ISSN 0857-2380 ปีที่ 30 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2558

วว.TISTR

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วารสารการวิจัยและพัฒนา

- งานวิจัยเพื่อสุขภาพ การแพทย์ สังคมผู้สูงอายุ ผู้ด้อยโอกาส เสริมความเข้มแข็งเศรษฐกิจประเทศ
- การพัฒนา ส่งเสริมและสนับสนุน การทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ
- ก้าวสู่คุณภาพชีวิตที่ดี...ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ
- บทสัมภาษณ์ นางฉันทรา พูนศิริ
- บันทึกนักเดินทาง ตอน World Expo Milano 2015

ได้รับรางวัลดีเด่นประเภทวิชาการ จาก สยช.

ปกโดย... ดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน

สารบัญ

จากกองบรรณาธิการ 3

เลิฟ@เฟิสต์ไซน์ 5
: งานวิจัยเพื่อสุขภาพ การแพทย์ สังคมผู้สูงอายุ ผู้ด้อยโอกาส เสริมความเข้มแข็งเศรษฐกิจประเทศ

คุยเฟื่องเรื่องวิทย์ 11
: ก้าวสู่คุณภาพชีวิตที่ดี...ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ บทสัมภาษณ์ นางฉันทรา พูนศิริ รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

มุมไอที 17
: การพัฒนา ส่งเสริมและสนับสนุนการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ

วิทย์แอนด์เวิลด์ 23
: คลังความรู้ด้านพลังงานทดแทน : ไบโอก๊าซ (ตอนที่ 2)

ท่องโลกสมุนไพร 33
: ทุเรียนเทศ สมุนไพรไทย...ของดีที่มีอยู่

จตุรัสความรู้ 37
: 8K's ทฤษฎีพื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพของทุนมนุษย์ 37
: ทฤษฎีต่อยอดสร้างคุณภาพทุนมนุษย์ หรือทฤษฎี 5K's 42

วิทย์แกเลอรี 45
: ขวดซึ่งมีส่วนผสมของเงินช่วยทำให้นมยืดอายุบริโภคได้ยาวขึ้น 45
: สารเคลือบบริโภคได้ช่วยเพิ่มอายุสตรอเบอร์รีอีกเท่าตัว 46

คิด(ส์)คิดวิทย์ 47
: เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

เกร็ดเทคโน 51
: เกร็ดความรู้เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ในงานวิเคราะห์วัสดุ 51
: ความแตกต่างของการสอบเทียบ Digital thermometer ใน Calibration liquid bath และ Climatic chamber 58

ไดอารีแวดวงวิทย์ 63
: บันทึกนักเดินทาง ตอน World Expo Milano 2015

แกะกล่องงานวิจัย 73
: การคัดเลือกเชื้อราที่ผลิต α-glucosidase สำหรับใช้ในการผลิต isomalto-oligosaccharides

ข่าวเทคโนโลยีสำหรับชาวชนบท 81

นานานิวส์ 85
: วว. ให้บริการมาตรฐานการทดสอบและพัฒนาระบบขนส่งทางรางรถไฟ ยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้มาตรฐานสากล สร้างความเข้มแข็งเศรษฐกิจประเทศยั่งยืน

เยี่ยมโต๊ะ บก. 88
: คนบนดาวอังคาร

วว. TISTR

เจ้าของ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

35 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทร. 0 2577-9000
E-mail : tistr@tistr.or.th

ที่ปรึกษา
ดร.ลักษมี ปลั่งแสงมาศ
นางฉันทรา พูนศิริ
ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์
นายวิรัช จันทรา
ดร.ธีรภัทร ศรีนรคุตร

ผู้จัดการ
ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต
ผู้ช่วยผู้จัดการ
ดร.สุเมธ ภูมิอภิรดี
บรรณาธิการ ผู้พิมพ์โฆษณา
ดร.นฤมล รื่นไวย์
รองบรรณาธิการ
นายศิระ ศิลานนท์
กองบรรณาธิการ
ดร.บัณฑิต ฝั่งสินธุ์
ดร.พัชทรา มณีสินธุ์
นางอลิสรา คูประสิทธิ์
นางสาวอัปสร เสถียรทิพย์
ดร.ปราโมทย์ ไตรบุญ
ดร.สุวิทย์ อัจริยะเมต
ดร.เศกศักดิ์ เชยชม
ดร.ธัญชนก เมืองมั่น
ดร.ยุทธนา ฐานมงคล
ดร.ฉัตรฤดี สุวรรณชาติ
ดร.ประเวช กล้วยป่า
ดร.ภัทราวุฒิ แสงศิริ
นางบุญเรียม น้อยชุมแพ
นางพัทธนันท์ นาถพินิจ
นางศิริสุข ศรีสุข
นางสลิลดา พัฒนศิริ
นางสาวบุญศิริ ศรีสารคาม
นางสายสวาท พระคำยาน
นางรัชนี วุฒิพฤกษ์
นางกนกพร เนียมศรี
นางชลธิชา นิวาสประกฤติ
ฝ่ายศิลป์
นายสมเกียรติ ธรรมสูน
นายดุรงค์ฤทธิ์ สุดสงวน
นางสาวอทิตยา วังสินธุ์
ฝ่ายภาพ
นายสิทธิชัย ศราวุธานุกูล
ฝ่ายการเงิน
นางดุษฎี สาระโภค
ฝ่ายประชาสัมพันธ์
นางสุวรรณา ดอกไม้คลี่
นางสาวยุพิน พุ่มไม้
นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร
ฝ่ายประสานงานและโฆษณา
นางสาวดิศลิน กอบวิทย์กรณ์
นางเพ็ญศรี สมประจบ
นางสาวมยุรี ศรีประโชติ

จากกองบรรณาธิการ

งานวิจัยเพื่อสุขภาพ การแพทย์ สังคมผู้สูงอายุ และผู้ด้อยโอกาส นับเป็นความจำเป็นของประเทศไทยหรือหลายๆ ประเทศทั่วโลก ที่ยิ่งนับวันแนวโน้มผู้สูงอายุก็ยิ่งมีเพิ่มขึ้น และมีความเสี่ยงที่กลุ่มผู้สูงอายุหรือผู้ด้อยโอกาสจะอยู่ในภาวะเจ็บป่วยต่างๆ โดยเฉพาะโรคเรื้อรัง ซึ่งเป็นไปตามวัย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เห็นความสำคัญของสังคมที่มีผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นที่เรียกว่า aging society จึงได้มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะช่วยให้ผู้สูงอายุ และผู้ด้อยโอกาสได้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น หรืออยู่อย่างมีความสุข สะดวกสบายมากขึ้น นวัตกรรมต่างๆ ที่ วว. ทำการวิจัยพัฒนาขึ้นมา ได้แก่ นวัตกรรมด้านการแพทย์ ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรเพื่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งงานวิจัยและพัฒนาดังกล่าวนี้ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ใดบ้าง ขอเชิญท่านผู้อ่านเข้าไปติดตามได้ในคอลัมน์เลิฟแอทเฟิสต์ไซน์

นอกจากนี้ นวัตกรรมดังกล่าว ยังมีศักยภาพในการสร้างเสริมความเข้มแข็งให้แก่เศรษฐกิจของประเทศไทย เพราะสามารถใช้ทดแทนการนำเข้าผลิตภัณฑ์หรือเครื่องมือจากต่างประเทศได้ ทำให้ลดมูลค่าการนำเข้า และเป็นการส่งเสริมเทคโนโลยีจากนักวิจัยไทยอีกด้วย

เพราะ วว. ปรารถนาให้ผู้สูงอายุของเรามีความชราอย่างมีคุณภาพจริงๆ

ดร.นฤมล รื่นไวย์
editor@tistr.or.th

นางสาวกรศศิรมณ รัตนพิมพ์ภาภรณ์ โทร. 08 1327-9997, 0 2832-7122
พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์บริษัท ธรรมสาร จำกัด 0 2221-0374, 0 2224-8207

บทความทุกเรื่องที่ลงพิมพ์ในวารสารฉบับนี้ ถือเป็นความรับผิดชอบส่วนตัวของผู้เขียนบทความโดยเฉพาะ วว. จะไม่ขอรับผิดชอบแต่ประการใด

งานวิจัยเพื่อสุขภาพ

การแพทย์ สังคมผู้สูงอายุ ผู้ด้อยโอกาส เสริมความเข้มแข็งเศรษฐกิจประเทศ

กองประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

จากแนวโน้มผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นในประเทศไทย มีแนวโน้มว่าจะนำมาซึ่งความเสี่ยงของภาวะเจ็บป่วยต่างๆ โดยเฉพาะโรคเรื้อรัง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะชะลอหรือป้องกันได้นั้นผู้ที่อยู่ใกล้ชิดหรือมีความเกี่ยวข้องต่างๆ ต้องให้ความเอาใจใส่ แนะนำเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่เหมาะสม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ส่งเสริมให้มีการวิจัยและประสบผลสำเร็จในการพัฒนางานวิจัยเพื่อสุขภาพ การแพทย์ สังคมผู้สูงอายุ ผู้ด้อยโอกาส หลากหลายสาขา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ประชาชน ลดการนำเข้าเทคโนโลยีเวชภัณฑ์จากต่างประเทศ สามารถตอบโจทย์ความต้องการใช้เทคโนโลยีที่มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล และเสริมความเข้มแข็งแก่เศรษฐกิจของประเทศ

วว. มุ่งวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมทางการแพทย์หลากหลายรูปแบบ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของคนไทย และช่วยลดการนำเข้าเทคโนโลยีการแพทย์จากต่างประเทศ เพื่อความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืนของประเทศ ดังนี้

นวัตกรรมการแพทย์ ได้แก่

เฝือกอ่อนย่อยสลายได้ ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ วว. ประสบผลสำเร็จในการดำเนินโครงการพัฒนาวัสดุสิ้นเปลืองทางการแพทย์จากพลาสติกย่อยสลายได้ โดยสามารถพัฒนาวัสดุพลาสติกชีวภาพ ซึ่งมีคุณสมบัติในการคืนรูปร่างต้นแบบได้ มีลักษณะอ่อนตัวสามารถดัดแปลงเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ที่อุณหภูมิต่ำ 65-70 องศาเซลเซียส และยังคงสภาพหลังการดัดตลอดช่วงการใช้งาน

ทั้งนี้ วว. ได้ประยุกต์ใช้วัสดุพลาสติกชีวภาพรูปแบบใหม่สำหรับเป็นผลิตภัณฑ์ “เฝือกอ่อนย่อยสลายได้” หรือไบโอสปลินท์ (Biosplint) ใช้ดามกระดูกหรือข้อ เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวหรือจัดอวัยวะที่บาดเจ็บให้อยู่ในท่าที่ต้องการ ให้กับ

ผู้ป่วยที่มีอาการกระดูกหักหรือข้อเคลื่อน การแก้ไขความพิการ เช่น ความคดของกระดูก เท้าปุก เป็นต้น ป้องกันการหดรั้งของกล้ามเนื้อหรือเนื้อเยื่ออื่นๆ เช่น ผู้ป่วยไฟลวก หรือน้ำร้อนลวก ป้องกันการหักของกระดูก กรณีที่เป็นโรคกระดูกบาง และผู้ป่วยระยะหลังการผ่าตัดที่ต้องการให้ลดการใช้แขน ขา เพื่อฟื้นฟูสภาพ

วว. ได้จัดทำโครงการสร้างเครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัดเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 โดย วว. น้อมเกล้าฯ ถวายเครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัด จำนวน 89 เครื่อง เพื่อพระราชทานแก่โรงพยาบาลหรือสถานบำบัดชุมชนที่อยู่ห่างไกลตามพระราชประสงค์

ทั้งนี้ วว. ริเริ่มดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัดมาตั้งแต่ พ.ศ.2547 และมีการพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานกายภาพบำบัดทั่วไป เนื่องจากเครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัด เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับนักกายภาพบำบัดในการใช้นวดกล้ามเนื้อ เพื่อบรรเทาอาการเจ็บปวด และกระตุ้นให้กล้ามเนื้อที่เสื่อมสภาพ จากการเคลื่อนไหวในท่าที่ซ้ำๆ เป็นเวลานาน หรือผู้ป่วยจากการผ่าตัดที่มีอาการยึดของเส้นเอ็นให้สามารถทำงานได้ดีขึ้น

เครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัด มีความถี่สูงประมาณ 1 ล้านเฮิรตซ์ ทำให้เลือดหมุนเวียนได้ดี เหมาะสำหรับการบำบัดกล้ามเนื้อต่างๆ ของร่างกาย โดยฝ่ายนวัตกรรมวัสดุและฝ่ายวิศวกรรม วว. ประสบความสำเร็จในการพัฒนา “เครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัด”ที่ต่อยอดงานจากความสำเร็จในด้านเทคโนโลยีอัลตราโซนิกส์ มีประสิทธิภาพสูงในการนวดใบหน้าและคลายกล้ามเนื้อ เหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้ในสถานเสริมความงามหรือโรงพยาบาลโดยราคาของเครื่องอัลตราโซนิกส์กายภาพบำบัดที่ผลิตขึ้นโดย วว. นั้น จะมีราคาต่ำกว่าเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศถึง 6 เท่า

เครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัด ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ วว. ประสบผลสำเร็จในการวิจัยพัฒนา เป็นเครื่องที่ใช้ช่วยการเคลื่อนไหวข้อเข่าอย่างต่อเนื่อง (Continuous Passive Motion : CPM) หลังการผ่าตัด ให้ฟื้นฟูสภาพข้อเข่ากลับสู่ปกติได้เร็ว ลดระยะเวลาในการพักฟื้นและเวลาการทำกายภาพบำบัดหลังการผ่าตัด ส่งผลให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีหลังการผ่าตัด ตัวเครื่องมีราคาถูกกว่าเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศกว่า 50 %

“เครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัด” มีส่วนประกอบหลักคือ ส่วนรองรับน่อง ส่วนรองรับต้นขา และส่วนขับเคลื่อน การบำบัดทำโดยนำผู้ป่วยจัดให้อยู่ในท่านอน และวาง

ส่วนขาที่ต้องการบำบัด ลงบนส่วนรองรับน่องและส่วนรองรับต้นขาของเครื่อง หลังจากนั้น ส่วนขับเคลื่อนจะเลื่อนส่วนน่องและต้นขาให้เกิดการงอและยืดออกในช่วงองศาที่กำหนดอย่างช้าๆ โดยเครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัดที่ได้พัฒนาจะสามารถปรับช่วงการงอของข้อเข่าได้ ตั้งแต่ -10 ถึง 120 องศา และปรับความเร็วในการเคลื่อนไหวได้ 30 องศา/นาที ถึง 150 องศา/นาที ด้วยลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเข่าอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง ในองศาที่ถูกต้องด้วยเครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัด จะช่วยลดการยึดติดกันระหว่างมัดกล้ามเนื้อหรือการเกิดพังผืดลดน้อยลง เพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อเข่าให้ได้มุมกว้างขึ้น

ในปัจจุบัน เครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัด ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง มีการนำไปใช้งานเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่ หรือโรงพยาบาลที่มีความพร้อมด้านงบประมาณ ส่งผลให้การบริการด้านกายภาพบำบัดทำได้ไม่ทั่วถึง กอปรกับการทำกายภาพบำบัดต้องทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จึงทำให้ผู้ป่วยต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการมาบำบัดรักษามาก วว. จึงได้ดำเนินการพัฒนาเครื่อง CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัดขึ้น และได้ยื่นจดสิทธิบัตรแล้ว ด้วยราคาต้นทุนการผลิตที่ต่ำของ CPM เข่าสำหรับกายภาพบำบัด จึงเป็นส่วนช่วยในการเพิ่มการบริการทางการแพทย์พื้นฐานสู่พื้นที่ต่างๆ ของประเทศอย่างทั่วถึง นอกจากนี้ ยังเป็นการสร้างฐานเทคโนโลยีกายภาพบำบัดสำหรับส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อไป ได้แก่ ไหล่ นิ้วมือ และข้อเท้า เป็นต้น

เครื่องดึงหลัง-คออัตโนมัติ ใช้บำบัดรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับหมอนรองกระดูกสันหลัง ข้อต่อหลัง กล้ามเนื้อหลังและกระดูกสันหลัง ลดการกดทับเส้นประสาทหรือเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ฝ่ายวิศวกรรม วว. ประสบผลสำเร็จในการวิจัยและพัฒนานับเป็น “เครื่องดึงหลังและคออัตโนมัติ” (Automatic Traction Machine รุ่น TISTRAC0901) เครื่องแรกของประเทศไทย ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้งานทัดเทียมกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยซึ่งเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหมอนรองกระดูกสันหลัง ข้อต่อหลัง กล้ามเนื้อหลังและกระดูกหลัง รวมทั้งผู้ป่วยที่มีความเสื่อมหรือมีความผิดปกติของกระดูกสันหลังในระดับคอและหลัง ทั้งนี้ ห้ามนำเครื่องใช้บำบัดรักษากับผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกสันหลังหัก เนื่องจากกระดูกที่เคยหักอาจได้รับอันตราย

เครื่องดึงหลัง-คออัตโนมัติ ใช้หลักการดึงเพื่อลดการกดทับเส้นประสาทหรือเพิ่มการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง ทั้งนี้จะใช้ระยะเวลาในการดึงหลังและคอประมาณ 10-20 นาที โดยนักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้กำหนดท่าดึงและน้ำหนักที่ใช้ในการดึง จากการตรวจวินิจฉัยอาการผู้ป่วยของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ในการดึงของเครื่องนั้นจะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังและมีอุปกรณ์ตรวจวัดค่าแรงดึงให้เป็นไปตามที่นักกายภาพกำหนด นอกจากนี้ ยังมีระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) สำหรับตั้งค่าและควบคุมการทำงานต่างๆ ของเครื่อง

ฝ่ายวิศวกรรม วว. วิจัยและพัฒนาออกแบบเครื่องดึงหลังและคออัตโนมัติ ให้มีแรงดันที่ทางเข้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และมีระบบตรวจสอบตัวเอง มีส่วนแสดงผลการทำงานเป็นระบบดิจิทัล มีแรงดึงสูงสุด 60 กิโลกรัม แรงดึงต่ำสุด 1.5 กิโลกรัม สามารถตั้งระยะในการรักษาได้ตั้งแต่ 0–60 นาที มีรูปแบบในการดึงหลังและคอ 2 รูปแบบ คือ 1. แบบคงที่ และ 2. แบบเป็นจังหวะ ซึ่งสามารถปรับค่าได้ดังนี้ 1. อัตราของการเปลี่ยนแปลงปรับได้ 10 ระดับ และ 2. ระยะเวลาของการดึงด้วยแรงดึงสูงสุดและด้วยแรงดึงต่ำสุดอยู่ที่ 0-60 นาที นอกจากนั้น ตัวเครื่องถูกออกแบบให้มีระบบความปลอดภัย 3 ระบบด้วยกันคือ 1. ระบบทางไฟฟ้าที่ป้องกันแรงดึงเกินที่ต้องการ 2. ระบบทางกลที่ป้องกันแรงดึงเกินสูงสุด 3. ระบบที่ผู้ป่วยสามารถสั่งการให้เครื่องหยุดทำงาน รวมทั้งยังได้ออกแบบระบบให้มีปุ่มกดสำหรับให้ผู้ป่วยสามารถสั่งการให้เครื่องหยุดทำงานได้ทันทีตลอดเวลาด้วย

ทั้งนี้ วว. ได้ทดสอบการทำงานของเครื่องกับผู้ป่วยในสาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองค์รักษ์ ซึ่งเจ้าหน้าที่และคนไข้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจและได้ยืนยันในประสิทธิภาพดังกล่าว

รถนั่งเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ฝ่ายวิศวกรรม วว. วิจัยและพัฒนาออกแบบ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้สูงอายุและผู้บกพร่องทางร่างกายให้มีโอกาสช่วยเหลือตัวเองได้มากขึ้น ช่วยลดภาระให้กับผู้ดูแล และเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตประชากรให้ดีขึ้น นอกจากนั้น ยังจะช่วยลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศอย่างเป็นรูปธรรม

รถนั่งเคลื่อนที่อเนกประสงค์ที่ วว. พัฒนาขึ้น มีลักษณะเด่นแตกต่างจากรถนั่งเคลื่อนที่ทั่วไปในท้องตลาด คือ สามารถสนองตอบความต้องการในด้านการบริหารส่วนต่างๆ ของร่างกาย การทำกายภาพบำบัดสำหรับแก้ปัญหาเรื่องเอ็นยึดติดบริเวณหัวเข่าและข้อเท้า (CPM-Continuous Passive Motion) การลุกยืนเพื่อให้กระดูกส่วนต่างๆ ได้รับน้ำหนักแทนการนอนอยู่กับที่ ตลอดจนการเคลื่อนที่ไปมา นอกจากนี้ยังมีระบบขับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะขณะนั่งบนรถ ในส่วนของการบังคับควบคุมการเคลื่อนที่ก็สะดวกเพียงบังคับคันโยกเลี้ยวซ้าย-ขวา เดินหน้า-ถอยหลัง หรือปรับนอนราบ นั่ง ยืน ได้ นอกจากนี้ ยังมีราคาถูกกว่าเครื่องนำเข้าประมาณ 50%

รถนั่งเคลื่อนที่อเนกประสงค์ สามารถรองรับน้ำหนักมวลกายไม่เกิน 100 กิโลกรัม ตัวรถมีน้ำหนัก 98 กิโลกรัม ความกว้างสูงสุด 1,070 มิลลิเมตร ความยาวสูงสุด 700 มิลลิเมตร ความกว้างที่รองนั่ง 530 มิลลิเมตร และมีความยาวที่รองนั่ง 450 มิลลิเมตร ความเร็วสูงสุดในการเดินหน้า 8 กิโลเมตร/ชั่วโมง และความเร็วในการถอยหลัง 4.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีรัศมีวงเลี้ยว 1,400 มิลลิเมตร นอกจากนั้น ยังสามารถปรับท่านอนได้โดยปรับพนักพิงเอียง 90-175 องศา ปรับท่ายืนที่มุมเอียงสูงสุด 80 องศา สามารถขึ้น-ลงมุมลาดเอียงได้ 30 องศา และมีระบบกายภาพบำบัด ขับเคลื่อนที่โดยใช้แบตเตอรี่ชนิดแห้ง พร้อมระบบชาร์จด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้เวลา

ในการชาร์จจนเต็ม 6-8 ชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้งานได้ประมาณ 8 ชั่วโมงต่อการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็มแต่ละครั้ง ควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ยังได้ออกแบบระบบเบรคโดยใช้ปุ่มบังคับในกรณีที่ไฟแบตเตอรี่หมด และมีไฟส่องสว่างติดในรถด้วยสำหรับการเดินทางในเวลากลางคืนด้วย

กาวติดฟันปลอม ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ วว. พัฒนาขึ้น ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อครีม ใช้งานง่าย มีคุณสมบัติความเป็นกรดเบสที่เป็นกลาง ความสามารถในการล้างออกที่ง่าย ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ และมีความสามารถในการยึดติดที่อุณหภูมิ 37°ซ. เท่ากับ 57 กิโลพาสคัล ซึ่งผ่านมาตรฐานคุณสมบัติของกาวติดฟันปลอม คือ ISO 10873 นอกจากนี้ กาวติดฟันปลอม ยังมีความสามารถในการยึดติดทั้งในสภาวะเย็นและร้อน คือ 37°ซ. และ 60°ซ. และผ่านการทดสอบความระคายเคืองต่อผิวหนัง (Skin Irritation Test) ทดสอบการแพ้ทางผิวหนัง (Skin Sensitization Test) สำหรับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตกาวติดฟันปลอมสามารถหาได้ง่าย ราคาถูก และมีกระบวนการผลิตที่ง่ายไม่ซับซ้อน

ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรเพื่อสุขภาพ

วว. วิจัยและพัฒนาสารสกัดจากสมุนไพรไทย สู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ซึ่งมีสรรพคุณทัดเทียมจากผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์บำรุงสมองและเสริมสร้างความจำป้องกันโรคอัลไซเมอร์จากสารสกัดผักใบเขียว ผลิตภัณฑ์ปรับสมดุลเพื่อความผ่อนคลายจากสารสกัดพืชวงศ์กะเพรา ผลิตภัณฑ์ปรับสมดุลและควบคุมความดันโลหิตสูงจากสารสกัดพืชวงศ์เปล้าและผักบุ้ง ผลิตภัณฑ์ป้องกันแผล

ในกระเพาะอาหารจากสารสกัดกล้วยและขิง ผลิตภัณฑ์ยาทาภายนอกแก้ฟกบวมจากไพล ผลิตภัณฑ์ทาภายนอกไพลเจอร์สิก เจลต้านการอักเสบลดการบวมของข้อเข่า เจลสูตรลูกประคบผงสมุนไพรอบตัว และผลิตภัณฑ์รักษาโรคริดสีดวงทวารจากเพชรสังฆาต

ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคสำหรับผู้สูงอายุ

ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์อาหารมื้อหลัก อาหารว่าง และเครื่องดื่ม มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สะดวกต่อการบริโภค เหมาะกับ 5 โรคฮิต ที่พบในผู้สูงอายุ ได้แก่ ภาวะโรคเบาหวาน ภาวะโรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะโรคข้อ (เกาต์) ภาวะโรคกระดูกพรุน ภาวะโรคสมองและระบบประสาท ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคสำหรับผู้สูงอายุ จะช่วยชะลอและป้องกันภาวะเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังต่างๆ ของผู้สูงอายุ เป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายของรัฐบาลในการรักษาพยาบาลและดูแลได้อย่างเป็นรูปธรรม ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร จากการนำวัตถุดิบในประเทศมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมกับโรคต่างๆ เพิ่มมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคไปยังตลาดต่างประเทศอย่างเป็นรูปธรรม

ผลงานการวิจัยต่างๆ เหล่านี้ ของ วว. พร้อมให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ผลิต หรือผู้ประกอบการ ท่านใดสนใจรายละเอียด โปรดสอบถาม Call Center วว. โทร. 0 2577 9300 หรือ E-mail: marketing_tistr@tistr.or.th

ก้าวสู่คุณภาพชีวิตที่ดี... ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ

บทสัมภาษณ์ นางฉันทรา พูนศิริ
รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

ศิริสุข ศรีสุข และสลิลดา พัฒนศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ด้วยสภาวะสังคมยุคใหม่ที่มีการแข่งขันสูงขึ้น ทำให้เกิดความเครียด รวมทั้งมลภาวะ และสิ่งแวดล้อมเป็นพิษมากขึ้น อันเป็นผลทำให้เกิดโรคร้ายก่อนวัยอันควร ดังนั้นแนวโน้มการดูแลสุขภาพจึงเป็นเรื่องที่คนให้ความสนใจ และใส่ใจกันมากขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ นับเป็นโอกาสดีที่วารสารฉบับนี้ ได้มีโอกาสสัมภาษณ์นางฉันทรา พูนศิริ รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว. ซึ่งท่านได้ให้ทิศทางและแนวโน้มทางด้านอุตสาหกรรมชีวภาพว่าในสภาวะปัจจุบันนั้นเป็นอย่างไร เราไปทำความรู้จักท่านกันเลยดีกว่าค่ะ

ท่านมองว่าทิศทางการทำงานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพของ วว. มีแนวโน้มเป็นอย่างไร

พี่มองว่า ด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ (อช.) มีแนวโน้มที่ดี อุตสาหกรรมชีวภาพเป็นการนำองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาทำให้เกิดเป็นอุตสาหกรรม หรือง่ายๆ คือ การนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิต หรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิต หรือผลผลิตของสิ่งมีชีวิต เพื่อเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ด้านการเกษตร ด้านอาหาร ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านทางการแพทย์ เป็นต้น งานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพส่วนใหญ่ของ วว. อยู่ภายใต้กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ หรือเรียกย่อๆ ว่า กลุ่ม อช. ประกอบด้วยฝ่ายวิจัยทั้งสิ้น 5 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร ฝ่ายเทคโนโลยีเกษตร ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย ซึ่งสามารถแบ่งตามสาขาการวิจัยพัฒนาได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มอาหาร กลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และกลุ่มเทคโนโลยีการเกษตร ทั้งนี้ กลุ่ม อช. จะดำเนินการวิจัยพัฒนาตามแผนที่นำทางเทคโนโลยีของ วว. ซึ่งตอบสนองต่อนโยบายของรัฐ ด้านการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม การรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากร และการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน และเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากแผนที่นำทางดังกล่าวแล้ว การใส่ใจเพิ่มขึ้นในเรื่องสุขภาพ การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ก็เป็นปัจจัยผลักดันให้ทิศทางการทำงานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพของ วว. มีความชัดเจน โดดเด่นมากขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น เป้าหมายของกลุ่มอาหาร คือ functional foods ในขณะที่กลุ่มผลิตภัณฑ์สุขภาพมุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมเพื่อส่งเสริมสุขภาพเชิงป้องกันโรคและเชิงรักษา โดยเฉพาะกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคมะเร็งและโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น สำหรับทิศทางการวิจัยของกลุ่มเทคโนโลยีการเกษตร คือ การเพิ่มผลผลิตและเพิ่มมูลค่าของพืชเศรษฐกิจและพืช

สมุนไพร ตั้งแต่การปลูกจนถึงหลังเก็บเกี่ยว เราได้มีการนำงานวิจัยบางเรื่องไปถ่ายทอดฝึกอบรมให้แก่ชุมชนตามจังหวัดต่างๆ เป็นการสร้างเงิน สร้างงาน สร้างองค์ความรู้ให้แก่คนในพื้นที่ ในขณะเดียวกันก็มีการให้คำปรึกษา วิเคราะห์ทดสอบเพื่อรับรองคุณภาพ และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ SME ผลักดันให้เกิดการผลิตสินค้าหรือบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้านอาหารและสุขภาพ

ท่านมีความรู้สึกอย่างไรในภารกิจที่ต้องดูแลรับผิดชอบกลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

พี่มีทั้งความภูมิใจ และความหนักใจ สิ่งที่ภูมิใจ คือ ได้มีโอกาสใช้ความรู้และประสบการณ์จากการเป็นนักวิจัยมาช่วยผลักดันงานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพที่ถือว่ามีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจของประเทศ

ที่หนักใจ คือ งานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพเป็นเรื่องที่กว้างมาก สามารถทำการวิจัยได้ตั้งแต่เรื่องของพืช สัตว์ จุลินทรีย์ และแต่ละชนิดก็มีความหลากหลาย เช่น จุลินทรีย์ยังแบ่งออกเป็นยีสต์ รา แบคทีเรีย และสาหร่าย แต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยลงไปอีก และในประเทศไทยก็มีหน่วยงานอื่นที่ทำวิจัยในด้านนี้เช่นเดียวกัน หลายครั้งที่ชื่อโครงการวิจัยจะคล้ายกัน หากไม่ดูในรายละเอียด อาจคิดว่าทำงานซ้ำซ้อนกัน แต่จริงๆ แล้วการวิจัยอาจจะแตกต่างกัน และผลที่ได้อาจมาเสริมกันก็ได้ เรื่องหนักใจเรื่องที่สอง คือ การผลักดันให้เกิดผลงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์ได้จริง นั่นคือ มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการผลิตที่เป็นไปได้ในทางอุตสาหกรรม และแข่งขันได้ แม้ว่า วว. จะมุ่งเน้นทางอาหารสุขภาพ เวชสำอาง เนื่องจากช่องทางที่จะสามารถออกสู่ประชาชน หรือออกสู่เชิงพาณิชย์ง่ายมากกว่ายา แต่งานวิจัยต้องถูกออกแบบมาอย่างดี และต้องใช้เวลา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอ สร้างความมั่นใจแก่ผู้ประกอบการ มีความแตกต่างจากคู่แข่ง ซึ่งหากความแตกต่างนั้นเป็นนวัตกรรม วิจัยได้สารใหม่ๆ กว่าจะเอามาใช้ได้ ต้องมีข้อมูลการวิจัยตามข้อกำหนดของ อ.ย. เช่น ต้องมีผลของการทดสอบความเป็นพิษแบบเรื้อรัง เพื่อดูผลระยะยาวว่าปลอดภัยจริงไหม ต้องศึกษาลงไปถึงการทดลองทางคลินิก ต้องดูเรื่องจริยธรรม จะเห็นได้ว่า ทุกอย่างต้องอาศัยเวลา เงินลงทุนที่สูง และกำลังคนทั้งสิ้น

แม้ว่า วว. จะทำงานอย่างบูรณาการ และมีเครือข่ายกับหน่วยงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่ยินดีทำงานวิจัยร่วมกับ วว. แต่พี่ยังค่อนข้างหนักใจว่า จะวางกลยุทธ์อย่างไรให้การบูรณาการนี้มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากงานวิจัยของต่างประเทศ ท่านมองว่างานด้านเทคโนโลยีชีวภาพเป็นอย่างไร ให้ยกตัวอย่างว่าประทับใจงานด้านชีวภาพของประเทศใดมากที่สุด

ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่เด่นๆ ทางเอเชีย คือ ประเทศญี่ปุ่น ส่วนทางยุโรป คือ ประเทศฝรั่งเศส พี่ขอยกตัวอย่างเทคโนโลยีชีวภาพที่จะนำมาใช้และได้ประโยชน์ในประเทศไทย และพี่ประทับใจ คือ ประเทศญี่ปุ่นในเรื่องของการที่สามารถนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ และใช้กันอย่างแพร่หลาย ที่ประทับใจอยู่ทุกวันนี้ เป็นเทคโนโลยีที่มีมาช้านาน คือ เรื่องของผงชูรส ซึ่งจริงๆ เขาทำกันมา 100 ปีแล้ว แต่สามารถนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งเมื่อ 100 ปีที่แล้ว เขาคิดได้อย่างไร การคิดของเขาไม่ใช่คิดรูปแบบจากจุดเริ่มต้นแต่การคิดของเขาเป็นการคิดแบบย้อนกลับ กล่าวคือ เขาคิดว่ามีรสชาติอะไรที่ทำให้เกิดรสอร่อย ไม่ใช่แค่รสหวาน เปรี้ยว เค็ม ขม ซึ่งเป็นรสพื้นฐาน แต่เป็นรสอูมามิ คือ รสอร่อย แล้วเขาก็ย้อนกลับไปคิดว่า รสอูมามิจะเกิดขึ้นมาได้จากอะไร ตรงนี้ทำให้พี่คิดว่าเป็นความคิดที่สวนทางกับคนอื่น และยังเป็นเรื่องของการคิดที่นำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ นำจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้อง และ

ได้เป็นสารบางอย่างขึ้นมา ที่กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมแพร่หลายได้ ขณะที่เราทำวิจัยในปัจจุบัน เรายังมีปัญหากันอยู่เลยว่า ผลิตภัณฑ์ของเราจะออกไปสู่ตลาดได้อย่างไร ปัจจุบันยังมีงานวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพที่น่าสนใจอีกมากมายซึ่งก็ไม่พ้นเรื่องสุขภาพ ตอนนี้เป็นเรื่องของการรักษาสุขภาพส่วนบุคคล เขาเริ่มหันมาสนใจว่าแต่ละบุคคลมียีน หรือจีโนมไม่เหมือนกัน ดังนั้นสิ่งเหล่านี้อาจจะมีผลต่อสุขภาพได้ในอนาคตจากยีนของเราเอง เช่น เราอาจจะเคยได้ยินข่าวนักแสดงที่เขาไปผ่าตัดเต้านมทิ้ง หรือตัดรังไข่ทิ้งก่อนที่จะเกิดเป็นโรคร้าย ทั้งๆ ที่ยังไม่เป็น นั่นเป็นเพราะว่า ผลการศึกษาทางการแพทย์สามารถระบุได้ว่ายีนของเขามีสิ่งผิดปกติที่เป็นแนวโน้มในอนาคตว่า อาจเกิดโรคร้ายนี้ได้ เขาจึงป้องกันเอาไว้ก่อน เรื่องของการใช้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในอนาคต จึงเป็นเรื่องที่มุ่งเน้นไปที่สุขภาพส่วนบุคคลมากขึ้น เราจึงต้องพยายามตามให้ทัน ปัจจุบันฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของ วว. ก็ทำโครงการเรื่องการลดความเสี่ยงโรคมะเร็งลำไส้ซึ่งทำการศึกษาเรื่องของจุลินทรีย์ในแต่ละกลุ่มคน เขาไปดูว่ากลุ่มผู้ป่วยมะเร็งลำไส้มีจุลินทรีย์ชนิดไหนที่ก่อให้เกิดโรค หรือแตกต่างจากคนปกติอย่างไรเพื่อเป็นแนวทางของการป้องกันหรือรักษาในอนาคต เราคาดว่า เราคงจะได้รับความรู้ หรือรับประโยชน์เพิ่มเติมจากการศึกษาวิจัยแบบนี้ ถึงแม้ว่าอาจไม่ได้เห็นผลทันทีในปัจจุบัน แต่ต้องเป็นองค์ความรู้ที่จะสามารถนำไปต่อยอดได้ในอนาคต

ท่านคิดว่า งานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพตรงจุดไหนของ วว. ที่ควรพัฒนาและปรับปรุงให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ

เพราะวิสัยทัศน์ของ วว. คือ เราจะต้องเป็นองค์กรชั้นนำในระดับอาเซียน เพราะฉะนั้นอะไรที่เป็นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เราก็จะต้องปรับตัวเราให้เข้ากับสถานการณ์ในทุกด้าน ซึ่งเราได้เริ่มทำมาสักระยะหนึ่งแล้ว เริ่มตั้งแต่ เรื่องของนโยบาย เรามี Technology Road Map (TRM) ดูว่าแนวโน้มของโลกเป็นอย่างไร ความต้องการของตลาดเป็นแบบไหน ทิศทางการทำงานของเราควรจะต้องดำเนินไปทิศทางใด ตรงตามความต้องการของตลาด ลดงานวิจัยที่ซ้ำซ้อน และตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ประเทศ นอกจากนี้ เรายังเน้นการทำงานแบบบูรณาการ เช่น ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติต้องทำบูรณาการกับฝ่ายอื่นๆ เพื่อทำให้ขอบเขตของงานและเทคโนโลยีกว้างขึ้น และเนื่องจากการลงทุนในการจัดตั้งโรงงานการผลิตใช้ต้นทุนสูงมาก ส่งผลให้เอกชนไม่กล้าเสี่ยงที่จะลงทุน ดังนั้น เรากำลังพิจารณาวางนโยบายที่ให้เอกชนมาร่วมลงทุนกับ วว. ได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเปิดช่องให้ผลงานวิจัยถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมชีวภาพอย่างแท้จริง

โครงสร้างพื้นฐานเป็นอีกเรื่องที่ต้องพัฒนา 2-3 ปีที่ผ่านมา วว. ได้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อรองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านนี้ รวมถึงกฎระเบียบที่จะมีผลต่อการวิจัยพัฒนา ตัวอย่างเช่น อาคารทางด้านนวัตกรรมจุลินทรีย์ที่มีห้องปฏิบัติการและโรงงานนำร่องผลิตจุลินทรีย์ที่มีความปลอดภัยทางชีวภาพตามมาตรฐานสากลรองรับกฎระเบียบด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ อาคารดังกล่าวมีระบบความปลอดภัยทางชีวภาพรองรับงานวิจัยทางเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ เช่น การวิจัยในระดับโมเลกุล ทั้งจุลินทรีย์ พืช และสัตว์ เรามีโรงงานนำร่องเพื่อเชื่อมต่อระหว่างห้องปฏิบัติการและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นแหล่งทดลองการผลิตอาหาร เครื่องดื่มด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ให้ประชาชน หรือนักวิชาการที่สนใจ นอกจากสิ่งก่อสร้างแล้ว วว. ยังเพิ่มการลงทุนครุภัณฑ์สำคัญในการทำวิจัยโดยมุ่งเน้นให้เครื่องมือที่ทันสมัย ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อีกเรื่องที่จำเป็นต้องทำ คือ การพัฒนาศักยภาพของบุคลากรอย่างต่อเนื่อง

จากบทสัมภาษณ์ดังกล่าว จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมชีวภาพของ วว. มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลักดันให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ จากทรัพยากรธรรมชาติรวมทั้งผลิตภัณฑ์สุขภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดที่แนวโน้มการดูแลสุขภาพเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพของ วว. จึงต้องมีการวิจัยและพัฒนารวมทั้งปรับตัวให้สอดคล้องกับสภาวการณ์โลกปัจจุบัน เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและมั่นคงของประเทศชาติสืบต่อไป

TISTR PLUS
บัวลอยธัญพืชนมสด
150
เมนูอาหารว่าง
บัวลอยธัญพืชนมสด
นิสกิตปลากระพง
ปอเปี๊ยะลุยสวน
80
วว.TISTR

การพัฒนา ส่งเสริมและสนับสนุน
การทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ

ดิศลิน กอบวิทย์กรณ์ บุญเรียม น้อยชุมแพ และ อทิตยา วังสินธุ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นช่องทางการค้าที่มีบทบาทอย่างมากในปัจจุบันและอนาคตจากความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีและความจำเป็นของสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจที่เกิดขึ้นบนโลกยุคใหม่ที่ต้องการความสะดวกและลดต้นทุน ไร้ขอบเขต จำกัดเวลา และสถานที่ โดยผลการสำรวจการค้าทางออนไลน์ของประเทศไทยพบว่า ตลาดธุรกิจ e-commerce ในประเทศไทยมีการเจริญเติบโตที่สูงและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ที่มา: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) (2557)

ด้วยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) หรือ ETDA ตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 เพื่อทำหน้าที่ผลักดันการทำ e-Commerce, e-Transaction หรือแม้แต่ บริการทางออนไลน์ของรัฐ ETDA โดยมีภารกิจในด้านต่างๆ ดังนี้ (พจนานันกุล และคณะ 2557)

1. พัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนการทางธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ

2. พัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนการทางธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ให้แก่อุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม และวิสาหกิจชุมชน

3. ศึกษาความต้องการโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศที่จะรองรับการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ธุรกิจบริการเกี่ยวกับธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ และการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ภาครัฐในด้านต่างๆ เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศ

4. ศึกษา วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่จำเป็นต่อธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์

5. ส่งเสริม สนับสนุน และดำเนินการเผยแพร่ความรู้และการให้บริการเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้านธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนดำเนินการฝึกอบรมเพื่อยกระดับทักษะเกี่ยวกับมาตรฐาน ความมั่นคงปลอดภัย หรือกรณีอื่นใดเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้านธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์

ด้วยภารกิจเหล่านี้ นอกจากเทคโนโลยีดิจิทัลแล้ว EDTA ยังมีบทบาทในการขับเคลื่อนโลกสู่ความเจริญก้าวหน้า ยังเป็น “พลัง” สำคัญต่อการส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศให้มีความมั่งคั่ง อันจะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคมได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ภายใต้กระบวนการพัฒนาที่เรียกว่า “เศรษฐกิจดิจิทัล” อย่างแท้จริง

นางสาวนีรนุช ตามศักดิ์ กลุ่มงานประชาสัมพันธ์ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เรียบเรียง

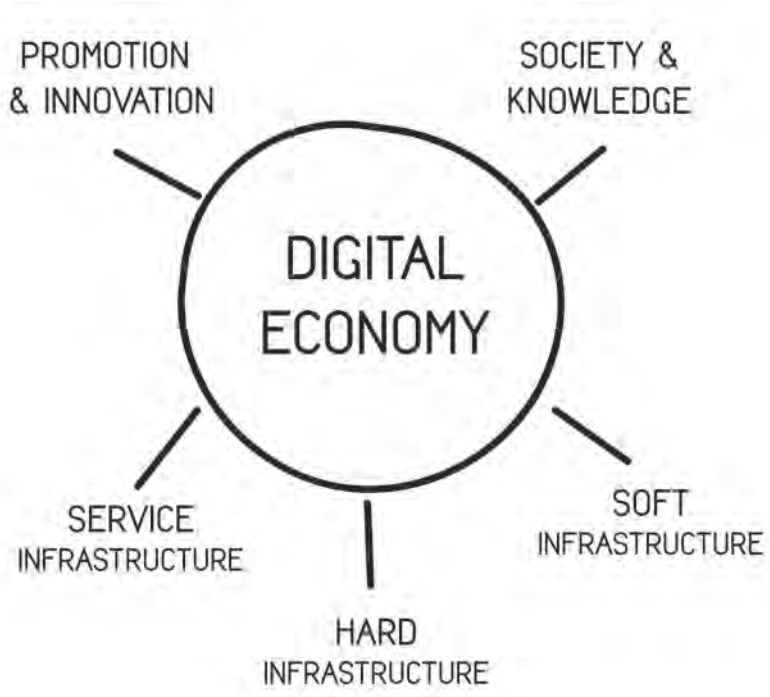
คำว่า เศรษฐกิจดิจิทัล คือ การขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศโดยการนำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตมวลรวมของประเทศให้ทันกับโลกในยุคปัจจุบัน ตั้งแต่ Knowledge Economy หรือเศรษฐกิจบนพื้นฐานของความรู้ และ Creative Economy ที่วางเป้าหมายในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ให้กับสินค้าและการบริการผ่านทางนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558)

จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันคนไทยจำนวนมากใช้เทคโนโลยีดิจิทัลทั้งการเล่น Facebook, Smartphone และ Tablet แต่สิ่งที่พบมากที่สุด คือ เป็นการใช้เพื่อความบันเทิงและไม่ได้ถูกนำมาใช้ในด้านการทำงานมากนัก ดังนั้น การเร่งพัฒนาความรู้ การสร้างความตระหนักด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ให้กับทุกภาคส่วนนั้นเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเข้าสู่เศรษฐกิจดิจิทัลโดยเน้นด้านการปฏิรูปการศึกษาให้เยาวชนไทยมีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้นมีพื้นฐานของงานวิจัยและพัฒนาทางด้านไอทีเพื่อลดการนำเข้าอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์ด้านการสื่อสาร และซอฟต์แวร์จากต่างประเทศ ทั้งยังพัฒนาให้มีการใช้ซอฟต์แวร์ที่ผลิตภายในประเทศ ผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่วโลกโดยผลิตบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านไอทีให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบัน เมื่อสังคมไทยมีความตระหนักด้านดิจิทัลมากขึ้น การใช้ข้อมูลออนไลน์ต่างๆ ก็มากขึ้นด้วย สังคมและธุรกิจก็จะเข้าสู่การเป็นเศรษฐกิจดิจิทัลและเศรษฐกิจของสังคมไทยจะก้าวเข้าสู่ Real-Time Economy (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2558)

เศรษฐกิจดิจิทัลกับประเทศไทย

เศรษฐกิจดิจิทัลเป็นหนึ่งในนโยบายการเพิ่มศักยภาพเศรษฐกิจของประเทศ

รัฐบาลภายใต้การนำของพลเอกประยุทธ์ จันทร์-โอชา ยังได้เห็นชอบต่อแนวทางที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลที่มีความสำคัญ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 1 (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) 2557)



รูปที่ 1 แนวทางที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล 5 ด้าน

1) ด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีและการสื่อสาร (Hard Infrastructure)

ประเทศไทยจะพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลต่อไปจนถึงเป้าหมายการครอบคลุมทุกพื้นที่ การมีขนาดที่พอเพียงกับการใช้งานมีเสถียรภาพที่มั่นคง ในราคาที่เหมาะสม เพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่การต่อยอดกิจกรรมการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

รัฐจะเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้โครงข่ายการสื่อสารครอบคลุมทั่วประเทศในระดับหมู่บ้าน มีขนาดเพียงพอต่อการใช้งาน มีเสถียรภาพในราคาที่เหมาะสม ทำให้ประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารหรือบรอดแบนด์ความเร็วสูงมากที่มีเสถียรภาพและมีราคาถูก (ร่วมกับจุดแข็งอื่นๆ ของประเทศ เช่น ระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศที่มีเสถียรภาพ

ระบบตลาดที่ค่อนข้างเสรี สำหรับนักลงทุนต่างชาติที่ตั้งของประเทศไทยที่อยู่ใจกลางภูมิภาค และแรงงานทักษะสูงของประเทศที่มีคุณภาพ) พร้อมให้บริการสำหรับธุรกิจต่างชาติที่จะเข้ามาลงทุนในประเทศไทยทั้งในธุรกิจ ICT เอง (เช่น การมาตั้ง data center การให้บริการ Cloud Computing การมาร่วมทุนในธุรกิจโทรคมนาคม และซอฟต์แวร์แอพพลิเคชัน ฯลฯ) หรือธุรกิจอื่นๆ ที่ใช้ประโยชน์จากการสื่อสารที่มีคุณภาพในการเชื่อมต่อกับโลก

2) ด้านงานส่งเสริมการใช้ในระดับ Application (Service Infrastructure)

รัฐจะเร่งทบทวน ปรับปรุง ยกร่างกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลทุกฉบับ โดยมีกฎหมายกฎระเบียบด้านการลงทุนและกำกับดูแลด้านโทรคมนาคม

(ระบบอินเทอร์เน็ต) ที่ทันสมัย เป็นธรรมต่อทุกฝ่าย รวมถึงมีกฎหมาย กฎระเบียบ และแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนในเรื่องความมั่นคงปลอดภัยของระบบดิจิทัล และการคุ้มครองข้อมูลประเภทต่างๆ เป็นการเพิ่มความเชื่อมั่น และสร้างบรรยากาศที่ดี เพื่อดึงดูดนักลงทุนจากต่างประเทศ

3) ด้านโครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรฐาน ความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (Soft Infrastructure)

นอกจากการพัฒนาประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานการให้บริการที่ครอบคลุม และมีมาตรฐาน เพื่อส่งเสริมให้เกิดนวัตกรรมบริการผ่านระบบดิจิทัลต่างๆ ของทั้งภาครัฐ และเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพสูงมาก โดยมีต้นทุนต่ำกว่าเดิมมาก สิ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการควบคู่กันไปก็คือ การส่งเสริมการให้บริการ

รัฐจะเร่งยกระดับการให้บริการ e-Government โดยการเชื่อมโยงข้อมูลภาครัฐผ่าน Platform ของรัฐ เน้นบริการพื้นฐานและบริการข้ามหน่วยงาน (รวมถึงการสร้างฐานข้อมูลกลาง ID แห่งชาติ และการจัดตั้งศูนย์กลางข้อมูลภาครัฐ) รวมถึงจัดเก็บเปิดเผย และแลกเปลี่ยนข้อมูลภาครัฐ ตามมาตรฐาน Open Data (และผลักดันให้มีกฎหมายการพัฒนา Open Government Data) เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลผ่าน API และนำมาซึ่งการพัฒนาสินค้าและบริการใหม่ๆ เชิงนวัตกรรมจากภาครัฐและเอกชน

4) ด้านการส่งเสริมอุตสาหกรรมด้าน Digital Economy และ R&D ด้าน Digital Economy (Promotion & Innovation)

รัฐบาลจะกระตุ้นเศรษฐกิจด้วยการสร้างระบบนิเวศดิจิทัลอย่างครบวงจร ที่มีผู้ประกอบการดิจิทัล เกิดใหม่จำนวนมาก และปรับเปลี่ยนวิธีการทำธุรกิจของผู้ประกอบการไทยในด้านต่างๆ (เน้น SME) จากการแข่งขันเชิงราคา (ถูก) ไปสู่การแข่งขันเชิงการสร้างคุณค่าของสินค้าและบริการที่ผู้บริโภคพอใจสูงสุด

รัฐจะเพิ่มขีดความสามารถของภาคธุรกิจ ให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์/บริการด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการต่อยอดนวัตกรรม เช่น การตั้งศูนย์บริการ Digital Business Analytic ให้ผู้ประกอบการ SMEs การตั้งกองทุนสนับสนุนธุรกิจดิจิทัล SMEs การสร้าง National APIs' Platform สำหรับ SMEs การขยายฐานการพัฒนา Service Platform ที่มีอยู่ให้รองรับบริการรูปแบบใหม่ รวมทั้งสร้าง Agile e-Marketplace บนระบบ Cloud Computing ที่มีความทันสมัยและสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการทางธุรกิจ เพื่อส่งเสริมธุรกิจไทยโดยเฉพาะในกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กตลอดจนการสร้างให้เกิดธุรกิจใหม่ด้วยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสนับสนุนการตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

5) ด้านการส่งเสริมความตระหนักถึงความสำคัญและความรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต (Society & Knowledge)

คือ การพัฒนาสังคมดิจิทัลที่มีคุณภาพ ด้วยการพัฒนาข้อมูลข่าวสาร และบริการของรัฐต่างๆ ที่เอื้ออำนวยต่อคนทุกระดับ คำนึงถึงผู้ด้อยโอกาสให้สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ ทุกเวลา อย่างทั่วถึง เท่าเทียมกันผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล รวมทั้งประเทศไทยมีคลังทรัพยากรสารสนเทศเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และองค์ความรู้ของประเทศในรูปแบบดิจิทัลที่ประชาชนสามารถเข้าถึงและสามารถเรียกข้อมูลมาใช้หรือนำไปวิเคราะห์ต่อยอดได้อย่างง่ายดาย ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก

ประเด็นข้างต้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งในการนำเศรษฐกิจของประเทศไทยให้ก้าวสู่เศรษฐกิจดิจิทัลอย่างสมภาคภูมิ EDTA ในฐานะหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่พัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนการทำธุรกรรมออนไลน์ให้มีความน่าเชื่อถือ สร้างโอกาสและความเท่าเทียมให้กับทุกภาคส่วน จึงได้เข้ามามีส่วนร่วมสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรฐานความมั่นคงปลอดภัย สารสนเทศ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (Soft Infrastructure) ให้พร้อมด้วยศักยภาพ และสมบูรณ์ด้วยประสิทธิภาพอย่างแท้จริง

หนึ่งในกระบวนการการพัฒนาให้ประเทศไทยได้เดินหน้าไปสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างสมบูรณ์ คือ **การเปลี่ยนผ่าน** แนวคิดที่ว่า เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเพียง “เครื่องมือ” ในการพัฒนาให้มีความล้ำหน้ายิ่งขึ้นไป ดังนั้น ผู้บริหารและผู้ประกอบการซึ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมระบบเศรษฐกิจควรมุ่งให้เกิดการธุรกิจใหม่ เพื่อพัฒนากระบวนการทางด้านธุรกิจไปสู่ Business Digitalization มากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิต สร้างรายได้และเพิ่มมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจได้อย่างสมบูรณ์

ถึงแม้ว่า ETDA จะเป็นหน่วยงานที่เพิ่งตั้งขึ้นได้ไม่นาน และหลายคนอาจยังไม่คุ้นเคยกับ ETDA มากนัก หากแต่ภายใต้ภารกิจข้างต้น ETDA นับเป็นฟันเฟืองหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อน “เศรษฐกิจดิจิทัล” ตามนโยบายของรัฐบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ “Soft Infrastructure” “3 Years ETDA Enabling Digital Economy” เพื่อผลักดันให้เกิดโครงการสำคัญต่างๆ ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาและส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศ

จะเห็นว่า จากการที่ธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ได้มีบทบาทสำคัญในระบบเศรษฐกิจยุคใหม่และการเจริญ

เติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาส่งเสริมและสนับสนุนการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศให้เป็นไปตามความต้องการโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศที่เอื้อต่อการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์และธุรกิจบริการเกี่ยวกับธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการมีมาตรฐานเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารที่มีความมั่นคงปลอดภัยและน่าเชื่อถือ ขณะเดียวกันก็มีความสะดวกสบาย เช่น การทำธุรกรรมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ในทุกๆ ช่องทางที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ อินเทอร์เน็ต และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สามารถกระทำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ การโอนเงินอิเล็กทรอนิกส์ การโฆษณาในอินเทอร์เน็ต แม้กระทั่งซื้อขายออนไลน์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่าย ทั้งนี้ การพัฒนาการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ของประเทศจะต้องกระทำอย่างมีกระบวนการ ทั้งในระดับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ระดับองค์กร และระดับประชาชน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์. 2558. แนวทางการส่งเสริมธุรกิจ e-commerce. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dbd.go.th/download/data_srevice/eCommerce-encourage.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 28 เมษายน 2558].

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2558. นโยบายดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (Digital Economy). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.mict.go.th/view/1/Digital Economy, [เข้าถึงเมื่อ 9 เมษายน 2558].

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.most.go.th/main/index.php/product/sciencetalk/4054-digital- economy-.html, [เข้าถึงเมื่อ 28 เมษายน 2558].

พจนานันกุล, นันทนา; คูอมรพัฒนะ, ปิตินันท์; สตางค์พุฒิ, พลพิบูล; โขมพัตร, ทศพร และ มานัตพิสิฐกุล, อนงคณา. 2557. รายงานประจำปี พ.ศ. 2557 3 Years ETDA Enabling Digital Economy ชีวิต เศรษฐกิจ ดิจิทัล เดินหน้าอย่างมั่นคงปลอดภัย 2557. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน).

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน). 2557. พัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.etda.or.th/documents-for-download.html, [เข้าถึงเมื่อ 16 เมษายน 2558].

คลังความรู้ด้านพลังงานทดแทน : ไบโอก๊าซ (ตอนที่ 2)

พัทธนันท์ นาถพินิจ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

4. สภาวะแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการหมักแบบไร้อากาศ

ประสิทธิภาพในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ ขึ้นกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ ระดับพีเอช อุณหภูมิ และสารอินทรีย์ เป็นต้น ผลของการย่อยสลายจะได้ก๊าซชีวภาพที่ประกอบด้วยก๊าซมีเทน ร้อยละ 70 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 30 และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (น้อยกว่าร้อยละ 1) ถ้าระบบมีสภาวะที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ และระบบอาจจะล้มเหลวได้ หลักสำคัญในการดูแลระบบ คือ พยายามรักษาระดับพีเอชให้คงที่ที่สภาวะเป็นกลาง เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ไม่ดีในสภาวะที่เป็นกรด-เบส การย่อยสลายจะเกิดขึ้นแบบเป็นขั้นเป็นตอน โดยเริ่มจากสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ถูกย่อยสลายไปเป็นกรดอินทรีย์โมเลกุลขนาดเล็ก ได้แก่ กรดแอซีติก ที่ระดับพีเอช 4-5 แต่การสร้างก๊าซมีเทนจะเกิดขึ้นที่ระดับพีเอช 7.0 ทำให้ยากต่อการควบคุมระดับพีเอชในแต่ละขั้นตอน

สภาวะที่มีอิทธิพลต่อระบบบำบัดแบบไร้อากาศ ได้แก่ ระดับพีเอช อุณหภูมิ กรดอินทรีย์ (VFA) ค่าความเป็นเบส (alkalinity) อัตราภาระรับสารอินทรีย์ (organic loading) ระบบการกวน (mixing system) ธาตุอาหารที่จำเป็น และสารพิษ เป็นต้น

4.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ค่อนข้างมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมแบ่งได้เป็น 3 ช่วง ขึ้นกับชนิดของแบคทีเรีย

- Psychrophilic range : มีช่วงอุณหภูมิค่อนข้างต่ำประมาณ 5-15°ซ. การทำงานของแบคทีเรียจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงอากาศหนาว ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นร้อยละ 40-50 แบคทีเรียกลุ่มนี้เรียกว่า Psychrophilic bacteria

- Mesophilic range : มีช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยเป็น 30-37°ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิทั่วไปในการดูแลระบบ โดยเฉพาะในประเทศแถบเขตร้อน ประสิทธิภาพในการสร้างก๊าซมีเทนเป็นร้อยละ 70-80 แบคทีเรียกลุ่มนี้เรียกว่า Mesophilic bacteria

- Thermophilic range : มีอุณหภูมิสูงกว่า 50°ซ. ซึ่งอุณหภูมิสูงจะทำให้แบคทีเรียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในอุณหภูมิสูงเป็นร้อยละ 90-95

อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ โดยทั่วไปถ้าอุณหภูมิมีความแตกต่างจากช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 10°ซ. ประสิทธิภาพในการย่อยสลายและการเกิดก๊าซมีเทนจะลดลงเกือบร้อยละ 100 ประสิทธิภาพในระบบหมักแบบไร้อากาศที่ Thermophilic จะมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ Mesophilic และ Psychrophilic ตามลำดับ โดยทั่วไปในประเทศแถบเขตร้อนจะใช้ที่ Mesophilic เพราะไม่จำเป็นต้องใช้พลังงาน และอุปกรณ์ในการควบคุมอุณหภูมิ กระบวนการย่อยสลายโดยทั่วไปจะปล่อยความร้อนออกมาประมาณ 3-5°ซ. ทำให้สามารถรักษาอุณหภูมิได้คงที่ประมาณ 35-40°ซ.

4.2 ระดับพีเอช (pH)

ระดับพีเอชมีผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ทั้งในสภาวะที่ใช้และไม่ใช้อากาศ ในสภาวะที่ใช้อากาศระดับพีเอชที่เหมาะสมจะอยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง แต่ในสภาวะที่ไร้อากาศจะมีระดับพีเอชที่แตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างกันของแบคทีเรีย ซึ่งแต่ละประเภทของแบคทีเรียจะมีระดับพีเอชที่เหมาะสมแตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- Hydrolytic bacteria : แบคทีเรียประเภทนี้จะเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับพีเอชที่เป็นกลางที่ 6.5-7.8 และสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอช และสามารถทนได้ถึงระดับพีเอชต่ำที่ 4.5

- Acidogenic bacteria : แบคทีเรียประเภทนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่ม Hydrolytic bacteria ที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอช ซึ่งสามารถทนได้ถึงระดับพีเอชที่ 4.5 แต่โดยส่วนใหญ่แบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดจะเจริญได้ดีที่ระดับพีเอชที่เป็นกรดมากกว่า

- Methanogenic bacteria : แบคทีเรียประเภทนี้เจริญเติบโตได้ดีที่ระดับพีเอชที่เป็นกลางเท่านั้น ในช่วง 6.8-7.8 และไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอช ถ้าระดับพีเอชต่ำกว่า 6.5 หรือมากกว่า 8.0 แบคทีเรียกลุ่มนี้อาจจะเกิดอาการช็อก และหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว

ระดับพีเอชที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่แบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรด และกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนสามารถสรุปได้ดังนี้

ถ้าระดับพีเอชอยู่ในช่วง 5.5-6.5 จะมีผลต่อแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

ถ้าระดับพีเอชต่ำกว่า 5.5 แบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนจะตาย

ถ้าระดับพีเอชอยู่ในช่วง 4.5-5.5 จะมีผลต่อแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด ทำให้ประสิทธิภาพลดลง

ถ้าระดับพีเอชต่ำกว่า 4.5 แบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดจะตาย

4.3 กรดอินทรีย์

กระบวนการหมักแบบไร้อากาศจะเกิดกรดอินทรีย์ขึ้นโมเลกุลที่เล็กที่สุด คือ กรดแอซีติก รองลงมา คือ กรดโพรไพโอนิก และกรดบิวทิริก เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือแอซีเตต และอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง จึงไม่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรีย โดยทั่วไปควรมีกรดอินทรีย์ไม่ควรเกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปกรดแอซีติก แต่ทนได้สูงสุดไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแอซีติก (ชวเดช 2529) ปริมาณของกรดอินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หรือเกือบคงที่ ทั้งนี้ เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียกลุ่มไฮโดรไลซิส และกรดอินทรีย์ได้ถูกใช้ในการสร้างก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ถ้าปริมาณกรดอินทรีย์ไม่อยู่ในสภาวะสมดุลระหว่างการสร้างและการใช้ จะส่งให้ค่าความเป็นเบสของน้ำ และระดับพีเอชมีค่าลดลง และจะมีกลิ่นกรดเปรี้ยวเกิดขึ้น ในช่วงแรกมีการสะสมของกรดอินทรีย์ ทำให้ค่าความเป็นเบสลดลง แต่ถ้ายังมีการสะสมกรดอินทรีย์อยู่มาก จะส่งผลให้ระดับพีเอชลดต่ำกว่า 6.5 ถ้ายังไม่ได้แก้ไขปรับปรุงระบบ ระดับพีเอชจะลดต่ำลงจนถึง 4.5–5.0 จะส่งผลให้ระบบหมักเสียสมดุล ประสิทธิภาพของระบบ และร้อยละของการเกิดก๊าซมีเทนจะลดลง แต่ร้อยละก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับเพิ่มขึ้นแทน

4.4 ค่าความเป็นเบส (alkalinity)

ค่าความเป็นเบสนี้ เป็นตัวบ่งชี้ความสมดุล และเสถียรภาพของระบบหมัก คือ ถ้าระบบมีค่าความเป็นเบสสูง แสดงว่ามีความสามารถในการรักษาสภาพความเป็นเบสไว้ได้สูง (buffer capacity) และสามารถรักษาระดับพีเอชให้อยู่ในช่วงกลางได้ ถึงแม้ว่ากรดอินทรีย์จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นก็ตาม ค่าความเป็นเบสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) โดยทั่วไปมีค่าเหมาะสม อยู่ที่ 1,000-3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) สูงสุดได้ถึง 2,500-5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต (McCarty 1964) โดยทั่วไปจะนิยมใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในการควบคุมระดับพีเอชในช่วงต้น เพื่อเพิ่มค่าความเป็นเบสให้แก่ระบบแทนโซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถปรับระดับพีเอชให้เพิ่มขึ้นได้เร็วกว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต แต่ไบคาร์บอเนตจะรักษาสภาพความเป็นบัฟเฟอร์ของระบบได้ดีกว่า (Kirch and Sykes 1971) ในระบบที่สมดุลค่าความเป็นเบสจะเพิ่มขึ้นตามอัตราภาระรับสารอินทรีย์

4.5 อัตราภาระรับสารอินทรีย์ (organic loading)

ระบบหมักโดยทั่วไปมีอัตราภาระรับสารอินทรีย์ไม่สูงมาก เนื่องจากเซลลูโลสเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก และต้องใช้เวลานาน โดยทั่วไปการหมักจะเติมสารอินทรีย์ในถังหมักแบบครั้งคราว (batch process) จากการเก็บรวบรวมในแต่ละวัน

4.6 ธาตุอาหารที่จำเป็น

ธาตุอาหารบางชนิดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโลหะหนักบางชนิด เช่น โคบอลต์ สังกะสี นิกเกิล และเหล็ก เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

- ธาตุอาหารที่จำเป็น ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ธาตุอาหารเหล่านี้จำเป็นที่จะต้องมีการเติมธาตุอาหารลงในถังหมักเป็นครั้งคราว เพื่อให้แบคทีเรียมีการเจริญเติบโตได้เต็มที่ โดยที่ถ้ามีไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากพอจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไป ในอัตราส่วน COD : N เป็น 100 : 10 (Thaveesri 1994) อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรีย เนื่องจากจะก่อให้เกิดก๊าซแอมโมเนียหรือเกลือแอมโมเนียมเกิดขึ้น อัตราส่วนของธาตุอาหาร และสารอินทรีย์ที่เหมาะสม (McCarty 1964) แสดงได้ดังนี้

BOD : N : P = 100 : 1.1 : 0.2

COD : N : P = 100 : 2.2 : 0.4

- โลหะหนักที่จำเป็น ได้แก่ โคบอลต์ สังกะสี นิกเกิล และเหล็ก โลหะหนักเหล่านี้เป็นโคเอนไซม์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย โดยต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย เพื่อให้เกิดกลไกในการย่อยสลาย และเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

ความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิดมีขีดจำกัดที่แบคทีเรียทนทานได้ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 4

4.7 สารพิษ (toxic substance)

สารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ได้แก่ สารจำพวกอนินทรีย์ (Inorganic Substance) ซึ่งมีผลในการยับยั้งการสร้างก๊าซมีเทนของแบคทีเรียกลุ่มนี้ สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

- Alkaline and alkaline-earth inhibition สารพิษพวกนี้ ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม สารพิษเหล่านี้มีผลยับยั้งการสร้างก๊าซมีเทนเมื่อมีปริมาณมากเกินไป

- Heavy metal inhibition สารพิษพวกนี้ ได้แก่ ทองแดง สังกะสี นิกเกิล และเหล็ก เป็นต้น โลหะหนักพวกนี้ถ้ามีปริมาณน้อยถือว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไป จะก่อให้เกิดอันตรายแก่แบคทีเรียกลุ่มนี้ได้เช่นเดียวกัน ถ้าในระบบหมักมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดขึ้น สามารถช่วยลดความเป็นพิษของโลหะหนักเหล่านี้ได้โดยสามารถรวมตัวกันเกิดเป็นซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำได้

ตารางที่ 4 ปริมาณสารพิษที่มีอันตรายต่อแบคทีเรียในระบบหมักแบบไร้อากาศ

สารพิษ	ความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	สารพิษ	ความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)
Cu^{2+}	1.0	Na^{+}	3,500
Zn^{2+}	5.0	K^{+}	2,500
Cr^{3+}	2,000	Ca^{2+}	2,500
Cr^{6+}	5.0	Mg^{2+}	1,000
Total chromium	5.0	Acrylonitrite	5.0
Ni^{2+}	2.0	Benzene	50
Cd^{2+}	0.02	CCl_4	10
S^{2-}	100	Chloroform	0.1
SO_4^{2-}	500	Pentachlorophenol	0.4
NH_3/NH_4^{+}	150/1,500	Cyanide	1.0

ที่มา: Eckenfelder (1979)

- Sulphide or Sulphate inhibition ซัลไฟด์และซัลเฟตมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน เนื่องจากปฏิกิริยารีดิวซ์ซัลเฟตด้วยแบคทีเรียที่รีดิวซ์ซัลเฟตจะเกิดได้มากกว่าการเกิดก๊าซมีเทนด้วยแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน โดยแบคทีเรียที่รีดิวซ์ซัลเฟตจะย่อยสลายซัลเฟต และใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานร่วมด้วย ก่อให้เกิดก๊าซไฮโดรเจน-ซัลไฟด์แทนที่ ทำให้อัตราการเกิดก๊าซมีเทนลดลง และก๊าซชีวภาพที่ได้จะมีกลิ่นเหม็นที่ระดับพีเอชต่ำ โดยแบคทีเรียที่รีดิวซ์ซัลเฟตจะเป็นแบคทีเรียหลักมากกว่าแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ปริมาณซัลเฟตที่มีพิษต่อระบบขึ้นอยู่กับระดับพีเอช โดยสามารถยับยั้งแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระดับพีเอช 6.4-7.2 แต่ถ้าระดับพีเอชสูงขึ้นเป็น 7.8-8.0 ที่ความรุนแรงในการยับยั้งเดียวกัน ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์จะลดลงเป็น 90 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้ามีปริมาณซัลไฟด์มากกว่า 165 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดความเป็นพิษกับแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนด้วยเช่นกัน

- Ammonia inhibition เศษผักผลไม้มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ดังนั้น หลังการย่อยสลายจะก่อให้เกิดก๊าซแอมโมเนียขึ้น ซึ่งจะอยู่ในรูปของก๊าซแอมโมเนีย หรือเกลือแอมโมเนียม ซึ่งสามารถช่วยรักษาสภาพบัฟเฟอร์ในระบบหมักได้ถ้ามีปริมาณน้อย แต่ถ้ามีปริมาณมากจนส่งผลให้ระดับพีเอชเพิ่มขึ้น จะเกิดความเป็นพิษกับแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน แทน ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อแบคทีเรีย คือ มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่แบคทีเรียสามารถทนความเข้มข้นของแอมโมเนียมไอออนได้สูงถึง 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ควรรักษาสภาพพีเอชให้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 7 จะช่วยให้แอมโมเนียอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออนได้มากกว่า

สภาวะที่เหมาะสมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบหมักไร้อากาศ สามารถสรุปได้ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สภาวะที่เหมาะสมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบหมักไร้อากาศ

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่าที่เหมาะสม	ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้
BOD : N : P		100 : 1.1 : 0.2	-
pH		6.8-7.4	6.4-7.8
VFA	mg/l as CH_3COOH	50-500	2,000
Alkalinity	mg/l as $CaCO_3$	1,500-2,000	1,000-3,000
NH_4^+-N	mg/l	550-1,000	3,000
Na^+	mg/l	100-200	3,500-5,500
K^+	mg/l	200-400	2,500-4,500
Ca^{2+}	mg/l	100-200	2,500-4,500
Mg^{2+}	mg/l	75-150	1,000-1,500
SO_4^{2-}	mg/l	-	500
S^{2-}	mg/l	0.1-1.0	100
Cl^-	mg/l	-	15,000
Temperature	°C	37	50-55

ที่มา: McCarty (1964)

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศมีหลายรูปแบบ ตั้งแต่ระบบที่มีอัตราการป้อนต่ำ โดยอาศัยหลักธรรมชาติ จนถึงระบบที่มีการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย โดยพัฒนาตะกอนจุลินทรีย์ให้สามารถรองรับอัตราการป้อนได้สูงขึ้น รวมทั้งการติดตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสัมผัสของสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ให้ทั่วถึงกันมากขึ้น

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้มีหลากหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่ใช้กับน้ำเสียอุตสาหกรรมหรือน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ กันค่อนข้างมาก (Singh and Prerna 2009; Bouallagui *et al*. 2005) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

● ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร

อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมทางการเกษตรค่อนข้างมาก เนื่องจากประเทศไทยจัดว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งอุตสาหกรรมทางการเกษตรมีตั้งแต่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็ก น้ำเสียจะมีสารอินทรีย์ในปริมาณมาก เทคโนโลยีที่ใช้บำบัดน้ำเสียจึงเป็นระบบแบบไร้อากาศ หรือระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบเดิมที่ใช้กันอยู่มักเป็นระบบบ่อเปิด (open pond) ซึ่งสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ แต่ไม่ได้มีการเก็บรวบรวมปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ ปัจจุบันจึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ เช่น ระบบยูเอเอสบี และระบบถังกรองไร้อากาศ เป็นต้น ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในอุตสาหกรรมทางการเกษตร มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในอุตสาหกรรมทางการเกษตร

ประเภทอุตสาหกรรม	ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ใช้
อุตสาหกรรมอาหาร อาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋อง น้ำผลไม้	UASB, Covered Lagoon และ AFF
อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง	UASB, HSS-UASB, ABR, Covered Lagoon และ AFF
อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	CSTR, UASB และ Covered Lagoon
อุตสาหกรรมโรงฆ่าสัตว์	UASB

● ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

โดยส่วนใหญ่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย โดยเฉพาะฟาร์มสุกรเป็นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการนำเทคโนโลยีระบบผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้มากที่สุด ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบบ่อปิดคลุม covered lagoon ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบนี้ได้หลายรูปแบบ ตามขนาดของฟาร์ม ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพตามขนาดของฟาร์ม

ขนาดของฟาร์ม	ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ
ฟาร์มขนาดใหญ่ หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือมากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์)*	UASB, HSS-UASB และ Covered Lagoon
ฟาร์มขนาดกลาง หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ข (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500-5,000 ตัว หรือ 60-600 หน่วยปศุสัตว์)	UASB, MC-UASB-1 และ Covered Lagoon
ฟาร์มขนาดเล็ก ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50-500 ตัว หรือ 6-60 หน่วยปศุสัตว์)	Fixed Dome และ Covered Lagoon

หมายเหตุ: *หนึ่งหน่วยปศุสัตว์ = 500 กิโลกรัม

UASB : Upflow Anaerobic Sludge Blanket **CSTR** : Completely Stirred Tank Reactor
HSS-UASB : High suspension solids-Upflow Anaerobic Sludge Blanket
MC-UASB : Medium farms Channel-Upflow Anaerobic Sludge Blanket
AFF : Anaerobic Fixed Film **ABR** : Anaerobic Buffled Reactor

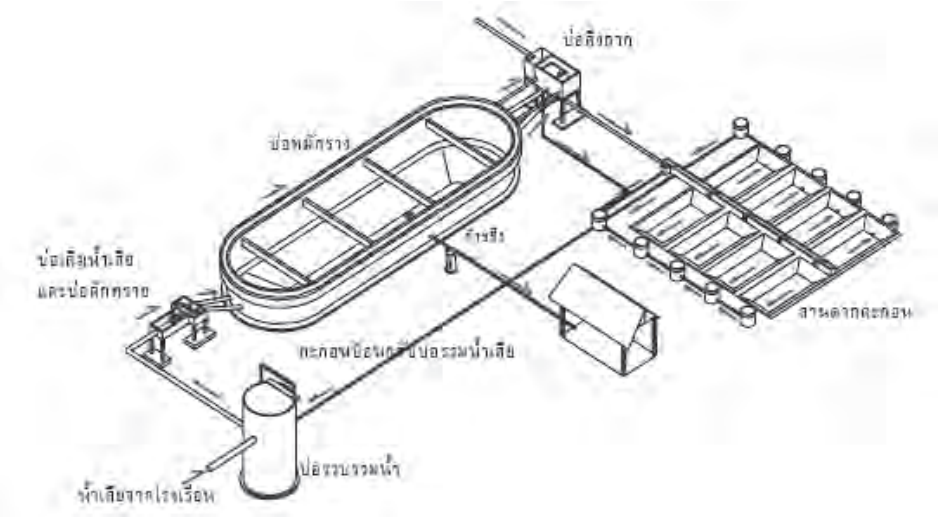
- **ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย**

ระบบการจัดการขยะมูลฝอย นิยมใช้วิธีการฝังกลบ (sanitary landfill) ซึ่งวิธีการนี้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้จากหลุมขยะ (landfill gas) นอกจากนี้ ยังได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ โดยเฉพาะเศษผักสดและเศษอาหาร ซึ่งได้มีการออกแบบพัฒนาเป็นระบบกวนสมบูรณ์ (Completely stirred tank reactor, CSTR) และระบบยูเอเอสบี (Upflow anaerobic sludge blanket, UASB) ขึ้น ซึ่งได้ก๊าซชีวภาพที่มีคุณภาพ และปริมาณคงที่มากขึ้น เหมาะแก่การ นำก๊าซชีวภาพที่ได้ไปใช้ประโยชน์

ตัวอย่างรูปแบบของระบบหมักก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

- **บ่อหมักราง (Plug flow anaerobic digestor)**

ส่วนใหญ่นิยมสร้างเป็นบ่อคอนกรีตที่มีการบังคับการไหลของน้ำเสียแบบ plug flow ด้านบนของบ่อติดตั้งด้วยโดมพลาสติก ซึ่งมักทำจากวัสดุ high density polyrthylene (HDPE) เพื่อทำหน้าที่เก็บกักก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ ระยะเวลาเก็บกักประมาณ 40-45 วัน การออกแบบระบบนี้จำเป็นต้องมีการระบายกากตะกอนออกวันละร้อยละ 1 ของปริมาตรของบ่อหมักราง เพื่อป้องกันการสะสมของตะกอนภายในระบบไม่ให้มีมากเกินไป

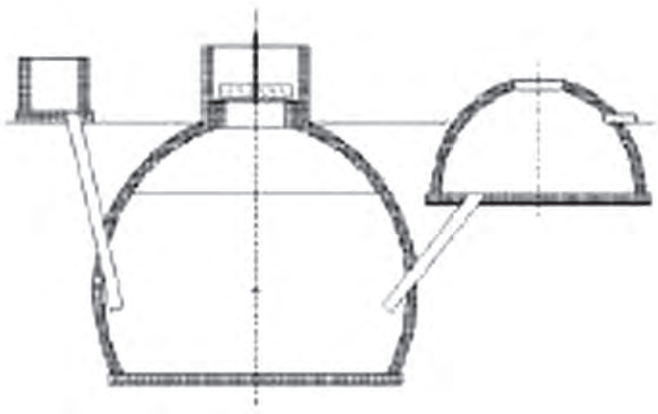


รูปที่ 6 ส่วนประกอบของบ่อหมักราง (Plug flow anaerobic digestor)

รูปที่ 7 ระบบบ่อหมักราง (Plug flow anaerobic digestor)

- **บ่อโดมคงที่ (Fixed dome)**

เป็นบ่อผลิตก๊าซชีวภาพที่มักนิยมใช้ในฟาร์มสุกรขนาดเล็ก และชุมชนทั่วไป เนื่องจากมีขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นถังปิดฝังดิน ซึ่งมีท่อลำเลียงของเสียเข้าด้านหนึ่ง และลำเลียงของเสียออกอีกด้านหนึ่ง โดยอยู่ทั้งสองข้างของถัง ส่วนด้านบนจะเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 8 ส่วนประกอบของบ่อโดมคงที่ (Fixed dome)

นอกจากนี้ ยังมีโครงการจากหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ โครงการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับชุมชน โดยคลินิกเทคโนโลยีกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้มีการรวบรวมรูปแบบของถังหมัก และวัตถุดิบไว้ 4 รูปแบบ ดังนี้ (คลินิกเทคโนโลยี 2555)

- ถังหมักพีวีซี ขนาดความจุ 7-8 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้วัตถุดิบเป็นมูลสัตว์ หรือมูลสัตว์รวมกับขยะอินทรีย์ โดยได้ก๊าซชีวภาพ 2-3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ทดแทนก๊าซหุงต้มได้เดือนละ 1 ถัง โดยมีผู้รับผิดชอบเทคโนโลยีคือมหาวิทยาลัยและหน่วยงานราชการ 15 แห่ง
- แบบฝาครอบลอย โดยใช้วัตถุดิบเป็นน้ำเสียจากยางแผ่น และของเสียจากครัวเรือน ซึ่งได้ก๊าซชีวภาพทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 2 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีผู้รับผิดชอบเทคโนโลยีคือมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
- บ่อคอนกรีต โดยใช้วัตถุดิบเป็นมูลสัตว์ และขยะในครัวเรือน ซึ่งได้ก๊าซชีวภาพทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 45 นาที ถึง 1 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีผู้รับผิดชอบเทคโนโลยีคือมหาวิทยาลัยพะเยา
- แบบยอดโดม โดยใช้วัตถุดิบเป็นมูลสัตว์ปริมาณ 1,000 กิโลกรัม ซึ่งได้ก๊าซชีวภาพทดแทนก๊าซหุงต้มได้ 1-3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีผู้รับผิดชอบเทคโนโลยีคือมหาวิทยาลัยสุรนารี

สำหรับเทคโนโลยีของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งได้มีการทดลอง และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ ได้แก่ เศษอาหาร ของเหลือทิ้งจากตลาดสด (เศษผัก) และของเหลือทิ้งทางการเกษตร (ขุยอ้อย) และของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ (เยื่อกระดาษเหลือทิ้ง) โดยพบว่า การผลิตก๊าซชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ จากเศษผักเหลือทิ้งจากตลาดสด พบว่า ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีปริมาณ 71.32 ลิตรต่อวัน โดยมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 63 ที่อัตราภาระรับขยะอินทรีย์ที่ 0.3 กิโลกรัมต่อวัน ระยะเวลาเก็บกัก 60 วัน ซึ่งข้อมูลที่ได้นำไปออกแบบ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเหลือทิ้งชีวมวลในระดับโรงงานนำร่อง และได้ติดตั้งระบบที่เทศบาลเมืองอ่างทอง โดยระบบนำร่องสามารถรองรับขยะอินทรีย์ (เศษผักที่สับย่อยแล้ว) ได้ 750 กิโลกรัมต่อวัน พบว่า สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ 17.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ได้ ซึ่งเพียงพอที่จะนำไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 10 กิโลวัตต์ เพื่อผลิตไฟฟ้าทดแทนไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตให้แก่ชุมชนในชนบทได้ โดยผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่บ้านพักอาศัยที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า 3.3 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ 5 หลังคาเรือน (สุนทรรังสรรค์, นาถพินิจ และเจนวนิชปัญจกุล 2547)

รูปที่ 9 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษผักสดเหลือทิ้ง

นอกจากนี้ วว. ยังได้พัฒนาระบบผลิตก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทนจากน้ำเสียเศษอาหารในระดับโรงงานนำทาง โดยสามารถรองรับน้ำเสียเศษอาหารที่อัตราภาระรับซีโอดีที่ 55.1 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร-วัน โดยมีอัตราการเจือจางน้ำเสียเฉลี่ยที่ 2.5 เท่า (อัตราการเจือจางต่ำสุดที่ 1.3 เท่า) ปริมาณซีโอดี และบีโอดีที่เข้าและออกจากระบบผลิตก๊าซไฮโดรเจนมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออัตราภาระรับซีโอดีสูงขึ้น และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและบีโอดีมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่ออัตราภาระรับซีโอดีสูงขึ้น โดยมีอัตราการเกิดก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ยที่ 5.53 มิลลิโมลไฮโดรเจนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดต่อวัน หรือ 0.12 ลิตรไฮโดรเจนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดต่อวัน โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 0.16 ลิตรต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดต่อวัน และมีร้อยละก๊าซไฮโดรเจนเฉลี่ยที่ 44.83 ระยะเวลาเก็บกักของถังหมัก 1 วัน นอกจากนี้ ยังสามารถผลิตก๊าซมีเทนแยกออกจากก๊าซไฮโดรเจนได้ โดยป้อนน้ำเสียที่ออกจากถังหมักไฮโดรเจนที่อัตราการป้อนน้ำเสีย 18 ลิตรต่อวัน โดยมีซีโอดีสูงสุดที่ 45,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือมีอัตราภาระรับซีโอดีที่ 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร-วัน และมีระบบการสูบน้ำรีไซเคิลวนกลับเข้าถังหมักมีเทน ที่อัตราการสูบ 24 ลิตรต่อวัน มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี บีโอดีและกรดอินทรีย์ค่อนข้างคงที่ที่ร้อยละ 96.23, 98.01 และ 92.13 ตามลำดับ มีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนเฉลี่ยที่ 8.01 มิลลิโมลมีเทนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดต่อวัน หรือ 0.22 ลิตรมีเทนต่อกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดต่อวัน โดยมีร้อยละก๊าซมีเทนเฉลี่ยที่ 74.23 สูงสุดที่ร้อยละ 82.55 ระยะเวลาเก็บกักของถังหมัก 1.5-1.7 วัน อัตราส่วนระหว่างกรดอินทรีย์ระเหยง่ายต่อความเป็นเบสเฉลี่ยอยู่ที่ 0.14 และสภาวะบัฟเฟอร์หรืออัตราส่วนระหว่างไบคาร์บอเนตและความเป็นเบสอยู่ที่ 0.90 (นาถพินิจ, พลอยภัทรภิญโญ และอนุวัฒนา 2552)

นอกจากนี้ วว. ยังได้พัฒนาต่อยอดออกแบบและยื่นจดสิทธิบัตรถังหมักก๊าซชีวภาพแบบเบ็ดเสร็จ เพื่อใช้ติดตั้งให้กับชุมชน หรือครัวเรือน หรือร้านอาหาร หรือโรงแรม ที่ต้องการพลังงานทดแทนจากการกำจัดขยะเศษอาหาร เพื่อนำพลังงานทดแทนไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม ซึ่งข้อดีของถังหมักก๊าซชีวภาพแบบเบ็ดเสร็จนี้เหมาะสำหรับวัตถุดิบที่มีไม่มาก และมีพื้นที่ในการติดตั้งน้อย โดยลักษณะถังหมักประกอบด้วยถังหมักกรด ถังผลิตก๊าซชีวภาพ และถังเก็บก๊าซ รวมอยู่ภายในถังเดียวกัน ตัวอย่างรายละเอียดของถังหมักก๊าซชีวภาพแบบเบ็ดเสร็จ ที่ใช้รองรับเศษอาหาร 20 ลิตรต่อวัน โดยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 500 ลิตรต่อวัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เมตร สูง 1.5 เมตร เป็นต้น โดยวัสดุสามารถเลือกใช้ได้หลายชนิด เช่น ไฟเบอร์ ถังพลาสติก บ่อคอนกรีต หรือสเตนเลส เป็นต้น

รูปที่ 10 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษผักสดเหลือทิ้ง

รูปที่ 11 ถังหมักก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร

สำหรับการเดินระบบเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลของกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน ต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน หัวใจสำคัญของการเดินระบบผลิตก๊าซมีเทนขึ้นกับสภาวะบัฟเฟอร์ภายในระบบ โดยให้มีความเป็นเบสและไบคาร์บอเนตอย่างน้อย 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต (Lettinga *et al*. 1980; Hulshoff-Pol, Velzeboer and Lettinga 1983; Hulshoff-Pol 1994) เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบให้คงที่ เมื่อมีกรดอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นตามอัตราภาระรับสารอินทรีย์ ประสิทธิภาพของการกำจัดกรดอินทรีย์ในสภาวะสมดุลเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 85 ซึ่งทำให้มีกรดอินทรีย์เหลืออยู่ในน้ำเสียมากที่สุด 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต หลักทั่วไปในการเดินระบบจะยอมให้มีกรดอินทรีย์เหลือได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต (Hulshoff-Pol 1994) อัตราส่วนระหว่างกรดอินทรีย์ต่อความเป็นเบสและไบคาร์บอเนตต่อความเป็นเบสที่ได้จากการทดลองเป็น 0.1-0.38 และ 0.73-0.93 ตามลำดับ โดยอัตราส่วนกรดอินทรีย์ต่อความเป็นเบสค่อนข้างต่ำกว่าค่าที่ควบคุมไว้ที่ 0.2-0.4 และอัตราส่วนไบคาร์บอเนตต่อความเป็นเบสอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมที่ 0.8-1.0 (Lettinga and Hulshoff-Pol 1986) แสดงว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์สูงมาก

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2550. รายงานฉบับสมบูรณ์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2549. หลักสูตรการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพเบื้องต้น, โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2549. หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิต และการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ, โครงการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และประชาสัมพันธ์ความรู้ด้านก๊าซชีวภาพ. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

คลินิกเทคโนโลยี, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555. การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับชุมชน วันที่ 26 ตุลาคม 2555. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ชวเดช, สุเมธ. 2529. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ. เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่องการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพของโรงงานประเภทกิจการอาหาร และเครื่องดื่ม 15-19 ธันวาคม 2529. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

นาถพินิจ, พัทธนันท์, พลอยภัทรภิญโญ, ปรีชา และอนุวัฒนา, เรวดี. 2552. การพัฒนาเทคโนโลยีและต้นแบบผลิตก๊าซไฮโดรเจนและมีเทนจากของเสีย และวัสดุเหลือใช้การเกษตรแบบครบวงจร. โครงการวิจัยที่ ภ.49-00/ย.1/รายงานฉบับที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

มูลนิธิชัยพัฒนา. 2543. โครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, รายงานศึกษาวิจัยวิทยาศาสตร์การกำจัดขยะ และการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ. กรุงเทพฯ: มูลนิธิชัยพัฒนา.

สุนทรรังสรรค์, วีรชัย, นาถพินิจ, สุจินดา และเจนวนิชปัญจกุล, พิศมัย. 2547. การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชน. โครงการวิจัยที่ ภ.44-00/ย.1/รายงานฉบับที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

Bouallagui, H., Touhami, Y., Cheikh, R. B., Hamdi, M., 2005. Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. *Process Biochemistry*. **40**, pp. 989-995.

Eckenfelder, W. W., 1979. Principles of Water Quality Management. London: CBI Publishing Company.

Hulshoff-Pol, L.W., 1994. Fundamentals of anaerobic digestion I. *Proc.* of the 1st international training course on anaerobic and low cost treatment of wastewater and waste. Pathumthani: AIT.

Hulshoff-Pol, L.W., Velzeboer, C.T.M. and Lettinga, G., 1983. Granulation in UASB reactor. *Wat. Sci. Tech.* **15**, pp. 291-304.

Kirsch, E.G. and Sykes, R.M., 1971. Anaerobic digestion in biological waste water treatment. *Progress in industrial microbiology*. **9**, pp. 155-237.

Lettinga, G, and Hulshoff-Pol, L.W., 1986. Advance reactor design, operation and economy. *Wat. Sci. Tech*. **18**(12), pp. 99-108.

Lettinga, G, van Velsen, A.F.M., Hobma, S.W., de Zeeuw, W. and Klapwijk, 1980. A use upflow anaerobic sludge blanket reactor concept for biological wastewater treatment especially for anaerobic treatment. *Biotechnology and Bioengineering.* **22**, pp. 699-705.

McCarty, P.Z., 1964. Anaerobic Waste Treatment Fundamentals Part I , Chemistry and Biology. *Public Work*. **95**, pp. 95-110.

Singh, S. P. and Prerna, P., 2009. Review of recent advances in anaerobic packed bed biogas reactors. *Renewable and sustainable energy review*. **13**, pp. 1569-1575.

Thaveesri, J., 1994. *Granulation and stability in UASB reactors in relation to substrates and liquid surface tension*. Doctorate Thesis. Gent: University of Gent.

ทุเรียนเทศ สมุนไพรไทย...ของดีที่มีอยู่

ชลธิชา นิวาสประกฤติ และบุญเรียม น้อยชุมแพ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ทุเรียนเทศ (Soursop หรือ Prickly Custard Apple) **มีชื่อวิทยาศาสตร์**ว่า *Annona muricata* L. อยู่ในวงศ์ Annonaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับน้อยหน่าและกระดังงา เป็นผลไม้พื้นเมือง มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อน พบปลูกมากในอเมริกากลางและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในประเทศอินเดีย ทุเรียนเทศเป็นอีกหนึ่งพืชที่มีคุณสมบัติเป็นพืชสมุนไพร (Vijayameena *et al*. 2013)

ในประเทศไทยเป็นพืชที่พบปลูกมากในภาคใต้และภาคเหนือ มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ภาคกลางบางแห่งเรียกว่า ทุเรียนแขก ภาคอีสานเรียกว่า หมากเขียบ หลดหรือหมากพิลด ภาคใต้เรียกว่า ทุเรียนน้ำ และภาคเหนือเรียกว่า มะทุเรียน พบขึ้นในที่ที่มีความชื้นสูง ออกดอกช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ติดผลช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ทุเรียนเทศเดิมเป็นผลไม้พื้นเมืองในแถบอเมริกากลาง กลายเป็นผลไม้ที่มีการปลูกและได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากมีรสชาติอร่อย เนื้อผลเยอะ มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชัน (Vijayameena *et al*. 2013)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ทุเรียนเทศเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ไม่ผลัดใบ ต้นสูง 5-6 เมตร เปลือกต้นเรียบ สีน้ำตาล กิ่งอ่อน มีสีน้ำตาลแดง ใบรูปไข่ ขอบขนานหรือทรงกระบอก เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ สีเขียวเข้มด้านบนเป็นมันวาว ก้านใบสั้น ดอกเป็นดอกเดี่ยวออกตามลำต้นหรือกิ่ง ดอกขนาดใหญ่ มีกลีบดอก 6 กลีบ 2 ชั้นๆ ละ 3 กลีบ สีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม กลีบเลี้ยงมี 3 กลีบ รูปสามเหลี่ยม ผลเป็นผลกลุ่มขนาดใหญ่ มีหลายรูปทรง ตั้งแต่รูปหัวใจ รูปกรวย และรูปไข่ ผลมีหนามคล้ายผลทุเรียน ผลอ่อนสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองเมื่อสุกแก่ ผลมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-20 เซนติเมตร เนื้อในผลสีขาว ฉ่ำน้ำ รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดแข็งยาวรี สีดำหรือน้ำตาลเข้ม (Vijayameena *et al.* 2013; ทุเรียนเทศมีฤทธิ์ฆ่ามะเร็ง 2558; ณ สงขลา 2525)

การขยายพันธุ์ ทุเรียนเทศสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งวิธีการอาศัยเพศโดยการเพาะเมล็ด โดยเมล็ดจะสูญเสียความงอกภายในเวลา 6 เดือน หลังเก็บผลผลิต ดังนั้น หลังจากแกะเมล็ดออกจากผล ควรเพาะเมล็ดให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดการสูญเสียความงอก และวิธีไม่อาศัยเพศ ได้แก่ การเสียบยอด การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การทาบกิ่ง การติดตา (George and Nissen 1987) การตอนกิ่งและการปักชำไม่ประสบความสำเร็จนักในการขยายพันธุ์ทุเรียนเทศ การเพาะเมล็ดทุเรียนเทศทำได้โดยนำเมล็ดแช่ในน้ำ 1-2 วัน จากนั้น นำไปเพาะในวัสดุเพาะ เมล็ดจะงอกภายใน 7 วัน การย้ายปลูกในแปลงควรทำในฤดูฝน ระยะปลูก 4.5 x 6 เมตร ทุเรียนเทศสามารถทนแล้งได้ระดับหนึ่ง แต่ในระยะติดดอก ติดผล และช่วงการพัฒนาผลไม่ควรให้ต้นขาดน้ำ มีระบบรากฝอยตื้น อาจใช้ฟางคลุมโคนต้นเพื่อลดการคายน้ำจากดินและรักษาความชุ่มชื้น การใส่ปุ๋ยปีแรกแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 15-15-15 ต้นละ 1.3 กิโลกรัม ต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว 6 ปีขึ้นไป แนะนำให้ใส่เพิ่มต้นละ 0.45 กิโลกรัม โดยใส่หลังปลูก 1 เดือน และใส่อีกครั้งหลังจากใส่ครั้งแรก 6 เดือน หรือหลังหมดฤดูฝน การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดนั้นจะให้ผลผลิตหลังปลูกเมื่อต้นมีอายุ 3 ปีขึ้นไป

ทุเรียนเทศจะเจริญเติบโตในดินร่วนที่ชุ่มชื้นและระบายน้ำดี ต้นที่โตเต็มที่จะให้ผลผลิต 1.5-2 ตัน/ไร่ (เรืองรังษี 2547)

องค์ประกอบที่มีประโยชน์ในทุเรียนเทศ

ทุเรียนเทศมีคาร์โบไฮเดรตสูง โดยเฉพาะน้ำตาลฟรักโทส นอกจากนี้ ยังมีวิตามินบีและวิตามินซี (วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี 2558)

พฤกษเคมีของทุเรียนเทศ ประกอบด้วย อัลคาลอยด์ (alkaloids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) คาร์ดิแอก ไกลโคซิเดอร์ (cardiac glycosider) ซาพอนิน (saponins) แทนนิน (tannins) ไฟโตสเตอรอล (phytosterol) เทอร์พีนอยด์ (terpenoids) โปรตีน (proteins) (Edeoga and Gomina 2000)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทางโภชนาการของผลทุเรียนเทศต่อ 100 กรัม

	ปริมาณ
พลังงาน	66 กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	16.84 กรัม
น้ำตาล	13.54 กรัม
เส้นใย (Fiber)	3.3 กรัม
ไขมัน (Fat)	0.30 กรัม
โปรตีน (protein)	1.00 กรัม
วิตามินบี 1 (thiamin)	0.070 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2 (riboflavin)	0.050 มิลลิกรัม
วิตามินบี 3 (niacin)	0.900 มิลลิกรัม
วิตามินบี 5 (pantothenic acid)	0.25 มิลลิกรัม
วิตามินบี 6	0.059 มิลลิกรัม
วิตามินบี 9 folate	0.014 มิลลิกรัม
โคลีน (choline)	7.6 มิลลิกรัม
บีตา-แคโรทีน (beta carotene)	0.001 มิลลิกรัม
วิตามินซี (vitamin C)	20.6 มิลลิกรัม
วิตามินเอ (vitamin A)	2 IU
วิตามินอี (vitamin E)	0.08 มิลลิกรัม
วิตามินเค (vitamin K)	0.4 ไมโครกรัม
ธาตุแคลเซียม (Ca)	14 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก (Fe)	0.6 มิลลิกรัม
ธาตุแมกนีเซียม (Mg)	21 มิลลิกรัม
ธาตุฟอสฟอรัส (P)	27 มิลลิกรัม
ธาตุโพแทสเซียม (K)	278 มิลลิกรัม
ธาตุสังกะสี (Zn)	0.1 มิลลิกรัม
คอปเปอร์ (Cu)	0.886 มิลลิกรัม
ซิลิเนียม (Se)	6 ไมโครกรัม

ที่มา: Philippine Herbal Medicine (2005); วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี (2558)

Vijayameena *et al.* (2013) ได้ศึกษาคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันและการยับยั้งแบคทีเรียจากส่วนต่างๆ ของทุเรียนเทศ น้ำสกัดจากใบมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 36.66 และฟีนอลร้อยละ 134.28 น้ำสกัดจากใบและเมล็ดมีวิตามินซีและวิตามินอีร้อยละ 66.6 และ 26.68 สารสกัดจากใบด้วยเอทานอลมีธาตุฟอสฟอรัสร้อยละ 128 และธาตุเหล็กร้อยละ 1.075 สารสกัดจากรากด้วยเอทานอลมีแคลเซียมร้อยละ 22 สารสกัดน้ำจากเมล็ดมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 11.025 สารสกัดจากใบด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียสูงสุด นอกจากนี้ ยังมีรายงานพบว่าทุเรียนเทศมีสาร acetogenin ที่สามารถทำให้เซลล์มะเร็งตายได้ (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2558)

การใช้ประโยชน์และสรรพคุณ

ทุเรียนเทศผลสุก นิยมรับประทานเป็นผลไม้ เนื่องจากมีรสเปรี้ยวอมหวาน ในหลายประเทศนิยมนำมาคั้นน้ำเพื่อเป็นเครื่องดื่ม โดยทำเป็นน้ำผลไม้ปั่น และทำเป็นผลไม้กวน นอกจากนี้ ยังนำไปแปรรูปเป็นไอศกรีม เยลลี ทุเรียนเทศกวน ซอส รวมไปถึงผลไม้กระป๋องด้วย ผลอ่อนของทุเรียนเทศทางภาคใต้ใช้ผลอ่อนประกอบอาหารอย่างเช่น แกงส้มและเชื่อมแบบสาเก ส่วนทางภาคเหนือ ใช้รับประทานผลสดหรือทำสมูทตี นิยมนำเนื้อไปปั่นใส่นมข้น น้ำแข็งเกล็ด หรือทำเป็นน้ำผลไม้ปั่น

ผล ใช้รักษาโรคกระเพาะอาหาร

เมล็ด ใช้เป็นยาทำให้คลื่นไส้อาเจียน แก้บิด ยาสมานแผลและห้ามเลือด ใช้เป็นยาเบื่อปลา และเป็นยาฆ่าแมลงได้

ใบเป็นยาพอก หรือนำใบมาต้ม น้ำที่ได้เป็นยารักษาภายนอก รักษาโรคผิวหนังที่เกิดกับเด็ก เป็นยาแก้ไอ และแก้ปวดตามข้อ

รากและเปลือก นำมาทำเป็นชาชงดื่มแก้อาการเครียด ช่วยลดอาการเจ็บปวดและลดการเกร็ง เป็นยาแก้ลักปิดลักเปิด (ณ สงขลา 2525)

เปลือกต้น

จากรายงานของ Scoppola *et al.* (2001) กล่าวว่าทุเรียนเทศมีคุณสมบัติต้านพยาธิ กำจัดแมลง และต้านจุลินทรีย์

ใบ ลำต้น ราก และเมล็ด มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด (Sundarrao *et al.* 1993)

ใบ ราก และเมล็ด มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลง โดยคุณสมบัติป้องกันและกำจัดแมลงมีมากในเมล็ด (Tattersfield 1940)

ทุเรียนเทศมีสรรพคุณเทียบเท่ายาป้องกัน หรือบรรเทาอาการโรคเบาหวานในผู้ป่วยโรคภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ และมีคุณสมบัติต้านออกซิเดชัน โดยปราศจากผลข้างเคียง (Lenk *et al.* 1992)

ปัจจุบันมีการนำเมล็ดของทุเรียนเทศมาใช้เป็นส่วนผสมในยา เนื่องจากเมล็ดมีฤทธิ์ทางยา ใช้เป็นยาสมุนไพร และอื่นๆ เพื่อใช้ในการป้องกันการเกิดโรคในคนและป้องกันกำจัดโรคและแมลงในพืช

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2558. ข้อมูลพื้นฐานน้อยหน่าในจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารเพื่อการพัฒนาชนบท.* [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://it.doa.go.th/, [เข้าถึงเมื่อ 12 กันยายน 2558].

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2558. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน การใช้สมุนไพร อายุรเวท รักษามะเร็ง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pharmacy.mahidol.ac.th, [เข้าถึงเมื่อ 12 กันยายน 2558].

ทุเรียนเทศมีฤทธิ์ฆ่ามะเร็ง. 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.baanmaha.com/community/, [เข้าถึงเมื่อ 12 กันยายน 2558].

ณ สงขลา, บุศบรรณ. 2525. สมุนไพรไทย ตอนที่ 1. กรุงเทพฯ: หจก. ฟันนี่ พัลบลิชชิ่ง, หน้า 76.

วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี. 2558. ทุเรียนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/, [เข้าถึงเมื่อ 12 กันยายน 2558].

เรืองรังษี, นิจศิริ. 2547. สมุนไพรไทย เล่ม 1 . กรุงเทพฯ: บี เฮลท์ตี้, หน้า 145.

Edeoga, H.O. and Gomina, A., 2000. Nutribional values of some nonconventional leafy vegetables of Nigeria. *J. Econ. Taxon. Bot.* **24**, pp. 7-13.

George, A.P. and Nissen, R.J., 1987. Propagation of *Annona* species : a review. *Scientia Horticulture.* **33**, pp. 75-85.

Lenk, S. E., Bhat, D., Blankeney, W. and Dunn, W. A., 1992. Effect of streptozotocin-induced diabetes on rough endoplasmic reticulum and lysosomes of the rat liver. *Am. J. Physiol*., **263**, pp. E865-862.

Philippine Herbal Medicine, 2005. Guyabano nutritional value per 100 g of edible portion. [online]. Available at: http://www.philippineherbalmedicine.org/guyabano.htm, [accessed 8 September 2015].

Scoppola, A., Montecchi. F. R., Mezinger, G., and Lala, A., 2001. Urinary mevelonate excresion rate in type 2 diabetes: role of metabolic control. *Artherosclerosis*, **156**, pp. 357-361.

Sundarrao, K., Burrows, I., Kuduk, M. , Yi, Y.D., Chung, M. H., Suh, N. J. and Chang, I. M., 1993. Preliminary screening of antibacterial and antitumor activities of Papua New Guinean native medicinal plants. Int. *J. Pharmacog.,* **31**(1), pp. 3-6.

Tattersfield, F., 1940. The insecticidal properties of certain species of Annona and an Indian strain of Mundulea sericea (Supli*). Ann. Appl. Biol*., **27**, pp. 262-273.

Vijayameena, C., Subhashini, G., Loganayagi, M. and Ramesh, B., 2013. Phytochemical screening and assessment of antibacterial antibacterial activity for the bioactive compounds in *Annona muricata*. *Int. J. Curr .Microbiol. Ajpp. Sci.,* **2**(1), pp. 1-8.

8K's ทฤษฎีพื้นฐาน เพื่อพัฒนาคุณภาพของทุนมนุษย์

อนันต์ รุ่งพรทวีวัฒน์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

แนวคิดทฤษฎี 8K's หรือทุน 8 ประการ เป็นพื้นฐานของทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ รากฐานของทุนมนุษย์เป็นแนวคิดที่ริเริ่มโดย Becker (1995) นักเศรษฐศาสตร์เขียนทฤษฎีทุนมนุษย์จากมหาวิทยาลัยชิคาโก ซึ่งได้รับรางวัลโนเบล สาขาเศรษฐศาสตร์ เมื่อ ปี ค.ศ. 1992 มีรายละเอียด ดังนี้

K1 ทุนมนุษย์ (human capital)

ในชั้นพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรก ซึ่งได้มาจากวิธีคิดของ Becker (1995) คือ

1. มนุษย์เริ่มมาเท่ากันจะพัฒนาหรือลงทุนให้เขาเหล่านั้นมีคุณค่า หรือแตกต่างจากบุคคลอื่นๆ อย่างไร

2. ต้องลงทุน การลงทุน คือ การเสียสละทรัพยากรวันนี้เพื่อประโยชน์ในวันหน้า

3. วิธีการลงทุนมีหลายระยะและวิธีการ เริ่มตั้งแต่ช่วงแรกของชีวิต คือ วัยเยาว์จนกระทั่งเป็นผู้ใหญ่ ได้แก่ โภชนาการ การเลี้ยงดูของครอบครัว การศึกษา การฝึกอบรม สังคมและสิ่งแวดล้อม และอื่นๆ

Becker (1995) ใช้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์วิเคราะห์วัดระดับการศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นระหว่างคนกลุ่มหนึ่งเปรียบเทียบกับคนอีกกลุ่มหนึ่งโดยวิธีการทางสถิติมาคำนวณว่า คนที่เรียน 16 ปี จะมีรายได้มากกว่าคนที่เรียน 8 ปี

ปัจจุบันการวัดปริมาณหรือวัดจำนวนปีการศึกษาแบบทางการ เช่น คนจบปริญญาตรีต้องดีกว่าคนที่จบมัธยมตอนปลายยังคงมีความสำคัญแต่จะลดลง เพราะคนเรียนน้อยอาจมีคุณภาพดีเท่ากับหรือมากกว่าคนเรียนมากก็ได้ หรือหากจะวัดจำนวนปีในการเรียนที่เท่ากันก็อาจจะมีทุนมนุษย์ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับวิธีการเรียน และการสอน มีคำถามว่า ทำไมคนเรียนน้อยบางคนมีรายได้สูง หรือทำไมคนที่เรียนมาเท่ากันรายได้ไม่เท่ากัน เป็นที่มาของคุณภาพของทุนมนุษย์ (quality of human capital) บางคนอาจจะเรียกว่าเป็นสมรรถนะ (competencies) หรือทักษะ (skills) ซึ่งเป็นที่มาของทฤษฎี 8K's

แต่ “ปัญญาอาจจะไม่ใช่ปริญญา” ดังเช่นตัวอย่างของ Bill Gates ผู้ก่อตั้งบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเรียนไม่จบปริญญาตรีจากมหาวิทยาลัย Harvard แต่ประสบความสำเร็จอย่างมากมาย หรือ Steve Jobs ผู้นำธุรกิจและนักประดิษฐ์ชาวอเมริกัน ผู้ร่วมก่อตั้ง เป็นประธานและอดีตประธานกรรมการบริหารของบริษัท Apple Computer ซึ่งเรียนไม่จบ แต่ก็สามารถประสบความสำเร็จและมีอิทธิพลมากต่อสังคมโลกของเรา

ทรัพยากรมนุษย์จะมีคุณภาพหรือไม่ แค่มี K ที่ 1 ทุนข้อแรกที่ได้จากการศึกษาหรือโภชนาการเท่านั้นไม่เพียงพอ สิ่งที่สำคัญจะต้องมี “ปัญญา” จึงนำมาสู่ K ตัวที่ 2 คือ “Intellectual capital” หรือทุนทางปัญญา

K2 ทุนทางปัญญา (intellectual capital)

ปัจจุบันมีการวิเคราะห์แนวคิดเรื่องทุนมนุษย์ที่นอกเหนือไปจากแนวคิดของศาสตราจารย์ Gary Becker ว่า ทุนมนุษย์ที่มีคุณภาพไม่ได้วัดจากระดับการศึกษาเท่านั้น แต่เพราะความสามารถของมนุษย์ในการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาและหาทางออก เรียกว่า เป็น “ทุนทางปัญญา (intellectual capital)” คือ การมองยุทธศาสตร์หรือการมองอนาคต

ปัญหาที่น่าวิตกของสังคมไทย คือ ระบบการศึกษา วิธีเรียนที่เน้นท่องจำมากเกินไป (การท่องจำควรจะมีแค่ 20%) หรือลอกเลียนแบบ (copy) ขาดการฝึกคิด/วิเคราะห์ ขาดการใช้เหตุและผล การคิดนอกกรอบ การคิดสร้างสรรค์ การศึกษาเช่นนี้ จึงเป็นปัญหาที่ทำให้สังคมไทยมีทุนมนุษย์ที่คุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร ทุกวันนี้ทุกคนต่างเรียนเพื่อให้ได้ปริญญา ทั้งที่การมีปัญญาอาจจะไม่ได้มาจากปริญญาก็ได้ บ่อยครั้งปริญญาไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เพราะขาดปัญญา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาให้คนไทยใช้ปัญญาในการแก้ปัญหา คำถามที่ว่า “ทุนมนุษย์กับทุนทางปัญญาแตกต่างกันหรือไม่” คำตอบ ก็คือ ทั้งใช่และไม่ใช่ ส่วนที่แตกต่างกัน เพราะวันนี้คนที่ได้รับการศึกษาส่วนใหญ่ในสังคมไทยยังคิดไม่เป็น ยังขาดปัญญาที่จะแก้ไขปัญหาได้จริง ปริญญาจึงไม่ใช่ปัญญา แต่ถ้าการเรียนเน้นการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ก็คือ ปัญญา สิ่งที่ควรจะเป็นในอนาคต คือ การทำให้ระบบการศึกษาของไทยสอนให้คนไทยคิดเป็น จะเป็นการสร้างทุนทางปัญญาให้กับคนไทย

ในวัยทำงาน ประมาณช่วงอายุ 22–60 ปี เป็นช่วงที่องค์กรต้องพัฒนาคนให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ สร้างวิธีการเรียนรู้ จะช่วยให้สร้างทุนทางปัญญาได้อีกระดับหนึ่ง น่าเสียดายที่องค์กรส่วนมากจะให้คนทำงานมากกว่าจะให้มีการพัฒนาทักษะ ความรู้ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการปลูกฝังวัฒนธรรมการเรียนรู้ และสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้เพื่อสร้างทุนทางปัญญาเป็นเรื่องที่สำคัญมาก แต่เพราะจุดอ่อนคือ ระบบการศึกษาที่อ่อนแอ เพราะเน้นการลอกเลียนแบบเป็นหลัก ดังนั้น จึงต้องให้ความสำคัญมากขึ้นในช่วงของการทำงานหน่วยงาน หรือองค์กรที่จะต้องมีปรัชญา ความเชื่อว่า “ทรัพยากรมนุษย์ คือ ทรัพยากรที่มีค่ามากที่สุดขององค์กรและของประเทศ”

นอกจากมีปัญญาแล้ว สิ่งที่สำคัญ คือ สังคมไทยและสังคมโลกต้องการ “คนดี” ดังนั้น จึงเป็นที่มาของ K ที่ 3 คือ ทุนทางคุณธรรม จริยธรรม (ethical capital)

K3 ทุนทางคุณธรรมและจริยธรรม (ethical capital)

การเป็นทุนมนุษย์ที่มีคุณภาพไม่ใช่แค่มีความรู้ ทักษะและมีปัญญาเท่านั้น แต่ต้องเป็นคนดี คิดดี ทำดี คิดเพื่อส่วนรวม มีจิตสาธารณะ แนวทางการสร้างคุณธรรมจริยธรรมที่เป็นประโยชน์ สามารถนำมาปรับใช้ได้ทั้งในระดับบุคคล องค์กร ชุมชน และสังคม อีก 2 แนวทาง ที่สนใจ คือ แนวทางแรก การสร้างทุนทางคุณธรรมจริยธรรมตามคำสอนของพระพุทธเจ้า ซึ่งสอนให้เราเข้าใจและยึดมั่นในศีล สมาธิ ปัญญา

แนวทางที่สอง ได้มาจาก Drucker (2004) กูรูผู้เชี่ยวชาญชาวอเมริกันคนหนึ่ง กล่าวถึง คนกับคุณสมบัติสำคัญ 3 เรื่อง ประกอบด้วย

1. Integrity คือ ความถูกต้อง
2. Imagination คือ จินตนาการ
3. Innovation คือ นวัตกรรม

Drucker กล่าวว่า “คนที่เขาต้องการ คือ คนที่ยึดมั่นในความถูกต้อง (integrity) และมีคุณธรรมจริยธรรมเป็นเรื่องแรก เพราะถ้าไม่ยึดมั่นในความถูกต้องและจริยธรรมแล้ว ต่อให้เก่งในเรื่องจินตนาการหรือนวัตกรรมก็ไม่มีความสำคัญ”

ปัญหาของคนไทยวันนี้ คือ คนไทยไม่เข้าใจว่าทุนมนุษย์ที่ดีต้องมีคุณธรรมจริยธรรม แต่กลับไปมองเฉพาะคนเก่งอย่างเดียว โดยได้ตัวอย่างมาจาก อิศรเสนา ณ อยุธยา (2555) ยึดหลักนี้ในการทำงานด้านบุคคลที่บริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) จนประสบความสำเร็จ และเน้นเรื่องการสร้างคนดี การปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรมในองค์กรเป็นแนวทางที่ดีสำหรับสังคมไทยที่จะทำให้คนไทยอยู่รอดในเวทีอาเซียนเสรีแน่นอน ทุกวันนี้ในสภาพการแข่งขันที่รุนแรงและสื่อที่เน้นแต่วัตถุ มีสิ่งหนึ่งที่น่าเป็นห่วง คือ คนไทยยอมรับวัตถุนิยมโดยไม่ดูเรื่องคุณธรรม เช่น ผลการสำรวจจากโพลล์ว่าคนไทยส่วนใหญ่เห็นว่านักการเมืองโกงได้แต่ขอให้มีผลงาน เรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องที่น่าห่วงสำหรับสังคมไทย

สิ่งที่ต้องคิดและต้องทำในวันนี้ คือ เราจะมีวิธีการอย่างไรในการสร้างทุนทางจริยธรรมให้กับคนในสังคมไทย เมื่อมีปัญญา มีความดีงามเป็นพื้นฐานแล้ว วันนี้สิ่งที่สำคัญในเรื่องคุณภาพของทุนมนุษย์ ยังต้องมีการสั่งสมอีกหลายประการ กล่าวคือ ทุนที่ 4 (K4) ทุนแห่งความสุข

K4 ทุนแห่งความสุข (happiness capital)

“ทำงานกับฉัน ฉันไม่มีอะไรจะให้ ฉันมีแต่ความสุขที่ร่วมกันในการทำประโยชน์ให้แก่ผู้อื่นเท่านั้น” หลักการทรงงานของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ข้อที่ 21 เรื่องทำงานอย่างมีความสุข

ทุนแห่งความสุข (happiness capital) นี้ มีผู้กล่าวว่า “ในโลกของการแข่งขัน การจะอยู่รอดในสังคม เรื่องเงินอย่างเดียวหรือวัตถุนิยมไม่ใช่สำคัญที่สุด แต่คุณภาพของทุนมนุษย์ที่มีความสุขในการทำงานสำคัญกว่า” และให้นิยามว่า “ทุนแห่งความสุข คือ พฤติกรรมที่ตัวบุคคลพึงมี เพื่อทำให้ชีวิตมีคุณค่าและสอดคล้องกับงานที่ทำ”

ตัวอย่างเช่น คนทำงานประสบความสำเร็จ แต่กลับไม่มีความสุขหรือความสมดุลในชีวิต มุ่งเพียงแต่จะสร้างผลงานจนไม่ได้ดูว่างานเหล่านั้นมีคุณค่า (value) ต่อตัวเองจริงๆ หรือไม่ เมื่อไม่ใช่ทุนแห่งความสุขในการทำงาน งานเหล่านั้นจะกลายเป็นภาระหน้าที่อันหนักอึ้งมากกว่าความสนุกและความสุขซึ่งส่งผลให้คุณภาพของงานที่ทำไม่ดีเท่าที่ควร ต้องตระหนักว่า

งานที่ทำเป็นงานที่มีความหมาย มีเป้าหมายที่ชัดเจน เมื่อรู้ว่าความสุข ความสมดุลคืออะไร ก็ทำงานได้อย่างไม่รู้สึกเบื่อหรือเหน็ดเหนื่อย และด้วยพลังของทุนแห่งความสุข ผลงานที่ออกมาก็จะมีคุณค่าทั้งต่อตนเองและสังคม

คนสิงคโปร์พบว่า ทุนทางความสุขนี้เป็นสิ่งที่คนสิงคโปร์ขาด เพราะเขาเน้นการแข่งขัน หากมีความสุข ความสมดุลในชีวิต ก็จะประสบความสำเร็จในการแข่งขันมากขึ้น แต่วันนี้ก็ยังหาไม่พบ เพราะเขาทำงานโดยให้ความสำคัญกับการสร้างผลงานมากเกินไปจนทำให้เกิดความเครียดในที่สุด เมื่อเครียดก็ไม่มีความสุข งานที่ออกมาก็ไม่ดีเท่าที่ควร

K5 ทุนทางสังคม (social capital–networking)

ความสำเร็จ บางครั้งมาจากการมีทุนทางสังคมหรือเครือข่าย ซึ่งเป็นทุนที่สำคัญของทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ลองวิเคราะห์ดูว่า วันนี้ตัวเรา องค์กรของเรามีเครือข่ายที่มีคุณค่าต่อการทำงานหรือไม่ โดยเฉพาะในยุคอาเซียนเสรี คนไทยต้องพร้อมที่จะมีเครือข่ายที่กว้างขวางมากขึ้นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและศักยภาพในการแข่งขัน นอกจากการสร้างทุนทางปัญญา ทุนทางจริยธรรม และทุนแห่งความสุขแล้ว ต้องถามตัวเองว่า เรามีเครือข่ายกว้างขวางแค่ไหน เพราะทุนทางสังคมหรือเครือข่าย เป็นคุณสมบัติสำคัญที่จะทำให้ทุนมนุษย์มีคุณภาพสูงขึ้น

ความหมายของเครือข่าย (network) คือ การที่เรารู้จักบุคคลจากหลายๆ วงการ นอกจากเครือญาติหรือเพื่อนฝูงแล้ว ยังมีกลุ่มอื่นๆ ที่เราจะต้องทำความรู้จักและสร้างความ

สัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการแสวงหาข้อมูล รู้จักว่าคนเก่งอยู่ที่ไหนและหาทางเจรจาต่อรองมาเป็นแนวร่วมในการสร้างทุนทางเครือข่าย วิชาเจรจาต่อรองจึงเป็นวิชาที่จำเป็นทุกๆ สาขา แต่คนไทยให้ความสนใจวิชานี้น้อย มักจะใช้อำนาจต่อรองโดยไม่ใช้วิธีการรับฟังเหตุผลซึ่งกันและกันเพื่อให้ทั้งสองฝ่ายชนะทั้งคู่ (win-win)

ในด้านเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนที่ทำให้การมี networking สูง คือ transaction cost ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างของต้นทุนดังต่อไปนี้ คือ

1. ต้นทุนในการหาข้อมูลข่าวสาร (information cost) ซึ่งคนไทยมักจะมองข้ามไป และไม่พยายามทำให้ถูกลง เพราะมีทัศนคติว่า “ฉันอยู่ของฉันแบบนี้ก็อยู่ได้” จึงไม่พยายามสร้างเครือข่ายต่างๆ ซึ่งจะช่วยทำให้ต้นทุนทางข้อมูลข่าวสารต่ำลงได้มาก

2. ต้นทุนในการเจรจาต่อรอง (negotiation cost) เป็นส่วนสำคัญของความสำเร็จในการสร้างเครือข่าย คนไทยส่วนใหญ่ไม่สนใจที่จะเรียนรู้เรื่องการเจรจาต่อรอง เพราะคิดว่า “เรื่องนี้ไม่ใช่หน้าที่ของฉัน ไม่เกี่ยวข้องกับฉัน เป็นเรื่องของเจ้านาย” ซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะการเจรจาต่อรองเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทุกคนขึ้นอยู่กับสถานการณ์ จังหวะ และโอกาสของสภาพแวดล้อมหรือบริบทของแต่ละคน

ปัจจุบันสังคมไทยมีจุดอ่อนมากมายที่เกิดจากการที่ทุนมนุษย์ของประเทศไทยให้ความสำคัญกับเรื่องระยะสั้นเท่านั้น โดยที่ไม่มองการอยู่รอดในระยะยาวและความยั่งยืน นี่จึงเป็นที่มาของทุนที่ 6 คือ ทุนแห่งความยั่งยืน

K6 ทุนแห่งความยั่งยืน (sustainability capital)

“การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องทำตามลำดับขั้น ต้องสร้างพื้นฐาน คือ ความพอมี พอกิน พอใช้ของประชาชนส่วนใหญ่เป็นเบื้องต้นก่อน โดยใช้วิธีการและใช้อุปกรณ์ที่ประหยัด แต่ถูกต้องตามหลักวิชา เมื่อได้พื้นฐานมั่นคงพร้อมพอควรและปฏิบัติได้แล้ว จึงค่อยสร้างค่อยเสริมความเจริญและฐานะเศรษฐกิจขั้นที่สูงขึ้นโดยลำดับต่อไป หากมุ่งแต่จะทุ่มเทสร้างความเจริญ ยกเศรษฐกิจขึ้นให้รวดเร็วแต่ประการเดียว โดยไม่ให้แผนปฏิบัติการสัมพันธ์กับสภาวะของประเทศและของประชาชนโดยสอดคล้องด้วย ก็จะเกิดความไม่สมดุลในเรื่องต่างๆ ขึ้น ซึ่งอาจกลายเป็นความยุ่งยากล้มเหลวได้ในที่สุด” พระบรมราโชวาทในพิธีพระราชทานปริญญาบัตรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันพฤหัสบดีที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2517

ทุนแห่งความยั่งยืน เป็นแนวคิดใหม่มากคล้ายๆ กับทุนแห่งความสุข คือ การที่ตัวเราจะมีศักยภาพในการมองอนาคตว่าจะอยู่รอดหรือไม่ มาจากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ซึ่งพระองค์ท่านทรงเน้นความพอประมาณ มีเหตุมีผล และมีภูมิคุ้มกัน บนพื้นฐานของความรู้และคุณธรรม จริยธรรม

K7 ทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศหรือ IT (digital capital)

ในยุคข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดน คงไม่มีใครปฏิเสธว่าการมีทักษะ และความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันของเราเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำงาน และแทรกซึมเข้ามาทุกอณูของโลกทุนนิยม การเข้ามาของระบบเหล่านี้จะทำให้โครงสร้างทางความคิด รูปแบบการดำรงชีวิตและการทำงานของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไป ปัจจุบัน โทรศัพท์มือถือจะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคม รวมทั้งโลกออนไลน์ อินเทอร์เน็ต ฯลฯ เข้ามามีบทบาทแทบทุกด้านตั้งแต่การศึกษา การทำงาน การสื่อสาร ฯลฯ อีกมากมาย ซึ่งทำให้สังคมไทยของเราได้รับผลกระทบทั้งแง่บวกและแง่ลบ ทุนมนุษย์ที่มีคุณภาพจะต้องมีความรู้ความสามารถที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ให้เกิดการพัฒนาด้านต่างๆ ได้นั้น คือ มีทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งการเรียนรู้ การค้นคว้าวิจัย การแสวงหาข้อมูลที่สดใหม่ ทันสมัย การสื่อสารทำให้เข้าถึงลูกค้าได้มากและรวดเร็ว รวมถึงการแบ่งปันความรู้สู่สังคมด้วย จึงจะมีประโยชน์อื่นๆ อีกมากมาย

ปัจจุบัน อุปสรรคการเรียนรู้ในโลกดิจิทัลของคนไทย คือ การใช้ภาษาอังกฤษ การหาความรู้จากเว็บไซต์ต่างประเทศ เป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นมาก ดังนั้น ในอนาคตคนไทยจะต้องขวนขวายเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านภาษาเพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในสังคมอาเซียน เมื่อมีความสามารถทางด้านภาษาแล้ว การใช้ IT ค้นคว้าหาความรู้ การติดต่อสื่อสารจะง่ายและรวดเร็วขึ้นมากในยุคที่ข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดน ยุคโลกไร้พรมแดน วันนี้ใครมีทุนทาง IT และภาษาก็เป็นผู้ได้เปรียบ

K8 ทุนอัจฉริยะ (talent capital)

สุดท้ายของ 8K's คือ ทุนที่ 8 เป็นทุนอัจฉริยะ (talent capital) ซึ่งได้แนวคิดนี้มาจากรัฐบาลสิงคโปร์ ซึ่งเชื่อว่าคนที่ประสบความสำเร็จต้องมี 3 อย่าง พร้อมกัน คือ ทักษะ (skills) ความรู้ (knowledge) และทัศนคติ (attitude)

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การเล่นกอล์ฟ นักกอล์ฟที่ประสบความสำเร็จ จะต้องมีทักษะตีไกลจำเป็น แต่ยังไม่พอ ต้องมีความรู้ ต้องรู้ว่าหลุมทรายหรือน้ำอยู่ที่ไหน และต้องมีทัศนคติ ควบคุมอารมณ์ให้นิ่งเพื่อชนะอุปสรรค ชนะใจตนเอง

หมายความว่า ในยุคอาเซียนเสรี คนที่มีศักยภาพจะต้องเป็นคนที่มีอัจฉริยภาพอยู่ในตัว หมายถึง มีการพัฒนาทักษะความรู้ของตนเองตลอดเวลา มีทัศนคติพร้อมต่อการทำงานเชิงรุก โดยเฉพาะมีทัศนคติเป็นบวกเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้ยากกว่าทักษะหรือความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคของอาเซียนเสรี การเปิดประเทศครั้งนี้ คนไทยต้องมีทัศนคติเชิงบวก มองโอกาส ความเสี่ยง เตรียมความพร้อมเชิงรุกและรับ และพร้อมที่จะพัฒนาตนเอง

ทุนข้อนี้ในสังคมไทยเรายังขาดแคลน เช่น บางคนเก่ง มีทักษะดี มีความรู้ดี แต่ทัศนคติต่อการทำงานเป็นลบ ไม่ทุ่มเททำไปเรื่อยๆ ทำให้ศักยภาพด้อยกว่าคนอื่น หรือบางคนอาจไม่เก่ง ไม่มีทักษะ ไม่มีความรู้เพียงพอ แต่มีทัศนคติต่อการทำงานคิดบวก อาจจะทำงานสำเร็จได้ในระดับหนึ่ง ถ้าเพิ่มทักษะและความรู้ด้วย ก็จะประสบความสำเร็จมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

พฤกษานุกูล, จิราพร. 2551. HR Champion : มาสโลว์ VS สวัสดิการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bangkokbiznews.com/, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

สวัสดิ์ศฤงฆาร, ปิยนันท์. 2552. ทุนมนุษย์กับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์แนวคิดใหม่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oknation.net/blog/piyanan/2009/06/30/entry, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

โสรัตน์, ธนิต. 2554. การพัฒนาทุนมนุษย์เป็นผลสืบเนื่องจากการพัฒนาเขตการค้าเสรีด้านต่างๆ : ตามแนวคิด และมุมมองจากภาคเอกชน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tanitsorat.com/file/การพัฒนาทุนมนุษย์, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

หงส์ลดารมภ์, จีระ. 2553. แนวทฤษฎีของ ดร.จีระ-Chira Academy. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chiraacademy.com/concept.html, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

หงส์ลดารมภ์, จีระ. 2555. แนวทางปลูกและเก็บเกี่ยวทุนมนุษย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.jobhai.com/jobspapert/media.php, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2555].

อนุโรจน์, คนึงนิตย์. 2553. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.researchers.in. hrdresearchh, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

อิศรเสนา ณ อยุธยา, พารณ. 2555. ห้องเรียนปริญญาเอก วิชาการจัดการทุนมนุษย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.gotoknow.org'...'Chira&TeachingPh.D., [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2555].

Becker, G.S., 1995. Human capital and poverty alleviation. [online]. Available at: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/1995/03/01/000009265_3970702134116/Rendered/ PDF/multi0page.pdf, [accessed 22 April 2011].

Drucker, P., 2004. The Daily Drucker. New York: HarperCollins.

ทฤษฎีต่อยอดสร้างคุณภาพทุนมนุษย์ หรือทฤษฎี 5K's

อนันต์ รุ่งพรทวีวัฒน์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

นอกจากแนวคิดทฤษฎี 8K's หรือ ทุน 8 ประการ เป็นพื้นฐานของทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ ซึ่งได้กล่าวแล้วนั้น ยังมีทุนอีก 5 ประการ ที่มีความสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ทุนมนุษย์ของประเทศไทยมีคุณภาพเพียงพอที่จะอยู่รอด สามารถแข่งขันในสังคมอาเซียนเสรีได้อย่างสง่างามและยั่งยืน เรียกแนวคิดทุนใหม่ 5 ประการนี้ว่า ทฤษฎี 5K's (ใหม่) ซึ่งประกอบด้วย

1) ทุนแห่งความคิดสร้างสรรค์ (creativity capital)
2) ทุนแห่งความรู้ (knowledge capital)
3) ทุนทางนวัตกรรม (innovation capital)
4) ทุนทางวัฒนธรรม (cultural capital)
5) ทุนทางอารมณ์ (emotional capital)

หากคนไทยมีทุนใหม่ทั้ง 5 นี้ จะเป็นทุนมนุษย์ที่มีคุณภาพสามารถยืนหยัดแข่งขันได้ในทุกเวที ไม่เพียงแต่เวทีอาเซียนเสรี แม้ในเวทีโลก คนไทยก็จะไม่เป็นรองใคร (หงส์ลดารมภ์ 2553)

แนวคิดทุนใหม่ 5 ประการ หรือ 5K's (ใหม่) มีรายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

1. 5K's (1) ทุนทางความคิดสร้างสรรค์ (creativity capital)

ทุนทางความคิดสร้างสรรค์ พลังแห่งจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ทำให้เราสามารถสร้างผลงานต่างๆ ได้มากมาย ลองศึกษาบุคคลที่ประสบความสำเร็จระดับโลก เช่น บิล เกตต์ เจ้าของบริษัทไมโครซอฟท์ กล่าวไว้ว่า "The net worth of Microsoft is 5% physical assets, 95% human imagination นั่นคือ มูลค่าสุทธิของไมโครซอฟท์ 5% คือ สินทรัพย์ที่จับต้องได้ และอีก 95% คือ จินตนาการของมนุษย์" ข้อเท็จจริงนี้สามารถยืนยันได้ว่าจินตนาการของมนุษย์ หรือทุนแห่งการสร้างสรรค์สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มหาศาล (หงส์ลดารมภ์ 2550) คำพูดของบิล เกตต์ ยังสอดคล้องกับวิธีคิดของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ นักวิทยาศาสตร์ระดับโลกพูดว่า "Imagination is more important than knowledge" หรือ "จินตนาการสำคัญกว่าความรู้" (Einstein 2011)

อีกท่านหนึ่ง คือ Buzan (2011) เจ้าของทฤษฎี Mind Mapping ที่โด่งดังและได้รับความสนใจจากทั่วโลก เป็นชาวอังกฤษ ทฤษฎี Mind Mapping เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการใช้สมองของมนุษย์ได้อย่างน่าสนใจ และผลอนันต์ (2540) นักทรัพยากรมนุษย์ไทยคนแรก ที่ได้ลิขสิทธิ์เผยแพร่ทฤษฎี Mind Mapping ในประเทศไทย สามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับคนในทุกๆ ระดับตั้งแต่เด็กถึงผู้ใหญ่หรือผู้บริหารได้อย่างดี

กูรูผู้เชี่ยวชาญทางด้านพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ Edward De Bono กล่าวไว้อย่างน่าสนใจ คือ "ฝนตกลงมาน้ำไหลเป็นทาง" หมายความว่า ในชีวิตของเรามักจะคิดและทำสิ่งต่างๆ ด้วยความเคยชิน (ทัศนคติ 2548) แต่ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ทำสวนทางหรือแตกต่างกับสิ่งที่เคยทำมานาน ดังนั้นทุนทางความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างได้ ที่สำคัญต้องพยายามฝึกคิดนอกกรอบ ฝึกตอบโจทย์โดยหาทางออกหลายๆ ทาง อย่างไรก็ดี การมีความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการยังไม่พอ สิ่งสำคัญ คือ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดมาจากการที่มีทุนทางความรู้ ลองนำความคิดสร้างสรรค์บวกกับความรู้มาทำให้เกิดผลแล้วให้ทดลองอาจต้องพบความผิดหวังบ้าง ต้องเอาชนะอุปสรรคไปสู่ความสำเร็จให้ได้ ซึ่งจะนำไปสู่ทุนทางนวัตกรรม

2. 5K's (2) ทุนทางความรู้ (knowledge capital)

ทุนทางความรู้ ในยุคเศรษฐกิจ ฐานความรู้ ข้อมูล (data) ข่าวสาร (information) มีความสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน การใช้ชีวิตประจำวัน ความรู้ที่เรามีจะต้องใหม่ ทันสมัย แม่นยำ ข้ามศาสตร์ ซึ่งนั่นเป็นเหตุผลว่า ทำไมเราต้องเป็นคนใฝ่รู้ หรือเป็นคนมีวัฒนธรรมในการเรียนรู้ ยุคข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดนทำให้ความรู้ต่างๆ จะล้าสมัยทุกๆ 6 เดือน หรือ 2 ปี หากเราไม่ใฝ่รู้ เราก็จะตกรางได้ คือ ย่ำอยู่กับที่ ทุนทางความรู้ที่ดีต้องอยู่เป็นหลักทฤษฎี 2R's คือ R ตัวแรก Reality หมายถึง ความรู้ที่มาจากความเป็นจริง และ R ตัวที่สอง Relevance หมายถึง ตรงประเด็น ตรงความต้องการของผู้รับบริการ

การมีทุนทางความรู้จะนำไปสู่การสร้างคุณค่าร่วม (value creation) มูลค่าเพิ่ม (value added) และมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลาย (value diversity) และความเฉลียวฉลาด (wisdom) ได้

3. 5K's (3) ทุนทางนวัตกรรม (innovation capital)

ทุนทางนวัตกรรม คือ ความสามารถทำสิ่งใหม่ๆ ที่มีคุณค่า นวัตกรรมต้องมีองค์ประกอบ 3 เรื่อง คือ

1) มีความคิดใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้นำมาผสมผสานกัน จุดอ่อนของสังคมไทยในเรื่องนี้ คือ เรายังไม่ได้สร้างบรรยากาศในการแบ่งปันความรู้ร่วมกันในองค์กร การบริหารส่วนใหญ่ยังเป็นการสั่งงานจากบนลงล่าง (top down) ซึ่งจะต้องทำตามคำสั่งและมีการควบคุม (command and control) หรือการทำงานแบบแนวดิ่ง ขาดการมีส่วนร่วมในทุกระดับ ส่วนใหญ่ทำงานมาก แต่ขาดความคิดเป็นยุทธศาสตร์ และขาดการทำงานเป็นทีมชนิดข้ามสายงาน (cross function)

2) นำความคิดไปปฏิบัติจริง เมื่อมีแนวคิดใหม่ๆ ต้องนำมาขยายผล โดยอาจเริ่มตั้งแต่การออกแบบและเขียนโครงการ (project proposal) การผลักดันโครงการให้ได้รับการอนุมัติ (project approval) การบริหารโครงการ (project management) และการติดตามประเมินผลโครงการ (project evaluation)

3) ทำให้สำเร็จเป็นรูปธรรมและใช้ประโยชน์ได้จริง การทำโครงการใหม่ๆ หรือบริหารโครงการต่างๆ นั้น จะมีอุปสรรคมากมาย เราจะต้องทำให้สำเร็จ (execution & get thing done) ความสำเร็จที่เกิดขึ้นอาจได้ผลตอบแทนในรูปแบบต่างๆ เช่น ได้เงิน ได้ชื่อเสียง ได้ความสุข บางครั้งวัดเป็นตัวเงินได้ บางครั้งวัดไม่ได้ "Intangible" แต่ทำให้องค์กรยั่งยืน บุคลากรในองค์กรมีความรู้ ชุมชน และสังคมได้รับการพัฒนา "นวัตกรรม" มีหลายรูปแบบ เช่น สินค้าใหม่ (product innovation) การให้บริการใหม่ (service innovation) การบริหารจัดการแบบใหม่ (management innovation) เช่น การพัฒนาแบรนด์ (branding) หรือการพัฒนากระบวนการทำงาน (process management) การสร้างแรงบันดาลใจ นวัตกรรมทางสังคม (social innovation) เช่น กิจกรรมใหม่ๆ เพื่อพัฒนาชุมชน การแก้ปัญหายาเสพติด การรักษาสิ่งแวดล้อม การแก้ปัญหาอาชญากรรม นวัตกรรมทางการศึกษา การสร้างหรือพัฒนาทุนทางนวัตกรรม เรียกว่า ทฤษฎี 3C's ประกอบด้วย

1. Customers analysis คือ วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า ทั้งลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก
2. Change management คือ บริหารการเปลี่ยนแปลง
3. Command and control minimization คือ การลดการควบคุม สั่งการ แต่พยายามให้ทุกคนมีส่วนร่วม และทำงานเป็นทีม

การสร้างหรือพัฒนาให้ทุนมนุษย์ของประเทศไทยมีทุนทางนวัตกรรมในวันนี้ แม้จะไม่ใช่เรื่องง่าย แต่เป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันให้กับประเทศไทย

4. 5K's (4) ทุนทางวัฒนธรรม (cultural capital)

ทุนทางวัฒนธรรม คือ การมีความรู้ ความเข้าใจ ตระหนักในความสำคัญของวัฒนธรรมซึ่งเป็นรากฐานของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประกอบด้วย ขนบธรรมเนียม ศาสนา ประวัติศาสตร์ ประเพณี วิถีชีวิต ภูมิปัญญา แนวทางปฏิบัติ และความเชื่อ เป็นเอกลักษณ์ที่สำคัญของประเทศ สิ่งเหล่านี้สำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสร้างคุณค่าและสร้างมูลค่าเพิ่มในสังคมยุคโลกาภิวัตน์

จุดเด่นของวัฒนธรรมไทย คือ มีความงดงาม อ่อนโยน เอื้ออารี เต็มเปี่ยมด้วยอัธยาศัยไมตรี ยากที่ชาติใดๆ ในโลกจะเลียนแบบได้ สิ่งนี้เราได้รับการยอมรับจากนานาประเทศ นอกจากนั้น ทุนทางวัฒนธรรมยังหมายถึงการมีความรู้ ความเข้าใจในวัฒนธรรมของประเทศอื่นๆ และสามารถบริหารจัดการความแตกต่างหลากหลายทางวัฒนธรรมได้อย่างดีด้วย

วัฒนธรรมเกิดจากตัวมนุษย์ในแต่ละชุมชนหรือแต่ละประเทศที่ไม่เหมือนกัน ยิ่งการเป็นประชาคมอาเซียน จะพบว่าจุดแข็งของคนไทย คือ รากเหง้าทางวัฒนธรรมที่เราสะสมมานาน สามารถสร้างให้มีคุณค่าได้ในยุคเสรีอาเซียนอย่างแน่นอน

ตราบใดที่คนไทยค้นหาทุนเหล่านี้และสร้างมูลค่าเพิ่มให้ได้

การมีทุนทางวัฒนธรรมจะทำให้คนไทยทุกระดับอยู่ในสังคมประชาคมอาเซียนและสังคมโลกได้อย่างสง่างาม “อย่างผู้มีวัฒนธรรม”

5. 5K’s (5) ทุนทางอารมณ์ (emotional capital)

ทุนทางอารมณ์ เป็นทุนอีกข้อหนึ่งที่สำคัญและมีกระทบสูงมาก ทั้งในระดับบุคคล ชุมชน สังคม ประเทศชาติ หรืออาจมองรวมไปถึงระดับโลก ทุนทางอารมณ์ คือ การรู้จักควบคุมอารมณ์และบริหารอารมณ์ เช่น ไม่โกรธง่าย ไม่เครียดง่าย ไม่อ่อนไหว หดหู่ ตกใจ ตื่นกลัวกับสิ่งต่างๆ ที่เข้ามากระทบตัวเรา รู้จักใช้สติ ใช้เหตุผล การมองโลกในแง่ดี ฯลฯ

การพัฒนาคุณภาพมนุษย์ให้มีทุนทางอารมณ์สูง คือ การมีความกล้าหาญ ความเอื้ออาทร มองโลกในแง่ดี รู้จักควบคุมอารมณ์ของตนเอง และสามารถสื่อสารสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นได้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เราสามารถทำงานอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในทุกๆ ระดับได้ ทั้งเรื่องเล็กและเรื่องใหญ่ที่เกิดจากการใช้อารมณ์

สำหรับสังคมไทย วิธีการที่ดีที่สุดในการสร้างทุนทางอารมณ์ คือ ยึดหลักคำสอนของพระสัมมาสัมพุทธเจ้าเป็นเครื่องนำทางชีวิต

เอกสารอ้างอิง

การพัฒนาทุนมนุษย์. 2554. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tanitsorat.com/file/การพัฒนาทุนมนุษย์, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

ทัศนคติ. 2548. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=alucard&month=11-01-2005&group=2&gblog=8, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

ผลอนันต์, ธัญญา. 2540. Mind Mapping. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://main.library.tu.ac.th/.../1-2015-03-09-08-03-35, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

พฤกษานุกูล, จิราพร. 2551. HR Champion : มาสโลว์ VS สวัสดิการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bangkokbiznews.com/, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

สวัสดิ์ศฤงฆาร, ปิยนันท์. 2552. ทุนมนุษย์กับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์แนวคิดใหม่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.oknation.net/blog/piyanan/2009/06/30/entry, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

หงส์ลดารมภ์, จีระ. 2550. The network of Microsoft is 5% physical assets, 95% human imagination by Bill Gates. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.gotoknow.org>...>สมุด > ทุนมนุษย์กับ ดร. จีระ, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

หงส์ลดารมภ์, จีระ. 2553. แนวทฤษฎีของ ดร.จีระ-Chira Academy. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chiraacademy.com/concept.html, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

หงส์ลดารมภ์, จีระ. 2555. แนวทางปลูกและเก็บเกี่ยวทุนมนุษย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.jobhai.com/jobspapert/media.php, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2555].

อนุโรจน์, คนึงนิตย์. 2553. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.researchers.in. hrdresearchh, [เข้าถึงเมื่อ 22 เมษายน 2554].

Busan, T., 2011. Mind Mapping. [online]. Available at: http://www.tonybuzan.com > about, [accessed 22 April 2011].

Einstein, A., 2011. Quote by Albert Einstein. [online]. Available at: http://www.goodreads.com/quotes/556030, [accessed 22 April 2011].

วิทย์แกเลอรี

บุญศิริ ศรีสารคาม
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ที่มา: Alisson (2015)

ผู้บริโภคอาจยืดเวลาในการต้องซื้อนมออกไปได้อีก จากการที่บริษัท Agrindus ในบราซิล คิดค้นขวดพลาสติกใส่นมที่มีส่วนผสมของอนุภาคซิลเวอร์นาโน (silver nanoparticles คืออนุภาคเงินที่มีขนาดน้อยกว่า 100 นาโนเมตร) ซึ่งจะช่วยฆ่าแบคทีเรีย เทคโนโลยีนี้เป็นการพัฒนาร่วมกับบริษัท Nanox ซึ่งเป็นการเคลือบอนุภาพของ ceramic silica ด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโน กระบวนการนี้ ซิลิกาจะเพิ่มศักยภาพในการต้านจุลชีพของเงิน ทำให้การบรรจุนมพาสเจอไรส์ในขวดนี้จะสามารถเก็บนมไว้ได้ถึง 15 วัน จากปกติที่เก็บได้ 7 วัน

ส่วนผสมของสารเคลือบนี้มีลักษณะเป็นผงผสมกับของเหลวพอลิเอทิลีนด้วยเทคนิคของการเป่า ฉีด หรือหลอมรวมขึ้นรูปพลาสติกให้เป็นขวด ซึ่ง Agrindus วางแผนจะขายขวดนี้ให้กับบริษัทผู้ผลิตนม ส่วนประกอบนี้ยังสามารถนำไปใช้ทำถุงบรรจุนมได้ด้วย ซึ่งจะทำให้นมมีอายุเพิ่มขึ้นจาก 4 วัน เป็น 10 วัน

อย่างไรก็ตาม ความกังวลเรื่องสารปนเปื้อนที่จะทำให้เกิดผลต่อคนและสิ่งแวดล้อม Agrindus อ้างว่า สารดังกล่าวจะอยู่ในพลาสติก และจะไม่มีการละลายหรือเจือปนลงไปในนม วัสดุนี้เริ่มทำการทดลองใช้แล้วในบราซิล ในอนาคตจะมีการทำการตลาดไปยังประเทศในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีนี้จึงเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างในการนำอนุภาคซิลเวอร์นาโน มาใช้ในเรื่องบรรจุภัณฑ์ถนอมอาหาร

เอกสารอ้างอิง

Alisson, E., 2015. Brazilian company doubles shelf life of pasteurized fresh milk. [online]. Available at: http://agencia.fapesp.br/brazilian_company_doubles_shelf_life_of_pasteurized_fresh_milk/21432/, [accessed 11 September 2015].

Coxworth, B., 2015. [online]. Available at: http://www.gizmag.com/agrindus-silver-milk-bottles/38780/, [accessed 11 August 2015].

สารเคลือบบริโภคได้ ช่วยเพิ่มอายุสตรอเบอร์รี อีกเท่าตัว

สตรอเบอร์รีเป็นผลไม้ที่อร่อย แต่มีอายุบริโภคที่จะวางขายในท้องตลาดได้ไม่ยาวนัก เพราะฉะนั้น บางทีก็ต้องทิ้งไปทั้งๆ ที่ยังไม่หมด เพราะเสียซะก่อนเพียงไม่กี่วัน เพื่อเป็นการหาทางแก้ปัญหาเรื่องนี้ นักวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัย San Nicolás de los Garza ในเม็กซิโก ได้พัฒนาสารเคลือบผิวผลสตรอเบอร์รีที่รับประทานได้ ซึ่งสร้างมาจากเพกทิน (pectin) คาร์โบไฮเดรตที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงพบในพืชและผลไม้สุก สามารถช่วยถนอมให้สตรอเบอร์รีเสียยาก มีอายุบริโภคที่ยาวขึ้นโดยไม่ทำให้สูญเสียรสชาติของสตรอเบอร์รี

จากข้อมูลของ Food and Agriculture Organization of the United Nations ระบุว่า มีการเก็บสตรอเบอร์รีมากกว่า 4.5 ล้านตันต่อปี โดยประเทศที่ปลูกที่สำคัญ คือ สหรัฐ ตุรกี สเปน อียิปต์ และเม็กซิโก ปัญหา คือ แม้การเพาะปลูกจะเพียงพอ แต่สตรอเบอร์รีเสียง่าย ช้ำง่าย และต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี ระหว่างการเก็บเกี่ยว ซึ่งต้องมีการเก็บทุกๆ 3 วัน และต้องรีบนำไปทำให้เย็นด้วยพัดลม

สำหรับการขนส่งสตรอเบอร์รีสดต้องทำอย่างรวดเร็วภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เพื่อให้เย็นพอที่จะถนอมสตรอเบอร์รีให้ไม่เสีย แต่ก็ยังอุ่นพอที่จะป้องกันไม่ให้เป็นน้ำแข็งซึ่งจะทำให้ผลเละ ในการขนส่งจะต้องบรรจุอย่างดีเพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงดี และต้องป้องกันไม่ให้กล่องที่ใส่มาสัมผัสกับกำแพง พื้น หรือเพดานของรถขนส่ง นอกจากนั้น จากตลาดสู่การบริโภคก็มีช่วงเวลาที่สั้นมาก

ดังนั้น ทีมนักวิทยาศาสตร์จึงคิดค้นสารเคลือบที่เรียกว่า Edible Active Coating (EAC) ซึ่งถูกออกแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพและขยายอายุบริโภคของสตรอเบอร์รีด้วยสารเคลือบที่ทำมาจากเพกทิน และผสมกับอนุพันธ์ของไคติน (พอลิเมอร์ที่พบมากในเปลือกกุ้ง กระดองปู และแกนปลาหมึก) และส่วนที่สำคัญ คือ สเปรย์ที่ใช้เคลือบมีส่วนประกอบของ extracellular support, sodium benzoate และ potassium sorbate

สตรอเบอร์รีจะถูกล้างและฆ่าเชื้อโรค แล้วจุ่มลงไปในสารเคลือบก่อนบรรจุหีบห่อ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทีมวิจัยยังพบด้วยว่า เมื่อนำกลุ่มทดลองที่เคลือบมาเทียบกับสตรอเบอร์รีปกติพบว่า สารเคลือบยังช่วยทำให้สี รสชาติ และพื้นผิวของสตรอเบอร์รีดีกว่าเดิมด้วย สตรอเบอร์รีจะสูญเสียน้ำหนักน้อยลง มีความหนาแน่น คงทน มีสีสดที่นานขึ้น และขยายอายุบริโภคจาก 6 วัน เป็น 15 วัน นอกจากนั้น ยังช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งการใช้สารเคลือบไม่ส่งผลต่อภาวะความเป็นกรด อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคลือบเหมาะกับการใช้ในระดับอุตสาหกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

Szondy, D., 2015. Edible coating more than doubles strawberry shelf life. [online]. Available at: http://www.gizmag.com/edible-coatings-extends-strawberry-shelf-life/38985/, [accessed 2 September 2015.].

รวบรวมและเรียบเรียงโดย : รัชนี วุฒิพฤกษ์ E-mail: rachanee@tistr.or.th โทร. 0-2577-9000 ต่อ 9100
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

ที่ปรึกษา
นายดลฤทัย ศรีทวีกาศ
นายจตุรงค์ เจริญรัตน์

ผู้วิจัย
นางสาวรัชดาพร ผาแดง
นางสาวนาตยา ผาแดง

โรงเรียนวังกระแสวิทยาคม
ต.บ้านผึ้ง อ.เมือง จ.นครพนม

ที่มาและความสำคัญ

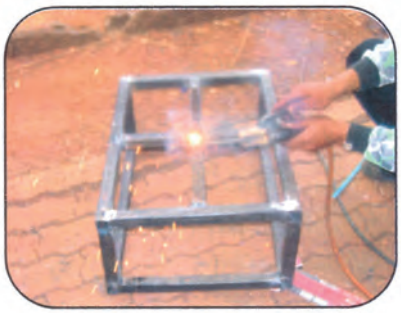
พลังงานเป็นปัญหาใหญ่ของโลก และนับวันจะมีผลกระทบรุนแรงต่อมวลมนุษยชาติมากขึ้นทุกที การหาพลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งที่ทุกประเทศต้องให้ความสำคัญ การศึกษาค้นคว้า สำรวจ ทดลอง และพัฒนาเทคโนโลยีอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีใหม่ๆ ในด้านพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ เป็นต้นกำเนิดพลังงานอันมหาศาล สามารถผลิตพลังงานได้ถึง 3.8 x 1,023 กิโลวัตต์ แพร่กระจายออกมายังอวกาศในทุกทิศทุกทางในรูปของรังสี ระยะห่างของโลกกับดวงอาทิตย์มากถึง 1.5 x 108 กิโลเมตร แต่พลังงานเดินทางมาด้วยเวลาเพียง 8 นาที เท่านั้น พลังงานจากดวงอาทิตย์ส่งมายังโลกประมาณ 1.8 x 1,014 หรือ 100% กิโลวัตต์ (1.4 กิโลวัตต์/ตารางเมตร) จะถูกดูดซับโดยพื้นผิวโลกประมาณ 0.85 x 1,014 กิโลวัตต์ หรือ 47% สะท้อนกลับชั้นบรรยากาศ 30% และ 23% ดูดซับเกิดเป็นวัฏจักรน้ำ ทะเล และลม พื้นที่ต่างๆ ทั่วโลกจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน

พลังงานทดแทนในยุคโลกร้อน จากอุณหภูมิที่โลกร้อนขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ความร้อนเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นพลังงานความร้อนชนิดหนึ่งในลักษณะชนิดอุณหภูมิต่ำ จะมีอุณหภูมิระหว่าง 27-40 องศาเซลเซียส ผู้ประดิษฐ์จึงมีความสนใจที่จะนำความรู้เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกมาสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ถ่านและก้อนหินเป็นตัวดูดความร้อน ใช้กระจกเงาสะท้อนแสงส่งพลังงานความร้อนให้ตู้อบ เพื่อใช้ในการถนอมอาหาร เป็นการเก็บอาหารไว้บริโภคได้นานๆ

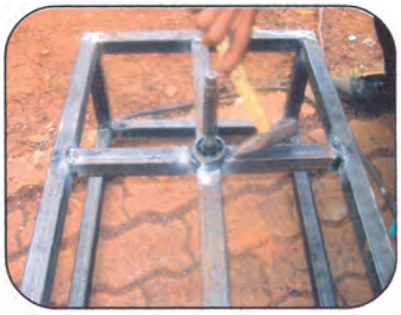
อุปกรณ์การดำเนินงาน

รูปที่ 1 แท่นวางตู้อบ

รูปที่ 2 ลูกปืนสำหรับทำแกนหมุน



รูปที่ 3 เชื่อมลูกปืนกับแท่นวางตู้อบ



รูปที่ 4 ตู้อบสามารถหมุนได้

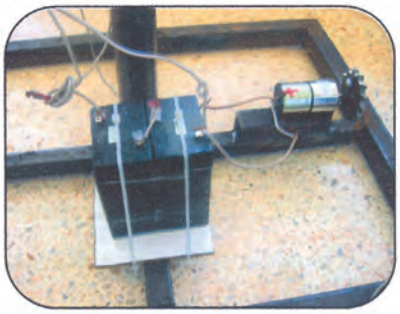
รูปที่ 5 ตู้อบหมุนได้ 360 องศา

รูปที่ 6 แท่นวางกระจกเงา

รูปที่ 7 โครงกระจก

รูปที่ 8 กระจกเงา

รูปที่ 9 ติดโซลาร์เซลล์เป็นตัวชาร์ตแบตเตอรี่ขับมอเตอร์



รูปที่ 10 มอเตอร์จะหมุนรับแสงจากดวงอาทิตย์

รูปที่ 11 ใส่ถ่านชั้นล่าง ใส่ก้อนหินชั้นบน

รูปที่ 12 วัดอุณหภูมิของตู้อบ

สมมติฐาน

1. ถ่านและก้อนหินสามารถดูดและกักเก็บความร้อนได้
2. กระจกเงาสามารถสะท้อนแสงและพลังงานความร้อนได้
3. ตู้กระจกใสกักเก็บความร้อนได้ดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำถ่านและก้อนหินมาเป็นตัวดูดและกักเก็บความร้อน
2. เพื่อนำกระจกเงามาสะท้อนแสงและพลังงานความร้อนไปยังเครื่องอบ
3. เพื่อนำตู้กระจกใสมาใช้ในการกักเก็บความร้อนให้กับเครื่องอบ

วัสดุอุปกรณ์

1. กระจกหนา 5 มิลลิเมตร
   ขนาด 30x60 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
   ขนาด 20x30 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
   ขนาด 20x60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
   ขนาด 30x60 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
2. ถ่าน
3. เครื่องชั่ง
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. แท่นวาง
6. กระจกเงา
7. ก้อนหิน
8. มอเตอร์ 12 VDC
9. แบตเตอรี่ 12 VDC
10. โซ่รถจักรยาน
11. ผงโซลาร์เซลล์
12. สายไฟ
13. ปืนกาว

วิธีการดำเนินการ

1. สร้างแท่นวางตู้อบ
2. ลูกปืนสำหรับทำแกนหมุน
3. นำลูกปืนมาเชื่อมกับแท่นวางตู้อบเพื่อให้สามารถหมุนได้
4. แกนหมุนที่นำมาเชื่อมติดกับแท่นสามารถหมุนได้ 360 องศา เพื่อใช้รับแสงอาทิตย์
5. สร้างแท่นวางกระจกเงา
6. ติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อชาร์ตแบตเตอรี่ขับมอเตอร์
7. ติดตั้งมอเตอร์เพื่อปรับกระจกเงาให้หมุนตามดวงอาทิตย์
8. ถาดชั้นล่างปูด้วยถ่าน ส่วนก้อนหินวางบนถ่าน จะเป็นตัวเก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์
9. ตะแกรงชั้นบนไว้อบอาหารให้แห้ง

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เช่น พริก กล้วย เนื้อสัตว์ แล้วบันทึกผล
2. นำเทอร์มอมิเตอร์ และผลิตภัณฑ์วางในตู้อบ
3. วัดอุณหภูมิในเครื่องอบและนอกเครื่องอบ บันทึกผล
4. วัดอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที บันทึกผล
5. ชั่งผลิตภัณฑ์ที่อบทุกๆ 30 นาที บันทึกผล

สรุปผลการทดลอง

ในการจัดทำสิ่งประดิษฐ์ครั้งนี้ต้องการศึกษาการกักเก็บความร้อนของผงถ่าน การกักเก็บความร้อนของตู้กระจก และการสะท้อนแสงและพลังงานความร้อนของกระจกเงา ผลการศึกษาพบว่า

สมมติฐานข้อที่ 1 พบว่า ถ่านและก้อนหินสามารถดูดและกักเก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากสีดำเป็นสีที่ดูดความร้อนได้ดีที่สุด โดยสีดำของถ่านไม่มีตัวทำละลาย ไม่เหมือนสีดำทั่วไปที่มีตัวทำละลาย ซึ่งตัวทำละลายเหล่านี้เมื่อถูกความร้อนจะทำให้ระเหยออกมาปะปนกับอาหารที่นำมาอบด้วยได้

สมมติฐานข้อที่ 2 พบว่า กระจกเงาสามารถสะท้อนแสงและพลังงานความร้อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากกระจกเงามีคุณสมบัติทำหน้าที่สะท้อนรังสีความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ประมาณร้อยละ 60 โดยคุณสมบัติในการสะท้อนจะมากกว่าการดูดกลืน

สมมติฐานข้อที่ 3 พบว่า ตู้กระจกสามารถกักเก็บความร้อนได้ โดยอุณหภูมิต่ำสุด 44 องศาเซลเซียส สูงสุดถึง 78 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกสูงเพียง 35 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นไม่สามารถออกมาภายนอกตู้ ซึ่งมีหลักการเหมือนกับการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ดังนั้น เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีคุณสมบัติในการดูดและกักเก็บความร้อนได้อย่างดี

ประโยชน์ที่ได้

1. สามารถถนอมรักษาอาหารโดยการอบแห้ง สามารถเก็บอาหารไว้ได้นาน โดยไม่เสีย
2. ประหยัดพลังงาน
3. ประหยัดเวลา เนื่องจากเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์มีอุปกรณ์เพิ่มความร้อนถึง 3 ชนิด คือ ตู้อบ กระจกเงา และผงถ่าน

ข้อเสนอแนะ

1. ระยะเวลาในการทดลองควรนานกว่านี้ เพื่อหาข้อมูลและผลการทดลองที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
2. ถ้าเป็นช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม การทดลองจะให้ข้อมูลที่น่าพอใจ เนื่องจากมีแสงแดดตลอดวัน
3. ควรเพิ่มพัดลมช่วยดูดไอน้ำที่เกิดขึ้นในตู้อบ

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2536. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 12). กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

ทองคำชุ่ย, ดวง; เหลาหอม, สุชาติ; เขียวหวาน, สุรพล และ จำปาทิพย์, สุกัญญา. 2551. การฆ่าเชื้อในท่อความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

เทียนประเสริฐ, อำนวยชัย. 2522. เทคโนโลยีที่แก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

พิรุณเกษตร, มนตรี. 2533. อุณหพลศาสตร 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

พิรุณเกษตร, มนตรี. 2542. การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

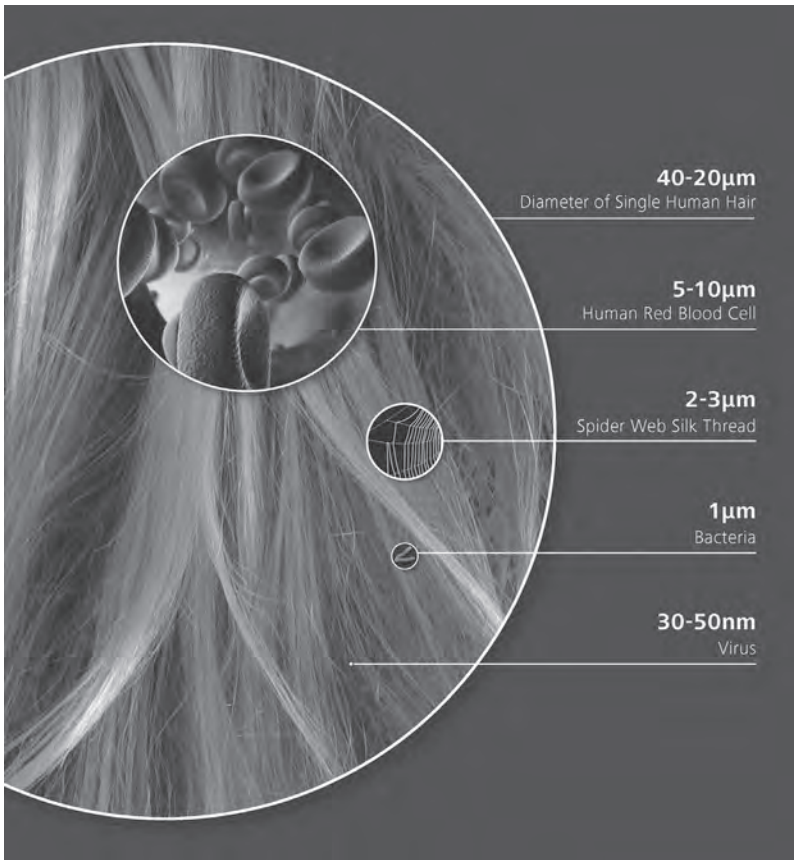
ศรัณยนิตย์, สุนันท์. 2535. การถ่ายเทความร้อน, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

LEONICS, 2551. ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.leonics.co.th/html/th/about-power/solar, [เข้าถึงเมื่อ 9 พฤษภาคม 2551].

เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ในงานวิเคราะห์วัสดุ

เอก ธนกิจวนิชกุล
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

จากแว่นขยายที่ได้รับการประดิษฐ์และพัฒนากลายเป็นกล้องจุลทรรศน์ประเภทต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน ทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นและศึกษาวัตถุขนาดจิ๋วและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กตั้งแต่เซลล์ของสิ่งมีชีวิตจนถึงวัสดุในระดับนาโน



ที่มา: Zeiss (2013)

รูปที่ 1 วัตถุและสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดแตกต่างกันในระดับไมครอนถึงระดับนาโน

รูปที่ 1 แสดงให้เห็นความแตกต่างของขนาดของวัตถุและสิ่งมีชีวิตจากเส้นผมของคนปกติจนถึงเชื้อไวรัสในระดับนาโน (นาโนเมตร) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้นของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในการเก็บภาพดังกล่าว ทำให้เกิดศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาวัตถุและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจนตาเปล่าสามารถมองเห็นได้ที่เรียกว่า “Microscopy” ขึ้น

ในงานการตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยา เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนวิศวกรรม การวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายรวมทั้งการวิจัยและพัฒนาวัสดุที่เป็นโลหะนั้น กล้องจุลทรรศน์เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการตรวจดูโครงสร้างและเฟสที่ปรากฏในวัสดุ บทความนี้นำเสนอประเภทและระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้การวิเคราะห์วัสดุ รวมไปถึงอุปกรณ์เสริมและข้อควรระวังสำหรับกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้

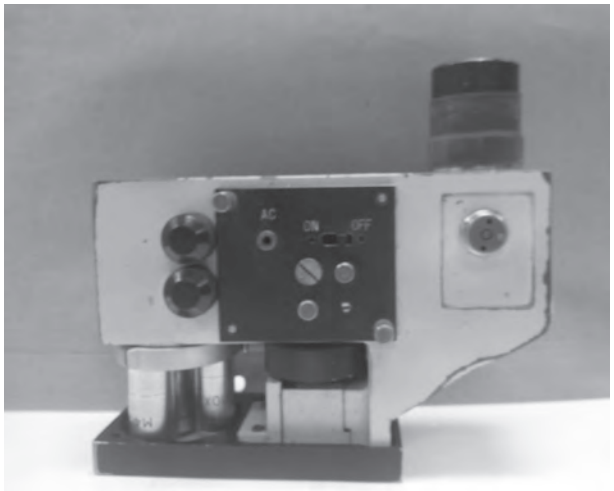
กล้องจุลทรรศน์ขยายภาพได้อย่างไร

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ในปัจจุบันนั้นมีแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในกล้องจุลทรรศน์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น ระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์จึงจำเป็นต้องแยกตามประเภทของกล้องจุลทรรศน์ ดังนี้

1. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสงธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิด แต่ในปัจจุบันหลอดไฟฮาโลเจนเป็นแหล่งกำเนิดแสง เนื่องจากความเข้มของแสงธรรมชาติไม่คงที่

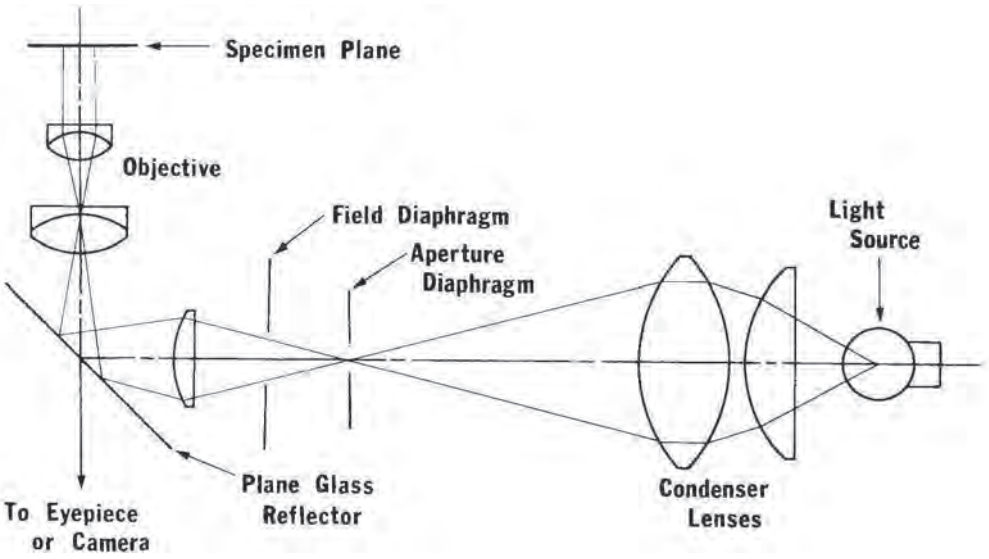
การใช้งานของกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ในงานวัสดุและโลหะ คือ การตรวจสอบรอยร้าว/รอยแตก เฟสต่างๆ ในโครงสร้างโลหะ จนถึงอนุภาคสารฝังใน (inclusions) รวมทั้งวัดขนาดเกรนของโลหะและความหนาของชั้นเคลือบที่หนาเกินกว่า 10 ไมครอน

รูปที่ 2 ตัวอย่างกล้องจุลทรรศน์แบบวางตั้ง (upright microscope) และกล้องจุลทรรศน์แบบอินเวอร์ต (inverted microscope) โดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงแต่ละแบบนั้นมีจุดเด่นจุดด้อยแตกต่างกันไปเช่นกล้องจุลทรรศน์แบบอินเวอร์ตนั้นเหมาะสมกับงานทางด้านวัสดุ ในขณะที่กล้องจุลทรรศน์แบบวีดิโอมีระบบซูมกำลังขยายแบบที่เรียกว่า Pixel zoom เพื่อเพิ่มกำลังขยายของกล้อง เป็นต้น



รูปที่ 2 (ก) กล้องจุลทรรศน์ชนิดพกพาแบบวางตั้ง

รูปที่ 2 (ข) กล้องจุลทรรศน์ชนิดพกพาแบบอินเวอร์ส



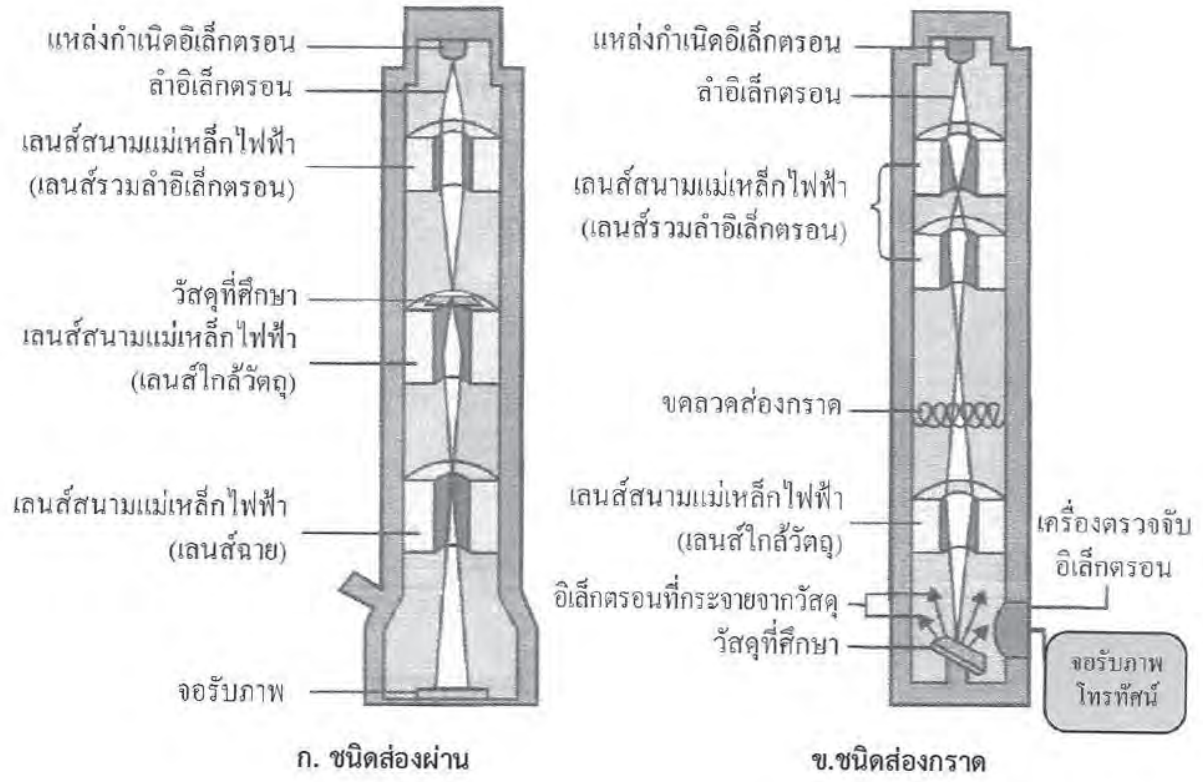
ที่มา: ASTM international (2011)

รูปที่ 3 ระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงสำหรับงานทางโลหะวิทยา

รูปที่ 3 แสดงการเดินทางของแสงจากแหล่งกำเนิดไปยังเลนส์ตาหรือกล้อง/ชุดถ่ายภาพ แสงเริ่มต้นเดินทางจากแหล่งกำเนิดแสงผ่านเลนส์รวมแสง (condenser lens) และไดอะแฟรม (diaphragm) แล้วสะท้อนผ่านกระจก (glass reflector) ผ่านเลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) ไปยังวัตถุที่จะศึกษา จากนั้นแสงจะสะท้อนกลับสู่เลนส์ใกล้ตา (ocular lens หรือ eyepiece) หรือชุดถ่ายภาพเพื่อตรวจดูโครงสร้างและเฟสที่ปรากฏในวัสดุ

2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ประดิษฐ์ขึ้นสำเร็จในปี ค.ศ. 1932 เพื่อใช้ในการศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์ เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงมีข้อจำกัดทางด้านกำลังขยายของเลนส์ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นลำอิเล็กตรอน (electron beam) และใช้เลนส์ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นกำลังขยาย ดังแสดงในรูปที่ 4 จึงทำให้กล้องดังกล่าวสามารถขยายภาพได้ถึงระดับ 10,000 ถึง 100,000 เท่า ตามความสามารถของกล้องจุลทรรศน์ดังกล่าว โดยที่กล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้สามารถจำแนกออกเป็น

- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope, TEM) ดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) แสดงระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ โดยแสงจากแหล่งกำเนิดจะส่องผ่านเลนส์ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าและวัตถุที่จะศึกษาไปถึงจอรับภาพ โดยมีกำลังขยายสูงสุดของกล้องดังกล่าวนั้นประมาณ 1,000,000 เท่า สำหรับการใช้งานกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้เพื่อศึกษาโครงสร้างผลึก โดยเฉพาะรูปแบบผลึกของโลหะ
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข) แสดงระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้ โดยแสงจากแหล่งกำเนิดจะส่องผ่านเลนส์ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังวัตถุที่จะศึกษา แล้วเกิดการกระเจิงของอิเล็กตรอนไปถึงจอรับภาพ โดยมีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 50,000 เท่า ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานเพื่อศึกษาโครงสร้างบริเวณผิวแตกและ/หรือพื้นผิวของโลหะ รวมทั้งวัดขนาดความหนาของชั้นเคลือบที่มีความหนาต่ำกว่า 10 ไมครอน ลงไป



รูปที่ 4 ระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

อย่างไรก็ตาม กล้องจุลทรรศน์ชนิดนี้มีข้อจำกัดในตัวกล้อง ได้แก่ ระบบสุญญากาศ (Vacuum system) ในขณะใช้งานและระบบหล่อเย็น (Cooling system) ในระบบกล้องจุลทรรศน์ นอกจากนี้ ตัวอย่างที่ใช้กับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านนั้นจะต้องได้รับการเตรียมเป็นพิเศษ เนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวต้องมีความหนาน้อยกว่า 100 ไมครอน (1 มิลลิเมตร)

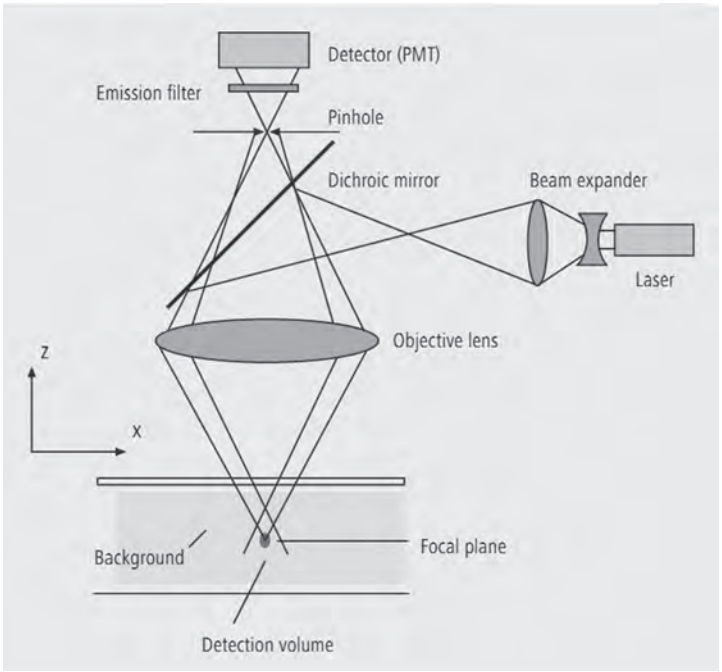
3. กล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอล (Confocal laser scanning microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ลำเลเซอร์ (laser beam) เป็นแหล่งกำเนิดแสง สำหรับรูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ตรวจสอบพื้นผิวของวัสดุ ซึ่งกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้จำเป็นต้องทำงานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์และแท่นวางตัวอย่างแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติ (Automatic x-y stage) โดยที่แท่นวางตัวอย่างและระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์นั้น จะถูกควบคุมและสั่งงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น การปรับโฟกัสของภาพ หรือการเคลื่อนที่ของแท่นวางตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งเลนส์ตานั้นอาจจะมีหรือไม่มีก็ได้

การใช้งานของกล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้สามารถเก็บภาพและรายละเอียดของบริเวณพื้นผิวได้ดี จึงนำมาใช้งานในการตรวจสอบความหยาบ (roughness) ของพื้นผิวของตัวอย่างโลหะ รวมทั้งชั้นเคลือบบนพื้นผิวดังกล่าวในขนาดพื้นที่ที่ต้องการสำหรับงานวัสดุและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ที่มา: Zeiss (2015)

รูปที่ 5 กล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอล (confocal microscope)

สำหรับการเดินทางของแสงเลเซอร์นั้น แสงเลเซอร์เริ่มต้นจากแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านเลนส์ใกล้วัตถุไปยังวัตถุที่จะศึกษา จากนั้น แสงเลเซอร์จึงสะท้อนกลับผ่านกระจก diachromatic (diachromatic mirror) สู่ pinhole aperature ไปถึงตัวรับ (detector) ดังแสดงในรูปที่ 6



ที่มา: Zeiss (2011)

รูปที่ 6 ระบบการทำงานของกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอล

อุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์

อุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์มีความสำคัญเช่นกัน เมื่อเทียบกับกล้องจุลทรรศน์ เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกล้องจุลทรรศน์ เช่น การถ่ายภาพหรือการเคลื่อนของวัตถุที่จะศึกษา แต่อย่างไรก็ตาม ราคาของอุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์อยู่ในระดับหลักหมื่นถึงระดับล้านบาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพและความสามารถของอุปกรณ์ชนิดนั้นๆ ซึ่งผู้เขียนขอยกตัวอย่างอุปกรณ์ประกอบกล้องจุลทรรศน์ อาทิเช่น

1. ชุดถ่ายภาพและโปรแกรมวิเคราะห์ภาพ พร้อมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (ที่เรียกว่าชุดประมวลผล) เนื่องจากการถ่ายภาพในปัจจุบันเป็นระบบดิจิทัลจึงจำเป็นต้องใช้ชุดถ่ายภาพสำหรับโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพใช้เพื่อสั่งงานสำหรับการถ่ายภาพจนถึงการวิเคราะห์ภาพตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมทั้งการตกแต่งภาพที่ได้ตามความต้องการ (ธนกิจวนิชกุล 2555)

2. แท่นวางตัวอย่างแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติ มีความจำเป็นสำหรับกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอล แท่นวางตัวอย่างดังกล่าวใช้เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้เช่นกัน

3. เครื่องสำรองไฟ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับกล้องจุลทรรศน์จากไฟฟ้ากำลังตกหรือไฟฟ้ากระชาก

อุปกรณ์ที่ยกตัวอย่างนั้นไม่ได้รวมอุปกรณ์เพิ่มเติมภายในกล้องจุลทรรศน์ อาทิเช่น ระบบเคลื่อนที่ของเลนส์ที่เรียกว่า motorized system และคุณภาพของเลนส์ที่ใช้ภายในกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง หรืออุปกรณ์เสริมที่เรียกว่า detector ที่ใช้ในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ได้แก่ EDX (Energy dispersive X-ray analyzer) เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เพิ่มเติมที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ราคาของกล้องจุลทรรศน์สูงขึ้น

ข้อควรระวังเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์

นอกจากประเภทของกล้องจุลทรรศน์และอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมที่กล่าวมาข้างต้น รายละเอียดอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญของกล้องจุลทรรศน์ คือ ข้อควรระวังเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ (Steven 2003) เพื่อให้กล้องจุลทรรศน์นั้นสามารถใช้งานได้นานและมีประสิทธิภาพ ได้แก่

1. การขนย้ายกล้องจุลทรรศน์ ในกรณีที่จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์โดยเฉพาะกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ควรจะเก็บในกล่องที่ป้องกันการกระแทกก่อนเคลื่อนย้าย สำหรับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอลไม่นิยมเคลื่อนย้าย เนื่องจากติดปัญหาของแหล่งกำเนิดแสงและระบบอื่นๆ ทำให้เคลื่อนย้ายได้ลำบาก

2. การติดตั้งกล้องจุลทรรศน์นั้น ควรติดตั้งโดยช่างที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์แต่ละประเภท โดยตั้งบนฐานที่แข็งแรงและมียางรองฐานเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน นอกจากนี้ กล้องจุลทรรศน์ควรอยู่ในห้องปรับอากาศที่สะอาด เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้น รวมทั้งป้องกันฝุ่นซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงกับกล้องจุลทรรศน์ โดยเฉพาะเชื้อราเป็นผลมาจากอุณหภูมิและความชื้นนั้น ทำให้เกิดปัญหากับกล้องจุลทรรศน์จนไม่สามารถมองเห็นตัวอย่างที่ต้องการได้ชัดเจน ในระยะยาวส่งผลให้เกิดปัญหาภายในตัวกล้องจุลทรรศน์

3. การบำรุงรักษากล้องจุลทรรศน์ เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เปราะบางแตกหักได้ง่าย การบำรุงรักษาควรทำโดยช่างที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์แต่ละประเภท ยกเว้นการเปลี่ยนหลอด-ไฟในกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง หรือขดลวดทังสเตนในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนสามารถกระทำได้โดยผู้ใช้งานที่มีความชำนาญเช่นกัน

กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงควรได้รับการทำความสะอาดเลนส์อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ในกรณีที่พบเชื้อราในกล้องจุลทรรศน์ต้องรีบแจ้งช่างเพื่อทำความสะอาดกล้องจุลทรรศน์ทันที

4. การใช้กล้องจุลทรรศน์ ควรใช้โดยผู้ใช้ที่ได้รับการฝึกอบรมการใช้งาน เนื่องจากมีข้อควรระวัง หรือรายละเอียดที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปรับระยะโฟกัสโดยไม่ให้วัตถุที่จะศึกษาไปชนกับเลนส์ หรือตัวรับ (detector) เป็นต้น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น กล้องจุลทรรศน์แต่ละประเภทในงานการตรวจสอบโครงสร้างทางวัสดุนั้น มีระบบการทำงานและข้อควรระวังที่จำเป็นต่อผู้ใช้งานตลอดจนผู้สนใจ เพื่อให้สามารถใช้งานกล้องจุลทรรศน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

ธนกิจวนิชกุล, เอก. 2555. การประยุกต์ใช้ Image Analyzer. *ใน*: เอกสารประกอบการสัมมนา การประยุกต์ใช้ Image Analyzer งานวิจัยและงานวิเคราะห์/ทดสอบวัสดุ 2555, วันที่ 9 พฤศจิกายน 2555, ปทุมธานี, ประเทศไทย.

ASTM International, 2011. ASTM E883-11, Standard Guide for Reflected–Light Photomicrography. Pennsylvania: ASTM International

Steven, J.R., 2003. Microscope Care. [online]. Available at: http://www.cas.miamioh.edu/mbiws/microscopes/care.html, [accessed 6 August 2015].

Zeiss, C., 2011. Confocal Laser Scanning Microscop. [online]. Available at: http://applications.zeiss.com/C125792900358A3F/0/47469FD8D23E171AC12579060047E643/$FILE/60-1-0030_Confocal-Principles.pdf, [accessed 3 March 2015].

Zeiss, C., 2013. EN_40_050_001: How Big is 1μm?. [online]. Available at: http://applications.zeiss.com/C125792900358A3F/0/E59ED0AA448A04CCC1257B590046A769/$FILE/EN_40_050_001_how-big-is-1-micrometer.pdf, [accessed 3 March 2015].

Zeiss, C., 2015. Confocal Scanning Microscopes. [online]. Available at: http://www.zeiss.com/microscopy/en_de/products/confocal-microscopes/lsm-880-with-airyscan-.html#introduction, [accessed 11 June 2015].

ความแตกต่างของการสอบเทียบ Digital thermometer ใน Calibration liquid bath และ Climatic chamber

พงศ์เทพ ภู่อุณฑะโร และธสร สิงหะเนติ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
3/4-5 หมู่ 3 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

1. บทนำ

ในปัจจุบันการสอบเทียบ Digital thermometer ด้วยหัววัดชนิดความต้านทานแพลทินัม มักนิยมสอบเทียบโดยการเปรียบเทียบผลการวัดร่วมกับหัววัดความต้านทานแพลทินัมมาตรฐาน (Standard Platinum Resistance Thermometer, SPRT) ภายใน Calibration liquid bath ซึ่งเป็นตัวกำเนิดอุณหภูมิโดยการใช้ของเหลวต่างชนิดกันตามแต่ช่วงการวัด ข้อดีของการสอบเทียบด้วยของเหลวดังกล่าวอยู่ที่ค่าความไม่แน่นอนในการสอบเทียบที่เล็กกว่า เมื่อเทียบกับการใช้อากาศเป็นตัวสร้างอุณหภูมิด้วย Climatic chamber เนื่องจากข้อจำกัดของห้องสอบเทียบที่มีขนาดใหญ่ และอัตราการไหลของอากาศภายในห้องสอบเทียบ ถึงอย่างนั้นก็ยังเป็นที่อธิบายได้ในความแตกต่าง

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เมื่อมีการใช้งาน Digital thermometer ด้วยหัววัดชนิดความต้านทานแพลทินัมแตกต่างไปจากกระบวนการสอบเทียบที่ปรากฏในใบรับรองการสอบเทียบ เช่น สอบเทียบร่วมกับ Calibration liquid bath แต่ใช้งานการวัดด้วยตัวกลางเป็นอากาศนั้น สุดท้ายแล้วผู้ใช้งานจะพบผลของการวัดที่แตกต่างกัน แม้สามารถอธิบายถึงสาเหตุของความต่างได้จากเหตุผลของความไม่แน่นอนในระบบการวัด แต่ถึงอย่างนั้นผู้ใช้งานอาจไม่สามารถคาดคะเนผลของความแตกต่างที่เกิดขึ้นได้

อย่างไรก็ตาม บทความนี้เพียงต้องการชี้ให้เห็นถึงผลของความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างการสอบเทียบด้วยตัวกลางที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผลต่อการตัดสินใจในกรรมวิธีของการสอบเทียบ หรือการพิจารณาค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นว่าส่งผลกระทบต่องานการวัดหรือไม่นั้น มีเพียงผู้ใช้งานเครื่องมือเท่านั้นที่จะตอบคำถามเหล่านี้ได้

2. หลักการวัด

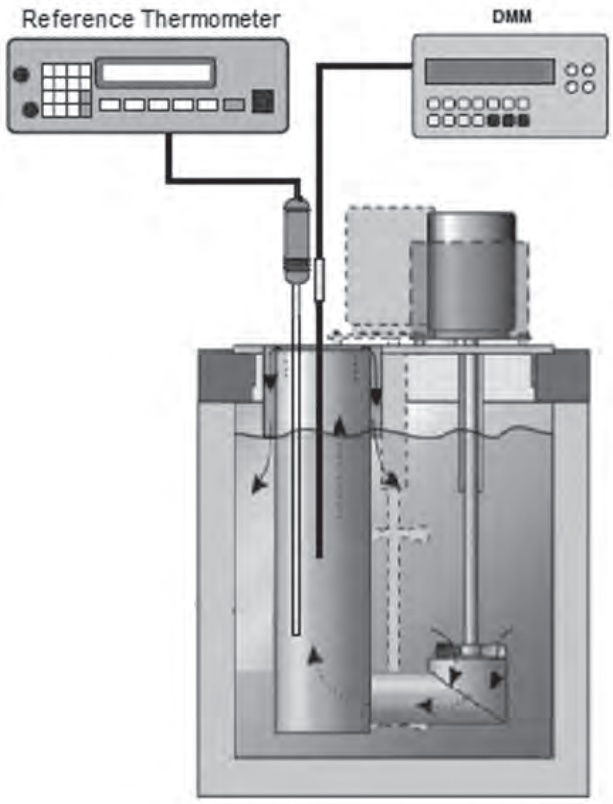
Digital thermometer หัววัดชนิดความต้านทานแพลทินัมจำนวน 3 ตัว ถูกทำการวัดโดยการเปรียบเทียบผลกับหัววัดมาตรฐานชนิดเดียวกัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของการสอบเทียบโดยใช้ตัวกลางในการทำอุณหภูมิเป็นอากาศและน้ำ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 18 °ซ. ถึง 25 °ซ. ด้วยเครื่องมือสอบเทียบภายในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น เครื่องมือที่ถูกใช้เป็นตัวกำเนิดอุณหภูมิจึงมีความแม่นยำ หากสังเกตจากผลของ stability และ uniformity ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของ stability และ uniformity ของอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิทั้ง 2 ชนิด

	stability	uniformity
Calibration liquid bath	0.004 °ซ.	0.009 °ซ.
Climatic chamber	0.05 °ซ.	0.2 °ซ.

การสอบเทียบ Digital thermometer ด้วยหัววัดชนิดความต้านทานแพลทินัม เลือกใช้ SPRT เป็นหัววัดมาตรฐาน เมื่อใช้งานร่วมกับ Calibration liquid bath ที่ใช้ตัวกลางเป็นน้ำสะอาดจะสามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ ~ 1 °ซ. ถึง ~100 °ซ. ซึ่งครอบคลุมจุดในการสอบเทียบ นอกจากนี้ ข้อดีของการใช้ตัวกลางเป็นน้ำสะอาดที่นอกจากจะเสียค่าใช้จ่ายน้อย ยังจัดหาได้สะดวกแล้ว อุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิที่ใช้ตัวกลางเป็นน้ำสะอาดยังให้ผลของ stability และ uniformity ที่ดีกว่าอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิด้วยตัวกลางชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ช่วงการวัดอุณหภูมิที่จำกัด และการปนเปื้อนได้ง่ายที่อาจส่งผลต่อ stability และ uniformity ก็เป็นข้อเสียที่พบได้เป็นส่วนใหญ่ของการใช้งานตัวกลางใน Calibration liquid bath เป็นน้ำสะอาด

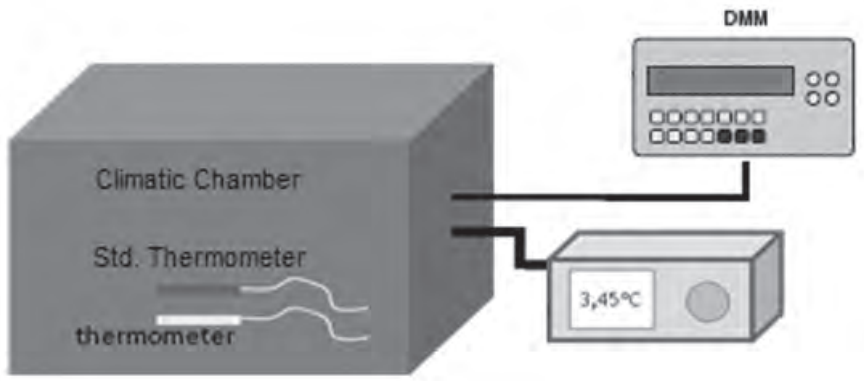
เมื่อรวมองค์ประกอบของหัววัดมาตรฐาน เครื่องมือที่ถูกสอบเทียบ และตัว Calibration liquid bath แล้ว ผลของค่าความไม่แน่นอนจากระบบการวัดจึงเป็น 0.02 °ซ. ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความสามารถของอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิตามที่กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 1 การสอบเทียบ Digital thermometer เมื่อใช้ Calibration liquid bath เป็นอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิ

กรณีการวัดที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่เปลี่ยนอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิเป็น Climatic chamber ซึ่งใช้อากาศเป็นตัวสร้างอุณหภูมิ มีข้อดีของการใช้ตัวกลางเป็นอากาศ คือ ความสามารถในการทำอุณหภูมิได้กว้างตั้งแต่ -200 °ซ. ถึง 2,500 °ซ. แม้จะมีข้อจำกัดของ stability และ uniformity ที่โตกว่าการใช้ Calibration liquid bath แต่หากเลือกใช้เพื่อการสอบเทียบให้เหมาะสมกับความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัด ก็ยังนับว่าได้รับความนิยมอยู่มิใช่น้อย เพราะไม่ต้องกังวลเรื่องการปนเปื้อน ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาตัวกลาง แต่ถึงอย่างนั้น ระบบการควบคุมการไหลของอากาศที่ดีนั้น ยังเป็นระบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่แพงเป็นอย่างมาก

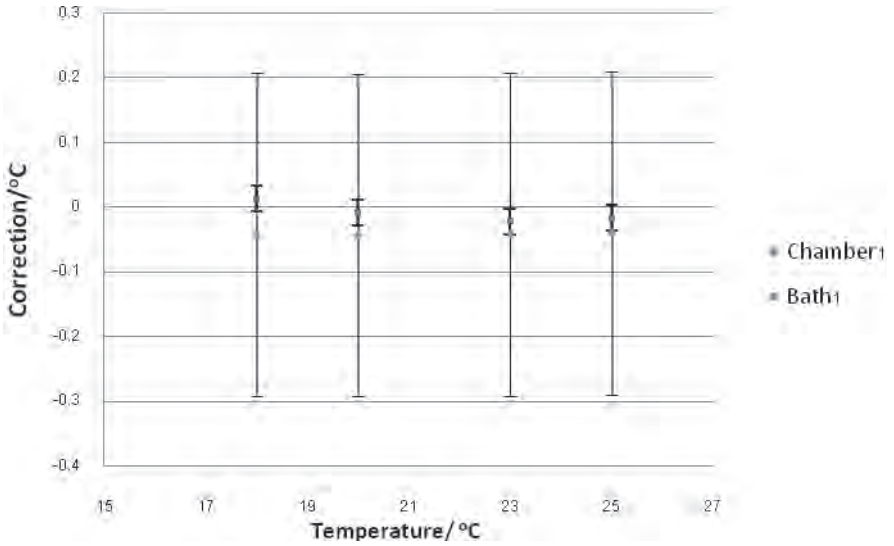
สำหรับการทดลองครั้งนี้ เลือกใช้ PRT เป็นหัววัดมาตรฐาน ร่วมกับ Climatic chamber เมื่อรวมกับองค์ประกอบของการวัดอื่นๆ แล้ว ค่าความไม่แน่นอนของระบบการวัดเป็น 0.25 °ซ.



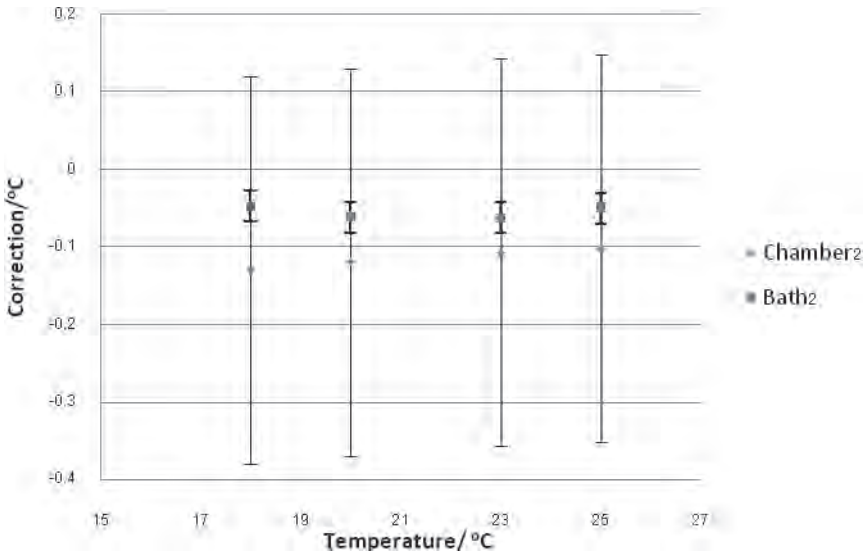
รูปที่ 2 การสอบเทียบ Digital thermometer เมื่อใช้ Climatic chamber เป็นอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิ

3. ผลการเปรียบเทียบ

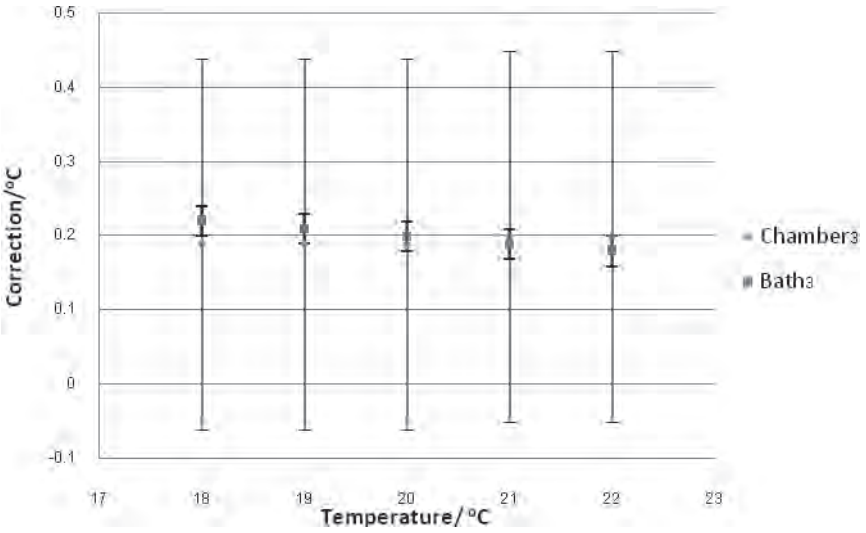
การทดลองทำการวัดโดยใช้หัววัดชนิดความต้านทานแพลทินัมจำนวน 3 ชุด ที่ความละเอียด (resolution) ของเครื่องมือ 0.01 °ซ. ในการเปรียบเทียบผลระหว่างตัวกลางที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความไม่แน่นอนของระบบการวัดเมื่อใช้ Climatic chamber เป็นอุปกรณ์กำเนิดอุณหภูมิ ให้ผลที่โตกว่า 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งาน Calibration liquid bath อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่าแก้ (correction) จากการสอบเทียบ ค่าที่ได้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวทำอุณหภูมิด้วย Calibration liquid bath และ Climatic chamber ได้ผลการวัด ดังนี้



รูปที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลการสอบเทียบใน Calibration liquid bath และ Climatic chamber ของหัววัดหมายเลข 1



รูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลการสอบเทียบใน Calibration liquid bath และ Climatic chamber ของหัววัดหมายเลข 2



รูปที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลการสอบเทียบใน Calibration liquid bath และ Climatic chamber ของหัววัดหมายเลข 3

จากผลการทดลองพบว่า ผลต่างของค่าปรับแก้ที่ได้จากการสอบเทียบหัววัดอุณหภูมิทั้ง 3 ชุด ในตัวกลางระหว่างของเหลว และอากาศ มีค่าไม่เกินกว่า +0.1 °ซ. และยังอยู่ในช่วง 0.25 °ซ. ซึ่งเป็นค่าความไม่แน่นอนในการสอบเทียบใน Climatic chamber ที่มีอากาศเป็นตัวกลาง นอกจากนี้ ยังมีแนวโน้มว่า ยิ่งอุณหภูมิที่ทำการสอบเทียบต่างจากอุณหภูมิห้องเท่าไร ผลต่างของค่าปรับแก้จะยิ่งมีค่ามากขึ้น

4. สรุปผล

ในการทดลองนี้พบว่า ผลการสอบเทียบ Digital thermometer ในของเหลว และอากาศสอดคล้องกัน ภายใต้ค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบในอากาศ กล่าวคือ มีค่าไม่เกินกว่า +0.1 °ซ. ภายใต้ความไม่แน่นอน 0.25 °ซ. อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ถูกออกแบบให้ทำการวัดที่อุณหภูมิตั้งแต่ 18 °ซ. ถึง 25 °ซ. ซึ่งเป็นช่วงการสอบเทียบที่กลุ่มลูกค้าภายในสถาบันมาตรวิทยาใช้วัดอุณหภูมิแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ เมื่อทำการสอบเทียบที่อุณหภูมินอกช่วงในการทดลองนี้ ค่าความแตกต่างของค่าปรับแก้ดังกล่าวอาจมีการเบี่ยงเบนมากกว่าผลที่ได้จากการทดลอง

อนึ่ง ภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานภายในห้องปฏิบัติการ ผลการสอบเทียบหัววัดอุณหภูมิในตัวกลางใดๆ มีความน่าเชื่อถือเพราะได้ผลสอดคล้องกัน ลูกค้าภายในของห้องปฏิบัติการสามารถมั่นใจได้ว่า ผลการสอบเทียบสามารถนำไปใช้งานในตัวกลางที่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้สอบเทียบได้ อีกทั้งยังทราบถึงข้อจำกัดที่เกิดขึ้นสำหรับการพิจารณาทางเลือกในการส่งเครื่องมือเพื่อสอบเทียบต่อไปในอนาคต เช่น หากลูกค้าไม่ต้องการค่าความไม่แน่นอนในการสอบเทียบเล็กๆ ก็สามารถเลือกใช้การสอบเทียบใน Climatic chamber แต่หากต้องการวัดอุณหภูมิชิ้นงานเพื่อปรับแก้ค่า ก็ยังจำเป็นต้องสอบเทียบใน Calibration liquid bath เพราะให้ความไม่แน่นอนต่ำกว่า

เอกสารอ้างอิง

Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2008. JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Paris: JCGM.

Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2008. JCGM 200:2008 International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM). Paris: JCGM.

บันทึกนักเดินทาง ตอน World Expo Milano 2015

ดร.กนกอร อัมพรายน์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เมื่อเดือนกรกฎาคมที่ผ่านมา ผู้เขียนได้มีโอกาสไปท่องเที่ยวแถบยุโรปตะวันตก และด้วยความที่ทราบว่าปีนี้มี World Expo จัดที่ประเทศอิตาลี จึงได้พาตัวเองไปเยือนเพื่อเปิดมุมมองระดับโลกและเติมความรู้สู่สมอง หลังจากได้ชมงานก็ตั้งใจเอาไว้ว่าต้องนำประสบการณ์กลับไปเล่า เพื่อชี้ชวนให้ท่านที่ยังไม่เคยได้ชมงานเห็นถึงความสำคัญและเกิดความมุ่งมั่นที่จะไปชมให้ได้อย่างน้อยสักครั้งในชีวิต

ที่ต้องชมให้ได้ก็เพราะ World Expo หรือ “The World Exposition” เป็นงานมหกรรมที่ยิ่งใหญ่ที่สุดอันดับ 3 ของมวลมนุษยชาติ ที่จัดขึ้นทุกๆ 5 ปี เริ่มครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1851 ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ และหมุนเวียนประเทศเจ้าภาพภายในประเทศที่เป็นภาคีสมาชิกภายใต้การกำกับดูแลของ BIE (Bureau of International Exposition) วัตถุประสงค์ของงานคือ มุ่งเน้นการให้ความรู้แก่สาธารณชนโดยเฉพาะองค์ความรู้ใหม่ๆ จากนานาประเทศทั่วโลก

ครั้งล่าสุดงาน Expo Milano 2015 ถูกจัดขึ้นที่เมืองมิลาน ประเทศอิตาลี ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 31 ตุลาคม 2558 แนวคิดของงานปีนี้เกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหารภายใต้ชื่อ “Feeding the Planet, Energy for Life” หรือ “อาหารหล่อเลี้ยงโลก พลังงานหล่อเลี้ยงชีวิต” ซึ่งจะเน้นที่สภาพปัญหาโภชนาการและแหล่งทรัพยากรธรรมชาติของโลก และการสื่อถึงการผลิตอาหารที่นอกจากจะเพื่อหล่อเลี้ยงคนบนโลกแล้ว อาหารเหล่านั้นยังสามารถสร้างพลังงานเพื่อขับเคลื่อนชีวิตมนุษย์ในอนาคตด้วย ภายในงานมีประเทศเข้าร่วมจัดแสดงถึง 144 ประเทศ แต่ละประเทศก็ได้นำความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องมาจัดแสดง เรียกว่าไม่ยอมน้อยหน้ากันเลยทีเดียว

▲ **รูปที่ 1** “Foody” มาสคอตของงาน Expo Milano 2015 เป็นตัวการ์ตูนผัก 11 ชนิด สื่อถึงความหลากหลายของอาหาร ออกแบบโดย Disney Italia

สถานที่จัดงานมีเนื้อที่ประมาณ 1 ล้านตารางเมตร นอกจากจะมีพาวิลเลียนที่จัดโดยประเทศต่างๆ จำนวน 53 พาวิลเลียนแล้ว ยังประกอบด้วย 4 โซนความรู้ (Thematic Areas) รวมอยู่ในพื้นที่จัดงานด้วย ได้แก่ 1) Pavilion Zero จัดแสดงลำดับพัฒนาการด้านอาหาร 2) Future Food District นำเสนอเทคโนโลยีการเก็บรักษาอาหาร การกระจายสินค้า การซื้อขายและการบริโภค 3) The Children’s Park พื้นที่เรียนรู้ควบคู่ไปกับความเพลิดเพลินสำหรับเด็ก และ 4) Biodiversity Park สวนขนาดใหญ่ที่รวบรวมพืชพันธุ์หลากหลายชนิด

นอกจากนี้ ยังมีพื้นที่จัดแสดงนิทรรศการอีก 9 คลัสเตอร์ ได้แก่ ข้าว โกโก้และช็อกโกแลต กาแฟ ผลไม้และถั่ว เครื่องเทศ ธัญพืชและพืชหัว ไบโอเมดิเตอเรเนียม หมู่เกาะทะเลและอาหาร และเขตแห้งแล้ง ที่รวบรวมการจัดแสดงของกว่า 70 ประเทศ

▲ **รูปที่ 2** บรรยากาศภายในงาน Expo Milano 2015 และพื้นที่จัดแสดงคลัสเตอร์ข้าวและคลัสเตอร์กาแฟ

อาคารจัดแสดงแรก (Pavilion Zero) ของสหประชาชาติ (UN) ตั้งอยู่ใกล้กับทางเข้างาน เป็นเสมือนบทนำที่จะชี้ให้เห็นแนวทาง ความเป็นไป และความสำคัญของอาหาร รวมทั้งความวิตกกังวลต่อสภาวะขาดแคลนอาหารในอนาคต เนื่องจากข้อมูลการคาดการณ์ของ UN ที่ว่าภายในปี ค.ศ. 2040 ประชากรโลกจะมีจำนวนกว่า 9 พันล้านคน

ธีมการจัดงานของ UN คือ “The Zero Hunger Challenge” หรือ “ความท้าทายเพื่อโลกที่ปราศจากความหิว” ภายในจัดแสดงเรื่องราวเกี่ยวกับอาหาร ความเป็นมาของสังคมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงจากสังคมการเกษตรสู่สังคมเมือง การเพิ่มขึ้นของตึกรามบ้านช่อง อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม ที่เบียดพื้นที่การเกษตรให้หดหายและรุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่า รวมทั้งมีการจำลองภูเขาขยะให้เห็นถึงสถานะของอาหารของซีกโลกหนึ่งที่มีกินจนเหลือทิ้งมากมาย ในขณะที่อีกซีกโลกหนึ่งมีประชากรที่อดอยาก หิวโหย และเจ็บป่วยเนื่องจากภาวะทุพโภชนาการ สะท้อนให้เห็นความไม่เท่าเทียมกัน ความเหลื่อมล้ำที่มีอยู่บนโลกใบนี้

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาความมั่นคงทางอาหาร จึงมีการเรียกร้องจากนานาประเทศให้มี “Best Sustainable Development Practices on Food Security” หรือ “การปฏิบัติที่เป็นเลิศเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้านความมั่นคงทางอาหาร” ซึ่งใน Expo Milano 2015 ก็ได้มีการเปิดตัวโปรแกรมดังกล่าวภายใต้ความร่วมมือกับ Feeding Knowledge Program ด้วย

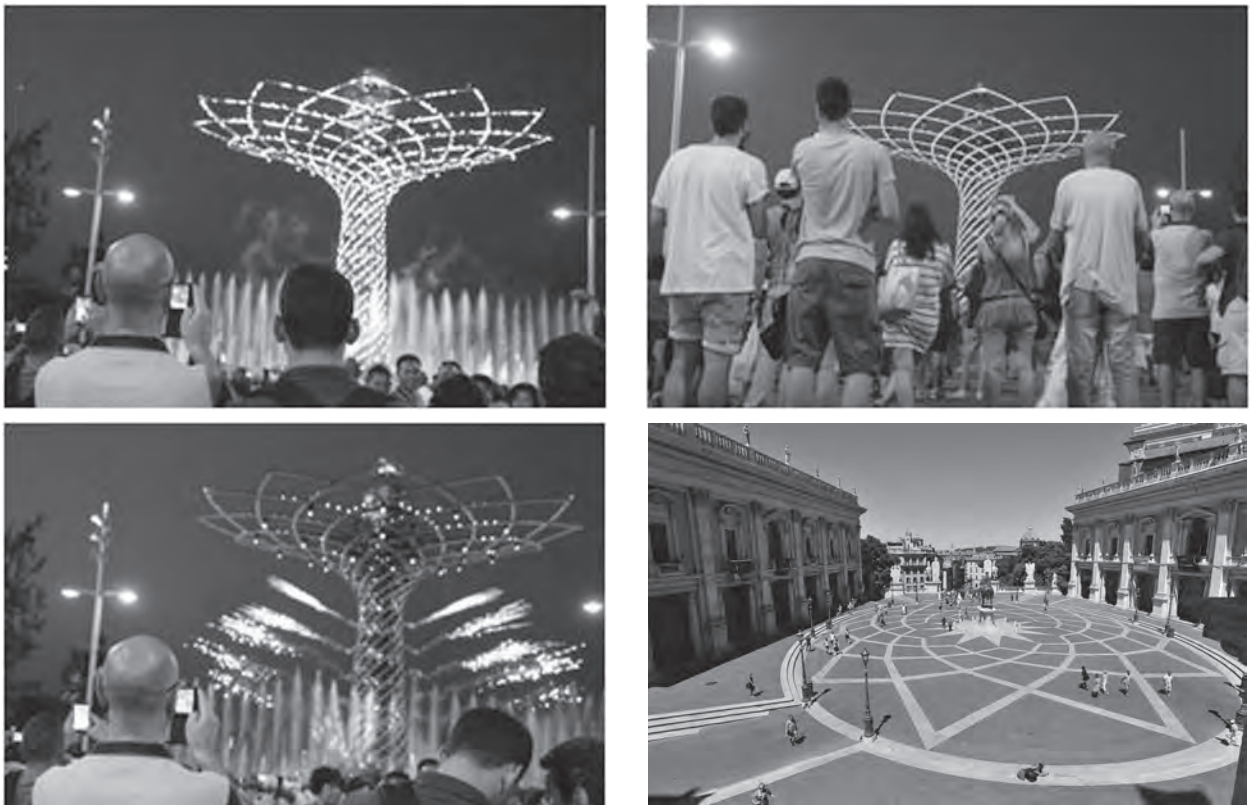
ในส่วนอาคารแสดงของแต่ละประเทศ (Self-Pavilion) มีการนำเสนอเรื่องราวผ่านการบอกเล่าที่แตกต่างกัน อาคารแสดงที่ถือเป็นไฮไลต์ของงาน World Expo ในครั้งนี้ คือ

◄▲ **รูปที่ 3** การจัดแสดงภายใน Pavilion Zero โดยสหประชาชาติภายใต้ธีม Zero Hunger Challenge

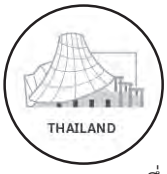
อาคารแสดงของประเทศอิตาลี อาคารแสดงของประเทศเจ้าภาพ มีความโดดเด่นด้วยสถาปัตยกรรมและเทคโนโลยีที่ใส่เข้าไปในตัวอาคารทำให้เกิดลักษณะพิเศษ ออกแบบโดยบริษัทสถาปนิกชื่อดังแห่งกรุงโรม Studio Nemesi and Partners ภายใต้แนวคิด “ป่าในเมือง” ที่พื้นผิวภายนอกอาคารเป็นเหมือนกิ่งไม้สานกันไปมา สร้างขึ้นจากคอนกรีตชีวภาพชนิด i.active biodynamic ที่มีคุณสมบัติสามารถดักจับมลภาวะในอากาศได้ นอกจากนี้ อาคารยังผลิตกระแสไฟฟ้าได้เองอีกด้วย จากความพิเศษและใช้เทคโนโลยีล้ำยุคล้ำสมัย จึงทำให้อาคารแสดงของประเทศเจ้าภาพมีผู้คนเข้าแถวยาวเหยียดเพื่อรอเข้าไปชมงานด้านใน

▲ **รูปที่ 4** “Palazzo Italia” อาคารแสดงของประเทศอิตาลี

บริเวณข้างนอกด้านข้างอาคาร Palazzo Italia มีหอคอย “Tree of Life” หรือ “ต้นไม้แห่งชีวิต” ออกแบบโดย Marco Balich มีความสูง 37 เมตร ตั้งตระหง่านอยู่กลาง Lake Arena ด้านบนหอคอยมีโครงสร้างสานกันเป็นรูปทรงคล้ายใบไม้ซ้อนทับกัน 12 ใบ หรือดาว 12 แฉก ซึ่งนักออกแบบได้แรงบันดาลใจมาจากจตุรัส Piazza del Campidoglio ในกรุงโรมที่ออกแบบไว้โดยไมเคิล แอนเจโล Tree of Life สร้างสรรค์ขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของการทะยานไปสู่อนาคตด้วยนวัตกรรมที่หยั่งรากฐานมาจากยุคเรเนซองส์ (ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการ) อันเป็นจุดเชื่อมต่อของประวัติศาสตร์สมัยกลางและสมัยใหม่ ซึ่งตอนกลางคืนมีการแสดงแสงสีเสียง สวยงาม และตื่นตาตื่นใจ ดึงดูดผู้คนให้เข้ามาชมได้เป็นจำนวนมาก



▲ **รูปที่ 5** “Tree of Life” ในยามค่ำคืน และจัตุรัส Piazza del Campidoglio ในกรุงโรมที่เป็นต้นแบบ



อาคารแสดงของประเทศไทย

เมื่อพูดถึงอาหาร แน่นอนว่าประเทศไทยซึ่งถือว่าเป็นครัวของโลกต้องเข้าร่วมจัดแสดงประเทศไทยเข้าร่วมงานมหกรรมโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2405 จนถึงปัจจุบัน อาคารแสดงประเทศไทยสื่อถึงถึงเกษตรกรรม ธรรมชาติ และมนุษย์ นำเสนอองค์ประกอบด้านเกษตรกรรมของไทยภายใต้แนวคิด “Nourishing and Delighting the World” หรือ “การเลี้ยงดูโลกอย่างยั่งยืน” ผ่านการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงสัญลักษณ์โดยสถาปนิกชื่อดังจากสำนักงานสถาปนิกกรุงเทพฯ (OBA) ‘สมิตร โอบายะวาทย์’ นั่นคือ ตัวอาคารรูปทรงฐานเจดีย์ 3 ชั้น มีหลังคาเป็นงอบ และพญานาคพ่นน้ำด้านหน้าอาคาร

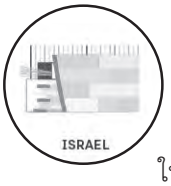
▲ **รูปที่ 6** สถาปัตยกรรมเชิงสัญลักษณ์ ตัวอาคารทรงฐานเจดีย์ หลังคาทรงงอบ และพญานาคพ่นน้ำ ของประเทศไทย

การนำเสนอเรื่องราวการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหารของไทยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. สุวรรณภูมิ (Golden Land) นำเสนอเรื่องราววิถีชีวิตของชาวนาไทยที่มีความผูกพันกับการทำนา การพึ่งพาธรรมชาติทั้งดินและน้ำ ภูมิปัญญา ประเพณี และความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณธัญญาหาร เช่น ประเพณีแห่บั้งไฟขอฝน ผ่านการฉายภาพรอบทิศทางแบบ 360 องศา ด้วยเทคนิคโฮโลแกรม 3 มิติ

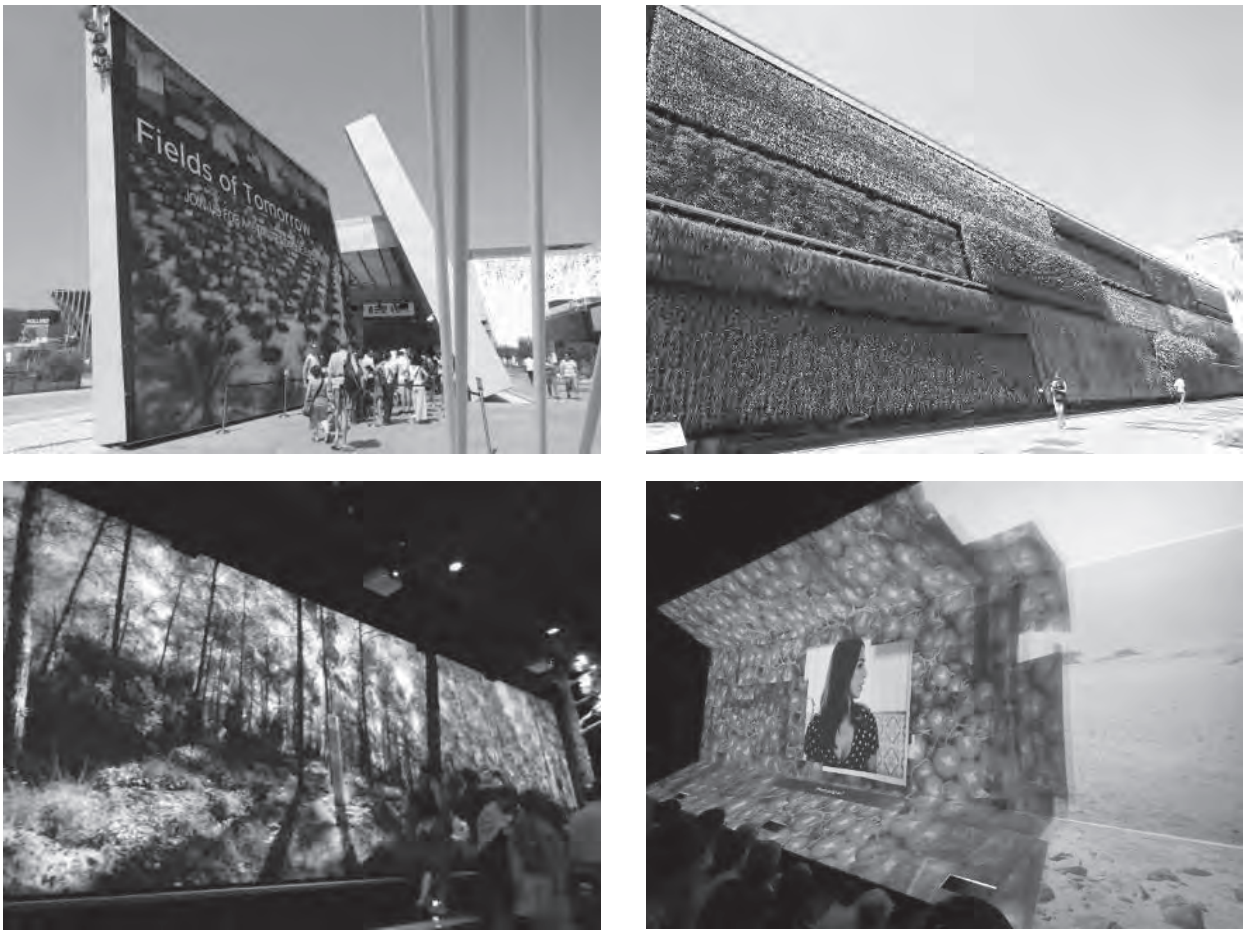
2. ครัวไทยสู่ครัวโลก (Kitchen to the World) เป็นการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของประเทศไทยในการเป็นครัวโลก ตั้งแต่ความสามารถในการผลิตวัตถุดิบไปจนถึงการใช้เทคโนโลยีอันทันสมัยได้มาตรฐานในอุตสาหกรรมอาหาร

3. กษัตริย์แห่งเกษตร (King of Agriculture) ที่ร้อยเรียงเรื่องราวที่แสดงถึงสายพระเนตรอันกว้างไกลในด้านการเกษตรของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โครงการในพระราชดำริตลอด 60 ปี ที่ทรงครองราชย์ และแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงที่ทั่วโลกให้การยกย่อง



อาคารแสดงของประเทศอิสราเอล

อิสราเอลเปลี่ยนพื้นที่ทะเลทรายที่แห้งแล้งให้กลายเป็นพื้นที่ๆ มีความอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการเพาะปลูกได้ภายใน 70 ปี ด้วยความมุ่งมั่นเรียนรู้ และการพัฒนาการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้วันนี้อิสราเอลกลายเป็นประเทศที่มีความสำเร็จทางด้านเกษตรกรรมและมีนวัตกรรมขั้นสูงจัดอยู่ในแถวหน้าของโลก อาคารแสดงของอิสราเอลจัดการแสดงและการนำเสนอภายใต้แนวคิด “Fields of Tomorrow” ออกแบบโดยสถาปนิกมือรางวัลชาวอิสราเอล David Knafo ผนังภายนอกอาคารจัดเป็นสวนแนวตั้ง (vertical garden) ตลอดแนวกำแพงด้านข้างขนาด 70×12 เมตร แสดงเทคโนโลยีการปลูกพืชไร่หลากหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ หญ้าอาหารสัตว์ ด้วยระบบการให้น้ำในรูปแบบน้ำหยด (dripping irrigation)



▲ **รูปที่ 7** การปลูกพืชไร่แบบสวนแนวตั้งบริเวณข้างอาคารและการนำเสนอเรื่องเทคโนโลยีการเกษตรของประเทศอิสราเอล

ภายในอาคารนำเสนอเรื่องราวเทคโนโลยี นวัตกรรม และความสำเร็จ ของอิสราเอลในการทำเกษตรกรรม โดยไฮไลต์อยู่ที่เรื่องการปรับปรุงดินและระบบการให้น้ำแบบพอดี และผลิตผลทางการเกษตร “มะเขือเทศเชอร์รี” ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วโลก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้เป็นมะเขือเทศที่เหมาะสมกับการค้าขาย กล่าวคือ ลูกเล็ก เป็นพวงคล้ายองุ่น สุกช้า และคงความสดได้ยาวนาน

อาคารแสดงของประเทศสหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกานำเสนอการพัฒนาทางด้านการผลิตอาหารภายใต้แนวคิด “American Food 2.0 - Sustainable, Innovative, Healthful, Entrepreneurial, Delicious” ในอาคารจัดแสดงมีการเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์การเกษตรของประเทศ ทั้งในด้านการเพาะปลูก การผลิต การแปรรูปอาหารในเชิงอุตสาหกรรม รวมถึงมีการจำลองฟาร์มขนาดใหญ่ในพื้นที่เพื่อให้ผู้เข้าร่วมงานได้เข้าใจถึงวิถีการเกษตรแบบอเมริกันชนในสมัยโบราณได้อย่างใกล้ชิด ขณะที่ในส่วนนิทรรศการนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ให้ความรู้เรื่องการปลูกพืชแบบจับคู่ด้วยการใช้ Companion plants การพัฒนาการผลิตข้าวฟ่างธัญพืชแห่งอนาคต การพัฒนาการปลูกพืชภายในอาคารด้วยการพัฒนาหลอดเปล่งแสง Horticultural LED Batten ที่เปล่งแสงที่มีความยาวคลื่นเหมาะกับพืช รวมทั้งโคมระย้าสีเขียวหรือ Green Chandeliers สำหรับแขวนบนเพดานโรงเรือนเพื่อการเพาะปลูกที่กระทำได้ทุกฤดูกาล

นอกจากนี้ ยังมีการนำเสนอเทคโนโลยีการปลูกผักแนวตั้งภายนอกอาคาร ซึ่งแตกต่างจากของอิสราเอลตรงที่สวนแนวตั้งของอเมริกาเน้นปลูกผักที่เป็นที่นิยมบริโภค เช่น กะหล่ำปลี ผักโขม และคะน้า เป็นต้น แผงปลูกแบ่งออกเป็นแผงย่อยที่มีแขนกลติดอยู่และสามารถกางยื่นออกไปนอกตัวอาคารพร้อมควบคุมองศาการบิดตามแนวตั้งได้ เพื่อให้ต้นพืชได้รับแสงเต็มที่ตามที่ต้องการ

รูปที่ 8 อาคารจัดแสดงและการปลูกผักแบบสวนแนวตั้ง ► บริเวณด้านข้างของประเทศสหรัฐอเมริกา

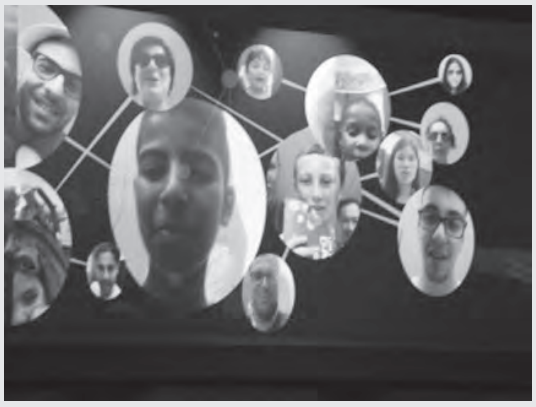
อาคารแสดงของประเทศคาซัคสถาน

การจัดแสดงของคาซัคสถานได้นำเสนอประเด็นด้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพผ่านประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของประเทศภายใต้แนวคิด “ประเทศกว้างใหญ่ แต่ไม่ค่อยมีใครรู้จัก” การแสดงนิทรรศการแบ่งเป็นส่วนๆ เพื่อให้โลกได้รู้จักประเทศนี้มากขึ้น ประกอบด้วย 1) Welcome to Kazakhstan ซึ่งผู้เข้าชมจะได้ชมวีดิทัศน์แนะนำประเทศและการแสดงโรยทรายบนจอโปรเจกเตอร์โดยศิลปินหญิงเล่าประวัติศาสตร์ของประเทศ 2) Wheat ผลผลิตการเกษตรที่สำคัญที่สุดของคาซัคสถานถูกเล่าผ่านวีดิทัศน์ 4 มิติ 3) The management of water resources การแสดงถึงความสำคัญในการรักษาระบบนิเวศวิทยาของแม่น้ำและทะเลสาบในประเทศ และ 4) Product of Kazakhstan แสดงถึงผลผลิตต่างๆ เช่น นม ม้า และแอปเปิล

▲ **รูปที่ 9** อาคารจัดแสดงและการนำเสนอสุดล้ำของประเทศคาซัคสถาน

อาคารแสดงของประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

แนวคิดการจัดแสดงของ UAE คือ “Food for Thought Shaping and Sharing the Future”ซึ่งเน้นหลักการพื้นฐาน 4 ประการ ได้แก่ ยั่งยืน ใส่ใจ เปลี่ยนแปลงใหม่ และแบ่งปัน การออกแบบอาคารของ UAE จึงคำนึงถึงการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ โดยออกแบบให้มีการปล่อยคาร์บอนน้อยที่สุด และยังสามารถกักเก็บน้ำฝนจากหลังคาไว้ใช้ได้ด้วย ส่วนภายในอาคารมีการแสดงถึงพัฒนาการด้านอาหาร พลังงาน และความเป็นอยู่ของประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งภาพในอนาคตที่กำลังจะเกิดขึ้น เพื่อเป็นการแนะนำตัวในฐานะเจ้าภาพงาน World Expo 2020 ครั้งต่อไป ผ่านระบบมัลติมีเดียแบบ 4 มิติ



▲ **รูปที่ 10** อาคารจัดแสดงการนำเสนอเรื่องราวด้านอาหารและพลังงาน และกิจกรรมการมีส่วนร่วมของผู้ชมโดยประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

อาคารแสดงของประเทศญี่ปุ่น

ปิดท้ายด้วยประเทศญี่ปุ่นมหาอำนาจจากฟากฝั่งเอเชียของเรานี่เอง ญี่ปุ่นจัดการแสดงและการนำเสนอในรูปแบบ “น้อยที่สุด ดีที่สุด” ที่เน้นการแสดงด้านอาหารตามวัฒนธรรมการบริโภคแบบญี่ปุ่นที่ชีวิตอิงแอบกับธรรมชาติและความเรียบง่าย ตัวอาคารภายนอกออกแบบโดยการประยุกต์ใช้ลักษณะของตะเกียบ ส่วนภายในจัดแสดงถึงความหลากหลายที่ลงตัวของความพยายามพัฒนาทางด้านเกษตรกรรม ป่าไม้ การประมง และอาหาร ที่ผสมผสานได้อย่างลงตัวกับวัฒนธรรมทางด้านอาหารของญี่ปุ่น เพื่อรองรับกับปัญหาความไม่สมดุลระหว่างด้านต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากนั้น ยังมีส่วนของร้านอาหารที่นำระบบการสั่งอาหารและจ่ายเงินแบบ Self-service ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์มาให้ทดลองใช้อีกด้วย

▲ **รูปที่ 11** บริเวณจัดแสดงการนำเสนอเรื่องราวของอาหารและวัฒนธรรม และโรงอาหารแห่งอนาคตของประเทศญี่ปุ่น

น่าเสียดายที่ผู้เขียนไม่สามารถเข้าเยี่ยมชมได้ทุกอาคารแสดง เพราะนอกจากจำนวนส่วนจัดแสดงที่แต่ละประเทศจัดเต็มจะมีมากมายแล้ว ยังมีแถวผู้ชมที่ยืนรอยาวเหยียด ประกอบกับอากาศที่ร้อนจัด เล่นเอาหมดแรงเหมือนกัน ดังนั้น หากท่านจะไปชมงาน World Expo ไม่ว่าครั้งไหน หรือประเทศใดเป็นเจ้าภาพ คงจะต้องเตรียมฟิตร่างกาย (โดยเฉพาะกำลังขา) ให้พร้อม จัดเสื้อผ้า หน้า ผม ให้เหมาะกับสภาพอากาศ เพื่อการรับชมงานที่เพลิดเพลินและได้สาระความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเต็มที่ ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณน้องๆ ผู้ร่วมทริปที่น่ารักทุกท่านจากบริษัทพิสุทธิ์เทคโนโลยี จำกัด ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลและภาพประกอบสวยๆ ค่ะ

เอกสารอ้างอิง

เดลินิวส์, วาไรตี้. 2558. เวิลด์เอกซ์โป มิลาโน. 2015. มีทั้งสิ่งผิดคาด และเกินคาด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dailynews.co.th/article/334787, [เข้าถึงเมื่อ 28 กันยายน 2558].

ว่อง, วิชิต และกฤตยานวัช, พัลลภ. 2553. World Expo งานมหกรรมที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของโลก: อดีต ปัจจุบัน อนาคต. *วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์*. [ออนไลน์]. **63**(16), pp. 6-11. เข้าถึงได้จาก: http://www.ghbhomecenter.com/journal/download.php?file=1724Dec10LTlfoEd.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 24 สิงหาคม 2558].

สถาบันส่งเสริมการออกแบบและนวัตกรรมเพื่อการค้า. 2557. Expo Milano 2015 งานแสดงนวัตกรรมที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของมนุษยชาติได้เวียนกลับมาจัดที่มิลานอีกครั้ง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://ditp-design.com/node/218, [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2558].

สำนักงานที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมในต่างประเทศ ประจำกรุงเวียนนา, ประเทศออสเตรีย. 2558. เก็บตก EXPO MILANO 2015. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://thaiindustrialoffice.wordpress.com/2015/07/19/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B9%87%E0%B8%9A%E0%B8%95%E0%B8%81-expo-milano-2015/, [เข้าถึงเมื่อ 28 กันยายน 2558].

สำนักงานส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ณ เมืองมิลาน. 2558. รายงานสถานการณ์ Expo Milano 2015 ประจำเดือนมิถุนายน 2558 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ditp.go.th/contents_attach/95870/95870.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 28 กันยายน 2558].

ArchitectExpo, 2557. ส่อง UAE pavilion สำหรับงาน Expo 2015 ที่มิลาน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.facebook.com/ArchitectExpo/posts/472352669541905, [เข้าถึงเมื่อ 28 กันยายน 2558].

Builder News, 2557. อาคารจัดแสดง Thailand Pavilion ในงาน Milan Expo 2015 ใช้ “งอบ” เป็นสัญลักษณ์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.buildernews.in.th/page.php?a=10&n=145&cno=8611, [เข้าถึงเมื่อ 26 กันยายน 2558].

Expo Milano 2015, Israel, 2015. [online]. Available at: http://www.expo2015.org/en/participants/countries/israel, [accessed 28 September 2015].

Kanita, 2015. Exploring EXPO Milano 2015: a quick guide. [online]. Available at: https://www.migreat.it/en/southasians/milan/news/exploring- expo-milano-2015-quick-guide-n6582, [accessed 30 September 2015].

Mktecent, 2015. EXPO Milano 2015, Italy. [online]. Available at: http://www.mktevent.com/expo-milano-2015-italy/, [accessed 24 August 2015].

Morelini, M., 2015. Milan Expo 2015 for Dummies. [online]. Available at: http://www.expo2015.org/en/explore/exhibition-site/italian-pavilion, [accessed 28 September 2015].

Realist Blog, 2015. World Expo 2015 [online]. Available at: http://www.realist.co.th/blog/world-expo-2015/, [accessed 27 September 2015].

Thailand Pavilion Expo Milano 2015, Italy, 2015. [online]. Available at: http://www.thailandpavilionexpo2015.com/_html/th/pavilian.php, [accessed 28 September 2015].

การคัดเลือกเชื้อราที่ผลิต α-glucosidase สำหรับใช้ในการผลิต isomalto-oligosaccharides

ดร.เปรมสุดา สมาน, จุฑามาศ สุขเจริญ, อัจฉรา ไชยองค์การ, ดร.สมพร มูลมั่งมี และ ดร.บัณฑิต ฝั่งสินธุ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

เมื่อคัดเลือกเชื้อราที่ผลิต α-glucosidase จำนวน 17 สายพันธุ์ พบว่า มี 3 สายพันธุ์ ที่สามารถผลิต α-glucosidase คือ *Aspergillus oryzae* TISTR 3102, *Aspergillus oryzae* TISTR 3222 และ *Aspergillus usamii* TISTR 3140 จึงได้นำไปทดลองเลี้ยงในระบบการหมักแบบแห้ง โดยใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบ ผลการทดลองพบว่า การหมักแบบแห้งด้วย *A. oryzae* TISTR 3222 สามารถผลิต α-glucosidase ได้สูงที่สุด (0.33 ยูนิตต่อกรัม) ในวันที่ 5 ของการหมัก รองลงมา คือ *A. oryzae* TISTR 3102 (0.30 ยูนิตต่อกรัม) และ *A. usamii* TISTR 3140 (0.25 ยูนิตต่อกรัม) ตามลำดับ เมื่อวัดปริมาณ isomalto-oligosaccharides (isomaltose, panose และ isomaltotriose) พบว่า การหมักแบบแห้งโดยใช้เชื้อรา *A. oryzae* TISTR 3222 ให้ปริมาณ isomalto-oligosaccharides สูงที่สุด

บทนำ

α-Glucosidase เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในการผลิต isomalto-oligosaccharides จากแป้ง α-glucosidase สามารถสลายพันธะ α-1,4 linkages ที่ปลาย non-reducing ends ของ oligosaccharides หรือ polysaccharides เพื่อสร้างโมเลกุล glucose นอกจากนี้ α-glucosidase ยังมีความสามารถที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยา transglucosylation เพื่อสร้างพันธะ α-1,6 linkages เกิดเป็นสารประกอบ isomalto-oligosaccharides เช่น isomaltose, panose และ isomaltotriose (Pan and Lee 2005) สารประกอบเหล่านี้จัดเป็นสารเสริมเพื่อสุขภาพ (Barreteau, Delattre and Michaud 2006) มีแคลอรีต่ำ ไม่ทำให้เกิดฟันผุ ไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร และมีส่วนช่วยในการป้องกันโรคมะเร็งในลำไส้ (Goulas *et al*. 2004; Liong 2008; Rycroft, Rastal and Gibson 2002; Whelan *et al.* 2001) นอกจากนี้ isomalto-oligosaccharides เป็นสารที่ช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร เพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ เช่น Bifidobateria และ Lactobacilli (Thitaram *et al.* 2005) และช่วยป้องกันโรคในระบบทางเดินอาหาร จึงได้จัดเป็นสารประกอบเพื่อสุขภาพพรีไบโอติก (prebiotic) ชนิดหนึ่ง (Mizubuchi *et al*. 2005)

กระบวนการผลิตสาร isomalto-oligosaccharides ในระดับอุตสาหกรรมนั้นจะใช้แป้งข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยใช้วิธีการตรึงเอนไซม์ในการหมักแบบสองขั้นตอน (two stage reactor) ในขั้นตอนแรก สารละลายแป้งจะถูกให้ความร้อนก่อนเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายแป้ง (gelatinization) ด้วย α-amylase หลังจากนั้น สารละลายที่ได้จะเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล maltose โดยใช้ β-amylase โดยปรับสภาวะให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นสารละลายน้ำตาล maltose จะกลายเป็นวัตถุดิบในการผลิต isomalto-oligosaccharides ด้วยปฏิกิริยา transglucosylation ของ α-glucosidase (Nakakuki 2002) เอนไซม์นี้มีชื่อเฉพาะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า transglucosidase ซึ่งสามารถแยกได้จากเชื้อราในกลุ่ม Aspergillus (Fogarty 1994) อย่างไรก็ตาม สารละลาย isomalto-oligosaccharide ที่ผลิตได้นั้น มีความบริสุทธิ์เพียง

40% (Kuriki *et al.* 1993) ดังนั้น จึงควรที่จะต้องพัฒนากระบวนการผลิตโดยเน้นไปที่ α-glucosidase ที่มีประสิทธิภาพสูงในการเกิด transglucosylation

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อคัดเลือกเชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการผลิต a-glucosidase ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา transglucosylation เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตสาร isomalto-oligosaccharides

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกเชื้อราที่สามารถสร้าง α-glucosidase และสามารถเกิด transglucosylation

เชื้อราที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อราที่ได้จากคลังเก็บเชื้อจุลินทรีย์ ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 17 สายพันธุ์ ได้แก่ *Amylomyces rouxii* TISTR 3182, *Aspergillus oryzae* TISTR 3102, *Aspergillus oryzae* TISTR 3019, *Aspergillus oryzae* TISTR 3222, *Aspergillus niger* TISTR 3063, *Aspergillus niger* TISTR 3025, *Aspergillus niger* TISTR 3254, *Aspergillus usamii varshiro usamii* TISTR 3140, *Aspergillus candidus* TISTR 3268, *Aspergillus japonicus* TISTR 3269, *Aspergillus alliaccus* TISTR 3218, *Aspergillus avenaccus* TISTR 3216, *Aspergillus awamorii* TISTR 3193, *Aspergillus awamorii* TISTR 3379, *Rhizopus oryzae* TISTR 3155, *Aspergillus foetidus* TISTR 3383 และ *Aspergillus kawachi* TISTR 3194 ทำการคัดเลือกเชื้อราโดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว potato dextrose broth (PDB) ใส่ในขวดทดลองปริมาณ 300 มิลลิลิตร นำไปนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อที่ 121°ซ. เป็นเวลา 15 นาที เติมหัวเชื้อสปอร์ราแต่ละสายพันธุ์ ปริมาณ 1% ลงในขวดทดลองแต่ละขวด นำไปเพาะเลี้ยงแบบเขย่าที่ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30°ซ. เก็บตัวอย่างในแต่ละวันเป็นเวลา 7 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หา a-glucosidase (McCue and Shetty 2003; Saman 2009)

α-glucosidase activity 1 ยูนิต (U) มีค่าเท่ากับ ปริมาณของเอนไซม์ที่ปลดปล่อย p-nitrophenol 1 ไมโครโมลต่อนาที ที่ pH 4.6 และที่อุณหภูมิ 50°ซ.

เมื่อได้เชื้อราที่ผลิต α-glucosidase จะทำการทดสอบการเกิด transglucosylation โดยหา transglucosidase activity ใช้วิธีของ Chen *et al*. (2011) และ Sheu, Huang and Duan (1997)

Transglucosidase activity 1 ยูนิต (U) มีค่าเท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ผลิต panose 1 ไมโครโมลต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37°ซ., pH 5.0

2. การเลี้ยงเชื้อราในระบบการหมักแบบแห้ง (solid-state fermentation)

- การเตรียมเชื้อราเพื่อใช้ในการหมัก

เลี้ยงเชื้อราที่คัดเลือกได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่ 30°ซ. จนกระทั่งเกิดสปอร์เต็มที่เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเตรียมสารละลายสปอร์โดยใช้น้ำเกลือ 0.85% ปรับความเข้มข้นของสปอร์ให้ได้ทำกับ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

- การเตรียมวัตถุดิบในการหมัก

ชั่งวัตถุดิบ คือ ข้าวเหนียว 200 กรัม ใส่ลงในขวดทดลองขนาด 1 ลิตร ปรับความชื้นให้เป็น 70% นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°ซ. ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

- กระบวนการหมักแบบแห้ง

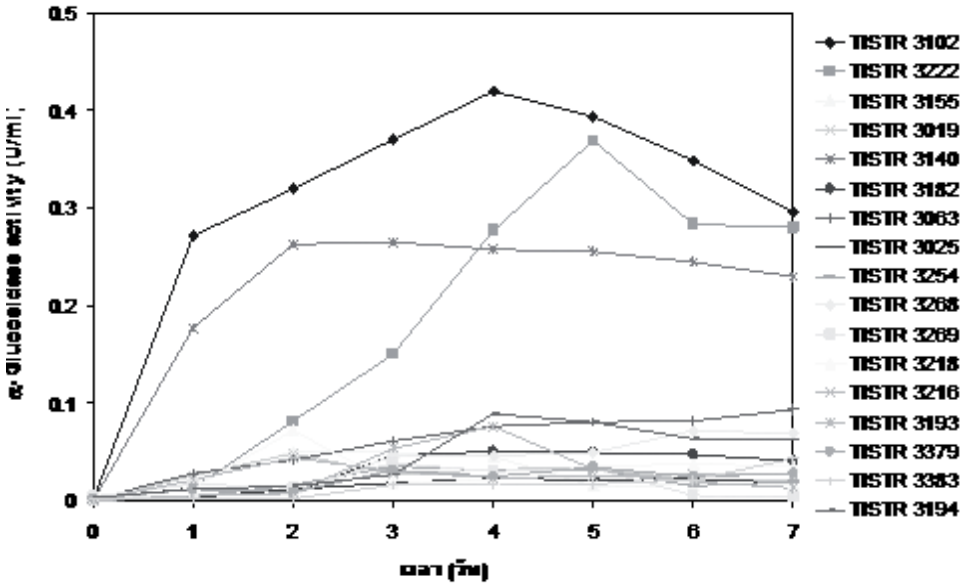
ผสมสารละลายสปอร์ปริมาณ 1% ใส่ลงในขวดทดลองที่บรรจุข้าวเหนียว ผสมส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่ตู้บ่มอุณหภูมิ 30°ซ. เป็นเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (total reducing sugar, TRS) (Miller 1959) ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ย่อยแป้ง (amylolytic activity) (Terashima, Kubo and Suzana 1994) a-glucosidase (McCue and Shetty 2003) และวัดปริมาณน้ำตาลและโอลิโกแซ็กคาไรด์ด้วยเครื่อง High performance liquid chromatography (HPLC) (Saman, Vazquez and Pandiella 2008)

ผลการทดลอง

1. การคัดเลือกหาสายพันธุ์เชื้อราที่สร้าง α-glucosidase ที่มี transglucosylation

- การคัดเลือกเชื้อราที่ผลิต α-glucosidase

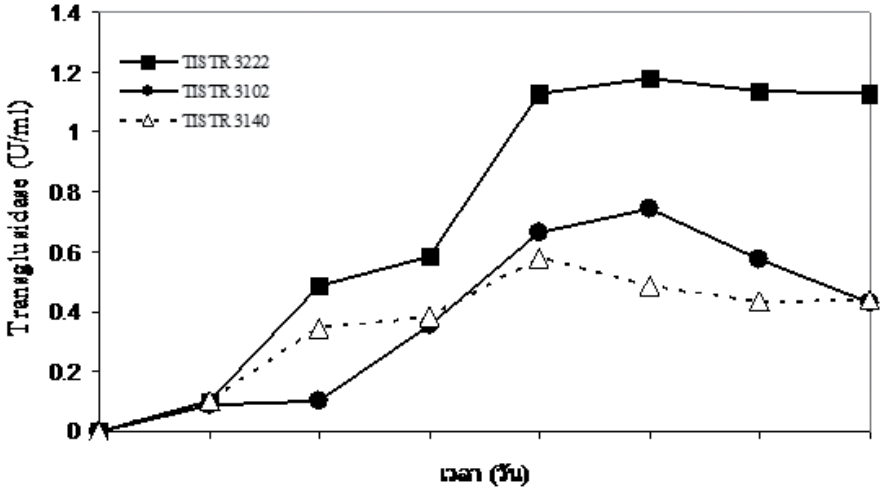
จากการทดสอบเชื้อรา 17 สายพันธุ์ ที่ผลิต α-glucosidase พบว่า *Aspergillus oryzae* TISTR 3102 มีค่า α-glucosidase activity สูงที่สุดในวันที่ 5 ของการหมัก โดยมีค่า 0.43 ยูนิตต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ *Aspergillus oryzae* TISTR 3222 (0.37 ยูนิตต่อมิลลิลิตร) และ *Aspergillus usamii* TISTR 3140 (0.25 ยูนิตต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ราที่เหลือให้ค่า a-glucosidase ต่ำกว่า 0.1 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณ α-glucosidase ของเชื้อรา 17 สายพันธุ์ โดยเลี้ยงในอาหารเหลว PDB ที่ อุณหภูมิ 30°ซ. เป็นเวลา 7 วัน

- การทดสอบปฏิกิริยา transglucosylation

การทดสอบการเกิด transglucosylation จะวิเคราะห์โดยหาค่า transglucosidase activity ผลการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 2 *A. oryzae* TISTR 3222 มีค่า transglucosidase สูงสุดที่ 1.18 U/ml ในวันที่ 5 รองลงมา คือ *A. oryzae* TISTR 3102 (0.75 U/ml) และ *A. usamii* TISTR 3140 (0.58 U/ml) ตามลำดับ เชื้อราทั้งสามสายพันธุ์นี้จะนำไปทดสอบการผลิตเอนไซม์ในระบบการหมักแบบแห้งในขั้นตอนต่อไป



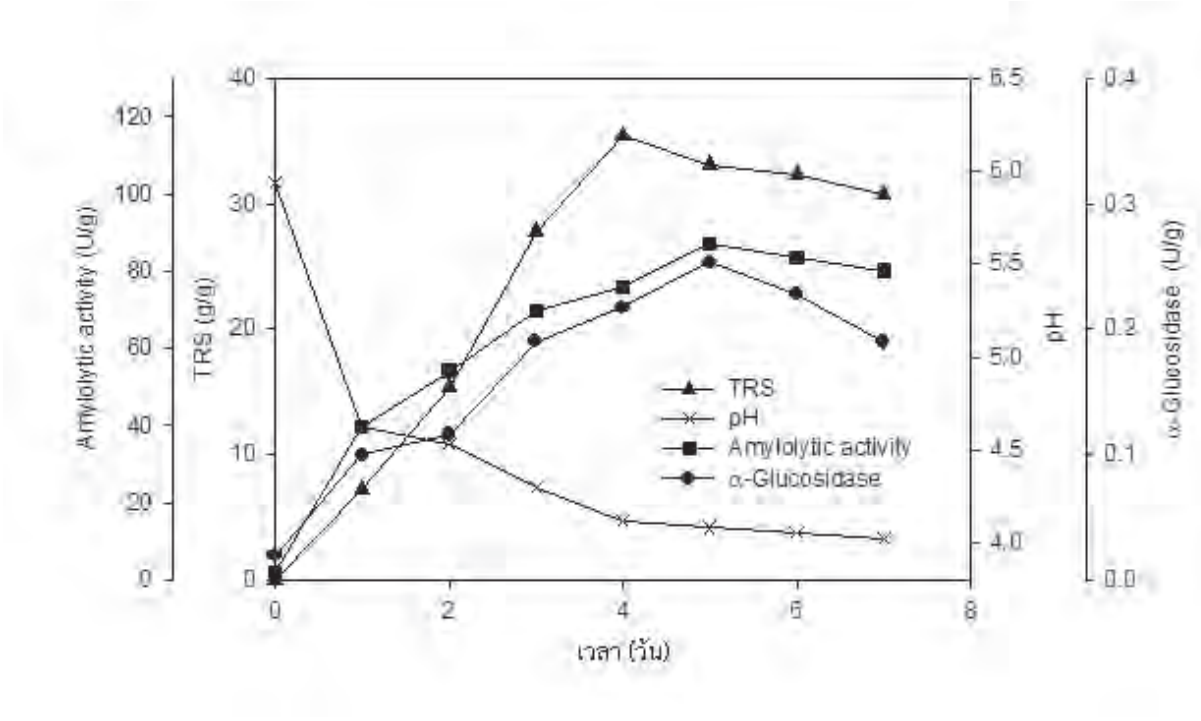
รูปที่ 2 การผลิต transglucosidase ของ A. oryzae TISTR 3102, A. oryzae TISTR 3222 และ A. usamii TISTR 3140 ในอาหารเหลว PDB ที่อุณหภูมิ 30°ซ.

2. การหมักแบบแห้งเพื่อผลิต isomalto-oligosaccharides

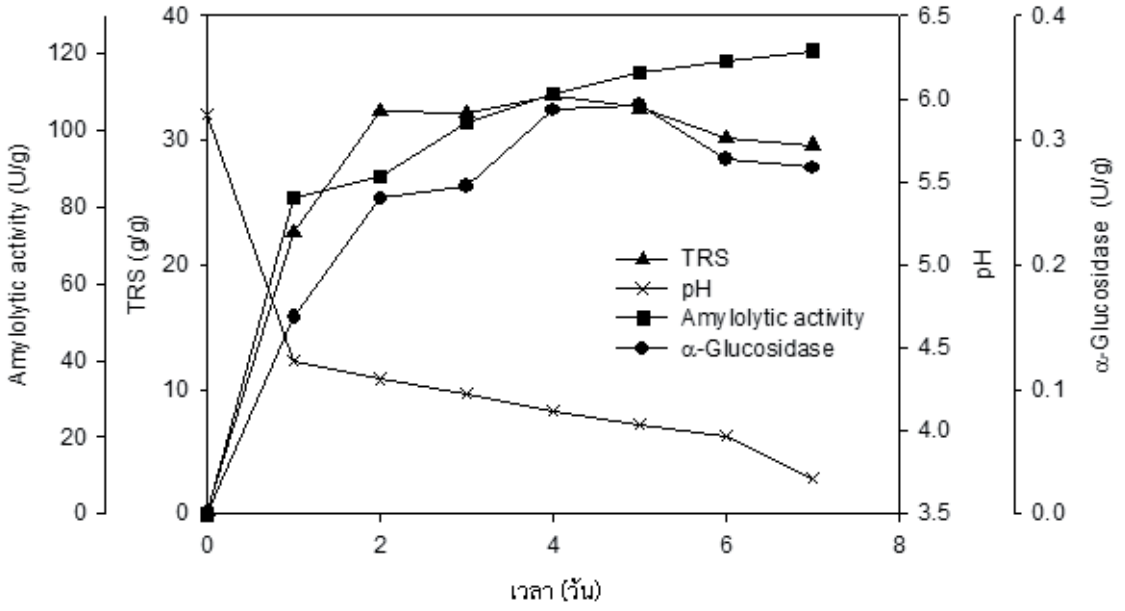
จากรายงานของ Pandy *et al*. (1999) และ Holker, Hofer and Lenz (2004) ได้แสดงให้เห็นว่าการหมักแบบแห้งสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตเอนไซม์ได้ การหมักแบบนี้จึงนิยมใช้ในการผลิตเอนไซม์ต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น α-amylase, glucoamylase, cellulose, xylanase (Couto and Sanroman 2006) ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่การหมักแบบแห้งจะสามารถเพิ่มปริมาณการผลิต α-glucosidase ได้มากกว่าการเลี้ยงในอาหารเหลว

ผลการทดสอบการผลิต α-glucosidase ในระบบการหมักแบบแห้งโดยใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบ โดยใช้ราที่คัดเลือกได้ 3 สายพันธุ์ คือ *A. oryzae* TISTR 3102, *A. oryzae* TISTR 3222 และ *A. usamii* TISTR 3140 พบว่า *A. oryzae* TISTR 3222 ผลิต α-glucosidase ได้สูงสุดในวันที่ 5 รองลงมา คือ *A. oryzae* TISTR 3102 และ *A. usamii* TISTR 3140 ตามลำดับ ปริมาณ amylolytic activit พบสูงสุดเมื่อหมักด้วย *A. oryzae* TISTR 3102 รองลงมาพบในการหมักของ *A. oryzae* TISTR 3222 และ *A. oryzae* TISTR 3140 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3-5

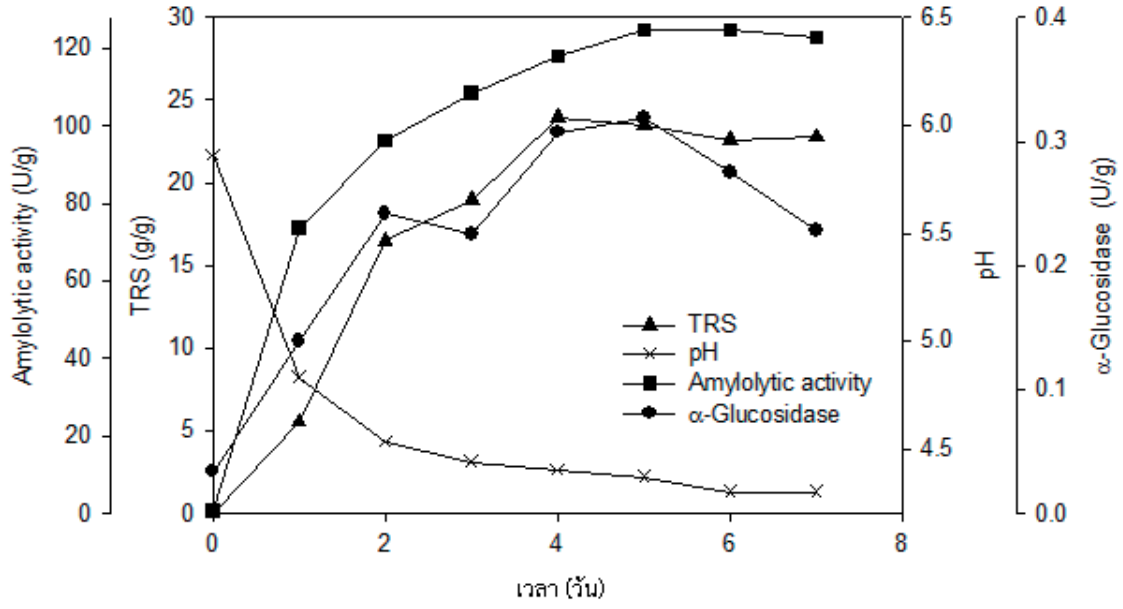
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบสูงสุดในการหมักด้วย *A. oryzae* TISTR 3140 ในวันที่ 4 รองลงมาพบการหมักของ *A. oryzae* TISTR 3222 และ *A. oryzae* TISTR 3102 ส่วนค่า pH มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากมีการสร้างกรดในระหว่างกระบวนการหมักทั้ง 3 สายพันธุ์



รูปที่ 3 ปริมาณ α-glucosidase, amylolytic activity, total reducing sugar และ pH ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. usamii TISTR 3140

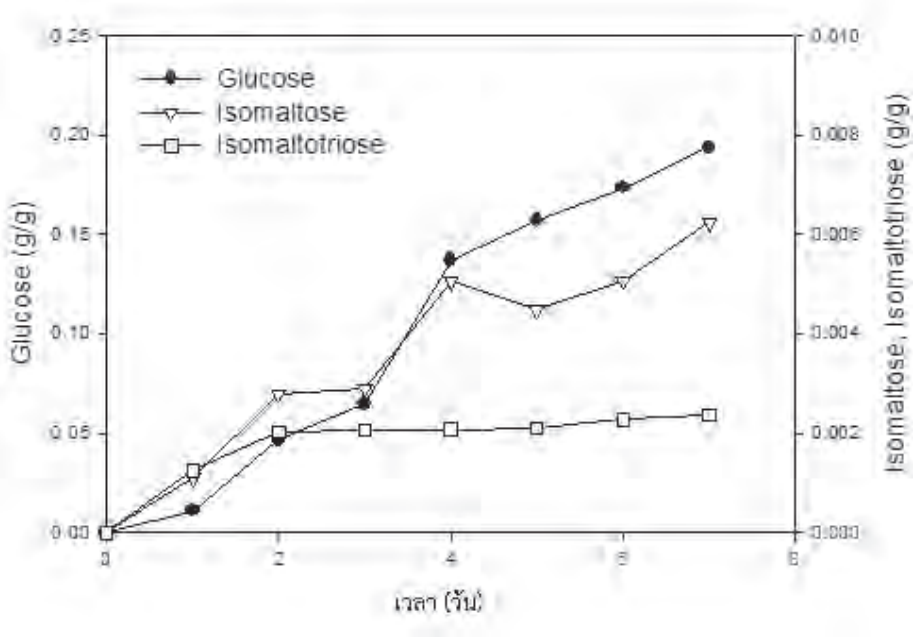


รูปที่ 4 ปริมาณ α-glucosidase, amylolytic activity, total reducing sugar และ pH ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. oryzae TISTR 3222

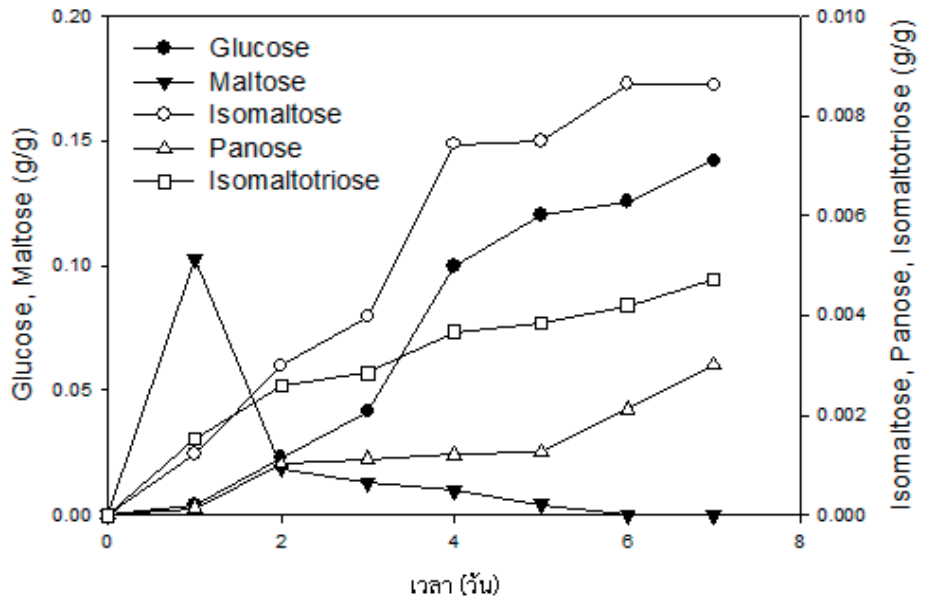


รูปที่ 5 ปริมาณ α-glucosidase, amylolytic activity, total reducing sugar และ pH ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. oryzae TISTR 3102

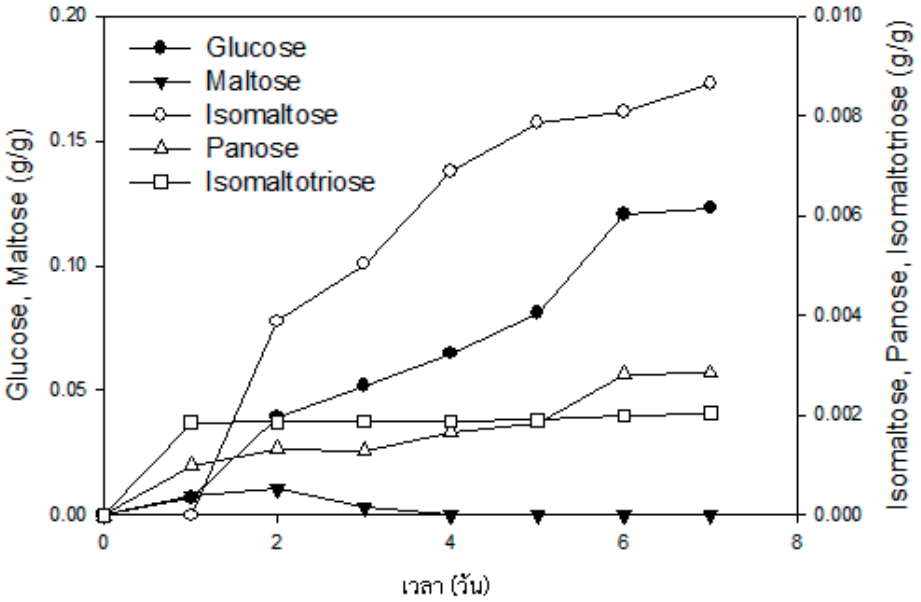
เมื่อนำตัวอย่างข้าวหมักมาวิเคราะห์ส่วนประกอบของน้ำตาลและโอลิโกแซ็กคาไรด์ด้วยเครื่อง HPLC พบว่า เชื้อราทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถผลิต isomalto-oligosaccharides (isomaltose, panose และ isomaltotriose) โดยที่ *A. oryzae* TISTR 3222 ผลิต isomalto-oligosaccharides ได้สูงสุด รองลงมา คือ *A. oryzae* TISTR 3102 ส่วนเชื้อ *A. usamii* TISTR 3140 ผลิตได้เพียง isomaltose และ isomaltotriose f ดังแสดงในรูปที่ 6-8



รูปที่ 6 ปริมาณ glucose isomaltose และ isomaltotriose ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. usamii TISTR 3140



รูปที่ 7 ปริมาณ glucose maltose isomaltose panose และ isomaltotriose ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. oryzae TISTR 3222



รูปที่ 8 ปริมาณ glucose maltose isomaltose panose และ isomaltotriose ที่เกิดขึ้นในการหมักแบบแห้งของ A. oryzae TISTR 3102

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่า *Aspergillus oryzae* TISTR 3222 มีประสิทธิภาพสูงในการผลิต α-glucosidase ที่เป็น transglucosidase เนื่องจากสามารถเกิด transglucosylation กับสารละลายน้ำแป้งหมักและสร้างสารประกอบ isomaltose panose และ isomaltotriose

เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการผลิต α-glucosidase ในระบบการหมักของเหลว และการหมักแบบแห้ง พบว่า การหมักแบบแห้งสามารถผลิต α-glucosidase ได้ปริมาณสูงกว่าการหมักแบบเหลวถึง 10 เท่า ดังนั้น จึงเลือกใช้การหมักแบบแห้งเป็นแหล่งในการสร้าง α-glucosidase เพื่อใช้ในการผลิต isomalto-oligosaccharides

เอกสารอ้างอิง

Barreteau, H., Delattre, C. and Michaud, P., 2006. Production of oligosaccharides as promising new food additive generation. Oligosaccharides as Food Additives. *Food Technol Biotechnol*. **44**(3), pp. 323-333.

Chen, Gui-guang, Li, Wei, Zhang, Yun-kai, Qin, Yong-ling, Wu, Kong-yang and Liang, Zhi-qun, 2011. A high-through put method for screening of *Aspergillus niger*; mutants with high transglycosylation activity by detecting non-fermentable reducing sugar. *World Journal of Microbiology and Biotechnology.* **27**(6), pp. 1519-1523.

Couto, S.R. and Sanroman, M.A., 2006. Application of solid-state fermentation to food industry-A review. *Journal of Food Engineering*. **76**(3), pp. 291-302.

Fogarty, W.M., 1994. Enzyme of Genus Aspergillus *In* Smith, J.E., ed. Biotechnoloy Handbook New York: Aspergil lus Plenum Press, pp. 177-218.

Goulas, A.K., Fisher, D.A., Grimble, G.K., Grandison, A.S. and Rastall, R.A., 2004. Synthesis of isomalto-oligosac charides and oligodextrans by the combined use of dextransucrase and dextranase. *Enzyme and Microbial Technology*. **35**, pp. 327-338.

Holker, U., Hofer, M. and Lenz, J., 2004. Biotechnological advantages of laboratory-scale solid-state fermentation with fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **64**(2), pp. 175-186.

Kuriki, T., Yanase, M., Takata, H., Takesada, Y., Imanaka, T. and Okada, S., 1993. A new way of producing isomalto-oligosaccharidesyrup by using the transglycosylation reaction of neopullulanase. *Applied and Enviromental Microbiology*. **59**(4), pp. 953-959.

Liong, M.T., 2008. Roles of probiotics and prebiotics in colon cancer prevention: Postulated mechanisms and in-vivo evidence. *International Journal of Molecular Sciences*. **9**(5), pp. 854-863.

McCue, P. and Shetty, K., 2003. Role of carbohydrate-cleaving enzymes in phenolic antioxidant mobilization from whole soybean fermented with *Rhizopus oligosporus*. *Food Biotechnology.* **17**(1), pp. 27-37.

Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. **31**(3), pp. 426-428.

Mizubuchi, H., Yajima, T., Aoi, N., Tomita, T. and Yoshikai, Y., 2005. Isomalto-oligosaccharides Polarize Th1-Like Responses in Intestinal and Systemic Immunity in Mice. *J. Nutr.* **135**(12), pp. 2857-2861.

Nakakuki, T., 2002. Present status and future of functional oligosaccharide development in Japan. *Pure Appl. Chem*. **74**(7), pp. 1245-1251.

Pan, Y.C., Lee, W.C., 2005. Production of high-purity isomalto-oligosaccharides syrup by the enzymatic conver sion of transglucosidase and fermentation of yeast cells. *Biotechnolgy and Bioengineering*. **89**(7), pp. 797-804.

Pandey, A., Selvakumar, P., Soccol, C.R. and Nigam, P., 1999. Solid-state fermentation for the production of in dustrial enzymes. *Curr. Sci*. **77**(1), pp. 149-162.

Rycroft, C., Rastall, R. and Gibson, G., 2002. The role of prebiotics in human gut microbiology. *In* Novel Frontiers in the Production of Compounds for Biomedical Use. New York: Springer, pp. 411-428.

Saman, P., 2009. Bioprocessing strategies to enhance the prebiotic potential of rice and rice fractions. *In* Engi neering and Physical Sciences. Manchester: The University of Manchester.

Saman, P., Vázquez, J.A. and Pandiella, S.S., 2008. Controlled germination to enhance the functional properties of rice. *Process Biochemistry*. **43**(12), pp. 1377-1382.

Sheu, D.C., Huang, C.I. and Duan, K.J., 1997. Production of isomalto-oligosaccharides by a-glucosidase immobi lized in chitosan beads and by polyethyleneimine-glutaraldehyde treated mycelia of *Aspergillus carbonari ous*. *Biotechnology Techniques*. **11**(5), pp. 287-291.

Terashima, M., Kubo, A. and Suzawa, M., 1994. The roles of the N-linked carbohydrate chain of rice α-amylase in thermostability and enzyme kinetics. *Eur. J. Biochem*. **226**(1), pp. 249-254.

Thitaram, S.N., Chung, C.H., Day, D.F., Hinton, A., Bailey, J.S. and Siragusa, G.R., 2005. Isomalto-oligosaccharide increases cecal Bifidobacterium population in young broiler chickens. *Poult Sci.* **84**(7), pp. 998-1003.

Whelan, K., Gibson, G.R., Judd, P.A. and Taylor, M.A., 2001. The role of probiotics and prebiotics in the man agement of diarrhoea associated with enteral tube feeding. *Journal of human nutrition and dietetics*. **14**(6), pp. 423-433.

ข่าวเทคโนโลยี สำหรับชาวชนบท

ฉบับที่ 133 (ตุลาคม-ธันวาคม 2558)

สายสวาท พระคำยาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การปลูกมะนาวไร้เมล็ดและปลอดสารพิษ

มะนาวเป็นพืชที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะเดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่มะนาวมีราคาแพง เนื่องจากมีผลผลิตเข้าสู่ตลาดในปริมาณน้อย หากเกษตรกรท่านใดสามารถผลิตมะนาวในช่วงเวลาดังกล่าวได้ก็มักจะได้ผลกำไรด้วยเหตุนี้ จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรจำนวนมากสนใจที่จะผลิตมะนาวนอกฤดูกันมากขึ้น แต่การที่จะทำให้มะนาวออกนอกฤดูเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและมีต้นทุนในการผลิตสูง

ดังนั้น ข่าวเทคโนโลยีฯ ฉบับนี้ขอแนะนำให้เกษตรกรปลูกมะนาวพันธุ์ตาฮิติไร้เมล็ด และปลอดสารพิษ เนื่องจากมะนาวพันธุ์นี้ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ทนต่อทุกสภาพอากาศ ทนทานต่อโรคและแมลงต่างๆ มีผลที่ค่อนข้างใหญ่กว่ามะนาวทั่วไป มีเปลือกหนา ผลมีขนาดใหญ่ มีน้ำมาก และจุดเด่นที่สำคัญ คือ ไร้เมล็ด

การเตรียมกิ่งพันธุ์

1. หาซื้อกิ่งพันธุ์ตาฮิติจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือ

2. นำกิ่งพันธุ์มาเพาะลงถุงดำ ประมาณ 20 วัน โดยใช้ถุงดำขนาด 4 x 9 นิ้ว หากเป็นไปได้ให้ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุในการเพาะ เนื่องจากจะทำให้ระบบรากอวบใหญ่ ไม่เป็นฝอยเหมือนใช้ดิน หากรากเดินได้สวย เมื่อนำไปปลูกระบบรากสามารถหาอาหารได้เป็นอย่างดี จะทำให้มะนาวตั้งตัวได้เร็ว

วิธีการปลูก

1. ขุดหลุมขนาด 50 x 50 เซนติเมตร ระยะห่าง 5 x 5 เมตร

2. ทำการรองก้นหลุมด้วยมูลสัตว์ เช่น มูลวัวตากแห้ง หรือถ้าหาไม่ได้ก็ให้ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 หรือ 2-7-7 ประมาณครึ่งกำมือ

3. จากนั้น ให้ฉีกถุงดำออก แล้ววางต้นมะนาวลงไปในหลุม พร้อมทั้งใช้มือแผ่รากที่อยู่บริเวณด้านข้างให้กระจายตัวออก แล้วโกยดินกลบ กดรอบๆ โคนให้แน่น ใช้ไม้ปักกันโยก

4. ให้น้ำวันละครั้งเป็นอย่างน้อย (กรณีฝนไม่ตก) และหลังจากปลูกประมาณ 15 วัน มะนาวสามารถตั้งตัวได้แล้ว การให้น้ำจะสามารถเว้นระยะนานขึ้น ประมาณเดือนละ 2-3 ครั้ง และควรหาวัสดุมาคลุมดินบริเวณโคนต้น เพื่อช่วยรักษาความชื้น

5. หลังจากปลูกไปแล้ว 2 สัปดาห์ จะเห็นว่ามะนาวจะเริ่มแตกยอดอ่อน ให้ใส่ปุ๋ยคอกต้นละครึ่งกิโลกรัม รอบๆ บริเวณทรงพุ่ม และใส่ปุ๋ยทุก 20 วัน

6. หากพบว่า มีกิ่งอ่อนแตกออกมาบริเวณโคนต้นใกล้ๆ พื้นดินให้ตัดทิ้ง เพราะหากปล่อยไว้เมื่อมะนาวโตขึ้นทรงพุ่มจะเตี้ย ไม่สูงโปร่ง ต้องหมั่นพรวนดินรอบๆ ทรงพุ่มเสมอ โดยเฉพาะก่อนการให้ปุ๋ยทุกครั้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยลงไปสู่รากมะนาวได้อย่างเต็มที่

เคล็ดลับทำให้ต้นมะนาวผลดกตลอดปี โดยการปรับปรุงบำรุงดินสม่ำเสมอ ให้สภาพดินดี ร่วนซุยมาก มีหญ้าขึ้นบางๆ ปกคลุมไปทั่ว เน้นการดูแลดิน เลียนแบบป่าธรรมชาติ ใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ใบไม้หรือเศษหญ้าเป็นวัสดุที่มีค่า ที่ตัดแล้วเก็บกวาดจากแปลงแล้วเกลี่ยให้ทับถมในสวนเพื่อให้เป็นอินทรียวัตถุบนดินต่อไป เมื่อดินมีความพร้อม มีความสมบูรณ์ ต้นไม้ก็เติบโตได้ดี ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่จะช่วยให้เราสามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติโดยไม่เบียดเบียนธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

มะนาวตาฮิติสร้างเงินล้าน. 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.gotoknow.org, [เข้าถึงเมื่อ 29 กรกฎาคม 2558].

รัศมีธรรมวงศ์, ปรัชญา. 2548. คู่มือการปลูกมะนาวนอกฤดูอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: บริษัท นาคา อินเตอร์ มีเดีย จำกัด.

เส้นทางเศรษฐกิจ....ใส่สูทปลูกพืชได้. 2558. *โคออปนิวส์*. **15**(297), หน้า 20.

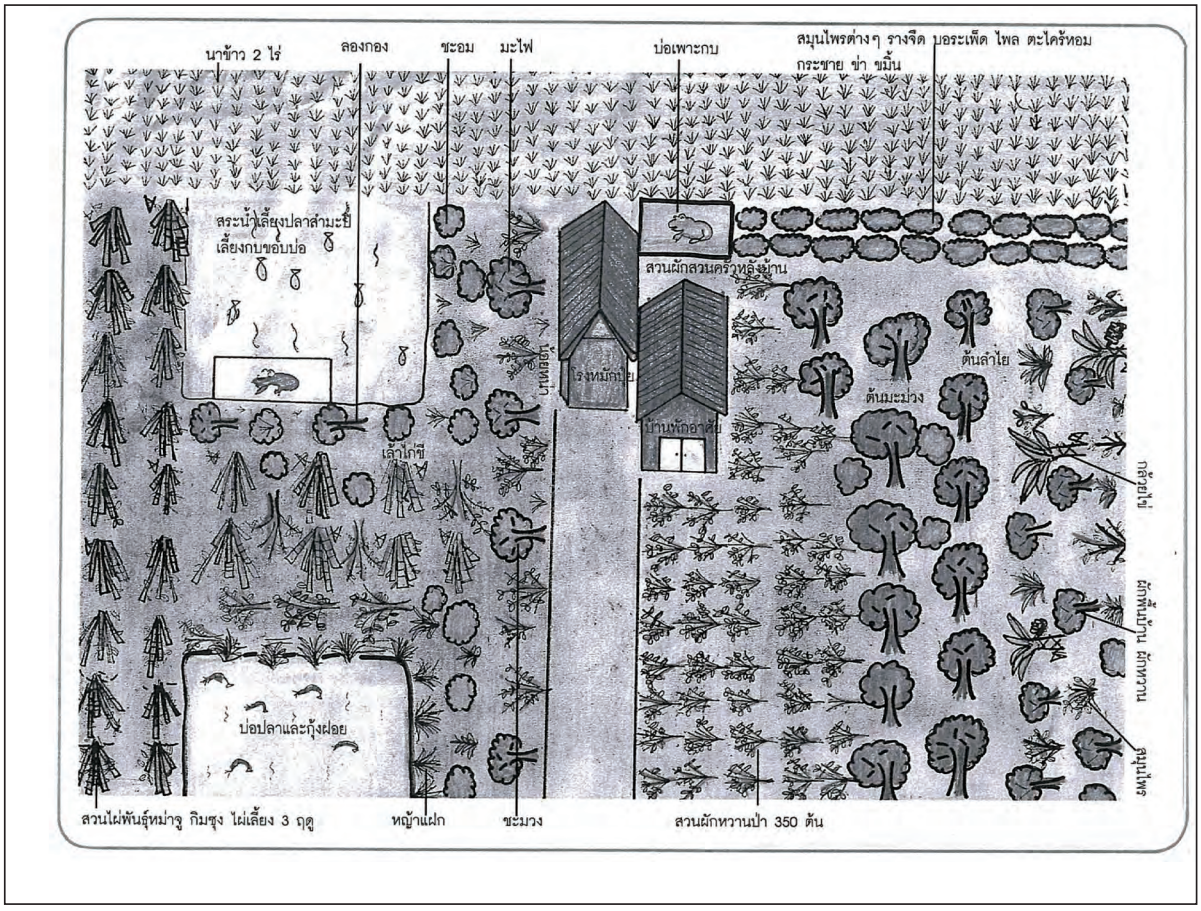
เกษตรผสมผสาน

ใครๆ ก็อยากร่ำรวย แต่หนทางแห่งความร่ำรวยน้อยนักที่เกษตรกรไทยจะเอื้อมถึง เกษตรกรส่วนใหญ่มักคิดว่ายิ่งทำมากยิ่งได้มาก แต่สุดท้ายแล้วก็ตกหลุมพราง รายแล้วรายเล่าติดบ่วงอยู่กับความยากจน การทำเกษตรเชิงเดี่ยวที่ผ่านมาก็มีให้เห็นเป็นประจักษ์แล้วว่าไม่ได้นำพาไปสู่ความร่ำรวยเสมอไป เกษตรกรมากกว่าครึ่งยังมีหนี้สินท่วมตัวเพราะต้นทุนเรื่องปุ๋ยและยา แถมด้วยโรคภัยที่ติดตัวมาจากการใช้สารเคมีในการทำเกษตร ดังนั้น จึงมีเกษตรกรบางส่วนที่หันมาทำการเกษตรผสมผสานแทนเกษตรเชิงเดี่ยว

เกษตรผสมผสานเป็นระบบเกษตรที่มีการปลูกพืชและมีการเลี้ยงสัตว์หลากหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน โดยที่กิจกรรมการผลิตแต่ละชนิดเกื้อกูลประโยชน์ต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในไร่นาอย่างเหมาะสม เกิดประโยชน์สูงสุด มีความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง และเกิดการเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ การเกื้อกูลกันระหว่างพืชและสัตว์ เศษซากและผลพลอยได้จากการปลูกพืชจะเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ ในทางตรงกันข้าม ผลที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์ก็จะเป็นประโยชน์ต่อพืชด้วยเช่นกัน

ข่าวเทคโนโลยีฯฉบับนี้ ขอนำตัวอย่างของเกษตรกรที่ทำเกษตรผสมผสานที่ประสบความสำเร็จไว้เป็นทางเลือกแก่เกษตรกรผู้สนใจ โดยเกษตรกรท่านนี้ คือ คุณบินเดี่ยว มูลหล้า บ้านเลขที่ 187/4 บ้านจอมศรี อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย ทำการเกษตรผสมผสาน บนพื้นที่ 6 ไร่ 2 งาน

แผนผังเกษตรผสมผสาน 6 ไร่ ของคุณบินเดี่ยว มูลหล้า



จากแผนผังเกษตรผสมผสานนี้ แม้จะปลูกพืชน้อยต้นแต่พืชที่ปลูกนั้นมีความหลากหลาย ปลูกผัก ผลไม้ที่ชอบรับประทาน ปลูกสมุนไพรไว้ทำยา และทำน้ำหมัก เลี้ยงไก่ กบ ปลา ไว้เป็นอาหารและจำหน่ายสร้างรายได้ โดยมีเคล็ดลับว่า ก่อนที่จะปลูกพืชชนิดใดต้องศึกษาธรรมชาติของพืชชนิดนั้นๆ ก่อน เรียงลำดับและวางแผนว่าจะปลูกพืชอะไรก่อน และจะปลูกต้นอะไรเสริมเข้าไปตรงไหนได้บ้าง

สำหรับการทำเกษตรผสมผสานดังกล่าวนั้น พื้นที่ถูกใช้สอยอย่างคุ้มค่าทุกตารางนิ้ว ซึ่งครอบครัวของเกษตรกรรายนี้สามารถลดรายจ่ายค่าอาหารลงไปได้เป็นอย่างมาก นานๆ ถึงจะซื้อเนื้อหมูสักครั้งเพราะมีไก่ ปลา กบ และไข่ไก่อยู่แล้ว รายจ่ายเรื่องอาหารที่ต้องซื้อนอกบ้านจึงแทบไม่มีเลย และที่สำคัญยังสร้างรายได้หมุนเวียนตั้งแต่รายได้รายวัน รายสัปดาห์ และรายเดือน หมุนเวียนกันอย่างนี้ตลอดทั้งปี

เอกสารอ้างอิง

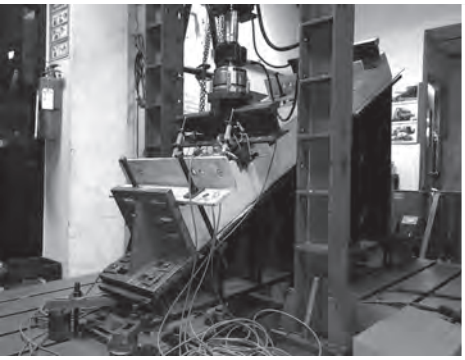
การเกษตรแบบผสมผสาน. 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.phoapiangkasetjakkol.com, [เข้าถึงเมื่อ 4 สิงหาคม 2558].

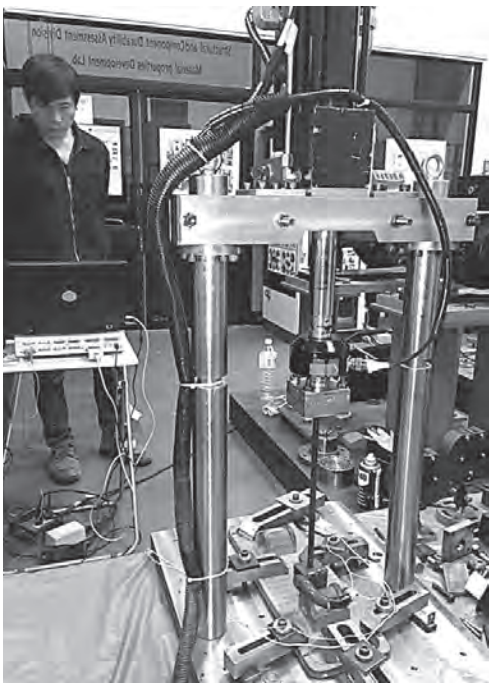
คล้ายทวน, ปรียชยา. 2558. เกษตรผสมผสาน 6 ไร่ ไม่ธรรมดา ปลูกกิน ปลูกขาย มีรายได้ 2 แสนบาทต่อปี. *เกษตรกรรมธรรมชาติ*, **17**(3), หน้า 51-61.

วว. ให้บริการมาตรฐานการทดสอบและพัฒนาระบบขนส่งทางรางรถไฟ ยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานสากล สร้างความเข้มแข็งเศรษฐกิจประเทศยั่งยืน

กองประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

"ระบบการขนส่ง" นับเป็นปัจจัยหลัก ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาของประเทศให้เจริญรุดหน้าเทียบเท่านานาอารยประเทศ โดยเฉพาะระบบการขนส่งมวลชนระบบรางนั้น ในปัจจุบันรัฐบาลให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากการเดินทางเยือนญี่ปุ่นของคณะรัฐมนตรีเพื่อหารือเรื่องความร่วมมือระบบราง ซึ่งญี่ปุ่นให้ความสนใจที่จะร่วมมือในการพัฒนาขนส่งระบบราง รวมถึงเส้นทาง กรุงเทพฯ-เชียงใหม่ และแม่สอด-มุกดาหาร โดยเป็นการปรับปรุงเส้นทางที่มีอยู่เดิม และจะมีการร่วมกันศึกษาและวิจัยเส้นทาง ได้แก่ เส้นทางกาญจนบุรี-กรุงเทพ กรุงเทพ-ฉะเชิงเทรา-อรัญประเทศ และกรุงเทพ-ฉะเชิงเทรา-แหลมฉบัง เพื่อเชื่อมโยงโครงข่ายทางรางกับประเทศเพื่อนบ้าน และการศึกษาครั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการการขนส่งสินค้าทางรางของไทยด้วย นอกจากนี้ ยังร่วมมือกันในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพฯ ในโครงการรถไฟฟ้าสายสีแดงและโครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง





ส่วนความร่วมมือด้านรถไฟระหว่างไทย-จีน นั้น ในขณะนี้มีความชัดเจนในเรื่องรูปแบบความร่วมมือและการลงทุน ทั้งนี้ โครงการรถไฟทางคู่ไทย-จีน จะเริ่มก่อสร้างในเดือนตุลาคม 2558 ในเส้นทางที่ 1 และ 2 กรุงเทพฯ-แก่งคอย และแก่งคอย-มาบตาพุด ส่วนอีก 2 ช่วง คือ แก่งคอย-นครราชสีมา และนครราชสีมา-หนองคาย จะเริ่มก่อสร้างได้ในไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2559

จะเห็นได้ว่าระบบรางในประเทศไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีหน่วยงานสนับสนุนด้านการให้บริการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง**ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติวัสดุ (ศพว.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นหน่วยงานที่มีความพร้อมทางห้องปฏิบัติการทดสอบที่ทันสมัยและบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้านระบบราง** ในงานบริการวิเคราะห์ทดสอบทางกล (mechanical test) การสั่นสะเทือน (vibration test) ความล้า (fatigue test) และความคงทน (durability test) การประเมินคุณภาพและรับรองความปลอดภัยในการใช้งานของชิ้นส่วน อุปกรณ์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในระบบราง ตลอดจนให้บริการเป็นที่ปรึกษาเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (engineering consultation) แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนระบบรางหรือชิ้นส่วนรถไฟในประเทศ ผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ ผู้รับเหมาวางระบบรถไฟ หน่วยงานบริหารการเดินรถไฟ หน่วยงานซ่อมบำรุงระบบรถไฟ ฯลฯ *การให้บริการดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐานของการรถไฟแห่งประเทศไทย มาตรฐาน มอก. และมาตรฐานสากลอื่นๆ อาทิเช่น AREA (American Railway Engineering Association) ของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น*

โดยที่ผ่านมา ผู้ประกอบการต้องจัดส่งชิ้นส่วนระบบรางรถไฟไปทดสอบยังต่างประเทศซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงมาก ปัจจุบัน วว. ได้เริ่มให้บริการทดสอบระบบรางกับผู้ประกอบการก่อสร้างระบบรางชั้นนำของประเทศ เพื่อนำวัสดุที่ผ่านการทดสอบไปใช้ในการก่อสร้างระบบรางทั้งในประเทศและต่างประเทศ อาทิ สิงคโปร์ เวียดนาม และออสเตรเลีย ซึ่งในปีที่ผ่านมา วว. ได้ให้บริการทดสอบผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนระบบรางรถไฟ คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจรวมทั้งสิ้นประมาณ 3,000 ล้านบาท

ปัจจุบัน วว. ได้รับมอบหมายจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ให้เป็นหน่วยงานดำเนินการในโครงการความร่วมมือ Thailand-China Joint Research Center on Railway System โดยรับผิดชอบด้านการทดสอบคุณสมบัติทางกล ความแข็งแรง การสั่นสะเทือน ความล้า และความคงทนของชิ้นส่วน อุปกรณ์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในระบบราง เช่น หมอนรถไฟ (sleeper) รางและรอยเชื่อมต่อราง (rail & joint) เครื่องยึดเหนี่ยวราง (fastening) โบกี้ (bogie) และระบบห้ามล้อ (brake) รถไฟ ฯลฯ

นอกจากนั้น ยังได้สนับสนุนนโยบายด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศ โดยจัดทำ **โครงการบริการมาตรฐานการทดสอบและพัฒนาระบบขนส่งทางราง** เพื่อจัดตั้ง**ศูนย์ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ ประเมินคุณภาพและรับรองความปลอดภัยในการใช้งานชิ้นส่วน อุปกรณ์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในระบบรางอย่างครบวงจรในภูมิภาคอาเซียน** โดยขยายขอบเขตการให้บริการด้านระบบรางต่อยอดจากฐานงานเดิมให้ครอบคลุมทุกระบบ

วว. มีความพร้อมทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐานและบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านระบบรางตลอดจนประสบการณ์ในการเป็นที่ปรึกษาเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (engineering consultation) แก่ผู้ประกอบการโดยการประยุกต์องค์ความรู้สหวิทยาการ รวมถึงการฝึกอบรม เผยแพร่องค์ความรู้และเทคโนโลยี การวิเคราะห์ทดสอบ และประเมินด้านระบบรางมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานสากล สร้างความเข้มแข็งให้กับเศรษฐกิจของประเทศอย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ วว. ได้ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบด้านระบบรางแก่ผู้ประกอบการรถไฟมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน อาทิ เช่น...

⊙ **โครงการประเมินความล้ารอยเชื่อมราง** ขนาด 100A (50 กิโลกรัม/เมตร) และ 80A (40 กิโลกรัม/เมตร) ในโครงการปรับปรุงทางระยะที่ 5 และ 6 ทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ

⊙ **โครงการประเมินคุณภาพหมอนและเครื่องยึดเหนี่ยวในงานปรับปรุงทางรถไฟ** ที่ไม่ปลอดภัยต่อการเดินรถสถานีชุมทางบ้านดารา–สวรรคโลก

⊙ **โครงการที่ปรึกษาเพื่อการตรวจสอบและประเมิน Toe Load เครื่องยึดเหนี่ยว** ในโครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง สัญญาที่ 6 ช่วงบางใหญ่-บางซื่อ

⊙ **โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม** เพื่อการประเมินความแข็งแรงโครงสร้างโบกี้รถไฟบรรทุกสินค้า (hopper wagon)

สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม ได้ที่ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
โทร. 0 2577 9000 หรือที่ call center วว. โทร. 0 2577 9300
www.tistr.or.th E-mail : tistr@tistr.or.th

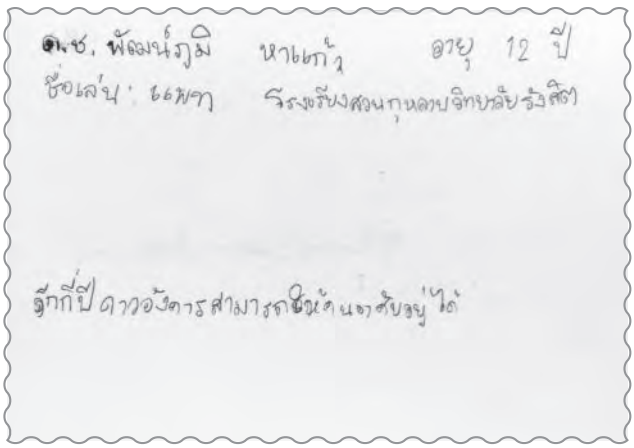
เยี่ยมโต๊ะ บก.

ดร.นฤมล รื่นไวย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

คนบนดาวอังคาร

สวัสดีค่ะ ท่านผู้อ่านวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คำถามจากผู้อ่านของเราฉบับนี้ มาจาก เด็กชายพัฒน์ภูมิ หาแก้ว หรือน้องแพท แห่งโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยรังสิต น้องแพทถามมาว่า "อีกกี่ปี ดาวอังคารสามารถให้คนอาศัยอยู่ได้" นับเป็นคำถามที่น่าสนใจมากค่ะ

แต่แรกเริ่มเดิมที การนำคนขึ้นไปอาศัยอยู่บนดาวอังคาร เป็นเพียงแต่จินตนาการในนิยายวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ต่อมาก็เริ่มมีข้อเสนอโครงการที่จะอพยพผู้คนไปอยู่ที่ดาวอังคารขึ้น รวมทั้งการขึ้นไปสำรวจการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ จากดาวอังคาร การสำรวจดาวอังคารเริ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1950 เป็นต้นมา โดยกำหนดระยะเวลาในการนำคนขึ้นไปอยู่บนดาวอังคารไว้ราวๆ 30 ปี ซึ่งเมื่อถึงวันนี้ โครงการนั้นน่าจะเสร็จสิ้นลงแล้ว แต่ก็ยังไม่มีมนุษย์คนใดไปอาศัยอยู่บนดาวอังคารในปัจจุบัน เพราะน่าจะเป็นโครงการที่ทำได้ไม่ง่ายนัก



อย่างไรก็ตาม องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ หรือที่เราคุ้นกันดีในชื่อ นาซา ได้มีโครงการระยะยาวในการสำรวจและพัฒนาดาวอังคาร โดยในขั้นแรก กำหนดไว้ว่าภายในปี ค.ศ. 2035 จะส่งยานอวกาศที่มีมนุษย์รุ่นแรกขึ้นไปทดลองอยู่อาศัย แต่ก่อนหน้านั้น จะมีการนำมนุษย์ขึ้นไปท่องเที่ยวบนดาวอังคารครั้งละ 4 คน เป็นระยะๆ ไป ทั้งนี้ การดำเนินการโครงการเช่นนี้ ก็ยังมีปัญหาและอุปสรรค ต้องฝ่าฟันแก้ไขอยู่มากมาย ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายในการส่งคนไปดาวอังคารแพงมาก อยู่ที่ 6-500 พันล้านเหรียญดอลลาร์

2. เสี่ยงต่อสุขภาพ โดยมนุษย์ที่เดินทางไปดาวอังคารอาจได้รับอันตรายบางอย่างจากรังสีคอสมิกพลังงานสูง และการแผ่รังสีอื่นๆ

3. เมื่อมนุษย์อยู่ในสภาพแรงโน้มถ่วงต่ำเป็นเวลานานๆ อาจมีผลเสียต่อสุขภาพ เช่น ทำให้ตาบอด หรือสูญเสียการมองเห็นได้

4. ผลกระทบทางจิตวิทยา จากการต้องอยู่โดดเดี่ยวเป็นเวลานานๆ ทำให้มนุษย์อาจเกิดความคิดถึงโลกมนุษย์ คิดถึงสังคมที่เคยอยู่ หรือครอบครัว เพื่อนฝูง เนื่องจากไม่สามารถติดต่อกับโลกมนุษย์ได้ทันที

5. อาจได้รับผลกระทบทางสังคม จากการที่ต้องอยู่ร่วมและพบปะกับคนหน้าเดิมๆ ในพื้นที่แคบๆ เป็นระยะเวลานานเกิน 1 ปี (ของโลกมนุษย์) หรืออาจจะถึง 2-3 ปี

6. ไม่สามารถรับบริการทางการแพทย์เหมือนอยู่บนโลกได้

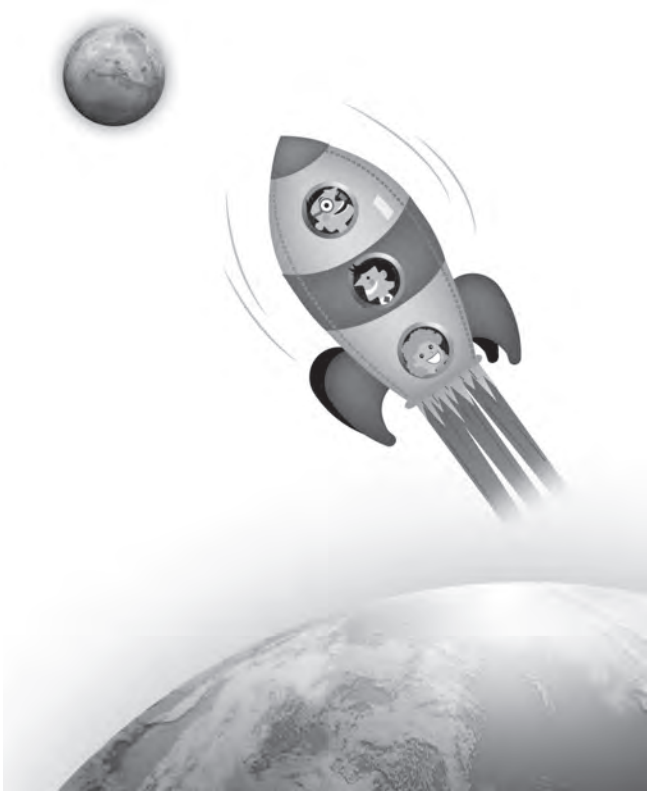
7. อาจเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ขับเคลื่อนหรือระบบช่วยเหลือในการดำรงชีวิต (life-support systems)

8. อาจเกิดการติดเชื้อแพร่ระบาดในพื้นที่ที่อยู่อาศัย

9. อาจนำเชื้อโรคได้แก่เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ บนดาวอังคารกลับมาแพร่ในโลกมนุษย์ เมื่อเดินทางกลับมาโลก

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า การที่มนุษย์จะขึ้นไปอยู่อาศัยบนดาวอังคารไม่ใช่เรื่องง่าย ต้องคำนึงถึงประเด็นปัญหาต่างๆ ทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ เทคโนโลยี และความเป็นไปได้ในทางชีววิทยา รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ซึ่งก็เป็นเรื่องน่าท้าทายที่จะมีการนำ Martian H_2O หรือน้ำบนดาวอังคาร ซึ่งอยู่ในสภาพของน้ำแข็งมาผลิตก๊าซมีเทนและออกซิเจน เพื่อใช้ในการเดินทาง และยังมีความท้าทายในการปรับสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของมนุษย์

ทั้งนี้ เราคงยังต้องฝันกันต่อไป ในการทำให้ดาวอังคารเป็นพื้นที่ที่น่าอยู่อาศัย และอยู่ได้จริงๆ



เอกสารอ้างอิง

Mars One, 2015. [online]. Available at: http://www.mars-one.com/faq/mission-to-mars/is-it-safe-to-live-on-mars #sthash.xeR3DC4D.dpuf, [accessed 3 September 2015].

Wikipedia, 2015. Human mission to Mars. [online]. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Human_mission_to_Mars, [accessed 3 September 2015].

บทความ จากผู้เขียน

ผู้อ่านท่านใดสนใจส่งบทความมาลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุณาจัดเตรียมต้นฉบับตามข้อกำหนด ดังนี้

การจัดเตรียมต้นฉบับ

1. ความยาวต้นฉบับ : บทความปริทัศน์ประเภทต่างๆ ความยาว ไม่เกิน 6 หน้า บทความงานวิจัย ไม่เกิน 10 หน้า
2. ระบุชื่อ นามสกุลผู้เขียน คำนำหน้าชื่อ หน่วยงาน พร้อมรายละเอียดที่อยู่ติดต่อทางไปรษณีย์และอีเมล
3. บทความงานวิจัย ต้องมีบทคัดย่อและ Abstract เป็นส่วนนำของบทความนั้นๆ ในบทคัดย่อหรือ Abstract ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ : วัตถุประสงค์การวิจัย รูปแบบ/วิธีการวิจัย ผลการวิจัย ข้อจำกัดทางการวิจัย/การนำผลการวิจัยไปใช้ ผลกระทบของงานวิจัยในด้านต่างๆ เช่น องค์ความรู้ใหม่ เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม เป็นต้น
   ความยาวของบทคัดย่อและ Abstract รวมกันแล้วไม่ควรเกิน 1 หน้ากระดาษ A-4
4. ระบุ คำสำคัญ (keywords) ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักของงานวิจัยของท่านไม่เกิน 6 คำ
5. แนบรูปประกอบที่ชัดเจน โดยอาจส่งมาเป็นลักษณะ CD-ROM หรือทางอีเมล
6. บทความควรมีการระบุเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม รูปแบบเอกสารอ้างอิงเป็นตามที่ วว. กำหนด ดังนี้

6.1 การอ้างอิงหนังสือ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

Ulrich, W., 1983. Critical Heuristics of Social Planning. Chicago: University of Chicago Press.

โฉมเฉลา, ณรงค์. 2518. การปลูกและสกัดน้ำมันมินต์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

6.2 การอ้างอิงจากบทความวารสาร

Boughton, J.M., 2002. The Bretton Woods proposal, an in-depth look. *Political Science Quarterly*, **42**(6), pp. 564-78.

มณีดุลย์, ชาญชัย. 2526. การปลูกกระถินเลี้ยงสัตว์. *วารสารปศุสัตว์*, **10**(2), หน้า 57- 67.

6.3 การอ้างอิงจากวารสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-journals)

Wright, A. and Cottee, P., 2000. Consumer understanding of US and EU nutritional labels. *British Food Journal*. [online]. **103**(8), pp. 615-629. Available at: http://www.emerald-library.com, [accessed 12 September 2007].

6.4 การอ้างอิงจากสิ่งพิมพ์ที่มีชื่อผู้แต่งและตีพิมพ์ในเว็บไซต์ หรือเผยแพร่ทางระบบออนไลน์ (online) แต่ไม่ใช่บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร

Piotrowicz, G., 2002. The university libraries consortia – yesterday, today and tomorrow. [online]. Available at: http://ebib.oss.wroc.pl/english/grnat/piotrowicz.php, [accessed 02 March 2006].

6.5 การอ้างอิงจากเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ต

MarksandSpencer, 2004. Annual Report 2003-2004. [online]. Available at : http://www-marks-andspencer.co.uk/corporate/annual2003/, [accessed 17 September 2005].

พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว. 2551. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว, [เข้าถึงเมื่อ 23 มิถุนายน 2551].