

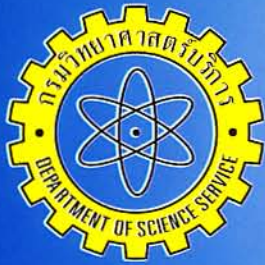


วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ



ISSN 0857-7617

ปีที่ 51 ฉบับที่ 163 กันยายน 2546



ศูนย์ วิศวกรรมฯ

วิทยา วิศวกรรมฯ

วิศวกรรมฯ



สารบัญ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 0 2644 7021 โทรสาร 0 2245 5523
[http : //www.dss.go.th](http://www.dss.go.th)

ที่ปรึกษา

นายอิทธิ พิชยนทรโยธิน
นางสาวสุจินดา โชติพานิช
นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ
บรรณาธิการ
นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ
นางสาวสุนทรี เป็รื่องการ
กองบรรณาธิการ
นางพิมพ์วัลย์ วัฒนโสภา
นางอุมภาพร สุขม่วง
นางสาวเรณู ตามไท
นางสุดาวดี เสริมนอก
นางสาวเบญจกัทร จาตุรงค์ศรี
นางสาวอรุวารรณ อุ่นแก้ว
นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์
นางจารทิพย์ เกิดโนมมงคล
นางพจมาน ทำจิ้น

ศิลปกรรม

นายวิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

ผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิก
กานุงษ์ หลาบขาว

1

ระบบอัตโนมัติสำหรับสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว
ดร.ภรธรรม สติรกุล
จิรารรณ คุณาสสมบัติ
มาลินี แซ่จ้ง

3

การสอบเทียบแท่งเทียบมาตรฐานด้วยเทคนิคการแทรกสอดทางแสง
เขาวลัักษณ์ ล้อมริน

5

ระบบประกันคุณภาพของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติตาม
มาตรฐาน CU-QA 84.1
เบญจพร บริสุทธิ์

9

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ในห้องปฏิบัติการ
นිරะนารด แจงทอง
ปัทมา นพรัตน์

12

เทคโนโลยีการผลิตอาหาร
ด้วยความดันสูง (High pressure processing)
สุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

21

สารสนเทศวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไทย
เพื่อการสร้างรายได้สร้างอาชีพ
ตำรวจ คำแดง

26

ดัชนีชี้วัดความสามารถห้องปฏิบัติการ
นารด พรหมสังสรรค์

30

การใช้เอ็นไซม์กำจัดหมึกพิมพ์จากเศษกระดาษ
นิโบล สุวรรณภินันท์

32



ผลิต ภัณฑ์

ลายหินอ่อนเซรามิก

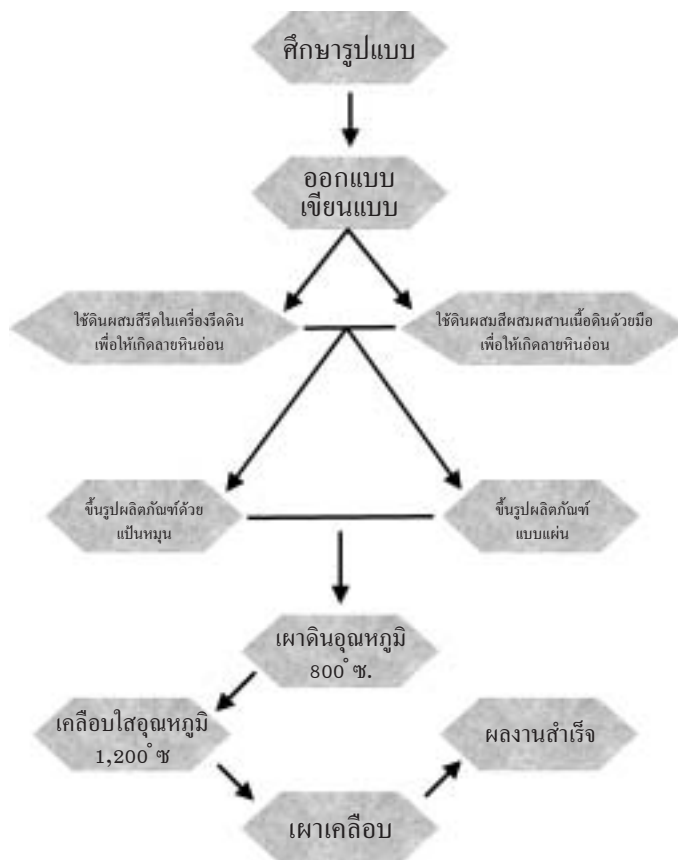
กาญจนาพร ทราบขาว

ลายหินอ่อนเป็นลวดลายที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ความงามของลวดลายเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติซึ่งเกิดจากการทับถมของชั้นหิน เมื่อนำมาเจียรระนาดตกแต่งขัดเงาพื้นผิวเรียบร้อยจะสามารถมองเห็นความงามของลวดลายได้อย่างชัดเจน สำหรับผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิกเป็นการสร้างงาน

ของมนุษย์ที่พยายามลอกเลียนแบบลวดลายธรรมชาติ โดยใช้เทคนิคการผสมผสานดินและการสลับสีของเนื้อดิน ประกอบกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนหรือแบบแผ่น เพื่อให้เกิดลวดลายหินอ่อนคล้ายธรรมชาติ และผ่านขั้นตอนการตากแห้ง การเผาติด การเคลือบ การเผาเคลือบที่อุณหภูมิ

1,200°ซ. ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิก กลุ่มพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ สำนักเทคโนโลยีชุมชน ได้จัดทำกิจกรรมการพัฒนาเทคนิคการทำผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิก เพื่อที่จะนำไปสู่การพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ ในระบบอุตสาหกรรมต่อไป

ขั้นตอนทำผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิก





1. การศึกษารูปแบบ ศึกษา รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและรูปแบบที่เหมาะสมแก่การขึ้นรูปแบบแผ่น

2. การออกแบบ เขียนแบบ ทดลองออกแบบรูปแบบต่างๆ หลากๆ รูปแบบและคัดเลือกแบบที่ดีมาเขียนแบบ กำหนดขนาดสัดส่วน

3. การผสมเนื้อดินเพื่อให้เกิด หินอ่อน

3.1 การผสมเนื้อดินเพื่อให้เกิดลวดลายหินอ่อนด้วยมือ คือการนำดินตั้งแต่สองสีขึ้นไปมาผสมผสานกัน บิดเนื้อดินคลุกเคล้าไปมา แต่ไม่ให้เข้าเป็นเนื้อดินเดียวกัน จำนวนพอให้เกิดลวดลายตามต้องการ

3.2 การผสมเนื้อดินเพื่อให้เกิดลวดลายด้วยเครื่องรีดดิน โดยนำดินสองก้อนที่มีสีต่างกัน มาตัดแบ่งเป็นส่วนเท่าๆ กัน นำดินทุกส่วนของแต่ละสีใส่เครื่องรีดดิน โดยใส่สลับกัน ดินที่ถูกรีดออกมาจะเกิดเป็นลวดลายตามที่เราต้องการ

4. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

4.1 การขึ้นรูปแบบแผ่น โดยการนำดินที่ผสมให้เกิดลายแล้ว

มารีดเป็นแผ่นบนผ้าดิบ ตัดเป็นชิ้นส่วนประกอบตามรูปที่ออกแบบไว้ โดยเชื่อมทุกชิ้นส่วนเข้าด้วยกันด้วยน้ำสลিপ

4.2 การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน โดยการนำดินที่ผสมให้เกิดลายมาทั้งก้อน ตั้งศูนย์จุดศูนย์กลางให้ได้แล้วตั้งดินขึ้นเป็นรูปทรงกระบอก โดยให้ความหนาของดินสม่ำเสมอพอๆกัน ปรับตกแต่งรูปทรงตามรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบไว้

(ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขึ้นด้วย 2 วิธี ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งสนิท)

5. การเผาดิบ นำผลิตภัณฑ์ที่ฝั่งตากแห้งสนิทมาบรรจุเข้าเตาเผา เเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ. ใช้เวลาประมาณ 6 - 8 ชั่วโมง (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาบางของผลิตภัณฑ์)

6. การเคลือบ นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาดิบมาเคลือบด้วยเคลือบใส

6.1 การเคลือบภายใน ผลิตภัณฑ์โดยการเทน้ำเคลือบลงภายในให้ทั่วโดยเร็ว เทน้ำเคลือบส่วนที่เหลือออก (ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบจะดูดซึมน้ำเคลือบเกาะและติดผิวผลิตภัณฑ์ทั่วทั้งใบ)

6.2 การเคลือบภายนอก ผลิตภัณฑ์ มี 2 วิธี

วิธีที่ 1 โดยการจุ่มสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก เราสามารถจุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งใบลงลงในน้ำเคลือบ

วิธีที่ 2 โดยการพ่นน้ำยาเคลือบสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ จะใช้เครื่องพ่นเคลือบ พ่นน้ำเคลือบให้ทั่วผิวผลิตภัณฑ์ภายนอกให้หนาพอประมาณตามต้องการ

7. การเผาเคลือบ นำผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแล้วเสร็จบรรจุเข้าเตาเผา แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,200°ซ. ใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง

8. ผลงานสำเร็จ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเคลือบเรียบร้อยแล้ว พื้นผิวจะเป็นเงางาม สามารถมองเห็นลวดลายของเนื้อดินสวยงาม ผลิตภัณฑ์ลายหินอ่อนเซรามิกมีเสน่ห์ความงามที่เนื้อดินซึ่งเกิดจากเทคนิคการผสมผสานเนื้อดินเพื่อให้เกิดลวดลาย โดยไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการตกแต่งสี ผลิตภัณฑ์จะมีความงามอยู่ในตัวเอง ทำให้ประหยัดเวลาและลดต้นทุนในการผลิตอีกประการหนึ่งด้วย





ระบบ

อัตโนมัติ

สำหรับสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ แบบหลอดแก้ว

ดร.กรธรรม สติรสกุล

จิราวรรณ ตูลาสสมบัติ

มาลินี แซ่จิว

เครื่องมือมีอยู่หลากหลายประเภทและมีใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมต่างๆ ความต้องการในบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดมีอยู่มาก ในขณะที่หน่วยงานที่ให้บริการสอบเทียบมีจำนวนบุคลากรอยู่จำกัด การพัฒนาระบบอัตโนมัติ เพื่องานบริการสอบเทียบจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิผลของงานบริการสอบเทียบ อีกทั้งยังเป็นการปรับปรุงคุณภาพของงานบริการสอบเทียบอีกด้วย กลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัดวิเคราะห์ทดสอบ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้มีโครงการพัฒนาระบบอัตโนมัติ ในงานบริการสอบเทียบ เครื่องมือวัดและระบบอัตโนมัติสำหรับสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว เป็นโครงการหนึ่งที่กรมวิทยาศาสตร์บริการได้คิดประดิษฐ์ขึ้น ด้วยความร่วมมือจากอาสาสมัครอาวุโสสนับสนุนโดยรัฐบาลญี่ปุ่น

ปัจจุบันเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วมีใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น

อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ และอุตสาหกรรมที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้เทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วยังมีใช้ในภาคบริการ เช่น ในโรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และวิทยาศาสตร์อื่นๆ ดังนั้นความต้องการในบริการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วจึงมีมาก

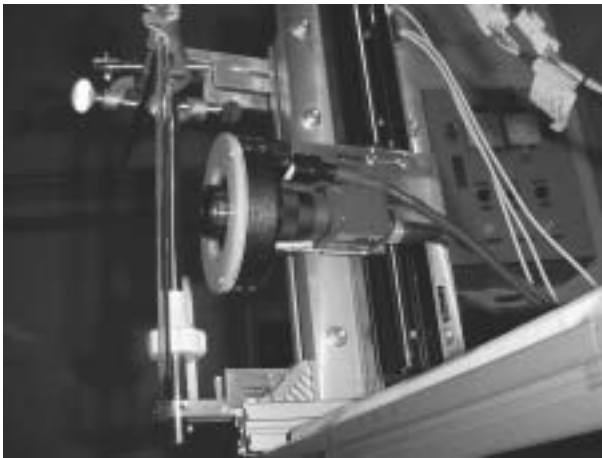
โดยลักษณะของการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว ผู้ปฏิบัติการสอบเทียบจะต้องปรับอุณหภูมิของของเหลวในอ่างอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิที่จะทำการสอบเทียบ จากนั้นจะอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ที่ทำการสอบเทียบ และนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือวัดทั้งสองจุ่มอยู่ในอ่างอุณหภูมิเดียวกันเพื่อวัดอุณหภูมิเดียวกัน เนื่องจากตามธรรมชาติการตอบสนองของระบบความร้อนจะช้า จึงทำให้การตั้งอุณหภูมิระดับต่างๆ ที่จะสอบเทียบเป็นไปได้ช้า นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติการ

สอบเทียบสามารถทำการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น และยังต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้งเครื่องมือที่ละเอียดอ่อน และในการอ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์หลอดแก้วที่มีขีดสเกลที่ละเอียด เป็นองค์ประกอบทำให้การปฏิบัติการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ประเภทนี้ต้องใช้เวลาานาน ดังนั้นการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับงานสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ แบบหลอดแก้วจะช่วยให้การให้บริการสอบเทียบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ระบบอัตโนมัตินี้จะทำงานเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติการสอบเทียบ โดยจะมีกล้องวิดีโอซึ่งติดอยู่กับระบบขับเคลื่อนแบบเซอร์โว ทำให้กล้องสามารถเคลื่อนที่ได้ตามความสูงของระดับสเกลอุณหภูมิ ระบบยังมีตัวควบคุมการทำงานของทั้งกล้องและระบบขับเคลื่อนโดยจะวิเคราะห์ภาพระดับปรอทในเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว และส่งให้ระบบขับเคลื่อนทำงานขับเคลื่อนกล้องวิดีโอดังกล่าวไปตามการขึ้นหรือลงของระดับปรอท



รูปที่ 1 ระบบอัตโนมัติสำหรับสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว



รูปที่ 2 กล้องวิดีโอ และระบบขับเคลื่อนแบบเซอร์โวมอเตอร์กำลังคิดตามระดับอุณหภูมิ



รูปที่ 3 จอภาพแสดงระดับปรอทและขีดสเกลบนเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วที่กำลังสอบเทียบ

ระบบอัตโนมัติสามารถระบุระดับของปรอทได้ ซึ่งค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วโดยกล้อง ของระบบอัตโนมัติจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือมาตรฐานเปรียบเทียบ

ระบบอัตโนมัตินี้เมื่อพัฒนาให้เสร็จสมบูรณ์ จะสามารถนำมาใช้ในการให้บริการสอบเทียบอุณหภูมิของกรมวิทยาศาสตร์บริการได้ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว ให้สามารถสอบเทียบได้สะดวก รวดเร็ว และแม่นยำขึ้น ในปัจจุบันระบบอัตโนมัตินี้ได้พัฒนาให้สามารถอ่านขีดสเกลของเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้วได้ละเอียดกว่าการอ่านขีดสเกลด้วยคนอย่างน้อย 10 เท่า ซึ่งหมายความว่าความสามารถในการสอบเทียบที่แม่นยำขึ้น ค่าที่อ่านได้จะปรากฏเป็นตัวเลขบนหน้าจอของคอมพิวเตอร์ ทำให้สะดวกแก่การอ่านและบันทึกค่าอุณหภูมิ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ สามารถพัฒนาระบบนี้ ให้สามารถทำการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์หลายตัวในเวลาคราวเดียวกันอย่างอัตโนมัติ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ในการให้บริการสอบเทียบ กลุ่มเป้าหมายที่คาดว่าจะสามารถนำระบบ อัตโนมัติ นี้ไปใช้ได้คือ กลุ่มห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ให้บริการสอบเทียบแก่อุตสาหกรรม

การนำระบบอัตโนมัติมาใช้งานสอบเทียบ นอกจากจะนำมาประยุกต์กับงานสอบเทียบทางด้านอุณหภูมิแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ในงานสอบเทียบในสาขาอื่นๆ ได้ อีกด้วย เช่น การสอบเทียบขีดสเกลวัดความยาว การสอบเทียบเกจวัดความดัน และ การสอบเทียบตุ้มน้ำหนัก เป็นต้น



การ

สอบเทียบแก่งเทียบมาตรฐาน

ด้วยเทคนิคการแทรกสอดทางแสง

เยาวลักษณ์ ล้อมรื่น

การสร้างเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ของการวัดหรือมาตรวิทยาถือเป็นความจำเป็นเร่งด่วน ประเทศไทยยังขาดความพร้อมในเทคโนโลยีด้านนี้ กล่าวคือหน่วยงานด้านมาตรวิทยาที่ทำหน้าที่ดูแลและเก็บรักษามาตรฐานแห่งชาติของหน่วยการวัดปริมาณพื้นฐานมีไม่ครบถ้วน และเทคโนโลยีการถ่ายทอดค่าความถูกต้องจากมาตรฐานดังกล่าวไปสู่เครื่องมือวัดยังไม่ได้รับความเชื่อถือในระดับสากล ดังนั้นในประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีด้านมาตรฐานขั้นปฐมภูมิ และการถ่ายทอดค่าความถูกต้องไปยังมาตรฐานขั้นทุติยภูมิและมาตรฐานใช้งาน เพื่อแสดงศักยภาพและเป็นพื้นฐานการพัฒนาวิทยาศาสตร์ของประเทศ วิทยาศาสตร์ทางการวัดความยาวถือว่าเป็นศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่างมากและเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางฟิสิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการนำเอาความรู้ด้านเลเซอร์ฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ใน ค.ศ. 1960 ทำให้วิทยาศาสตร์การวัดพัฒนาจากระดับความถูกต้องที่ 10^{-6} เมตร มาสู่ที่ระดับ 10^{-8} เมตร ปัจจุบันประเทศไทยได้จัดการ

ให้มีมาตรฐานแห่งชาติด้านการวัดความยาว แต่ยังไม่สามารถแสดงขีดความสามารถในการถ่ายทอดค่าความถูกต้องของมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นที่ยอมรับของนานาประเทศได้ การศึกษานี้เพื่อเป็นการวัดระดับความสามารถของมาตรวิทยาด้านการวัดความยาว โดยถ่ายทอดค่าความถูกต้องของมาตรฐานนี้ไปยังแก่งเทียบมาตรฐานซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นทุติยภูมิด้วยเทคนิคการแทรกสอดทางแสง ซึ่งเป็นแนวทางที่ห้องปฏิบัติการมาตรวิทยาความยาวและมิติของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมมือกับห้องปฏิบัติการมาตรวิทยาความยาวของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ได้ทำการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีการสอบเทียบแก่งเทียบมาตรฐานด้วยเทคนิคการแทรกสอดทางแสงจากเครื่อง เกจบล็อกอินเตอร์เฟอริเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับถ่ายทอดค่าความถูกต้องขั้นทุติยภูมิที่ห้องปฏิบัติการระดับทุติยภูมิอย่างกรมวิทยาศาสตร์บริการควรมีเพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับงานด้านมาตรวิทยาทางความยาวต่อไป

การสอบเทียบแก่งเทียบมาตรฐานทั่วไปปี 2 วิธี

1. วิธีการวัดแบบเปรียบเทียบ (Comparison Measurement Method) เป็นการวัดเปรียบเทียบแก่งเทียบมาตรฐานด้วยเครื่องวัดเปรียบเทียบแก่งเทียบมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบแก่งเทียบมาตรฐานที่มีความถูกต้องสูงกว่าเช่นระดับ 0 กับแก่งเทียบมาตรฐานที่มีความถูกต้องต่ำกว่าเช่น 1 และ 2 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่กรมวิทยาศาสตร์บริการกำลังดำเนินการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพการทำงานให้มากขึ้น

2. วิธีการวัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute Measurement Method) เป็นวิธีการวัดแก่งเทียบมาตรฐานระดับ K โดยใช้เทคนิคการวัดการแทรกสอดทางแสงของเครื่อง เกจบล็อกอินเตอร์เฟอริเตอร์และใช้ความยาวคลื่นแสงของแสงสีเดียว เช่น แสงเลเซอร์หรือแคดเมียม เป็นมาตรฐานอ้างอิง ซึ่งปัจจุบันมีสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเพียงแห่งเดียวที่ให้บริการในประเทศไทย

การวัดแบบสัมบูรณ์นี้จะให้ความถูกต้องมากกว่าวิธีการวัดแบบเปรียบเทียบเพราะต้องใช้เทคนิคการแทรกสอดทางแสงและวิเคราะห์



เศษส่วนของวิศวกรรมการแทรกสอดทางแสงช่วงครึ่งความยาวคลื่นแสงสำหรับสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของประเทศไทยได้ถ่ายทอดค่าความถูกต้องแห่งชาติเทียบมาตรฐานโดยใช้เครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์ (Gauge Block Interferometer : GBI) ซึ่งเป็นการวัดแบบสัมบูรณ์ถ่ายทอดค่าความถูกต้องมายังแห่งเทียบมาตรฐานระดับ K ให้กับกรมวิทยาศาสตร์บริการและหน่วยงานอื่นในวงการอุตสาหกรรมเพื่อนำแห่งเทียบมาตรฐานไปเป็นมาตรฐานสำหรับสอบเทียบเครื่องมือวัดอื่นๆ ต่อไป

แห่งเทียบมาตรฐาน (Standard Gauge Block) เป็นมาตรฐานความยาวชนิดหนึ่งที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมเนื่องจากแห่งเทียบมาตรฐานมีความถูกต้องสูง สามารถสอบเทียบเครื่องมือได้หลายชนิด เช่น ยูนิเวอร์แซลเมเชอร์ริงแมชีน (Universal Measuring Machine), ไมโครมิเตอร์ (Micrometer), เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper), ไฮท์มาสเตอร์ (Height Master), ปลั๊กเกจ (Plug Gauge) เป็นต้น

โครงสร้างเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์

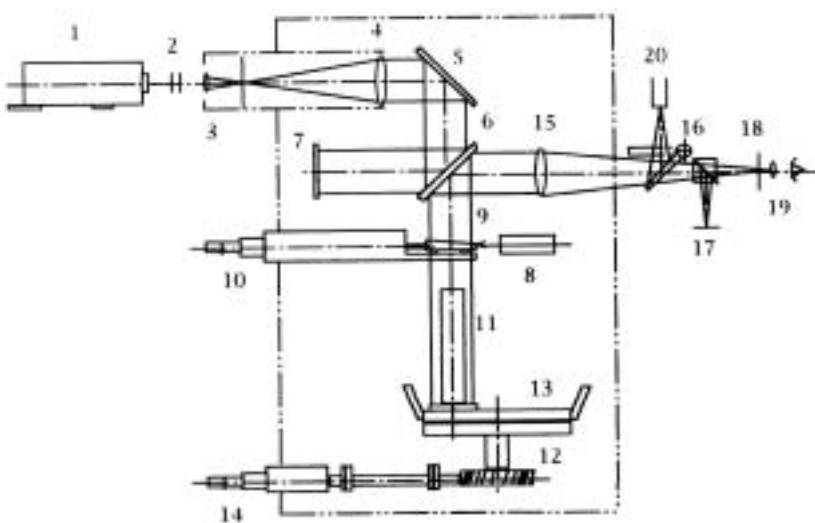
การสอบเทียบแห่งเทียบมาตรฐานโดยใช้หลักการแทรกสอดทางแสงของไมเคิลสันอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์ ใช้เลเซอร์ฮีเลียม-นีออนความยาวคลื่นแสง 632.990844 nm เป็นมาตรฐานอ้างอิง ระบบการทำงานของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์-

ฟีรอมิเตอร์เป็นระบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย ระบบทางแสงและส่วนควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนประมวลผลรวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ แสดงดังรูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์ประกอบด้วย 3 ส่วนดังรูปที่ 1 ส่วนแรกเป็นชุดอุปกรณ์ทางแสงที่ทำให้เกิดการแทรกสอด จะอยู่ส่วนบน ส่วนที่สองเป็นแท่นติดตั้งแห่งเทียบมาตรฐาน อยู่ส่วนกลางของเครื่อง และส่วนที่สามอยู่ข้างล่างซึ่งเป็นขาตั้งที่แยกจากกัน เป็นขาตั้งลดความสั่นสะเทือนมีแผ่นยางรองกันสะเทือน 3 ชั้น ขาตั้ง ส่วนแท่นวางแห่งเทียบมาตรฐานมีสกรูสามารถปรับระดับของเครื่องทั้ง 4 ตัว



รูปที่ 1 เครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์

ระบบทางแสงของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์



รูปที่ 2 หลักการทำงานของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์

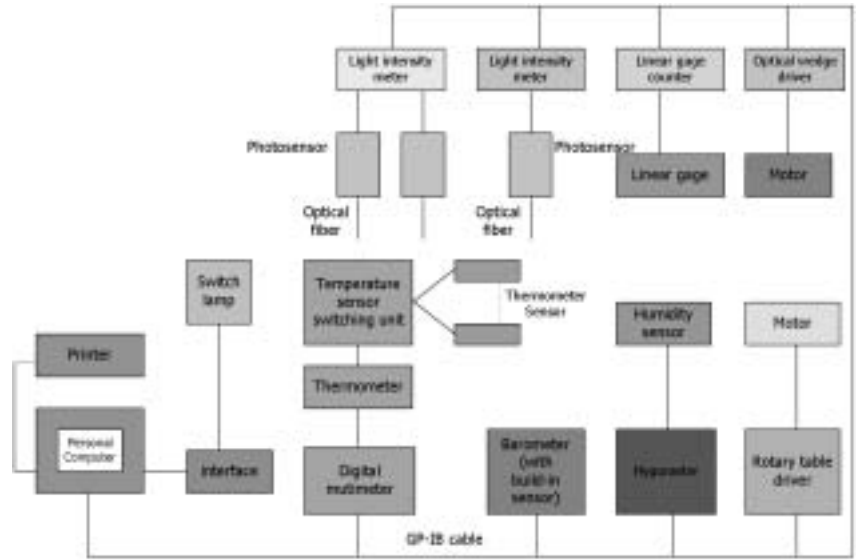
ชุดอุปกรณ์และโครงสร้างภายในส่วนประกอบระบบทางแสงของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์แสดงดังรูปที่ 2 เริ่มจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ฮีเลียม-นีออน (1) เป็นแหล่งกำเนิดแสง ถูกติดตั้งอยู่ด้านหลังของชุดอินเตอร์ฟีรอมิเตอร์ดังรูปที่ 2 มีความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 632.990844 nm กำลังขนาด 1.2



mw เส้นผ่านศูนย์กลางลำแสง 0.6 mm ระดับclass 3B(LIS-50) ผ่านตัว wave plate (2) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระนาบโพลาไรซ์ของแสง เลเซอร์ผ่านมายังเลนส์รวมแสงและเลนส์กระจายแสงขนาน (3 และ 4) ทำหน้าที่เป็นชุดขยายลำแสงจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 mm เป็นลำแสงขนานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 mm เพื่อให้เกิดฟริ่งจ์เต็มพื้นที่ผิวของแท่งเทียบและสะท้อนกระจกเงา (5) ไปยังผลึกแยกลำแสงขนาด 50% เพื่อให้ลำแสงส่วนหนึ่งผ่านลิ้มกระจก (9) แทนการปรับมุมเอียงของแท่งเทียบมาตรฐานไปตกกระทบบนผิวของแท่งเทียบที่ประกบกับเบสเพลต (11) วางอยู่บนแท่นวาง (13) แล้วสะท้อนกลับมาเปรียบเทียบกับลำแสงอีกส่วนหนึ่ง ที่ถูกแบ่งออกไปตกกระทบบนกระจกเงา (7) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการทำให้เกิดการแทรกสอด และผ่านไปยังเลนส์รวมแสง (15) ซึ่งทำหน้าที่สะท้อนฟริ่งจ์ที่เกิดขึ้นไปยังตัวตรวจวัดความเข้มแสง (20) และชุดมองภาพฟริ่งจ์ทางช่องมอง (16-19) ที่ใช้สำหรับมองภาพฟริ่งจ์ขณะทำการตรวจวัด โดยความเข้มแสงของฟริ่งจ์นี้และสภาวะสิ่งแวดล้อมจะตรวจวัดด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องวัดอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์

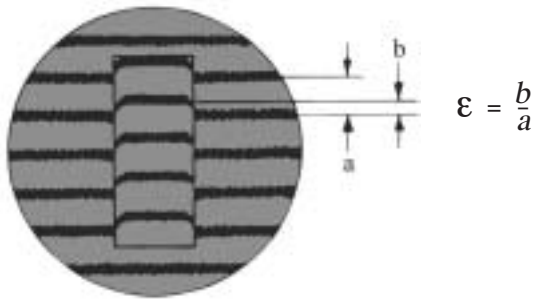
การทำงานของเครื่องวัดอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์จะถูกควบคุมด้วยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic control unit) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3 แผนผังระบบควบคุมและประมวลผลของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์

ระบบควบคุมและประมวลผลของเครื่องเกจบล็อกอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ ดังรูปที่ 3 แสดงการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่างๆ รวมทั้งส่งผ่านข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมายังส่วนประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยส่งสัญญาณผ่านอินเตอร์เฟสการ์ด ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่หนึ่งเป็นชุดอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสงที่เชื่อมต่อกันกับชุดควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์มีรายละเอียดดังนี้ เริ่มต้นจากอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง (Photosensor) แบบเส้นใยแก้วนำแสง (Fibre Optic) ประกอบด้วยตัวตรวจวัดความเข้มแสง 3 ตัว สองตัวแรกตรวจวัดความเข้มแสงจากฟริ่งจ์ที่ปรากฏบนเบสเพลต ส่วนตัวที่สามจะตรวจวัดความเข้มแสงจากฟริ่งจ์ที่ปรากฏบนบริเวณกึ่งกลางของแท่งเทียบมาตรฐาน ตัวตรวจวัดความเข้มแสงบนเบสเพลตมีระยะห่างจากขอบแท่งเทียบมาตรฐานประมาณ 1.5 mm ความเข้มแสงจะถูกส่งผ่านเส้นใยแก้วนำแสงมายังเครื่องวัดความเข้มแสงทั้งสองชุด การตรวจวัดความเข้มแสงของแนวฟริ่งจ์จะสัมพันธ์กันกับอุปกรณ์วัดระยะชุดลิเนียร์เกจที่ติดตั้งอยู่บนลิ้มกระจก ขับเคลื่อนด้วยระบบมอเตอร์ ซึ่งถูกกำหนดให้วัดระยะจุดตรวจวัดความเข้มบนแถบฟริ่งจ์จำนวน 32 จุด แต่ละจุดมีระยะการเคลื่อนที่ของลิ้มกระจกห่างเท่ากับ 40 μm ระยะตลอดแถบฟริ่งจ์ประมาณ 1280 μm หรือประมาณ 1.28 mm สามารถดูช่วงการตรวจวัดความเข้มแสงดังตัวอย่างในรูปที่ 4 และแสดงผลการวัดจาก wave forms ได้ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยค่าผิดพลาดที่จุดกึ่งกลางและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแท่งเทียบมาตรฐานดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 การวัดเศษส่วนฟริงจันบนเบสเฟลตและแท่งเทียบมาตรฐาน

ส่วนที่สองเป็นอุปกรณ์ชุดตรวจวัดสภาวะอากาศภายในตู้วางแท่งเทียบมาตรฐานและอุณหภูมิของแท่งเทียบมาตรฐานเชื่อมต่อกันกับชุดอิเล็กทรอนิกส์ทั้งสองส่วนจะส่งผ่านข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดยส่งผ่านอินเตอร์เฟซการ์ด เพื่อทำการประมวลผลและแสดงที่จอมอนิเตอร์ด้วยโปรแกรมคอมแพปิว (LabView)

จากผลการศึกษานี้แสดงถึงขีดความสามารถของการสอบเทียบแท่งเทียบมาตรฐานระดับ K ด้วยค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ ± 0.028 ไมโครเมตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเป็นแนวทางในการพัฒนาขีดความสามารถให้กับงานมาตรฐานวิทยาการวัดความยาวมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ อีกทั้งลดต้นทุนในการสอบกลับของแท่งเทียบมาตรฐานไปยังต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยในปัจจุบัน



เอกสารอ้างอิง

- Hariharan P. **Basics of interferometry academic**. New york. [n.p.]1991.
- International Organization for Standardization. **ISO 3650: gauge blocks**. 2nd ed. Geneva : International Organization for Standardization. 1998.
- _____.**Technical Advisory Groy on Metrology (TAG4). Guide to the expression of uncertainty in measurement**. Geneva: ISO/TAG. 1993.
- Mitutoyo. **Automatic gauge block interferometer measuring systems**. Manual No.4763 (n.p.,n.d)
- Steel, W.H. **Interferometry**. 2nd ed. New York: Cambridge University Press. 1983.



ระบบ

ประกันคุณภาพของ

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติตามมาตรฐาน CU-QA 84.1

เบญจพร บริสุทธิ์

จากประกาศทบวงมหาวิทยาลัยว่าด้วย เรื่องระบบ หลักเกณฑ์ และวิธีประกันคุณภาพการศึกษาภายในอุดมศึกษา พ.ศ. 2545 ที่อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 4 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบการปฏิบัติราชการของทบวงมหาวิทยาลัย และมาตรา 74 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 นั้น ทำให้สถานศึกษาทุกแห่งจำเป็นต้องจัดให้มีระบบประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และให้การประกันคุณภาพภายในเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมสนับสนุน และพัฒนาระบบประกันคุณภาพการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพตามมาตรฐานสากล

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติภายใต้การดำเนินงานของสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ (กองการศึกษาเคมีปฏิบัติเดิม) มีบทบาทสำคัญในการผลิตนักเคมีปฏิบัติมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2480 และเป็นสถาบันสมทบของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เล็งเห็นความสำคัญของระบบประกันคุณภาพ เพื่อเพิ่ม

ศักยภาพและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนนักศึกษาเคมีปฏิบัติ ตลอดจนกระบวนการดำเนินการต่างๆ ภายในองค์กร จึงได้เข้าร่วมโครงการพัฒนาระบบประกันคุณภาพของส่วนประกันคุณภาพสำนักบริหารวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในฐานะที่เป็นสถาบันสมทบของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้มีนโยบายการประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัย ปี 2543 ส่งเสริมให้ทุกหน่วยงานประมาณ 70 หน่วยงาน จัดทำระบบประกันคุณภาพ และให้บรรลุผลการใช้ระบบประกันคุณภาพภายในปี 2545 โดยหน่วยงานสามารถเลือกระบบได้ตามภารกิจของหน่วยงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้กำหนดมาตรฐานประกันคุณภาพของมหาวิทยาลัยขึ้นมาเอง ซึ่งสอดคล้องกับภารกิจหลักของหน่วยงาน โดยจำแนกเป็น 4 มาตรฐานคือ

1. ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับหน่วยงานด้านการเรียนการสอน (CU-QA 84.1)
2. ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับหน่วยงานด้านการวิจัย (CU-QA 84.2)

3. ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับหน่วยงานด้านการบริหาร/สนับสนุน (CU-QA 84.3)

4. ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับหน่วยงานด้านบริการวิชาการ (CU-QA 84.4)

เนื่องจากระบบประกันคุณภาพ CU-QA 84.1 เป็นมาตรฐานประกันคุณภาพสำหรับหน่วยงานด้านการเรียนการสอน เหมาะกับหน่วยงานที่มีกิจกรรมหลักในด้านการเรียนการสอน จึงสอดคล้องตรงกับภารกิจของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติที่ได้รับมอบหมายไว้ทุกประการ

ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับหน่วยงานด้านการเรียนการสอน (CU-QA 84.1)

มาตรฐานการประกันคุณภาพด้านการเรียนการสอน CU-QA 84.1 ประกอบด้วยข้อกำหนดขั้นพื้นฐาน 14 ข้อ และข้อกำหนดเพื่อความก้าวหน้า 7 ข้อ เป็นสิ่งที่สถานศึกษาฯ พึง (ต้อง) กระทำ และควรจะทำ ประกอบด้วยโครงสร้างของการบริหารขององค์กร การจัดการเรียนการสอน หลักสูตร อาจารย์ นักศึกษา ปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอนที่เป็นระบบ และ



มีการแสดงการพัฒนาความก้าวหน้าของสถาบัน

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ ได้ดำเนินการจัดทำระบบประกันคุณภาพ โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2543 ได้แต่งตั้งคณะกรรมการประกันคุณภาพระบบ CU QA 84.1 คณะกรรมการฯได้แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำคู่มือคุณภาพของกองการศึกษาเคมีปฏิบัติเพื่อพัฒนาเอกสารคุณภาพ จัดส่งบุคลากรเข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรการเขียนคู่มือคุณภาพ และการตรวจติดตามคุณภาพภายใน เพื่อทำความเข้าใจข้อกำหนดมาตรฐานการประกันคุณภาพ และจัดทำระบบประกันคุณภาพด้านการเรียนการสอนของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ โดยได้ดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินสถานภาพเบื้องต้นของหน่วยงาน (Evaluation)

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติต้องประเมินสถานภาพของหน่วยงานจัดทำเป็นเอกสารรายงานการศึกษาตนเอง SSR (Self Study Report) ตามหัวข้อที่กำหนดในมาตรฐานเพื่อใช้ประกอบการพัฒนาคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนด และเป็นข้อมูลสำหรับการรับประเมินโดยหน่วยงานภายนอก

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาคู่มือระบบประกันคุณภาพในหน่วยงาน (Development)

คณะทำงานจัดทำคู่มือคุณภาพของสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดทำ

เอกสารคุณภาพ ประกอบด้วย คู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบฟอร์มต่างๆ และเอกสารที่ใช้ในการทำงาน โดยทำจากผังการดำเนินงานของสถานศึกษาฯ หากความเชื่อมโยงของแต่ละงาน สอบถามขั้นตอนการปฏิบัติงานจากผู้ปฏิบัติงาน แล้วนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมสามารถปฏิบัติงานได้ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากส่วนประกันคุณภาพของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่งผู้เชี่ยวชาญมาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการจัดทำ จนได้เอกสารคุณภาพประกอบด้วย คู่มือคุณภาพ 1 ฉบับ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 13 ฉบับ แบบฟอร์มต่างๆ 40 แบบ และนำเสนอคณะกรรมการระบบประกันคุณภาพเพื่อพิจารณาให้ความเห็นเพิ่มเติม แก้ไข เพื่อให้เอกสารมีความสมบูรณ์ ผู้ปฏิบัตินำไปใช้ได้สะดวก และถูกต้อง เอกสารคุณภาพได้รับการอนุมัติใช้และได้รับการปรับปรุงแก้ไข 3 ครั้ง ครั้งสุดท้ายเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2545

ขั้นตอนที่ 3 การทำความเข้าใจ และปฏิบัติตามคู่มือ (Implementation)

หลังจากคณะกรรมการฯ ได้พิจารณาและอนุมัติให้ใช้เอกสารคุณภาพแล้ว ได้ประชุมบุคลากรทั้งหมดเพื่อสร้างความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติตามเอกสารคุณภาพในแต่ละกลุ่ม/ฝ่าย ใช้เวลาในการทำความเข้าใจ และฝึกปฏิบัติ 3 เดือน หลังจากนั้นได้ปรับปรุงเอกสารคุณภาพให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจติดตามคุณภาพภายใน (Internal Quality Auditing)

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติได้ดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพภายใน (ระหว่างวันที่ 27-29 กันยายน 2545) โดยผู้ตรวจติดตามเป็นบุคลากรของสถานศึกษาฯ ที่ได้รับการฝึกอบรมหลักสูตรการตรวจติดตามคุณภาพภายในจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการตรวจติดตามจากภายนอก และการตรวจรับรองระบบ



การตรวจระบบประกันคุณภาพเพื่อขอการรับรองฯ

หลังจากสถานศึกษาดำเนินการตาม 4 ขั้นตอนแล้วจึงได้ยื่นคำร้องขอให้ตรวจรับรองระบบ โดยส่วนประกันคุณภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพในวันที่ 3-4 ธันวาคม พ.ศ. 2545 และ ติดตามผลการปฏิบัติการแก้ไขในวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2545 คณะผู้ตรวจติดตามได้นำ





เสนอให้คณะกรรมการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพิจารณา การรับรองระบบประกันคุณภาพในวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2546 และ เมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2546 นางอัจฉรา พุ่มฉัตร ผู้อำนวยการ สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ รับประกาศนียบัตร รับรองสัมฤทธิ์ผลระบบประกัน



คุณภาพ ตามมาตรฐานคุณภาพ CU-QA 84.1 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ สอง) ใบรับรองมีผลถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2549

ประโยชน์ที่ได้รับ

สถานศึกษาเคมีปฏิบัติได้รับการรับรองระบบประกันคุณภาพตาม มาตรฐานด้านการเรียนการสอน CU-QA 84.1 จากจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย เป็นการสร้างความเชื่อมั่น ในคุณภาพการจัดการศึกษา และ มาตรฐานทางวิชาการให้กับผู้ใช้บริการ ได้แก่ นักศึกษาเคมีปฏิบัติของสถาน ศึกษาเคมีปฏิบัติ และสร้างความเชื่อมั่น

ให้แก่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ คือ ผู้ที่สำเร็จ การศึกษาและผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลักสูตรต่างๆ จากสถานศึกษาเคมี ปฏิบัติ จะเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะใน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และมี ทักษะที่ดีต่อการทำงานด้านวิทยา- ศาสตร์ เป็นกำลังด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่สำคัญของประเทศ ชาติต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- สำนักบริหารวิชาการ. ส่วนประกันคุณภาพ ร่วมกับ สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์. ส่วนบริหารจัดการกลาง. คู่มือดัชนีและเกณฑ์มาตรฐานระบบประกันคุณภาพ. (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 2544. หน้า 1-33.
- _____. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการเขียนคู่มือคุณภาพจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) 2546.
- _____. อนุกรมมาตรฐานประกันคุณภาพของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปรับปรุงครั้งที่ 2. (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), 2544. 116 หน้า.



แผน

ภูมิควบคุม

(Control Chart) ในห้องปฏิบัติการ

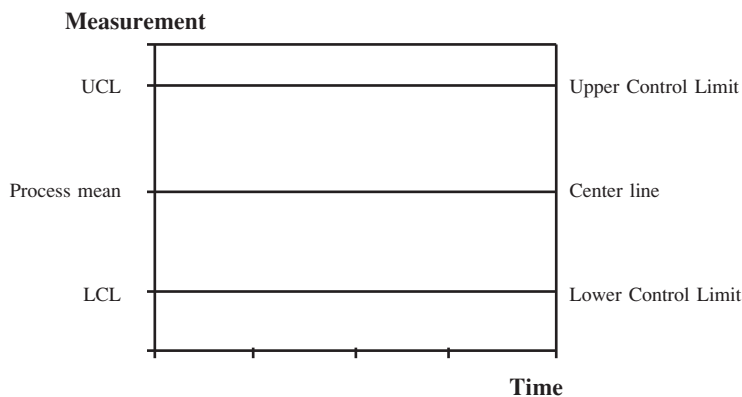
นิระนารถ แจ่มทอง

ปีทมา นพรัตน์

การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การดำเนินการและกิจกรรมด้านวิชาการ (operation techniques and activities) ที่นำมาใช้เพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ทดสอบที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง แม่นยำ การควบคุมคุณภาพ ประกอบด้วย การควบคุมคุณภาพภายนอก และการควบคุมคุณภาพภายใน

การควบคุมคุณภาพภายใน (Internal Quality Control, IQC) หมายถึง การดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวังการทดสอบและผลการทดสอบให้น่าเชื่อถือก่อนรายงานผล การควบคุมคุณภาพภายในสามารถทำได้หลายวิธี และแผนภูมิควบคุมเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการควบคุมคุณภาพภายใน ผู้ทำการทดสอบสามารถนำแผนภูมินี้มาใช้ในการตรวจสอบว่าผลการวิเคราะห์ทดสอบนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ นอกจากนี้ยังทำให้สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงหรือแนวโน้มของการวิเคราะห์ทดสอบได้ เนื่องจากแผนภูมิควบคุมแสดงในรูปของกราฟ

โครงสร้างของแผนภูมิควบคุมประกอบด้วยแกน X ซึ่งเป็นเวลาหรือลำดับครั้งของการวิเคราะห์ทดสอบ ส่วนแกน Y เป็นผลการวิเคราะห์ทดสอบ โดยมีเส้นกลาง (center line) และเส้นขอบเขตควบคุมค่าสูงและค่าต่ำ (upper and lower control limits) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งการหาค่าของเส้นกลาง เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูงและค่าต่ำ ขึ้นอยู่กับชนิดของแผนภูมิควบคุม ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. ทราบวัตถุประสงค์ของการทำแผนภูมิ
 2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล
 3. วิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมในช่วงเวลาต่างๆ กัน
 4. เก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละครั้ง (3-10 ข้อมูล) จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล 20-25 ครั้ง และบันทึกค่า
 5. คำนวณค่าเส้นกลางของกราฟ และขอบเขตควบคุมค่าสูงและค่าต่ำ
 6. สร้างแผนภูมิควบคุม
- แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่นำมาสร้างแผนภูมิ ควบคุม ดังนี้

1. *Variables control charts* เป็นแผนภูมิควบคุมที่ข้อมูลมาจากหน่วยวัด เช่น การวัดความยาว, น้ำหนัก, การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในตัวอย่าง, การหา % recovery เป็นต้น

2. *Attributes control charts* เป็นแผนภูมิควบคุมที่ข้อมูลมาจากหน่วยนับ เช่น การนับจำนวน ของ



เสีย หรือชิ้นงานที่ชำรุด เป็นต้น
บทความนี้จะนำเสนอเฉพาะ
แผนภูมิควบคุมประเภท Variables
control charts เท่านั้น เนื่องจาก
ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบโดย
ส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับแผนภูมิ
ควบคุมประเภทนี้

Variables control charts มี
หลายชนิด ดังต่อไปนี้

1. \bar{x} - R chart

(แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และ
พิสัย)

เป็นแผนภูมิควบคุมที่นิยมใช้
มากที่สุดสำหรับห้องปฏิบัติการ
วิเคราะห์ทดสอบ โดย \bar{x} chart
ใช้สำหรับตรวจสอบว่าผลการวิเคราะห์
ทดสอบเบี่ยงเบนไปจากค่ากลาง
ของกราฟมากน้อยแค่ไหน ส่วน
R chart ใช้ตรวจสอบความแปรปรวน
ที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ทดสอบ

ในการสร้าง \bar{x} chart จำนวน
ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย
($\bar{\bar{x}}$) ได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของกรุปย่อย,

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum x_i}{n}$$

เมื่อ n = ขนาดของกรุปย่อย

ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย,

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k}$$

เมื่อ k = จำนวนกรุปย่อย

ส่วนในการสร้าง R chart จำนวน
ค่าพิสัย (R) และค่าเฉลี่ยของพิสัย (\bar{R})
ได้ดังนี้

R = ค่าสูงสุดของกรุปย่อย -
ค่าต่ำสุดของกรุปย่อย

ค่าเฉลี่ยของพิสัย, $\bar{R} = \frac{\sum R_i}{k}$ เมื่อ k = จำนวนกรุปย่อย

เมื่อคำนวณค่า $\bar{\bar{x}}$ และ \bar{R} ได้แล้ว สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมได้โดยใช้
สูตรคำนวณ ดังนี้

แผนภูมิ	\bar{x} chart	\bar{R} chart
เส้นกลาง, CL	$\bar{\bar{x}}$	\bar{R}
เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ, LCL	$\bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$	$D_3\bar{R}$
เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง, UCL	$\bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$	$D_4\bar{R}$

ค่าคงที่ A_2 , D_3 และ D_4 แสดงในตารางที่ 1

2. \bar{x} - s chart (แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

เมื่อกรุปย่อยมีขนาดใหญ่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, s)
จะใช้บอกความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบได้ดี สามารถ
คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ดังนี้

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

เมื่อ x_i = ผลการวิเคราะห์ในแต่ละครั้งของกรุปย่อย

\bar{x} = ค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ในแต่ละกรุปย่อย

n = ขนาดของกรุปย่อย

คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, \bar{s} ได้ดังนี้ $\bar{s} = \frac{\sum s_i}{k}$
เมื่อ k = จำนวนของกรุปย่อย

ในกรณีนี้สามารถหาค่า \bar{x} และ \bar{s} ได้เช่นเดียวกับใน \bar{x} - R chart เมื่อ
คำนวณค่า $\bar{\bar{x}}$ และ \bar{s} ได้แล้ว สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมได้โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

แผนภูมิ	\bar{x} chart	s chart
เส้นกลาง, CL	$\bar{\bar{x}}$	\bar{s}
เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ, LCL	$\bar{\bar{x}} - A_3\bar{s}$	$B_3\bar{s}$
เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง, UCL	$\bar{\bar{x}} + A_3\bar{s}$	$B_4\bar{s}$

ค่าคงที่ A_3 , B_3 และ B_4 แสดงในตารางที่ 1

3. \bar{x} - moving range chart (แผนภูมิควบคุมค่าวัดแต่ละค่าและพิสัย
เคลื่อนที่)

เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทดสอบในแต่ละครั้งมา
พล็อตลงในแผนภูมิ โดยไม่ต้องหาค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ทดสอบ แผนภูมิ
ควบคุมชนิดนี้มักใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในแต่ละ lot หรือ batch



หรือใช้ในการควบคุมผลการวิเคราะห์ทดสอบที่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ทดสอบสูง หรือต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ทดสอบนาน

การวัดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์จะใช้พิสัยเคลื่อนที่ (moving range, R) ซึ่งเป็นค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์ทดสอบที่อยู่ติดกัน

ในกรณีนี้สามารถหาค่า \bar{x} และ \bar{R} ได้เช่นเดียวกับใน \bar{x} - R chart เมื่อคำนวณค่า \bar{x} และ \bar{R} ได้แล้ว สามารถสร้างแผนภูมิควบคุมได้โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

แผนภูมิ	\bar{x} chart	moving range chart
เส้นกลาง, CL	\bar{x}	\bar{R}
เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ, LCL	$\bar{x} - 3\bar{R}/d_2$	$D_3\bar{R}$
เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง, UCL	$\bar{x} + 3\bar{R}/d_2$	$D_4\bar{R}$

ค่าคงที่ d_2 , D_3 และ D_4 แสดงในตารางที่ 1

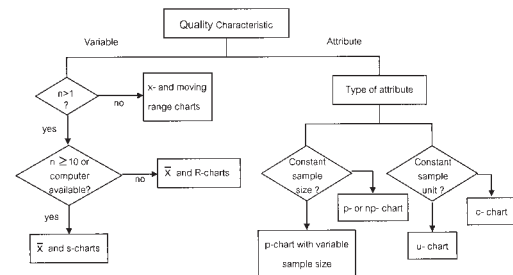
เนื่องจากกรุ๊ปย่อยมีขนาดเล็ก ($n=1$) ดังนั้นข้อเสียของแผนภูมิควบคุมชนิดนี้คือ จะไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบเท่ากับการใช้ \bar{x} - R chart และ \bar{x} - s chart

ตารางที่ 1 แสดงค่าคงที่ที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุม

ขนาดของ กรุ๊ปย่อย, n	ค่าคงที่สำหรับเส้นขอบเขตควบคุม												ค่าคงที่สำหรับเส้นกลาง			
	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	B_4	D_1	D_2	D_3	D_4	C_1	$1/C_2$	d_1	$1/d_2$	
2	2.121	1.880	2.659	0.000	3.267	0.000	2.656	0.000	3.688	0.000	3.267	0.7979	1.2533	1.128	0.8865	
3	1.732	1.023	1.954	0.000	2.568	0.000	2.276	0.000	4.359	0.000	2.574	0.8862	1.1284	1.693	0.5907	
4	1.500	0.729	1.628	0.000	2.266	0.000	2.088	0.000	4.698	0.000	2.282	0.9213	1.0854	2.059	0.4857	
5	1.342	0.577	1.427	0.000	2.039	0.000	1.964	0.000	4.918	0.000	2.114	0.9400	1.0638	2.326	0.4299	
6	1.225	0.483	1.287	0.030	1.970	0.029	1.874	0.000	5.078	0.000	2.004	0.9515	1.0510	2.534	0.3946	
7	1.134	0.419	1.182	0.118	1.882	0.113	1.806	0.204	5.204	0.076	1.924	0.9594	1.0423	2.704	0.3698	
8	1.061	0.373	1.099	0.185	1.815	0.179	1.751	0.388	5.306	0.136	1.864	0.9650	1.0363	2.847	0.3512	
9	1.000	0.337	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	0.547	5.393	0.184	1.816	0.9693	1.0317	2.970	0.3367	
10	0.949	0.308	0.975	0.284	1.716	0.276	1.669	0.687	5.469	0.223	1.777	0.9727	1.0281	3.076	0.3249	
11	0.905	0.285	0.927	0.321	1.679	0.313	1.637	0.811	5.535	0.266	1.744	0.9754	1.0252	3.173	0.3152	
12	0.868	0.266	0.886	0.354	1.646	0.346	1.610	0.922	5.594	0.283	1.717	0.9776	1.0229	3.263	0.3069	
13	0.832	0.249	0.850	0.382	1.618	0.374	1.585	1.025	5.647	0.307	1.693	0.9794	1.0210	3.336	0.2998	
14	0.802	0.235	0.817	0.406	1.594	0.399	1.565	1.118	5.696	0.328	1.672	0.9810	1.0194	3.407	0.2935	
15	0.775	0.223	0.789	0.428	1.572	0.421	1.544	1.203	5.741	0.347	1.653	0.9823	1.0180	3.472	0.2880	
16	0.750	0.212	0.763	0.448	1.552	0.440	1.526	1.282	5.782	0.363	1.637	0.9835	1.0168	3.532	0.2831	
17	0.728	0.203	0.739	0.466	1.534	0.458	1.511	1.356	5.820	0.378	1.622	0.9845	1.0157	3.588	0.2787	
18	0.707	0.194	0.718	0.482	1.518	0.475	1.496	1.424	5.856	0.391	1.608	0.9854	1.0148	3.640	0.2747	
19	0.688	0.187	0.698	0.497	1.503	0.490	1.483	1.487	5.891	0.403	1.597	0.9862	1.0140	3.689	0.2711	
20	0.671	0.180	0.680	0.510	1.490	0.504	1.470	1.519	5.921	0.415	1.585	0.9869	1.0133	3.735	0.2677	
21	0.655	0.173	0.663	0.523	1.477	0.516	1.459	1.605	5.951	0.425	1.575	0.9876	1.0126	3.778	0.2647	
22	0.640	0.167	0.647	0.534	1.466	0.528	1.448	1.659	5.979	0.434	1.566	0.9882	1.0119	3.819	0.2618	
23	0.626	0.162	0.633	0.545	1.455	0.539	1.438	1.710	6.006	0.448	1.557	0.9887	1.0114	3.858	0.2592	
24	0.612	0.157	0.619	0.555	1.445	0.549	1.429	1.759	6.031	0.451	1.548	0.9892	1.0109	3.895	0.2567	
25	0.600	0.153	0.606	0.565	1.435	0.559	1.420	1.806	6.056	0.459	1.541	0.9896	1.0105	3.931	0.2544	

Source : ASTM, Philadelphia, PA, USA

ในการพิจารณาว่าจะเลือกใช้แผนภูมิควบคุมชนิดใด ผู้ทำการทดสอบสามารถพิจารณาโดยใช้แผนภูมิในรูปที่ 2 ในการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 2 แสดงการเลือกชนิดของแผนภูมิควบคุม

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมคุณภาพคือ การอ่านหรือแปลผลจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ ลักษณะของแผนภูมิควบคุมมีทั้งรูปแบบปกติและไม่ปกติ ดังนี้

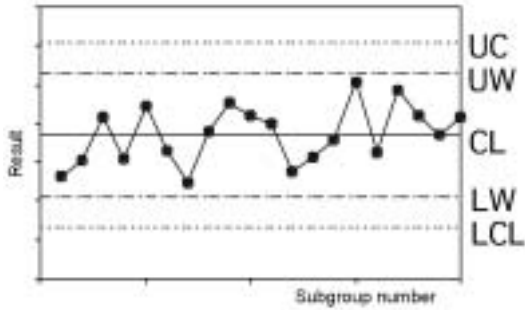
ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่มีรูปแบบที่ปกติและผลการวิเคราะห์ทดสอบอยู่ในขอบเขตควบคุม ได้แก่ แผนภูมิควบคุมที่

1. ไม่มีข้อมูลใดออกนอกขอบเขตควบคุม
2. จำนวนข้อมูลที่อยู่เหนือและใต้เส้นกลาง มีจำนวนเท่า ๆ กัน
3. ไม่มีข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน 7 จุด หรือมากกว่า อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลาง
4. การกระจายตัวของข้อมูลมีลักษณะเป็น random อยู่เหนือและใต้เส้นกลาง
5. ไม่มีแนวโน้มของข้อมูลที่เข้าใกล้ขอบเขตควบคุม



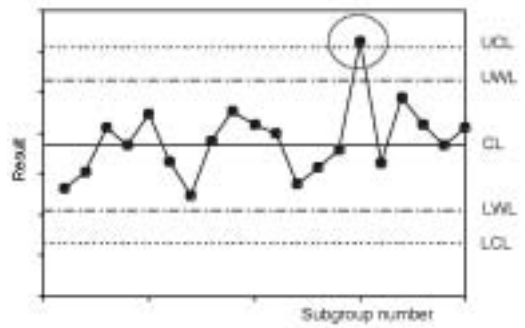
6. มีข้อมูลเพียงเล็กน้อยที่อยู่ใกล้ขอบเขตควบคุม

7. ข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ใกล้เส้นกลาง แต่ไม่ใช่ข้อมูลทั้งหมด มีเพียง 2 ใน 3 ของข้อมูลที่อยู่ใกล้เส้นกลาง และ 8. ลักษณะของแผนภูมิไม่เป็นเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 3

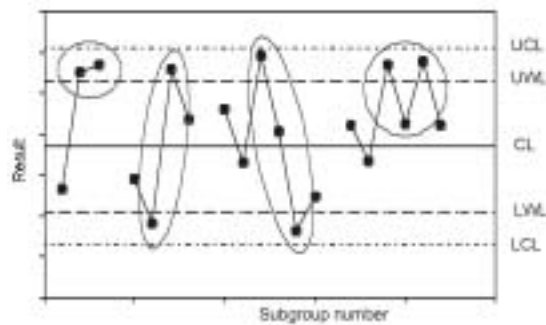


รูปที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ทดสอบอยู่ในขอบเขตควบคุมและแผนภูมิควบคุมมีรูปแบบที่ปกติ

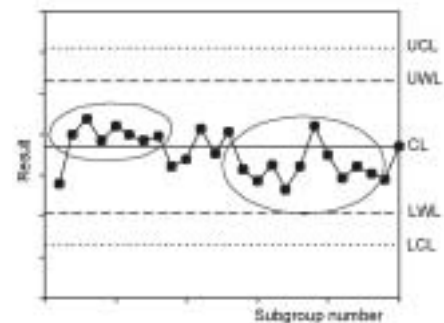
ส่วนแผนภูมิควบคุมที่มีรูปแบบที่ผิดปกติ มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4-9



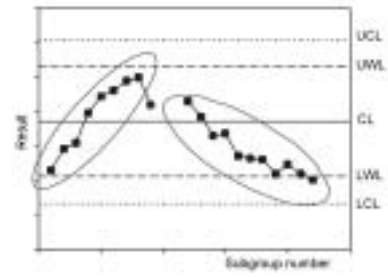
รูปที่ 4 มีหนึ่งข้อมูลออกนอกขอบเขตควบคุม



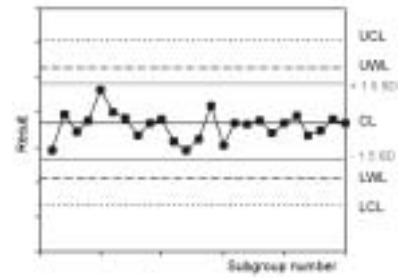
รูปที่ 5 2 ใน 3 ของข้อมูลที่ต่อเนื่องกันอยู่นอกเขตเตือน



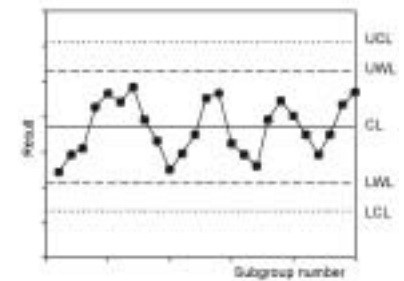
รูปที่ 6 มีข้อมูลต่อเนื่องกัน 7 จุด หรือมากกว่าอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลาง



รูปที่ 7 มีข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน 6 จุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หรือลดลง



รูปที่ 8 มีข้อมูลต่อเนื่องกัน 15 จุด เข้าใกล้เส้นกลาง



รูปที่ 9 มีลักษณะเป็นวัฏจักร



ความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้น
ในกระบวนการวิเคราะห์ทดสอบ
จะปรากฏขึ้นที่แผนภูมิควบคุม เมื่อ
พบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น จะต้อง
หาสาเหตุและแก้ไขข้อบกพร่องที่
เกิดขึ้น ก่อนทำการวิเคราะห์ทดสอบ
ต่อไป

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม
จะทำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น
ในกระบวนการวิเคราะห์ เช่น มีการ
สอบเทียบเครื่องมือ การปรับปรุงวิธี
วิเคราะห์ หรือมีการเปลี่ยนสารเคมี
ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบ เป็นต้น
ถึงแม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นใน

กระบวนการวิเคราะห์ ก็ควรตรวจ
สอบแผนภูมิอยู่เสมอ เนื่องจาก
กระบวนการวิเคราะห์แม้จะควบคุม
ดีแล้ว ก็สามารถเกิดการเบี่ยงเบน
ได้ตลอดเวลา โดยปกติควรสร้าง
แผนภูมิควบคุมใหม่ทุกๆ 6 เดือน.



เอกสารอ้างอิง

- Evans, J.R. and Lindsay, W.M. **The management and control of quality.** 4thed. Ohio :
South-Western College Publishing, 1999. p.648-693.
- Griffith, G.K. **The quality technician's handbook.** 3rd ed. Ohio : Prentice Hall, 1996.
p.454-459.
- International Organization for Standardization. **Shewhart control charts. ISO 8258.**
1991.

ข่าวทั่วไป วศ.



(1)

ดร.อิทธิ พิษเขนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แสดงข่าวเรื่อง การป้องกันโรคเชื้อราในผลิตภัณฑ์ผักตบชวา ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (31 ก.ค. 2546)

(2)

คณะกรรมการตรวจสอบภาคราชการได้ตรวจเยี่ยม ติดตาม และดูงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี ดร.อิทธิ พิษเขนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้ข้อมูลและต้อนรับ (27 ส.ค. 2546)



(3)

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดการสัมมนาเรื่อง “กรมวิทยาศาสตร์บริการกับบทบาทการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการทดสอบ” โดยมี ดร.อิทธิ พิษเขนทรโยธิน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการเปิดสัมมนา ณ โรงแรมเซ็นจูรี่พาร์ค กรุงเทพฯ (29 ส.ค. 2546)



(4)

ดร.สุจินดา ไซตีพานิช รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และคณะผู้บริหาร วางพานประดับพุ่มดอกไม้ ถวายสักการะพระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องในวันสถาปนาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ บริเวณหน้าอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (18 ส.ค. 2546)



(5)

โครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดสัมมนาเรื่อง “สรุปผลงานชุดโครงการการพัฒนากระบวนการคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมี” โดยมี นายชัยวุฒิ เลาเวศ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมเป็นวิทยากรในการสัมมนา ณ โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ



ข่าวทั่วไป วศ.



(6, 7)

นายแพทย์กระแส หนองวงศ์ ที่ปรึกษานายกรัฐมนตรี เป็นประธานเปิดการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำบาดาล และผลิตเครื่องกรองน้ำสำหรับครัวเรือน รุ่นที่ 2 ให้แก่ เจ้าหน้าที่บริหารองค์กรส่วนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน และผู้สนใจ ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่

(8)

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเบื้องต้น” รุ่นที่ 4 แก่ผู้สนใจ ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(9)

โครงการศูนย์ปฏิบัติการแก้วและกระจก สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดสัมมนาเรื่อง “การแก้ปัญหาคำหินในแก้ว” ณ โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์ กรุงเทพฯ

(10, 11)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดอบรมหลักสูตรต่าง ๆ ได้แก่ เทคนิคการเตรียมสารละลาย เทคนิคการจัดการสารเคมีและสารละลาย การสอบเทียบเพื่อหาค่า Uncertainty of measurement, Internal Audit, Method Validation, การสอบเทียบและทวนสอบเครื่องแก้ว การใช้และดูแลเครื่องมือวัด ฯลฯ แก่ผู้สนใจ

ข่าวทั่วไป วศ.



12

(12)

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำเทคโนโลยีเรื่อง การป้องกันการเกิดเชื้อราในผลิตภัณฑ์ผักสดชวาไปถ่ายทอดให้แก่ กลุ่มแม่บ้านผลิตภัณฑ์ผักสดชวาบ้านแม่ไสหุง จ.พะเยา



12

(13)

สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดอบรม “เทคนิควิธีการผลิตกระดาษด้วยแบคทีเรียเซลลูโลส และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ” ณ สำนักงานเกษตร จ.สมุทรสาคร



13

(14, 15)

โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การวิเคราะห์วิตามินเอ อี ในอะซินและวิตามินบี 6 ในอาหาร” และ “พื้นฐานทั่วไปทางจุลชีววิทยา-อาหาร” ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



14



15

ข่าวทั่วไป วศ.



(16)

Dr. Laurie Besley จาก National Analytical Reference Laboratory, ออสเตรเลีย เข้าร่วมการดำเนินงานทดสอบทางด้านเคมี

(17, 18)

คณะนักศึกษา จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เข้าร่วมห้องปฏิบัติการของโครงการเคมี และโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

(19, 20)

สถานีโทรทัศน์ไทยทีวีสี ช่อง 3 บันทึกเทปผลงานวิจัยเรื่อง “การผลิตเชื้อเวียนทำใหม่จากเศษกระดาษกล่องนม” และ “การผลิตกระดาษด้วยแบคทีเรียเซลลูโลส (parchment)” เพื่อเผยแพร่ในรายการสารคดีรู้ค่าพลังงาน



เทคโนโลยีการผลิตอาหาร

เทคโนโลยีการผลิตอาหาร

ด้วยความดันสูง (High pressure processing)

สุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

มนุษย์

รู้จักที่จะใช้ความร้อนในการหุงต้ม ถนอมอาหาร และฆ่าเชื้อโรคมานานแล้ว แต่การผลิตอาหารด้วยความร้อนทำให้กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และสีของอาหารเปลี่ยนแปลงไป รวมถึงคุณค่าอาหารและวิตามินต่างๆ บางส่วนสูญเสียไปด้วย ด้วยกระแสความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภคที่จะรับประทานอาหารที่มีรสชาติ มีคุณภาพสูง สะอาดปราศจากเชื้อโรค สามารถเก็บได้นาน โดยที่ผ่านกระบวนการผลิตเพียงเล็กน้อย และใช้วัตถุดิบอาหารน้อยที่สุด ร่วมกับความก้าวหน้าของการพัฒนาเทคโนโลยีความดันสูง ได้จุดประกายความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในอุตสาหกรรมการถนอมอาหาร รวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ เทคโนโลยีความดันสูงนี้ไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ เนื่องจากได้มีการใช้ในอุตสาหกรรมผลิตวัสดุหลายประเภทมานานแล้ว เช่น เซรามิก คาร์บอนกรไฟต์ พลาสติก แต่ความสนใจเกี่ยวกับศักยภาพของการใช้ความดันในการผลิตอาหารมีเมื่อไม่นานมานี้เอง ผลของความดันสูงต่อจุลินทรีย์ในอาหารและตัวอาหารเองมีรายงานครั้งแรกในปี ค.ศ.

1899 แต่มีการนำมาใช้ในการผลิตอาหารจริงๆ ไม่กี่ปีมานี้เองโดยพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น แต่ในขณะนี้เทคโนโลยีระบบดังกล่าวกำลังเป็นที่นิยมในยุโรป เทคโนโลยีการผลิตอาหารด้วยความดันสูงนี้เรียกกันอีกชื่อหนึ่งคือ การพาสเจอร์ไรส์เย็น (Cold Pasteurization)

การผลิตอาหารด้วยความดันสูงเป็นเทคโนโลยีการผลิตอาหารที่ไม่ใช้ความร้อน แต่ใช้ความดันสูงในการผลิต หลักการของเทคโนโลยีนี้คือ เมื่อใช้ความดันสูงประมาณ 100-1,000 MPa (1,000 -10,000 บาร์) ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิของอาหารจะสูงขึ้นเล็กน้อยด้วย วิธีการนี้จะใช้เวลาในการผลิตสั้นมากคือ อยู่ในช่วง 2-30 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการผลิตด้วยกระบวนการนี้มี สี กลิ่น รส ที่คงสภาพเดิมที่ใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด รวมถึงยังคงคุณค่าทางโภชนาการไว้ด้วย

การผลิตโดยใช้เทคโนโลยีความดันสูงนี้มี 2 แบบ คือ

1. บรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์แล้วผ่านให้ได้รับความดันในบรรจุภัณฑ์
2. ผลิตอาหารและผ่านความดันบรรจุในลักษณะปริมาณบรรจุ

มาก (Bulk) แล้วจึงมาแบ่งบรรจุภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้นิยมใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกผักและผลไม้เป็นส่วนใหญ่ แต่เริ่มมีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ๆ บ้างแล้ว เช่น เนื้อสัตว์ แสม อาหารทะเล ขนมหุงต้ม และไอศกรีมผสมเนื้อผลไม้

หลักการของการใช้ความดันสูงของ High pressure effects

เมื่อของเหลวซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักถูกแรงกดดัน ปริมาตรโดยรวมของของเหลวนั้นจะลดลงเล็กน้อย ซึ่งจะมีผลทำให้สารที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในของเหลวเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเพื่อที่จะปรับสมดุลของการเปลี่ยนแปลงสถานะนี้จะเป็นไปตามหลักของเลอชาเตอลิเอร์ (Le Chatelier's Law) ในกรณีของอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลัก ๆ เช่น การสร้างหรือทำลายพันธะนอน-โควาเลนต์ (non-covalent) อันได้แก่ พันธะไฮโดรเจน พันธะเชิงไอออน และพันธะ hydrophobic

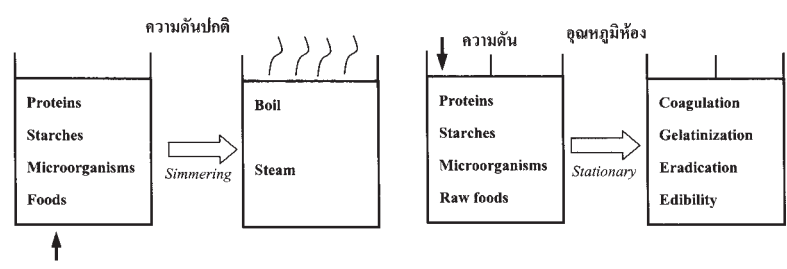
อย่างไรก็ดีพันธะโควาเลนต์จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายใต้ความ



ดันสูงถึง 10,000 บาร์ ซึ่งของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง (type VI ice*) ที่ความดันนี้ ดังนั้นสารประกอบโมเลกุลขนาดใหญ่ที่พันธะนอน-โควาเลนต์ (non-covalent) มีความสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงาน เช่น สารประกอบและสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีน นิวคลีอิกแอซิด (nucleic acids) โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) และไขมัน โครงสร้างจะถูกทำลายและสูญเสียประสิทธิภาพการทำงานภายใต้สภาวะความดันสูง ในขณะที่สารประกอบโมเลกุลขนาดเล็กที่ไม่มีพันธะนอน-โควาเลนต์ (non - covalent) เช่น วิตามิน กลีเซอรอล ฯลฯ รวมทั้งสารประกอบโมเลกุลขนาดใหญ่ที่โครงสร้างถูกทำลายไปแล้ว เช่น ผ่านการให้ความร้อนมาแล้ว จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น

* ในปัจจุบันมีน้ำแข็ง 9 แบบที่ทราบกัน น้ำแข็งแบบที่ 6 (type VI ice) มีสภาพเป็นของแข็งซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ของเหลวถูกกดดันภายใต้สภาวะความดันสูงอย่างน้อย 10,000 บาร์ ที่อุณหภูมิปกติ จึงมีความหนาแน่นสูงและจมน้ำ ส่วนน้ำแข็งธรรมดา คือ น้ำแข็งแบบที่ 1 (type I ice) เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือต่ำกว่า 0°ซ. ที่ความดัน 1 บรรยากาศ จะมีความถ่วงจำเพาะต่ำและลอยตัวในน้ำ

ภาพที่ 1 กระบวนการที่เกิดขึ้นกับอาหารและองค์ประกอบของอาหารที่อยู่ในน้ำ เมื่อให้ความร้อนและความดันสูง



ปรากฏการณ์หนึ่งที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะความดันสูง ได้แก่ การหยุดยั้งขบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นด้วยสมดุลอันสลับซับซ้อนของพันธะนอน-โควาเลนต์ ปรากฏการณ์นี้รวมถึงความสามารถในการฆ่าแบคทีเรีย (แต่สปอร์ของแบคทีเรียสามารถทนต่อความดันสูงๆได้) และหยุดการทำงานของ (deactivation) ของเอนไซม์ เนื่องจากการใช้ความดันจะทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติดั้งเดิม (denature) ที่แตกต่างไปจากการใช้ความร้อน จึงเป็นที่คาดหวังว่าการประยุกต์ใช้ความดันจะทำให้ได้อาหารที่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่แปลกใหม่เกิดขึ้น

ผลของความดันสูงต่อจุลินทรีย์

ความดันสูงทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง เช่น รูปร่างของเซลล์ กลไกทางพันธุกรรม ปฏิกิริยาทางชีวเคมี เซลล์เมมเบรน และ

สารเคลือบบนสปอร์ เซลล์เมมเบรน เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการขนส่งและหายใจของเซลล์ หากเซลล์เมมเบรน ถูกทำลายจะทำให้เซลล์ตายได้ พบว่าจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ถูกทำลายด้วยความดันสูงจะสูญเสียการทำงานของเซลล์เมมเบรนนั่นเอง นอกจากนี้ อาจเกิดการสูญเสียคุณสมบัติดั้งเดิม (denaturation) ของโปรตีนและเอนไซม์ การสังเคราะห์ดีเอ็นเอและสารพันธุกรรมอื่น ๆ ไม่สมบูรณ์ และเกิดการแข็งตัวของเมมเบรนฟอสโฟลิปิด (membrane phospholipids)

สปอร์ของแบคทีเรียจะมีความต้านทานต่อความร้อน รังสี และความดันสูงกว่าเซลล์ปกติ ที่อุณหภูมิห้องเซลล์ปกติจะไม่เจริญที่ความดัน 3000 กก.ต่อ ซม.² (294 MPa) แต่ต้องใช้ความดันถึง 6,000 กก.ต่อ ซม.² (589 MPa) และอุณหภูมิสูงถึง 50-70°ซ. จึงจะทำลายสปอร์ได้ อย่างไรก็ตามความดันสูงช่วยกระตุ้นการงอกของสปอร์ทำให้มันสูญเสียความต้านทานต่อความร้อนและความดันสูง ดังนั้นการให้ความดันประมาณ 400 MPa ร่วมกับการให้ความร้อน (60-90°ซ.) หรือให้ความดันกลับไป-มาระหว่าง 50 และ 400 MPa จะสามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย รวมถึงยีสต์และเชื้อราด้วย แต่ยังมีสปอร์ของจุลินทรีย์บางตัวเช่น *Byssochlamys nivea* ที่สามารถต้านทานสภาวะนี้ได้

องค์ประกอบของอาหารก็มีผลต่อความต้านทานความดันสูงของจุลินทรีย์ นมและเนื้อสัตว์ช่วย



ป้องกันจุลินทรีย์จากความดันสูงเช่นเดียวกับน้ำตาล แต่ความเป็นกรดของอาหารทำให้จุลินทรีย์ถูกทำลายได้ง่ายขึ้น รวมทั้งทำให้อัตราการตายของเซลล์ที่บาดเจ็บหลังจากได้รับความดันสูงเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นอาหารที่เป็นกรด เช่น น้ำผลไม้จึงเหมาะที่จะใช้เทคโนโลยีความดันสูงนี้เพราะสามารถใช้ความดันที่ไม่ต้องสูงมาก ทำให้อาหารยังคงความสดในเรื่องกลิ่นรส และสีเดิมของอาหารไว้ได้มาก

นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก็มีผลต่อปฏิกิริยาของเซลล์ต่อความดัน เซลล์ในช่วงที่กำลังเพิ่มจำนวนและเติบโต (log phase) จะถูกทำลายด้วยความดันสูงได้ง่ายกว่าในช่วงอื่น

ผลของความดันสูงต่ออาหาร

ผลของความดันสูงต่ออาหารเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญต่อการใช้เทคโนโลยีนี้ในการผลิตอาหารในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากความดันสูงสามารถเปลี่ยนโครงสร้างของโปรตีนและกล้ามเนื้อ มีผลต่อการเกิดเจล (gelatinization) ของแป้ง และการแข็งตัวของไขมัน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการปรับปรุงเนื้อ (texture) ของอาหารก็เป็นที่น่าสนใจนอกเหนือจากการใช้ในการถนอมอาหาร

ความดันสูงทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนไป อันมีผลทำให้การทำงานของโปรตีนนั้นๆ เปลี่ยนไปด้วย โปรตีนอาจจะตกตะกอนหรือสร้างเจลในรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปจากเจลที่ได้จากการให้ความร้อน จากการศึกษพบว่าเจลของไข่ขาวที่เกิดจากการให้ความดันสูงจะแตกต่างจากเจลที่ได้จากการให้ความร้อน ตารางที่ 1 เป็นข้อมูลเปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของโปรตีนเจลของอาหารต่างๆ เช่น ไข่ ปลา เนื้อ นม โปรตีนถั่วเหลืองที่เกิดจากการให้ความร้อนหรือความดัน

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของโปรตีนเจลที่เกิดจากการให้ความดันหรือความร้อน

คุณลักษณะ	ความดัน	ความร้อน
การเปลี่ยนสี	X	✓
ความเงา	สูง	ต่ำ
ความใส	สูง	ต่ำ
ความละเอียดของเนื้อสัมผัส	สูง	ต่ำ
ความเรียบ	สูง	ต่ำ
การเปลี่ยนรสชาติ	X	✓
ความแข็ง	ต่ำ	สูง
ความยืดหยุ่น (Elasticity)	✓	✓
ความสามารถในการยืดตัว (Extensibility)	สูง	ต่ำ
การยึดตัว (Adhesiveness)	สูง	ต่ำ
การเปลี่ยนปริมาตร	ลดลง	เพิ่มขึ้น

ความดันสูงมีผลต่ออาหารแป้งหลายประการ เช่น ทำให้เกิดการสร้างเจล ซึ่งมีสมบัติต่างจากเจลที่ได้จากความร้อน ทำให้อาหารมีรสหวานขึ้นเนื่องจากแป้งจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแป้งพองตัวขึ้น แต่สีของอาหารจะเข้มขึ้นด้วย

ในไขมัน ความดันสูงมีผลทำให้ไตรกลีเซอไรด์มีจุดหลอมเหลวที่สูงขึ้น ทำให้ไขมันซึ่งปกติจะอยู่ในรูปของเหลวจะแข็งตัวเมื่อได้รับความดัน มีการนำคุณสมบัตินี้มาใช้ในการตกผลึกช็อกโกแลต เนยโกโก้ วิปป์ครีม และครีมกาแฟ

การประยุกต์ใช้

การถนอมอาหาร

เทคโนโลยีความดันสูงสามารถทำลายหรือลดเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย รวมทั้งยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ทำให้อายุการเก็บของอาหารยาวนาน โดยเฉพาะอาหารที่จำเป็นต้องแช่เย็น เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับอาหารสด น้ำผลไม้ แยม สลัด เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม และอาหารทะเล เนื่องจากสามารถรักษารสชาติตามธรรมชาติของอาหารนั้นไว้ได้ อย่างไรก็ดีเรายังคงต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอาหารที่เกิดขึ้นจากการให้ความดันไปพร้อม ๆ กันด้วย

ความปลอดภัยของอาหาร

การประยุกต์ความดันสูงเพื่อทำลายหรือลดปริมาณเชื้อโรคใน



อาหารมีการใช้ในวงการอาหารได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นสิ่งที่ขาดเสียมิได้สำหรับการบริโภค เช่น การทำลายเชื้อ *Listeria* ในผลิตภัณฑ์เนื้อ เชื้อ *ซาลโมเนลลา* ในไข่และเนื้อไก่ เชื้อ *ไวรัส* ในหอยนางรม

การรักษากลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของอาหาร

รสชาติและกลิ่นของอาหารจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่ออาหารผ่านการให้ความดัน เทคนิคการฆ่าเชื้อโดยไม่ทำลายรสชาติของอาหารนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางกับอาหารกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งจะผ่านขั้นตอนอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้นก่อนการบริโภค ปัจจุบันกำลังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของอาหารที่ถูกให้ความดัน รวมทั้งวิธีการที่จะบรรลุถึงเป้าหมายในการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าว

สารที่ไวต่อความร้อน

การผลิตอาหารด้วยความดันสูงเหมาะกับอาหารสุภาพ เพราะจะไม่ทำให้สารที่ไวต่อความร้อน เช่น กลิ่น รส สารอาหาร และชีวสารที่ไวต่อปฏิกิริยาอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงมาก จึงเหมาะที่จะใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ แยม ผักและผลไม้สด การผลิตและเก็บรักษายา การเตรียมเลือด รวมทั้งอาหารเลี้ยงเชื้อ

เทคโนโลยีชีวภาพ

ในวงการอาหาร วิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม มีบางกรณีที่ต้องการผลจากการให้ความร้อน

โดยไม่ใช้ความร้อนและหลายกรณีที่ไม่เหมาะที่จะใช้ความร้อน (ถ้าเป็นไปได้) ซึ่งในกรณีดังกล่าวอาจนำความดันมาประยุกต์ใช้ได้ ตัวอย่างของการนำความดันสูงมาประยุกต์ใช้ได้แก่

1. การควบคุมปฏิกิริยาเอนไซม์ → การผลิตสารที่มีประโยชน์
2. Inactivation ของเอนไซม์แบบผันกลับไม่ได้ → เหล้าสาเกบริสุทธิ์
3. Geletion ของโปรตีน → การปรับปรุง texture
4. Gelatinization ของแป้ง → Food material ใหม่ ๆ
5. การฆ่าเชื้อ ฆ่าแมลง ฯลฯ → น้ำผลไม้ เนื้อสัตว์
6. การควบคุมและหยุดยั้ง maturation → ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก
7. การควบคุมการงอกของเมล็ดในอุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช
8. การเปลี่ยนแปลงจุด equilibrium ของน้ำแข็ง → การเก็บรักษาและขนส่งอาหาร
9. การแพทย์และเภสัชภัณฑ์ → sterilization & disinfection

ปัญหาและอุปสรรค

แม้ว่าเทคโนโลยีความดันสูงจะมีประโยชน์และสามารถประยุกต์ใช้ได้มาก แต่เทคโนโลยีนี้ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือลักษณะการผลิตจะเป็นแบบชุดการผลิต (Batch Processing) หรือแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semicontinuous) ปริมาณการผลิตต่อครั้งโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 50 ลิตรสำหรับอาหารที่เป็นของแข็งหรือเป็นชิ้น และ 200 ลิตรสำหรับอาหารเหลว เนื่องมาจากข้อจำกัดของขนาดถังความดัน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูง นอกจากนี้การลงทุนครั้งแรกจะสูงมาก เนื่องจากอุปกรณ์และเครื่องมือจะมีราคาแพงมาก

ปัญหาที่พบในการนำเทคโนโลยีนี้ยังมาจากการขาดความรู้พื้นฐาน และเทคโนโลยีที่ยังไม่ก้าวหน้า เนื่องจากเทคโนโลยีนี้ยังใหม่ เช่น การศึกษากลุ่มอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำโดยเฉพาะผลต่อเชื้อและที่อกซิจินของเชื้อ *คลอสตริเดียม โบทูลินัม* การศึกษาทางชีวเคมีของอาหารและผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค เนื่องจากอาหารจะมีโครงสร้างทางฟิสิกส์และเคมีที่ต่างไปจากอาหารที่ผ่านความร้อน นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมนุษย์ไม่มีประสบการณ์ในการใช้ความดันมาก่อน ทำให้การคาดคะเนผลของการใช้ความดันเป็นเรื่องยาก เช่น เราพอจะเดารสชาติของมะละกอดัดได้ แต่ไม่แน่ใจว่ามะละกอกที่ผลิตด้วยความดันจะมีรสชาติอย่างไร ซึ่งเนื่องมาจากการที่มนุษย์คุ้นเคยกับการใช้ความร้อนจนทำให้สามารถคาดคะเนรสชาติที่จะเกิดขึ้นได้ แม้จะยังไม่เคยลองชิมเลยก็ตาม ในขณะที่การใช้ความดันเพิ่งจะเริ่มต้นขึ้นเท่านั้น

งานวิจัยและความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

ด้วยความก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมเครื่องมือและอุปกรณ์ ปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์และเครื่องความดันสูงที่มีความจุหลายพันลิตรในการผลิตเซรามิกในแง่ของความปลอดภัยต่อมนุษย์ ถ้ามีการปรับปรุงอุปกรณ์ดังกล่าวในบางจุด



จะทำให้สามารถนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการแปรรูปอาหารได้ สำหรับอุปกรณ์ทดลองขนาดเล็กที่สามารถใช้กับอาหารได้ ปัจจุบันมีวางจำหน่ายแล้ว และงานวิจัยพัฒนาอุปกรณ์สำหรับใช้กับอาหารเหลวกำลังดำเนินอยู่

ที่ผ่านมาเทคโนโลยีที่กล่าวถึงนี้มีอุปสรรคที่สำคัญ คือ อัตราการผลิตต่ำ และค่าใช้จ่ายสูง แต่ ณ วันนี้ปัญหาดังกล่าวได้รับการแก้ไขแล้วโดยบริษัทผู้ผลิต 4 แห่ง ประกอบด้วย บริษัท National Forge ของเบลเยียม บริษัท GEC Alstom ของฝรั่งเศส บริษัท Mitsubishi Heavy Industries ของญี่ปุ่น และบริษัท Kobe Steel ของญี่ปุ่น ได้ทำการพัฒนาปรับปรุงเครื่องจักรการผลิตให้มีอัตราการผลิตสูงขึ้น

สำหรับผู้นำในตลาดของเทคโนโลยีความดันสูง (High Pressure Processing) ขณะนี้คือ ไฮเปอร์บาร์ (Hyperbar) ของบริษัท GEC Alstom แห่งประเทศฝรั่งเศส ซึ่งนำออกสู่ตลาดเมื่อเดือนมีนาคม 2540 นับเป็นเครื่องแรกที่ยกแบบ

มาในลักษณะแนวระนาบและมีการทำงานกึ่งต่อเนื่อง ลูกค้ายรายแรกที่ไฮเปอร์บาร์ คือ Pares-based Ulti Co. ซึ่งใช้ในการผลิตน้ำผลไม้สดจำพวกส้มคุณภาพสูงให้กับห้างมาร์ค แอนด์ สเปนเซอร์ (Marks & Spenser) ในฝรั่งเศส น้ำผลไม้ที่บริษัทนี้ผลิตจะบรรจุในขวดพลาสติก HDPE และปิดผนึกด้วยฝา PP ก่อนจะนำไปฆ่าเชื้อด้วยความดัน 500 MPa

สรุป

สภาวะความดันสูงต่อของเหลวสามารถนำมาใช้ในงานวิจัยและอุตสาหกรรมได้เช่นเดียวกับความร้อนมนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวที่รู้จักใช้ไฟและยังพบว่าความดันก็มีศักยภาพในการใช้งานกว้างขวางในที่สุด ซึ่งความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมด้านอุปกรณ์และเครื่องมือ จะช่วยให้การใช้ความดันในอุตสาหกรรมอาหารเป็นจริงขึ้นมาได้

เทคโนโลยีการใช้ความดันสูงมีประโยชน์มากในอุตสาหกรรมอาหาร ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับวงการวิทยาศาสตร์การอาหาร

และอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันช่วยทำให้สามารถผลิตอาหารที่มีคุณภาพสูงขึ้น แต่ในการพัฒนาการประยุกต์ใช้ความดันอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลของความดันต่อแป้ง ไชมัน และโปรตีน ในขณะเดียวกันจะต้องมีการค้นคว้าในแง่ความปลอดภัย และบทบัญญัติเกี่ยวกับการใช้ความดันกับอาหาร การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีนี้ในอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย รวมทั้งอุตสาหกรรมอื่นๆ การแพทย์และเภสัชกรรม จะเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะทำให้ประเทศไทยเป็นผู้นำในวงการอาหารส่งออก โดยเฉพาะอาหารทะเล ผักและผลไม้สด และอาหารสุขภาพ ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตและส่งออกอยู่แล้ว

ดังนั้นการใช้ความดันสูงจึงเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ไม่เพียงแต่ในด้านการแปรรูป และถนอมอาหาร เช่นเดียวกับการใช้ความร้อนเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่กว้างออกไปอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

Food processing gets freshly squeezed. 2545. [ออนไลน์.] Available : <http://www.high-pressure.org.uk/Under%20pressure.htm>. 1 มีนาคม 2545.

High pressure processing. เทคโนโลยีการผลิตอาหารแห่งอนาคต. 2545. [ออนไลน์.] Available : <http://www.aerosia.com/foodnews16.htm> . 23 สิงหาคม 2545.

Hoover, D.G. Pressure effects on biotechnology systems. **Food Technology**, June, 1993, vol.47 no.6, p.150-155.

Leadley, C.E. and Williams, A. High pressure processing of food and drink - an overview of recent developments and future potential. Gloucestershire : Campden & Chorleywood Food Research Association. 1997. (CCFRA New Technologies Bulletin No.14)



สาร **สนเทศวิทยาศาสตร์**

และเทคโนโลยีไทย เพื่อการสร้างรายได้สร้างอาชีพ

สารวา ดำแดง

หลายท่านอาจคิดว่า สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือที่เรียกกันว่า “สารสนเทศว&ท” นั้นยากที่จะเข้าถึง เป็นข้อมูลไกลตัว ผู้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ มักอยู่ในแวดวงนักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการ นักอุตสาหกรรม หรือบุคลากรในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ในความเป็นจริงประเทศที่พัฒนาแล้วจะใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือนำพาประเทศเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ที่ประเทศประสบปัญหาเศรษฐกิจชะลอตัว ภาครัฐและเอกชนต้องระดมความร่วมมือในการแก้ปัญหาเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจของชาติที่เห็นผลได้ชัดเจนคือ การปรับฐานการผลิตภาคอุตสาหกรรมในระดับรากหญ้าให้มีความเข้มแข็งทั่วทุกภูมิภาค จึงเกิดโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อให้ชุมชนท้องถิ่นสามารถเลี้ยงตัวเองได้ ต้องยอมรับว่าส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้ประโยชน์ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการเพิ่มพูนความรู้ พัฒนาทักษะการผลิตให้ได้คุณภาพทั้งตัวสินค้าและบรรจุภัณฑ์

เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นแหล่งให้บริการสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการส่งเสริมให้มีการนำสาระของข้อมูลความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ประโยชน์พัฒนาในงานสร้างอาชีพ เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาเศรษฐกิจของชาติ จากสถิติการให้บริการในช่วง 5 ปี หลังจากเกิดผลกระทบวิกฤตการณ์เงินของประเทศที่ผ่านมา สำนักหอสมุดฯ ได้รับการติดต่อเพื่อขอค้นข้อมูลภาษาไทยเพื่อการประกอบอาชีพ จากผู้ใช้ห้องสมุดเป็นจำนวนมากและทวีจำนวนขึ้นเรื่อยๆ สำนักหอสมุดฯ จึงได้จัดหาและรวบรวมข้อมูลเพื่อการประกอบอาชีพสนองความต้องการ ผู้ใช้ห้องสมุดให้ได้มากที่สุด

ประเภทข้อมูลและสิ่งพิมพ์

สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาษาไทย ที่สำนักหอสมุดฯ มีให้บริการโดยทั่วไปเป็นข้อมูลเพื่อการศึกษา ค้นคว้าทางวิชาการ รายงานการศึกษาค้นคว้าทดลอง ผลการ

วิเคราะห์วิจัย โดยได้ทำการรวบรวมสิ่งพิมพ์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ผลิตออกเผยแพร่ตั้งแต่เริ่มแรกจนถึงปัจจุบัน ทั้งสิ่งพิมพ์ต่อเนื่องและเอกสารวิชาการ อาทิ ข่าวสาร เชมรามิก จดหมายข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ บทความวิทยุกระจายเสียงรายการสาระขามบายฯ ผลการปฏิบัติงานประจำเดือน รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ สรุปผลงานเด่นกรมวิทยาศาสตร์บริการในรอบ 4 เดือน และสิ่งพิมพ์เผยแพร่อื่นๆ ที่สำนักหอสมุดฯ ได้รวบรวมจัดหาเอกสารจากภายนอกเพิ่มเติม ทั้งจัดซื้อและอภินันทนาการจากหน่วยงาน ราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา สมาคมวิชาชีพเฉพาะ และหน่วยงานราชการ

ในที่นี้จะขอจัดประเภทสิ่งพิมพ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ข้อมูลความรู้เพื่อการพัฒนาอาชีพออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. หนังสือ ให้ข้อมูลกรรมวิธีการผลิตและภาพประกอบแสดงขั้นตอนการผลิตอย่างละเอียด



2. วารสาร ให้ข้อมูลความรู้ที่เป็นปัจจุบันจากผู้มีประสบการณ์ตรงเจ้าของสูตรผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นจากทุกภูมิภาค

3. กฤตภาค เป็นข่าวสาร ความเคลื่อนไหวปัจจุบัน เช่น ข้อมูลจำเพาะอาชีพอิสระ ข้อมูลสินค้าชุมชน สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ช่องทางทำกิน และธุรกิจแฟรนไชส์ ที่คัดเลือกรวบรวมจากหนังสือพิมพ์รายวัน

บทความนี้ขอนำเสนอข้อมูลที่รวบรวมความรู้ด้านอาชีพที่อ่านเข้าใจง่าย สามารถทำการผลิตหรือประกอบการด้วยเทคโนโลยีอย่างง่าย ต้นทุนต่ำ ไร้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นหลายๆ อาชีพเจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นผู้มีประสบการณ์ตรงจนประสบความสำเร็จ บางอาชีพเกิดจากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ถ่ายทอดกันมาตั้งแต่บรรพชน ซึ่งยินดีให้คำแนะนำและถ่ายทอดกรรมวิธีการผลิตพร้อมเปิดธุรกิจแฟรนไชส์ร่วมกัน สำนักหอสมุดฯ เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการใช้ข้อมูลดังกล่าว จึงได้รวบรวมจัดทำดัชนีสืบค้นเรื่องภายใต้คำค้นเรื่อง “อาชีพ” และหัวข้อเฉพาะอาชีพต่างๆ เพื่อให้สามารถค้นเรื่องที่ต้องการได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งจะขอแนะนำอาชีพที่น่าสนใจ 5 กลุ่ม คือ

1. ผลิตภัณฑ์เส้นใยพืช การใช้ประโยชน์จากพืชเส้นใย

1.1 กระดาษหัตถกรรม : เป็นการนำวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น เช่น พืชต่างๆ ได้แก่ ปอสา หญ้าแฝก สับปะรด กากอ้อย กล้วย ฟางข้าว กระจูด ฯลฯ มาผลิตเป็น

กระดาษหัตถกรรมที่สวยงามและเป็นธรรมชาติ ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการมีนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญพร้อมให้คำแนะนำการผลิตดังกล่าว ข้างต้นแก่กลุ่มอาชีพที่สนใจ

1.2 ผลิตภัณฑ์ต่อยอด

กระดาษหัตถกรรม : นำกระดาษหัตถกรรมที่ได้ข้างต้นไปทำเป็นผลิตภัณฑ์จำพวกวัสดุใช้สอย เช่น กระดาษและซองจดหมาย บัตรอวยพร กล่องใส่กระดาษทิชชู กล่องเอนกประสงค์ ถุง กระเป๋า กรอบรูป แฟ้มเอกสาร แผ่นรองแก้ว ชุดผ่าตัด ชุดแต่งงาน ผลิตภัณฑ์กระดาษอัดเปเปอร์มาเชและกระดาษปั้นขึ้นรูปพืชและสัตว์ประดิษฐ์ต่างๆ เป็นกระปุกออมสินและเครื่องประดับ เป็นต้น

1.3 ดอกไม้ประดิษฐ์ :

ใช้วัสดุธรรมชาติที่หาง่ายและมีอยู่หลากหลาย เช่น เปลือกข้าวโพด รังไหม ไยบวบ เกล็ดปลา สนุขนมปัง แป้งข้าวเหนียว ธนบัตร ผ้าใยบัว กระดาษทิชชู มาทำเป็นดอกไม้ประดิษฐ์ที่สวยงาม นอกจากนี้ยังมีวัสดุธรรมชาติอื่นๆ ที่น่าสนใจ ได้แก่ เศษใบไม้ใบพืชจากยางพารา มะม่วง มะเกลือ ข่อย โพธิ์ ฯลฯ นำมาผ่านกรรมวิธีฟอกสีจนได้เชื้อไบโม่ที่ขาว และชุบสีขึ้นรูปเป็นดอกไม้ประดิษฐ์ต่างๆ ได้อย่างงดงาม ทำรายได้ดีไม่แพ้วัตถุดิบอื่นๆ หรือการนำกระดาษหัตถกรรม เช่นกระดาษสามาขึ้นรูปเป็นดอกไม้ประดิษฐ์ได้ทั้งดอกไม้ไทยและต่างประเทศ เช่น ดอกบัว มะลิ กล้วยไม้ กุหลาบ ทิวลิป ผีน ฯลฯ

1.4 หัตถกรรมและ

จักสาน : พืชที่มีอยู่ในท้องถิ่น ได้แก่ ผักตบชวา หญ้าแฝก กล้วย ฟางข้าวฯ

นอกจากทำกระดาษหัตถกรรมแล้ว ยังสามารถนำมาทำประโยชน์ได้อีกหลายอย่าง เช่น นำพืชเหล่านี้มาคัดเลือกกล้าต้น มัดตัดหรือริดเป็นเส้นผ่านการอบแห้งและถักทอเป็นเส้นเล็กๆ เพื่อทำผลิตภัณฑ์ตะกร้า กระบุง กระเป่า กรงแมว ตะกร้าไวน์ เข็มขัด หมวก รองเท้า ที่รองภาชนะ ฯลฯ

1.5 แผ่นไม้อัดจากวัสดุ

เกษตร : วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรยังสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก อาทิ แผ่นอัดจากหญ้าแฝกที่มีคุณสมบัติแข็งแรง ปลูกไม่กัดกินเนื้อไม้เหมาะทำเป็นชุดเครื่องเรือน ตู้ โต๊ะ ชุดรับแขก หรือการนำฟางมาเป็นส่วนผสมผลิตเป็นแผ่นฟางซิเมนต์ ทำเป็นวัสดุบุผนังได้ทั้งภายในและภายนอก

2. ผลิตภัณฑ์เส้นใยพืช การใช้ประโยชน์จากพืชเส้นใย

2.1 ยาฆ่าแมลงจากพืช

สมุนไพร : ข้อมูลที่น่าสนใจได้แก่ผลิตภัณฑ์กันยุงชนิดต่างๆ เช่น สเปรย์ รูปหอม เทียนหอม และน้ำหอมกันยุง สูตรยาฆ่าแมลงจากพืชสมุนไพร อาทิ สะเดา ตะไคร้-หอม ไพล ข่า ยาสูบ น้อยหน่า โหระพา หอม พริกไทย ดาวเรือง สาบเสือ ละหุ่ง ฯลฯ

2.2 น้ำสกัดชีวภาพ :

เป็นผลิตภัณฑ์จากซากพืชและสัตว์ผสมกับน้ำและน้ำตาลในอัตราส่วนที่กำหนด ผลิตง่าย ใช้ทำประโยชน์เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ให้โตเร็ว



และแข็งแรง หรือผสมเป็นยาฆ่าแมลงศัตรูพืช ตลอดจนเป็นส่วนผสมทำปุ๋ยน้ำรดพืชผักให้ปลอดโรคและแมลง

2.3 เครื่องสำอางสมุนไพร : เป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร เช่น แชมพู และครีมนวดผมหงู สสูตรสมุนไพรป้องกันรังแคและบำรุงเส้นผมจากว่านหางจระเข้ มะกรูด อัญชันฯ สบู่สมุนไพรชนิดก้อนและเหลวมีทั้งใช้ดูตัวและซักล้าง ครีมล้างหน้า ครีมบำรุงผิวสมุนไพร ยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปาก น้ำหอม น้ำยาระงับกลิ่นกาย

3. เคมมีภัณฑ์อย่างง่าย : จำพวกสูตรน้ำยาทำความสะอาด กระจก เครื่องแก้ว เครื่องสุขภัณฑ์ รถยนต์ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีน้ำยาซักแห้ง น้ำยาปรับผ้านุ่ม น้ำยายืดอายุแจกันดอกไม้ เป็นต้น

4. ผลิตภัณฑ์อาหาร : มีทั้งข้อมูลการแปรรูปและถนอมอาหาร ผลงานนักวิทยาศาสตร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ และข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสารภายนอก ตัวอย่างการผลิตอาหารที่น่าสนใจ ได้แก่ อาหารพื้นเมืองภูมิปัญญาไทย เช่น ข้าวเกรียบสมุนไพร แหนมปลา ปลาขยอ ปลาสัมปัก ปลาจ้อ ปลา-ร้าฝง ปลาร้าบรรจุขวด ไส้กรอก-อีสาน ไส้กรอกปลา หมูยอสมุนไพร ไข่เค็มสมุนไพร น้ำพริกเผาสมุนไพร เห็ดปรุงรส ขนมหินแห้งสำเร็จรูป ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง นมอัดเม็ด เทียนอบขนม ก๋วยเตี๋ยวจากพืชผัก ฯลฯ

5. การแปรรูปผักและผลไม้ : ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ ได้แก่

น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้ชนิดผงพร้อมดื่ม น้ำผัก น้ำสมุนไพร ชาจากพืชสมุนไพร ไวน์ผลไม้ ไวน์สมุนไพร สมุนไพรแช่อิ่ม ผักและผลไม้ดองเค็ม ดองเปรี้ยว ดองหวาน และแช่อิ่ม พืชผักบรรจุขวด ผลไม้บรรจุกระป๋อง แปรรูปผักผลไม้ลั่นตลาด เช่น ทูเรียนผง ทูเรียนกวน ข้าวเกรียบทูเรียน ทูเรียนแช่แข็ง ฯลฯ

เว็บไซต์แนะนำ

ขอเสนอรายชื่อเว็บไซต์ที่ได้ทำการรวบรวมและแยกตามประเภทบริการพอเป็นสังเขป เพื่อเป็นข้อมูลเสริมแนวทางการพัฒนาอาชีพ ดังนี้

1. ให้ข้อมูลบรรณานุกรมเพื่อเลือกสืบค้นในเบื้องต้น พร้อมสาระสังเขปเพื่อช่วยการตัดสินใจ ข้อมูลการวิจัยและพัฒนา มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สูตรและกรรมวิธีการผลิต ให้คำแนะนำปรึกษาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต สนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม พัฒนาฝีมือแรงงาน สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี

1.1 กรมวิทยาศาสตร์บริการ (<http://www.dss.go.th>)

1.2 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (<http://www.nstda.or.th>)

1.3 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (<http://www.nrct.go.th>)

1.4 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (<http://www.tistr.or.th/>)

1.5 สำนักงานมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (<http://www.tisi.go.th>)

1.6 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (<http://www.smethai.net/th>)

1.7 กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน (<http://www.dsd.go.th>)

1.8 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (<http://www.agro.ku.ac.th>)

1.9 สถาบันคั้นควาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (<http://www.ifrpd.ku.ac.th>)

2. ให้ข้อมูลสินค้าชุมชน สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ข้อมูลกลุ่มอาชีพและผลิตภัณฑ์เด่นในแต่ละตำบลทุกจังหวัด ผลิตภัณฑ์ผ่านเกณฑ์คัดเลือกจากคณะกรรมการศูนย์สารสนเทศชุมชนและพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ธุรกิจ SMEs แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านอินเทอร์เน็ต แหล่งผลิตและจำหน่ายสินค้า กระดาน-ข้าวผู้ซื้อผู้ขาย ฯลฯ

2.1 คณะกรรมการอำนวยการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์แห่งชาติ (<http://www.otopweb.com/>)

2.2 ไทยตำบลดอทคอม (<http://www.thaitambon.com>)

2.3 ระบบคลังข้อมูลสินค้าชุมชน (<http://www.siamvillage.net>)

2.4 หนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล สวทช. ภาคเหนือ (<http://www.1product1tambon.com>)

3. ให้ข้อมูลด้านการจัดการด้านการเงิน การตลาด แนะนำแหล่งเงินทุนช่วยขยายกิจการและ



ลงทุนใหม่ บริการสินเชื่อประเภทต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเกษตร ทัศนกรรม ธุรกิจSMEs ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ธุรกิจนำเข้าส่งออก ปรับปรุงโครงสร้างหนี้ ฯลฯ

3.1 ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (<http://www.baac.ar.th>)

3.2 ธนาคารออมสิน

(<http://www.gsb.or.th>)

3.3 ศูนย์ให้คำปรึกษาทางการเงินสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมและประชาชน (<http://www.sfac.or.th>)

ท่านที่สนใจข้อมูลสร้างรายได้สร้างอาชีพดังกล่าวข้างต้น สามารถเข้าค้นข้อมูลบรรณานุกรมได้ที่เว็บไซต์สำนักหอสมุดและศูนย์สาร

สนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

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

และหากต้องการอ่านตัวเล่มและรายละเอียดเพิ่มเติม เชิญติดต่อที่สำนักหอสมุดฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทร. 0-2201-7287-89 ในวันและเวลาราชการ



เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการส่งเสริมเผยแพร่สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อสร้างรายได้สร้างอาชีพ. กรุงเทพฯ : กรม, 2546. 39 หน้า.
 อรัญญา บุญมาเลิศ, บรรณาธิการ. เส้นทางสู่อาชีพธุรกิจชุมชน. กรุงเทพฯ : วิทยบรรณ, 2545, หน้า 127-143.



ดัชนี ชี้วัด

ความสามารถห้องปฏิบัติการ

นารท พรหมรังสรรค์

1) ดัชนีชี้วัดหรือตัวชี้วัด (indicator) หมายถึง ตัวประกอบ ตัวแปร หรือค่าที่สังเกตได้ ซึ่งใช้บ่งบอก ถึงสถานภาพหรือสะท้อนลักษณะของทรัพยากรการดำเนินงานหรือผลการดำเนินงาน ของกิจกรรมใดๆ หรือองค์กรใด ดัชนีชี้วัดเป็นค่าที่ระบุถึงปริมาณที่วัดได้ ในช่วงเวลาหรือภายในปริมาณที่กำหนด เราสามารถนำค่าชี้วัดที่ได้นี้ไปใช้ในการประเมินสถานภาพ หรือคาดการณ์ได้

ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ความตรง (validity) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องบ่งชี้ได้ตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดอย่างถูกต้องแม่นยำ ตัวบ่งชี้ที่สามารถชี้ได้แม่นยำตรงตามคุณลักษณะที่มุ่งวัดนั้นมีลักษณะดังนี้

1.1 ตรงประเด็น (relevant) มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณลักษณะที่มุ่งวัด

1.2 เป็นตัวแทน (representative) คุณลักษณะที่มุ่งวัดหรือมีมุมมองที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของคุณลักษณะที่มุ่งวัดอย่างครบถ้วน

2. ความเที่ยง (reliability)

จะต้องบ่งชี้คุณลักษณะที่มุ่งวัดได้อย่างน่าเชื่อถือคงเส้นคงวา หรือชี้วัดได้คงที่เมื่อทำการวัดซ้ำในช่วงเวลาเดียวกัน นั่นคือจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 มีความเป็นปรนัย (objectivity) การตัดสินใจเกี่ยวกับค่าของตัวบ่งชี้ ควรขึ้นอยู่กับสถานะที่เป็นอยู่หรือคุณสมบัติของสิ่งนั้นมากกว่าจะขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้ทดสอบ

2.2 มีความคลาดเคลื่อนต่ำ (minimum error) ค่าที่ได้จะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

3. ความเป็นกลาง (neutrality) จะต้องชี้วัดด้วยความเป็นกลาง ปราศจากความลำเอียง (bias) ไม่นิยมเอียงเข้าข้างฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ไม่นำมาโดยการเน้นการชี้วัดเฉพาะลักษณะความสำเร็จหรือล้มเหลว

4. มีความไว (sensitivity) จะต้องมีความไวต่อคุณลักษณะที่มุ่งวัด สามารถแสดงความผันแปรหรือความแตกต่างระหว่างหน่วยทดสอบได้อย่างชัดเจน โดยตัวชี้วัดจะต้องมีมาตรฐานและหน่วยที่มีความละเอียดพอ

5. สะดวกในการนำไปใช้ (practicality) คือ

5.1 เก็บข้อมูลได้ง่าย

(availability) ตัวชี้วัดที่ดีจะต้องสามารถนำไปใช้วัดหรือเก็บข้อมูลได้สะดวก สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากการตรวจ นับ วัด หรือสังเกตได้ง่าย

5.2 แปลความหมายได้ง่าย (interpretability) ตัวชี้วัดที่ดีควรให้ค่าการวัดที่มีจุดสูงสุด ต่ำสุด เข้าใจง่าย และสามารถสร้างเกณฑ์ตัดสินใจได้ง่าย

ตัวชี้วัดหรือดัชนีชี้วัดความสามารถห้องปฏิบัติการ จะสามารถบอกถึงการบรรลุถึงความสำเร็จของห้องปฏิบัติการนั้น ในที่นี้คือการได้รับการรับรองตาม ISO/IEC 17025 และการที่ห้องปฏิบัติการได้ปฏิบัติตามขั้นตอน GLP (Good Laboratory Practices) เช่น ของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือของประเทศญี่ปุ่น สำหรับการทดสอบความปลอดภัย ความเป็นพิษ ในอาหารหรือยา รวมทั้งห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC guide 43 สำหรับการบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ ตลอดจนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่ผลการทดสอบผ่านการประเมิน เป็นตัวชี้วัดความสามารถได้ระดับหนึ่ง



เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวชี้วัดความ สามารถห้องปฏิบัติการที่กล่าวมา แล้ว ได้จากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) โดยการจัดทำแบบสอบถามโดยตรง และข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) คือการเก็บข้อมูลจากแหล่ง อื่นๆ เช่น สืบค้นจากฐานข้อมูลที่มี อยู่ การซื้อข้อมูล เป็นต้น ข้อมูล

ทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่หาได้มากและ เร็ว ตรงประเด็น ส่วนข้อมูลปฐมภูมิ แม้เป็นข้อมูลตรงแต่ผู้ให้ข้อมูลอาจ ไม่ยินดีที่จะให้ข้อมูล ดังนั้นควรมี การเก็บข้อมูลทุติยภูมิก่อนแล้วเก็บ ข้อมูลปฐมภูมิเพื่อเปรียบเทียบ การเก็บข้อมูลปฐมภูมิสามารถ ทำได้โดย

- การขอสัมภาษณ์ทาง

โทรศัพท์

- การส่งจดหมาย การส่ง โทรสาร
- การสัมภาษณ์ตัวต่อตัว/ การไปเยี่ยมชม

การเก็บข้อมูลโดยวิธีต่าง ๆ อาจใช้รูปแบบเดียวกันหรือหลายวิธี ร่วมกัน แต่ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี สรุปได้ดังนี้

การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์	การส่งจดหมาย	การสัมภาษณ์ตัวต่อตัว/ การเยี่ยมชม
เสียค่าใช้จ่ายน้อย	เสียค่าใช้จ่ายน้อย	มีค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลมากกว่าแบบอื่น
ความถูกต้องของข้อมูลสูง	ความถูกต้องของข้อมูลปานกลาง	ความถูกต้องของข้อมูลสูงที่สุด
รวดเร็ว	ไม่แน่นอนขึ้นกับผู้ตอบกลับ	ต้องผ่านกระบวนการเตรียมการมาก
ความยืดหยุ่นในการถาม คำถามมีสูง	คำถามตายตัว	ความยืดหยุ่นในการถามคำถามมีสูง
เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย	เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย	ต้องเตรียมนัดหมายล่วงหน้า
ได้ข้อมูลจำนวนมาก	ได้ข้อมูลจำกัด	ได้ข้อมูลจำนวนมาก
อัตราการตอบกลับสูง	อัตราการตอบกลับต่ำ	อัตราการตอบกลับสูง
สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ จำนวนมาก	สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ จำนวนมาก	สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ จำนวนไม่มากนัก เนื่องจากต้องใช้ เวลามากกว่าแบบอื่น

ประโยชน์ของดัชนีชี้วัดความ สามารถห้องปฏิบัติการ สามารถ บอกถึงการบรรลุความสำเร็จโดย การวัด ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อ การติดตามประเมินผลความสำเร็จ

ของผลลัพธ์การดำเนินงานของห้อง ปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไป ใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น การผลิต การให้บริการทดสอบ/สอบเทียบ การให้คุณค่าของผลิตภัณฑ์ ลดการ

กีดกันทางการค้า ลดการทดสอบ ซ้ำซ้อน และการพัฒนาห้องปฏิบัติ การอย่างต่อเนื่อง จะช่วยเสริมสร้าง ความเข้มแข็งของห้องปฏิบัติการ ทดสอบ/สอบเทียบของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

- ศิริชัย กาญจนวาสี. ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545. หน้า 85 - 91
- ISO/IEC 17025-1999 : General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- บุญดี บุญญากิจ และกมลวรรณ ศิริพานิช. Benchmarking ทางลัดสู่ความเป็นเลิศทางธุรกิจ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2545. หน้า 34-45



การใช้เอนไซม์

กำจัดหมักพิษจากเศษกระดาษ

นิลาภา สุรสสาภินันท์

ปัญหา

ของการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ จะเกิดจากขั้นตอนการกำจัดหมักพิษที่ออกจากเยื่อซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากมาก โดยเฉพาะการกำจัดหมักพิษที่ออกจากเศษกระดาษประเภทกระดาษอัดสำเนา กระดาษโทรสาร และกระดาษพิมพ์ด้วยระบบเลเซอร์ สาเหตุก็คือหมักพิษของเศษกระดาษประเภทนี้มีลักษณะเป็นโคพอลิเมอร์ระหว่างสารประกอบสไตรีน (styrene) กับ อะคริเลต (acrylate) ซึ่งมีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติกและมีกรรมวิธีการพิมพ์ที่ต้องใช้ความร้อนขณะพิมพ์ ทำให้หมักพิษเกิดการหลอมรวมติดเข้ากับเส้นใยของกระดาษที่เป็นสารประกอบเซลลูโลส การกำจัดหมักพิษแบบเดิมเป็นการใช้สารเคมี เช่น โซดาไฟ ฯลฯ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยังต่อเนื่องไปยังระบบอื่นๆ อีกด้วย เช่น การสลัดน้ำออก การกระจายเยื่อเม็ดหมักแตกหลุดออกจากเส้นใย การลอยตัวของเม็ดหมักขึ้นเหนือผิวน้ำ และการล้างเยื่อ อีกทั้งเป็นกระบวนการที่ใช้ต้นทุนสูง และยังไม่สามารถกำจัดหมักพิษให้หลุดออกจากเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการค้นคว้าเอกสารพบว่าเกี่ยวกับกระบวนการกำจัดหมักพิษ

จากเศษกระดาษได้มีการใช้เอนไซม์บริสุทธิ์หลายชนิด เช่น xylanase cellulase, lipase, และ amylase นำมากำจัดหมักพิษออกจากเศษกระดาษได้ และการใช้เอนไซม์เหล่านี้ยังจะเป็นกรรมวิธีแบบใหม่ในการกำจัดหมักพิษชนิดใหม่ที่มีลักษณะอ่อนโยนเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้สารเคมีในการกำจัดหมักพิษแบบเดิม ทั้งนี้เพราะเอนไซม์เป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางชีวภาพจึงไม่ก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม แต่จากการค้นคว้าเอกสารรายงานพบว่าการกำจัดหมักพิษที่ใช้เอนไซม์บริสุทธิ์แทบทั้งสิ้น ไม่พบการใช้เอนไซม์ดิบ (crude enzymes) ในการกำจัดหมักพิษจากเศษกระดาษแต่อย่างใด คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดใช้เอนไซม์ดิบโดยตรง เช่น เอนไซม์เซลลูเลสดิบ (crude cellulase) ทั้งนี้เพราะมีปริมาณเอนไซม์ดิบอยู่มากพอสมควร ประกอบกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น เหมาะกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะสามารถผลิตเอนไซม์ดิบชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีต้นทุนการผลิตต่ำ และเทคโนโลยีการผลิตเอนไซม์บริสุทธิ์ภายในประเทศยังมีขีดจำกัด คือ ยังไม่สามารถผลิตเอนไซม์บริสุทธิ์ได้

ด้วยเหตุนี้กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงได้ศึกษาวิจัยการใช้เอนไซม์กำจัดหมักพิษจากเศษกระดาษ โดยเน้นการใช้เอนไซม์เซลลูเลสดิบที่ผลิตขึ้นเอง พร้อมทั้งศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมในการเพิ่มความเข้มข้นเอนไซม์ การทำให้มีลักษณะเป็นเอนไซม์สำเร็จรูป และศึกษาวิธีการเก็บรักษาให้เอนไซม์มีค่าความเสถียร (stabilization) ที่เหมาะสม พร้อมที่จะนำมาใช้งาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เอนไซม์บริสุทธิ์

เอนไซม์เซลลูเลส บริสุทธิ์ที่ใช้ในการทดลอง ชื้อจากบริษัท Sigma จำกัด เป็นชนิด Lyophilized

2. การเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เพาะเลี้ยงเอนไซม์มีทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ซื้อจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยมีเชื้อราจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Trichoderma reesei* TISTR 3080 และ *Trichoderma viride* TISTR 3160 ส่วนเชื้อแบคทีเรียมีจำนวน 1 สายพันธุ์คือ *Cellulomonas sp.* ATCC 21399

3. การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบ

การทดลองผลิตเอนไซม์เซล-



ถูกลดระดับจากเชื้อจุลินทรีย์ ดังนี้

3.1 การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบโดยการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย อาหารที่ใช้ในการผลิตเอนไซม์เป็นส่วนผสมของ nutrient broth ส่วนประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้ร่วมกับ substrate 3 ชนิดคือ ใยไม้ตากล้างบด ผักตบชวาตากแห้งบด และชานอ้อยตากแห้งบด

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น(g/l)
เซลลูโลส (substrate)	
Peptone form meat	5.0
Meat extract	3.0

ตารางที่ 1 แสดงสูตรธาตุอาหารที่สำคัญในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบด้วย เชื้อแบคทีเรีย

3.2 การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบโดยการเพาะเลี้ยงเชื้อรา อาหารที่ใช้ เป็นสูตรต่างๆ ไป โดยมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้ร่วมกับ substrate ชนิด Avicel เป็นเซลลูโลสที่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์มาแล้วซึ่งจะเป็น แหล่ง คาร์บอนที่ดี และชานอ้อยบดที่ผ่านการแช่ล้างด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)₂) มาแล้ว

ส่วนประกอบ	ความเข้มข้น(g/l)
เซลลูโลส (substrate)	10 หรือ ผันแปร
(HN ₄) ₂ SO ₄	1.4
KH ₂ PO ₄	2.0
MgSO ₄	0.3
CaCl ₂	0.4
FeSO ₄	0.2
สารอื่นที่อาจเติม MnSO ₄ , ZnSO ₄ , CaCl ₂ , Urea, Tween-80	ในปริมาณน้อย

ตารางที่ 2 แสดงสูตรธาตุอาหารที่สำคัญในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบด้วย เชื้อรา

4. การวิเคราะห์หาค่ากิจกรรมเอนไซม์

การวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์มีการศึกษาทดลอง 5 วิธี ดังนี้

4.1 วิธี Reducing sugar เป็นวิธีวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลที่ถูกรีดิวซ์ (กรัม/ลิตร)

4.2 วิธี Fpase เป็นวิธีที่ใช้เอนไซม์ย่อย substrate ที่เป็นกระดาษกรอง

(filter paper) และอ่านค่ากิจกรรม เอนไซม์จากกราฟของน้ำตาลมาตรฐาน แล้วคำนวณค่า unit of enzyme = ((conc sample - conc control) × 0.093)/0.5, unit/mL

4.3 วิธี CMCase เป็นวิธี ที่ใช้ให้เอนไซม์ย่อย substrate ที่เป็นเซลลูโลส ชนิด CMC (Carboxyl methyl cellulose) และอ่านค่า กิจกรรมเอนไซม์จากกราฟของน้ำตาล มาตรฐาน แล้วคำนวณค่า unit of enzyme = ((conc sample - conc control) × 0.093)/0.5, unit/mL

4.4 วิธี β-Glucosidase เป็นวิธีใช้เอนไซม์ย่อย substrate ที่เป็น β- Glucosidase และอ่านค่า กิจกรรมเอนไซม์จากกราฟมาตรฐาน ของ β-Glucosidase ค่าที่อ่าน ได้คือค่าของ β-Glucosidase (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม)

4.5 วิธีโปรตีน เป็นวิธี การอ่านค่ากิจกรรมเอนไซม์จาก กราฟมาตรฐานของโปรตีน (ไมโคร- กรัมต่อมิลลิกรัม)

5. กรรมวิธีทำให้เอนไซม์เซลลูเลส ดิบเข้มข้นมีลักษณะสำเร็จรูป

นำเอนไซม์เซลลูเลสดิบ เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) แยกเก็บน้ำหมักส่วนที่เป็นสารละลาย ใสไว้ นำมาผ่านแผ่นกรองทำด้วย nylon 66 ที่มีรูกรองขนาด 0.45 μm. เพื่อแยกสารปนเปื้อนออกและ ทำให้สารละลายใสยิ่งขึ้น แล้วจึงนำ ไปทำให้เอนไซม์เข้มข้นด้วยเครื่อง ultrafiltration



6. การทดลองหาค่าความเสถียรของเอนไซม์และการเก็บรักษา

ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้วิธีเก็บรักษาเอนไซม์ดิบเข้มข้นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในตู้เย็นทั่วๆ ไป การใช้งานเอนไซม์เซลลูเลสในอุตสาหกรรมนั้น ต้องการเซลลูเลสที่มีราคาถูก สามารถทำกิจกรรม (activity) อยู่ได้นาน และมีความเสถียรในการเก็บรักษาอยู่ได้นาน แต่จะไม่นิยมเก็บที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ เพราะจะทำให้ น้ำในส่วนประกอบกลายเป็นผลึกน้ำแข็ง เอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งมีการแปรสภาพ (denature) ได้ นอกจากนี้ยังมีการเติมสารบางชนิดที่เป็น วัตถุกันเสีย (preservative) เช่น โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ และมีการเติมสารทำให้เสถียร (stabilizer) ซึ่งเป็นความลับทางการค้าเพื่อช่วยเก็บรักษาเอนไซม์ให้มี shelf-life ที่นานขึ้น เอนไซม์ดิบเข้มข้นที่เก็บอยู่ในตู้เย็น จะถูกนำมาวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์ทุกๆ 7 วันเป็นเวลา 3 เดือน

7. การทดลองใช้เอนไซม์กำจัดหมักพิมพ์ออกจากเศษกระดาษ

ประกอบด้วยขั้นตอนสรุปดังต่อไปนี้

- การเตรียมเชื้อเศษกระดาษ
- การ treat เชื้อด้วยเอนไซม์ตามสภาวะที่กำหนด
- การคลุกเคล้าเชื้อโดยใช้เครื่อง Hydrapulper ตามสภาวะที่กำหนด
- ขั้นตอนกำจัดหมักแบบลอยตัว

ด้วยฟองอากาศ ในการทดลองได้ใช้เครื่อง floatation unit เชื้อที่ผ่านการคลุกเคล้าและกระจายจากเครื่อง Hydrapulper จะถูกนำมาผ่านการทำงานของเครื่อง Formax เพื่อแยกเชื้อออก และส่วนที่เป็นเม็ดหมักพิมพ์จะถูกดันให้ลอยขึ้นและเอ่อล้นไหลออกไป จากนั้นชั่งน้ำหนักเชื้อและวิเคราะห์ค่าความชื้นเพื่อหาค่าผลผลิตเชื้อสะอาดและเม็ดหมักคิดเป็นร้อยละ

- เตรียมแผ่นทดสอบด้วยอุปกรณ์ทำแผ่นมาตรฐาน แผ่นทดสอบมีขนาดพื้นที่ 200 ตร.ซม. และมีน้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) 60 กรัมต่อตารางเมตร (g/m^2)

- การทดสอบสมบัติทางกายภาพของเชื้อในสภาวะการทดสอบที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์คงที่ $65 \pm 2\%$ อุณหภูมิ $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานสากล ISO 1977 และมีรายการทดสอบ ดังนี้

- ความขาวสว่าง (Brightness) เป็นการทดสอบความขาวของกระดาษวัดเป็นร้อยละ

- น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weigh) มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร

- ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Burst Index) มีหน่วยเป็นกิโลพาสคัล.ตารางเมตรต่อกรัม ($\text{kPa.m}^2/\text{g}$)

ฯลฯ

- การเตรียมแผ่นสำหรับวิเคราะห์จำนวนเม็ดหมักตกค้างในเชื้อ เตรียมเช่นเดียวกับการทำแผ่นทดสอบขนาดพื้นที่ 200 ตาราง-

เซนติเมตร โดยให้มี น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษคิดเป็น 20 กรัมต่อตารางเมตร

- การวิเคราะห์จำนวนเม็ดหมักตกค้างในเชื้อ วิเคราะห์หาจำนวนเม็ดหมักพิมพ์ตกค้างและค่า f factor ได้จากเครื่อง Image Analyzer โดยใช้ program Pc_Image VGA วัดค่าจำนวนเม็ดหมักตกค้างในเชื้อ (Particle no.) และอ่านค่า f factor รายงานผล

ผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยการใช้เอนไซม์กำจัดหมักพิมพ์จากเศษกระดาษได้ทดลองผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบขึ้นเองจากการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ แบคทีเรียสายพันธุ์ *Cellulomonase spp.* ราสายพันธุ์ *Trichoderma reesei* และ *Trichoderma viridae* ผลการทดลองสามารถปรับปรุงให้เชื้อราสายพันธุ์ *Trichoderma viridae* ที่มีอัตราการเจริญเติบโตให้ผลผลิตเอนไซม์เซลลูเลสดิบปริมาณสูงได้เป็นผลดีที่สุด ในระยะเวลา 10-12 วัน ได้เอนไซม์ปริมาณสูง ที่คิดเป็นค่ากิจกรรมเอนไซม์ Fpase 0.05 IU/ml เมื่อนำไปผลิตเป็นเอนไซม์เข้มข้นลักษณะสำเร็จรูปสามารถเพิ่มค่ากิจกรรมเอนไซม์ขึ้นได้เป็น 4.2 - 5.99 IU/ml และพบว่ามีความเสถียรขณะเก็บรักษาไม่เกินร้อยละ 10 ในระยะเวลา 3 เดือน เมื่อนำเอนไซม์เซลลูเลสดิบเข้มข้นฯ ผลิตเองไปทดลองใช้กำจัดหมักพิมพ์จากเศษกระดาษถ่ายสำเนา พบว่าใช้กำจัดหมักได้ผลดีระดับหนึ่ง แต่



ผลการทดลองยังไม่น่าพอใจ เช่น เมื่อใช้เอนไซม์เซลลูเลสดิบเข้มข้นๆ ผลิตเอง ปริมาณ คิดเป็นค่ากิจกรรมเอนไซม์รวมทั้งหมด 84 Units จะได้เยื่อหลังการ กำจัดหมึก มีค่าความขาวสว่างร้อยละ 88.18 ค่าจำนวนเม็ดหมึกตกค้าง 5134 จุด และสมบัติทางกายภาพ เช่น Burst Index 1.10 kPa.m²/g ซึ่งดีกว่าของเยื่อ ตัวอย่างควบคุม (control) อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลโดยรวมยังด้อยกว่าเมื่อ เปรียบเทียบกับเยื่อที่ใช้เอนไซม์เซลลูเลสบริสุทธิ์ที่ซื้อจากต่างประเทศ ดังแสดงใน ตารางที่ 3

ตัวอย่าง cellulase	ปริมาณเม็ดหมึก	ค่า Brightness
Blank	16091	85.04
Sigma (เอนไซม์บริสุทธิ์ที่ซื้อจากต่างประเทศ)	3848	88.09
Cellucast (เอนไซม์บริสุทธิ์ที่ซื้อจากต่างประเทศ)	3441	87.92
Celluzyme (เอนไซม์บริสุทธิ์ที่ซื้อจากต่างประเทศ)	5443	86.09
Crude (เอนไซม์เซลลูเลสดิบที่ผลิตเอง)	5134	88.18
Crude 2 (เอนไซม์เซลลูเลสดิบที่ผลิตเอง)	4144	87.97

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเม็ดหมึกพิมพ์ตกค้างในเยื่อ และ ค่าความขาวสว่างของเยื่อที่ใช้และไม่ใช้เอนไซม์กำจัดหมึก

สำหรับการกำจัดหมึกออกจากเศษกระดาษเมื่อเปรียบเทียบเอนไซม์ เซลลูเลสดิบ ที่ผลิตเองกับเอนไซม์บริสุทธิ์ที่ซื้อจากต่างประเทศ และรวมทั้ง เอนไซม์ในทางอุตสาหกรรม พบว่าได้ผลไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าเอนไซม์เหล่านี้ จะสามารถกำจัดหมึกได้ในระดับหนึ่ง แต่ควรมีการหาค่าความจำเพาะของเอนไซม์ (specificity) ต่อการใช้งานภายใต้สภาวะที่ต้องการด้วย

วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องด้วยการประสบกับปัญหาที่เกิดจากสายพันธุ์ของเชื้อราทั้ง *Trichoderma viridae* TISTR 3160 และ *Trichoderma reesei* TISTR 3080 ที่ ซื้อจากศูนย์จุลินทรีย์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เพาะเลี้ยงแล้วเติบโตดี แต่ไม่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส หรือผลิตก็จริงแต่ว่าปริมาณ ต่ำมาก และมีปริมาณไม่คงที่ จึงแก้ปัญหาโดยการจัดหาใหม่จาก บริษัท MIRCEN จัดว่าเป็นสายพันธุ์มาตรฐาน ผู้ดูแลเชื่อได้นำออกมาจากการเก็บ รักษาภายใต้ไนโตรเจนเหลวโดยตรง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะเป็น type strain ก็ตามพบว่าสายพันธุ์มีลักษณะการเจริญและการสร้างสปอร์ในอาหารแข็งที่ไม่คงที่ ทำให้มีผลต่อการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสคือการผลิตในแต่ละครั้งได้ปริมาณ เอนไซม์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้จากการสอบถามจากผู้ที่เคยทำการผลิต เอนไซม์เซลลูเลสโดยใช้เชื้อสายพันธุ์นี้ก็พบปัญหาเช่นเดียวกัน หากทำการแก้ไข โดยวิธีการปรับปรุงพันธุ์ด้วยเทคนิคทาง mutation หรือการทำ genetic engi-

neering นั้นจะยุ่งยากและใช้เวลา มาก การแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดขณะนี้ คือ ให้เตรียมหัวเชื้อในรูปของสปอร์ (spore) ไว้เป็นจำนวนมาก หาก หัวเชื้อ lot ใดดีก็ทำเป็น stock เก็บไว้แล้วนำออกใช้ผลิตเอนไซม์ แต่ละครั้งต่อไป

ปัญหาที่ประสบและยุ่งยากอีก ปัญหาหนึ่งคือการทำเอนไซม์เข้มข้น ลักษณะสำเร็จรูป พบว่า ultrafiltration โดยใช้ระบบ dialysis bag ที่มี อยู่ก็ทำไม่ได้ด้วยแผ่น membrane filter มี cellulose เป็นองค์ ประกอบไม่สามารถนำมาใช้ในการ เตรียมเอนไซม์เซลลูเลสเข้มข้นได้ การแก้ปัญหาในข้อนี้ทำได้โดยการ ใช้ ultrafiltration ในระบบแบบ tangential flow filtration (TTF) เพราะมีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถใช้เตรียมเอนไซม์ได้ ครั้งละมากขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ ขนาดของอุปกรณ์ TTF ที่ใช้ ทดลองมีขนาดเล็กเป็นแบบใช้ใน ห้องปฏิบัติการ การเตรียมเอนไซม์ เข้มข้นที่จะใช้งานกำจัดหมึกพิมพ์ฯ จึงต้องใช้เวลามาก อีกทั้งผลิตได้ ครั้งละปริมาณน้อยๆ ไม่พอเพียง ต่อการนำไปใช้งานกำจัดหมึกแต่ละ ครั้งๆ ได้



เอกสารอ้างอิง

- Clarke, A.J. **Biodegradation of cellulose : enzymology and biotechnology**. Basel : Technomic Pub, 1997.
- Godfrey, T and West, S. **Industrials enzymology**. 2nd ed. Basingstoke : Stockton Press, 1997.
- Jefries, T.W ; Klungness, J.H. and Coworker. Comparison of enzyme-enhanced with Conventional deink of xerographic and laser printed paper. **Tappi Journal**, April, 1994, vol. 77, no.4, p. 173 -179.
- Pasad, D.Y. Enzymatic deink of layer and xerographic office waste. **Appita**, April, 1993, vol. 46, no. 4, p. 289 - 292.
- Pelach, M.A, et al. Enzymic deinking of old newspapers with cellulase. **Process Biochemistry**, 2002, vol 38, p. 1063 -1067.



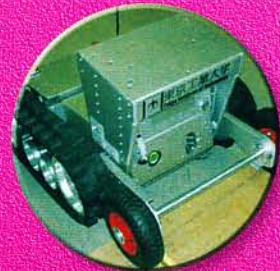
สัปดาห์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

Thailand Science-Tech 2003



จุดประกายแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืน

ภูมิปัญญาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ หนึ่งในรากฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีความรู้ความสามารถ เป็นพลังขับเคลื่อนผลักดันให้ประเทศไทยพัฒนาสู่ความเจริญก้าวหน้า เป็นเสมือนหนึ่งอำนาจการแข่งขันของประเทศบนเวทีโลก การจัดงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นกิจกรรมหนึ่งในการส่งเสริมปลูกฝัง เพิ่มพูนความรู้ ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับสังคมไทย และมีส่วนร่วมสนับสนุน นำความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน



อุทยานนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์แห่งศตวรรษที่ 21

งาน “สัปดาห์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 2546” นอกจากเป็นการเปิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 4 “พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย” และพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชรัชกาลที่ 9 “พระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย” แล้ว ยังเป็นงานแสดงนิทรรศการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ยิ่งใหญ่แห่งหนึ่งของโลก ครอบคลุมด้วยกิจกรรมการแสดง การสัมมนา และการโชว์ศักยภาพของสุดยอดภูมิปัญญาไทยและความล้ำหน้าของนวัตกรรมระดับโลกอย่างสมบูรณ์แบบที่สดภายใต้แนวคิด Interactive Fair สร้างการมีส่วนร่วมควบคู่กับการให้ความรู้ การถ่ายทอดข้อมูลอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยได้รับความร่วมมือของหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศ



อัศจรรย์ ล้ำลึกแห่งโลกวิทยาศาสตร์ที่รอคุณมาพิสูจน์

ชื่นชมในพระอัจฉริยภาพสองกษัตริย์ไทย

- นิทรรศการเปิดพระเกียรติรัชกาลที่ 4 “พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย” และรัชกาลที่ 9 “พระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย”
- พบกับพระอัจฉริยภาพทางด้านดาราศาสตร์ในรัชกาลที่ 4 อาทิ การคำนวณหาตำแหน่งของดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ปรากฏการณ์ทางด้านดาวทาง การสถาปนาเวลามาตรฐาน (Bangkok Mean Time)
- นิทรรศการโครงการพระราชดำริในรัชกาลที่ 9 อาทิ โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา โครงการฝนหลวง ก๊าซโซโซลด์ เป็นต้น สัมผัสความล้ำหน้าสุดยอดนวัตกรรมโลก
- สัมผัสอุทยานแห่งนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 ในรูปแบบที่ยิ่งใหญ่ตระการตา ภายใต้แนวคิด “Interactive Exhibition”
- ตื่นตาค้นโลกกับหุ่นยนต์ช่วยชีวิต อุกกาบาตจากทั่วโลกได้ และอีกหลากหลายความล้ำหน้าที่คุณต้องทึ่ง



- ตะลึงกับการแสดงวิทยาการล้ำหน้าของเทคโนโลยีด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ไอที สารสนเทศ รวมถึงเทคโนโลยีด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม ด้านยานยนต์ และด้านการบริการ
- สิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีภูมิปัญญาไทยของแต่ละภูมิภาค ในนิทรรศการหนึ่งตำบลหนึ่งเทคโนโลยี

สัมมนาวิชาการนำรู้ ไขปัญหาน่าฉงน...ก้าวทันโลกเทคโนโลยี

- การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเผยแพร่ และถ่ายทอดเทคโนโลยีอันเป็นเวทีเสวนา จุดเชื่อมโยงความคิด แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์รวมถึงกิจกรรมพิเศษ การสาธิต อบรมวิชาชีพ ทอล์คโชว์ และเกมส์การละเล่นต่างๆ จากวิทยากร และดารา นักแสดง
- พบกับการถ่ายทอดความรู้ การให้คำปรึกษาแนะนำและแก้ไขปัญหาดังๆ ในคลินิกเทคโนโลยี
- ร่วมเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากหน่วยงาน องค์กรต่างๆ



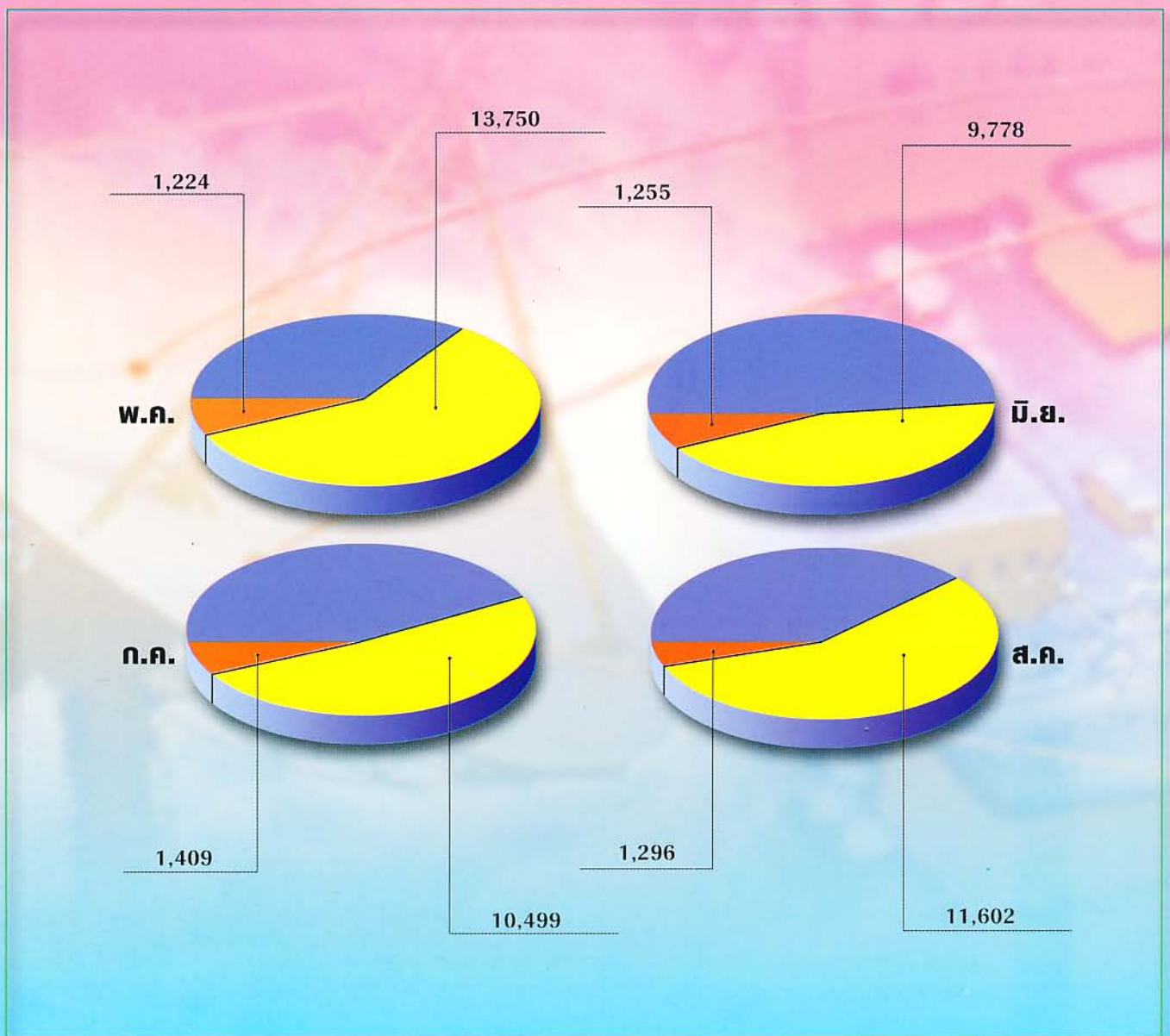
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือน พฤษภาคม - สิงหาคม 2546

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1: 1000