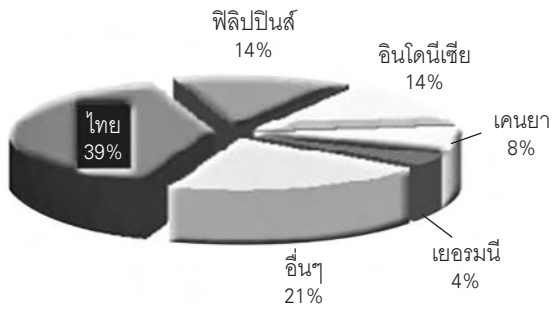
การศึกษาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการผลิตสับประรดกระป๋องในการนำข้อมูลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อคาดคะเนปริมาณดินุ๊กที่ละลายออกมาในสับประรดกระป๋องเพื่อพัฒนาคุณภาพของสับประรดกระป๋องให้มีปริมาณดินุ๊กละลายออกมาในเกณฑ์ที่ไม่เกินกำหนดตามความต้องการของประเทศคู่ค้า

### 1. บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรคิดเป็นมูลค่ารวมประมาณ 15,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 600,000 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 25 ของผลิตภัณฑ์รวมส่งออกของประเทศ ทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรมากเป็นอันดับ 6 ของโลก โดยในปี พ.ศ. 2547 ปริมาณการส่งออกผักและผลไม้สดของประเทศไทยมีมูลค่ารวมประมาณ 1,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 40,000 ล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 6 ของปริมาณการส่งออกรวมผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกผลไม้และผลิตภัณฑ์ปี พ.ศ. 2543 - 2548 พบว่าผลิตภัณฑ์สับประรดกระป๋องมีมูลค่าการส่งออกสูงเป็นอันดับหนึ่งโดยมีมูลค่าการส่งออกถึง 15,000 ล้านบาท

ในปี พ.ศ. 2545 ไทยมีปริมาณการส่งออกสับประรดกระป๋องคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39 ของสับประรดกระป๋องส่งออกของโลก (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงสัดส่วนการส่งออกสับประรดกระป๋องของไทยในตลาดโลกปี พ.ศ. 2545

ถึงแม้ว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกอาหารกระป๋องมูลค่านับหมื่นล้านบาทแต่อาหารกระป๋องของไทยโดยเฉพาะสับประรดกระป๋องยังมีปัญหาในด้านคุณภาพที่เกิดจากการกักต้อนภายในกระป๋องโลหะทำให้คุณภาพของอาหารทางด้านสี กลิ่น และรสชาติเปลี่ยนไปโดยเฉพาะปริมาณดีบุกที่ละลายออกมาในอาหารกระป๋อง ทำให้ผู้ผลิตกระป๋องและผลไม้กระป๋องต้องพัฒนากระบวนการผลิตให้อาหารกระป๋องมีคุณภาพตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า นอกจากนี้ยังมีการแข่งขันของผู้ผลิตในต่างประเทศอีกด้วย ทำให้ผู้ผลิตในไทยต้องรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่พร้อมทั้งพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตและรักษาความสามารถในการแข่งขันไว้ จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนี้และคุณภาพของสับประรดกระป๋องที่มีปัญหาของการกักต้อน ทำให้ปริมาณดีบุกละลายออกมาเกินเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องตั้งแต่บริษัทผลิตแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก บริษัทผลิตกระป๋องบรรจุอาหาร และบริษัทผลิตผลไม้กระป๋องต้องการให้ โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดำเนินการวิจัยเพื่อหาปัจจัยที่มีผลกับการละลายของดีบุกลงสู่อาหารกระป๋องเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาที่ไม่สามารถระบุสาเหตุได้แน่ชัดจึงเป็นผลให้สับประรดกระป๋องมูลค่าสูงถึงร้อยล้านบาทไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายในตลาดโลกได้และในบางครั้งทำให้เกิดการปฏิเสธสินค้าที่ส่งไปเมื่อพบว่าสับประรดกระป๋องเกิดการเสื่อมสภาพ ขณะไปถึงยังประเทศคู่ค้า

ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นกับสับประรดกระป๋อง เป็นปัญหาที่ควรแก้ไขอย่างรวดเร็ว กรมวิทยาศาสตร์บริการพิจารณาแล้วเห็นว่าปัญหาดังกล่าวควรต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของการเสื่อมสภาพดังกล่าว ประกอบกับปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานของรัฐหน่วยงานใดโดยเฉพาะที่ให้บริการทางด้านการศึกษาวิจัยการกักต้อนที่เกิดขึ้นภายในอาหารกระป๋อง เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ต้องใช้เคมีไฟฟ้าและเทคโนโลยีอาหารมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ดังนั้นโครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพจึงได้ดำเนินการศึกษาปัจจัยการเสื่อมสภาพของสับประรดกระป๋อง ซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ประกอบการได้ทันเวลา เพื่อลดการสูญเสียโอกาส เงินตราและเวลาของผู้ประกอบการ ทั้งยังเป็นการสนับสนุนอุตสาหกรรมด้านผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องให้มีศักยภาพในการส่งออกทัดเทียมนานาประเทศ โดยจะศึกษาถึงการเสื่อมสภาพของสับประรดกระป๋อง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าเศรษฐกิจของประเทศไทย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการกักต้อนในสับประรดกระป๋องโดยวิธีเคมีไฟฟ้าเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตสับประรดกระป๋องให้มีปริมาณดีบุกละลายออกมาไม่เกินเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex)

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

พัฒนากระบวนการผลิตสับประรดกระป๋องโดยใช้น้ำสับประรดกระป๋องบรรจุในกระป๋องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 86 มิลลิเมตร สูง 116 มิลลิเมตรแบบมีลอนและไม่มีลอน โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณไนเตรท ปริมาณออกซิเจน การขึ้นรูปกระป๋อง เพื่อศึกษาผลของปัจจัยดังกล่าวที่มีต่ออัตราการกักต้อน และปริมาณดีบุกที่ละลายออกมาในน้ำสับประรดกระป๋อง

## 2. วิธีการทดลอง

ในการศึกษาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของน้ำสับประรดกระป๋อง ใช้ตัวอย่างที่เป็นน้ำสับประรดกระป๋องที่ผลิตในครั้งเดียวกัน ทั้งหมด 8 สภาวะ (ตารางที่ 1) ระยะเวลาการเก็บ 2, 9, 31, 61, 109, 189, 258, 383 และ 456 วัน ตามลำดับ

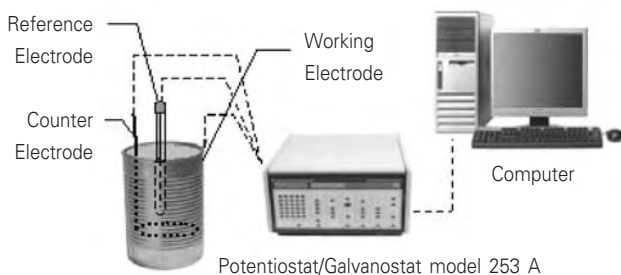
ตารางที่ 1 แสดงสมบัติต่างๆของน้ำส้มประดกระป๋องและชนิดของกระป๋อง

| ตัวอย่าง<br>หมายเลข | ชื่อตัวอย่าง | ไนเตรท<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) | ความเป็นกรด - ต่าง<br>(pH) | ความเป็น<br>สุญญากาศ<br>(มิลลิเมตร ปรอท) | การขึ้นรูป<br>กระป๋อง |
|---------------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|--|-----------------------|
| 1                   | A            | 0 - 10                         | 3.5 - 3.8                  | 203 - 305                                | มีลอน                 |
| 2                   | B            | 0 - 10                         | 3.9 - 4.2                  | 203 - 305                                | มีลอน                 |
| 3                   | C            | 20 - 25                        | 3.5 - 3.8                  | 203 - 305                                | มีลอน                 |
| 4                   | D            | 20 - 25                        | 3.9 - 4.2                  | 203 - 305                                | มีลอน                 |
| 5                   | E            | 20 - 25                        | 3.5 - 3.8                  | 102 - 178                                | มีลอน                 |
| 6                   | B - nb       | 0 - 10                         | 3.9 - 4.2                  | 203 - 305                                | ไม่มีลอน              |
| 7                   | C - nb       | 20 - 25                        | 3.5 - 3.8                  | 203 - 305                                | ไม่มีลอน              |
| 8                   | D - nb       | 20 - 25                        | 3.9 - 4.2                  | 203 - 305                                | ไม่มีลอน              |

นำตัวอย่างส้มประดกระป๋องมาศึกษาผลของปริมาณไนเตรท ความเป็นกรด - ต่าง ปริมาณสุญญากาศ ประเภทของกระป๋องที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อน ปริมาณดีบุกที่ละลายในน้ำส้มประด และน้ำหนักดีบุกที่เคลือบกระป๋องบรรจุน้ำส้มประดที่ระยะเวลาการเก็บ 2, 9, 31, 61, 109, 189, 258, 383 และ 456 วัน โดยมีวิธีการทดสอบดังนี้

2.1 การทดสอบอัตราการกัดกร่อนของน้ำส้มประดกระป๋องด้วยเครื่อง Potentiostat/Galvanostat

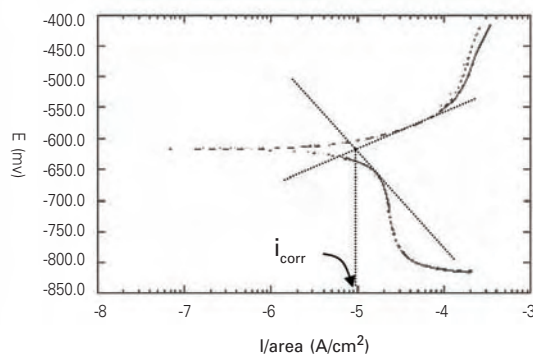
ดำเนินการทดสอบการกัดกร่อนของกระป๋อง โดยแสดงผลเป็นอัตราการกัดกร่อนด้วยโปรแกรม Tafel extrapolation ตามวิธีของ Popova [6] จัดเซลล์การกัดกร่อนในภาพที่ 2 และตั้งค่าตัวแปรต่างๆของโปรแกรมทดสอบตามวิธีที่กำหนดได้แก่ density (ความหนาแน่นของดีบุก) equivalent weight (น้ำหนักกรัมสมมูลของดีบุก) scan rate (อัตราการป้อนศักย์ไฟฟ้า) surface area (พื้นที่ตัวอย่าง) และ Reference electrode (ขั้วอ้างอิง)



ภาพที่ 2 การจัดเซลล์การกัดกร่อนโดยใช้กระป๋องเป็นขั้วทำงาน



ภาพที่ 3 แสดงการทดสอบการหาอัตราการกัดกร่อนของน้ำส้มประดกระป๋องในห้องปฏิบัติการโดยเครื่อง Potentiostat / Galvanostat



ภาพที่ 4 กราฟโพลาร์ไรเซนซ์ที่ได้จากการทดสอบอัตราการกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุน้ำส้มประดด้วยเทคนิค Tafel extrapolation

การหาอัตราการกัดกร่อนทำได้โดยการลากเส้นสัมผัสกราฟโพลาร์ไรเซนซ์บริเวณที่เส้นโค้งมีลักษณะเป็นเส้นตรงจุดตัดของเส้นสัมผัสจะได้ค่า  $i_{corr}$  หรือกระแสกัดกร่อนต่อพื้นที่ผิว และนำมาคำนวณเป็นอัตราการกัดกร่อนมีหน่วยเป็น มิลต่อปี (mpy)

2.2 การหาปริมาณดีบุกที่ละลายในน้ำสับประรด  
ทดสอบปริมาณดีบุกที่ละลายลงในน้ำสับประรดกระป๋องตามวิธี AOAC (1984) [7] โดยนำสารละลายที่ได้มาทดสอบหาปริมาณดีบุกด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer โดยค่าที่ได้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.3 การหาน้ำหนักดีบุกที่เคลือบกระป๋อง  
ทดสอบน้ำหนักดีบุกที่เคลือบกระป๋องที่ใช้บรรจุน้ำสับประรดตามมาตรฐาน ASTM (2006), A 630 - 03, Method B No.15 [2] ด้วยเครื่อง Computerized tinplate/chromium coating thickness analyzer รายงานค่าน้ำหนักดีบุกที่เคลือบเป็นกรัมต่อตารางเมตร

**3. สรุปผลและวิจารณ์**

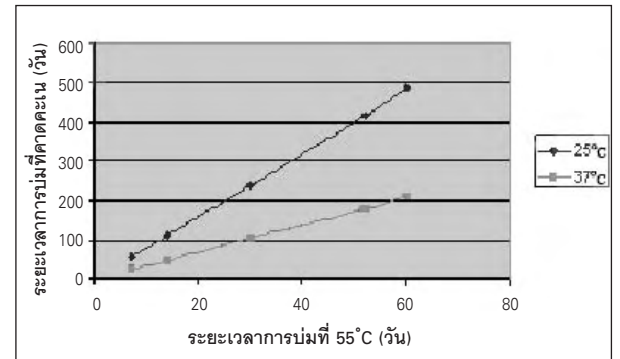
การศึกษาการละลายของดีบุกในน้ำสับประรดกระป๋องที่ทำทั่วไปในโรงงานจะใช้การศึกษาทดลองแบบ Test pack evaluation โดยนำสับประรดกระป๋องมาป่ม (incubate) ที่ 25 37 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีสูตรการคำนวณแสดงในสมการที่ 1 ซึ่งจากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงตามภาพที่ 5 (แกน X - ระยะเวลาการป่มที่อุณหภูมิที่ 55 °C และแกน Y - ระยะเวลาป่มที่อุณหภูมิ 25 และ 37 °C) แต่ในทางปฏิบัติจริงอัตราการกัดกร่อนของอาหารที่เป็นกรดจะประกอบด้วย 3 ระยะ ตามภาพที่ 6 ได้แก่ ระยะที่ 1 ปริมาณน้ำมันและดีบุกออกไซด์จะหลุดลอกไปจากผิวของกระป๋อง ดังนั้นการละลายของดีบุกหรืออัตราการกัดกร่อนจะสูง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะใช้เวลาประมาณ 4 - 15 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาวะการผลิต [5] ในระยะที่ 2 จะใช้เวลานานและช้า ซึ่งอัตราการกัดกร่อนเกือบจะคงที่ การละลายของดีบุกทำให้รูและรอยขีดข่วนขยายขนาดขึ้น ทำให้ชั้นของเหล็กและอัลลอยด์สัมผัสกับอาหารมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันจะทำให้เกิดบริเวณที่เป็นเซลล์กัลวานิกขึ้นคือเหล็กสัมผัสกับอาหารผ่านรูพรุนต่างๆ เกิดปฏิกิริยาการรับอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนจากอาหารบรรจุในกระป๋อง กลายเป็นก๊าซไฮโดรเจน เมื่อปฏิกิริยากัดกร่อนดำเนินไปเรื่อยๆ อัตราส่วนของดีบุกกับพื้นที่ผิวของเหล็กจะลดลง ทำให้เกิดการโพลาไรเซชัน ซึ่งชั้นของอัลลอยด์ที่สมบูรณ์คือมีความเป็นเนื้อเดียวกันและสม่ำเสมอจะมีผลในการป้องกันเหล็กที่สัมผัสอาหารได้ดี ทำให้อัตราการ

กัดกร่อนช้าลงจนเกือบคงที่  
ในระยะที่ 3 ปฏิกิริยาการกัดกร่อนเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากชั้นของเหล็กสัมผัสกับอาหารมากขึ้น เกิดก๊าซไฮโดรเจนและสะสมจนเป็นผลทำให้สุญญากาศลดลง และทำให้กระป๋องบวมและเน่าเสียในที่สุด ซึ่งโดยปกติกว่าจะถึงระยะที่ 3 จะใช้เวลานานมากประมาณเท่ากับอายุการเก็บของอาหารกระป๋อง

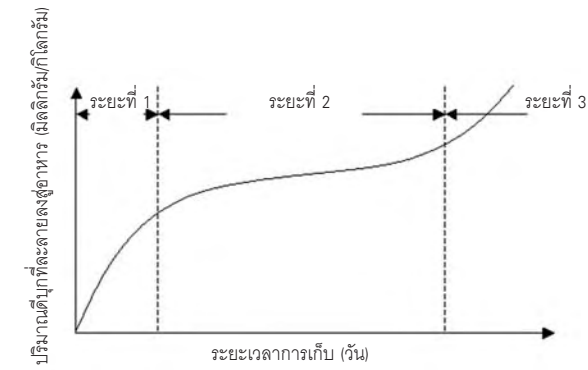
**สมการที่ 1** การประเมินอายุการเก็บ (Shelf life Evaluation)

$$\frac{y_1^{-30}}{2^{10}} = \frac{y_2^{-30}}{2^{10}} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

- เมื่อ  $y_1$  = อุณหภูมิที่ป่ม (55 °C)
- $y_2$  = อุณหภูมิที่ต้องการคาดคะเนระยะเวลาที่ป่ม (ปกติโดยทั่วไปจะใช้ที่ 25 °C และ 37 °C)
- $n_1$  = ระยะเวลาในการป่ม ที่อุณหภูมิ 55 °C (วัน)
- $n_2$  = ระยะเวลาในการป่มที่อุณหภูมิที่ 25 °C และ 37 °C (วัน)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาการป่มอาหารกระป๋องที่อุณหภูมิ 55 °C กับระยะเวลาที่คาดคะเนเมื่อป่มที่อุณหภูมิ 25 °C และ 37 °C



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเก็บกับการละลายของดีบุกจากกระป๋องลงสู่อาหาร

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในระยะที่ 1 ของการกัดกร่อนของอาหารกระป๋องที่เป็นกรดเป็นเวลา 31 วัน โดยใช้น้ำสับปะรดกระป๋องที่ผลิตจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกที่มีขนาดผลึกเบอร์ 7 - 9 ปริมาณอัลลอยด์ 0.9 - 1.1 กรัม/ตารางเมตร และปริมาณโครเมียมออกไซด์ 5 - 6 มิลลิกรัม/ตารางเมตร เพื่อศึกษาปัจจัยจากกระบวนการผลิตที่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อนและการละลายของดีบุก โดยปัจจัยการผลิตที่ศึกษาได้แก่ การขึ้นรูปกระป๋อง (มีลอน/ไม่มีลอน) ความเป็นกรด - ด่าง (pH 3.5 - 3.8 และ 3.9 - 4.2) ปริมาณไนเตรท (0 - 10 และ 20 - 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และความเป็นสุญญากาศ (102 - 178 และ 203 - 305 มิลลิเมตรปรอท) ที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน (2, 9, 31, 61, 109, 189, 258, 383 และ 456 วัน) ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยวิธีทางสถิติ (ภาคผนวก 1) สามารถนำมาพิจารณาร่วมกันได้ดังนี้

ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณไนเตรทของน้ำสับปะรดกระป๋องมีผลร่วมกันต่ออัตราการกัดกร่อนและปริมาณดีบุกที่ละลาย (ภาคผนวก 1 ภาพที่ 7 และ 8) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำและปริมาณไนเตรทสูงมีผลทำให้อัตราการกัดกร่อนและปริมาณดีบุกที่ละลายเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากทั้งไนเตรทและปริมาณไฮโดรเจนไอออนมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาการกัดกร่อน [1, 3, 5]

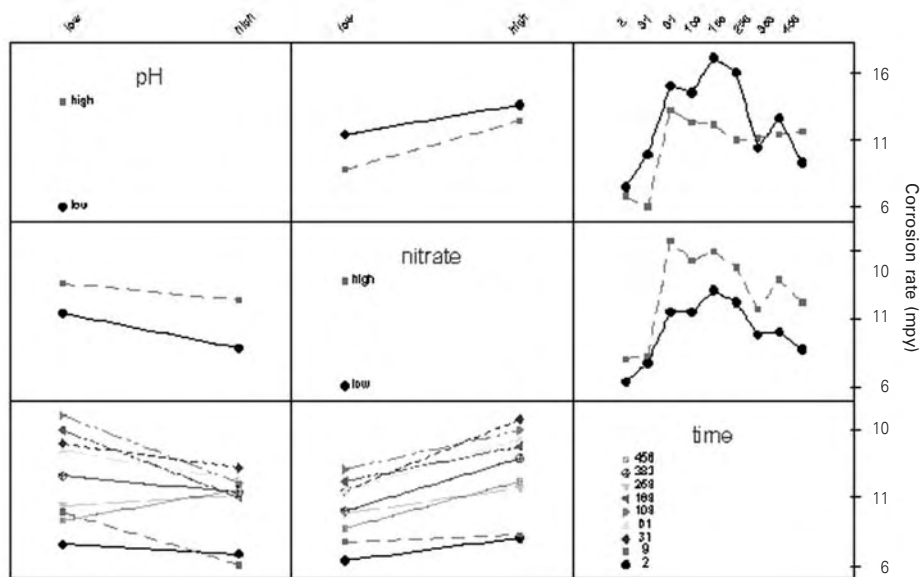
สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นสุญญากาศและการขึ้นรูปกระป๋องไม่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อน แต่มีผลต่อปริมาณดีบุกที่ละลาย (ภาคผนวก 1 ภาพที่ 9 และ 10) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขณะที่ทำการวัดอัตราการ

กัดกร่อนต้องเปิดฝากระป๋องออก ทำให้สภาวะความเป็นสุญญากาศหมดไป ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นสุญญากาศจึงไม่มีผลต่ออัตราการกัดกร่อน และการขึ้นรูปกระป๋องมีผลต่อการกัดกร่อนเนื่องมาจากความเค้น (stress corrosion cracking) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการกัดกร่อนแบบทั่วผิวหน้า (uniform corrosion) ทำให้การขึ้นรูปกระป๋องไม่มีผลต่อค่าอัตราการกัดกร่อนที่วัดได้ [4]

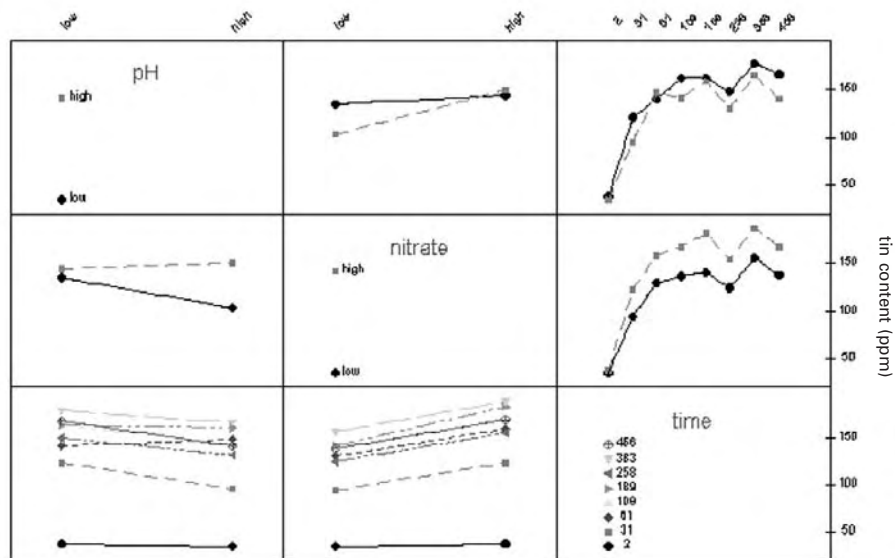
นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ เช่น ชนิดของกรดอินทรีย์ ปริมาณออกซิเจน และปริมาณคลอไรด์ในน้ำสับปะรด เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนมีผลต่อการละลายของดีบุกที่เคลือบด้านในกระป๋องบรรจุอาหาร แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้ทำการควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านี้ [1, 5]

จากการศึกษาพฤติกรรมการกัดกร่อนในงานวิจัยนี้ จะได้รูปแบบการละลายของดีบุกในสับปะรดกระป๋องแก่ผู้ผลิต โดยผู้ผลิตควรควบคุมอัตราการกัดกร่อนในระยะแรกให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเพราะหลังจากนั้นการกัดกร่อนจะเริ่มคงที่ ปริมาณดีบุกในระยะแรกจะเป็นปริมาณดีบุกที่ผู้ผลิตสามารถคาดคะเนอายุการเก็บที่ลูกค้าต้องการได้ ซึ่งในปัจจุบันโรงงานผู้ผลิตทั่วไปใช้การประเมินอายุการเก็บโดยการเร่งอุณหภูมิที่เก็บ ซึ่งไม่ได้สะท้อนการละลายของดีบุกที่แท้จริง ดังนั้นผลจากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ผู้ผลิตสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการประเมินอายุการเก็บที่แท้จริงของสับปะรดกระป๋องที่ผลิตได้

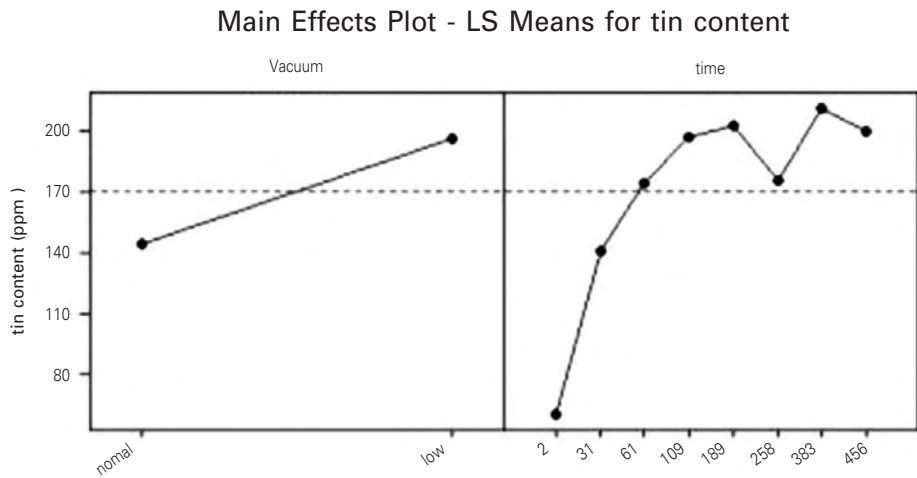
# ภาคผนวก 1



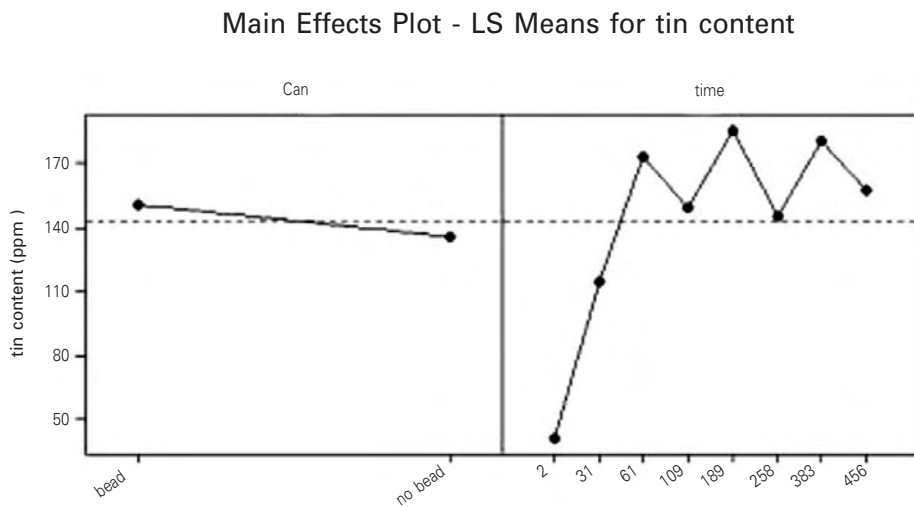
ภาพที่ 7 กราฟ interaction plot ของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด - ต่างกับปริมาณไนเตรท ต่ออัตราการกัดกร่อน ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน



ภาพที่ 8 กราฟ interaction plot ของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด - ต่างกับปริมาณไนเตรท ต่อปริมาณดีบุกที่ละลาย ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน



ภาพที่ 9 กราฟ main effects แสดงผลของระดับความเป็นสุญญากาศต่อปริมาณดีบุกที่ละลายที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน



ภาพที่ 10 กราฟ main effects แสดงผลการขึ้นรูปกระป๋องต่อปริมาณดีบุกที่ละลาย ที่สภาวะบรรจุ D ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน

# เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard Test Methods for determination of tin coating weights for electrolytic tin plate, A 630-03. In **Annual book of ASTM stand: coated steel products**. vol. 01.06. West Conshohocken: ASTM, 2006. p.194-195.
- Chakravorty, S.C. and Ghosh, B. Role of nitrate in the corrosion of tinplates processed food cans - A review, **Indian Food Packer**, 1981, vol.35, no.2, p.70-75.
- Charbonneau, James E. Recent case histories of food product - metal container interactions using scanning electron microscopy - X - Ray microanalysis. **Scanning**, 1997,vol. 19. p. 512-518.
- Mannheim, C., and Passy, N. Internal corrosion and shelf - life of food cans and methods of evaluation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 1982, vol.17, p.371-407.
- Popova, S. N., et al. Determination of corrosion properties of lacquered tinplate in citrate solutions by DC and AC electrochemical methods, **Corrosion**, December, 1990, vol.46, no.12, p.1007 - 1014.
- Williams, Sidney, ed. Tin in canned foods atomic absorption spectrophotometric method. 25.161-25.163. In **Official methods of analysis of the AOAC**. 14<sup>th</sup> ed. Arlington, Virginia: AOAC, 1984. p.474.
- พรรัตน์ สิ้นชัยพานิช. การกัดกร่อนของกระป๋องบรรจุอาหาร. **อาหาร**, กรกฎาคม - กันยายน, 2541, ปีที่ 28, ฉบับที่ 3, หน้า 168-177.



### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการทำกระเบื้องจากเศษแก้ว โดยนำเศษแก้วใส สีเขียว และสีชามาทำการบดและคัดขนาด ขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องในแบบพิมพ์ดินเผาเผาที่อุณหภูมิ 750 - 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟ 30 - 90 นาที ศึกษาสมบัติการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า

### 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีเศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณเศษแก้วเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณความต้องการแก้วบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น อันเป็นผลจากการขยายตัวของสินค้าประเภทเครื่องดื่มชูกำลังและน้ำอัดลม ทำให้โรงงานผลิตแก้วบรรจุภัณฑ์เพิ่มกำลังการผลิต เพื่อให้เพียงพอับความต้องการของผู้บริโภค ขวดแก้วเหล่านี้เมื่อผ่านการใช้งานแล้วส่วนหนึ่งจะมีการนำกลับมาหลอมทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่บางส่วนเป็นเศษแก้วที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ ส่วนเศษกระจกก็มีปริมาณมากขึ้นตามภาวะการเจริญเติบโตของอสังหาริมทรัพย์ ทำให้ปริมาณการใช้กระจกเป็นวัสดุก่อสร้างมีมาก เป็นผลให้มีเศษกระจกเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก การนำเศษแก้วกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก้วและกระจกจะช่วยประหยัดพลังงานในการหลอมแก้วได้ โดยทั่วไปโรงงานแก้วและกระจกจะใช้เศษแก้วจากกระบวนการผลิตของแต่ละโรงงานเอง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในกระบวนการผลิตนับตั้งแต่ขั้นตอนการหลอม การขึ้นรูปและสมบัติของแก้วที่ได้ เนื่องจากสูตรการผลิตแก้วของแต่ละโรงงานจะไม่เหมือนกัน เช่น แก้วบรรจุภัณฑ์ภาชนะแก้วบนโต๊ะอาหาร กระจกแผ่น กระจกรถยนต์

เป็นต้น ถึงแม้แก้วแต่ละประเภทจะเป็นแก้วโซดาไลม์ ซึ่งมีซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ), โซเดียมออกไซด์ ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) และแคลเซียมออกไซด์ ( $\text{CaO}$ ) เป็นส่วนประกอบหลักก็ตาม นอกจากนั้นแล้วเศษแก้วจากภายนอกอาจมีสิ่งปนเปื้อน เช่น โลหะ เสรรามิก พลาสติก ฯลฯ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตแก้วได้

ในต่างประเทศมีการนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์หลายด้าน อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) ใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) และฉนวนกันความร้อน เป็นต้น การใช้เศษแก้วสำหรับทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ทราฮินินปูน ดินขาว ฯลฯ ซึ่งนับวันมีแต่จะใช้หมดไป และยังเป็น การช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีปริมาณของทิ้งกองอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้

แก้วโซดาไลม์เป็นแก้วที่มีจุดอ่อนตัวอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 700 - 800 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้ แก้วจะมีความเหนียวลดลงและไหลตัวได้ ดังนั้นหากนำเศษแก้วมาบดให้ละเอียด นำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วให้ความร้อน ประมาณ 700 - 900 °C จะทำให้อุณหภูมิของแก้วเกิดการเชื่อมตัวและเชื่อมต่อกัน (sintering) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่น การดูดซึมน้ำต่ำ ความแข็งแรงสูง เปรียบเทียบกับการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีความแข็งแรงเช่นนี้จะต้องใช้พลังงานความร้อนมากเป็น 2 เท่าของการเผาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เพราะการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีเนื้อแกร่งจะต้องเผาที่อุณหภูมิ 1200 °C ขึ้นไป

ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลและงานวิจัยการนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมเป็นแก้วใหม่ โครงการวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กระเบื้องจากเศษแก้ว เพื่อใช้สำหรับประดับตกแต่งทั้งภายนอกและภายในอาคารบ้านเรือน ซึ่งจะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวงการก่อสร้างของประเทศไทย

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 ขอบเขตการทดลอง

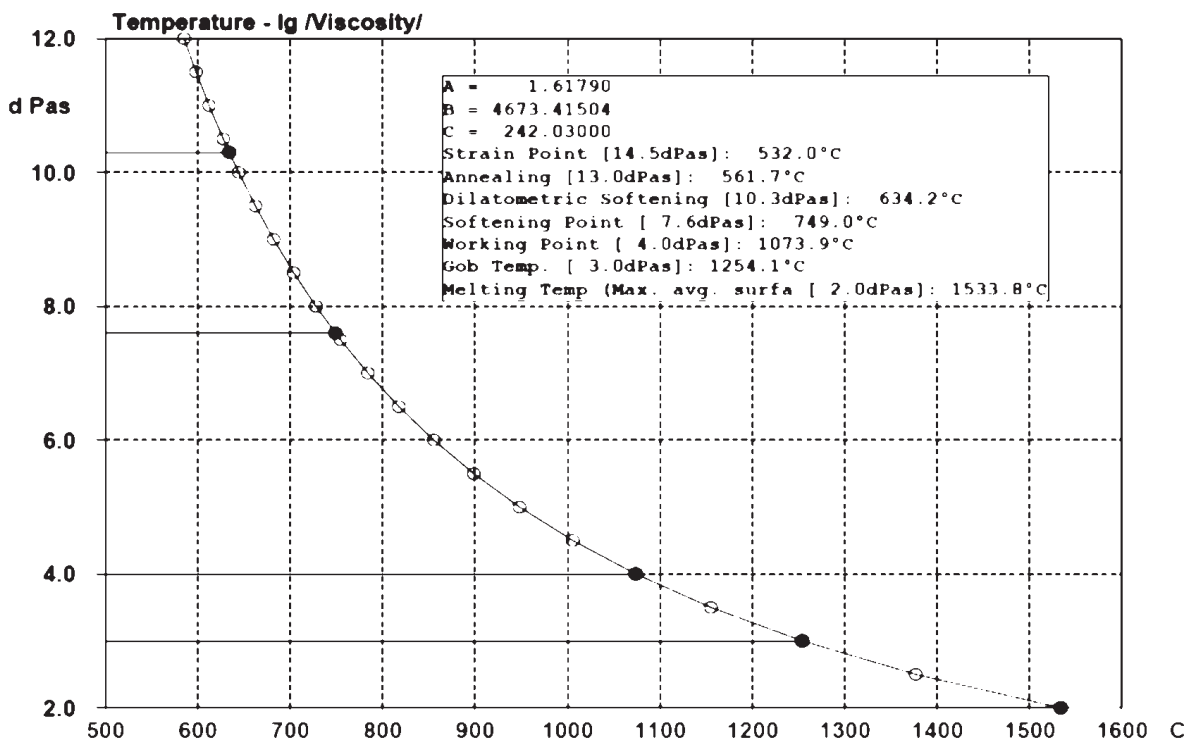
การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของขนาดเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา อุณหภูมิการเผา และเวลาที่ใช้ยื่นไฟ ต่อสมบัติการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า

### 2.2 วัตถุประสงค์ ใช้เศษแก้วใส สีเขียว และสีชา

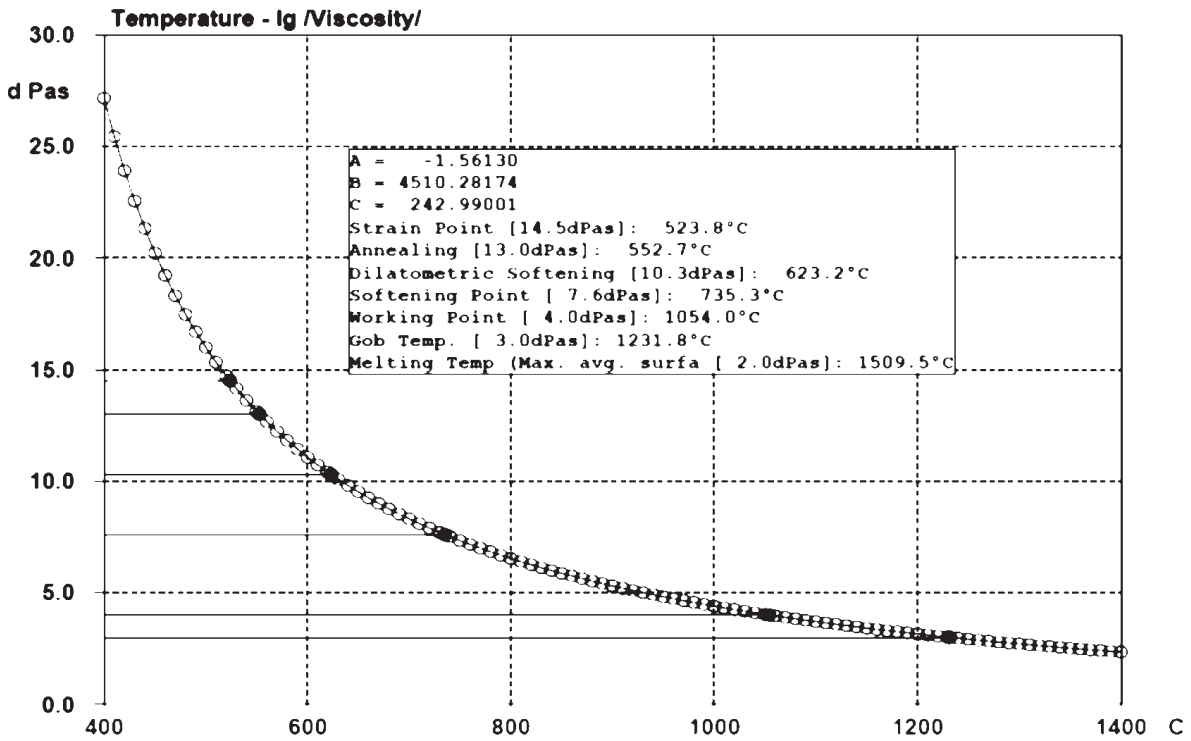
จากบริษัทแก้วกรุงไทยจำกัด องค์ประกอบเคมีของแก้วทั้ง 3 ชนิดแสดงในตารางที่ 1 และสมบัติความหนืดแสดงในภาพที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบเคมีของเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา

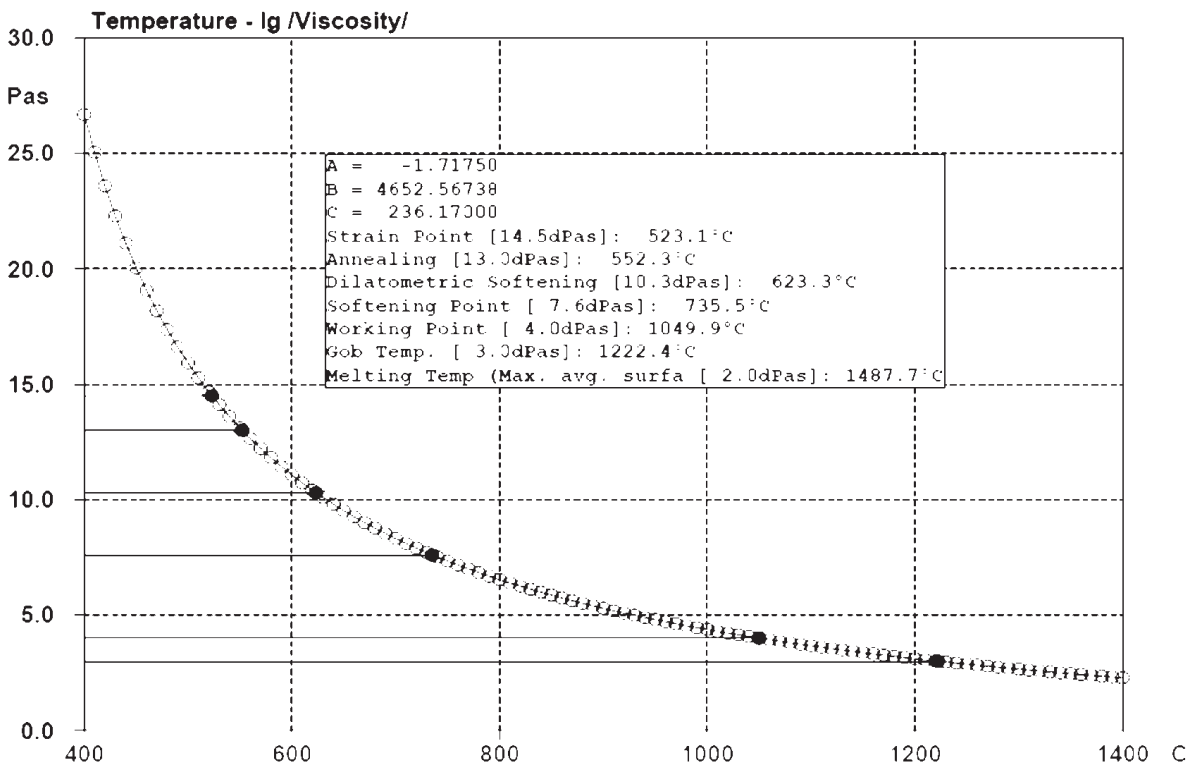
| วัตถุดิบ       | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|----------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-------------------|------------------|--------------------------------|
| เศษแก้วใส      | 71.7             | 1.8                            | 0.1                            | 11.2 | 1.4 | 13.5              | 0.2              | -                              |
| เศษแก้วสีเขียว | 70.5             | 1.9                            | 0.3                            | 11.3 | 1.0 | 14.4              | 0.2              | 0.3                            |
| เศษแก้วสีชา    | 70.6             | 2.1                            | 0.3                            | 11.5 | 1.9 | 13.4              | 0.1              | -                              |



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วใส



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วสีเขียว



ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่าความหนืด - อุณหภูมิของแก้วสีชา

### 2.3 การเตรียมเศษแก้ว

- ล้างเศษแก้วให้สะอาด โดยแช่น้ำทิ้งไว้ และทำการคัดเลือกสิ่งต่างๆที่ปะปนมาออกให้หมด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง นำไปทำให้แห้ง และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดจอร์ครัชเชอร์ (jaw crusher) จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 12 35 และ 80 เมช ตามลำดับ นำเศษแก้วที่มีขนาดหยาบ คือผ่านตะแกรง 12 เมช ค้าง 35 เมช ( - 12+35) ขนาดกลางคือผ่านตะแกรง 35 เมช ค้าง 80 เมช ( - 35+80) และขนาดละเอียด คือผ่านตะแกรง 80 เมช ( - 80) เก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อใช้ในการเตรียมขึ้นตัวอย่าง

### 2.4 การเตรียมขึ้นตัวอย่าง

- นำเศษแก้วขนาดหยาบ(-12+35) ขนาดกลาง(-35+80) และขนาดละเอียด(-80) ใส่ลงในแบบพิมพ์ดินเผาที่มีหลุมขนาด 5×5 ซม. จำนวน 6 ช่อง (ภาพที่ 4) ใส่ให้เต็มทุกหลุม และเกลี่ยให้ผิวหน้าเรียบ

- นำแบบพิมพ์ดินเผาที่ใส่เศษแก้วแล้ว ไปเผาในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยืนไฟที่อุณหภูมิสูงสุด 30 60 และ 90 นาที

### 2.5 การทดสอบ

นำชิ้นตัวอย่างที่เผาแล้วมาทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ การหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง (modulus of rupture) และลักษณะผิวหน้า

## 3. ผลการทดลอง

ผลทดสอบการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น ความแข็งแรง และลักษณะผิวหน้า ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชาแสดงในตารางที่ 2 - 4 และ ภาพที่ 5 - 19 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 แบบพิมพ์ดินเผาที่ใช้เตรียมขึ้นตัวอย่าง

**ตารางที่ 2 แสดงสมบัติและลักษณะผิวหน้าที่ได้ของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใยขนาด -12+35 -35+80 และ -80 เมช เมทริกซ์เรซินอีพ็อกซี 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ยีนไฟ 30 60 และ 90 นาที**

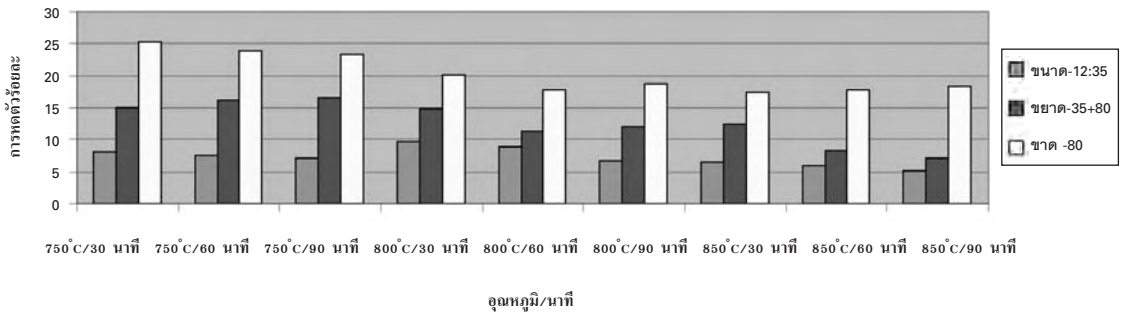
| ขนาด<br>เศษแก้ว | สมบัติ<br>ที่ทดสอบ               | 750 °C                    |                           |                           | 800 °C              |                 |                 | 850 °C       |                 |              |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
|                 |                                  | 30 นาที                   | 60 นาที                   | 90 นาที                   | 30 นาที             | 60 นาที         | 90 นาที         | 30 นาที      | 60 นาที         | 90 นาที      |
| - 12+35         | การหดตัว (ร้อยละ)                | 8.08                      | 7.41                      | 7.05                      | 9.67                | 8.92            | 6.74            | 6.44         | 5.93            | 5.09         |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 8.00                      | 4.74                      | 3.00                      | 0.56                | 0.76            | 0.42            | 0.33         | 0.24            | 0.27         |
|                 | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.09                      | 2.24                      | 2.34                      | 2.49                | 2.52            | 2.47            | 2.47         | 2.48            | 2.46         |
|                 | ความแข็งแรง (MPa)                | 5.36                      | 7.25                      | 7.78                      | 9.05                | 9.58            | 11.40           | 12.76        | 17.85           | 22.28        |
|                 | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว | ผิวขรุขระ           | ผิวขรุขระ       | ผิวขรุขระ       | ผิวขรุขระ    | ผิวเรียบ        | ผิวเรียบ     |
| - 35+80         | การหดตัว (ร้อยละ)                | 14.94                     | 16.28                     | 16.56                     | 14.74               | 11.25           | 12.03           | 12.42        | 8.37            | 7.07         |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 6.76                      | 2.50                      | 1.39                      | 0.20                | 0.19            | 0.16            | 0.17         | 0.13            | 0.16         |
|                 | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.14                      | 2.37                      | 2.42                      | 2.46                | 2.48            | 2.46            | 2.42         | 2.43            | 2.42         |
|                 | ความแข็งแรง (MPa)                | 6.45                      | 11.63                     | 11.71                     | 14.63               | 14.90           | 21.98           | 22.25        | 31.11           | 34.51        |
|                 | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดทราย | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดทราย | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดทราย | ผิวหยาบ             | ผิวหยาบ         | ผิวหยาบ         | ผิวหยาบ      | ผิวเรียบ        | ผิวเรียบ     |
| - 80            | การหดตัว (ร้อยละ)                | 25.35                     | 23.85                     | 23.22                     | 20.12               | 17.73           | 18.68           | 17.28        | 14.82           | 18.26        |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 0.13                      | 0.14                      | 0.15                      | 0.09                | 0.1             | 0.1             | 0.1          | 0.12            | 0.16         |
|                 | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.44                      | 2.44                      | 2.44                      | 2.44                | 2.44            | 2.43            | 2.4          | 2.38            | 2.38         |
|                 | ความแข็งแรง (MPa)                | -                         | -                         | -                         | -                   | -               | -               | -            | -               | -            |
|                 | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว       | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว       | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว       | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว | ผิวเรียบ ยุบตัว | ผิวเรียบ ยุบตัว | ผิวเรียบ บวม | ผิวเรียบ ยุบตัว | ผิวเรียบ บวม |



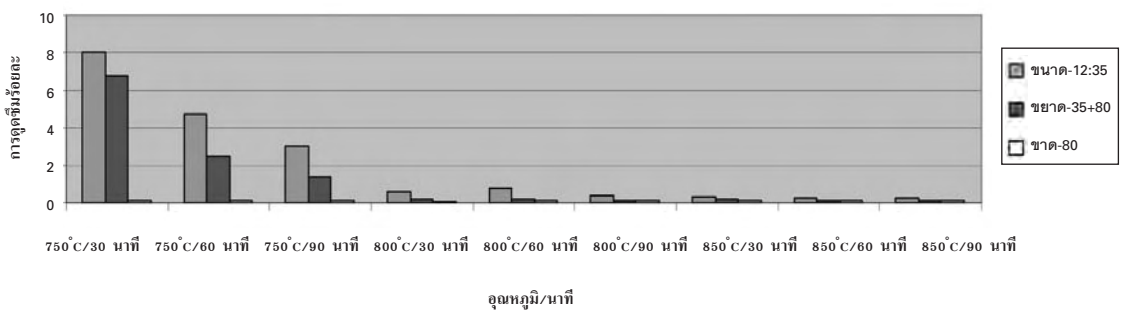
**ตารางที่ 4** แสดงสมบัติและลักษณะผิวหน้าที่ได้ของตัวอย่งที่เตรียมจากเศษแก้วสีขาวขนาด - 12+35, - 35+80 และ - 80 เมช เผาที่อุณหภูมิ 750 800 และ 850 องศาเซลเซียส ขึ้นไฟ 30 60 และ 90 นาที

| ขนาด<br>เศษแก้ว | สมบัติ<br>ที่ทดสอบ               | 750 °C                     |                            |                            | 800 °C              |                 |                 | 850 °C       |              |              |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|                 |                                  | 30 นาที                    | 60 นาที                    | 90 นาที                    | 30 นาที             | 60 นาที         | 90 นาที         | 30 นาที      | 60 นาที      | 90 นาที      |
| - 12+35         | การหดตัว (ร้อยละ)                | 9.07                       | 10.35                      | 10.30                      | 8.95                | 8.10            | 5.70            | 5.09         | 5.39         | 4.99         |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 4.94                       | 2.76                       | 0.94                       | 0.21                | 0.18            | 0.10            | 0.15         | 0.19         | 0.15         |
|                 | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.24                       | 2.35                       | 2.46                       | 2.48                | 2.49            | 2.49            | 2.49         | 2.48         | 2.47         |
|                 | ความแข็งแรง (MPa)                | 6.69                       | 11.06                      | 11.47                      | 8.64                | 11.60           | 13.49           | 15.86        | 19.96        | 26.20        |
| - 35+80         | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว  | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว  | ผิวขรุขระ<br>เป็นเม็ดแก้ว  | ผิวหยาบ             | ผิวหยาบ         | ผิวหยาบ         | ผิวเรียบ     | ผิวเรียบ     | ผิวเรียบ     |
|                 | การหดตัว (ร้อยละ)                | 15.49                      | 16.79                      | 16.78                      | 13.84               | 11.12           | 9.49            | 4.87         | 5.35         | 3.83         |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 4.30                       | 0.25                       | 0.11                       | 0.12                | 0.14            | 0.12            | 0.11         | 0.13         | 0.15         |
|                 | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.26                       | 2.46                       | 2.50                       | 2.52                | 2.43            | 2.46            | 2.46         | 2.45         | 2.43         |
| - 80            | ความแข็งแรง (MPa)                | 10.05                      | 15.28                      | 17.77                      | 18.09               | 17.89           | 18.40           | 22.96        | 26.08        | 26.59        |
|                 | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวขรุขระ<br>เป็นเนื้อทราย | ผิวขรุขระ<br>เป็นเนื้อทราย | ผิวขรุขระ<br>เป็นเนื้อทราย | ผิวเรียบ มัน        | ผิวเรียบ        | ผิวเรียบ        | ผิวเรียบ     | ผิวเรียบ     | ผิวเรียบ     |
|                 | การหดตัว (ร้อยละ)                | 25.53                      | 22.99                      | 22.28                      | 18.81               | 18.39           | 18.77           | 17.24        | 13.85        | 15.21        |
|                 | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)            | 0.12                       | 0.13                       | 0.12                       | 0.07                | 0.13            | 0.07            | 0.07         | 0.21         | 0.26         |
| - 80            | ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.45                       | 2.46                       | 2.45                       | 2.45                | 2.43            | 2.40            | 2.39         | 2.37         | 2.33         |
|                 | ความแข็งแรง (MPa)                | -                          | -                          | -                          | -                   | -               | -               | -            | -            | -            |
|                 | ลักษณะผิวหน้า                    | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว        | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว        | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว        | ผิวเรียบ มัน ยุบตัว | ผิวเรียบ ยุบตัว | ผิวเรียบ ยุบตัว | ผิวเรียบ บวม | ผิวเรียบ บวม | ผิวเรียบ บวม |

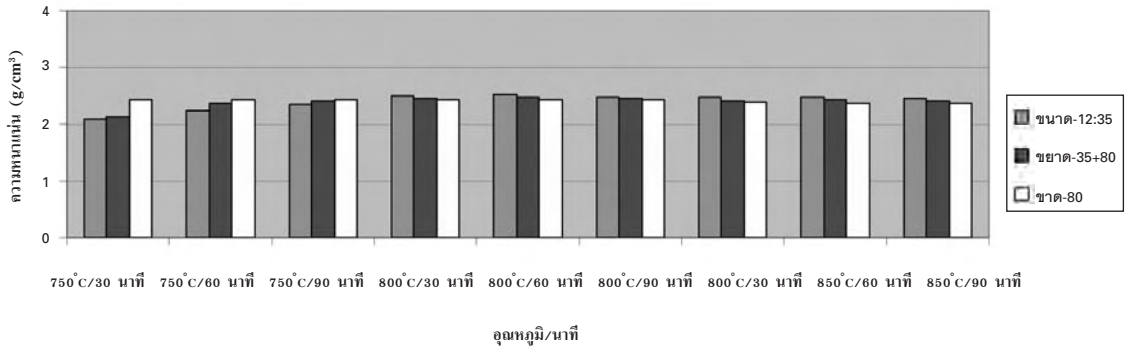
ภาพที่ 5 แสดงค่าการหดตัวของรีนตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



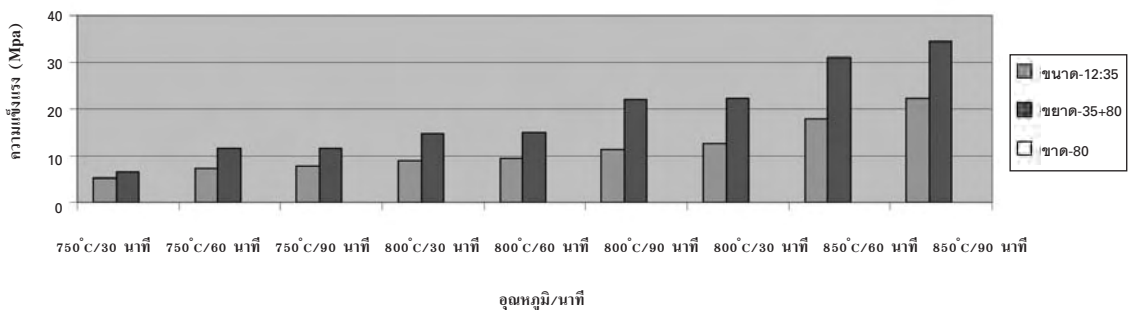
ภาพที่ 6 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของรีนตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



ภาพที่ 7 แสดงค่าความหนาแน่นของรีนตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที

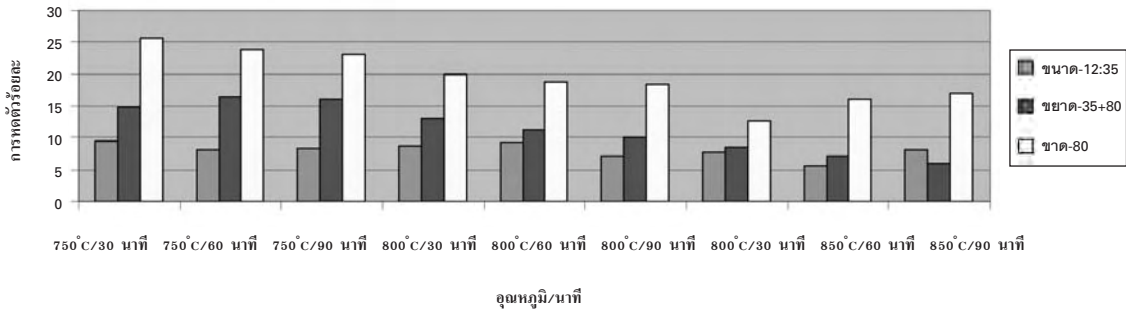


ภาพที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของรีนตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที

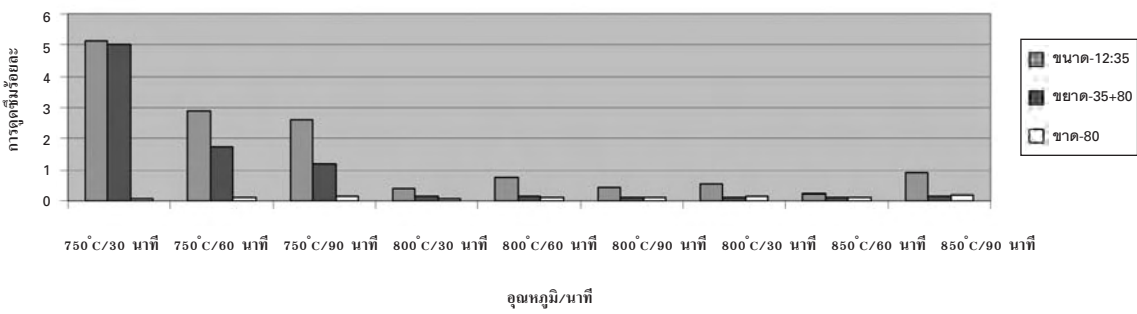




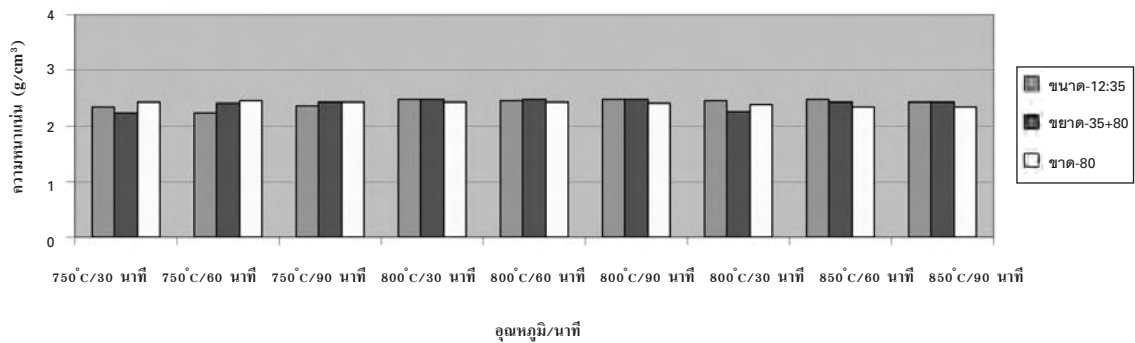
ภาพที่ 9 แสดงค่าการหดตัวของชั้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



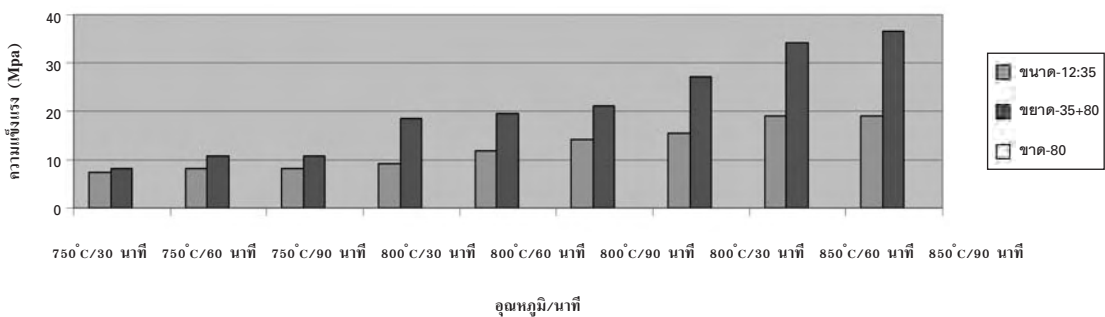
ภาพที่ 10 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของชั้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



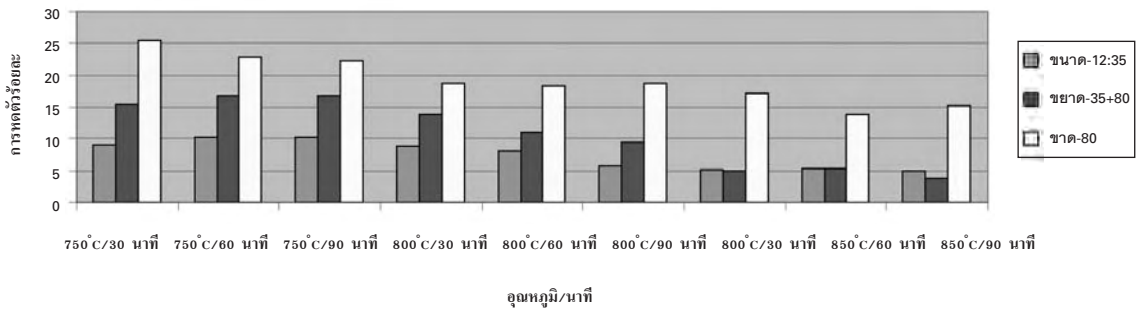
ภาพที่ 11 แสดงค่าความหนาแน่นของชั้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



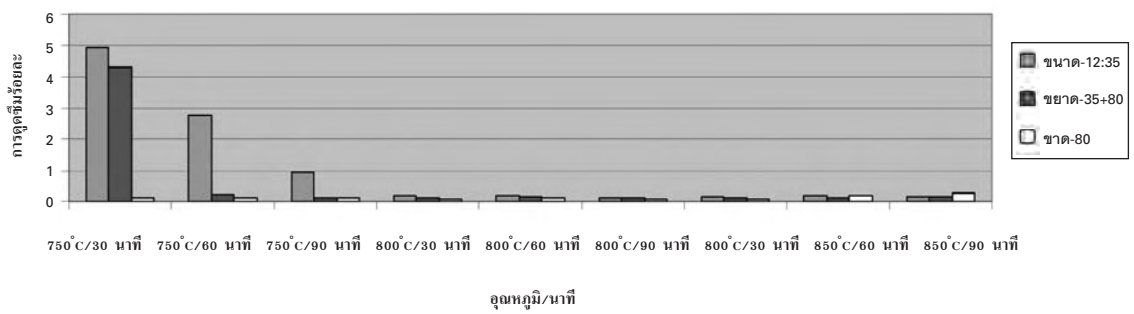
ภาพที่ 12 แสดงค่าแรงดึงของชั้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



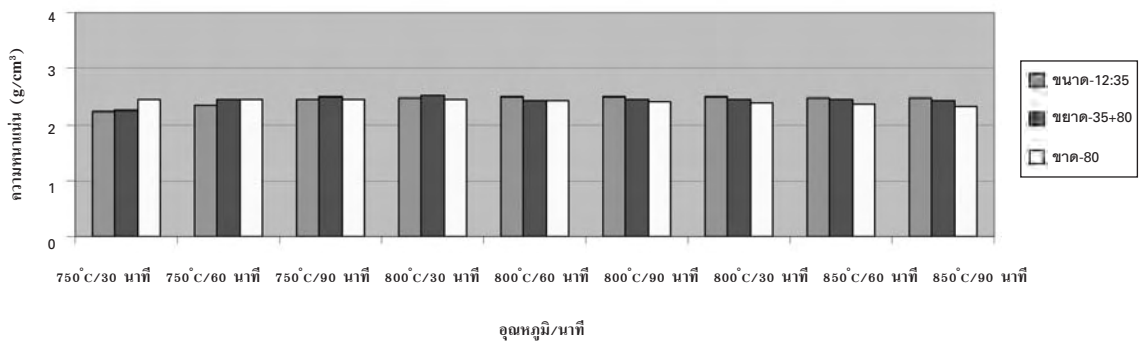
ภาพที่ 13 แสดงค่าการหดตัวของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วไซขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



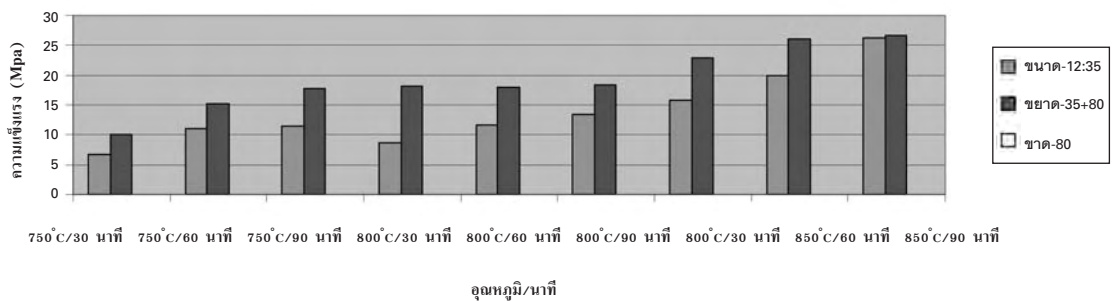
ภาพที่ 14 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วไซขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



ภาพที่ 15 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วไซขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



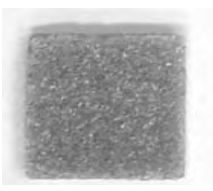
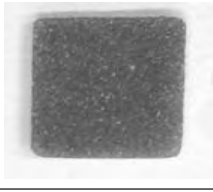
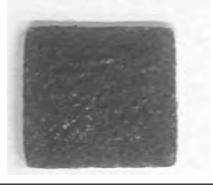
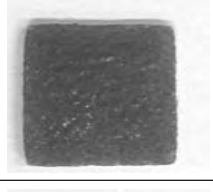


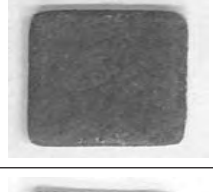
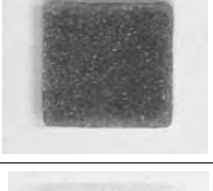
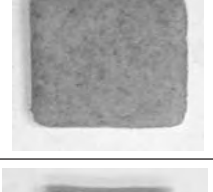






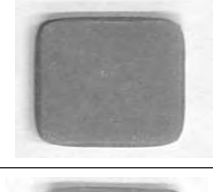

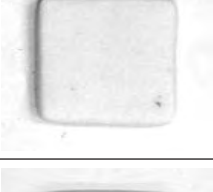







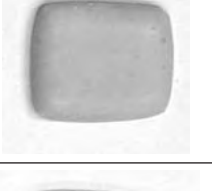
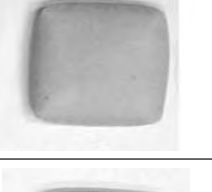
ภาพที่ 16 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วไซขนาดต่างๆ ที่ อุณหภูมิ 750-800°C ยืนไฟที่ 30-90 นาที



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วใสขนาด -12+35, -35+80 และ -80 เมกที่อุณหภูมิ 750 - 850 °C ขึ้นไฟ 30 - 90 นาที

| อุณหภูมิ<br>เวลาขึ้นไฟ | 750 °C  |         |         | 800 °C  |         |         | 850 °C  |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                        | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที |
| -12+35                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| - 35+80                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| - 80                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

ภาพที่ 18 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีเขียวขนาด -12+35 , -35+80 และ -80 เมาทึบอุณหภูมิ 750 - 850 °C ขึ้นไฟ 30 - 90 นาที

| อุณหภูมิ | 750 °C  |   |   | 800 °C  |  |   | 850 °C  |   |   |
|----------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
|          | 30 นาที   | 60 นาที   | 90 นาที   | 30 นาที   | 60 นาที  | 90 นาที   | 30 นาที   | 60 นาที   | 90 นาที   |
| -12+35   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| - 35+80  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| - 80     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ภาพที่ 19 แสดงลักษณะผิวหน้าของชิ้นตัวอย่างที่เตรียมจากแก้วสีขาขนาด -12+35 , -35+80 และ -80 เมื่อบำบัดด้วยไฟฟ้า 30 - 90 นาที

| อุณหภูมิ | 750 °C  |         |         | 800 °C  |         |         | 850 °C  |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที |
| -12+35   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| - 35+80  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| - 80     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

#### 4. วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา ขนาด -12+35 -35+80 และ -80 การหดตัวมีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและเย็นไฟนานขึ้น เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่สามารถไหลตัวได้เมื่อได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่แก้วอ่อนตัว(softening point) จากภาพที่ 1 - 3 จะเห็นได้ว่า แก้วใส มีอุณหภูมิอ่อนตัวที่ 749 องศาเซลเซียส ส่วนแก้วสีเขียวและแก้วสีชามีอุณหภูมิอ่อนตัวที่ 735.3 และ 735.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การดูดซึมน้ำก็เช่นเดียวกัน จะมีค่าลดลง ส่วนความหนาแน่น และความแข็งแรง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและเย็นไฟนานขึ้น เนื่องจากมีการผนึกตัว (sinter) มากขึ้น

2. ตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วใส สีเขียว และสีชา ขนาดหยาบ (-12+35) เผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะขรุขระ เม็ดแก้วเพียงยึดเกาะกัน แต่เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและเย็นไฟนานขึ้น แก้วมีการหลอมตัวมากขึ้น ทำให้ผิวหน้าขรุขระน้อยลง ส่วนตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วขนาดกลาง(-35+80) เผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะขรุขระเหมือนเม็ดทราย แต่เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้นและเย็นไฟนานขึ้น ผิวหน้าจะเรียบมากขึ้น เนื่องจากแก้ว

มีการหลอมตัวมากขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วละเอียด (-80) 750 องศาเซลเซียส ลักษณะผิวหน้าที่ได้จะเรียบ มีผิวมัน และเกิดการยุบตัว แสดงว่าแก้วมีการหลอมตัวมาก เมื่ออุณหภูมิเผาสูงขึ้น ความมันจะลดลง และเกิดการบวมตัว จึงทำให้ไม่สามารถหาค่าความแข็งแรงของตัวอย่างที่เตรียมจากเศษแก้วละเอียด (-80) ได้

3. ตัวอย่างที่ใช้เศษแก้วขนาดละเอียดมากขึ้น จะมีค่าการหดตัวมากขึ้น การดูดซึมน้ำลดลง ส่วนค่าความหนาแน่น และค่าความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิเผาเดียวกัน เนื่องจากเศษแก้วที่มีขนาดยิ่งเล็กลงก็จะมีความสามารถไหลตัวได้มาก ทำให้เกิดการผนึกตัวได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

#### 5. สรุปผลการทดลอง

เศษแก้วใส สีเขียว และสีชา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำกระเบื้องประดับตกแต่งได้ โดยสามารถเลือกใช้ขนาด -12+35 และขนาด -35+80 นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องในแบบพิมพ์ดินเผา เผาที่อุณหภูมิ 800 - 850 องศาเซลเซียส เย็นไฟ 30 - 90 นาที จะได้กระเบื้องที่มีเนื้อแกร่ง มีการดูดซึมน้ำต่ำ และให้ลักษณะผิวหน้าขรุขระ หรือหยาบ หรือเรียบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้นำไปใช้งาน

# เอกสารอ้างอิง

C/O Caledonian Shanks Center for Waste Management. **Glass recycling handbook, remade Scotland.** n.p : Glasgow, 2003.

Fusing recycled glass. [Online]. [cited 30 July 2004] Available from Internet : <http://www.cwc.org/glb/gbp3-0401.htm>

Greene, Charles H. ; and Scholes, Samuel R. **Modern glass practice.** 7<sup>th</sup> rev. ed. Boston : Cahnners Publishing, 1975.

Recyeled glass helps to make bricks that don't cost The earch, [Online] [cited 25 September 2004] Available from Internet : [http://www.wrap.org.uk/nesw\\_dctail.asp?NewsID=427](http://www.wrap.org.uk/nesw_dctail.asp?NewsID=427)

Testing of recycled glass and inorganic binder paving tiles. **Final Report,** Seattle, WA, :CWC, 1999.

# การประมาณปริมาณสารฟอกสี

## ในแก้วโซดาไลต์ซีลิกา

เนวิวรรณ จิตวัชรโกมล

### บทคัดย่อ

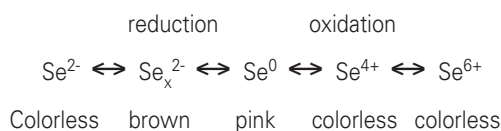
ตำหนิของสีในระหว่างขั้นตอนการผลิตแก้วใสสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากหลายสาเหตุ สาเหตุสำคัญอันหนึ่งคือ สารฟอกสีที่ใส่เข้าไปมีปริมาณไม่เหมาะสมจึงทำให้แก้วเกิดสีเขียวหรือชมพูขึ้น งานวิจัยนี้ได้มีการคาดคะเนปริมาณสารฟอกสีที่ใช้ อันได้แก่ ซีลีเนียม (Se) และโคบอลต์ (Co) โดยคำนวณในรูปแบบของเวกเตอร์สีในไดอะแกรมสี ทดสอบผลที่ได้กับแก้วโซดาไลต์ซีลิกาซึ่งมีเหล็กเจือปนอยู่สูงถึงร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของแก้วใช้เครื่อง XRF เพื่อตรวจสอบปริมาณซีลีเนียมโคบอลต์ และเฟอร์รัสซีลีไนด์ (FeSe) สมบัติด้านสีของแก้วคำนวณจากสเปกตรัมค่าการส่งผ่านของแสง (transmittance) ที่ได้จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ผลการวิจัย พบว่า ที่ปริมาณเหล็กสูงถึงร้อยละ 0.1 สามารถฟอกสีแก้วได้โดยใช้ซีลีเนียมในรูปของเฟอร์รัสซีลีไนด์ประมาณ 14 ppm และโคบอลต์ประมาณ 7 ppm แต่สมบัติด้านความสว่างไม่สามารถทำได้ ถึงร้อยละ 80 ดังที่แก้วใสควรมี

### 1. บทนำ

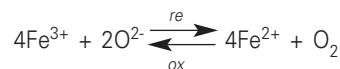
แก้วใสที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้ควรมีปริมาณเหล็กออกไซด์ไม่เกินร้อยละ 0.02 ในเนื้อแก้ว ถ้าสูงกว่านี้จะต้องมีการเติมสารฟอกสีในกระบวนการผลิต ปัจจุบันตามโรงงานส่วนใหญ่ ใช้เศษแก้วที่มีเหล็กออกไซด์เป็นสารเจือปนในปริมาณสูงเป็นวัตถุดิบจึงส่งผลให้แก้วที่ผลิตได้มีสีอมเขียว

ในอดีตธาตุซีลีเนียม ได้ถูกนำมาใช้แทนแมงกานีสออกไซด์เพื่อเป็นสารฟอกสีในแก้วโซดาไลต์ซีลิกาในโรงงานอุตสาหกรรม ซีลีเนียมเป็นสารที่ให้สีชมพูอ่อนและเมื่อใช้ร่วมกับโคบอลต์ที่ให้สีฟ้าอ่อนจะส่งผลลบล้างสีเขียวที่มาจากเหล็กออกไซด์ทำให้ได้แก้ว

มีสีใสขึ้น วิธีการนี้เป็นการฟอกสีทางกายภาพแต่ต้องควบคุมปริมาณการใช้ซีลีเนียมและโคบอลต์ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดสีที่ผิดเพี้ยน ข้อเสียที่สำคัญของซีลีเนียม คือ เกิดการระเหยออกไปได้ง่ายในช่วงแรกของการหลอมแก้ว เพียงร้อยละ 10-20 เท่านั้นที่เหลืออยู่ในแก้ว [1] ซีลีเนียมมีถึง 5 สภาวะออกซิเดชันขึ้นกับสภาวะรีดอกซ์ในเนื้อแก้ว [2]



มี สองสภาวะออกซิเดชันเท่านั้นของซีลีเนียมที่ให้สี คือ  $\text{Se}_x^{2-}$  ภายใต้สภาวะรีดอกซ์ซึ่งอ่อนๆ ให้สีน้ำตาลแดงเป็นสีของเฟอร์รัสซีลีไนด์ (FeSe) และภายใต้สภาวะออกซิเดชันอ่อนๆ หรือเป็นกลาง  $\text{Se}^0$  ให้สีชมพูอ่อน ในแก้วที่มีส่วนประกอบของเหล็กออกไซด์ จะมีปฏิกิริยาในสภาวะสมดุลดังนี้ [3]



เหล็กเฟอร์ริก ( $\text{Fe}^{3+}$ ) มีสีเหลือง ในขณะที่เหล็กเฟอร์รัส ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ให้สีฟ้า ในขั้นแรก Se ถูกรีดอกซ์ด้วยเหล็กเฟอร์รัสจนกระทั่งได้  $\text{Se}^{2-}$  และขั้นที่ 2  $\text{FeO}$  และ  $\text{Na}_2\text{Se}$  อาจจะแลกเปลี่ยนแอนไอออนซึ่งกันและกัน จนเกิดเป็น FeSe ซึ่งให้สีน้ำตาลแดง ดังสมการนี้ [4]



สีน้ำตาลแดงของเฟอร์รัสซีลีไนด์สามารถไปชดเชยสีเขียวของเหล็กเฟอร์รัสได้เป็นสีเหลืองและจะถูกกลบด้วยสีฟ้าจากโคบอลต์กลายเป็นสีใส สัดส่วนของ

เหล็กที่เป็นสิ่งเจือปนในแก้วซึ่งสามารถถูกฟอกสีโดยทางกายภาพได้อยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.02-0.05 แต่แหล่งทรายในประเทศไทยมีปริมาณเหล็กอยู่ระหว่างร้อยละ 0.04-0.09 โดยน้ำหนัก งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อดูความเป็นไปได้ในการกำจัดสีเขียวในแก้วที่มีปริมาณเหล็กอยู่สูงถึงร้อยละ 0.1

## 2. วิธีการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ในทางเคมีของแก้วโซดาโลมซิลิกาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังแสดงข้างล่าง

### 2.1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแก้ว

|   |        |
|---|--------|
| ซิลิกา (SiO <sub>2</sub> )                        | 72.48% |
| อะลูมินาออกไซด์ (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 1.40%  |
| แคลเซียมออกไซด์ (CaO)                             | 7.14%  |
| แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)                           | 4.11%  |
| โซเดียมออกไซด์ (Na <sub>2</sub> O)                | 14.13% |
| เหล็กออกไซด์ (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )    | 0.026% |
| ซัลไฟต์ (SO <sub>3</sub> )                        | 0.18%  |
| อัลคาไลน์ที่ออกมา                                 | 0.74%  |

ส่วนผสมหลักของวัตถุดิบ(batch composition) ที่มีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางเคมีได้มีการคำนวณดังแสดงข้างล่าง

|                   |        |
|-------------------|--------|
| ควอตซ์            | 60.30% |
| โซดาแอช           | 19.49% |
| อะลูมินาออกไซด์   | 1.01%  |
| แคลเซียมคาร์บอเนต | 1.48%  |
| แมกนีเซียมออกไซด์ | 6.61%  |
| โซเดียมซัลเฟต     | 0.4 %  |
| โซเดียมไนเตรต     | 0.6 %  |
| แอนติโมนี         | 0.05 % |

เรียกสูตรส่วนผสมนี้ว่า X เพื่อให้ได้เวกเตอร์ของโคบอลต์ ซีลีเนียม และเฟอร์รัสซีลีไนด์ จึงต้องหลอมแก้วสูตร X ซึ่งเหมือนกันในแต่ละตัวอย่างของแก้วแต่มีการใช้ส่วนผสมรองที่แตกต่างกัน ดูตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตร แก้วตัวอย่างเพื่อทำเวกเตอร์สี

| ชื่อตัวอย่าง       | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | Se<br>ppm | Co<br>ppm |
|--------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| <b>Xblank</b>      | 0.1                                 | –         | –         |
| <b>vector Co</b>   |                                     |           |           |
| XCo4               | 0.1                                 | –         | 4         |
| XCo6               | 0.1                                 | –         | 6         |
| XCo9               | 0.1                                 | –         | 9         |
| <b>vector FeSe</b> |                                     |           |           |
| XFeSe20            | 0.1                                 | 20        | –         |
| XFeSe40            | 0.1                                 | 40        | –         |
| XFeSe50            | 0.1                                 | 50        | –         |
| <b>vector Se</b>   |                                     |           |           |
| XSe10              | –                                   | 10        | –         |
| XSe50              | –                                   | 50        | –         |
| XSe200             | –                                   | 200       | –         |
| XSe500             | –                                   | 500       | –         |

หมายเลขรีดอกซ์ (redox number) ที่คำนวณได้ของกลุ่มตัวอย่างนี้มีค่าประมาณ 17

### 2.2 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

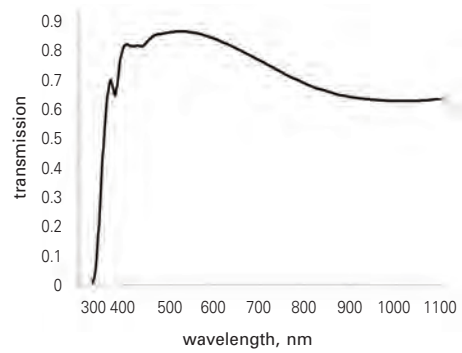
ซึ่งส่วนผสมแก้วตามสูตรในตารางที่ 1 ทั้งหมด 11 สูตร นำไปหลอมในเตาหลอมอะลูมินาในเตาไฟฟ้าภายใต้อุณหภูมิ 1480 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และนำแก้วที่หลอมแล้วเทลงในแบบกราฟไฟต์ หลังจากนั้นจึงนำไปอบที่ 570 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปิดเตาแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงเองสู่อุณหภูมิห้อง สุดท้ายจึงนำไปตัดและขัดผิวให้เป็นเงา ชิ้นงานที่ได้นำไปวิเคราะห์ทดสอบต่อไปนี้

- วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนส์ (X-ray fluorescence, XRF) [5]
- วัดสมบัติทางแสงโดยเครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV/VIS spectrophotometer) [6] สเปกตรัมของการส่งผ่านของแสง (transmittance) นำไปคำนวณค่าคุณภาพสีคือ
  - วัดสมบัติความสว่าง (brightness) [7]
  - ค่า L\*, a\*, b\* โดยใช้ไดอะแกรมสี (color space diagram) [8,9]



### 3. ผลการทดลอง

3.1 ผลจาก XRF และ UV/VIS Spectrophotometer  
 ผลจาก UV/VIS Spectrophotometer แสดงร้อยละค่าการส่งผ่านของแสงของแก้ว X blank แสดงในภาพที่ 1 ที่ความยาวคลื่น 1050 nm พบ absorption ของ Fe<sup>2+</sup> เด่นชัดเนื่องจากมีปริมาณสูง



ภาพที่ 1 ค่าการส่งผ่านของแสงแก้ว X blank

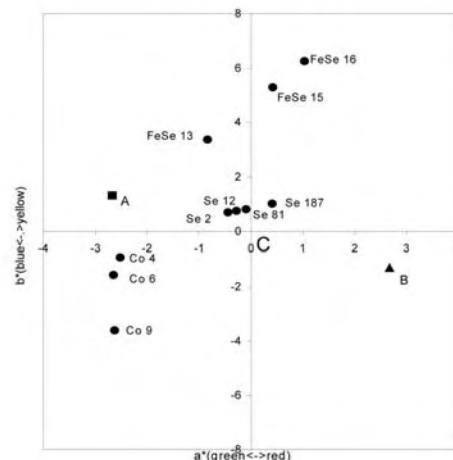
ผลจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบในแก้วตัวอย่างจาก XRF และผลการคำนวณค่าคุณภาพสีจากสเปคตรัมภาพที่ 1 นำมาแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลจาก XRF และ UV/VIS Spectrophotometer

| sample no.         | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | SO <sub>3</sub><br>% | Se<br>ppm | Co<br>ppm | a*    | b*    |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-------|-------|
| Xblank             | 0.134                               | 0.253                | 0         | 0         | -2.67 | 1.31  |
| <b>vector Co</b>   |                                     |                      |           |           |       |       |
| XCo4               | 0.135                               | 0.238                | 0         | 3.9       | -2.52 | -0.94 |
| XCo6               | 0.152                               | 0.267                | 0         | 6.0       | -2.65 | -1.57 |
| XCo9               | 0.140                               | 0.247                | 0         | 9.2       | -2.63 | -3.60 |
| <b>vector FeSe</b> |                                     |                      |           |           |       |       |
| XFeSe20            | 0.135                               | 0.256                | 13        | 0         | -0.83 | 3.37  |
| XFeSe40            | 0.143                               | 0.237                | 15        | 0         | 0.42  | 5.30  |
| XFeSe50            | 0.142                               | 0.231                | 16        | 0         | 1.03  | 6.26  |
| <b>vector Se</b>   |                                     |                      |           |           |       |       |
| XSe10              | <6 ppm                              | 0.197                | 2         | 0         | -0.44 | 0.70  |
| XSe50              | <6 ppm                              | 0.250                | 12        | 0         | -0.28 | 0.76  |
| X2Se200            | <6 ppm                              | 0.241                | 81        | 0         | -0.09 | 0.81  |
| XSe500             | <6 ppm                              | 0.221                | 187       | 0         | 0.41  | 1.02  |

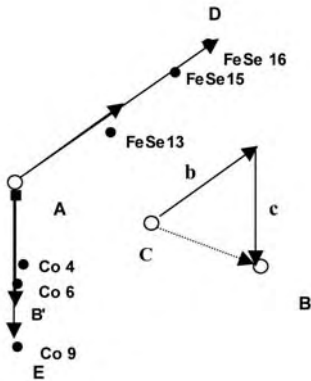
### 3.2 ไดอะแกรมสี (color space diagram)

จากผลในตารางที่ 2 มีการนำค่า a\* และ b\* มาพล็อตค่าเพื่อสร้างเวกเตอร์สีในไดอะแกรมสี (color space diagram) ดังภาพที่ 2 ซึ่งแก้วแต่ละจุดแสดงปริมาณที่ได้จาก XRF



ภาพที่ 2 เวกเตอร์สีในไดอะแกรมสีของแก้วตารางที่ 1

จุด A คือตำแหน่งของ แก้ว X blank พบว่า สีของแก้ว blank จะไปในทางฟ้าเขียวซึ่งเป็นสีของเหล็กเฟอร์รัส ( $Fe^{2+}$ ) ซึ่งเห็นว่าอยู่ห่างไกลจากจุด C (white spot) ค่อนข้างมาก ตามหลักของเวกเตอร์ จุด B ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ในตำแหน่งฝั่งตรงกันข้ามกับ A จะสามารถหักลบกับ A เพื่อให้เกิดสีได้ การหาส่วนประกอบของจุด B ต้องมีการคำนวณเวกเตอร์สีของโคบอลต์ ซีลีเนียม และเฟอร์รัสซีลีไนต์ ปริมาณที่กำหนดแต่ละจุดได้มาจากผลของ XRF ในตารางที่ 2 และจากภาพที่ 2 เห็นได้ชัดเจนว่า ซีลีเนียมอย่างเดียวไม่สามารถฟอกสีแก้วได้แม้จะมีปริมาณสูง ซีลีเนียมในรูปของเฟอร์รัสซีลีไนต์เท่านั้นที่มีบทบาทสำคัญ ในกรณีนี้เวกเตอร์โคบอลต์และเวกเตอร์เฟอร์รัสซีลีไนต์เท่านั้นที่ถูกนำเข้ามาใช้ในการคำนวณเพื่อหาจุด B



ภาพที่ 3 การใช้หลักการของเวกเตอร์ในการคำนวณปริมาณสารฟอกสี

### 3.3 Color compensation strategy

เวกเตอร์ AD แสดงทิศทางและปริมาณของเฟอร์รัสซีลีไนต์ ซึ่งปลายทางคือจุด D แสดงปริมาณที่มากที่สุด คือ 16 ppm เวกเตอร์ AE แสดงทิศทางและปริมาณของโคบอลต์ ซึ่งปลายทางคือจุด E แสดงปริมาณที่มากที่สุด คือ 9 ppm เวกเตอร์ CB ที่ต้องการเกิดจากผลรวมของ b และ c เมื่อเรา ทับ (project) b และ c ไปยัง เวกเตอร์ AD และ เวกเตอร์ AE ทำให้เราได้ปริมาณเฟอร์รัสซีลีไนต์และโคบอลต์ที่เหมาะสมสำหรับจุด B ซึ่งก็คือ 14 ppm และ 7-8 ppm ตามลำดับ

## 4. การทวนสอบผลการทดลอง

หลอมแก้วตัวอย่าง 1 และ 2 ตามสูตรแก้ว X พร้อมเหล็กร้อยละ 0.1 ในขั้นต้นเติมซีลีเนียมในปริมาณ

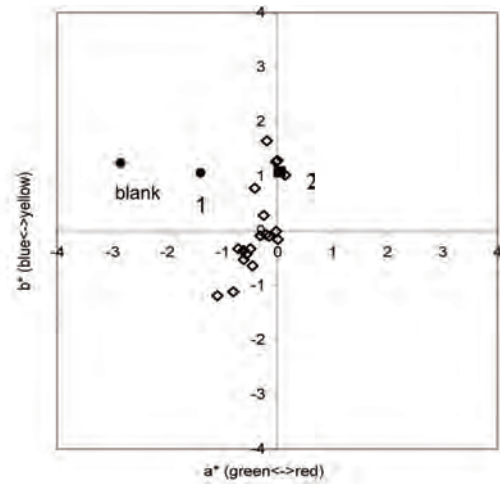
30 ppm ซีลีเนียมที่ใส่ในสูตรเพื่อให้ได้ปริมาณเฟอร์รัสซีลีไนต์เหลือในแก้ว 14 ppm พอดีนั้นควบคุมได้ยาก เพราะซีลีเนียมมีการระเหยสูง แต่ในกรณีของโคบอลต์ จะไม่เกิดปัญหา สามารถเติมโคบอลต์ในปริมาณ 7-8 ppm ตั้งแต่เริ่มต้นได้

4.1 ผลจาก XRF และ UV/VIS Spectrophotometer ตารางที่ 3 แสดงผลจาก XRF และ UV/VIS Spectrophotometer ของ แก้วตัวอย่าง 1 และ 2 เทียบกับแก้ว Xblank

ตารางที่ 3 ผลจาก XRF และ UV/VIS Spectrophotometer

| Samples | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % | Co, ppm | Se, ppm | a*    | b*   | brightness |
|---------|------------------------------------|---------|---------|-------|------|------------|
| 1       | 0.142                              | 5.9     | 6       | -1.12 | 1.12 | 64         |
| 2       | 0.141                              | 8.0     | 15      | 0.05  | 1.08 | 60         |
| Xblank  | 0.134                              | 0.0     | 0       | -2.67 | 1.31 | 83         |

จากตารางที่ 3 พบว่า แก้วตัวอย่าง 2 มีปริมาณซีลีเนียมและโคบอลต์ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการเป็นอย่างมาก เมื่อนำค่า a\*, b\* ของตัวอย่างแก้วมาใส่ในโดอะแกรมสี และเปรียบเทียบกับค่า a\*, b\* ของตัวอย่างแก้วของโรงงานแก้วบรรจุภัณฑ์แห่งหนึ่ง ได้ตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบตำแหน่งแก้ว 1, 2, แก้ว X blank และแก้วที่มีคุณภาพดีจากโรงงานหนึ่ง

พบว่า แก้ว 2 สามารถจัดอยู่ในกลุ่มของแก้วที่มีคุณภาพที่ดีได้โดยดูจากสีที่มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า วิธีการประมาณปริมาณฟอกสีโดยใช้เวกเตอร์สีที่เสนอแนะนั้นเป็นวิธีการที่ดีที่จะทำให้แก้วใส แม้ว่าแก้วจะมีปริมาณของเหล็กอยู่สูงก็ตาม

## 5. บทสรุป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ในการหาปริมาณที่เหมาะสมของสารฟอกสี คือ ซีลีเนียมและโคบอลต์ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการฟอกสีแก้วที่มีปริมาณของเหล็กสูงได้นำหลักการของเวคเตอร์สีที่สร้างไว้ในไดอะแกรมสีมาใช้ในการหาปริมาณของสารฟอกสี ผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า แก้วที่มีปริมาณเหล็กอยู่สูงถึงร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนัก สามารถถูกฟอกสีได้โดยใช้ซีลีเนียมในรูปแบบของเฟอร์สซีลีในดีประมาณ 14 ppm และ โคบอลต์ประมาณ 7 ppm อย่างไรก็ตามค่าความสว่างลดลงเนื่องจากมีปริมาณโคบอลต์ค่อนข้างมาก

ผลของงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางต่อโรงงานแก้ว อย่างไรก็ตาม เพื่อให้แก้วที่ผลิตได้มีคุณภาพดีมีสีใสก็ควรเลือกใช้วัตถุดิบ โดยเฉพาะทรายที่มีปริมาณของเหล็กให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะหาได้ โดยปริมาณเหล็กจากวัตถุดิบไม่ควรเกินประสิทธิภาพที่สารฟอกสีสามารถฟอกได้ นอกจากนั้นควรมีการตรวจค่าคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมคุณภาพให้สม่ำเสมอตลอดไป

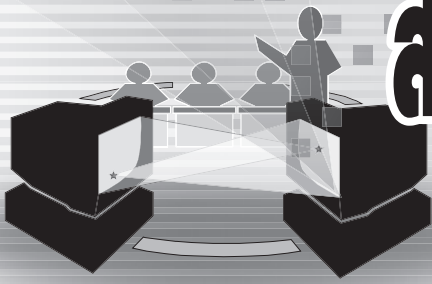
# เอกสารอ้างอิง

- [1] Güldal, UE. S., Yamaran, A. The role of sulphur in selenium colouring mechanism. In **XIV International Congress on Glass, New Delhi (India)**, Colloquium Papers, 1986, Vol. 1, p.208.
- [2] Höfler, W. About the behavior of selenium in glass. **Glastech. Berichte**, 1934, vol. 12, p.117.
- [3] Johnson, W. D. Oxidation-reduction equilibria in iron containing Glass. **Journal of the American Ceramics Society**, 1964, vol. 47, p.198.
- [4] Dietzel, A. The theory of decolorizing with selenium. **Journal of the Society Glass Technology** 1937, vol. 21, p.87.
- [5] Falcone, R., Hreglich, M., Vallotto, M., Verita, M. X-ray fluorescence analysis of raw materials for the glass and ceramic industries. **Glass Technology**, 2002, vol. 43, p.39.
- [6] Fanderlik, I. **Optical properties of glass**. Amsterdam : Elsevier Scientific Publishers, 1983.
- [7] Müller-Simon, H.; Barklage-Hilgefert, H. Use of selenium for the production of container glass. In **Proceedings of STDA 5<sup>th</sup> International Symposium**, Bruxelles : n.p.,1994, p.273.
- [8] Bamford, C. R. **Colour generation and control in glass**. Amsterdam : Elsevier Scientific Publishers, 1977.
- [9] Hunt, R. S. **The measurement of appearance**. New York : Wiley, 1975.

# สัมภาษณ์

ด้านการพัฒนาศักยภาพ

## นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ



**NSM** วิทยาศาสตร์บริการ มีภารกิจให้บริการฝึกอบรมบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ ซึ่งมีสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (พศ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบ นางธารทิพย์ เกิดในมงคล นักวิชาการเผยแพร่ ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ขอสัมภาษณ์ นางสาวธิดา เกิดกำไร ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ ในการให้บริการต่างๆ ของ พศ.



นางสาวธิดา เกิดกำไร ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (พศ.)

**ธารทิพย์ :** พศ. มีบริการด้านใดบ้าง

**ธิดา :** พศ. ให้บริการฝึกอบรมบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ เน้นบุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ สอบเทียบ และวิจัย เพื่อเพิ่มจำนวนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพมีประสิทธิภาพสูงพร้อมปฏิบัติงาน และมีขีดความสามารถในระดับมาตรฐานสากล เข้าสู่ระบบงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศโดยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ให้บริการจัดฝึกอบรมทั้งในและนอกสถานที่ หลักสูตรครอบคลุมการปฏิบัติงานที่ใช้ศาสตร์ด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ รวมทั้งการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการตามแนวทางมาตรฐานสากล ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งภาครัฐและเอกชนได้มีโอกาสเข้ารับการอบรมในหลักสูตรที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานทางวิชาการของตนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทางสำนัก มีความพร้อมทั้งทางด้าน สถานที่ ทำเลที่ตั้ง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ ระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ พศ. ยังดำเนินการโครงการพัฒนาหลักสูตรต่อเนื่องทางอินเทอร์เน็ต เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาอบรม ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐ โครงการนี้จะช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการของประเทศได้รับประโยชน์อย่างกว้างขวาง

**ธารทิพย์ :** บริการด้านใดที่ประสบความสำเร็จ

**ธิดา :** หลักสูตรที่ พศ. จัดฝึกอบรมแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 หลักสูตรระยะสั้น คือหลักสูตรที่ใช้ระยะเวลาในการอบรมอย่างน้อย 12 ชั่วโมง และอย่างมาก 30 ชั่วโมง

ประเภทที่ 2 คือหลักสูตรระยะยาวเป็นหลักสูตร ที่ใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรม 174 ชั่วโมง ถึง 240 ชั่วโมงซึ่งประกอบด้วย หลักสูตร นักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาเคมี (Professional Chemical Analyst) ระยะเวลาการอบรมประมาณ 240 ชั่วโมง หลักสูตรนักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาเคมีที่มีความชำนาญเทคนิคเฉพาะด้าน (Professional Chemical Analyst in Specific Techniques) ระยะเวลาการอบรมประมาณ 174 ชั่วโมง ทั้ง 2 หลักสูตรมีการอบรมเฉพาะวันหยุดสัปดาห์ และวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 9.00 - 16.00 น. และหลักสูตรนักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาจุลชีววิทยาใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรม 158 ชั่วโมง

ประเภทที่ 3 คือหลักสูตรฝึกอบรมทางอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ขอศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม โดยไม่ต้องเดินทางมาเรียนในชั้นเรียนซึ่ง สามารถเข้าเรียนได้ที่ เว็บไซต์ [www.e-learning.dss.go.th](http://www.e-learning.dss.go.th)

บริการที่ประสบความสำเร็จคือหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น เพราะหลักสูตรที่เปิดในแต่ละครั้งมีผู้สนใจเข้ารับการฝึกอบรมเป็นจำนวนมากและมากกว่าเป้าหมายที่ทางสำนักฯ ตั้งไว้ทุกครั้งดังที่เรียนให้ทราบแล้วว่าหลักสูตรระยะสั้นใช้เวลาไม่เกิน 30 ชั่วโมงดังนั้นห้องปฏิบัติการต่างๆ จึงสามารถส่งผู้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ทดสอบมาอบรมโดยไม่มีปัญหาเรื่องขาดเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนบุคลากรมีสูง ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จึงไม่สามารถส่งผู้ปฏิบัติงานมาอบรมในระยะยาวได้ทั้งๆ ที่ทราบว่าผู้เรียนจะได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์ที่จะนำมาปรับใช้งานได้มากหากได้รับการอบรมที่ครบถ้วน

**ธารทิพย์ :** บริการฝึกอบรมของ พศ. มีลักษณะพิเศษแตกต่างกับการบริการฝึกอบรมของหน่วยงานอื่นอย่างไร

**ธิดา :** พศ. เน้นให้บริการฝึกอบรมแก่บุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการหรือผู้ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ทดสอบหรือสอบเทียบ หลักสูตรนักวิเคราะห์มืออาชีพทั้งทางด้านเคมีและจุลชีววิทยานับว่าเป็นหลักสูตรที่มีลักษณะพิเศษกว่าที่หน่วยงานอื่นจัด ซึ่งทางพศ.คาดหวังว่าผู้ที่ผ่านการอบรมหลักสูตรดังกล่าวจะมีความรู้ความสามารถทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมืออาชีพ วิทยากรที่ให้การฝึกอบรมล้วนแล้วแต่เป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์สูงในสาขานั้นๆ ผู้ที่ผ่านการอบรมหลักสูตรนักวิเคราะห์มืออาชีพจึงจำเป็นต้องมีความตั้งใจจริงเพราะมีการเรียนที่เข้มข้น ผู้ที่จะได้รับใบประกาศนียบัตรนักวิเคราะห์มืออาชีพจะต้องผ่านการสอบทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ตลอดจนเวลาที่เข้าเรียนต้องไม่น้อยกว่าร้อยละแปดสิบ หลักสูตรดังกล่าวพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนการผลิตนักศึกษาเคมีปฏิบัติของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติการวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งนับเป็นกำลังคนที่มีความชำนาญด้านเทคนิคปฏิบัติทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องการกำลังคนเหล่านี้มาก

**ธารทิพย์ :** ข้อเสนอแนะสำหรับผู้มาใช้บริการ

**ธิดา :** ผู้สนใจต้องการเข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตรต่างๆ ที่ทาง พศ. จัด สามารถหาข้อมูลหลักสูตรได้ที่ [www.blpd.dss.go.th](http://www.blpd.dss.go.th) และหากต้องการเข้ารับการอบรม ควรตัดสินใจสมัครเข้าฝึกอบรมโดยเร็วเพราะอาจจะพลาดโอกาสในการเข้ารับการอบรมเนื่องจากการรับจำนวนจำกัดเช่น 20 คนบ้าง 30 คนบ้างเนื่องจากข้อจำกัดด้านเครื่องมือและอุปกรณ์การฝึกอบรมที่ทาง พศ.ประสงค์ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ฝึกปฏิบัติด้วยตนเองและทั่วถึง และสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากวิทยากรที่มีประสบการณ์สูงไปประยุกต์ใช้งานในห้องปฏิบัติการของตน

**ธารทิพย์ :** ในปีงบประมาณ 2551 มีโครงการอบรมที่น่าสนใจอะไรบ้าง

**ธิดา :** ในปีงบประมาณ 2551 พศ. มีหลักสูตรดังนี้

### หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น

หลักสูตรการสอบเทียบเครื่องมือวัด ได้แก่ Uncertainty of Measurement ทางสอบเทียบ, Uncertainty of Measurement ทางจุลชีววิทยา, Uncertainty of Measurement ทางเคมี, การสอบเทียบพีเอชมิเตอร์, การสอบเทียบเครื่องชั่ง, การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ, การสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาณ, UV-VIS Spectrophotometer Performance Validation หลักสูตรการควบคุมคุณภาพ ได้แก่ สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, การควบคุมคุณภาพ

ผลวิเคราะห์ทดสอบ, การคำนวณค่าทางสถิติสำหรับงานวิเคราะห์, ข้อกำหนด ISO/IEC 17025, การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ

**หลักสูตรเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือสมัยใหม่** ได้แก่ การใช้ AAS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, การใช้ UV-VIS Spectrophotometer ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, การใช้ GC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, การใช้ HPLC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, การใช้ GC/MS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย

**หลักสูตรความรู้พื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการ** ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมี, ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ, เทคนิคการเตรียมสารละลาย

**หลักสูตรเทคนิคการวิเคราะห์ทดสอบ** ได้แก่ เทคนิคการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำ, การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารทะเลแช่แข็ง, การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงเทคนิควิธีวิเคราะห์ตะกั่วและแคดเมียมในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, พื้นฐานทั่วไปทางจุลชีววิทยาอาหาร

**หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ** ได้แก่ กลยุทธ์การเข้าถึงข้อมูลความรู้ : ฐานการผลิตของอุตสาหกรรม, การสืบค้นสารนิเทศจาก Chemical Abstracts, เทคนิคการสืบค้นสารนิเทศจากเอกสารสิทธิบัตร

**หลักสูตรการทดสอบสารมลพิษ** ได้แก่ การวิเคราะห์น้ำทิ้งน้ำเสีย, การวิเคราะห์มลพิษในอากาศ, การวิเคราะห์มลพิษในกากอุตสาหกรรม

**หลักสูตรฝึกอบรมระยะยาว** ได้แก่ หลักสูตรนักวิเคราะห์หมีออซีฟสาขาเคมี หลักสูตรนักวิเคราะห์หมีออซีฟสาขาเคมีที่มีความชำนาญเทคนิคเฉพาะด้าน และหลักสูตร นักวิเคราะห์หมีออซีฟสาขาจุลชีววิทยา (อาหาร) หลักสูตรฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ หลักสูตรสถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, หลักสูตรเทคนิคการใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร, หลักสูตรการสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร, หลักสูตรการควบคุมคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ, หลักสูตรเทคนิคการใช้พีเอชมิเตอร์สำหรับห้องปฏิบัติการ, หลักสูตรเทคนิคการเตรียมสารละลาย, หลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรี, หลักสูตรเทคนิคพื้นฐานสำหรับนักจุลชีววิทยา, หลักสูตรการใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัย

เมื่อเราได้ทราบถึงการบริการของสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (พศ.) แล้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงใคร่ขอสัมภาษณ์ลูกค้าที่มาใช้บริการรับการอบรมบ้าง ท่านแรก คือ *คุณอนิรุตต์ ศรีอินทร์ QA Manager บริษัทเอเชียแปซิฟิก (ประเทศไทย) จำกัด* ซึ่งได้รับการอบรมหลักสูตรนักวิเคราะห์หมีออซีฟสาขาจุลชีววิทยา (อาหาร) รุ่นที่ 3

**ธารทิพย์ :** ทราบข่าวสารการอบรมได้อย่างไร

**อนิรุตต์ :** ผมได้รับข่าวการอบรมที่กรมวิทยาศาสตร์บริการทางแผนพับ (ไปรษณีย์) ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการจัดส่งมาให้

**ธารทิพย์ :** เคยรับการอบรมที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ หลักสูตรใดบ้าง

**อนิรุตต์ :** ผมเคยอบรมกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ หลักสูตรการวิเคราะห์ ฤดูกาลโภชนาการอาหารและหลักสูตรการสอบเทียบพีเอชมิเตอร์

**ธารทิพย์ :** นำเรื่องที่อบรมไปปฏิบัติงานด้านใด

**อนิรุตต์ :** ผมได้นำความรู้ไปใช้ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการขอรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ

**ธารทิพย์ :** ความประทับใจในการเข้ารับการอบรม

**อนิรุตต์ :** สิ่งประทับใจในการฝึกอบรม ได้แก่ ได้มีโอกาสรู้จักเพื่อนในสายอาชีพใกล้เคียงกัน อาจารย์ที่สอนเต็มใจถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เข้าอบรม, การประสานงานที่ดีของทีมงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ, สถานที่ฝึกอบรมมีความพร้อมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ



คุณอนิรุตต์ ศรีอินทร์ QA Manger  
บริษัทเอเชียแปซิฟิก (ประเทศไทย) จำกัด

**ธารทิพย์ :** มีข้อเสนอแนะกรมวิทยาศาสตร์บริการอะไรบ้าง

**อนิรุตต์ :** อยากให้ผู้ที่เข้าอบรมหลักสูตรสามารถ Download เอกสารอบรมในรูปแบบ Power point ผ่าน Internet ได้ โดยใช้ password กับ user name, ประชาสัมพันธ์ข่าวสารการอบรมทาง E-mail address ที่ได้แจ้งไว้, มีโอกาสได้เข้าชมวารสารใน Internet และเป็นประโยชน์มาก

และขอสัมภาษณ์ผู้รับการอบรมหลักสูตร การใช้ HPLC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัยคือ *คุณวิภาวดี ประสาททอง เทคนิคการแพทย์และผู้จัดการแผนกสุขภาพ และบริษัทคู่สัญญา โรงพยาบาลพญาไท ศรีราชา จ.ชลบุรี*



คุณวิภาวดี ประสาททอง เทคนิคการแพทย์

**ธารทิพย์ :** ทราบข่าวสารการอบรมได้อย่างไร

**วิภาวดี :** ทราบจากเว็บไซต์กรมวิทยาศาสตร์บริการ และได้รับเอกสารแผ่นพับจากกรมฯ ทางไปรษณีย์

**ธารทิพย์ :** เคยรับการอบรมที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ หลักสูตรใดบ้าง

**วิภาวดี :** หลักสูตรการใช้ AA, GC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย ระบบควบคุมคุณภาพและสิ่งแวดล้อม

**ธารทิพย์ :** นำเรื่องที่อบรมไปปฏิบัติงานด้านใด

**วิภาวดี :** นำไปใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์สารโลหะหนัก สารละลายในเลือดและปัสสาวะ ขยายไปจนถึงการบริการด้านสิ่งแวดล้อม การตรวจวิเคราะห์ของโรงพยาบาล และกลุ่มลูกค้านอกโรงพยาบาลไม่ว่าจะเป็นผู้ตรวจสุขภาพ บริษัท โรงงานในเขตอุตสาหกรรมต่างๆ

**ธารทิพย์ :** อยากให้จัดหลักสูตรใดเพิ่มเติม

**วิภาวดี :** อยากให้มีหลักสูตรการรับรอง ISO 17025 หรือแนะนำกระบวนการขอรับรองคุณภาพต้องทำอะไรตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ

**ธารทิพย์ :** ความประทับใจในการเข้ารับการอบรม

**วิภาวดี :** วิทยากรมีความรู้ในการให้การอบรม เป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ได้คำตอบตรงตามที่ต้องการ นำไปปฏิบัติงานได้ และมีความเป็นกันเอง

**ธารทิพย์ :** มีข้อเสนอแนะกรมวิทยาศาสตร์บริการอะไรบ้าง

**วิภาวดี :** บางหลักสูตรมีระยะเวลาสั้นๆ แต่มีเนื้อหาละเอียดมาก เวลากระชั้นชิด อีกเรื่องคือกรมวิทยาศาสตร์บริการให้คำแนะนำทางการแพทย์ไม่มาก บางเรื่องเช่น การรับรองคุณภาพเลือดและปัสสาวะ จะติดต่อที่ใดบ้าง มักไม่ได้คำตอบ เพราะคนที่มารับการอบรมจะเป็นเรื่องของ บริษัท โรงงาน จึงอยากให้คำแนะนำด้านนี้บ้าง และอีกเรื่องคือ ด้านเอกสาร เนื่องจากผู้เข้ารับการอบรมมาจากที่ต่างๆ มีพื้นฐานแตกต่างกัน อยากให้เอกสารเป็นแบบกลางๆ มีเอกสารอ้างอิงเพื่อจะได้ค้นเพิ่มเติมต่อไป

**ธารทิพย์ :** กรมวิทยาศาสตร์บริการมีห้องสมุดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ มีเอกสารวารสารสิ่งพิมพ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนวนมาก ให้บริการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ในเวลาราชการ และไม่มีพักกลางวัน เชิญมาใช้บริการได้

นอกจากนี้ยังมีความคิดเห็นของผู้รับการบริการของสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (พศ.) ทางอินเทอร์เน็ต (e-learning) คือ *คุณสายชล กิตตระกูล เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ 6 งานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลลำลูกกา จ.ปทุมธานี*

**ฉารทิพย์ :** ทราบเรื่องการอบรม e-learning ของกรมวิทยาศาสตร์บริการอย่างไร

**สายชล :** ตอนนั้นผมต้องการเรียน e-learning เรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อการต้องการเรียนรู้ในระบบการเรียนการสอนของ e-learnig เลยลองค้นหาดู พอมาเจอ Website ของสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (www.e-learning.dss.go.th) ซึ่งน่าจะเกี่ยวกับงานที่เราทำอยู่บ้าง จึงเปิดเข้าไปดูเห็นหัวข้อการอบรมน่าสนใจ และตรงกับงาน เลยลงทะเบียนอบรม ครั้งแรกลงทะเบียนอบรมเรื่องเทคนิคพื้นฐานสำหรับนักจุลชีววิทยา



คุณสายชล กิตตระกุล  
โรงพยาบาลลำลูกกา  
จ.ปทุมธานี

**ฉารทิพย์ :** เคยรับการอบรม e-learning ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ หลักสูตรใดบ้าง

**สายชล :** ผมเคยอบรมหลักสูตรเทคนิคพื้นฐานสำหรับนักจุลชีววิทยา, เทคนิคการเตรียมสารละลาย, เทคนิคการใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร, การสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร, การใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัย, การควบคุมคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ, เทคนิคการใช้พีเอชมิเตอร์สำหรับห้องปฏิบัติการ, Microsoft Excel 2003, Macromedia Photoshop CS, Macromedia Dreamweaver 8, Microsoft Access 2003 , การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จ.ราชบุรี, สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, SPSS for Windows V.13 ซึ่งบางเรื่องต้องการอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ พื้นฟูความรู้ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา จ.ราชบุรี SPSS for Windows V.13, สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย

**ฉารทิพย์ :** นำเรื่องที่อบรม e-learning ไปปฏิบัติงานด้านใด

**สายชล :** อบรมจุลชีววิทยา เช่น การทำให้ปราศจากเชื้อ เทคนิคการปลอดเชื้อ ซึ่งทางห้องปฏิบัติการต้องมีการทำให้ปราศจากเชื้อในอุปกรณ์บางอย่าง

- การป้องกันอันตรายจากสารเคมี การใช้สารเคมี การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย การแก้ไขเมื่อสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย
- การควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์การทดสอบ ทั้ง IQC, EQC โดยการควบคุมกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทุกขั้นตอน ก่อนการวิเคราะห์ ระหว่างการวิเคราะห์ หลังการวิเคราะห์ การรายงานผล
- การใช้เครื่องแก้วแต่ละชนิดให้เหมาะสม สำหรับการเตรียมสารละลายแต่ละชนิด
- การเก็บรวบรวมข้อมูล ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Ms Excel ซึ่งสามารถ รวบรวมรายงานได้ทันทีเมื่อเราต้องการทราบปริมาณการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการแต่ละชนิด ในแต่ละเดือน ปี เช่นงานโลหิตวิทยา เคมีคลินิก จุลชีววิทยาคคลินิก จุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการสร้างตาราง การสร้างกราฟแผนภูมิ แสดงผลงาน การนำเสนอผลงาน การสร้างแบบฟอร์มต่างๆ และยังสามารถนำข้อมูลไปใช้กับโปรแกรมอื่นได้ เช่น Ms Powerpoint, Access
- สถิติทางการวิเคราะห์ต่างๆ เช่นการหาค่าเฉลี่ย การคำนวณค่า SD, MVIS ในงานเคมีคลินิก
- การใช้โปรแกรม Macromedia Photoshop CS ในการตกแต่งภาพ เก็บรวบรวมภาพต่างๆเพื่อใช้ในการสอนนักศึกษาที่มาฝึกงานกับงานพยาธิวิทยาคลินิกเช่นภาพ โรคเลือดต่างๆ พยาธิ ไรต์ซิว เชื้อแบคทีเรีย และการสาธิต การนำเสนออื่นๆ โดยใช้รูปภาพ และยังสามารถนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ
- การใช้Macromedia Dreamweaver 8 ในการจัดทำ Web ของงานพยาธิวิทยาคลินิก เพื่อรวบรวมข้อมูลของหน่วยงาน เพื่อการเผยแพร่ความรู้ทางด้านพยาธิวิทยาคลินิก ให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องภายในโรงพยาบาล และสามารถนำไปลง Website ของโรงพยาบาลได้



- ธารทิพย์ :** อยากให้กรมวิทยาศาสตร์บริการมีหลักสูตร e-learning อะไรอีกบ้าง
- สายชล :** อยากให้มีหลักสูตร หลักการทำ ISO 15189 โดยละเอียด โดยเน้นในส่วนของ ข้อ 4 และ ข้อ 5 สำหรับห้องปฏิบัติการทางการแพทย์, การ Calibrate เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์, Lab accreditation, Auto Cad, Adobe Premier, Authorware
- ธารทิพย์ :** ประทับใจอะไรบ้างในการเข้ารับการอบรม
- สายชล :** ผู้ดูแล Web ให้บริการดีมาก ตอบปัญหาได้รวดเร็ว เนื้อหาที่ได้รับจากการอบรมทุกหลักสูตร สามารถนำไปใช้หรือประยุกต์ใช้ในการทำงาน และเนื้อหาการอบรมสมบูรณ์ อธิบายชัดเจน สามารถทำตามได้ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การคำนวณทางเคมี ทางสถิติ
- ธารทิพย์ :** มีข้อเสนอแนะกรมวิทยาศาสตร์บริการอะไรบ้าง
- สายชล :** ขอให้มีการอบรมอย่างนี้เรื่อยไป เพื่อให้ผู้ที่ไม่มีความรู้จากทางอื่น สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยสามารถแบ่งเวลาในการอบรมได้ ให้มีการโฆษณาทางสื่อบ้าง เช่น ทีวีทางโทรทัศน์ ช่องต่างๆ ในช่วงการนำเสนอข่าว ให้เก็บหลักสูตรที่เปิดอบรมแล้วไว้ เพื่อให้ผู้ที่ผ่านการอบรมแล้วสามารถเปิดดูภายหลังได้ เมื่อมีข้อติดขัดหรือสงสัยในส่วนของหลักสูตรนั้นๆ เช่น หลักสูตรโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักสูตรทางสถิติ เทคนิคการเตรียมสารละลาย
- ธารทิพย์ :** นอกจากการฝึกอบรมแล้ว หน่วยงานของท่านให้บริการอื่นๆ ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ หรือไม่ อะไรบ้าง เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานอย่างไร
- สายชล :** ตรงนี้ยังไม่มี แต่ไม่แน่ใจว่านอกจากงานพยาธิวิทยาคลินิกที่ข้าพเจ้าทำงานอยู่ จะมีหน่วยงานอื่นภายในโรงพยาบาลให้บริการอยู่หรือไม่



**การบริการวิชาการแก่สังคม  
พ.ศ. 2550  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ**

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้บริการวิชาการแก่สังคม โดยใช้อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ ซึ่งตั้งอยู่ที่ 75/7 ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กทม. 10400 เป็นอาคารสูง 6 ชั้น พื้นที่ประมาณ 13,000 ตารางเมตร ประกอบด้วย



1. ห้องบรรยาย ขนาด 72 ที่นั่ง จำนวน 4 ห้อง พร้อมเครื่องโสตทัศนูปกรณ์ที่ทันสมัย

2. ห้องปฏิบัติการ ขนาด 9 x 16 เมตร จำนวน 6 ห้อง สำหรับการฝึกอบรมเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ สำหรับบุคคลทั่วไป มีระบบรักษาความปลอดภัย ระบบบำบัดน้ำเสีย



3. ห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่าง ขนาด 9 x 8 เมตร จำนวน 2 ห้อง

4. ห้องปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบจำนวน 2 ห้อง ประกอบด้วย เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer จำนวน 7 ชุด เครื่อง High Performance Liquid Chromatograph จำนวน 4 ชุด เครื่อง Gas Chromatograph จำนวน 4 ชุด เครื่อง Gas Chromatograph Mass Spectrometer จำนวน 4 ชุด



และเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer จำนวน 4 ชุด

5. ห้องประชุมใหญ่ ขนาด 350 ที่นั่ง จำนวน 1 ห้อง และห้องประชุมเล็ก 20 ที่นั่ง พร้อมเครื่องโสตทัศนูปกรณ์ที่ทันสมัย เช่น เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ เครื่องฉายภาพที่บแสงและแผ่นใสและจอภาพ 3 ชุดเครื่องฉายสไลด์ระบบมัลติมีเดีย และสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในการเสนอผลงานได้ ห้องจัดเลี้ยงปูพรมสวยงาม



6. ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ขนาด 20 ที่นั่ง เครื่องไม่โครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต และระบบการค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศ จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ

7. ที่จอดรถภายในอาคารซึ่งสามารถจอดรถได้ประมาณ 120 คัน กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีนโยบายที่จะให้บริการวิชาการแก่สังคม โดยการให้บริการจัดฝึกอบรมสัมมนา ให้หน่วยงาน การอนุญาตให้ใช้ห้องฝึกอบรม เครื่องมือต่างๆ จึงวางข้อกำหนด เงื่อนไข และอัตราค่าบริการ ในระเบียบสวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ว่าด้วยการบริการวิชาการแก่สังคม พ.ศ. 2549 ดังนี้

ข้อ 1 ผู้ขอใช้บริการยื่นแบบขอใช้บริการวิชาการ ร.สวศ. 6.1 แบบขอบริการจัดกิจกรรมวิชาการ ก่อนการจัดกิจกรรมใช้งานอย่างน้อยห้าวันทำการ

ข้อ 2 ผู้ขอใช้บริการต้องชำระค่าธรรมเนียมในการใช้บริการ ในอัตราค่าบริการ ดังนี้

- อัตราค่าห้อง (ต่อวัน)
 

|                        |            |
|------------------------|------------|
| ขนาด 350 ที่นั่ง       | 10,000 บาท |
| ขนาด 72 ที่นั่ง        | 3,000 บาท  |
| ขนาด 36 ที่นั่ง        | 2,000 บาท  |
| ขนาด 20 ที่นั่ง        | 1,500 บาท  |
| คอมพิวเตอร์ 20 ที่นั่ง | 2,000 บาท  |
- ค่าธรรมเนียมการใช้บริการ (ต่อวัน)
 

|               |           |
|---------------|-----------|
| ไม่เกิน 50 คน | 700 บาท   |
| 50 - 100 คน   | 900 บาท   |
| เกิน 100 คน   | 1,500 บาท |

 ในกรณีนอกเวลาราชการ ค่าธรรมเนียมคิดเป็นสองเท่าของอัตราปกติ
- ค่าธรรมเนียมการใช้อุปกรณ์
 

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| LCD                    | 1,000 บาท |
| เครื่องฉายภาพที่บแสง   | 200 บาท   |
| เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ | 200 บาท   |
| เครื่องฉายสไลด์        | 200 บาท   |
| Notebook               | 1,000 บาท |
| PC (Desktop)           | 300 บาท   |
- ให้บริการจัดฝึกอบรมและสัมมนา
 

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| ค่าตอบแทนวิทยากร           | 600/1,200 บาท |
| บริการจัดสถานที่           | 1,500 บาท     |
| บริการจัดประชุมกลุ่มย่อย   | 500 บาท       |
| จัดทำเอกสารต้นฉบับ         | 1,000 บาท     |
| จัดทำสำเนาเอกสาร           | 0.5 บาท       |
| อาหารกลางวัน               |               |
| กับข้าว 3 อย่าง+ขนม+ผลไม้  | 100 บาท       |
| กับข้าว 4 อย่าง+ขนม+ผลไม้  | 130 บาท       |
| ค่าเครื่องดื่มและอาหารว่าง | 25 บาท        |



# กรมวิทยาศาสตร์บริการ

|   |         |
|---|---------|
| 5. ให้บริการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ (ต่อวัน) |         |
| AAS   | 500 บาท |
| GC  | 500 บาท |
| GC-MS                                       | 500 บาท |
| HPLC  | 500 บาท |
| FTIR  | 500 บาท |
| UV-VIS Spectro.                             | 500 บาท |



ข้อ 3 ผู้ขอใช้บริการจัดกิจกรรมเครื่องมือและอุปกรณ์ ต้องดูแลรักษาทรัพย์สินของทางราชการ และต้องตรวจสอบก่อนและหลังการใช้งาน หากชำรุดเสียหาย ผู้ใช้บริการ ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายนั้น ตามที่สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการกำหนด

ข้อ 4 สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการอาจพิจารณาเรียกวงเงินประกันค่าเสื่อมและ/หรือ เสียหายชำรุดสำหรับการให้บริการจัดกิจกรรมสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์

ข้อ 5 ผู้ขอใช้บริการจะต้องใช้สาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า น้ำประปา ฯลฯ โดยประหยัด

ข้อ 6 สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการจะไม่รับผิดชอบต่อการทำใดๆ ที่ผู้ขอใช้บริการทำให้เกิดอันตรายต่อผู้อื่น หรือดำเนินการที่ผิดต่อสังคมและกฎหมาย ผู้ขอใช้บริการจะต้องรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายทุกประการ

ข้อ 7 สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการสงวนสิทธิ์ในการบอกเลิกสัญญาโดยผู้ขอใช้บริการไม่มีสิทธิเรียกร้องค่าเสียหายหรือเรียกคืนเงินอื่นใดที่ชำระไว้แล้ว รวมทั้งเงินประกันฯ ในข้อ 4

ข้อ 8 ในกรณีที่ขอยกเว้นค่าบริการ หรือขอชำระค่าบริการที่แตกต่าง ให้ทำหนังสือเสนอสวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ข้อ 9 ผู้ขอใช้บริการตกลงจะปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น และเงื่อนไขอื่นใดที่สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการกำหนด

ข้อ 10 สวัสดิการกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นผู้ออกใบเสร็จรับเงิน



## ขั้นตอนการขอใช้บริการ

1. ยื่นคำขอใช้บริการ โดยแบบขอใช้บริการจัดกิจกรรมวิชาการที่คณะทำงานบริการวิชาการแก่สังคม โดยจดหมายหรือ โทรสาร
2. คณะทำงานฯ พิจารณาคำร้องให้ข้อมูล
3. พิจารณาคำขอลดหย่อน และทำข้อตกลง
4. รับชำระเงิน
5. ให้บริการ



## การชำระเงิน

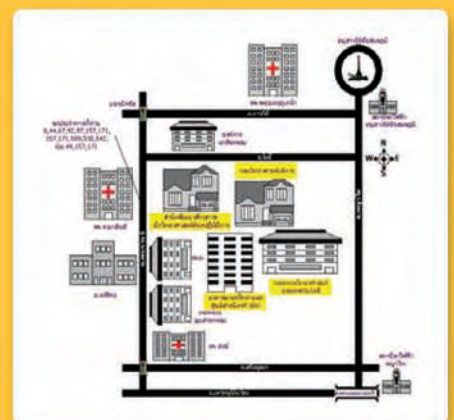
1. เงินสดชำระที่ สำนักพัฒนาคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ ห้อง 422 ชั้น 4 อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ
2. ผ่านธนาคารกรุงไทย สาขาย่อยองค์การเภสัชกรรม ชื่อบัญชีออมทรัพย์ สำนักพัฒนาคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ เลขที่ 072-105067-0



## ติดต่อเรา

สำนักพัฒนาคุณภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ  
โทรศัพท์ 02-201-7452-53  
02-201-7460  
โทรสาร 02-201-7461  
WebSite : <http://www.dss.go.th>  
e-mail address : [anusit@dss.go.th](mailto:anusit@dss.go.th)

## แผนที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



+ สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ  
 วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง  
 + เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2550

 จำนวนตัวอย่าง  
 จำนวนรายการ

