วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วว.TISTR

57th Partner for Your Success

SDGs
กับความยั่งยืนทางนวัตกรรม การวิจัยและพัฒนาของ วว.

บทสัมภาษณ์ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์
รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนา
ด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน (พย.)

แร่เพอร์ไลต์
ทำอะไรได้บ้าง

Stage-Gate Process
หนทางสู่นวัตกรรม

แนวทางการวิจัยด้าน
Plant-based protein

ISSN 0857-2380 ปีที่ 35 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2563

ได้รับรางวัลดีเด่นประเภทวิชาการจาก สยช.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120
Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009
E-mail : tistr@tistr.or.th
Website : www.tistr.or.th

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 35 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน 2563

จากกองบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับนี้ ตรงกับวาระครบรอบ 57 ปีแห่งการสถาปนา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งในแต่ละปี วว. จะจัดงานพิธีเนื่องในวันคล้ายวันสถาปนา และมีพิธีมอบประกาศเกียรติคุณแก่ผู้มีอุปการคุณ และพนักงานที่ทำคุณประโยชน์แก่ วว. ด้วย สำหรับในปีพุทธศักราช 2563 นี้ สาระหลักในการจัดงาน คือ “TISTR New Normal : วว. วิถีใหม่ ก้าวไกลอย่างยั่งยืน” เนื่องจากในปีนี้ ประเทศไทยและประเทศต่างๆ ทั่วโลก ต้องเผชิญกับการแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ หรือ COVID-19 ทำให้เกิดโรคติดเชื้อแพร่กระจายอย่างกว้างขวางรุนแรง จนแม้วันนี้ ยังไม่สามารถแก้ไข หรือหาทางบรรเทาได้อย่าง 100 เปอร์เซ็นต์

สิ่งหนึ่งที่มนุษยชาติต้องพบเจอคือ การปรับตัว อย่างขนานใหญ่ในเบื้องต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรักษาความสะอาดและดูแลสุขภาพอนามัยอย่างไม่ให้บกพร่อง ทั้งการสวมหน้ากากอนามัย การล้างมือให้สะอาด การไอ จาม แบบสำรวม ไม่ให้แพร่กระจาย การซื้อของออนไลน์ และการรักษาระยะห่าง (social distancing) ซึ่งในเรื่องนี้ นับว่าเรายังโชคดี ที่สามารถนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการเชื่อมต่อ พบปะพูดคุย หรือแม้แต่ประชุมกันเป็นร้อยๆ คน รวมทั้งสนับสนุนการเรียนการสอน สร้างชั้นเรียนออนไลน์ต่างๆ ขึ้นมาได้ ทำให้ชีวิตไม่ลำบาก หรือมีอุปสรรคในการทำงานหรือการดำเนินชีวิตมากเกินไป

57 ปี แห่งการสถาปนา วว. จึงเป็นการก้าวต่อไปท่ามกลางกระแสของ New Normal หรือฐานวิถีชีวิตใหม่ ที่คนในยุคนี้จะต้องสร้างความคุ้นเคยให้กับชีวิตตนเอง เพื่อให้สามารถอยู่ได้อย่างมีความสุขสวัสดิภาพ อย่างยั่งยืน

ดร.นฤมล รื่นไวย์
บรรณาธิการ
editor @ tistr.or.th

สารบัญ

Stage-Gate Process หนทางสู่นวัตกรรม

อลิสรา คูประสิทธิ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

บทความเรื่องนี้ เขียนขึ้นจากการเก็บองค์ความรู้ของ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์ รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งผู้เขียนได้มีโอกาสไปร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งกับหน่วยงานต่างๆ ภายในสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และภายนอก เช่น สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในฐานะที่ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์ เป็น Role Model ด้านนวัตกรรม ของ วว. การเก็บองค์ความรู้นี่คือการเก็บ Tacit Knowledge หรือ ความรู้ที่ไม่ปรากฏชัดแจ้ง ซึ่งอยู่ในตัวบุคคล เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้จากการกระทำ ฝึกฝน ประสบการณ์ ความเชื่อ ค่านิยม และยากที่จะถ่ายทอดออกมาทั้งหมดได้

ด้วยบุคลิกของความเป็นผู้นำ และเชี่ยวชาญด้านงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมมาอย่างยาวนาน ตลอดจนมีส่วนสนับสนุนส่งเสริม และผลักดันนักวิจัยรุ่นน้องให้ก้าวมายืนอยู่บนเวทีด้านงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมบนฐานความรู้ด้านสาหร่าย และพลังงาน ทั้งในและต่างประเทศ ทำให้ผู้เขียนได้เรียนรู้ทั้งทักษะการเป็นผู้นำ เทคนิคการถ่ายทอด และศาสตร์ด้านเครื่องมือสำหรับการวิจัยพัฒนานวัตกรรมหลากหลายอย่าง โดยสิ่งที่แปลกใหม่และเป็นที่สนใจสำหรับผู้เขียนเห็นจะเป็นเครื่องมือที่จะช่วยนำพาให้การดำเนินงานด้านวิจัยและพัฒนาสามารถนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมอย่างยั่งยืน นั่นคือ Stage-Gate Process

อย่างที่ทราบกันในแวดวงการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการค้าเชิงพาณิชย์ว่า Technology maturity หรือ การที่จะเชื่อและแน่ใจได้ว่าเทคโนโลยีนั้นมีความครบถ้วนสมบูรณ์เพียงพอแล้ว จำเป็นต้องมีการดำเนินงานผ่านขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยเริ่มจาก

1. R&D หรือ Research & Development นั่นคือ ขั้นตอนที่เทคโนโลยีนั้นได้ผ่านการศึกษา วิจัย และพัฒนาจนได้มาซึ่งเทคโนโลยีที่แตกต่างไปจากเดิม

2. Prototype development นั่นคือ ขั้นตอนของการที่นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาพัฒนาสร้างออกมาเป็นต้นแบบที่สามารถเห็นโครงร่างการทำงานได้

3. Pilot นั่นคือ ขั้นตอนของการที่เอาต้นแบบที่ได้ดังกล่าวมาลองใช้งาน เพื่อได้เห็นตัวอย่างนำร่องว่า สามารถใช้ได้จริงมากน้อยเพียงใด

4. Demo to commercial นั่นคือ ขั้นตอนของการที่นำเทคโนโลยีไปสาธิตเพื่อการค้าเชิงพาณิชย์แก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม หรือผู้สนใจ

5. Business success นั่นคือ ขั้นตอนที่เทคโนโลยีสามารถสร้างความสำเร็จให้กับธุรกิจอย่างมีนัยสำคัญ

แต่ทั้งนี้พบว่า นักวิจัย หรือ ผู้วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีส่วนใหญ่ จะติดอยู่ตรงช่วงของขั้นตอน เทคโนโลยีนำร่อง และการสาธิตเพื่อการค้า ทำให้เทคโนโลยีดังกล่าวไม่ถูกนำไปใช้เชิงพาณิชย์ หรือ ที่เรียกกันว่า ขึ้นหิ้ง พัฒนาแทบเป็นแทบตายสุดท้ายก็ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าได้อย่างแท้จริง ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณหรือเงินทุนที่ลงไป ว่ากันว่า ที่ไม่สามารถผ่านจาก เทคโนโลยีนำร่อง ไปสู่เทคโนโลยีเชิงพาณิชย์ ได้เป็นเพราะตกม้าตายอยู่ที่ขั้นตอนของการที่ไม่สามารถทำให้เทคโนโลยีดังกล่าวเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในตลาดและเป็นที่ต้องการของตลาด จนสร้างความสำเร็จให้กับธุรกิจได้ ทำให้ปัจจุบันได้มีการปรับแนวคิดในการมองนวัตกรรมใหม่

นวัตกรรมในปัจจุบัน ได้เปลี่ยนจากแนวคิดเดิมที่มองนวัตกรรมมีเพียงแค่ 1) นวัตกรรมด้านกระบวนการ (Process Innovation) 2) นวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) และ 3) นวัตกรรมด้านบริการ (Service Innovation) มาเป็นแนวคิด Ten Types of Innovation ซึ่งสามารถจำแนกนวัตกรรมออกเป็น 3 หมวด 10 ประเภท ประกอบด้วย

นวัตกรรมในด้านการจัดวางโครงสร้างรูปแบบต่างๆ

1) Profit Model เป็นนวัตกรรมโมเดลธุรกิจที่มุ่งเน้นวิธีการที่ทำให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้น ขายสินค้าได้ราคาสูงขึ้น สร้างกำไรได้มากขึ้น หรือเกิดการเปลี่ยนคุณค่าหรือมูลค่าของงานบริการให้เป็นกำไร
2) Network เป็นนวัตกรรมที่ได้จากการสร้างเครือข่ายหรือความร่วมมือ มุ่งเน้นการสร้างมูลค่าหรือคุณค่าใหม่ๆ โดยการทำงานร่วมกับเครือข่ายอื่นๆ เช่น Third Party (บุคคลที่สาม) Vender (ผู้จำหน่าย) Cluster (กลุ่มของธุรกิจ)
3) Structure เป็นนวัตกรรมที่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยน รูปแบบโครงสร้างองค์กร การบริหารจัดการบุคลากรใหม่ๆ และกระบวนตัดสินใจในโครงสร้างองค์กร
4) Process เป็นนวัตกรรมที่เกิดการพัฒนากระบวนการ การผลิต การบริการ แบบใหม่ๆ ที่ต่างไปจากเดิม

นวัตกรรมด้านข้อเสนอที่ส่งมอบให้กลุ่มเป้าหมายหรือลูกค้า

5) Product Performance เป็นนวัตกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้มีคุณสมบัติประสิทธิภาพ ความสามารถของการบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม
6) Product System เป็นนวัตกรรมที่ได้จากกระบวนการพัฒนาระบบ หรือ การปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือ ปรับปรุงวิธีที่สร้างมูลค่าเพิ่ม โดยการเพิ่มส่วนเสริมหรือบริการเสริมให้กับผลิตภัณฑ์และบริการ

นวัตกรรมที่สร้างประสบการณ์ให้กับกลุ่มเป้าหมาย/ลูกค้า

7) Service เป็นนวัตกรรมการบริการแบบใหม่ๆ ที่ตอบโจทย์โดนใจกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย
8) Channel เป็นนวัตกรรมที่เกิดจากการสร้างช่องทางใหม่ๆ ในการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ถึงมือผู้บริโภค หรือ ช่องทางใหม่ๆ ในการติดต่อกับลูกค้า
9) Brand เป็นนวัตกรรมในการสร้างตราสินค้าและภาพลักษณ์ของแบรนด์ให้มีความน่าจดจำว่าจะเป็นในลักษณะใด หรือมีคุณค่าอย่างไร
10) Customer Experience เป็นนวัตกรรมในการสร้างรูปแบบการติดต่อลูกค้า เพื่อสร้างประสบการณ์ที่จะทำให้ผู้บริโภคจดจำบริการ หรือผลิตภัณฑ์ได้

เหตุที่ปรับแนวคิดใหม่เช่นนี้ เป็นเพราะปัจจุบันพบว่าการที่ธุรกิจจะประสบความสำเร็จได้มากน้อยเพียงใดนั้นล้วนขึ้นกับความพึงพอใจของผู้บริโภคในตลาดที่มีต่อผลิตภัณฑ์และบริการ ดังนั้นการที่จะทำให้นักวิจัยและนักการตลาดปรับความคิดมุมมองความเข้าใจของเทคโนโลยีและประเภทความต้องการของตลาดให้กลืนไปในทิศทางเดียวกัน จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลและกระบวนการในการสนับสนุนที่เหมาะสมและคุ้มค่าในการลงทุน

Stage-gate Model ซึ่งนำเสนอโดย Cooper (1990) ปัจจุบันถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมตั้งแต่เริ่มการคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์จนถึงการจัดจำหน่าย เพื่อลดความเสี่ยงและสร้างมูลค่าทางธุรกิจ โดยแบ่งกระบวนการออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. The Stage คือ กระบวนการสะสมข้อมูลเฉพาะทาง เพื่อวิเคราะห์และรายงานความก้าวหน้าก่อนไปสู่การดำเนินการโครงการขั้นต่อไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยในการลดความเสี่ยงหรือความไม่แน่นอนของโครงการ

2. The Gate คือ ขั้นตอนการสรุปข้อมูลจาก The stage เพื่อใช้ในการตัดสินใจว่า ควรจะดำเนินการต่อไปอย่างไร เปรียบเสมือน checkpoint หรือ จุดตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพ โดยมีเป้าหมายคือ

- เพื่อรับรองคุณภาพในการบริหาร
- เพื่อประเมินหลักการทางธุรกิจ
- เพื่อรับรองแผนโครงการและแหล่งข้อมูล โดยจะต้องนำข้อมูลจาก The stage มาวิเคราะห์ด้วยชุดประเมินความสำเร็จ หรือ Criteria เพื่อช่วยในการคัดกรองผลิตภัณฑ์หรือบริการที่กำลังจะออกสู่ตลาด

ทั้งนี้ Stage-Gate Process คือ กระบวนการที่นำเอา Stage-Gate Model ของ R.Cooper มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขององค์กร สามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง 1) Pre-development Activities หรือ กิจกรรมก่อนการพัฒนา 2) Development Activities หรือ กิจกรรมในช่วงการพัฒนา และ 3) Commercialization Activities หรือ กิจกรรมในช่วงการจัดจำหน่ายหรือการนำออกสู่ตลาด โดยสำหรับหน่วยงานประเภทองค์กรด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม เช่น วว. นั้น ได้มีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนดังนี้

Pre-development Activities

1) Ideation หรือ ขั้นตอนการสร้างไอเดียเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่ต้องการพัฒนา โดยรวบรวมบุคลากรผู้เชี่ยวชาญตามสาขาต่างๆ มาร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ตามประเด็นหรือหัวข้อที่สำคัญ อาจเป็นปัญหา ข้อจำกัด สถานการณ์ หรือความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ณ ตอนนั้น

2) Analysis / Preliminary Experiment หรือ ขั้นตอนการวิเคราะห์และทดลองขั้นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่แสดงถึงความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ หรือบริการนั้นๆ

3) Business evaluation หรือ ขั้นตอนการการประเมินทางธุรกิจ เพื่อให้เกิดข้อมูลสำหรับการยอมรับทางเทคนิค และศักยภาพเชิงพาณิชย์ จากบุคลากรที่มีความรอบรู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและมีความรู้โดยรอบในกลยุทธองค์กรและการตลาด เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าแนวคิดดังกล่าวนั้นควรเข้าสู่กระบวนการพัฒนา

Development Activities

4) Lab Scale Development หรือ ขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในทางการผลิต และการตลาด ทั้งนี้ต้องมีการ Testing and Validation หรือ การทดสอบและสอบทวน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อบกพร่อง หากพบก็ดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนไปสู่ขั้นตอนต่อไป

5) Pilot Scale or Pre-commercial Scale development หรือ ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการนำร่องในระดับโรงงานต้นแบบเพื่อทดลองตลาดและทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในทางการผลิตเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้ต้องมีการ Testing and Validation หรือ การทดสอบและสอบทวน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อบกพร่อง หากพบก็ดำเนินการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนไปสู่ขั้นตอนต่อไป

Commercialization Activities

6) Commercialization หรือ ขั้นตอนการถ่ายทอดและ/หรือช่วยผลิตเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการเชิงพาณิชย์เพื่อผู้ประกอบการที่ได้รับถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำเข้าแข่งขันในตลาด

จะเห็นได้ว่า การนำ Stage-Gate Model ของ Cooper (1990) มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น ขึ้นกับปัจจัยและบริบทของแต่ละองค์กรว่าจะมีกิจกรรมมากน้อยแค่ไหน แต่ต้องครอบคลุมขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดในการพัฒนา การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน การพิจารณากลั่นกรองเพื่อลงทุนพัฒนา การพัฒนาในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับโรงงานต้นแบบ โดยมีการทดสอบและสอบทวนในทุกขั้นตอนการพัฒนาจนแน่ใจได้ว่าสามารถพัฒนาต่อยอดสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์แล้วจึงนำเข้าสู่การแข่งขันในตลาด หากทำได้เช่นนี้นวัตกรรมของเราก็จะไม่ต้องถูกทิ้งไว้บนหิ้งต่อไปแน่นอน

เอกสารอ้างอิง

ดนัย เทียนพุฒ. 2563. กระบวนการนวัตกรรม สร้างธุรกิจให้เหนือกว่า. GotoKnow. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts/604480, [เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2563].

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2563. เอกสารประกอบกิจกรรมเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ KM ผู้เกษียณ “Stage-Gate Process หนทางสู่นวัตกรรม และ LCA เพื่อสิ่งแวดล้อม” เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563. TISTR BLOG. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tistr.or.th/tistrblog/?page_id=4057, [เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2563].

Cooper R.G., 1990. Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. ResearchGate. [online]. Available at: https://www.researchgate.net/publication/4883499_Stage-Gate_Systems_A_New_Tool_for_Managing_New_Products, [accessed 21 May 2020].

SDGs กับความยั่งยืนทางนวัตกรรมการวิจัยและพัฒนาของ วว.

บทสัมภาษณ์

ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์

รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน (พย.)

ศิระ ศิลานนท์ และสลิลดา พัฒนศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เป็นที่ทราบดีว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรโลก การปฏิวัติอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคพลังงานและระบบขนส่งอย่างต่อเนื่องยาวนาน โดยขาดความตระหนักถึงความสมดุลของการใช้ทรัพยากรธรรมชาตินำไปสู่การลดน้อยถอยลงของทรัพยากรธรรมชาติ การเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ

ปัจจุบัน ปัญหาที่คุกคามสภาวะความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษยชาติทั้งโลกมากที่สุด คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ที่มีสาเหตุหลักมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ที่นำไปสู่การขาดความมั่นคงทางอาหารและการเกิดพิบัติภัยทั่วโลก องค์การสหประชาชาติ (United Nations; UN) จึงได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) 2030 จำนวน 17 ข้อ เพื่อให้เกิดความสมดุลในการพัฒนาอย่างยั่งยืนใน 3 มิติ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบบูรณาการและการมีส่วนร่วมเพื่อไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง โดยประเทศสมาชิกของสหประชาชาติได้รับรองวาระการพัฒนาอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2573 เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้เล็งเห็นถึงปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น จึงได้จัดตั้งกลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน (พย.) ขึ้นในปี พ.ศ. 2560 เพื่อกำหนดให้มีบทบาทภารกิจวิจัยและพัฒนาเพื่อความยั่งยืนโดยตรง นับเป็นการดำเนินงานสำคัญภายใต้เป้าหมายระดับโลก (global goals) ที่จะต้องบูรณาการตั้งแต่นโยบายถึงปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับชุมชนถึงระดับโลก (from local to global)

คุยเฟื่องเรื่องวิทย์ฉบับนี้ เราได้รับเกียรติเข้าสัมภาษณ์ ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์ รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน (พย.) ผู้นำต้นแบบด้านนวัตกรรมของ วว. (innovation role model) ในโอกาสที่ท่านจะเกษียณอายุราชการปีนี้ จะมาพูดคุยและฝากข้อคิดการทำงานกว่าสามสิบปีที่ วว. มาให้ทุกท่านได้นำไปเป็นแบบอย่างกันด้วย

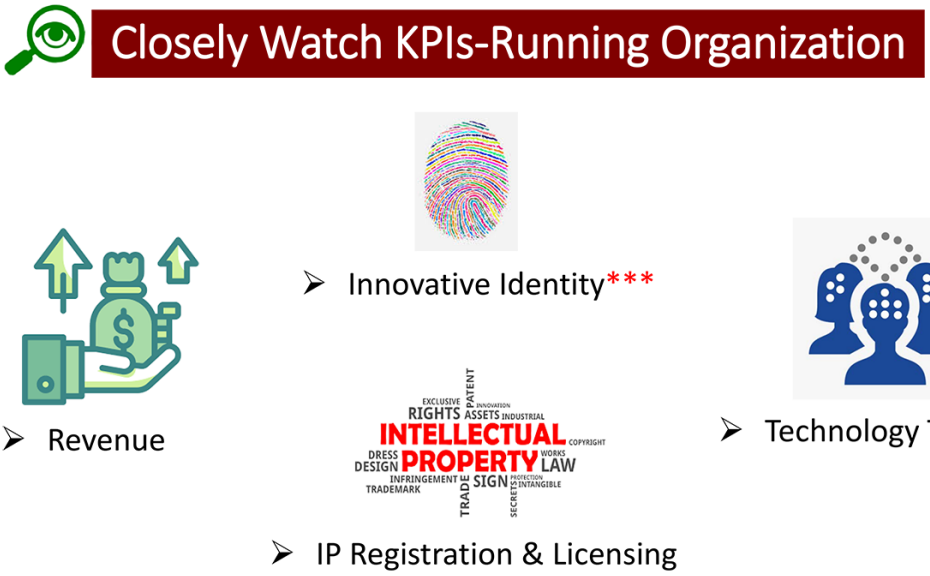
หลักการบริหารงานของกลุ่ม พย. ในสไตล์ของท่านเป็นอย่างไร

วว. เราเป็นสถาบันวิจัย ที่ภารกิจหลักคือ การวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) ซึ่งกลุ่ม พย. เราจะมุ่งเน้นการทำวิจัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยบรรลุเป้าหมาย SDGs ดังนั้นในฐานะผู้บริหารพี่ต้องทุ่มเทอย่างเต็มกำลังความสามารถ ในการบริหารงาน 2 ลักษณะควบคู่กัน คือ **“Running Organization and Execute the Future”**

> **“กลุ่ม พย. เราจะมุ่งเน้นการทำวิจัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยบรรลุเป้าหมาย SDGs”**

Running Organization ในที่นี้หมายถึง การทำงานทุกอย่างที่เป็นงานฟังก์ชันทั้งหมด ไม่ว่าจะโดยหน้าที่ของรองผู้ว่าการที่จะต้องกำกับดูแลกลุ่ม พย. หรือในฐานะผู้บริหารระดับสูงที่ต้องช่วยขับเคลื่อนองค์กรในภาพรวม การวางนโยบายแผนงาน เพื่อให้เกิดการจัดการอย่างเป็นระบบ มีมาตรฐาน เป็นระเบียบเรียบร้อยต่างๆ เช่น การวางระบบ กระบวนการวิจัย งบประมาณวิจัย ทรัพย์สินทางปัญญา การถ่ายทอดเทคโนโลยี การยกระดับคุณภาพโครงการวิจัยและคุณภาพผลงานทางวิชาการต่างๆ ของ วว. ให้ดียิ่งขึ้น เป็นการบริหารเพื่อบรรลุเป้าหมายของกลุ่มที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของเป้าหมายองค์กร

หรืออย่างในฐานะที่พี่เป็นผู้นำต้นแบบด้านนวัตกรรม ด้วยนั้น ก็ได้ไปมีส่วนช่วยในการพัฒนานวัตกรให้กับสำนักบริหารทรัพยากรบุคคลอย่างต่อเนื่อง เพราะเมื่อเป้าหมายของกลุ่มวิจัยคือการสร้างนวัตกรรม เราก็ต้องเริ่มจากการบ่มเพาะสร้างนักวิจัยให้เป็นนวัตกร (innovator) ที่ดีก่อนนั่นเอง



> **เมื่อเรารู้ประเภทของงานในหน้าที่ของตนแล้ว ถัดมาต้องรู้จักวางเป้าหมายความสำเร็จด้วย**

ในขณะเดียวกันจากความก้าวหน้าและการเปลี่ยนแปลงด้าน วทน. ที่เป็นไปอย่างรวดเร็วมาก จึงจำเป็นต้องบริหารอนาคต หรือ Execute the Future ด้วยการกำหนดทิศทางการทำงานเชิงยุทธศาสตร์ให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศและความต้องการของสังคมบนโครงสร้างพื้นฐานแพลตฟอร์มเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผู้บริหารจึงต้องมีวิสัยทัศน์และความสามารถในการประเมินแนวโน้มสถานการณ์ นโยบายที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในทุกระดับ นำมาศึกษาวิเคราะห์และตัดสินใจ ให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศและความต้องการของสังคมบนโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ที่เรามีตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการจนถึงโรงงานต้นแบบ/โรงงานสาธิต แพลตฟอร์มเทคโนโลยีต่างๆ และประสบการณ์ที่ วว. สั่งสมมาสู่ปีที่ 57 แล้ว เพื่อกำหนดทิศทางการทำงานเชิงยุทธศาสตร์ของกลุ่ม พย. และ วว. ให้สามารถตอบสนองและรองรับการดำเนินงานหรือการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างทันท่วงที ปิดช่องว่างเพื่อลดปัญหา ข้อผิดพลาด อุปสรรคต่างๆ ที่คาดว่าจะต้องเผชิญให้ได้มากที่สุด อย่าง **“มืออาชีพ”**

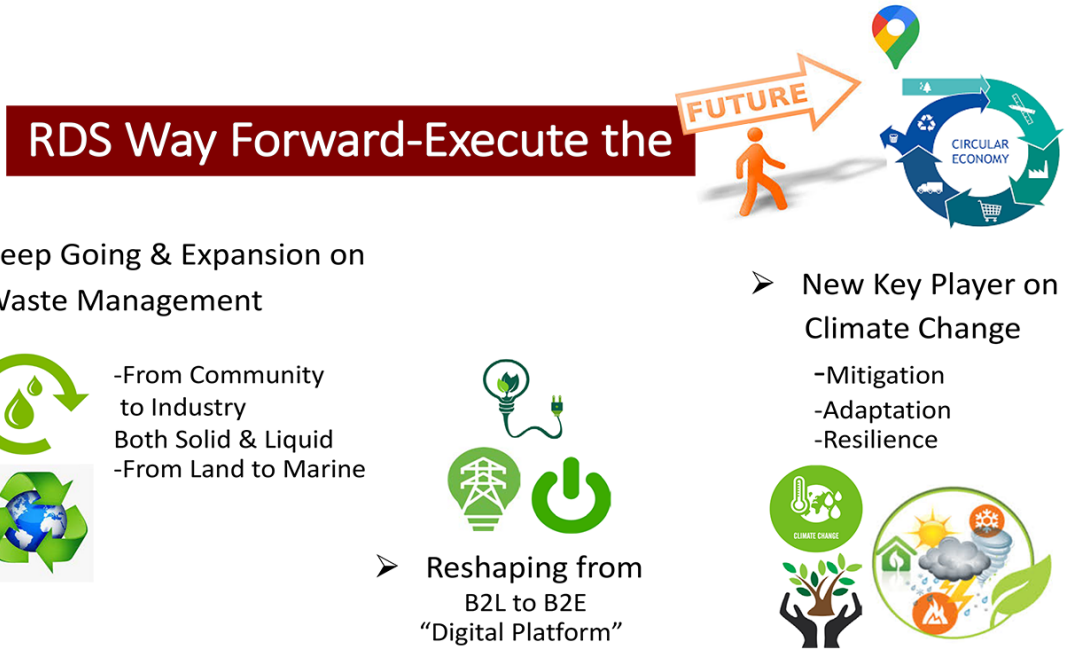
★ การวางเป้าหมายความสำเร็จ

เราต้องรู้ประเภทของงานในหน้าที่ของตนแล้ว ถัดมาต้องรู้จักวางเป้าหมายความสำเร็จด้วย ซึ่งในการทำงานสำหรับพี่จะมีความสำเร็จอยู่ 3 ระดับ คือ

1) Output คือ เสร็จสิ้น ได้ผลผลิตเกิดขึ้นทันที เช่น รายงานฉบับสมบูรณ์ ทรัพย์สินทางปัญญา สิ่งตีพิมพ์

2) Outcome คือ สำเร็จ เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น เกิดการนำผลงานไปใช้ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์ หรือเผยแพร่สู่ชุมชน ซึ่งในส่วนของ พย. ที่ผลงานส่วนใหญ่มีการลงทุนสูง เราจึงเป็นในลักษณะ “Project Trader” คือ การต่อยอดการใช้ผลงานร่วมกับเอกชนผ่านการทำโครงการบริการวิจัย

3) Impact คือ สัมฤทธิ์ เกิดผลกระทบที่ต่อเนื่องจากการใช้ผลงานวิจัย ที่นำไปสู่ความยั่งยืนในระยะยาว เช่น เทคโนโลยีที่นำไปใช้ แล้วก่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขัน เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ในท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องยั่งยืน ทำให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมถึงการที่ผู้รับถ่ายทอดสามารถพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีได้ด้วยตนเอง ซึ่งระดับนี้ คือ ระดับของความสำเร็จที่เป็นที่ต้องการ



ในอนาคตหน่วยงานจะถูกวัดที่ผลสัมฤทธิ์ของงานมากขึ้น จึงต้องมีวิธีคิดและวิธีทำงานอย่างบูรณาการทุกภาคส่วนตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ แบบ **"Less for More"** หรือ **"One to Many"** จึงเป็นหน้าที่ของผู้บริหารที่ต้องเป็นผู้เชื่อมประสานและขับเคลื่อนให้ได้ตามเป้าหมายความสำเร็จทุกแบบและรับได้ในทุกทิศทาง ไม่ว่าจะเป็นเป้าหมายจากระดับบนถ่ายลงระดับล่าง หรือการดำเนินงานจากระดับล่างส่งผลสู่ระดับบน รวมถึงเรื่องของการตรวจติดตามและประเมินผล

ดิฉันในฐานะรองผู้ว่าการฯ ที่อยู่ตรงกลาง ต้องเข้าใจบทบาทภาระหน้าที่เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ต้องสื่อสารสองทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้องเป็นทั้งผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และผู้สนับสนุน (supporter) ให้กับน้องๆ นักวิจัย และเป็นพันธมิตรยุทธศาสตร์ (strategic partner) กับหน่วยงานอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ เราสามารถร่วมมือกันได้หมด เพื่อปิดช่องว่าง "Valley of Death" ในการนำงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ได้จริงอย่างเป็นรูปธรรม

★ การบริหารทีมเป็นเรื่องสำคัญที่สุด

ในปีแรกที่มาเป็นรองฯ พย. ดิฉันจะเน้นกับทีมด้วยคำขวัญง่ายๆ "3H" คือ Head Heart Hand เสมอ ซึ่ง Head คือการคิดอย่างถี่ถ้วน มีตรรก มีเหตุผล คิดอย่างสร้างสรรค์ เปิดมุมมองใหม่ๆ ส่วน Heart คือความใส่ใจ ใจกว้าง มีน้ำใจต่อเพื่อนร่วมงาน มีจิตใจที่เสียสละ และไม่คิดเอาเปรียบ และ Hand คือต้องลงมือทำ ร่วมแรงร่วมใจสามัคคี สร้างและทำงานเป็นทีม

พอปีถัดมา คำขวัญประจำกลุ่ม พย. จะมุ่งเป้าหมายกลุ่มมากขึ้นเป็น "Team Synergy to be the Best in All Aspects" เพื่อการรวมพลังสร้างทีมในการทำงานสู่ความเป็นหนึ่งในทุกด้าน และตั้งแต่จัดตั้งกระทรวง อว. ใหม่ (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม) เป็นโอกาสดีในการร่วมทำงานกับมหาวิทยาลัยที่อยู่ภายใต้กระทรวงเดียวกัน จึงเติมคำว่า "Synchronize" เพื่อให้เกิดแนวคิดในการทำงานเชื่อมประสานกันอย่างเป็นระบบ ทั้งหน่วยงานในกลุ่ม พย. เองทั้งภายในและภายนอกองค์กรด้วย เพราะหากขาดการเชื่อมโยง

ระหว่างกันแล้ว การรวมพลังจะไม่เกิดผลเท่าที่ควร

นอกจากนี้ดิฉันยังน้อมนำคำสอนของพระพุทธเจ้าที่ให้เราต้อง รู้เหตุ รู้ผล รู้ตน รู้ประมาณ รู้เวลา รู้สังคม รู้บุคคล มาปรับใช้ในการบริหารทีมหรือจูงใจคน ดิฉันจึงมีการบริหารงานเป็น 3 ข้อ

1) เมื่อเราคิดจะทำจริงแน่แล้ว ก็ต้องรู้ศึกษาถึงเหตุและผลให้รอบด้านเหมาะสมกับจังหวะเวลา รู้จักเลือกใช้คนและรู้ประมาณกำลังสามารถตนและทีม แล้วทุ่มเทลงมือทำให้ดีที่สุด ถึงจะล้มเหลวแต่ก็แสดงว่าเราได้ทำเต็มศักยภาพที่เรามี

2) การพูดสื่อสารตรงไปตรงมาให้เหมาะกับเวลาสถานการณ์ รู้จักปรับให้เหมาะกับบุคคลคู่สนทนา ให้เขาเห็นเป้าหมายและแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจน ทั้ง “Where to go and how to be there” เพราะคนเราจะมี 3 พวก คือ 10-20 เปอร์เซ็นต์ เป็นคนอยู่หลังกำแพงกั้น Comfort Zone 70-75 เปอร์เซ็นต์ เป็นคนอยู่บนกำแพง และ 10-15 เปอร์เซ็นต์ เป็นคนอยู่หน้ากำแพง การเป็นแม่ทัพบริหารจะต้องทำให้คนที่อยู่บนกำแพงเหล่านั้น กล้าตัดสินใจกระโดดลงมาอยู่ข้างหน้าร่วมกัน ไม่ใช่กระโดดกลับไปด้านหลัง ต้องทำให้เขาตระหนักคิดได้ด้วยตัวเอง ให้เกิดจากแรงบันดาลใจภายใน ก็จะเกิดพลังในการขับเคลื่อนองค์กรด้วยตัวของเขาเอง

3) ร่วมลงมือไปด้วยกัน ดิฉันจะไม่ใช่คนที่จะไปสั่งว่าต้องทำเป้าหมายตามที่ต้องการแล้วนั่งรอรายงานผลลัพธ์ แต่ดิฉันจะศึกษา ไปค้นหามาไกด์บอกเส้นทางที่ดีที่สุดเหมาะสมกับเวลา สถานการณ์ ต้องระวังอะไรตรงไหนบ้าง และมีหน้าที่อำนวยการให้ทุกคนเดินทางได้สะดวก ร่วมลงมือทำเคียงบ่าเคียงไหล่ เพื่อให้น้องๆ กล้าที่จะเสนอความคิดและลงมือทำ เราต้อง “ให้เกียรติ ให้โอกาส ให้กำลังใจ” กันและกัน เพราะทุกคนผ่านเข้ามาทำงานที่ วว. ได้ ย่อมมีวิจารณญาณ มีความเก่งอยู่ในตัวเองอยู่แล้ว ดิฉันบอกเสมอว่าหน้าที่ของดิฉันคือ สนับสนุนคนและพัฒนาคนตามศักยภาพ ดังนั้นหน้าที่ของน้องๆ คือ ต้องฉายศักยภาพให้ดิฉันเห็น นี่คือสิ่งที่ดิฉันพยายามดึงศักยภาพของทีมของแต่ละคนออกมา ซึ่งทำควบคู่ไปกับการออกแบบ KPI ที่จะสำเร็จได้ดีขึ้น

เป้าหมาย SDGs ของ วว. คืออะไรบ้าง และกลุ่ม พย. มีส่วนต้องเร่งผลักดันอย่างไร

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลก 17 ข้อ ขององค์การสหประชาชาติ หรือ SDGs นั้น วว. มีงานวิจัยและบริการ ที่สามารถมีส่วนช่วยโดยตรงถึง 11 ข้อ ได้แก่

1. ขจัดความยากจน
2. ขจัดความหิวโหย
6. การจัดการน้ำและสุขาภิบาล
7. พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้
8. การจ้างงานที่มีคุณค่าและการเติบโตทางเศรษฐกิจ
9. อุตสาหกรรม นวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐาน
12. แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน
13. การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
14. ใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล
15. การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก
17. ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

SDGs ทั้ง 17 ข้อ ดูข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่
- www.un.or.th/globalgoals/th/the-goals/
- sustainabledevelopment.un.org/sdgs

นอกจาก SDGs ที่เป็นเป้าหมายระดับโลกแล้ว เรายังตอบโจทย์ BCG Model ระดับประเทศ ของกระทรวง อว. ที่จะมุ่งเน้นไปในฐานเศรษฐกิจ 3 ด้าน ได้แก่ Bio Economy (เศรษฐกิจชีวภาพ) Circular Economy (เศรษฐกิจหมุนเวียน) Green Economy (เศรษฐกิจสีเขียว) เพราะโลกทุกวันนี้ทุกคนต้องการมีสุขภาพดี ใส่ใจเรื่องความยั่งยืนและผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น “Green” หรือการพัฒนาอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเป้าหมายสูงสุด ซึ่งกลุ่ม พย. เรามีการวิจัยชีวมวล (Biomass) เป็นฐาน Bio-based โดยที่มีเทคโนโลยีและกระบวนการเป็น Circular เพื่อให้ได้มาซึ่ง Green คือ เป้าหมายสูงสุดที่จะโอบอุ้มรองรับผลการกระทำทั้งหมด

และ วว. เรายังมี TISTR O-Z-O-N-E Concept มาเป็นกรอบแนวทางดำเนินงานที่สอดคล้องกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับ BCG Model เพื่อสร้างสรรค์คุณค่างานวิจัย วทน. อย่างบูรณาการทั้งกระบวนการและเป้าหมายในทุกมิติ

นอกจากกำกับดูแลกลุ่ม พย. แล้ว ดิฉันยังมีส่วนผลักดัน การปรับปรุงกระบวนการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรม (RDI; Research Development and Innovation) ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ เริ่มตั้งแต่การรวบรวมจัดลำดับความสำคัญและอันดับคู่เทียบ ของแพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีของ พย. มาปรับนโยบายให้สอดคล้องกับแนวโน้มทิศทางโลกเข้ากับจุดแข็งของเรา เพื่อพัฒนาข้อเสนอโครงการอย่างมีทิศทาง เป็นทั้ง Platform Construction & Utilization โดยสอดคล้องกับแผนที่นำทางเทคโนโลยี (TRM; Technology Roadmap) แนวทางการประเมินความพร้อมของเทคโนโลยี (TRL; Technology Readiness Level) และรูปแบบธุรกิจ (BMC; Business Model Canvas) ตลอดจนร่วมกับกลุ่มยุทธศาสตร์และจัดการนวัตกรรม (ยธ.) จัดทำการประเมินมูลค่าทรัพย์สินทางปัญญา (IP Valuation) เพื่อให้นักวิจัยเกิดความชัดเจนในการสร้างงานวิจัยที่ขายได้ ใช้ประโยชน์ได้จริง โดยมีการติดตามผลและคาดการณ์ตามสถานการณ์ปัจจุบันอยู่เสมอ

เมื่อเรามีกระบวนการที่ดี ก็จะเพิ่มขีดความสามารถขององค์กร ก่อประโยชน์ทั้งเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม นำไปสู่การสร้างอุตสาหกรรมในท้องถิ่น (rural industry) สร้างงาน สร้างรายได้ (revenue generation) และยกระดับคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ในชุมชนให้ดีขึ้น (social well-being) กลับไปตอบโจทย์การพัฒนาที่ยั่งยืนใน SDGs, BCG และ O-Z-O-N-E ได้ทั้งหมด

> “เมื่อเรามีกระบวนการที่ดี ก็จะเพิ่มขีดความสามารถขององค์กร ก่อประโยชน์ทั้งเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม”

> “ทุกคนย่อมตัดสินใจหรือทำผิดพลาดกันได้ แต่เราต้องรู้จักที่จะเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นและลงมือแก้ไขให้เป็น ไม่ให้ผิดพลาดซ้ำเดิมอีก”

การสั่งสมความเชี่ยวชาญและการพัฒนาตนเอง ในแบบฉบับของท่านเป็นอย่างไร

ดิฉันเป็นคนชอบเรียนรู้ ศึกษาค้นคว้า และลงมือทำด้วยความรักและทุ่มเท ดิฉันชอบศาสตร์ทั้งสายวิทย์และศิลป์ เรื่องของเทคโนโลยีชีวภาพ เภสัช พลังงาน การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ทั้งยังเป็นคนรักภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ชอบเข้าห้องสมุดมาตั้งแต่ครั้งเป็นนักเรียน พื้นฐานต่างๆ เหล่านี้จึงหล่อหลอมมาให้ดิฉันมีความสามารถในการค้นคว้าในสิ่งที่สนใจด้วยตัวเอง และต่อยอดองค์ความรู้แตกแขนงเชื่อมโยงกันได้ขยายออกไปเรื่อยๆ เกิดความงอกงามทางปัญญา สั่งสมเป็นความเชี่ยวชาญขึ้น ที่สำคัญคือต้องรู้จักสอบทานปรับปรุงตัวเอง ศึกษาค้นคว้าต่อยอดความรู้อยู่เสมอ และรู้จักยอมรับในความผิดพลาด ทุกคนย่อมตัดสินใจหรือทำผิดพลาดกันได้ “NO One Perfect” แต่เราต้องรู้จักที่จะเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นและลงมือแก้ไขให้เป็น ไม่ให้ผิดพลาดซ้ำเดิมอีก

ความภาคภูมิใจสูงสุดในชีวิตการทำงานของท่านคืออะไร

ในชีวิตการทำงานของดิฉันมีเรื่องที่ภาคภูมิใจที่สุด 3 เรื่อง เรื่องแรกคือ สามารถผลักดันการอนุมัติงบประมาณการสร้างศูนย์ความเป็นเลิศด้านสาหร่าย (Algal Excellent Centre; ALEC) พร้อมสร้างน้องๆ ทีมงานที่ดีที่สุดทีมหนึ่งของ วว.

เรื่องที่สองคือ เข้ามาพลิกฟื้นประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่ม พย. จากอันดับรั้งท้ายของ 5 กลุ่ม วว. จนมีพัฒนาการกลับมาเป็นที่หนึ่งได้สำเร็จในปีที่ผ่านมา

เรื่องที่สามคือ การมีโอกาสร่วมทำงานกับองค์กรระหว่างประเทศอย่าง ASEAN, APCTT (Asia Pacific Centre for Transfer of Technology) และ ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) จนสามารถนำไปสู่การได้รับทุนสนับสนุนจาก ASTIF (ASEAN Science, Technology and Innovation Fund) ในการดำเนินโครงการ “ASEAN Network of Excellent Centre of Biomass Conversion Technology” ที่แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยโดยกลุ่ม พย. วว. เป็นผู้นำที่มีผลการดำเนินงานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมเป็นที่ยอมรับระดับ ASEAN

สิ่งที่ท่านอยากฝากไว้กับพนักงาน วว.

ที่ดิฉันอยากจะฝากให้ข้อคิดไว้ก็คือ คนเราจะมีภาพอยู่ 3 ภาพ คือ 1) ภาพที่เราเห็นตัวเอง 2) ภาพที่ตัวเองเป็นจริงๆ 3) ภาพที่คนอื่นเห็นเรา ภาพแรกคือภาพที่เราคิดว่าเป็น อาจจะวาดฝันวางเป้าหมายไว้หรือชมตัวเองให้มีแรงบันดาลใจ แต่เราต้องยอมรับภาพสองที่เราเป็นอยู่จริงๆ คือรู้จักประมาณตน รู้ว่าตัวเองกำลังอยู่ ณ จุดไหน แล้วไปสอบทานกับภาพสามที่คนอื่นเห็นเรา เพื่อหาจุดปรับปรุงพัฒนาตนเอง เสริมเพิ่มเติมเพื่อเรียนรู้ให้สิ่งใหม่ๆ เพราะทักษะความเชี่ยวชาญเป็น “พรแสวง” สามารถพัฒนาได้ แค่เราเปิดใจเผชิญหน้ากับปัญหา ยิ่งท้าทายยิ่งสนุก เพราะการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นได้ทั้งความท้าทายและปัญหาอุปสรรค เราจึงต้องมีความศรัทธาและเชื่อมั่นว่า “เราทำได้”

สำหรับน้องๆ นักวิจัย ดิฉันอยากฝากให้ “Think Globally Act Locally” จะคิดยั่งยืนเฉพาะส่วนไม่ได้ เราต้องมองที่ภาพใหญ่สถานการณ์ของโลก ภาพต่อมาจึงเป็นเอเชียแปซิฟิก เป็นอาเซียน เป็นประเทศ จนถึงชุมชน เพราะถ้าไม่เกิดความยั่งยืนตั้งแต่ระดับท้องถิ่น ก็ไม่สามารถที่จะเกิดความยั่งยืนในระดับโลกได้ มันกระทบถึงกันหมด ดังนั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจ ถ้าสถานการณ์เปลี่ยน เราต้องปรับเปลี่ยนให้ทัน ต้องปรับการทำงานให้ตอบโจทย์ทิศทางเป้าหมายขององค์กร ของสังคมของประเทศ และของโลกได้เสมอ ตอนนี้ วว. เองต้องเร่งปรับตัวหลายด้านทั้งวิธีการทำงาน งบประมาณ ภายใต้กระทรวงใหม่ และที่สำคัญขณะนี้คือ ปรับวิธีทำงานให้เข้ากับชีวิตวิถีใหม่ (new normal) หลังสถานการณ์ COVID-19 เราจะทำอย่างไรจึงจะสามารถรักษาผลิตภาพขององค์กรไว้ได้ดีเช่นเดิมและดีขึ้นเรื่อยๆ นี่คือโจทย์ที่ทุกคนต้องช่วยกันตั้งแต่ระดับบุคคล กลุ่ม องค์กร ยิ่งเราสามารถปรับตัวยืดหยุ่นรับความท้าทายหรือแรงเสียดทานที่ถาโถมเข้ามาทุกรูปแบบได้เร็วมากเท่าไร เรายิ่งจะบาดเจ็บน้อย ไม่ล้มและกลับมายืนได้อย่างรวดเร็วเหมือนตุ๊กตาล้มลุก

ดิฉันเองเป็นลูกหม้อของ วว. ตั้งแต่มาเป็นนักศึกษาทำวิทยานิพนธ์ปริญญาโท ปี พ.ศ. 2525 และเข้าทำงานจากตำแหน่งเด็กๆ เหมือนน้องๆ รุ่น Gen-Z ในวันนี้ จนผ่านมาสามสิบกว่าปีอีกไม่กี่เดือนจะเกษียณ ที่ดิฉันสามารถทำได้ สำเร็จได้ มาถึงตำแหน่งสูงสุดของพนักงานวันนี้ได้ ก็ด้วยใจที่มุ่งมั่นเข้มแข็งและอดทน ที่ผ่านมาไม่ใช่ไม่เคยท้อ แต่ดิฉันไม่เคยถอย จึงขออวยพรและเป็นกำลังใจให้น้องๆ ทุกคนมีอนาคตที่งดงาม อดทนและตั้งใจทำงานด้วยความเสียสละ ทำให้ดีที่สุดเพื่อประโยชน์ขององค์กร ของประเทศอย่างแท้จริง ดั่งพระพุทธเจ้าทรงตรัสสอนไว้ว่า “เมื่อสร้างเหตุไว้ดี ผลก็ย่อมหวังได้”

ดร.อาภารัตน์ ในหมวกรองผู้ว่าการฯ อาจเป็นภาพของผู้บริหารระดับสูง เป็นบุคคลต้นแบบที่มากความสามารถและมีลีลาที่ทรงพลังจนหลายคนยำเกรงในความเป๊ะปังตรงไปตรงมา แต่ในหมวกอีกใบ พี่ปึ๊ง ยังคงเป็นพี่ใหญ่ใจดีคนเดิมที่เปี่ยมด้วยความเมตตาปรารถนาดี และเป็นไอดอลของน้องๆ ชาว วว. หลายคนในชีวิตจริง ในวาระที่ท่านจะเกษียณอายุไปอีกไม่นานนี้ เชื่อว่าพวกเราชาว วว. ต้องระลึกถึงผลงานและแบบอย่างสไตล์พี่ปึ๊ง ที่ได้ทุ่มเททำและฝากไว้ให้ในวันนี้อย่างแน่นอน

เขียนโปรแกรมแบบไม่เหนื่อย (หรือจะเหนื่อยมากขึ้น)

วิษณุ เรืองวิทยานนท์ และ ดร.ภัทราวุฒิ แสงศิริ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

วันๆ หนึ่งคนที่เป็นโปรแกรมเมอร์มีสิ่งที่ต้องเรียนรู้มากมายรอบตัว ทั้งในเรื่องของเทคโนโลยี ภาษาใหม่ๆ ที่ออกมา เรียนรู้ไปจนถึงกระทั่งเรื่องของการออกแบบโปรแกรมให้ใช้งานง่ายและสวยงาม (UX & UI; User Experience & User Interface) หรือแม้แต่เรื่องการตลาดก็ยังมี ซึ่งไม่ใช่งานง่ายๆ เลยที่คนๆ เดียวจะเป็นทำได้ขนาดนั้น จึงมีการแบ่งหน้าที่ของการพัฒนาระบบออกเป็นหลากหลายหน้าที่ แต่ก็เป็นไปได้ที่มีโปรแกรมเมอร์ที่รับงานและทำคนเดียวตั้งแต่ต้นจนจบ ซึ่งโปรแกรมเมอร์ที่ทำโปรแกรมมานานจนเชี่ยวชาญเป็นแบบนี้ บางคนบอกว่านี่แหละคือค่าประสบการณ์ที่ดีเป็นเงินแล้วอาจจะมองว่าทำไมแพงจัง

วันนี้หลังจากนั่งออกแบบและวิเคราะห์โปรแกรมแล้วพอมีเวลาจึงมาไล่ดูตามเว็บไซต์ว่าเป็นไปได้ไหมที่จะมีใครแบ่งปันความรู้ด้านการเขียนโปรแกรม หรือให้รหัสโปรแกรม (Source code) เพื่อจะได้ช่วยย่นระยะเวลาในการพัฒนาโปรแกรมลงได้บ้าง เพราะงานพัฒนาโปรแกรมบางอย่างก็มีลักษณะใกล้เคียงกัน หรือบางงานแทบจะมีคุณลักษณะเดียวกันเลย แต่ก่อนอื่นเราควรต้องมาเรียนรู้เรื่องสิทธิในการแบ่งปันสำหรับสัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์ (Creative Commons Licenses) มี 6 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 1 (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ 2560)

ตารางที่ 1 สัญญาอนุญาตให้ใช้สิทธิของครีเอทีฟคอมมอนส์

สิทธิ	ความหมาย
Attribution cc by	**cc by** ยอมให้แจกจ่าย ดัดแปลง หรือใช้งานต้นฉบับอย่างใดก็ได้ รวมไปถึงการทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า แต่ผู้รับอนุญาตต้องรับรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) สัญญาอนุญาตฯ นี้เป็นแบบที่เปิดการแบ่งปันมากที่สุดเหมาะกับงานต้นฉบับของหน่วยงานราชการ งานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ฯลฯ
Attribution-Sharealike cc-by-sa	**cc-by-sa** ยอมให้เปลี่ยนแปลง ดัดแปลง ใช้งานต้นฉบับอย่างใดก็ได้ รวมไปถึงการทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้าด้วย แต่ผู้รับอนุญาตต้องรับรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) รวมทั้งเผยแพร่งานสร้างสรรค์ใหม่บนสัญญาอนุญาตฯ แบบเดียวกัน สัญญาอนุญาตฯ นี้เป็นแบบที่เปิดการแบ่งปันมากเพียงมีเงื่อนไขต่องานที่ดัดแปลงให้เหมาะกับงานที่ต้องการเผยแพร่ เพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวม เช่น Wikipedia
Attribution-Nonderivs cc-by-nd	**cc-by-nd** ยอมให้ใช้และแจกจ่ายงานต่อ ไม่ว่าเป็นการทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้าหรือไม่แต่ผู้รับอนุญาตต้องรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) รวมทั้งต้องแสดงงานตามต้นฉบับเดิม โดยห้ามดัดแปลง
Attribution-Noncommercial cc-by-nc	**cc-by-nc** ยอมให้เปลี่ยนแปลง ดัดแปลง หรือใช้งานต้นฉบับที่ไม่ได้เป็นการทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า แต่ผู้รับอนุญาตต้องรับรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) สัญญาอนุญาตฯ นี้เป็นแบบที่เปิดการแบ่งปันไม่มาก เจ้าของลิขสิทธิ์สงวนสิทธิการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า
Attribution-Noncommercial-Sharealike cc-by-nc-sa	**cc-by-nc-sa** ยอมให้เปลี่ยนแปลง ดัดแปลง หรือใช้งานต้นฉบับที่ไม่ได้เป็นการทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า แต่ผู้รับอนุญาตต้องรับรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) รวมทั้งเผยแพร่งานสร้างสรรค์ใหม่บนสัญญาอนุญาตฯ แบบเดียวกันเลย
Attribution-Noncommercial-Nonderivs cc-by-nc-nd	**cc-by-nc-nd** สัญญาอนุญาตฯ นี้เป็นแบบที่เปิดการแบ่งปันน้อยที่สุดใน 6 แบบ โดยอนุญาตให้ใช้งานต้นฉบับที่ไม่ได้ทำเพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า แต่ผู้รับอนุญาตต้องรับรู้ความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์งานที่นำไปใช้เสมอ (เช่น การอ้างอิง) รวมทั้งสัญญาอนุญาตฯ นี้ต้องแสดงงานตามต้นฉบับเดิมโดยห้ามดัดแปลงงาน

ต่อไปนี้ ขอแนะนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับหน่วยงานเป็นอย่างยิ่ง

ระบบจองห้องประชุม

ผู้พัฒนาได้จัดโครงสร้างทั้งการติดตั้งและการใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยาก หน้าจอการจองห้องประชุมมีปฏิทินให้เลือกวันและเวลาที่ต้องการจอง (กรอกจองเป็นแบบ popup ขึ้นมา) และที่สำคัญสามารถตรวจสอบห้องประชุมว่าว่างหรือไม่ก่อนจองได้ สำหรับรายละเอียดการจองอื่นๆ ก็ค่อนข้างครบถ้วน อาจจะมีในส่วนของงบประมาณที่ใช้ในการจัดประชุมที่บางหน่วยงาน อาจต้องปรับแก้ไขให้เหมาะสมอีกครั้ง สามารถอ่านรายละเอียดได้จาก https://www.thaicreate.com/php/forum/090558.html (Nut 2556) ดาวน์โหลดรหัสโปรแกรมได้จาก https://www.thaicreate.com/upload/script/meeting.zip รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 ระบบจองห้องประชุมออนไลน์

ระบบแบบสอบถาม

ปัจจุบันการทำแบบสอบถามไม่ได้ยุ่งยากเหมือนเมื่อก่อนอีกแล้ว บางหน่วยงานอาจเลือกใช้ Google form ในการจัดทำแบบสอบถาม ซึ่งมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการสร้างแบบสอบถามได้อย่างดี อย่างไรก็ตามบางหน่วยงานอาจมีวัตถุประสงค์ในการจัดทำแบบสอบถามขึ้นมาใช้เฉพาะเป็นของตนเอง จึงจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการจัดทำแบบสอบถาม

ระบบนี้ทางผู้พัฒนาได้ความรู้มาจากเว็บไซต์ thaicreate.com เนื่องจากได้เข้ามาสอบถามและนำไปพัฒนา โดยความสามารถของระบบก็มีตั้งแต่จัดทำแบบสอบถามแยกตามแผนกและแยกตามผู้ใช้งาน มีการคำนวณร้อยละของคำตอบจากแบบสอบถาม มี login สำหรับเข้ามาตอบแบบสอบถาม เหมาะสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการนำไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นระบบแบบสอบถามออนไลน์ไว้สำหรับพัฒนาต่อยอด สามารถอ่านรายละเอียดได้จาก https://www.thaicreate.com/php/forum/099342.html (Beer 2556) ดาวน์โหลดรหัสโปรแกรมได้จาก https://www.thaicreate.com/upload/script/script-contact-support.zip นอกจากนี้ยังมีแบบสอบถามที่ไม่ต้องใช้ login และผู้พัฒนาสามารถนำไปพัฒนาเป็นแบบสอบถามบนเว็บไซต์ของตนเองได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ สามารถดาวน์โหลดรหัสโปรแกรมได้ที่ https://www.thaicreate.com/upload/script/survey.rar

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ(ลูกค้าภายใน)

แผนกสิทธิการรักษา

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการ (ลูกค้าภายใน) หน่วยงาน แผนกสิทธิการรักษา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 เพศ ○ 1. ชาย ○ 2. หญิง

1.2 ตำแหน่ง (ระบุ) _____ สังกัดกอง/แผนก _____

1.3 ระยะเวลาปฏิบัติงานที่ ○ 1. น้อยกว่า 1 ปี ○ 2. 1-5 ปี ○ 3. 6-10 ปี ○ 4. มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 ลักษณะงานที่รับบริการ (กรุณาระบุ)

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ(ลูกค้าภายใน) หน่วยงาน **แผนกสิทธิการรักษา** โปรดระบุเครื่องหมาย √ ลง ในช่องข้อความที่ตรง

รูปที่ 2 ระบบประเมินความพึงพอใจการให้บริการของหน่วยงาน

แบบสำรวจออนไลน์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

เพศ	○ ชาย ○ หญิง
อายุ	○ อายุ ต่ำกว่า 20 ปี ○ อายุระหว่าง 21 - 30 ปี ○ อายุระหว่าง 31 - 40 ปี ○ อายุระหว่าง 41 - 50 ปี ○ อายุระหว่าง 51 - 59 ปี ○ อายุ 60 ปีขึ้นไป
ระดับการศึกษาสูงสุด	○ ประถมศึกษา ○ มัธยมศึกษาตอนต้น/ตอนปลาย/เทียบเท่า ○ ปริญญาตรี ○ สูงกว่าปริญญาตรี
สถานะภาพ	○ ผู้บริหาร ○ อาจารย์ ○ เจ้าหน้าที่ ○ นักเรียน/นักศึกษา ○ ศิษย์เก่า ○ ประชาชนทั่วไป ○ อื่นๆ

รูปที่ 3 ระบบแบบสอบถาม

ระบบยืม-คืนเอกสาร (ตัวอย่าง เอกสารข้อมูล วัตถุดิบสินค้า)

ระบบนี้ผู้พัฒนาได้พัฒนาโดยเขียนรหัสโปรแกรมแบบฟังก์ชัน (Functional) ไม่ได้เน้นเขียนโปรแกรมแบบ Object Oriented Program (OOP) สำหรับพื้นฐานของระบบมีดังนี้

1. การจัดการข้อมูลทั่วไป ผู้ใช้งาน เอกสาร ข้อมูลส่วนตัว Avatar

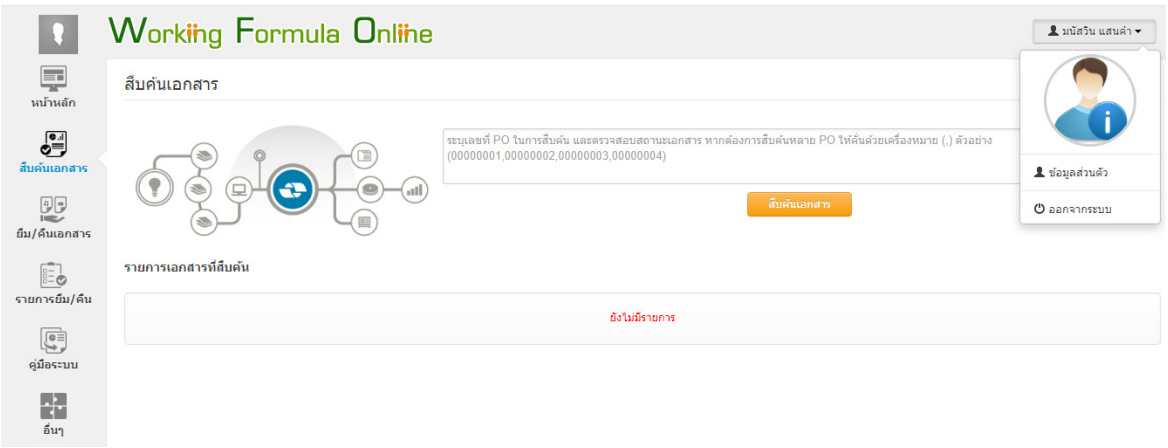
2. ตรวจสอบสถานะเอกสาร ด้วยระบบ QR Code (สำหรับ Webcam เท่านั้น) หรือพิมพ์ข้อมูลเข้า

3. ทำรายการยืมเอกสารแบบพิมพ์ข้อมูลเข้า หรืออัปโหลดเป็น Excel ไฟล์

4. ทำรายการคืนเอกสารด้วยระบบ QR Code หรือพิมพ์ข้อมูลเพื่อบันทึกเอง

5. ภาษา : PHP, ฐานข้อมูล : Mysql, JS : jQuery และ CSS : Bootstrap

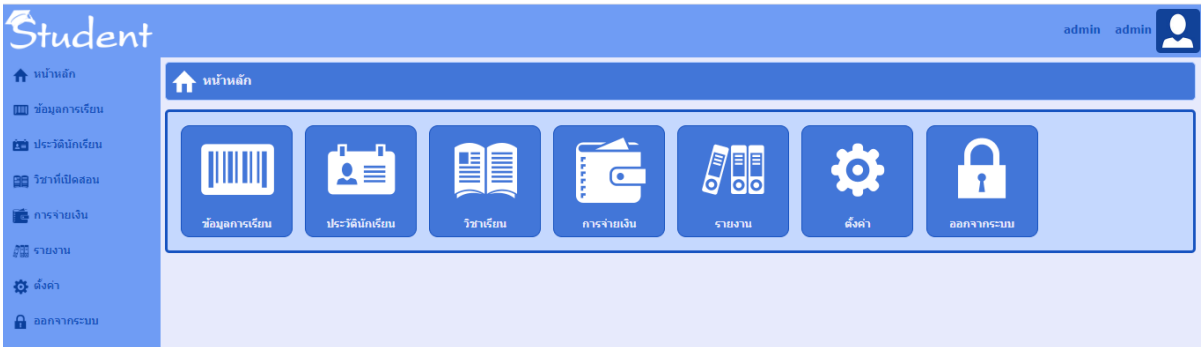
โปรแกรมตัวนี้เหมาะสำหรับเอาไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งาน เพราะหน้าที่การทำงานบางอย่างอาจไม่ครบถ้วน เช่น ระบบกระดานถามตอบ รายงาน สถิติ ฯลฯ (แต่มีการวางโครงร่างไว้ให้บ้างแล้ว) หรือแม้แต่จะนำไปพัฒนาระบบยืม-คืนอื่นๆ ก็ได้เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4 และสามารถดาวน์โหลดรหัสโปรแกรมได้ที่ https://www.thaicreate.com/upload/script/WFM.rar



รูปที่ 4 ระบบยืม-คืนเอกสาร

ระบบจัดการข้อมูลนักเรียนสำหรับโรงเรียนสอนพิเศษ

ผู้พัฒนาได้พัฒนามาหลายปีแล้วแต่ก็ยังสามารถใช้งานได้หลายฟังก์ชัน ได้แก่ ข้อมูลการเรียน ประวัตินักเรียน วิชาที่เปิดสอน การจ่ายเงิน รายงาน และการตั้งค่าจริงๆ แล้วระบบนี้ช่วยบริหารจัดการข้อมูลนักเรียนที่ใช้สำหรับโรงเรียนสอนพิเศษ ซึ่งสามารถสร้างรายวิชา ลงทะเบียนเรียน และดูวันเวลาที่เรียน รวมถึงการใช้ชั่วโมงเรียน ผู้พัฒนาเองหวังว่าจะช่วยแก้ไขปัญหาได้สำหรับผู้ที่ทำกิจการเกี่ยวกับโรงเรียนสอนพิเศษ สำหรับผู้ที่สนใจจะพัฒนาต่อหรือจัดทำระบบใหม่สามารถติดต่อได้ที่ Line : @clear.co.th สำหรับรายละเอียดดูได้ที่เว็บไซต์ https://www.thaicreate.com/php/forum/122813.html (Dump's 2559) และสามารถดาวน์โหลดรหัสโปรแกรมได้ที่ https://www.thaicreate.com/upload/script/Student-1744560838.zip



รูปที่ 5 ระบบจัดการข้อมูลนักเรียนสำหรับโรงเรียนสอนพิเศษ

ทั้งนี้การเขียนโปรแกรมแบบไม่เหนื่อยในชีวิตจริงนั้นอาจจะเป็นไปได้ยาก เพราะมีขั้นตอนในการพัฒนาตั้งแต่ศึกษาความเป็นไปได้ วิเคราะห์และออกแบบ พัฒนาและทดสอบจนถึงฝึกอบรมการใช้งาน ในขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ล้วนต้องใช้ทรัพยากรทั้งบุคลากรและเวลาเป็นอย่างมาก ยังไม่รวมถึงการพัฒนา UX และ UI ที่เป็นสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้ในปัจจุบันและเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้เวลาของนักพัฒนามากกว่าที่มีคนนำรหัสโปรแกรมมาเผยแพร่ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาได้มากขึ้น ในยุคปัจจุบันที่เป็น New Normal นั้นมีหลายสิ่งหลายอย่างเปลี่ยนไป นักพัฒนาโปรแกรมที่พัฒนาโปรแกรมและมีวัตถุประสงค์เพื่อนำโปรแกรมมาให้ใช้ฟรีก็เป็นเรื่องที่น่าแปลกใจ (เพราะการเขียนโปรแกรมต้องลงทุนลงแรงไม่น้อย) แต่อาจเป็นสาเหตุจากแผนการตลาดที่ใช้เทคนิคสร้างซอฟต์แวร์สองเวอร์ชันโดยซอฟต์แวร์ฟรีที่มีข้อจำกัดบางอย่าง และซอฟต์แวร์อีกตัวจะสมบูรณ์มากกว่า ดังนั้นผู้ที่มีความต้องการจะนำโปรแกรมตัวอย่างด้านบนไปใช้งานต่อนั้น ก็ต้องมีความรู้ด้านการพัฒนาโปรแกรมโดยเฉพาะภาษา PHP พอสมควร และบางกรณีอาจต้องปรับแก้ไขหน้าที่การทำงานของโปรแกรมให้เหมาะสมกับงานของตนเอง นอกจากนี้เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมที่นำโปรแกรมมาให้ใช้ฟรีสามารถพัฒนางานของตนเองต่อไปได้ในอนาคต ผู้ที่นำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานจึงควรพิจารณาร่วมบริจาคเงินสนับสนุน เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมเหล่านี้สามารถผลิตผลงานออกมาให้กับผู้ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และที่สำคัญยังเป็นการสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาของประเทศต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ไทยครีเอท. 2563. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaicreate.com/, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. 2560. ETDA ดัน Creative Commons ตอบโจทย์ยุคแชร์ข้อมูล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.etda.or.th/content/creative-commons-for-thailand.html, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

Beer. 2556. [PHP] เอามาแบ่งปันกันครับ..php - ระบบแบบสอบถาม ที่ผมพัฒนาใช้งานจริง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaicreate.com/php/forum/099342.html, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

Dump's, 2559. [PHP] [แจกฟรี] Student ระบบจัดการข้อมูลนักเรียนสำหรับโรงเรียนสอนพิเศษ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaicreate.com/php/forum/122813.html, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

Nut, 2556. [PHP] แจกฟรี !! ตัวอย่างการ Booking จองห้องประชุม ผ่านเว็บครับ ใครสนใจเชิญด้านในโลด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaicreate.com/php/forum/090558.html, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

PHP & MYSQL Database web programming, 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://phpcodemania.blogspot.com/2017/06/free-php-project.html, [เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2563].

แร่เพอร์ไลต์ ทำอะไรได้บ้าง

ดร.นิตยา แก้วแพรก
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

หินเพอร์ไลต์ (perlite) หรือหินภูเขาไฟเนื้อแก้วที่ไม่เป็นผลึก ที่มีลักษณะรอยแตกเป็นวงๆ ซ้อนกันคล้ายกลีบหัวหอม และเมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิเหมาะสม 850-900 องศาเซลเซียส ในเวลาที่รวดเร็ว แร่จะเกิดการขยายตัวออกเป็น 4-20 เท่าของปริมาตรเดิม เนื่องจากมีปริมาณน้ำอยู่ประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหินเพอร์ไลต์ได้รับความร้อนทำให้แร่มีความอ่อนนุ่มจนเหมือนกระจก และน้ำซึ่งถูกกักเก็บในโครงสร้างของหินเกิดการขยายตัว มีการโป่งพองทำให้เปลี่ยนสภาพเป็นวัสดุที่มีปริมาตรโตขึ้น กลวง น้ำหนักเบา มีความพรุนสูงคล้ายกับการคั่วข้าวโพดให้กลายเป็นป๊อปคอร์น โดยทั่วไปจะเรียกการเผานี้ว่า “การป๊อป” หินเพอร์ไลต์ก่อนการเผาจะมีความหนาแน่นประมาณ 1,100 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ส่วนเพอร์ไลต์หลังเผาที่มีการขยายตัวแล้วจะมีความหนาแน่นเหลือประมาณ 30–150 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขนาดของเพอร์ไลต์หลังเผาจะมีหลากหลาย ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการเผา สามารถเลือกใช้ขนาดต่างๆ ให้เหมาะกับงานแต่ละประเภท

แหล่งแร่เพอร์ไลต์พบอยู่ในบริเวณกลุ่มหินภูเขาไฟตอนกลางของประเทศ ซึ่งจัดอยู่ในหน่วยหินภูเขาไฟลำนารายณ์ อยู่ในเขตจังหวัดลพบุรี และจังหวัดเพชรบูรณ์ เพอร์ไลต์เกิดร่วมกับไรโอไลต์ และหินเถ้าถ่านภูเขาไฟ โดยเกิดลักษณะแบบลาวาและเกิดแบบพนัง โผล่ให้เห็นเป็นชั้นหนาตามบริเวณขอบของภูเขาไฟลำนารายณ์โดยเฉพาะขอบด้านตะวันตก เพอร์ไลต์ที่พบมีสีดำ น้ำตาล เขียวเข้ม-อ่อน มีลักษณะเนื้อเป็นแก้ว และมีผลึกของเฟลด์สปาร์ประมาณ 2-10 เปอร์เซ็นต์ ผลึกของไบโอไทต์ประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ชั้นของเพอร์ไลต์ที่เกิดขึ้นมีความหนาตั้งแต่ 1-20 เมตร วางตัวค่อนข้างราบ และส่วนมากจะวางตัวอยู่บนหินเถ้าถ่านภูเขาไฟ และถูกปิดทับด้วยไรโอไลต์ ภาพชั้นแร่ ดังแสดงในรูปที่ 1

ที่มา: บริษัท ไทยทริดิไมท์ จำกัด (2562)

รูปที่ 1 แหล่งหินภูเขาไฟในประเทศไทย และชั้นแร่เพอร์ไลต์ที่เหมืองเขาพนมฉัตร อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี

ปัจจุบันเพอร์ไลต์มีการผลิตจากประทานบัตรของ หจก.คลองยาง จำนวน 1 แปลง เพียงแหล่งเดียว ตั้งอยู่ที่อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี มีอัตราการผลิตประมาณ 2,400 ตันต่อปี ปริมาณของเพอร์ไลต์ที่ผลิตในประเทศไทยมีปริมาณมากเพียงพอ แต่ข้อจำกัดคือขนาดอนุภาคที่โรงงานไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการใช้งานที่หลากหลายเพราะขึ้นกับเทคโนโลยีการเผา จึงทำให้ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเพิ่มเติม

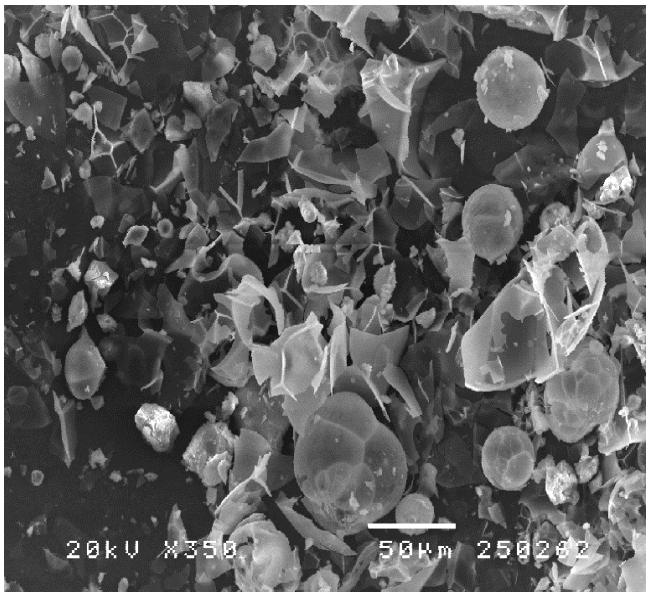
ปัจจุบันการนำเพอร์ไลต์ไปใช้งานในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายมากนัก จะอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง เช่น ปูนคอนกรีต ปูนฉาบ เพราะเมื่อผสมวัสดุเพอร์ไลต์ในวัสดุปูนแล้วจะทำให้มีคุณภาพที่ดีกว่าปูนธรรมดาทั่วไป เช่น การฉาบผนังจะทำให้ปูนยึดติดผนังได้ดี แห้งเร็ว ไม่เกิดรอยร้าว มีความลื่นตัวดี เพราะอนุภาคของเพอร์ไลต์ที่มีลักษณะกลมทำให้เกลี่ยได้ง่าย และยังช่วยป้องกันความร้อนเนื่องจากการมีโพรงอากาศของวัสดุเพอร์ไลต์ ซึ่งจะช่วยให้บ้านเย็นกว่าใช้ปูนธรรมดา เป็นตัวป้องกันคลื่นเสียงที่ดี การใช้งานเพอร์ไลต์เป็นวัสดุก่อสร้างนี้มีปริมาณการใช้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของที่ผลิตได้ในประเทศไทย (บริษัท ไทยทริดิไมท์ จำกัด 2562)

การใช้งานอันดับต่อมาคือการทำวัสดุไม้สังเคราะห์ เนื่องจากเพอร์ไลต์มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา เป็นฉนวนกันความร้อนได้ ไม่ติดไฟ จึงมีการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำวัสดุไม้สังเคราะห์ มีปริมาณการใช้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการใช้งานเป็นวัสดุอิฐทนไฟ สำหรับเป็นฉนวนกันความร้อนในเตาเผาอุณหภูมิสูง ช่วยลดน้ำหนักของอิฐทนไฟ ในส่วนนี้มีการใช้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

การใช้งานของเพอร์ไลต์มีอีกมากมายที่น่าสนใจและรอการวิจัยพัฒนาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำวัสดุกันเสียง การใช้ทำฉนวนหุ้มท่อส่งไอร้อน การใช้ผสมในวัสดุคอมโพสิตต่างๆ เพื่อเพิ่มสมบัติที่ดีของเพอร์ไลต์ในวัสดุเหล่านั้น เช่น การผสมในวัสดุพลาสติกเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก การผสมในโลหะอะลูมิเนียมเพื่อเสริมแรงกระแทก และลดน้ำหนักให้เบาขึ้นอีก อีกทั้งลดต้นทุนวัสดุในการใช้ประเภทเดียวกัน เป็นต้น

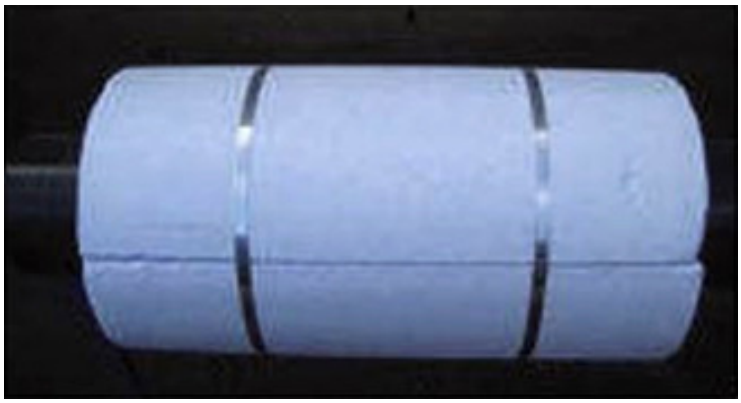
รูปที่ 2 แร่หินเพอร์ไลต์ลักษณะเป็นก้อนสีเทาดำ (ซ้าย) ก่อนที่จะนำไปบดและเผาที่อุณหภูมิสูงจนได้ผงเพอร์ไลต์สีขาว (ขวา)



รูปที่ 3 ผงเพอร์ไลต์กำลังขยายสูงหลังการป็อป จะเห็นลักษณะก้อนโป่งกลมและบางส่วนเป็นชิ้นๆ เหมือนแก้วแตก

เพอร์ไลต์กับการใช้งานที่เป็นฉนวนท่อนำความร้อน

ฉนวนกันความร้อนของท่อจะช่วยรักษาให้อุณหภูมิมีความเสถียร ในการใช้งานคลุมท่อส่งไอน้ำหรือส่งก๊าซร้อนไปยังที่ต่างๆ หากไม่มีฉนวนกันจะเกิดการสูญเสียความร้อนระหว่างทางทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้น ป้องกันอันตรายจากความร้อนของท่อ ป้องกันการกลั่นตัว และลดการกระจายของเสียง โดยปกติช่วงอุณหภูมิที่ฉนวนสามารถป้องกันความร้อนได้สูงสุดถึง 650 องศาเซลเซียส วัสดุชนิดนี้โดยทั่วไปมีสมบัติไม่ติดไฟ ป้องกันการกัดกร่อนของท่อ เพราะมีสมบัติกันน้ำ และมีความหนาแน่นต่ำ



ที่มา: Gulf Perlite LLC. (2019)

รูปที่ 4 ตัวอย่างท่อฉนวนเพอร์ไลต์กันความร้อน

ปัจจุบันฉนวนหุ้มท่อความร้อนมีใช้หลากหลายประเภท เช่น ประเภทใยแก้ว ใยหิน (rock wool) แคลเซียมซิลิเกต วัสดุเหล่านี้เราจะพบได้โดยทั่วไป แต่ฉนวนหุ้มท่ออีกประเภทหนึ่งที่จะมาเป็นคู่แข่งคือ ฉนวนเพอร์ไลต์นั่นเอง ซึ่งขณะนี้ประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเองได้ แต่ความต้องการทางโรงงานอุตสาหกรรมมีความต้องการสูง

ใยแก้ว

ใยหิน (rock wool)

ฉนวนแคลเซียมซิลิเกต

ฉนวนเพอร์ไลต์

ที่มา: บริษัท อาร์ที ไทย จำกัด (2553)

รูปที่ 5 ตัวอย่างฉนวนกันความร้อนของท่อลำเลียงประเภทต่างๆ

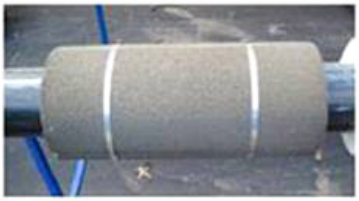
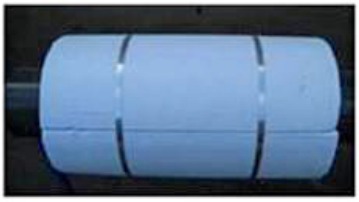
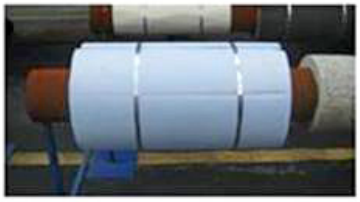
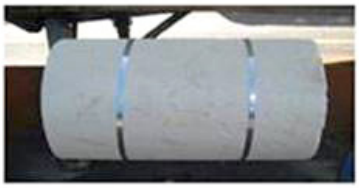
เรามาทำความเข้าใจในวัสดุประเภทเส้นใยต่างๆ พอเป็นสังเขปก่อน ในวัสดุเส้นใยเซรามิกต่างๆ เช่น ใยแก้ว ใยหินร็อกวูล มักเกิดจากความเข้าใจผิดว่าจะก่อให้เกิดเป็นมะเร็งเช่นเดียวกับใยหินแอสเบสทอส วัสดุใยหินแอสเบสตอสประกอบขึ้นจากเส้นใยที่มีโครงสร้างเป็นรูปดาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.1 ไมครอน ซึ่งเป็นขนาดที่มนุษย์สามารถสูดเข้าไปในปอดได้ จึงถูกจัดเป็นวัสดุอันตรายที่เป็นสารก่อมะเร็ง ส่วนใยแก้วจะมีลักษณะโครงสร้างเป็นท่อนทรงกระบอกที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะเข้าถึงปอด ใยหินร็อกวูลก็เช่นกันจะมีขนาดใหญ่กว่า โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 ไมครอน จึงไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามเส้นใยเหล่านี้ก็มีโอกาสทำให้ผิวหนังคันระคายเคืองได้ โดยเฉพาะคนที่มีอาการแพ้วัสดุประเภทเส้นใยควรเลี่ยงการสัมผัสใยต่างๆ โดยตรง และบางครั้งทำให้มีปัญหาในการจ้างแรงงานมารื้อวัสดุฉนวนประเภทเส้นใยพอสมควร แต่ก็มีตัวเลือกอีก 2 วัสดุ ที่ไม่ใช่เส้นใยคือ ฉนวนแคลเซียมซิลิเกต และฉนวนเพอร์ไลต์ เรามาดูลักษณะความแตกต่างของฉนวนเหล่านี้ต่อไป

ความแตกต่างสมบัติของฉนวนแต่ละประเภท ฉนวนประเภทแคลเซียมซิลิเกต ใยหินร็อกวูล และเพอร์ไลต์ ได้มีการเปรียบเทียบเรื่องความสามารถในการกันน้ำผ่านและการดูดซึมน้ำไว้ ดังแสดงในตารางที่ 1 สมบัตินี้จะบอกว่าวัสดุไหนที่จะปกป้องท่อส่งชนิดใดได้ดีกว่ากัน เนื่องจากน้ำที่ซึมผ่านฉนวนเข้าไปทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ง่ายเนื่องจากเป็นท่อร้อน มีผลต่อต้นทุนการรื้อเปลี่ยนวัสดุท่อ หรือการที่น้ำเข้าไปถึงท่อได้ยากกว่า ทำให้ท่อเกิดการกัดกร่อนได้ช้ากว่า จึงช่วยยืดอายุการใช้งานได้นานขึ้นนั่นเอง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการกันน้ำซึมผ่านและการดูดซึมน้ำของฉนวนเพอร์ไลต์ แคลเซียมซิลิเกต และใยหิน

ชนิดฉนวนกันความร้อน	ค่าการกันน้ำ (Water repellence, vol%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (Water absorption, vol%)
ฉนวนเพอร์ไลต์	98.8	9.0
ฉนวนแคลเซียมซิลิเกต	17.7	86.5
ฉนวนใยหิน	15.5	88.3

ที่มา: Nordisk perlite Aps (2019)

Observations	Day 1	Day 84	Day 84, insulation removed
Cellular Glass *Heavy general corrosion, concentrated at the top of the pipe*			
Expanded Perlite *Very little corrosion observed except at 6:00 position, where water streaking occurred along the annular gap*			
Calcium Silicate *Heavy corrosion on top and bottom. 157% water uptake measured upon removal.*			

ที่มา: Gulf Perlite LLC. (2019)

รูปที่ 6 การทดสอบการใช้ฉนวนหุ้มท่อ 3 ชนิดคือ ฉนวนใยแก้ว ฉนวนเพอร์ไลต์ และฉนวนแคลเซียมซิลิเกต

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงการกัดกร่อนของท่อที่ใช้ฉนวนหุ้มประเภทต่างๆ เปรียบเทียบในระยะเวลาเดียวกันคือ 84 วัน ฉนวนใยแก้วมีการกัดกร่อนรุนแรงพบโดยทั่วไปบริเวณส่วนผิวบนของท่อ ส่วนฉนวนแคลเซียมซิลิเกตพบการกัดกร่อนรุนแรงเช่นเดียวกันทั้งบริเวณด้านบนและล่างของท่อ และมีน้ำเข้าถึง 157 เปอร์เซ็นต์ สำหรับฉนวนเพอร์ไลต์พบการกัดกร่อนน้อย ยกเว้นแนวรอยต่อประกบของฉนวน สรุปได้ว่าความรุนแรงการกัดกร่อนของท่อส่งความร้อนจะขึ้นอยู่กับชนิดของฉนวนที่นำมาใช้งาน

ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุสำหรับงานเฉพาะด้านไม่ว่าด้านใดก็ตามต้องคำนึงถึงสมบัติต่างๆ ของวัสดุนั้นเป็นสำคัญ เพราะหากเลือกใช้วัสดุไม่ถูกต้องหรือไม่ดีพออาจทำให้เกิดความเสียหายมากกว่าที่ควรจะเป็นได้

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2562. เพอร์ไลต์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www1.dpim.go.th/, [เข้าถึงเมื่อ 2 สิงหาคม 2562].

บริษัท ไทยทริดิไมท์ จำกัด. 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ttmmortar.com/, [เข้าถึงเมื่อ 2 สิงหาคม 2562].

บริษัท อาร์ที ไทย จำกัด. 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.linearenergy.com/index, [เข้าถึงเมื่อ 2 สิงหาคม 2562].

Gulf Perlite LLC, 2019. [online]. Available at: https://www.gulfperlite.com/product/perlite-pipes-boards, [accessed 2 August 2019].

Nordisk perlite Aps, 2019. Protective insulation. [online]. Available at: http://www.perlite.dk/image/composite_formed_shapes_uk.pdf, [accessed 2 August 2019].

โบรมิเลน : เอนไซม์ย่อยโปรตีนจากสับปะรด

กรองกาญจน์ กิ่งแก้ว
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

สับปะรด (ชื่อทางวิทยาศาสตร์: *Ananas comosus*) เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง ต้นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกาใต้ มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี และจัดว่าเป็นพืชทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นการปลูกเพื่อบริโภคผลสด และนำเข้าสู่อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง แหล่งปลูกที่สำคัญๆ เช่น จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ชลบุรี อุตรดิตถ์ ลำปาง และพิษณุโลก เป็นต้น สำหรับพันธุ์ที่นิยมปลูก เช่น พันธุ์ปัตตาเวีย (สับปะรดศรีราชา ผลใหญ่ เนื้อฉ่ำ สีเหลืองอ่อน) พันธุ์อินทรชิต (หรือพันธุ์พื้นเมือง) พันธุ์ภูเก็ต (ผลเล็กเปลือกหนา เนื้อสีเหลือง หวานกรอบ) พันธุ์นางแล (พันธุ์น้ำผึ้ง เนื้อจะเข้มเหลือง รสออกหวานจัด) เป็นต้น

สับปะรด นอกจากนำมารับประทานเป็นผลไม้แล้ว ยังนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารคาวหวาน และยังรับประทานเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการย่อยอาหารได้อีกด้วย เนื่องจากมีเอนไซม์ที่สำคัญที่ชื่อว่า “โบรมีเลน” เอนไซม์โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ตามธรรมชาติจากพืชที่พบได้จากทุกส่วนของสับปะรด ทั้งลำต้น ผล แต่พบมากในแกนกลาง เปลือก และใบของสับปะรด ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สามารถเร่งปฏิกิริยา

การย่อยสลายโปรตีนได้ เช่น เนื้อวัว หมู ไก่ เป็นต้น ปัจจุบันความต้องการของเอนไซม์โบรมิเลนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นเอนไซม์ที่ใช้อย่างแพร่หลายในด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ทำให้เนื้อนุ่ม ช่วยในการเร่งกระบวนการหมักน้ำปลาไส้ตัน ใช้ในการผลิตเบียร์ เพื่อช่วยป้องกันการเกิดความขุ่นของเบียร์ในขณะเก็บรักษา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ใช้เป็นส่วนประกอบในครีมทาผิว ที่ช่วยในการขจัดเซลล์หนังกำพร้า ลดปัญหาริ้วรอย สิว และผิวแห้ง และยังช่วยลดรอยฟกช้ำและความบวมของผิวหลังจากทำทรีตเมนต์ได้ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมยา มีการใช้เอนไซม์โบรมิเลนในตัวยาช่วยย่อยอาหาร และยังใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ใช้ในการย่อยสลายเส้นใยโปรตีนบางส่วนจากผ้าไหมและขนสัตว์ เป็นต้น

จากความต้องการที่จะนำประโยชน์ของเอนไซม์โบรมิเลนมาใช้ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้นักวิจัย ต้องมองหาวิธีใหม่ๆ ในการสกัดและทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์ โดยยังมีความสามารถในการทำงานคงเดิม เช่น การสกัดด้วยการปั่นร่วมกับการโฮโมจิไนส์ด้วยเครื่องโฮโมจิไนส์แบบใช้ความถี่สูง การทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี reverse micellar extraction และการตกตะกอนโบรมิเลนด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 40-60 เปอร์เซ็นต์ จะได้ตะกอนเอนไซม์สูงสุด เป็นต้น

ประเทศไทยเป็นประเทศ 5 อันดับแรกของโลกในการผลิตสับปะรด โดยเน้นการปลูกสับปะรดเพื่อแปรรูปเนื่องจากไม่สามารถเก็บความสดไว้ได้นาน และไม่สะดวกแก่การขนส่งระหว่างประเทศ ทำให้เกิดของเสียจากการแปรรูป เช่น เปลือก แกน เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วนที่พบเอนไซม์โบรมิเลนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะส่วนลำต้น ทำให้การนำเอนไซม์โบรมิเลนจากสับปะรดมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง รวมถึงอุตสาหกรรมยา จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำของเสียที่เกิดจากการแปรรูปสับปะรดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

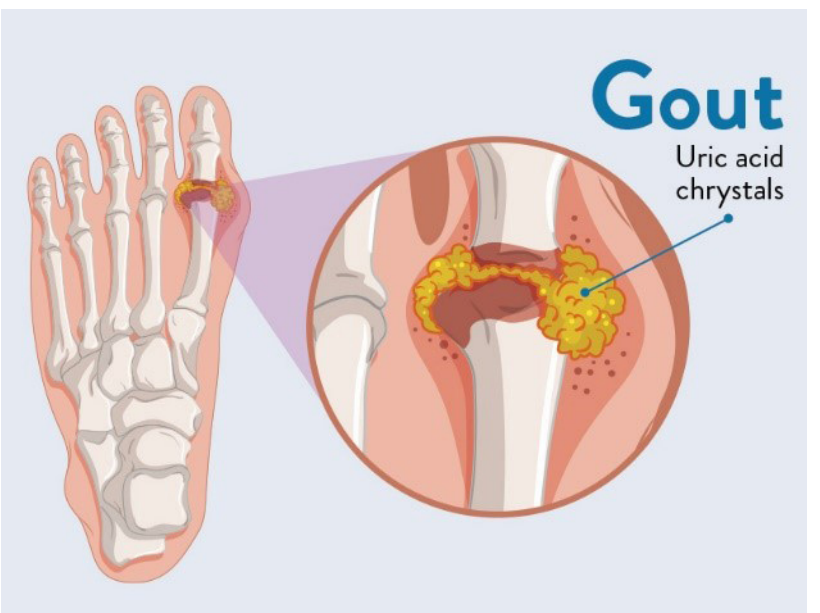
Chaurasiya, R.S. and Hebbar, H.U., 2013. Extraction of bromelain from pineapple core and purification by RME and precipitation methods. *Sep Purif Technol*, **111**, pp. 90-7.

Ketnawa, S., Chaiwut, P. and Rawdkuen, S., 2010. Extraction of bromelain from pineapple peels. *Food Sci Technol Int*, **17**, pp. 395-402.

Soares, P.A., Vaz, A.F., Correia, M.T., Pessoa, A. and Carneiro-da-Cunha, M.G., 2012. Purification of bromelain from pineapple wastes by ethanol precipitation. *Sep Purif Technol*, **98**, pp. 389-95.

สมุนไพรต้านเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส ที่ก่อให้เกิดโรคเกาต์

กรองกาญจน์ กิ่งแก้ว
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120



โรคเกาต์ เป็นโรคข้ออักเสบชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสะสมของผลึกกรดยูริกในข้อและเนื้อเยื่อรอบข้อ กรดยูริกถูกสร้างจากการสลายพิวรีน ซึ่งพบมากในเครื่องในสัตว์ กุ้ง แซลมอน และอาหารทะเลบางชนิด นอกจากนี้ยังได้จากการสลายตัวของเซลล์ในร่างกายด้วยเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase) เป็นสารไฮโพแซนทีน (hypoxanthine) และกรดยูริกตามลำดับ ซึ่งจะขับออกมาทางปัสสาวะ ดังนั้นถ้ามีการสร้างกรดยูริกมากเกินไป หรือไตขับกรดยูริกได้น้อยลง จะทำให้ระดับของกรดยูริกในเลือดสูงและก่อให้เกิดโรคเกาต์ได้ อาการของโรคเกาต์ในระยะเริ่มแรก คืออาการปวดแดงอย่างฉับพลัน ร้อนบริเวณรอบๆ ข้อ โดยไม่มีอาการเตือนล่วงหน้า ซึ่งการรักษาโรคเกาต์แบ่งได้ 2 แบบ คือ 1. ระยะการเกิดการอักเสบ ซึ่งจะใช้ยาแก้ปวดอักเสบ เช่น Colchicines 2. การควบคุมระดับกรดยูริกไม่ให้สูงเกินไป โดยใช้ยาที่เพิ่มการขับกรดยูริกออก เช่น Probenecid หรือลดการสร้างกรดยูริก เช่น Allopurinol ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในยับยั้งการสร้างกรดยูริก โดยมีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส ทำให้การสร้างกรดยูริกลดลง แต่ Allopurinol มีผลข้างเคียงค่อนข้างมาก เช่น ตับอักเสบ ไตทำงานผิดปกติ เป็นต้น

ในปัจจุบัน ทั่วโลกหันมาให้ความสนใจกับการใช้พืชสมุนไพรในการป้องกัน และรักษาโรคมากขึ้น เนื่องจากเชื่อว่ามีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ยาสังเคราะห์ และมีสรรพคุณทางยาและโภชนาการสูง ทำให้มีการศึกษาถึงฤทธิ์ทางชีวภาพของสมุนไพรต่างๆ มากมาย รวมถึงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสด้วย เช่น จากการศึกษาฤทธิ์ในยับยั้งเอนไซม์แซนทีน-ออกซิเดสของสมุนไพรจีน 122 ชนิด พบว่า สารสกัดของ

เปลือกอบเชยจีน (*Cinnamomum cassia*) ให้ฤทธิ์ที่ดีที่สุด รองลงมาคือ ดอกเก๊กฮวย (*Chrysanthemum indicum*) ส่วนการศึกษาสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคเกาต์หรืออาการที่เกี่ยวข้องของพืชสมุนไพรในเวียดนาม 96 ชนิด พบว่ามีพืชหลายชนิดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสได้ เช่น โกฐจุฬาลัมพา (*Artemisia vulgaris*) ฝาง (*Caesalpinia sappan*) และหนาด (*Blumea balsamifera*) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าพืชสมุนไพรที่ชาวพื้นเมืองทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาเหนือใช้ในการรักษาโรคเกาต์และอาการปวดข้อต่างๆ คือ Tamarack (*Larix laricina*) ซึ่งเป็นไม้จำพวกสนชนิดหนึ่ง มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสได้สูงถึง 86 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำพืชสมุนไพรหลายชนิดมาใช้ในการรักษาโรคมาเป็นเวลานาน จากการศึกษาพบว่า มีพืชสมุนไพรที่สามารถยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส ทำให้สามารถควบคุมการสร้างกรดยูริกไม่ให้สูงเกินไปจนทำให้เกิดโรคเกาต์ เช่น อบเชย (*Cinnamomum iners* Reinw.) ว่านหมาว้อ (*Curcuma comosa* Roxb.) เดือย (*Coix lacryma-jobi* L.) กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa*) บัวหลวง (*Nelumbo nucifera*) เป็นต้น

อบเชย (*Cinnamomum iners* Reinw.)

ว่านหมาว้อ (*Curcuma comosa* Roxb.)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าในปัจจุบันจะมีงานวิจัยต่างๆ ที่สนับสนุนถึงคุณสมบัติในการช่วยลดระดับกรดยูริกในร่างกาย หรือลดอาการปวดข้อจากโรคเกาต์ได้ แต่การตัดสินใจรับประทานสมุนไพรใดๆ เพื่อหวังรักษาโรคนี้ ผู้ป่วยก็ควรปรึกษาแพทย์ทุกครั้ง และปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์เพื่อประสิทธิภาพในการรักษาโรคอย่างสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

Kong, L.D., Cai, Y., Huang, W.W., Cheng, H.K. and Tan, R.X., 2000. Inhibition of xanthine oxidase by some Chinese medicinal plants used to treat gout. *J Ethnopharmacol*, **73**, pp. 199-207.

Nguyen, M.T.T., Awale, S., Tezuka, Y., Tran, Q.L., Watanabe, H. and Kadota, S., 2004. Xanthine Oxidase Inhibitory Activity of Vietnamese Medicinal Plants. *Biol Pharm Bull*, **27**, pp. 1414-21.

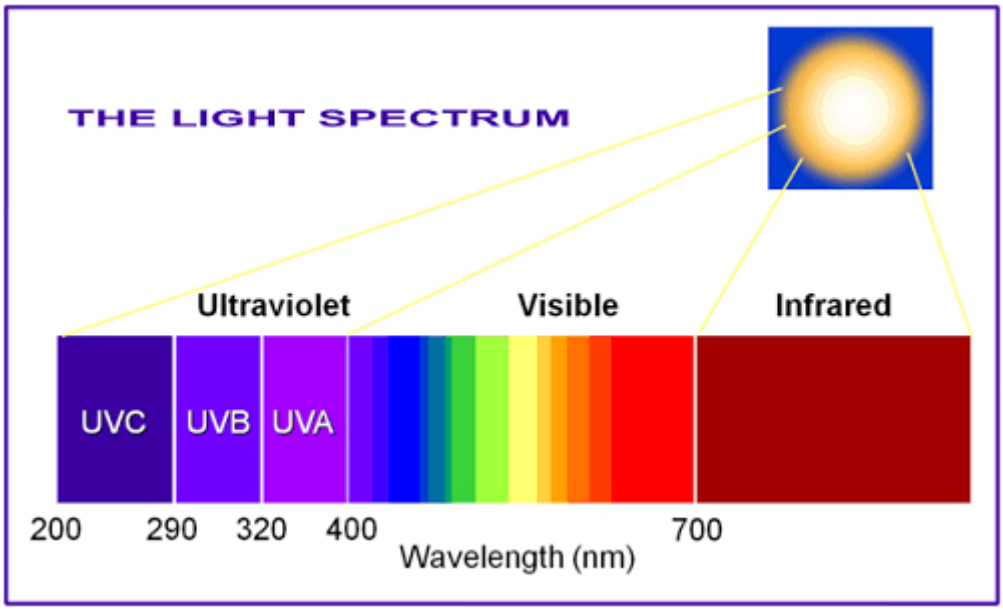
Owen, P.L. and Johns, T., 1999. Xanthine oxidase inhibitory activity of Northeastern North American plant remedies used for gout. *J Ethnopharmacol*, **64**, pp. 149-60.

Taejarernwiriyakul, O., Buasai, M., Rattanatranurak, I., Sriyod, P. and Chanluang, S., 2011. Xanthine Oxidase Inhibitory Activity of Medicinal Plants. *Thai Pharm Health Sci J*, **6**, pp. 1-6.

การประยุกต์ใช้รังสียูวีในการทดสอบ

ณรงค์ฤทธิ์ หอมดวง ดนัย ศรีทองคำ และอธิปัตย์ รัตนะ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

หากกล่าวถึงรังสียูวี ทุกคนคงนึกถึงรังสีจากแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศลงมาตกกระทบบนผิวโลก ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมนุษย์หากได้รับรังสียูวีเป็นเวลานานอาจมีผลทำให้เกิดอันตรายต่างๆ ตามมาด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างปัญหากวนใจง่ายๆ อย่างเรื่องผิวหนัง หากรังสียูวีตกกระทบบนผิวหนังเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดความหมองคล้ำเนื่องจากร่างกายสร้างเม็ดสีเมลานิน (melanin) ขึ้นมาป้องกันอันตรายจากแสงแดด ผิวจึงมีสีคล้ำขึ้น หรือปัญหาริ้วรอยจากการที่โครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในชั้นผิวหนังแท้ถูกทำลายโดยรังสียูวี ส่งผลให้ผิวเกิดริ้วรอยและความหย่อนคล้อย ปัญหาร้ายแรงที่สุดคือผลกระทบต่อดวงตา ทำให้เกิดโรคต้อกระจก และผู้ที่ได้รับรังสียูวีมากๆ ก็มีความเสี่ยงให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังได้ จากปัญหาดังกล่าวผู้คนจึงนึกถึงผลเสียของรังสียูวีมากกว่าผลประโยชน์ แต่ในความเป็นจริงแล้วรังสียูวีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย ทั้งในด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ ทางสาธารณสุข และงานวิจัย



ที่มา: Ultraviolet (UV) Radiation (2019)

รูปที่ 1 Light Spectrum ของรังสีจากแสงอาทิตย์

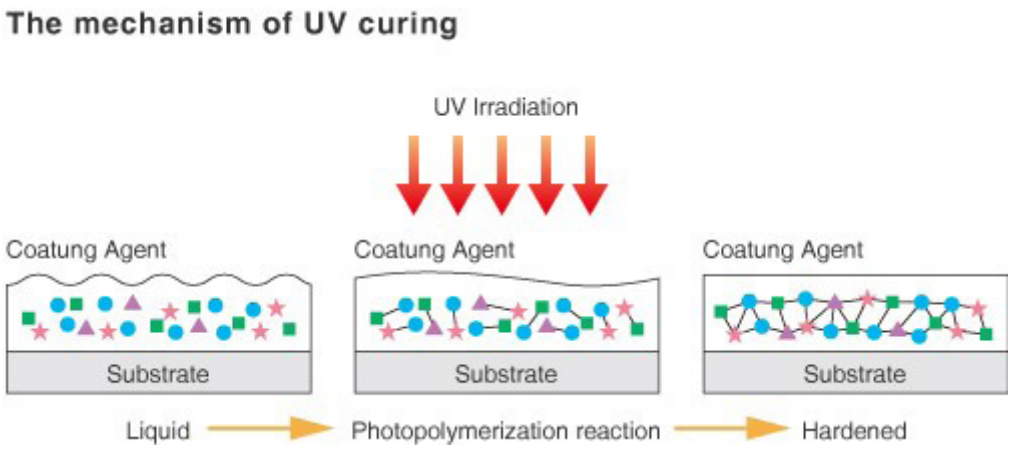
รังสียูวีหรือรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เดินทางผ่านตัวกลางในรูปของคลื่น โดยมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 100 ถึง 400 นาโนเมตร มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากแสงอาทิตย์ หรืออาจเกิดจากอุปกรณ์ที่ปล่อยรังสียูวีออกมา เช่น หลอดแบล็กไลต์ (black lights) เครื่องทำผิวแทน (tanning booth) รวมถึงหลอดไฟชนิดต่างๆ รังสียูวีแบ่งออกเป็น 3 ชนิดหลักๆ ตามความยาวคลื่นที่ต่างกัน คือ รังสียูวีเอ (UVA) รังสียูวีบี (UVB) และรังสียูวีซี (UVC)

รังสียูวีเอ มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 315 ถึง 400 นาโนเมตร และไม่ถูกดูดซับจากชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก คนเราจึงได้รับรังสีชนิดนี้มากกว่าชนิดอื่นๆ

รังสียูวีบี มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 280 ถึง 315 นาโนเมตร ชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกจะดูดซับรังสีชนิดนี้ไม่ได้ทั้งหมด ทำให้มีบางส่วนตกลงมายังพื้นโลก

รังสียูวีซี มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 100 ถึง 280 นาโนเมตร ชั้นบรรยากาศโลกสามารถดูดซับรังสียูวีซีจากธรรมชาติไว้ได้ทั้งหมด รังสีชนิดนี้จึงไม่ตกลงมายังพื้นโลก

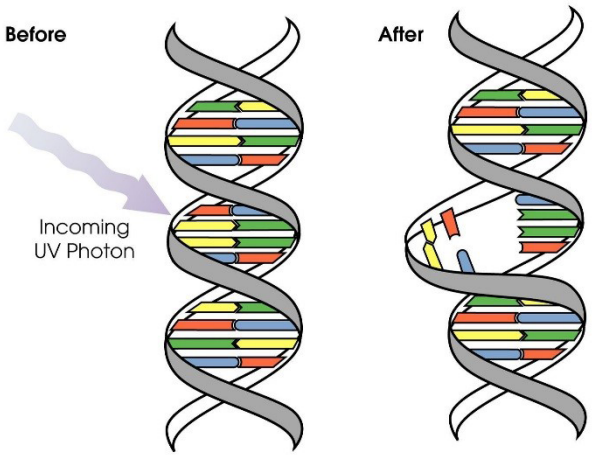
รังสียูวีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้หลากหลาย ยกตัวอย่างด้านอุตสาหกรรมการพิมพ์มีการใช้รังสียูวีในการอบ หรือการทำ UV curing เพื่อให้เกิดตัวอักษรหรือลวดลายตามชิ้นวัสดุ หลักการทำงานของวิธีดังกล่าวทำได้โดยนำวัสดุที่ต้องการมาเคลือบด้วยสารชนิดพิเศษที่ตอบสนองต่อรังสียูวี จากนั้นจึงทำการฉายรังสียูวีลงไปบนชิ้นวัสดุที่มีการเคลือบด้วยสารพิเศษดังกล่าว ทำให้โมเลกุลของสารพิเศษนั้นเกิดการแข็งตัวเคลือบบนผิววัสดุ จากกระบวนการนี้ทำให้ได้วัสดุการพิมพ์มีความละเอียดอ่อน ลดการใช้ต้นทุนจากการใช้ระบบอบแห้ง ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถใช้ได้กับวัสดุหลากหลายประเภท เช่น แผ่นซีดี กระป๋อง ถ้วย กล่องกระดาษ พลาสติก โปสเตอร์ ฯลฯ



ที่มา: UV instant curing equipment Unicure System (2019)

รูปที่ 2 กระบวนการทำ Ultra violet curing

จากการศึกษารังสียูวี พบว่าขนาดของคลื่นรังสีมีขนาดใกล้เคียงกับเชื้อจุลินทรีย์ นักวิทยาศาสตร์จึงมีการนำรังสียูวีมาใช้ในทางอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (biological science application) ด้วยเช่นกัน โดยนำรังสียูวีมาใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพของอาหาร เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ เนื่องจากรังสียูวีสามารถทำลายกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของ DNA ของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ DNA ไม่สามารถเกิดกระบวนการจำลองตัวเองได้ (DNA replication) โดยกรดนิวคลีอิกของจุลินทรีย์เหล่านั้นจะดูดซับรังสียูวีที่มีความยาวคลื่นในช่วง 200 ถึง 310 นาโนเมตร และสร้างพันธะ pyrimidine dimer ระหว่างกรดแอมิโนไทมีน (thymine) และกรดแอมิโนไซโทซีน (cytosine) ที่อยู่ติดกันของสาย DNA หรือ RNA เดียวกัน จากกลไกนี้สามารถป้องกันกระบวนการจำลองตัวเองของ DNA หรือ RNA ของจุลินทรีย์ ทำให้ป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์ได้



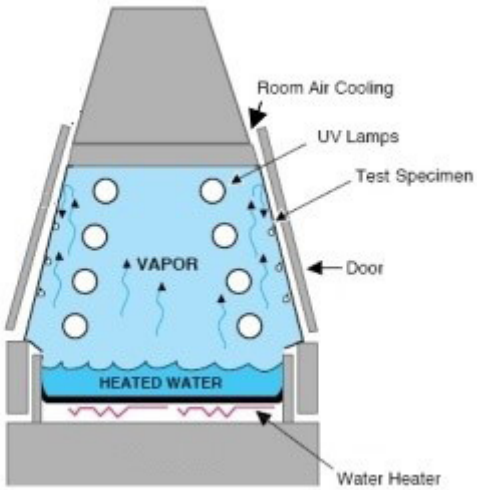
ที่มา: NASA (2019)

รูปที่ 3 โครงสร้างของ DNA ก่อนและหลังได้รับรังสียูวี

รังสียูวียังสามารถนำไปใช้ทดสอบกับผลิตภัณฑ์ได้อีกมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแผ่นเหล็ก แผ่นพลาสติก สีทาอาคาร ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวโดยส่วนใหญ่มักนำไปใช้กลางที่แจ้ง หรืออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการลดความคงสภาพของชิ้นงาน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ หากมีการเสื่อมสภาพของสีหรือพลาสติก โดยเฉพาะสีบนป้ายไฟจราจรต่างๆ สีที่ทาบนพื้นถนน ชิ้นพลาสติกครอบไฟเลี้ยวรถ หากมีการสัมผัสกับแสงแดดเป็นเวลานาน สีอาจมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งยากต่อการจำแนกสีด้วยตาเปล่า ทำให้สามารถเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการเสื่อมสภาพโดยการใช้แสงอัลตราไวโอเลตช่วยเร่งสภาวะของชิ้นทดสอบจากเครื่อง QUV accelerated weathering เพื่อทดสอบสมรรถนะและปรับปรุงคุณภาพชิ้นงานทดสอบ โดยการทดสอบจะนำรังสียูวี ณ ความยาวคลื่นตามมาตรฐานกำหนด มาใช้ทดสอบการเร่งสภาวะอากาศด้วยรังสียูวี เพื่อจำลองผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการเปิดรับแสงแดดในระยะยาว

ที่มา: QUV Accelerated Weathering Tester (2019)

รูปที่ 4 เครื่อง QUV accelerated weathering tester



ที่มา: Accelerated weathering (2019)

รูปที่ 5 การทำงานของเครื่อง QUV Accelerated weathering tester

หากท่านผู้อ่านสนใจที่จะทดสอบผลิตภัณฑ์โดยใช้รังสียูวี สามารถติดต่อได้ที่ ห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ศูนย์ทดสอบและมาตรวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โทรศัพท์ 023231672-80 ต่อ 211 หรือ 212 โดยการทดสอบที่เปิดให้บริการ คือ การทดสอบด้วยเครื่อง QUV Accelerated Weathering ตามมาตรฐาน ASTM G154-16 (Standard practice for operating fluorescent ultraviolet (UV) lamp apparatus for exposure of nonmetallic materials)

เอกสารอ้างอิง

กิติพงศ์ อัศตรกุล. 2558. รังสียูวี เทคโนโลยีใหม่สำหรับอุตสาหกรรมน้ำผลไม้. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม,* **10**(1), หน้า 51-62.

ประภากร โป่งเส็ง, นภดล แช่มช้อย, สุณีย์ กัลยะจิตร, ณรงค์ กุลนิเทศ และณรงค์ สังวาระนที. 2560. การตรวจพิสูจน์ลักษณะการเสื่อมสภาพของพลาสติกไฟเลี้ยวของรถจักรยานยนต์จากรังสีอัลตราไวโอเลตเพื่อการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, [ออนไลน์]. **5**(2), หน้า 6-14. เข้าถึงได้จาก: https://pdfs.semanticscholar.org/5c38/94086a4e16dce68ee160a263b5d5f81206c0.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2562].

Accelerated weathering, 2019. [online]. Available at: http://www.accelerated-weathering-tester.com/, [accessed 15 July 2019].

NASA, 2019. UV Exposure Has Increased Over the Last 30 Years, but Stabilized Since the Mid-1990s. [online]. Available at: https://www.nasa.gov/topics/solarsystem/features/uv-exposure.html, [accessed 15 July 2019].

QUV Accelerated Weathering Tester, 2019. [online]. Available at: https://www.q-lab.com/products/quv-weathering-tester/quv, [accessed 15 July 2019].

Ultraviolet (UV) Radiation, 2019. [online]. Available at: https://www2.gov.bc.ca/gov/content/health/keeping-bc-healthy-safe/radiation/ultraviolet-uv-radiation, [accessed 15 July 2019].

UV Instant Curing Equipment Unicure System, 2019. [online]. Available at: https://www.ushio.co.jp/en/products/1077.html, [accessed 15 July 2019].

แนวทางการวิจัยด้าน Plant-based protein

ดร.ทองกร พลอยเพชรา
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

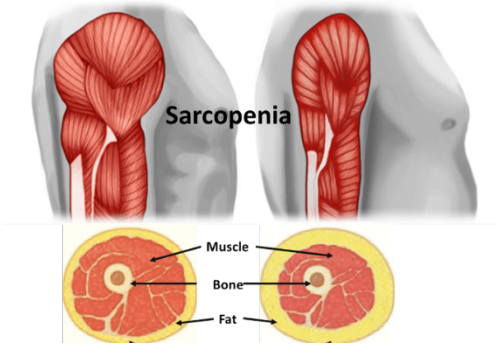
โปรตีน (protein) หนึ่งในอาหารหลัก 5 หมู่ ที่เมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกายแล้วโปรตีนถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงจนกลายเป็นกรดแอมิโน (amino acid) ก่อนถูกนำไปใช้ในการเสริมสร้างการเจริญเติบโต สร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ปริมาณความต้องการโปรตีนสำหรับบุคคลทั่วไปอยู่ที่ 0.8 กรัม ถึง 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แต่สำหรับคนที่ออกกำลังกายเพื่อต้องการสร้างกล้ามเนื้อ ควรได้รับโปรตีน 2-3 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม อย่างที่ทราบกันดีว่าโปรตีนจะอยู่ในแหล่งอาหารจำพวก เนื้อ นม ไข่ และถั่ว แต่ในปัจจุบันได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งผู้สูงอายุมีความต้องการในการรับประทานเนื้อสัตว์ลดลง เป็นผลมาจากประสิทธิภาพในการเคี้ยวลดลง ความสามารถในการเผาผลาญผลิตภัณฑ์จากสัตว์ลดลงและอาจรวมไปถึงปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม อีกทั้งกระแสการบริโภคได้เปลี่ยนไป ผู้คนหันมาใส่ใจกับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น รวมถึงกระแสบริโภคอาหารที่ผลิตจากพืชทดแทนเนื้อสัตว์ที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและเกิดภาวะเรือนกระจกจากระบบปศุสัตว์ การบริโภคโปรตีนจากพืชจึงได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ข้อมูลจากศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2562) ได้ประมาณการมูลค่าการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในปี พ.ศ. 2561 ว่ากลุ่มอาหารโปรตีนจากพืชและนมพืช มีมูลค่าประมาณ 6,321 ล้านบาท และมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 6,725 ล้านบาท โดยมีแนวโน้มขยายตัว 6.4 เปอร์เซ็นต์ ในปี พ.ศ. 2562 ตามความนิยมบริโภคอาหารโปรตีนสูง

ที่มา: Healthyfood (2017)

Plant-based protein หรือโปรตีนจากพืช ทั่วไปแล้วมีแหล่งที่มาจากพืชตระกูลถั่ว เห็ด และสาหร่าย นอกจากนี้ยังมีผักอีกหลายชนิดที่มีโปรตีนสูง เช่น ปวยเล้ง บรอกโคลี หน่อไม้ฝรั่ง เมล็ดฟักทอง เป็นต้น การรับประทานโปรตีนจากพืช เช่น ถั่วและธัญพืช ควรเลือกรับประทานแบบธัญพืชเต็มเมล็ด (whole grains) เนื่องจากมีปริมาณกรดแอมิโนมากกว่าธัญพืชที่ขัดสีแล้ว (white grains) ซึ่งโปรตีนจากพืชอย่างถั่วและธัญพืช มีปริมาณกรดแอมิโนจำเป็น (essential amino acids) อยู่ 62-81 เปอร์เซ็นต์ แต่กลับมีกรดแอมิโนไม่จำเป็น (non-essential amino acids) อยู่ 111-129 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณกรดแอมิโนในไข่ไก่โดยเฉพาะ อะลานีน (alanine) ที่พบในเมล็ดถั่วและธัญพืชมากกว่าในนม

Krajcovicova-Kudlackova, Babinska and Valachovicova (2005) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการรับประทานโปรตีนจากพืชว่า แม้การรับประทานโปรตีนจากพืชจะส่งผลต่อการลดลงของปริมาณกรดแอมิโนจำเป็นพวกเมไทโอนีน (methionine) และไลซีน (lysine) เมื่อเทียบกับโปรตีนจากสัตว์ (animal-protein) แต่การรับประทานโปรตีนจากพืชจะช่วยส่งผลดีในด้านอื่น เช่น ช่วยลดระดับ LDL (Low density lipoprotein)-cholesterol โดยปกติแล้วคอเลสเตอรอลจะอยู่ในนมหรือเนื้อสัตว์ เมื่อรับประทานเข้าไปจะมีผลต่อการประเมินระดับของคอเลสเตอรอลรวม (Total cholesterol) และแอลดีแอล-คอเลสเตอรอล (LDL-cholesterol) ซึ่งการเพิ่มขึ้นเหล่านี้สามารถป้องกันได้ด้วยการรับประทานโปรตีนจากพืชอย่างโปรตีนจากถั่วเหลือง (soy protein) นอกจากนี้ ไลซีนและเมไทโอนีนยังมีผลต่อเอนไซม์ในการสังเคราะห์ Phosphatidylcholine ในตับ ซึ่งเป็น Phospholipid หลักของ VLDL (Very low density lipoprotein) ดังนั้นการได้รับไลซีนและเมไทโอนีนในระดับต่ำของผู้ที่รับประทานโปรตีนจากพืชจึงช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular disease) ได้

ในขณะเดียวกันการรับประทานแต่โปรตีนจากพืชเพียงอย่างเดียวอาจมีผลเสียในด้านการลดลงของอัตราการสร้างกล้ามเนื้อและมวลกล้ามเนื้อที่นำไปสู่ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยในผู้สูงอายุ (sarcopenia)



ที่มา: ดัดแปลงจาก Gauchazh (2018)

Berrazaga *et al.* (2019) ได้แนะนำกลยุทธ์ในการรับประทานโปรตีนจากพืชแหล่งต่างเพื่อให้เกิดคุณสมบัติในการเสริมฤทธิ์กัน (anabolic properties) ไว้ดังนี้

1. การเพิ่มปริมาณการได้รับโปรตีน (increased protein intake) โดยการรับประทานโปรตีนจากพืชในปริมาณที่สูงขึ้น เช่น โปรตีนจากข้าวสาลี (wheat protein) 60 กรัม มีปริมาณลิวซีน (leucine) เทียบเท่ากับเวย์โปรตีน (whey protein) จำนวน 35 กรัม หากต้องการการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จึงควรเพิ่มปริมาณการรับประทานโปรตีนจากพืชให้ได้กรดแอมิโนครบตามปริมาณที่แนะนำสำหรับการบริโภค

2. การเสริมด้วยกรดแอมิโนหรือกรดแอมิโนโซ่กิ่ง (supplementation with limiting amino acids or branched-chain amino acids) เช่นการเติมไลซีนลงในแป้งข้าวสาลี (wheat flour) ช่วยพัฒนาการเจริญเติบโตในเด็กทั้งด้านส่วนสูงและน้ำหนัก การเสริมกรดแอมิโนอย่างลิวซีน ไลซีน หรือกรดแอมิโนโซ่กิ่งในกลุ่มซัลเฟอร์ (sulfur amino acid) จึงเป็นอีกทางเลือกในการช่วยเสริมฤทธิ์ของโปรตีนจากพืช

3. การรับประทานแหล่งของโปรตีนร่วมกัน (protein blending) เช่น ในโปรตีนจากธัญพืชมีไลซีนสูง ในขณะที่โปรตีนจากพืชตระกูลถั่วมีกรดแอมิโนโซ่กิ่งในกลุ่มซัลเฟอร์ ดังนั้นการรับประทานโปรตีนจากพืชที่ผสมทั้งจากธัญพืชและพืชตระกูลถั่วจึงเป็นการช่วยเสริมให้ร่างกายได้รับปริมาณกรดแอมิโนจำเป็นตามที่ร่างกายต้องการได้

แต่การรับประทานแต่ผักอย่างเดียวอาจไม่ทำให้ช่วยเจริญอาหารนัก ต่อมาจึงมีการทำ Plant-based meat หรือ Meat analogue (เนื้อเทียม) ขึ้นมาทดแทนเนื้อสัตว์ โดยอาจใช้โปรตีนจากพืชจำพวกถั่วเหลือง กลูเตน (gluten) หรือ Plant-based derivatives (PBD) ในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของเนื้อเทียมให้คล้ายคลึงกับเนื้อสัตว์ และคุณสมบัติของ PBD ยังช่วยในเรื่องของการส่งเสริมสุขภาพได้อีกด้วย การทำเนื้อเทียมมีตั้งแต่การใช้กลูเตนจากแป้งสาลี ข้าว เห็ด ถั่ว เทมเป หรือเต้าหู้ที่ผ่านกระบวนการบางอย่าง แล้วมีการปรับแต่งกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายให้เหมือนกับผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งถั่วเหลืองเป็นพืชอีกชนิดที่ได้รับความนิยมในกลุ่มประเทศอาเซียนในการนำมาใช้เป็นตัวเพิ่มเนื้อสัมผัสของโปรตีนจากพืช (Textured Vegetable Protein: TVP) โดยเนื้อสัมผัสสุดท้ายจะมีลักษณะของเส้นใยคล้ายกับเนื้อสัตว์

ที่มา: CNBC (2019)

ในกระบวนการผลิต TVP จากโปรตีนถั่วเหลืองนั้น จะมีการนำโปรตีนจากถั่วเหลืองมาผ่านกระบวนการ Extrusion แล้วเกิดการพอง ขยายตัวจนมีขนาดของชิ้น รูปร่าง เนื้อสัมผัส และโครงสร้างคล้ายกับเนื้อสัตว์เมื่อถูกนำกลับมาแช่น้ำอีกครั้ง (hydrated) ดังนั้นโปรตีนจากถั่วเหลืองจึงเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากราคาถูก คุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติที่หลากหลาย โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองในรูป Soy protein concentrate และ Soy protein isolate ซึ่งในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของเนื้อเทียมนั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญ คือ ลักษณะของเนื้อเทียมที่ต้องการโดยเฉพาะลักษณะของการหั่น การตัดแต่ง จะเป็นสิ่งแรกๆ ที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ต่อมาต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวของพืชที่เติมเข้าไป เนื่องจากส่งผลถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส และอย่างสุดท้ายคือลักษณะเฉพาะของตัวผลิตภัณฑ์เอง การเติมโปรตีนจากพืชบางชนิดเข้าไป เช่น ถั่วหรือถั่วลิสง อาจส่งผลต่ออาการแพ้ จึงต้องมีการพิจารณาและระบุบนฉลากให้ชัดเจนด้วย

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ อินทร์จันทร์. 2560. ว่าด้วยเรื่องของ...โปรตีน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.thaihealth.or.th, [เข้าถึงเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563].

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2562. โปรตีนจากพืช: โอกาสทางการผลิตที่ตอบรับกระแสรักสุขภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/z2994.aspx, [เข้าถึงเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2563].

Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M. and Walrand, S., 2019. The role of the anabolic properties of plant- versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: A critical review. *Nutrients,* [online]. **11**, p. 1825. Available at: https://doi.org/10.3390/nu11081825, [accessed 17 February 2020].

CNBC, 2019. Beyond Meat says one overseas market has 'desperate' need for plant-based protein. [online]. Available at: https://www.cnbc.com/2019/06/07/beyond-meat-one-overseas-market-has-desperate-need-for-plant-burger.html, [accessed 17 February 2020].

Gauchazh, 2018. Sarcopenia: Understand the loss of muscle mass in old age. [online]. Available at: https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/vida/noticia/2018/04/sarcopenia-entenda-a-perda-de-massa-muscular-na-velhice-cjg8cav6e01xm01qlziuuiim0.html, [accessed 17 February 2020].

Gidanan Ganghair, 2560. 'โปรตีน' ตัวช่วยสร้างกล้ามเนื้อโดย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaihealth.or.th/Content/395060, [เข้าถึงเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563].

Healthsmile editorial team, 2562. สัญญาณของการขาดโปรตีน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://healthsmile.co.th, [เข้าถึงเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563].

Healthyfood, 2017. How you can get more plant based-protein. [online]. Available at: https://www.healthyfood.co.uk/article/plant-based-protein-portion-guide/, [accessed 17 February 2020].

Joshi, V. and Kumar, S., 2015. Meat Analogues: Plant based alternatives to meat products- A review. *Int. J. Food Ferment. Technol.* [online]. **5**(107). Available at: https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00001.5, [accessed 17 February 2020].

Krajcovicova-Kudlackova, M., Babinska, K. and Valachovicova, M., 2005. Health benefits and risks of plant proteins. *Bratisl. Lekárske Listy,* **106**, pp. 231–4.

Millward, D.J., 2020. Impacts of agriculture on human health and nutrition-Vol. I - Plant based sources of proteins and amino acids in relation to human health. - Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). [online]. Available at: https://www.eolss.net/sample-chapters/C10/E5-21-03-05.pdf, [accessed 14 February 2020].

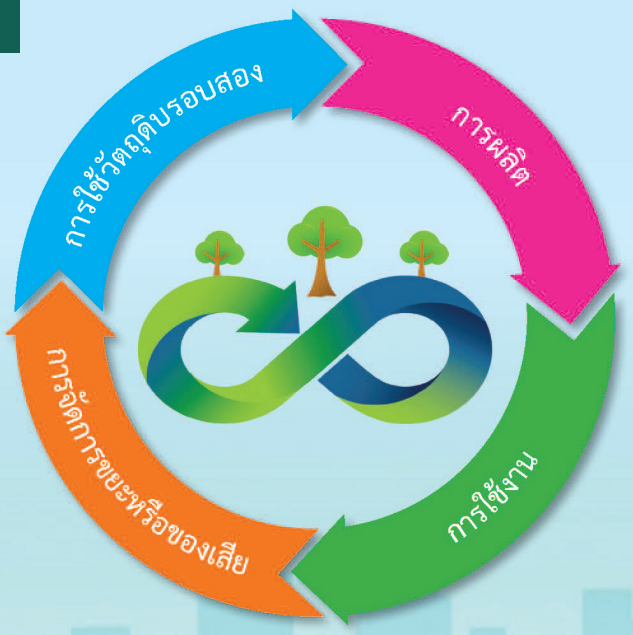
Pompam, 2561. 20 ชนิดสุดยอดของผักที่มีโปรตีนสูง. Health, Nutrition, Vitamins, Weight Loss. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://healthgossip.co/high-protein-vegetables/, [เข้าถึงเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2563].

Sharon, Palmer, 2019. RD resources are a project of the vegetarian nutrition dietetic practice group. [online]. Available at: www.VegetarianNutrition.net, [accessed 14 February 2020].

SME Thailand, 2562. มาแรง! ตลาด 'โปรตีนจากพืช' เกาะกระแสกินคลีน-รักษ์โลก ไม่บริโภคเนื้อสัตว์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.smethailandclub.com/entrepreneur-4544-id.html, [เข้าถึงเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563].

Universidad de Guanajuato, Mireles Arriaga, A.I., Ruiz-Nieto, J.E., Universidad de Guanajuato, Juárez Abraham, M.R., Universidad de Guanajuato, Mendoza Carrillo, M., Universidad de Guanajuato, Hernández Ruiz, J., Universidad de Guanajuato, Sanzón Gómez, D. and Universidad de Guanajuato, 2017. Functional restructured meat: Applications of ingredients derived from plants. *Rev. Vitae.* [online]. **24**, pp. 196–204. Available at: https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v24n3a05, [accessed 14 February 2020].

วว. มุ่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียน สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน



กองประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและความต้องการสินค้าและบริการของผู้บริโภค เพื่อใช้ทรัพยากรในระบบการผลิตให้สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมหรือนำกลับมาใช้ใหม่ รองรับการขาดแคลนทรัพยากรในอนาคต

"เศรษฐกิจหมุนเวียน" หรือ Circular Economy จึงเป็นแนวคิดหนึ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังสอดรับกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) ให้เกิดการวางแผนการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการใช้ผลิตภัณฑ์ให้นานที่สุด ส่งเสริมการใช้ซ้ำ ลดขยะหรือของเสียให้เหลือศูนย์ เพื่อนำขยะหรือของเสียภายหลังจากการผลิตหรือบริโภคกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ นำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบรอบสอง สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs)

แนวคิดดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการจัดการขยะหรือของเสียทั้งด้านเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะและใช้ประโยชน์จากขยะ เกิดนวัตกรรมพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ เพิ่มการขยายตัวภาคอุตสาหกรรม เกิดการจ้างงาน สร้างอาชีพ อีกทั้งยังสามารถลดผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อม ก้าวสู่สังคมคาร์บอนต่ำ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) ขับเคลื่อนเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการจัดการขยะหรือของเสีย ภายใต้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อผลิตวัตถุดิบรอบสองจากขยะหรือของเสีย รวมถึงสร้างนวัตกรรมต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนสร้างสรรค์ เพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชน ตลอดจนการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบเชิงลบที่เกิดจากขยะหรือของเสียที่มีปัญหาการสลายตัวทางชีวภาพต่ำ

เทคโนโลยีจัดการขยะภายใต้หลักเศรษฐกิจหมุนเวียน

วว. ขับเคลื่อนโมเดลเศรษฐกิจหมุนเวียน ภายใต้ **"โครงการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและขยะพลาสติกในชุมชนเพื่อการบูรณาการอย่างยั่งยืน"** โดยขับเคลื่อน 2 รูปแบบ ประกอบด้วย

1. การใช้เทคโนโลยีในการคัดแยกขยะและการฝึกอบรม เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

2. ขับเคลื่อนนวัตกรรมต้นแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนสร้างสรรค์ ลดขยะหรือของเสียเหลือศูนย์ (zero waste) อย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ วว. ใช้เทคโนโลยีในการคัดแยกขยะ มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาขยะพลาสติก เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบเม็ดหรือเกล็ดพลาสติก ผลิตเป็นวัตถุดิบหมุนเวียน การทำเชื้อเพลิงขยะ (RDF) การบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพและใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพให้เกิดประสิทธิภาพ และนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อลดขยะหรือของเสียให้เหลือศูนย์ รวมถึงการปฏิรูปเพื่อฟื้นฟูบ่อขยะ และนำทรัพยากรในบ่อขยะมาใช้ประโยชน์ พร้อมประเมินศักยภาพการสลายตัวของสารอันตรายในสิ่งแวดล้อม ซึ่งนับว่าโครงการวิจัยนี้สอดคล้องกับหลักเศรษฐกิจหมุนเวียนด้านการจัดการขยะ

เทคโนโลยีการฟื้นฟูและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมของ วว.

วว. มีห้องปฏิบัติการวิจัย วิเคราะห์ทดสอบสมบัติการสลายตัวทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการกับหน่วยงานสากลทั้งในประเทศและต่างประเทศ ช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียนด้านภาคการผลิตอุตสาหกรรม ผลักดันให้ผู้ผลิตปรับปรุงคุณภาพสินค้าหรือบริการ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ทางเลือกหนึ่งในการฟื้นฟูและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะพลาสติกคือ การใช้พลาสติกสลายตัวทางชีวภาพ (compostable plastics) ที่มีคุณสมบัติเด่นคือ สลายตัวได้ง่ายและเร็วกว่าพลาสติกทั่วไปในสภาวะธรรมชาติ หลังกระบวนการย่อยสลายจะกลายเป็นปุ๋ยหมักที่เป็นประโยชน์กับพืชและไม่มีผลตกค้างในระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

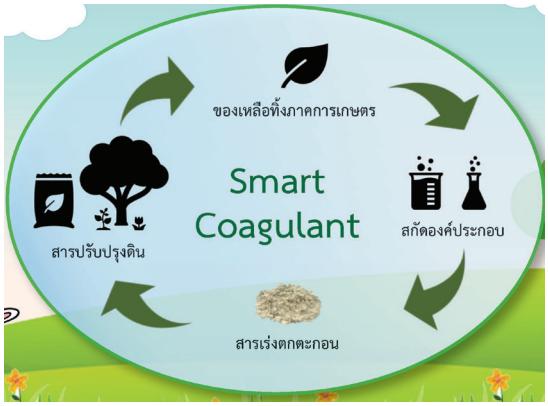
ผลิตภัณฑ์ชุมชนสร้างสรรค์ของ วว.

วว. ต่อยอดงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมต้นแบบเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนสร้างสรรค์ ซึ่งมีศักยภาพเชิงสังคมและเชิงพาณิชย์ เป็นตัวอย่างในการขับเคลื่อนนโยบายเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยการสร้างมูลค่าเพิ่มและลดขยะหรือของเสียให้เหลือศูนย์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนี้

ถ่านหอม 3 in 1 นำถ่านเปลือกผลไม้มาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยการผสมกับดินธรรมชาติและใช้เทคนิคในการเอิบชุ่มพัฒนาให้มีกลิ่นหอมอยู่ในตัวถ่านเปลือกผลไม้ และสามารถปล่อยกลิ่นหอมอย่างช้าๆ หลังจากกลิ่นหอมหมด ถ่านหอมจะมีคุณสมบัติดูดซับกลิ่นอับในตู้เสื้อผ้า ตู้รองเท้า หรือในบ้าน เมื่อถ่านเปลือกผลไม้หมดสภาพยังสามารถนำไปใส่ในกระถางต้นไม้เพื่อเพิ่มความพรุนให้กับดิน นับเป็นการนำของเสียมาสร้างมูลค่าเพิ่มให้สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ในรูปแบบต่างๆ และกลับคืนสู่ธรรมชาติ

ไข่น้อยต่อยมดและชอล์กไล่มดแดง จากเปลือกไข่ที่จัดเป็นขยะอินทรีย์ซึ่งไม่มีมูลค่า วว. พัฒนาเป็นชอล์กที่สามารถสร้างรายได้ชิ้นละ 15-20 บาทต่อแท่ง เมื่อหมดความจำเป็นจากการใช้งาน สามารถนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินที่เป็นกรดโดยไม่ต้องพึ่งพาการใช้สารเคมีเพื่อปรับสภาพดินที่เป็นแหล่งอาหารให้กับมนุษย์และสัตว์

คาปูชิโนซอยล์ เป็นการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟและสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยนวัตกรรมพร้อมความคิดสร้างสรรค์ สามารถพัฒนารายได้จากมูลค่ากากกาแฟ กิโลกรัมละ 7 บาท สร้างมูลค่าเพิ่มถึงกิโลกรัมละ 40 บาท จากภาพลักษณ์ที่สวยงามยังสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพืชไม้ดอกไม้ประดับของไทยได้อีกทางหนึ่ง



Smart Coagulant วว. พัฒนาเถ้าชีวมวลเป็นสารเร่งตะกอนร่วมกับซีโอไลต์ด้วยกระบวนการทางความร้อน (hydrothermal method) ทำให้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งพาการเติมสารเคมีเพื่อปรับค่าความเป็นกรด-เบส ทำให้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นวัตกรรมนี้ช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนในการผลิตสารเร่งตกตะกอนที่มีในปัจจุบัน

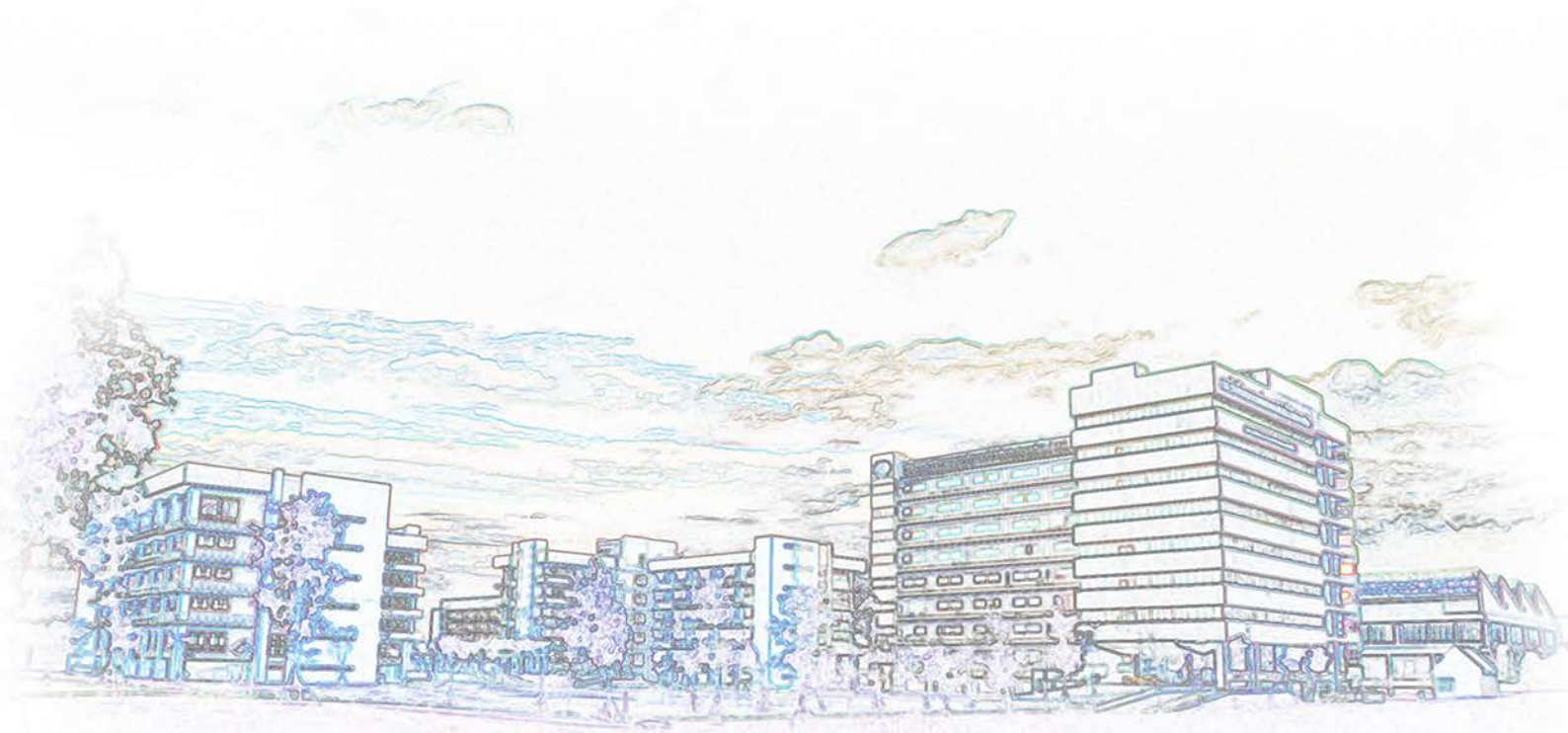
ซีโอไลต์บ่อกุ้งจากเถ้าชีวมวล วว. พัฒนาเถ้าชีวมวลเป็นซีโอไลต์ ด้วยกระบวนการทางความร้อน ทดแทนการนำเข้าซีโอไลต์ที่ได้จากแร่ภูเขาไฟ โดยซีโอไลต์จากเถ้าชีวมวลสามารถกำจัดแอมโมเนียในบ่อกุ้ง บ่อปลา หรือน้ำเสียที่มีปริมาณแอมโมเนียสูง ภายหลังการใช้งานยังสามารถนำซีโอไลต์มาผสมกับเถ้าชีวมวลประเภทอื่นๆ ผลิตเป็นปุ๋ยละลายช้าให้กับชาวสวนหรือเกษตรกรได้

วัสดุดูดซับยูเรีย วว. มีความเชี่ยวชาญในการวิจัยและพัฒนาผลิตซีโอไลต์จากของเสียภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อดูดซับของเสีย รวมถึงการผลิตปุ๋ยละลายช้า ทั้งนี้ วว. ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบวัสดุดูดซับยูเรียด้วยซีโอไลต์จากตอซังข้าว ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะหรือของเสียได้อย่างเป็นรูปธรรม

ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียเศษอาหาร ด้วยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ (anaerobic digestion) สามารถนำมาหุงต้มได้ นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงค่าความร้อนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ทั้งด้านความร้อน ไฟฟ้า และการอัดไบโอมีเทนที่ใช้งานกับรถยนต์ เป็นต้น นวัตกรรมนี้เป็นการนำน้ำเสียมาใช้ประโยชน์รวม ทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ถนนยางมะตอย การพัฒนานวัตกรรมในการผลิตยางมะตอยจากขยะพลาสติก โดยการผสมพลาสติก PVC ร่วมกับพลาสติกชนิดอื่นๆ หินฟันม้า และยางรถยนต์เก่า เป็นอีกวิธีหนึ่งในการกำจัดขยะพลาสติกและสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการผลิตเป็นยางมะตอยสำหรับใช้กับถนนในประเทศ ลดการใช้ทรัพยากรปิโตรเลียม โดยการใช้ขยะพลาสติกทั้งบนบกและในทะเล อันเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม ลดขยะหรือของเสียเหลือศูนย์ อีกทั้งยังลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกทางหนึ่ง

ภารกิจของ วว. ในการมุ่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยการวิจัยและพัฒนาผลิตนวัตกรรมต้นแบบดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งของผลสำเร็จจากการดำเนินงานของ วว. ในหลากหลายมิติ ซึ่งจะสอดประสานถักทอให้เศรษฐกิจหมุนเวียนของประเทศก้าวเข้าสู่ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน ตามนโยบายการบริหารประเทศ ด้วยโมเดลเศรษฐกิจใหม่ "BCG" (Bio, Circular and Green Economy) ซึ่งจะช่วยต่อยอดจุดแข็งของประเทศให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ทั้งในด้านความหลากหลายทางชีวภาพและความหลากหลายทางวัฒนธรรม โดยอาศัยกลไกวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าสูง และเปลี่ยนระบบเศรษฐกิจจาก "ทำมากแต่ได้น้อย" ไปสู่ "ทำน้อยแต่ได้มาก" ที่สอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง "ไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง สู่การพัฒนาประเทศที่ยั่งยืน"



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009
E-mail : tistr@tistr.or.th
Website : www.tistr.or.th