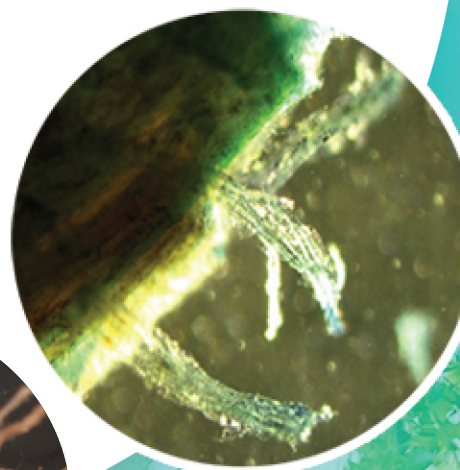




วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

การวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี
การเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา

ตอนที่ 1



ประสบการณ์ ความภาคภูมิใจของ
กลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

บทสัมภาษณ์ **นายสายนต์ ต้นพานิช**
รองผู้อำนวยการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

Digital transparency ความโปร่งใสทางดิจิทัล วิธีที่ท้าทาย แต่ต้องก้าวข้ามให้ได้ ตอนที่ 1

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ดัชนีการไหล หรืออัตราการไหลของพลาสติก และความเชื่อถือได้



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนโลยีธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12120

Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009

E-mail : tistr@tistr.or.th

Website : www.tistr.or.th



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 37 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2565

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา	นายสายันต์ ตันพานิช ดร.จิตรา ชัยวิมล ดร.อาภากร สุปัญญา ดร.ประทีป วงศ์บัณฑิต ดร.พัชรา มณีนันท์
ผู้จัดการ บรรณาธิการ	ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต ดร.นฤมล รื่นไวย
รองบรรณาธิการ	นายศิระ ศิลาพันธ์
กองบรรณาธิการ	นางศิริพันธ์ ทับทิมเทศ นางอลิสรา คูประสิทธิ์ ดร.ภัทรารุณี แสงศิริ นางบุญเยี่ยม น้อยชุมแพ นางสลิลา พัฒนาศิริ นางอรุณี ชัยสวัสดิ์ นางพัทธนันท์ นาคพินิจ นางสาวชลธิชา นิवासประกฤติ นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร นางสายสวาท พระคำยาน นางสาวอติยา วังสินธุ์
ฝ่ายศิลป์	



งานมหาวิทยาลัยศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2565 ปีนี้ ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 13-21 สิงหาคม ด้วยธีม “ศิลปะ วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเพื่อสังคมที่ยั่งยืน (Art - Science - Innovation for Sustainable Society)” ซึ่งนอกจากจะเป็นการร่วมเทิดพระเกียรติพระราชบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย พระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาอานันทมหิดลราชกุมาร พระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระสยามเทวมหามกุฏวิทยมหาราช และพระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทยและพระบิดาแห่งนวัตกรรมไทย พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร แล้ว ยังเป็นการนำเสนอเปิดโลกให้ผู้เข้าชมสู่ประสบการณ์ความรู้ และจินตนาการ โดยเฉพาะการสร้างเสริมแรงบันดาลใจให้เด็กๆ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) ที่ชมแล้วอยากต่อยอดพัฒนางานวิจัย หรือสร้างสรรค์นวัตกรรมสิ่งใหม่ๆ เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพชีวิต เพิ่มมูลค่าเศรษฐกิจภายในประเทศ เป็นการใช้ วทน. เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ จะเห็นว่า การกระตุ้นให้เด็กๆ มีแนวคิดเป็นวิทยาศาสตร์ในการมองโลกและสิ่งรอบตัวเป็นเรื่องสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการที่จะสร้างสังคมอุดมปัญญา เพราะถ้าเด็กได้รับการปลูกฝังมาอย่างดีในเรื่องของการคิดที่เป็นระบบ มีตรรกะที่ดี มีเหตุผล มีเยาวชนเหล่านี้ก็จะเติบโตต่อไปเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพ รู้จักคิด รู้จักทำในเชิงสร้างสรรค์ ใช้ชีวิตที่มีเหตุผลเป็นหลัก ไม่เชื่อในสิ่งลึกลับต่างๆ หรือเชื่อแบบตามๆ กัน โดยไม่สามารถคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง การกระตุ้นให้เด็กๆ มีการคิดเป็นแบบวิทยาศาสตร์ อย่างง่ายๆ เช่น หมั่นถามคำถามปลายเปิด (5W1H) ให้เด็กรู้จักคิด มอบหมายงานให้เด็กๆ ได้มีโอกาสสัมผัสประสบการณ์ในการรู้จัก ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง ก่อนจะเชื่ออะไรๆ จัดกิจกรรมกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น และการทดลองเพื่อเป็นการพิสูจน์ และส่งเสริมชุมชนให้มีการจัดกิจกรรมทาง วทน. ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของเด็ก การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน ไม่ใช่เพียงแค่การทำมหากินของผู้ใหญ่เท่านั้น แต่เด็กๆ ซึ่งเป็นอนาคตของชาติ ก็มีความสำคัญในระดับพื้นฐานเช่นกัน

สำหรับ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฉบับนี้ ขอเชิญท่านผู้อ่านพบกับเรื่องเด่นประจำฉบับ เทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซาของ วว. Digital transparency หรือความโปร่งใสทางดิจิทัล ดัชนีการไหลหรืออัตราการไหลของพลาสติก และความเชื่อถือได้ และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

หวังว่า จะเป็นประโยชน์กับท่านผู้อ่านเป็นอย่างดีค่ะ

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

บทความทุกเรื่องที่ตั้งในวารสารฉบับนี้ ถือเป็นความรับผิดชอบส่วนตัว
ของผู้เขียนบทความโดยเฉพาะ วว. จะไม่ขอรับผิดชอบแต่ประการใด

สารบัญ

4 เลิฟ@เฟสตีชไน

: การวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่า
ไมคอร์ไรซา ตอนที่ 1

12 คุยเฟื่องเรื่องวิทย

: ประสบการณ์ ความภาคภูมิใจของกลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.
บทสัมภาษณ์ นายสาธิต ตันพานิช รองผู้อำนวยการวิจัยและ
พัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

18 ดิจิทัลปริทัศน์

: Digital Transparency ความโปร่งใสทางดิจิทัล วิธีที่ท้าทาย
แต่ต้องก้าวข้ามให้ได้ ตอนที่ 1

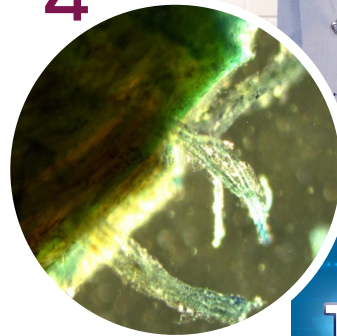
24 อินโนเรสต์

: การใช้ Decision rule ในการรายงานผลตาม ISO/IEC 17025
version ใหม่

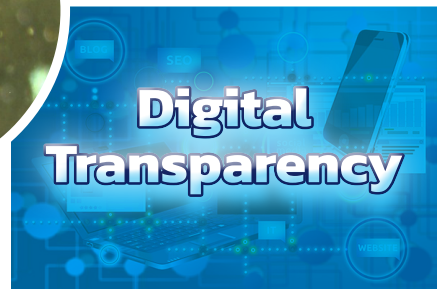
12



4



18



28

28 วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต

: ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

32 เกษตรเทคโนโลยี

: ดัชนีการไหล หรืออัตราการไหลของพลาสติก และความเชื่อถือได้

38 แวดวงวิจัย/บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

: การออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดแบนกล้วยตาก ตอนที่ 2

44 นานานิวส์

: วว. ได้รับอนุมัติข้อเสนอโครงการวิจัยมุ่งพัฒนาเขตเศรษฐกิจเอเปค
โครงการจัดการขยะชุมชนตามหลัก BCG & โครงการพัฒนา
กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ วว.

38

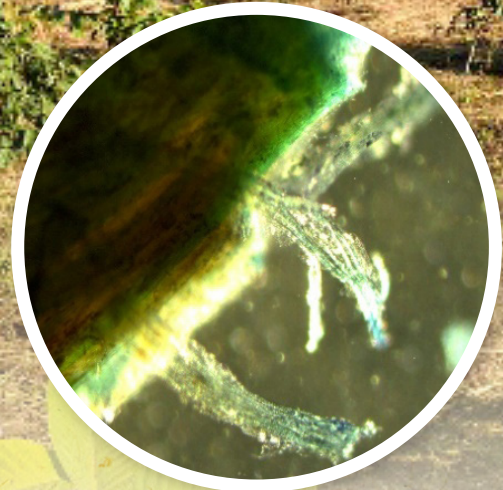


44



การวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี

การเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ตอนที่ 1



ดร.ธนภัศร์ อินยอด¹, ดร.ธนากร ลัทธิธีระสุวรรณ², ดร.รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์¹
 ดร.ณัฐพัชร์ ศรีทะนัลต³, ธนภัทร เต็มอารมย์¹, ชาตรี กอนี¹ และสุริมา ญาติโสภ¹
 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)¹
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ²
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่³

บทนำ

เห็ด คือราชนิดหนึ่งที่ไม่ได้จัดว่าเป็นพืชเพราะไม่มีคลอโรฟิลล์ เห็ดจึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และไม่ต้องใช้แสงแดดในการเจริญเติบโต และเห็ดก็ไม่ได้เป็นสัตว์ เห็ดมีความสำคัญต่อมนุษย์มาก มีประโยชน์ทั้งเป็นอาหาร เป็นยา อีกทั้งยังช่วยทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมบูรณ์ จากทั่วโลกมีเห็ดมากกว่า 30,000 ชนิด แต่ที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้นั้น มีประมาณ 1,000 กว่าชนิด เห็ดนอกจากจะนำมาปรุงอาหารแล้ว เห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณในทางยา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้ เช่น เห็ดหลินจือ ใช้ป้องกันโรคและบำรุงร่างกาย เห็ดหัวลิง ใช้ต้านมะเร็ง เป็นต้น เห็ดจึงเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง และในปัจจุบันเห็ดบางชนิดได้ถูกนำมาสกัดและนำไปเป็นส่วนผสมของเครื่อง

สำอางได้อีกมากมาย เห็ดจึงเป็นพืชชนิดหนึ่งที่น่าปลูกในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากมีต้นทุนไม่สูงมากนัก ไม่ต้องอาศัยน้ำมากนักในการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเรื่องภัยแล้ง และเห็ดยังสามารถปลูกได้แทบทุกพื้นที่

ในปัจจุบันหลายประเทศหันมาให้ความสนใจและมีการทดลองวิจัยปรับปรุงพันธุ์เห็ดต่างๆ ให้มีจำนวนมากขึ้นและมีการพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์ให้ปลูกง่ายและมีผลผลิตที่มากขึ้นอีกด้วย ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับการปลูกเห็ดเป็นอย่างมาก เพราะประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ด อาชีพหลักคือการเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรจึงมีมากมายหลากหลายชนิด และสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับการเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้เชื้อเห็ดสามารถเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย วงจรชีวิตของเห็ดทุกชนิดนั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยเริ่มจากสปอร์ สร้างตัวเป็นกลุ่มรา แล้วโตต่อไปเป็นกลุ่มก้อนของดอกเห็ด เมื่อเห็ดเจริญเติบโตแล้วก็จะสร้างสปอร์ ซึ่งจะปลิวและงอกใหม่เป็นใยราหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไป

ในอดีตยังไม่มีมีการเพาะเห็ดในเชิงพาณิชย์เหมือนปัจจุบันนี้ เห็ดเป็นผลผลิตที่ได้จากป่าเท่านั้น ซึ่งในเมืองไทยจะขึ้นชุกชุมในช่วงฤดูฝนและต้นหน้าหนาว สมัยที่ปายังอุดมสมบูรณ์ ชาวบ้านก็เพียงถือตะกร้าเดินเข้าป่า ไปเก็บๆ หาดูตามขอนไม้ผุและตามพื้นดินที่มีใบไม้เปื่อย ก็จะได้เห็ดกลับบ้านเต็มตะกร้า เห็ดป่าที่เก็บได้ มีทั้ง เห็ดโคน เห็ดเผาะ เห็ดหมาก (เห็ดชานหมาก) เห็ดมัน (เห็ดมันปู) เห็ดมะม่วง (เห็ดขอนมะม่วง) เหลือจากการบริโภคก็นำไปขายในตลาด แต่เมื่อพื้นที่ป่าเริ่มลดลงและป่าไม้ได้เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์เหมือนเช่นที่เคยเป็นมา ความนิยมของผู้บริโภคประกอบกับการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเพาะเห็ด ทำให้เกิดการเพาะเห็ดในเชิงพาณิชย์ขึ้น โดยเฉพาะการเพาะเห็ดถั่งชึ่งช่วยให้เราสามารถมีเห็ดไว้บริโภคได้ทุกฤดูกาล

เห็ดป่าไมคอร์ไรซา เป็นเห็ดที่มีรสชาติดี มีกลิ่นหอม รสหวานเล็กน้อยชวนรับประทาน ราคาซื้อขายโดยทั่วไปประมาณ 70-300 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับปริมาณของเห็ดที่ออกสู่ตลาดในแต่ละวัน ซึ่งเป็นเห็ดที่มีราคาค่อนข้างสูง จึงทำให้ความสนใจในการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซาเพิ่มมากขึ้น Yanthasath and Poonsawat (1996) ได้ทำการศึกษาในแปลงทดลองบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย (host plants) คุณสมบัติต่างๆ ของดิน

เช่น ความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH) ความพรุนของดิน (soil aeration) ธาตุอาหารในดิน (soil nutrients) อุณหภูมิของดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน และจุลินทรีย์ในดิน เป็นต้น ดังนั้นถ้าได้มีการศึกษาและพัฒนาต่อในเรื่องสภาพแวดล้อม และคุณสมบัติของดิน เช่น ชนิด และ pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ความลาดเอียงของพื้นที่ และความชุ่มชื้นของดิน เป็นต้น ก็สามารถจะผลิตเห็ดพื้นบ้านที่ขึ้นในสวนป่าไปสู่เชิงธุรกิจได้เช่นเดียวกับการผลิตเห็ดทราฟเป็นการค้าในฝรั่งเศส และจะเป็นผลดีต่อการปลูกป่า สวนไม้ผล และสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้อีกด้วย ตัวอย่างเห็ดที่มีศักยภาพในการผลิตในสวนป่า เช่น เห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus* (Berk. and Broome) Boedijn หรือเห็ดผึ้ง เป็นเห็ดที่มีรสชาติดีและมีผู้นิยมรับประทานกันมากชนิดหนึ่ง มีราคาค่อนข้างสูงกว่าเห็ดที่เพาะปลูกขายกันอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด โดยราคาของเห็ดตับเต่าจะอยู่ในช่วงระหว่าง 80-150 บาทต่อกิโลกรัม พบเห็ดชนิดนี้ขึ้นอยู่ทั่วไปในป่าของทุกภาค เห็ดตับเต่าเป็นเอคโตไมคอร์ไรซาชนิดหนึ่ง เส้นใยที่ห่อหุ้มรากสามารถดูดซับความชุ่มชื้น ทำให้พืชทนต่อสภาพแล้งได้ดี อีกทั้งทำหน้าที่เหมือนรากเจ้าถิ่นทำให้เชื้อราโรคพืชต่างๆ เข้าทำลายพืชได้ยากขึ้น ส่งผลให้ต้นไม้ที่มีเชื้อเห็ดตับเต่าอาศัยอยู่มีความแข็งแรงต้านทานต่อเชื้อราโรคพืชได้มากขึ้น (อานนท์ เอื้อตระกูล 2553) นอกจากนี้น้ำย่อยของเห็ดตับเต่ายังช่วยให้แร่ธาตุในดินแปรสภาพมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และเจริญเติบโตได้ดี (Conjeaud, Scheromm and Mousain 1996) มีรายงานการนำเชื้อของเห็ดตับเต่ามาช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด เช่น การปลูกเชื้อเห็ดตับเต่าลงในต้นกล้าเต้าเชื้อ (รุ่งฟ้า จินแส 2555) ต้นกล้าพริกหนุ่ม พันธุ์หยกสวรรค์ (ณัฐกานต์ ไทยนุกูล 2555) ต้นกล้าฝรั่ง Okinawa (ปานทิพย์ ชันวิชัย และประภาพร ตั้งกิจโชติ 2555) และต้นกล้าพริก



ขึ้น พันธุ์เหว 60 (สุกัญญา บุญทา, ประภาพร ตั้งกิจโชติ และ กวีศรี วานิชกุล 2557) ในการขยายพันธุ์เห็ดตับเต่า สามารถทำได้โดยการใช้เส้นใยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงหรือสปอร์จากดอกเห็ดสดเพาะร่วมกับพืชอาศัย เช่น มะม่วง แคนบ้าน หางนกยูงไทย มะกอกน้ำ โสน และหว้า เป็นต้น (สมจิตร อยู่เป็นสุข 2549) นอกจากนี้ มีรายงานว่า อายุของต้นกล้าเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดเอคโตไมคอร์ไรซา คมกฤษณ์ แสงเงิน และบุปผา อยู่ทิม (2561) ได้ทดสอบโดยการนำหัวเชื้อชนิดน้ำเห็ดตับเต่ามาปลูกเชื้อในต้นพริกขึ้นลูกผสม พันธุ์ซูเปอร์ฮอทพบว่า การย้ายปลูกกล้าที่อายุ 22 วัน ส่งผลให้ต้นพริกมีการเจริญทางด้านลำต้นและผลผลิตดีกว่าการย้าย ปลูกที่อายุ 50 วัน ในขณะที่ Kil *et al.* (2014) ศึกษาผลของเชื้อราไมคอร์ไรซาในโสม ที่อายุ 1-5 ปี พบว่า อายุของโสมมีผลต่อการเข้าอาศัยของเชื้อราไมคอร์ไรซา และการพัฒนาโครงสร้างของเชื้อรา ซึ่งเมื่อรากมีอายุเพิ่ม มากขึ้น ความหลากหลายของสายพันธุ์และความสม่ำเสมอในการเข้าไปอาศัยในรากพืชจะลดลง สอดคล้องกับรายงานของ นันทิณี ศรีจุมปา (2560) ศึกษาการผลิตดอกเห็ดตับเต่าในแปลงโสน อายุ 3 เดือน และแปลงส้มโออินทรีย์ พบเส้นใยเชื้อราเจริญอยู่กับรากโสนและส้มโอ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบดอกเห็ดในแปลงทดลองตลอด ระยะเวลา 3 ปี ธนรักษ์ อินยอด และคณะ (2564) รายงานว่า จากการศึกษากการปลูกถ่ายเชื้อเห็ดตับเต่าต่อช่วงอายุที่เหมาะสมของกล้าต้นหว้าในสภาพโรงเรือน โดยการปลูกถ่ายเชื้อลงในต้นกล้าหว้าปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อต้น เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่อายุกล้า 1, 3, 5, 7 และ 9 เดือน เพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเอคโตไมคอร์ไรซา อัตราการเจริญเติบโต และช่วงอายุ กล้าที่เหมาะสมต่อการปลูกเชื้อเห็ดตับเต่ามากที่สุด พบว่าการปลูกถ่ายเชื้อเห็ดตับเต่าลงต้นกล้าหว้าที่อายุ 7 เดือน เป็นช่วงอายุของกล้าไม้ที่เหมาะสม โดยมีการเจริญทางด้านความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับคอราก ปริมาณมวลชีวภาพ ความ

ยาวราก และจำนวนใบดีที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเอคโตไมคอร์ไรซาพบมากที่สุดในกลุ่มกล้าไม้อายุ 3 เดือน ซึ่งการนำกล้าไม้พืชอาศัยเหล่านี้ไปปลูกในธรรมชาติมีข้อจำกัดหลายประการเนื่องจากชนิดกล้าไม้ที่แตกต่างกัน และปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการดูแลรักษา

การสร้างสวนป่าเห็ด ปัจจุบันยังขาดความรู้ความเข้าใจในการสร้างป่าในครัวเรือนหรือชุมชนเพื่อการผลิตดอกเห็ด โดยใช้เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา ซึ่งต้องเริ่มจากการเก็บรวบรวมเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาในพื้นที่ คัดเลือกเห็ดที่มีศักยภาพและเป็นที่ยอมรับ การศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมสำหรับการขยายเชื้อเห็ดสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกมาทดสอบการเข้ากันได้กับพืชอาศัย เช่น ไม้โตเร็ว ไม้ผล และไม้เศรษฐกิจ โดยมีการทดสอบและคัดเลือกพืชอาศัยและอายุพืชที่เหมาะสมในสภาพโรงเรือน และในสภาพแปลงทดลองในสภาพธรรมชาติ เพื่อการผลิตดอกเห็ดสำหรับการสร้างต้นแบบการผลิตเห็ดป่าไมคอร์ไรซาในพื้นที่ของแต่ละครัวเรือน การเก็บรักษาเชื้อพันธุ์เห็ดป่าเพื่อการขยายผลในอนาคต การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ ผลที่ได้รับจากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการคัดเลือกชนิดพันธุ์ของไม้และเห็ดราไมคอร์ไรซาที่มีคุณสมบัติอยู่ร่วมกับพืชอาศัยหลายชนิดและมีประโยชน์ต่อเกษตรกรเพื่อที่จะนำไปเพาะขยายให้ได้ปริมาณมากและนำเชื้อราไปปลูกถ่ายให้แก่กล้าไม้ก่อนที่จะนำไปปลูกในในสวนของแต่ละครัวเรือนต่อไป ซึ่งจะช่วยให้การปลูกสร้างสวนป่าไม้และสวนเห็ดประสบผลสำเร็จ และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในด้านเป็นรายได้จากการผลิตพืชอาศัย ได้อาหารจากพืชที่ปลูกได้เห็ดป่าบริโภค หรือเป็นรายได้เสริมแก่เกษตรกร รวมทั้งเป็นการออมเงินในอนาคตจากการปลูกต้นไม้ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจในอนาคตอีกด้วย

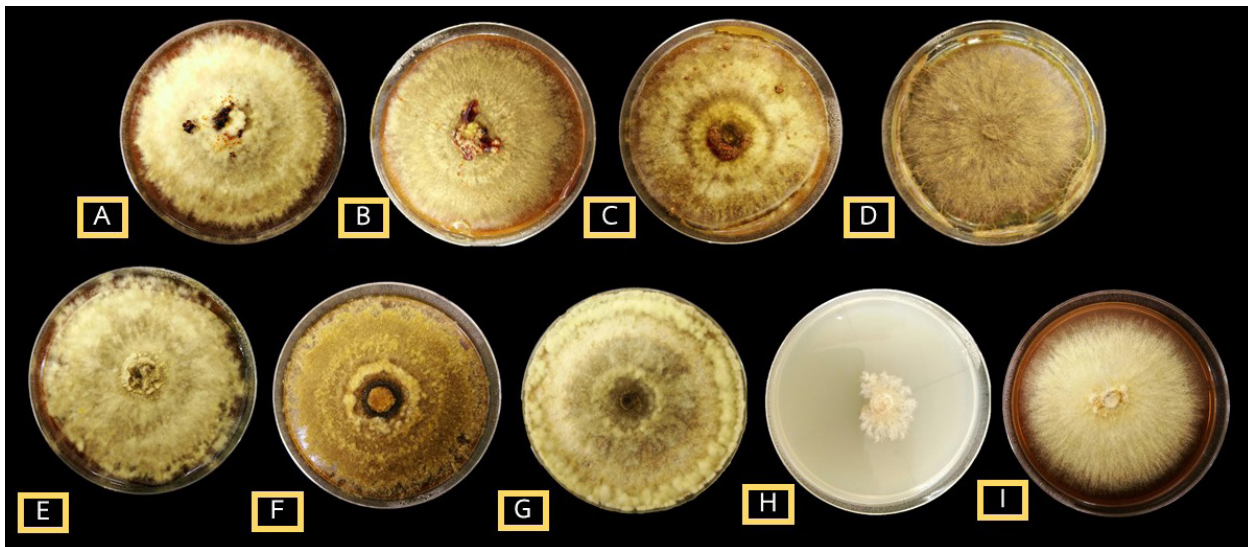
งานวิจัย พัฒนาและถ่ายทอด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) จึงได้ดำเนินโครงการวิจัย “การวิจัยและพัฒนาป่าชุมชนต้นแบบให้เป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์แบบธรรมชาติเพื่อสร้างฐานอาหารและเศรษฐกิจในชุมชนอย่างยั่งยืน”(2560-2562) และในปีงบประมาณ 2562 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ได้ดำเนินโครงการวิจัยบูรณาการ เรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซาแบบจำลองธรรมชาติ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน”

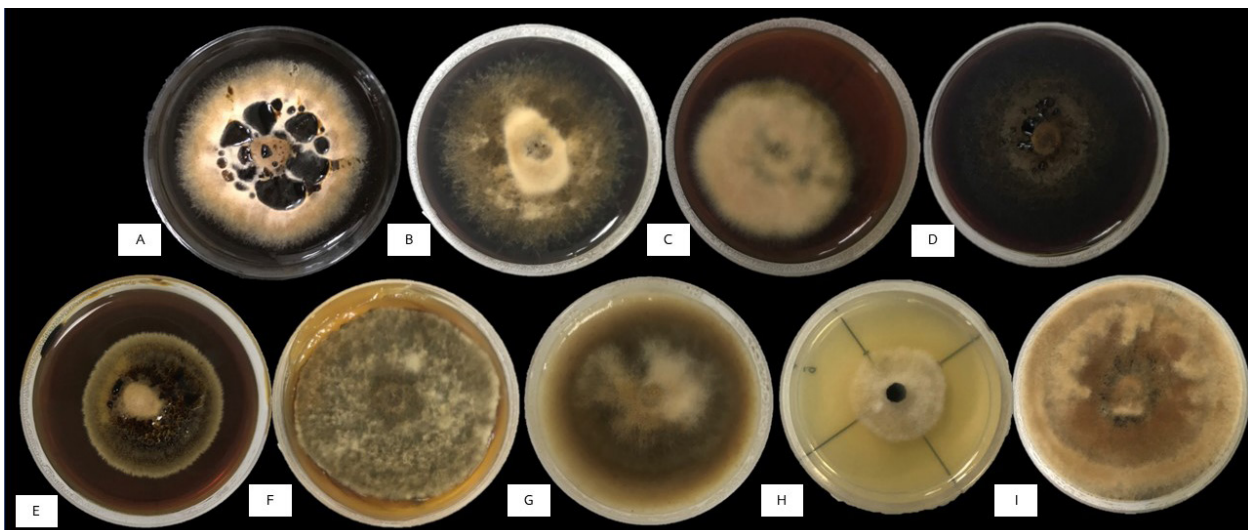
การวิจัยและพัฒนาป่าชุมชนต้นแบบสำหรับการเพาะปลูกเห็ดพื้นบ้านแบบธรรมชาติเพื่อสร้างความเข้มแข็งของเศรษฐกิจในชุมชนอย่างยั่งยืน โดยสำรวจและเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดป่าไมคอร์ไรซาและเห็ดพื้นบ้านในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย จัดจำแนก ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใย การเพิ่มปริมาณเส้นใย ปริมาณ inoculants ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการ infect เข้าไปในต้นพืชอาศัย สำหรับการผลิตเห็ดป่าในอนาคต ศึกษาชนิดและอายุพืชอาศัยที่เหมาะสมสำหรับการเข้าอาศัยของเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาในต้นพืช จากการสำรวจพื้นที่ป่าชุมชนพบเห็ดป่า 22 ชนิด แบ่งออกเป็นเห็ดป่ากินได้ 13 ชนิด และไม่สามารถกินได้ 8 ชนิด โดยได้ศึกษาเห็ดป่าที่มีศักยภาพ 2 ชนิด คือเห็ดตับเต่า และเห็ดเผาะ เส้นใยของเห็ดตับเต่าสามารถเจริญได้ดีที่สุดในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เส้นใย

มีอัตราการเจริญ เท่ากับ 0.051 เซนติเมตรต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 1 มีมวลชีวภาพมากที่สุดเมื่อเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCB ที่ระดับ pH 6 ส่วนเส้นใยเห็ดเผาะสามารถเจริญได้ดีที่สุดในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA, MEA, MMN ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อเลี้ยงด้วยอาหาร PGB ที่ระดับ pH 6 มีปริมาณมวลชีวภาพของเส้นใยเห็ดมากที่สุดคือ 0.226 กรัม จากการทดสอบการเข้ากันได้ของเชื้อเห็ดกับกล้าอาศัยของเห็ดตับเต่าในกล้าหว้า ขนุน และมะกอกน้ำ พบว่ากล้าหว้าอายุ 1 เดือน ที่มีการใส่เห็ดตับเต่ามีร้อยละการเกิดรากเอกโตไมคอร์ไรซามากที่สุด ส่วนการทดสอบพืชอาศัยของเห็ดเผาะ ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus*), เต็ง (*Shorea obtusa*), รัง (*Shorea siamensis*) เหยียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และมะค่าโมง (*Azizelia xylocarpa*) พบว่ากล้าเต็งที่มีการใส่เชื้อเห็ดเผาะเพียงหนึ่งครั้งในปริมาณ 20 มิลลิลิตรต่อต้น มีความเจริญดีที่สุดทางด้านจำนวนรากแขนง ความยาวรากแขนง มีร้อยละการเกิดรากเอกโตไมคอร์ไรซามากที่สุด โดยมีร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 80.56 จึงเป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมที่สุดในการเพาะเห็ด เมื่อเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาเข้าไปในพืชอาศัยแล้ว จะส่งเสริมการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มอัตราการรอดตายของกล้าไม้ เนื่องจากเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวรากผลิตธาตุอาหาร และช่วยเร่งให้ต้นไม้อัตราการเติบโตสูงถึง 1-5 เท่าจากอัตราปกติ อย่างไรก็ตามการเลือกชนิดและอายุของพืชอาศัยมีความสำคัญมากต่ออัตราการเกิดรากเอกโตไมคอร์ไรซา





รูปที่ 1. ลักษณะโคโลนีและการเจริญของเส้นใยของเห็ดตับเต่าบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ : A = PDA, B = PGA, C = mPGA, D = MMN, E = MA, F = MEA, G = OA, H = YEA, I = PCA



รูปที่ 2. โคโลนีและการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ : A = PDA, B = PGA, C = mPGA, D = MMN, E = MA, F = MEA, G = OA, H = YEA, I = PCA

จากผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ซึ่งได้ทำโครงการการทำการแปลงสาธิตการทดสอบการผลิตเห็ดตับเต่าใน อำเภอลอง จังหวัดแพร่ ก่อนหน้านี้ และได้ทำโครงการร่วมกับ วว. ในปีงบประมาณ 2562 ที่ผ่านมานั้น พบว่าเห็ดตับเต่าที่มีการปลูกถ่ายลงในกล้าไม้

สามารถเกิดดอกได้ในแปลงของเกษตรกรที่ร่วมโครงการ โดยพืชอาศัยที่ใช้ คือ ต้นทางนกงูไทย และจากเทคโนโลยีของ วว. ที่ได้ทำงานวิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ พบว่าสามารถผลิตเห็ดตับเต่าออกฤดูได้ โดยให้ผลผลิตเห็ดมากกว่า 10 รอบต่อปี

สำหรับการเพาะเห็ดเหาะ เนื่องจากเป็นเห็ดเอกโตไมคอร์ไรซาที่อาศัยเวลา จึงต้องใช้เวลา 3-4 ปี ขึ้นไปและมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับความต้องการของเห็ด จึงจะสามารถพัฒนาเป็นดอก วว. ได้ดำเนินการวิจัยมาตั้งแต่ปี 2560-2562 และได้ทำพื้นที่ต้นแบบสำหรับการผลิตเห็ดป่าในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ โดยใช้เห็ดป่า 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดตับเต่า เห็ดเหาะและเห็ดระโงก โดยนำต้นกล้าอายุ 3 เดือนถึง 1 ปี ที่มีการใส่เชื้อแล้วนำไปปลูกเพิ่มเติมในป่าชุมชน รวมทั้งนำเชื้อเห็ดจากอาหารเหลวแจกจ่ายให้เกษตรกรในพื้นที่นำไปรดกล้าไม้ในบริเวณพื้นที่บ้านของตนเอง จากการตรวจติดตามความสำเร็จของโครงการในปีที่ 3 พบว่าจากการตรวจติดตามเบื้องต้น ต้นไม้ที่มีเชื้อเห็ดเหาะ มีการเติบโตที่ดีและความสูงและทรงพุ่มมีการเจริญดีกว่าต้นไม้ที่ไม่ได้ใส่เชื้อเห็ด เมื่อมีการตรวจเปอร์เซ็นต์การเกิดเอกโตไมคอร์ไรซาของเห็ดเหาะที่ราก พบว่ามีการเข้าอาศัยของเส้นใยเห็ดเกือบร้อยละ 100

ในปีงบประมาณ 2563 วว. ได้รับทุนในการดำเนินการวิจัยเรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดไมคอร์ไรซา (เห็ดตับเต่า เห็ดเหาะ เห็ดระโงก) และเห็ดดินแรดเพื่อสร้างต้นแบบสวนป่าสวนเห็ดครัวเรือนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืน” โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ซึ่งในการดำเนินงานของโครงการในครั้งนี้ ได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา (เห็ดตับเต่า, เห็ดเหาะ) และเห็ดพื้นบ้าน (เห็ดดินแรด) แบบไม่ต้องอาศัยโรงเรือนไปสู่แปลงต้นแบบในพื้นที่เป้าหมาย 2 ชุมชน 16 พื้นที่ คือบ้านวังหงส์ (WH) ตำบลวังหงส์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และบ้านปางมอญ (PM) ตำบลอายนาโหล จังหวัดน่าน ประกอบด้วยจังหวัดน่าน 10 แปลง และจังหวัดแพร่ 6 แปลง รวมจำนวนกล้าไม้ที่นำไปปลูกทั้งหมด 1,600 ต้น ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยมีชนิดของกล้าไม้ ได้แก่ ยางนา แคว้น มะค่าโมงตะเคียนทอง หางนกยูงไทย พะยอม ในขณะเดียวกันได้ศึกษาสูตรอาหารอย่างง่ายที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเหาะสำหรับใส่กล้าไม้ที่เป็นพืชอาศัย ซึ่งสูตรอาหารที่ได้สามารถผลิตและเพิ่มปริมาณเส้นใยเชื้อเห็ดได้ปริมาณและคุณภาพสูง จากนั้นนำหัวเชื้อไปปลูกถ่ายลงในกล้าไม้พืชอาศัย และปลูกในพื้นที่แปลงต้นแบบ โดยได้รับความร่วมมือจากกลุ่มเกษตรกร และติดตามข้อมูลผลการเจริญเติบโต ดังแสดงในรูปที่ 4 การสร้างรากเอกโตไมคอร์ไรซาในต้นกล้าที่มีการใส่เชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ดังแสดงในรูปที่ 5 พบว่ากล้าไม้ที่ได้รับการใส่เชื้อเจริญเติบโตดีกว่า โดยเฉพาะในแปลงที่ปลูกพืชแบบผสมผสาน อีกทั้งสภาพแวดล้อม

ในพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพที่เอื้อต่อการเจริญของไมคอร์ไรซา จากนั้นนำเทคโนโลยีไปถ่ายทอดแก่เกษตรกร ได้แก่ เทคโนโลยีการผลิตหัวเชื้อเห็ดไมคอร์ไรซาและกระบวนการผลิตเห็ดดินแรด พบว่ากลุ่มเกษตรกรมีความสนใจ และมีแนวโน้มก่อตั้งกลุ่มผลิตหัวเชื้อเห็ดเพื่อการจำหน่ายเป็นรายได้เสริมในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามระยะการเจริญเติบโตของเห็ดตั้งแต่ใส่เชื้อลงในกล้าไม้ ปลูกกล้าไม้ในแปลงต้นแบบและการเกิดดอกเห็ดต้องใช้ระยะเวลานานหลายปี ดังนั้นในระยะแรกของการดำเนินโครงการนี้ยังไม่พบดอกเห็ดในแปลงทดลอง จึงควรมีการตรวจติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

จากการดำเนินการวิจัยจาก 3 โครงการดังกล่าว ก่อให้เกิดองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรม คือ (1) เทคโนโลยีการเลี้ยงเชื้อ การขยาย/เพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาก็ได้ ซึ่งสามารถเตรียมเชื้อเห็ดป่า เช่น เห็ดเหาะ และ เห็ดตับเต่า ให้ได้ปริมาณพอเพียงสำหรับใส่ลงในกล้าไม้ชนิดที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดได้ (2) องค์ความรู้ เทคนิคในการเลือกชนิดเห็ดอายุและชนิดพืชอาศัยเหมาะสมในการเข้ากันได้ของเชื้อเห็ดไมคอร์ไรซาที่ให้แก่เกษตรกรในชุมชนเป้าหมาย โดยได้ทดสอบการเจริญของเชื้อเห็ดไมคอร์ไรซาในพืชอาศัย ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดดอกเห็ดป่าให้มากขึ้น โดยมีวิธีการที่นำไปใช้เป็นเทคโนโลยีการเพาะเห็ดที่สูงขึ้น ผ่านการศึกษารายละเอียดอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีการแบบเดิม หรือวิธีการเพาะที่ชาวบ้านใช้ในการผลิตเห็ดป่า คือการใช้ดอกเห็ดสดปั่น แล้วนำไปราดที่บริเวณโคนต้นไม้ หรือการใช้เชื้อเห็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด โดยวิธีการที่ใช้จะมีการเตรียมเส้นใยเห็ดในรูปแบบของเชื้อเห็ดที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่มีความเหมาะสม ทำให้ได้เส้นใยที่มีปริมาณมากและพร้อมที่จะเข้าไปอาศัยในระบบรากของพืชอาศัย ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเดิมคือใช้ดอกเห็ดสดหรือสปอร์เห็ดนำไปผสมกับน้ำและป่นละเอียดนำไปรดที่ต้นไม้ ซึ่งโอกาสที่เชื้อเห็ดจะเจริญเป็นเส้นใยและเข้าไปอาศัยในรากพืชจะมีน้อยมาก เนื่องจากเนื้อเยื่อเหล่านั้นต้องมีการพัฒนาเป็นเส้นใยเห็ดก่อนจึงจะสามารถเข้าไปในรากพืชได้ อีกทั้งหากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ความชื้นไม่เพียงพอ อากาศร้อนมากเกินไป ก็จะทำให้เนื้อเยื่อเหล่านั้นตายก่อนที่จะพัฒนาเป็นเส้นใยเห็ด

นอกจากนี้จากผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า การเพิ่มโอกาสความสำเร็จของการปลูกถ่ายเชื้อเห็ดลงในไม้ป่าหรือไม้ผล อายุของต้นกล้าไม้ที่เหมาะสมคือ อายุกล้าไม้ 3-12 เดือน ซึ่งองค์ความรู้นี้จะทำให้โครงการมีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น



รูปที่ 3. การสร้างต้นแบบการสร้างสวนป่าสวนเห็ดไมคอร์ไรซา ได้แก่ เห็ดตับเต่า และเห็ดเผาะ
แบบเลียนแบบธรรมชาติใน 2 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดแพร่ และน่าน



ก

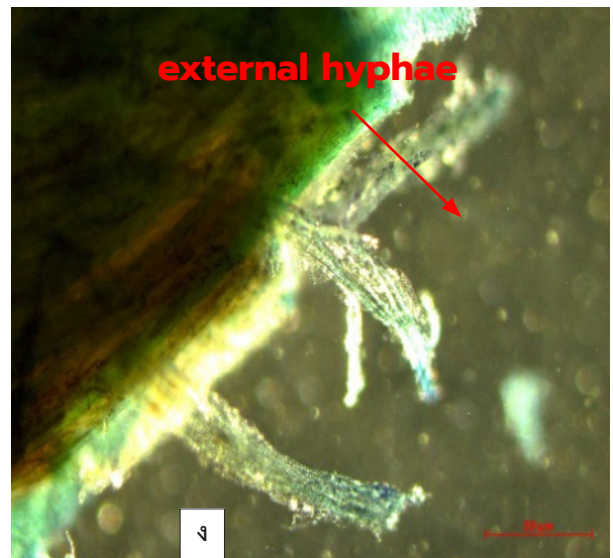
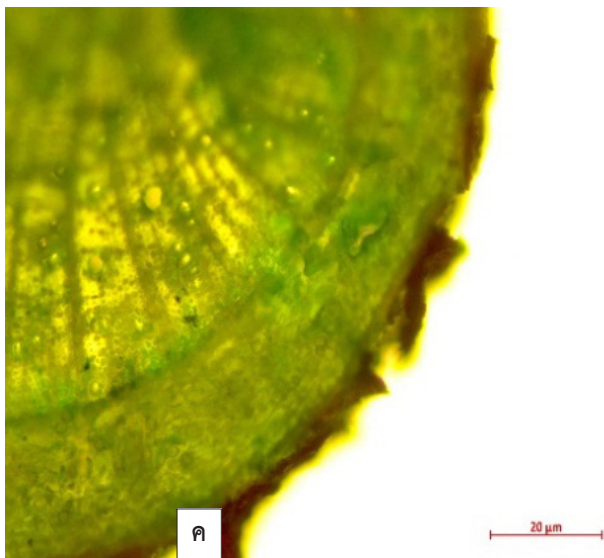
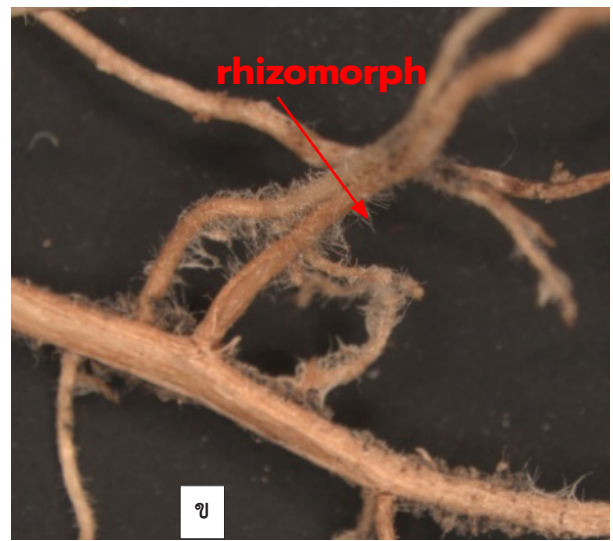


ข



ค

รูปที่ 4. การวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าในพื้นที่เป้าหมาย (ก) วัดความเจริญเติบโตทางความสูง,
(ข) วัดความกว้างทรงพุ่มและ (ค) วัดความกว้างของลำต้นที่ระดับคอรากของลำต้น



รูปที่ 5. ลักษณะการสร้างรากเอคโตไมคอร์ไรซาในต้นยางนาภายหลังการปลูก 3 เดือน (ก) รากต้นควบคุม, (ข) กลุ่มเส้นใย (rhizomorph) รอบรากต้นที่ได้รับการใส่เชื้อไมคอร์ไรซา, (ค) ภาพตัดตามขวางรากต้นควบคุม และ (ง) ภาพตัดตามขวางเส้นใย (external hyphae) รากต้นที่ใส่เชื้อเห็ดไมคอร์ไรซา

วว. ยังคงมุ่งวิจัยและพัฒนาการเพาะเห็ดป่าชนิดต่างๆ ในพื้นที่ป่าชุมชน และนำองค์ความรู้การเพาะเห็ดป่า ไปต่อยอดขยายผลจากเดิมที่มีอยู่เพื่อนำไปสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกิดการปรับใช้ในพื้นที่และกลุ่มเป้าหมาย จึงเป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตเห็ดป่าในพื้นที่ของชุมชนด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งการดำเนินงานจะเป็นเช่นไร โปรดติดตามได้ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับต่อไป

ประสบการณ์ ความภาคภูมิใจของ

กลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

บทสัมภาษณ์

นายสายันต์ ตันพานิช

รองผู้อำนวยการวิจัยและพัฒนา
ด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

ศิริระ คีลานนท์ และสลิลดา พัฒนศิริ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วว. ได้รับเกียรติเข้าสัมภาษณ์ นายสายันต์ ตันพานิช รองผู้อำนวยการวิจัยและพัฒนา ด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว. ได้กรุณามานำพูดคุยเล่าถึงประสบการณ์ทำงานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพที่ผ่านมา และฝากแนวคิดการทำงานให้กับรุ่นน้องๆ ต่อไป เนื่องในวาระเกษียณอายุการทำงาน

ประสบการณ์การทำงาน และความท้าทายที่น่าประทับใจ

สิ่งที่ผมประทับใจในการทำงานที่ วว. ในฐานะนักวิจัยคนหนึ่ง คือ หน่วยงานของเรามีลักษณะการทำงานที่เปิดกว้างและหลากหลาย มีการสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานอื่นทั้งที่ทำงานลักษณะเดียวกันและที่แตกต่างกัน ทำให้เราสามารถทำงานได้หลายด้านมากขึ้น โดยเฉพาะตั้งแต่หลังปรับโครงสร้างกระทรวง จัดตั้งเป็นกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ทำให้ วว. เรามีโครงการร่วมกับมหาวิทยาลัย และหน่วยงานของจังหวัดต่างๆ เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัด

องค์การบริหารส่วนจังหวัด ส่งผลให้งานวิจัยเชิงพื้นที่เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เช่น การพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับในพื้นที่จังหวัดเลย ด้านการวิจัยกับจังหวัดอื่นๆ เกือบทั่วประเทศ ก็เกิดเป็นอีกหนึ่งความประทับใจ จากความร่วมมือร่วมกัน ให้เกียรติและเชื่อมั่นในศักยภาพของ วว. ที่เราสามารถช่วยพัฒนาองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) ให้ได้

สำหรับประสบการณ์ในบทบาทของรองผู้อำนวยการด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ ขอย้อนไปครั้งเข้ารับตำแหน่งใหม่ๆ ขณะนั้นเป็นจังหวะที่ วว. กำลังยกระดับขนาดการผลิตจากงานวิจัยในห้องปฏิบัติการขยายเป็นระดับโรงงาน ซึ่งเป็นบทบาทใหม่ที่

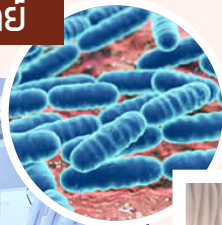
วว. ต่อยอดขึ้นมา ยังไม่เคยทำมาก่อน เพราะเดิมเราจะทำงานวิจัยและถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบการเท่านั้น แต่เมื่อมาสู่การผลิตในระดับโรงงาน จะมีมิติด้านธุรกิจเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งขณะนั้น วว. เองยังมีความชำนาญไม่มากนัก ต้องผสมผสานองค์ความรู้ในหลายศาสตร์ ทั้งเรื่องการบริหารบุคคลในระดับโรงงาน การบริหารงบประมาณที่มีอยู่ การจัดซื้อจัดจ้างระหว่างการผลิต การบริหารโรงงานในเชิงธุรกิจที่อยู่ภายใต้กฎระเบียบทางราชการ จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งและเป็นประสบการณ์ที่น่าประทับใจหนึ่ง ที่ปัจจุบันสามารถจัดการกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้สำเร็จแล้ว

จากประสบการณ์การทำงานที่ผ่านมา ผมมีแนวคิดในการยึดถือปฏิบัติให้ทำงานและบริหารทีมงานประสบความสำเร็จ คือ เราต้องมีความยืดหยุ่นในการทำงาน (resilience) จึงจะทำให้เรารับมือกับปัญหาได้ดียิ่งขึ้น ผมทำงานที่ วว. มากกว่า 30 ปี มีการเปลี่ยนแปลง ปรับเปลี่ยนตลอดเวลา จนหลายครั้งสิ่งที่วางแผนไว้ก็ไม่สามารถเป็นไปตามที่ตั้งใจไว้ แต่ความยืดหยุ่นพร้อมจะปรับเปลี่ยนตามปัจจัย สถานการณ์ทั้งในเชิงแผนงานและสภาพอารมณ์จิตใจ จะทำให้ฝ่าฟันและเดินหน้าต่อไปได้ แต่หากเรายึดติดกับความรู้เชี่ยวชาญเดิมเพียงด้านใดด้านหนึ่งหรือทำงานเพียงด้านเดียว โอกาสที่จะประสบความสำเร็จในยุคปัจจุบันก็จะยิ่งยากขึ้น เพราะฉะนั้นต้องพร้อมที่จะเรียนรู้



สิ่งใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้น แม้จะเป็นเรื่องที่ไม่เคยทำก็ตาม ต้องเรียนรู้ระหว่างทางตลอดชีวิต ก็จะไม่มียานไหนที่เราทำไม่ได้ นี่คือหลักการทำงาน และเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนองค์กรและธุรกิจให้เติบโตต่อไป

ในการบริหารคนก็เช่นกัน ต้องรู้จักสื่อสารและรับฟังความคิดเห็นของทีมงานด้วย รวมถึงช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้กับทีมงาน ต้องเข้าใจบริบท เข้าใจปัญหาของเขาที่เกิดขึ้น เพื่อเข้าไปช่วยแก้ปัญหาให้เขา ซึ่งถือเป็นบทบาทการทำงานหนึ่งที่สำคัญ เพราะการปลดล็อกปัญหาให้เขาได้ ย่อมส่งผลต่อขวัญกำลังใจของทีมงานที่ดีพร้อมจะทุ่มเทไปสู่ผลสำเร็จของงานได้ในที่สุด



ผลงานด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ วว.

ในด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ ศูนย์จุลินทรีย์ วว. (TISTR Culture Collection Center) ซึ่งดำเนินงานมาอย่างยาวนาน เป็นหน่วยบริการด้านจุลินทรีย์ (service culture collection) แห่งเดียวในประเทศไทย ที่ได้รับการจัดตั้งขึ้นโดย UNESCO เมื่อปี พ.ศ. 2519 โดยมีบทบาทในการรวบรวมเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์นอกถิ่นกำเนิด วิเคราะห์ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ ให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์และข้อมูลที่มีประโยชน์ ในการเกษตร อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นประโยชน์ ต่อนักวิจัยและนักศึกษานำไปใช้ทำงานวิจัย ซึ่งปัจจุบันเราได้ต่อยอดการดำเนินงาน โดยจัดตั้งโรงงานศูนย์นวัตกรรมผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม: โพรไบโอติกและพรีไบโอติก (Innovative Center for Production of Industrially-used Microorganisms; ICPIIM) ทั้ง ICPIIM 1 ในการผลิตจุลินทรีย์สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร และ ICPIIM 2 ในการผลิตชีวภัณฑ์ครอบคลุมตอบโจทย์ทั้งสายการผลิตเชื้อราและแบคทีเรีย เพื่อการนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์อย่างแท้จริง ซึ่งถือว่า วว. เป็นผู้ผู้นำในด้านนี้เนื่องจากเรามีโรงงานสำหรับผลิตโพรไบโอติกและสารชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์แห่งแรกของประเทศ ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้อย่างกว้างขวางและช่วยลดต้นทุนในการนำเข้าโพรไบโอติกจากต่างประเทศ จึงเป็นความภาคภูมิใจในด้านอุตสาหกรรมชีวภาพที่มีการเติบโตมากขึ้น

ในการวิจัยและพัฒนาด้านเกษตร แม้ภารกิจหลักด้านนี้จะอยู่ที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่จะไปเน้นวิจัยพืชหลักของประเทศ 5 ชนิด ได้แก่ ข้าว ยาง มัน อ้อย และปาล์ม ซึ่งเน้นวิธีการปลูกและการทำให้ได้ผลผลิตสูง แต่สำหรับในส่วนของ วว. เราจะวิจัยที่ต่างออกไป เช่น พืชไม้ดอกไม้ประดับ หรือวิจัยในส่วนการนำเศษเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ นำมาทำปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยคุณภาพสูง ที่สามารถนำมาใช้ในพืชอื่นๆ ได้ รวมถึงสารชีวภัณฑ์ซึ่งสามารถใช้ได้พืชแทบทุกชนิด ถือเป็นการร่วมสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการเกษตรของประเทศร่วมกัน



ในด้านการวิจัยและพัฒนาอาหาร กลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพ วว. มุ่งไปในเรื่องของโปรตีนทางเลือก (alternative protein) เนื่องจากเราเริ่มตระหนักว่าประชากรโลกเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้โปรตีนจากเนื้อสัตว์อาจผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งมีความต้องการรับประทานเนื้อสัตว์ลดลง ประกอบกับกระแสการบริโภคก็เปลี่ยนไป ผู้คนหันมาใส่ใจกับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและดูแลสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น เราจึงเริ่มวิจัยโปรตีนจากพืช (plant-based protein) โดยทั่วไปแล้วมีแหล่งที่มาจากพืชตระกูลถั่ว เห็ด สาหร่าย และผักที่มีโปรตีนสูง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนั้นเรายังวางแผนในการวิจัยและพัฒนาโปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial based protein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สร้างโดยจุลินทรีย์ มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายเนื้อเทียมบด ใช้ประกอบอาหารปรุงรสทดแทนเนื้อสัตว์บด มีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่ง วว. มีแนวทางที่จะสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานที่เป็นภาคี หน่วยงานวิจัย และมหาวิทยาลัย มาร่วมทำงานวิจัยด้านนี้ต่อไป

ในด้านการวิจัยและพัฒนาสมุนไพร มีการจัดทำโครงการ “ขับเคลื่อนเศรษฐกิจสังคมไทยด้วยการสร้างสรรค์คุณค่าเครื่องสำอางตามเอกลักษณ์ท้องถิ่นไทย (Thai Cosmetopoeia)” ซึ่งเป็นโครงการตามยุทธศาสตร์การดำเนินงานของ วว. ในการวิจัยและพัฒนาด้านเครื่องสำอาง มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทรัพยากรชีวภาพของแต่ละท้องถิ่นที่มีความเป็นอัตลักษณ์ หรือเอกลักษณ์ที่โดดเด่น นำมาพัฒนาด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ “นวัตกรรมอัตลักษณ์เครื่องสำอางไทย” ซึ่งถือเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบท้องถิ่นให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ (creation values) เพื่อให้เป็นที่รู้จักในระดับชาติ และช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากให้เกิดความยั่งยืน รวมทั้งส่งเสริมนโยบาย BCG ให้เกิดการขยายตัว อย่างสร้างสรรค์ และยั่งยืน โดยมีเครือข่ายความร่วมมือทั้งภาครัฐ เอกชน ของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย โดยปัจจุบันเราเน้นการวิจัยเครื่องสำอางจากสมุนไพร มากกว่าการใช้ประโยชน์เป็นยาและอาหารเสริม เนื่องจากสามารถผลักดันให้เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการผลิต



เป็นยาและอาหารเสริม และใช้เวลาในการวิจัยสั้นกว่า เพราะเครื่องสำอางในสมุนไพร 1 ชนิด จะมีอายุไม่เกิน 2 ปี หากเราทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ได้นานขึ้น ก็จะต้องพัฒนาอัตลักษณ์และใช้วัตถุดิบจากในพื้นที่นั้นๆ เช่น เครื่องสำอางผลิตจากบัวแดง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งจะเป็นอัตลักษณ์ของทุ่งบัวแดง หรือเครื่องสำอางที่เกิดจากฮ่อมที่ใช้ย้อมผ้า จังหวัดแพร่ เครื่องสำอางจากน้ำพุร้อนเค็ม จังหวัดกระบี่ และเครื่องสำอางจากมะพร้าว จังหวัดสมุทรสาคร โดยผลิตภัณฑ์ของเราจะคล้ายกับการผลิตพืชที่บ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications; GI) ต่างกันที่พืช GI จำหน่ายเป็นผลสดและเป็นต้น แต่เราจะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และบ่งชี้แหล่งที่มาของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตได้

มุมมองทิศทางของอุตสาหกรรมชีวภาพที่ วว. ควรปรับตัวและขับเคลื่อนต่อไป

จากที่กล่าวไปข้างต้น ทิศทางของอุตสาหกรรมชีวภาพที่ วว. จะดำเนินต่อไป คือ การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านอาหารจะวิจัยและพัฒนาโปรตีนจาก

จุลินทรีย์ ด้านการเกษตร เราจะทำสารชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานเกษตรปลอดภัย ซึ่งยังมีความต้องการอีกมาก เนื่องจากปัจจุบันเราวิจัยและพัฒนาสารชีวภัณฑ์จากจุลินทรีย์เพียง 5 สายพันธุ์หลัก คือ ไตรโคเดอร์มา บีวารีเมธาไรเซียม บีที และบีเอส ในการนำไปใช้ควบคุมศัตรูพืช ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เราจะต้องเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้ไม่ต้องใส่ปุ๋ย หรือทำให้ใช้ปุ๋ยน้อยลง มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ลดต้นทุนการผลิต ลดการนำเข้าปุ๋ยเคมี ที่สำคัญสารชีวภัณฑ์จะต้องพัฒนาต่อไปให้มากขึ้นเนื่องจากโรคและแมลงของพืชมีจำนวนมากขึ้น เพื่อลดการใช้ยาฆ่าแมลงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

นอกจากนี้ยังมีแนวทางที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมทางด้านจุลินทรีย์เพื่อเป็นยา ใน 4-5 ปีข้างหน้า และอุตสาหกรรมจุลินทรีย์สำหรับสิ่งแวดล้อม เช่น การบำบัดน้ำเสีย บำบัดดินเสีย ดินที่ปนเปื้อนสารเคมี ซึ่งถือเป็นเศรษฐกิจฐานจุลินทรีย์ก็ได้ ทั้งนี้ วว. เราค่อนข้างมีพื้นฐานองค์ความรู้ นักวิจัยมีความเชี่ยวชาญ จึงมีความพร้อมทางด้านนี้สามารถขับเคลื่อนได้อยู่แล้ว



สิ่งที่อยากจะฝากไว้ให้กับรุ่นต่อไป

สิ่งที่อยากจะฝากไว้ให้สานต่อ และเป็นความท้าทายของ ผู้บริหารท่านต่อไป คือ การบริหารโรงงานนำทางในรูปแบบ ธุรกิจเต็มตัว เพื่อให้เกิดความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น โดยโรงงาน ที่ วว. มีอยู่ ณ ปัจจุบัน ได้แก่ โรงงานบริการนวัตกรรมอาหาร (TISTR Food Innovation Service Plant; FISP) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านสาหร่าย (Algal Excellent Center; ALEC) ศูนย์นวัตกรรมผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่ออุตสาหกรรม: โพรไบโอติก และพรีไบโอติก (Innovative Center for Production of Industrially-used Microorganisms; ICPIIM) ศูนย์บริการนวัตกรรมเครื่องสำอางแบบครบวงจร (Innovative Cosmetic Services Center; ICOS) รวมถึงศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี ยืดอายุลำไยเพื่อการส่งออก จังหวัดลำพูน และศูนย์การ ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตภาพและมูลค่าพืชไร่ชุมชน (สับปะรด) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งการจัดการอาจไม่เหมือนกัน ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่อาจสามารถแยกการบริหารได้ ส่วนโรงงานขนาดเล็กอาจแยกเป็นมูลนิธิ ซึ่งจะต้องมีการจัดการ เรื่องบุคลากรให้เหมาะสมด้วย โดยเฉพาะการวัดความสำเร็จ ของงาน วัตถุประสงค์หลักคือเราต้องการให้เกิดผู้ประกอบการ หน้าใหม่ ไม่ใช่การรับจ้างผลิตเป็นหลัก



และอยากฝากให้นักวิจัย มีความยืดหยุ่นในการ ทำงาน ต้องมีความตื่นตัวอยู่เสมอในการรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ รับทิศทางของโลกว่าจะดำเนินไปทางใด เราต้องพัฒนาองค์- ความรู้ของตัวเองให้ไปทางนั้น ฟังสัมมนาด้านการวิจัย การ พูดคุยกับผู้ประกอบการ เกษตรกร และชาวบ้านในพื้นที่ต่างๆ แล้วนำองค์ความรู้ที่ได้มาสรุปเพื่อต่อยอดเป็นงานวิจัยที่นำมา ใช้ได้จริง ต้องคิดและทำทันที จึงจะเป็นการทำงานที่ประสบ ความสำเร็จในฐานะนักวิจัย นอกจากนั้นในการทำงาน เรา ต้องกล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งการแสดงความคิดเห็นที่แตก- ต่างไม่ได้หมายถึงความขัดแย้ง แต่ต้องมีวิธีการพูด การแสดง ความคิดเห็นอย่างมีศิลปะ มีชั้นเชิง ในการพูด มีความสุภาพ ลดการใช้อารมณ์ มุ่งผลให้ทำงานกันได้อย่างราบรื่น นอกจาก นั้นเราควรมีบุคลิกภาพที่ดี มีการแต่งตัวและการพูดจาให้ถูก กาลเทศะเมื่อไปพบกับผู้ประกอบการ เกษตรกร หรือชาวบ้าน เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่จะแสดงถึงความตั้งใจของเราในการร่วม งานหรือการประสานงานต่างๆ

รองผู้ว่าการ อช. สายันต์ ต้นพานิช เป็นแบบอย่าง ที่ดีทั้งในด้านการทำงานและแบบฉบับของสุภาพบุรุษ บุคลิก ใจเย็นและยิ้มแย้มเสมอ ท่านทำให้พวกเราได้เห็นแล้วว่า "ความสุขจะนำสู่ความสำเร็จ"



Digital Transparency

ความโปร่งใสทางดิจิทัล วิธีที่ท้าทาย แต่ต้องก้าวข้ามให้ได้

ตอนที่ 1

ฉันทกร อารีรัชกุล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

กลไกที่สำคัญระหว่างการสร้างสมดุระหว่างภาครัฐและสาธารณะคือ การมีธรรมาภิบาล ดังนั้นหากขาดความโปร่งใสในการดำเนินงาน ก็อาจนำไปสู่การทุจริต การตัดสินใจที่ผิดพลาด อันเนื่องมาจากการกำกับดูแลที่ไม่สมบูรณ์ของภาครัฐได้ กลไกการสร้างความโปร่งใส (Transparency) เป็นส่วนสำคัญที่จะสร้างสมดุระหว่างอำนาจของรัฐและสาธารณะ โดยจะเพิ่มโอกาสในการตรวจพบการกระทำผิด การเปิดโปงการใช้อำนาจในทางมิชอบ และกำกับกิจกรรมต่างๆ

ความโปร่งใส ฟังดูผ่านๆ เหมือนจะเป็นเรื่องง่าย แต่ในทางปฏิบัติแล้วยากต่อการกำหนด และตระหนักถึงรูปแบบและแนวคิดต่างๆ ทั้งคำจำกัดความ ความคาดหวังที่แตกต่างกันออกไป ในการทำให้ทุกมิติมีธรรมาภิบาลดีขึ้น ทุจริตน้อยลง และเปิดกว้างมากขึ้น ความหวังที่จะยกระดับสร้างสมดุโปร่งใสเหล่านี้ให้สำเร็จได้ วันนี้น่าจะต้องอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วย

ความโปร่งใสทางดิจิทัล หมายถึง การที่องค์กรภาครัฐใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและเครือข่ายมาใช้งานเพื่อสนับสนุนให้เกิดความโปร่งใสมากขึ้น โดยมองว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ เพื่อใช้ในการสร้างข้อมูลเชิงลึกในการดำเนินงานและการตัดสินใจของรัฐ ความโปร่งใสยังเป็นเรื่องสำคัญหนึ่งของ “รัฐบาลเปิด” (Open Government) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุง ความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และความรับผิดชอบในการตัดสินใจของรัฐบาล เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมของพลเมืองและสร้างความไว้วางใจในรัฐบาล กลไกทั่วไปที่สร้างความโปร่งใสทางดิจิทัล ก็คือ การเปิดเผยข้อมูลภาครัฐ สู่สาธารณะผ่าน

ช่องทางที่เรียกว่า Application Programming Interfaces (API) ซึ่งจะเป็นช่องทางเปิดเผยข้อมูลแบบเปิด ที่ทำให้ชุดข้อมูลดิบมีความพร้อมใช้งานสำหรับผู้ใช้งานและเครื่องจักรทั่วไป โดยการจัดเตรียม interface สำหรับการสำรวจ วิเคราะห์ และแสดงข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้สามารถดำเนินการควบคุมข้อมูลได้อย่างเข้มงวด โดยสามารถนำเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) การวิเคราะห์ข้อมูล (data analytic) ปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) และ Data Driven Algorithm มาทำงานและประมวลผล และสร้างผลลัพธ์ต่างๆ เช่น สร้างข้อมูลแบบ visualization เป็นต้น

แม้จะมีความพร้อมของเครื่องมือดิจิทัลอยู่แล้ว แต่ความยากที่จะทำให้บรรลุความโปร่งใสอย่างสมบูรณ์ และการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความโปร่งใสทางดิจิทัล ก็ยังเป็นสิ่งที่ท้าทาย

ประการแรก : การเปิดเผยข้อมูลของรัฐบาลเพียงอย่างเดียวมันไม่พอ เนื่องจากมีอุปสรรคทางสังคมและเทคนิคจำนวนมากขัดขวางการสร้างสมดุโปร่งใสทางดิจิทัลจากข้อมูลดังกล่าว

ประการที่สอง : ในขณะที่ข้อมูลสามารถเปิดและแบ่งปันได้ แต่อาจสร้างข้อขัดแย้งในการดำเนินงานของรัฐบาล อาจมีข้อจำกัด จำนวนข้อมูลที่มากขึ้น อาจไม่ได้ทำให้นำไปสู่ความโปร่งใสที่มากขึ้น

ประการที่สาม : ในฐานะที่เป็นผู้ควบคุม มักจะเป็นผู้นำในการริเริ่มความโปร่งใส และมักตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่ แต่อาจละเลยในการพิจารณาความต้องการของสาธารณะ

ประการที่สี่ : การนำเสนอข้อมูลที่คัดเลือกและรวบรวมมา อาจมาจากมุมมองของนักออกแบบ แต่อาจไม่ตอบสนองมุมมองของด้านอื่นๆ เพียงพอ และอาจขาดความเหมาะสมสำหรับการสร้างความรับผิดชอบและต่อต้านการฉ้อโกงและทุจริต

ประการที่ห้า : ถึงแม้จะมีเครื่องมือมากมายที่จะให้เปิดเผยข้อมูลแบบกว้าง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดและไม่มีคำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการใช้งานเพื่อให้บรรลุระดับความโปร่งใสทางดิจิทัลตามที่ต้องการอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งโครงสร้างและการปฏิบัติของรัฐบาล

อุปสรรคของความโปร่งใสทางดิจิทัล

รัฐบาลหลายแห่งทั่วโลกพยายามใช้วิธีดิจิทัลเพื่อให้เกิดความโปร่งใสมากขึ้น โดยต้องเผชิญกับอุปสรรคที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ Portal ข้อมูลแบบเปิด รวมทั้งการสร้างแอปพลิเคชัน อุปสรรคดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น รวมทั้งความคาดหวังต่อการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อความโปร่งใส ซึ่งแบ่งอุปสรรคเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

อุปสรรคด้านคุณภาพข้อมูล รวมถึงข้อมูลที่ไม่สามารถเข้าถึงได้หรือไม่ถูกต้อง การแบ่งปันข้อมูลหรือระบุซ้ำจากชุดข้อมูลที่รวมกัน ทำให้เกิดการละเมิดความเป็นส่วนตัวและความเข้าใจผิดทางภาษา ทำให้เกิดการตีความข้อมูลที่ผิดพลาด การขาดฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ ก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของข้อมูล และความยากลำบากในการรวมข้อมูลจากแหล่งที่ต่างกัน

อุปสรรคทางเศรษฐกิจ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการรักษาโครงสร้างพื้นฐานและเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ big data การขาดการศึกษาผลตอบแทนจากการลงทุน (Return of

Investment; ROI) ที่เชื่อถือได้ แผนสถาปัตยกรรมที่ไม่น่าเชื่อถืออาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของต้นทุนที่คาดเดาไม่ได้และงบประมาณองค์กรที่จำกัด

อุปสรรคด้านจริยธรรม จัดการกับความลำเอียงของข้อมูลและผลการตัดสินใจเลือกปฏิบัติโดยอัลกอริทึมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล เช่นเดียวกับปัญหาความเป็นส่วนตัวที่เกี่ยวข้องกับการเปิดเผยพฤติกรรมของมนุษย์ผ่านการสอดแนมมวลชน และอื่นๆ

อุปสรรคของมนุษย์ รวมถึงการไม่มีพนักงานที่สามารถจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่และโครงการที่เกี่ยวข้อง ผู้มีอำนาจตัดสินใจและการตัดสินใจที่มีคุณภาพต่ำโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และการขาดวัฒนธรรมการทำงานที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและตามหลักฐาน

อุปสรรคขององค์กร ได้แก่ การขาดแผนการแบ่งปันข้อมูล ความเป็นเจ้าของข้อมูลไม่ชัดเจน ปัญหาด้านคุณภาพของข้อมูลทำให้เกิดข้อผิดพลาดหรือปล่อยให้บุคลากรประพฤติมิชอบ ข้อมูลไม่พร้อมใช้งาน ขาดนโยบายการแบ่งปันข้อมูลทำให้เกิดความไม่สมดุลของข้อมูล การไม่สามารถตรวจสอบได้ และการขาดความตระหนักเกี่ยวกับประโยชน์ของข้อมูลขนาดใหญ่

อุปสรรคทางการเมืองและกฎหมาย รวมถึงการขาดนโยบายความเป็นส่วนตัว การเฝ้าระวังจำนวนมากทำให้เกิดการขาดการปกป้องข้อมูล และการขาดกรอบการกำกับดูแลที่มั่นคงซึ่งก่อให้เกิดปัญหาทางกฎหมาย

อุปสรรคทางเทคนิค รวมถึงความจำเป็นในการประมวลผลข้อมูลปริมาณมหาศาล (big data) แต่ขาดวิธีการในการจัดการระบบ การบูรณาการที่ยากระหว่างข้อมูลขนาดใหญ่และเทคโนโลยีดั้งเดิม ส่งข้อมูลไม่ทันเวลา ประสิทธิภาพของระบบ big data อันเนื่องมาจากข้อจำกัดแบนด์วิธ และการขาดแผนสถาปัตยกรรม การละเมิดความปลอดภัยที่เกิดจากการรั่วไหลหรือการบุกรุกแก้ไขข้อมูล (hacking) ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยที่เกิดจากการไม่มีบันทึกสำหรับการวิเคราะห์ทางนิติเวช การจัดเก็บข้อมูลแบบเป็นส่วนตัว ที่เรียกว่าไซโลข้อมูล ก็ส่งผลให้เกิดการลดคุณภาพของข้อมูล ปัญหาเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูล และขาดเครื่องมือข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้งานง่าย

อุปสรรคในการใช้งาน รวมถึงความยากลำบากในการนำเสนอ อธิบายภาพให้เข้ากับผู้ชมที่แตกต่างกัน และข้อมูลของผู้ใช้ที่มากเกินไป ทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของข้อมูล

ตารางที่ 1. รายการตามประเภทอุปสรรคของความโปร่งใสทางดิจิทัล

Data Quality	DQ1	Privacy issues due to information sharing risks
	DQ2	Data quality issues due to the lack of unified area ontologies
	DQ3	Data quality issue due to heterogeneous (structured vs unstructured) data sources
	DQ4	Data quality issue due to the lack of data accuracy
	DQ5	Privacy issue due to re-identification caused by combining data sets
	DQ6	Data quality issue due to the lack of centralized databases
	DQ7	Data quality issue due to language misconceptions, e.g. usage and jargon
Economic	EC1	The high cost of creating and maintaining big data analysis infrastructures
	EC2	Financial issues due to the lack of reliable Return-on-Investment (ROI) studies
	EC3	Lack of low-cost analytical tools to carry out big data analysis
	EC4	Lack of big data system architecture plans leading to unpredictable cost increases
	EC5	Financial issues due to limited organizational budgets
Ethical	ET1	Prejudicial use of algorithms, e.g. discrimination based on ethnicity
	ET2	Privacy issue due to human habits, ethics and culture
Human	HU1	Lack of skilled workforce able to handle big data
	HU2	Low quality of decision-makers and decision-making
	HU3	Lack of data-driven and evidence-based culture
	HU4	Lack of skilled workforce to lead big data projects
Organizational	OR1	Lack of information sharing plans
	OR2	Data quality issue due to unclear ownership
	OR3	Data quality issue leading to mistakes or allowing misconduct by personnel
	OR4	Lack of or limited availability of data
	OR5	Asymmetry of information due to the lack of information sharing policies
	OR6	Lack of openness and constraints on inspecting algorithms
	OR7	Organizational issues due to the lack of awareness about the benefits of data
Political and Legal	PL1	Privacy issues caused by the lack of explicit privacy policies
	PL2	Data protection issues caused by mass surveillance
	PL3	Legal issues due to the lack of stable regulatory frameworks
Technical	TE1	Difficulties in processing vast volumes of data
	TE2	The complexity of the integration between big data and legacy technologies
	TE3	Lack of appropriate methods to deal with modern big data systems
	TE4	Technical issue due to the volumes of big data, causing users' data overload
	TE5	Data quality issues due to the lack of timeliness in data delivery
	TE6	Underperformance due to the lack of big data system architecture plans
	TE7	Performance issues caused by bandwidth limitations
	TE8	Security issues caused by the risk of data leakage or hacking
	TE9	Data quality issues caused by existing data silos
	TE10	Lack of data accessibility
	TE10	Security issues due to the unavailability of logs to carry out forensic analysis
	TE12	Technical issues due to the lack of user-friendly big data tools
Usage	US1	Visualizations that are hard to adapt to different audiences
	US2	Data quality issues due to the users' information overload

หลักการออกแบบความโปร่งใสทางดิจิทัล (Design Principles for Digital Transparency)

เพื่อเอาชนะอุปสรรคต่างๆ เหล่านั้น ต้องมีการออกแบบอย่างเป็นระบบ จัดระเบียบด้านคุณภาพของข้อมูล และสร้างระบบทางดิจิทัลสำหรับการเปิดเผยข้อมูลเพื่อความโปร่งใสขึ้นมา ตลอดจนเปลี่ยนแปลง กฎระเบียบและเงื่อนไขในองค์กรให้สอดคล้องกันด้วย เช่น การออกนโยบายรักษาความเป็นส่วนตัว (P1) การแยกเก็บข้อมูลสำคัญ ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป ข้อมูลส่วนบุคคลที่อ่อนไหวออกจากข้อมูลที่ไม่จำเป็น เป็นต้น เพื่อช่วยให้องค์กรตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

The Open Group Architecture Framework (TOGAF) (2009) กำหนดว่าหลักการดังกล่าวควรเข้าใจง่าย ครบถ้วน สม่่าเสมอ มั่นคงและยั่งยืน เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่ถูกต้อง โดยอาจใช้เทมเพลต TOGAF ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการกำหนดหลักการออกแบบ โดยแต่ละข้อควรประกอบไปด้วย ชื่อ ข้อความ เหตุผล และความหมาย การรวมเหตุผลและความหมายเข้าด้วยกัน จะส่งเสริมความเข้าใจและการยอมรับหลักการออกแบบทั่วทั้งองค์กร (TOGAF 2009) เทมเพลต TOGAF ในตารางที่ C.1 โดยสรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. หลักการออกแบบความโปร่งใสทางดิจิทัล

Code	Name	Short Name
P1	Separating privacy-sensitive and -insensitive data at the source	Privacy
P2	The openness of processes and actors	Openness
P3	Feedback mechanisms for improving transparency	Feedback Mechanisms
P4	Various levels of abstraction for data access	Data Abstraction
P5	Avoid any jargon or terms that the public does not understand	Comprehension
P6	Checking and rating data quality	Data Quality Rating
P7	Visualization of different views	Visualization
P8	Data access in different protocols	Data Access
P9	Use of standardized formats	Standardized Formats
P10	Ensuring that data is unaltered and its history can be traced	Data Persistency
P11	Data and system interoperability	Interoperability
P12	Include metadata for data comprehension	Metadata
P13	Transparency-by-design (automatically opening data)	Transparency-by-Design
P14	Opening of raw data	Opening of Raw Data
P15	Assigning stewards responsible for digital transparency	Stewardship

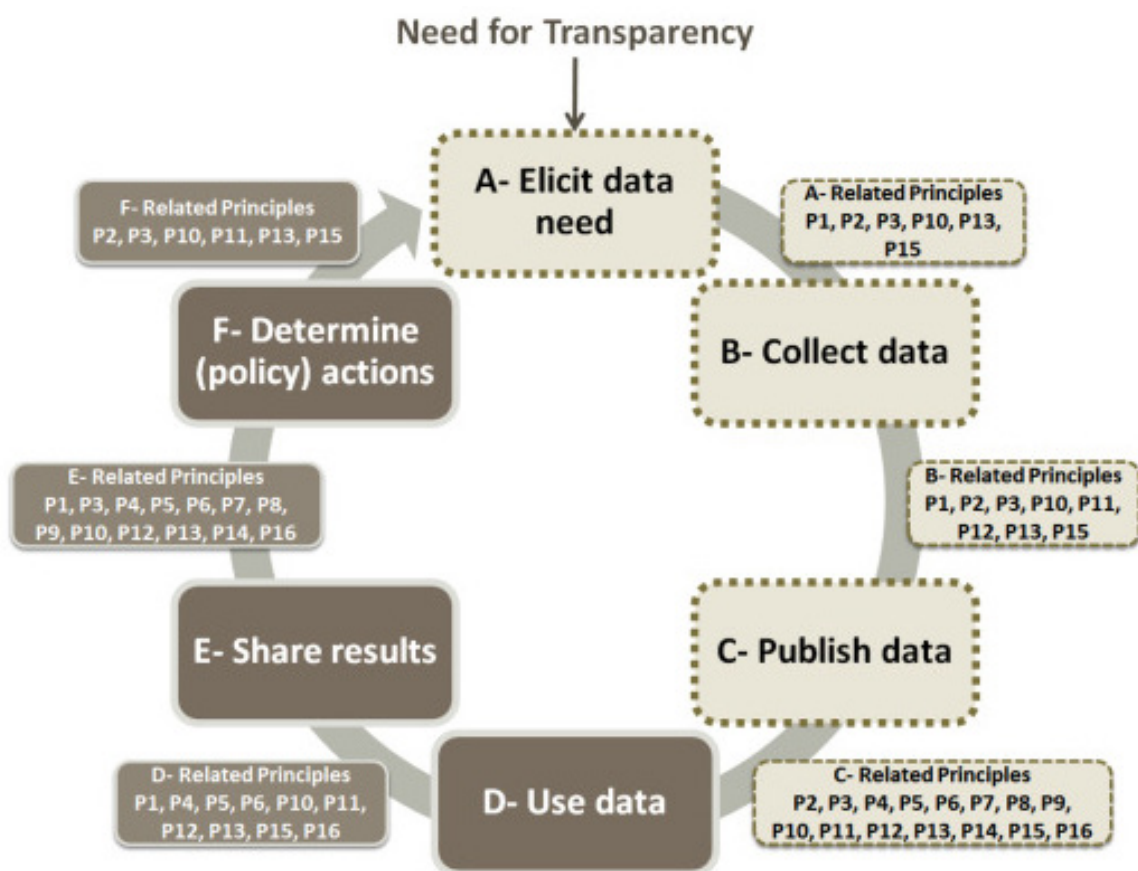
ตารางที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสรรคและหลักการออกแบบเพื่อความโปร่งใสทางดิจิทัล

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
DQ1	x	x	x	x		x				x			x	x	x	
DQ2						x	x			x	x	x		x	x	x
DQ3	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
DQ4		x	x		x	x				x	x	x	x			x
DQ5	x	x	x	x		x				x	x		x	x	x	
DQ6	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
DQ7			x		x	x	x						x			
EC1		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
EC2	x	x	x							x	x		x	x	x	
EC3							x	x	x	x	x	x	x	x	x	
EC4													x			
EC5	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ET1		x														
ET2		x														
HR1	x	x	x	x	x					x		x	x	x	x	x
HR2	x	x	x			x				x		x	x			

เพื่อดำเนินการพัฒนาเพื่อความโปร่งใสทางดิจิทัล โดยใช้หลักการออกแบบนี้ สามารถแสดงเป็น “วัฏจักรความโปร่งใสที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล” ของ Matheus & Janssen (Matheus *et al.* 2018 และ Matheus and Janssen 2018) ดังแสดงในรูปที่ 1

วัฏจักรนี้ จะประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การดึงข้อมูล 2) รวบรวมข้อมูล 3) เผยแพร่ข้อมูล 4) ใช้ข้อมูล 5) แบ่งปันผลลัพธ์ และ 6) กำหนดการกระทำ

และวัฏจักรยังแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเกี่ยวกับการเผยแพร่ข้อมูล (สีอ่อน เส้นประ) และส่วนเกี่ยวกับการใช้ข้อมูล (สีเข้ม เส้นทึบ) เพื่อให้สอดคล้องกับธรรมชาติของการพัฒนาที่ขั้นตอนต่างๆ จะวนซ้ำเป็นวัฏจักร



Download : Download high-res image (444KB)

Download : Download full-size image

ที่มา: Matheus and Janssen (2018)

รูปที่ 1. วัฏจักรความโปร่งใสที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ที่สอดคล้องกับหลักการออกแบบ

ตารางที่ 4. ขั้นตอนของวัฏจักรความโปร่งใสที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล จับคู่กับหลักการออกแบบความโปร่งใส

#	Phase Name	Description / Justification	Related Principle Codes and Names	
A	Elicit data need	Any data created for whatever reason and the disclosure of this data is a transparency action.	P1	Privacy
			P2	Openness
			P3	Feedback
			P10	Mechanism
			P13	Data Persistency
			P15	Transparency-by-Design Stewardship
B	Collect data	Data must be collected in any form, from manual and physical (e.g. surveys), to automated and digital (e.g. networked sensors).	P1	Privacy
			P2	Openness
			P3	Feedback
			P10	Mechanism
			P11	Data Persistency
			P12	Interoperability
			P13	Metadata
			P15	Transparency-by-Design Stewardship
C	Publish data	A step to become transparent, data must be published (disclosed). Publishing data is at the heart of the Transparency Cycle.	P2	Openness
			P3	Feedback
			P4	Mechanism
			P5	Data Abstraction
			P6	Comprehension
			P7	Data Quality

แล้วในฉบับหน้า มาต่อตอนที่ 2 กับการวิจัยทดสอบหลักการออกแบบ และบทสรุปของเรื่องนี้กันว่า แนวคิด ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ จะสร้างความโปร่งใสผ่านระบบดิจิทัลให้สำเร็จได้อย่างไร เมื่อระบบดังกล่าวเริ่มต้นใช้งาน 🍎

การใช้ **Decision rule** ในการรายงานผลตาม **ISO/IEC 17025 version ใหม่**

ณัฐพงศ์ นิลจรัสวงษ์

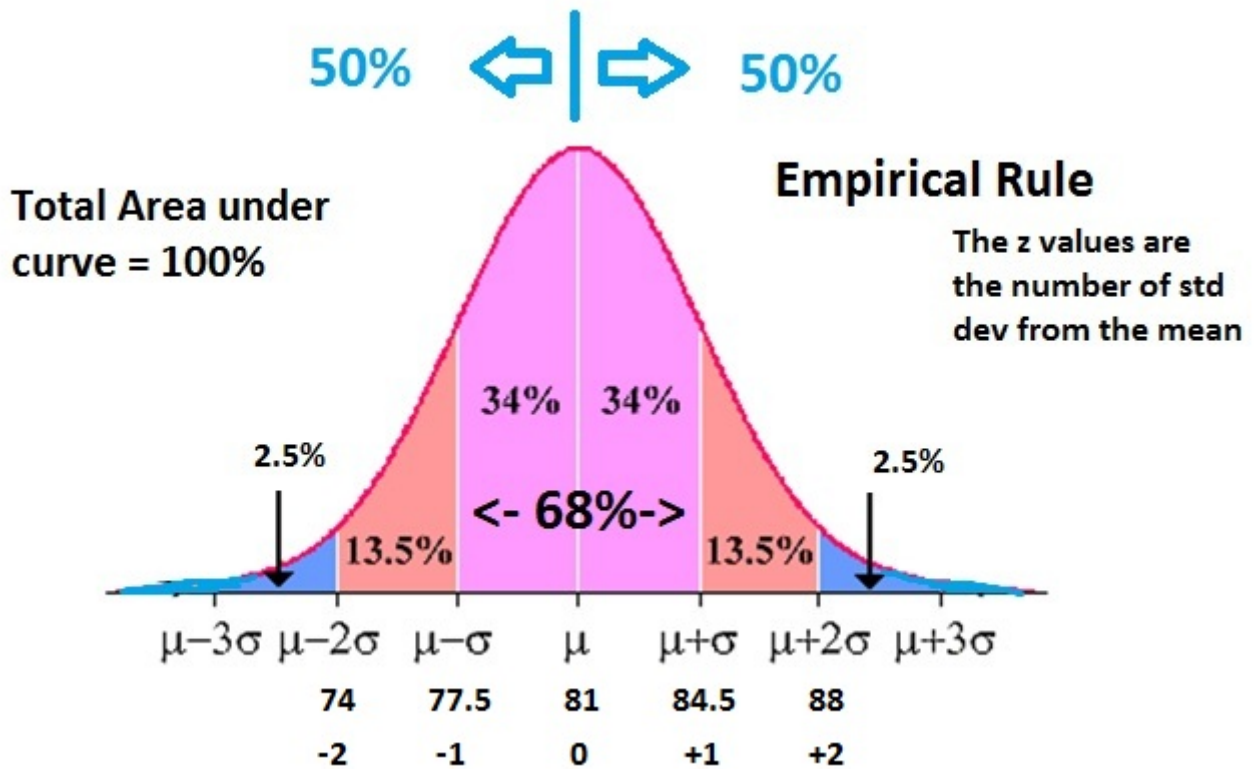
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

มาตรฐานข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ ISO/IEC 17025: 2017(E) ได้ประกาศใช้ฉบับใหม่เมื่อปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) มีคำศัพท์คำนิยามใหม่ๆ ที่ได้มีการอธิบายเพิ่มหลายคำ เช่น คำว่า ห้องปฏิบัติการ (laboratory) ความเป็นกลาง (impartiality) รวมถึงคำว่า เกณฑ์การตัดสินใจ (decision rule) บทความนี้จะอธิบายคำศัพท์ decision rule และการนำไปใช้รายงานผลที่ระบุการเป็นไปตามข้อกำหนด (Reporting statements of conformity) ให้เข้าใจมากขึ้น

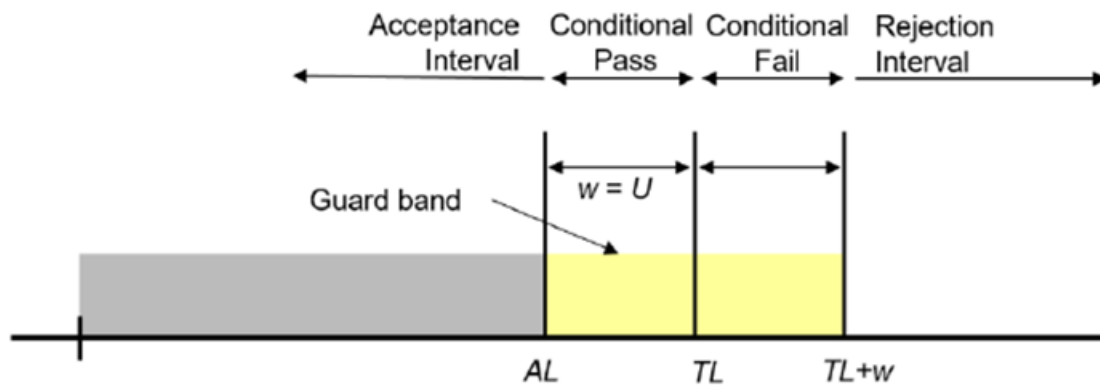
ในข้อกำหนด 7.8.6 ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2017(E) การรายงานที่ระบุการเป็นไปตามข้อกำหนด เกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ต้องคำนึงถึงค่าความไม่แน่นอนของการวัดและระดับความเสี่ยงด้วย (เช่น การยอมรับที่ผิดพลาด false accept และการปฏิเสธที่ผิดพลาด false reject)

ตัวอย่างการรายงานที่ระบุการเป็นไปตามข้อกำหนด จากผลการสอบเทียบที่มีค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95% ตัวประกอบครอบคลุมเท่ากับ 2.00 การกระจายของข้อมูลแบบ Normal (C.L. 95%, $k=2.00$, Normal distribution) ดังแสดงในรูปที่ 1 กรณีที่ใช้เกณฑ์การตัดสินใจที่มีแถบป้องกัน (guard band) เท่ากับค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Use $w = U$ Guard band, C.L. 95%, $k=2$) ดังแสดงในรูปที่ 2 กรณีนี้มีความเสี่ยงเฉพาะ $\leq 2.5\%$ PFA (Probability of False Accept) คำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟ (ข้อมูล) ทั้งหมดที่กลับด้วยค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95% โดยที่ความเสี่ยงเฉพาะนี้จะเกิดขึ้นที่ปลายปีกของกราฟที่ปีกด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น $(100\% - 95\%)/2 = 2.5\%$



ที่มา: Accreditation Committee of ILAC (2019)

รูปที่ 1. การกระจายของข้อมูลแบบ Normal



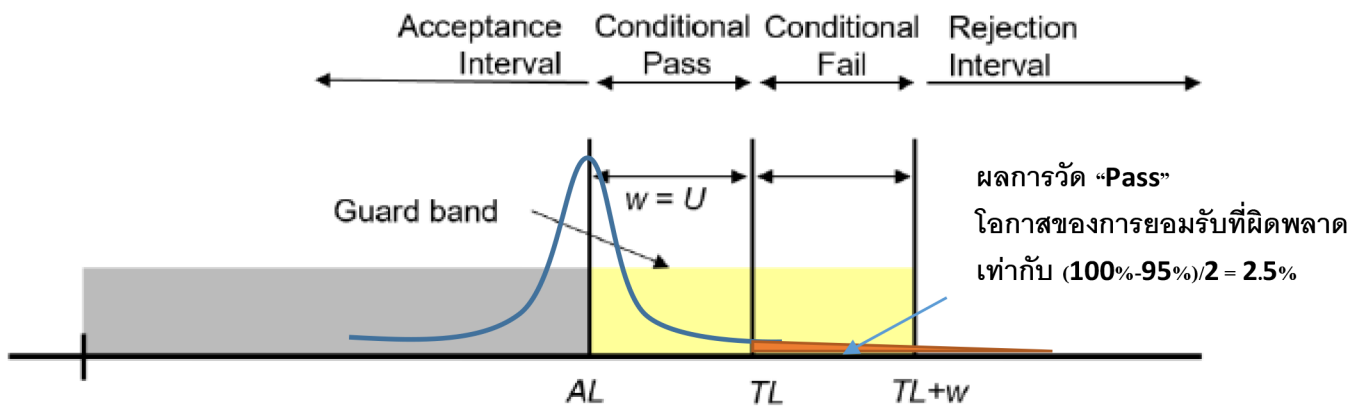
ที่มา: Accreditation Committee of ILAC (2019)

รูปที่ 2. การรายงานการเป็นไปตามข้อกำหนดแบ่ง 4 กรณี

จากรูปที่ 2 การรายงานผลการวัด ที่มีการระบุการเป็นไปตามข้อกำหนด แบ่งการระบุได้เป็น 4 กรณี ดังนี้

1) ผ่าน (Pass) - ผลการวัดอยู่ในขีดจำกัดที่ยอมรับ (Acceptance Limit, AL) โดยขีดจำกัดที่ยอมรับ คำนวณจาก

ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (Tolerance Limit, TL) ลบด้วยค่าความไม่แน่นอนของการวัด (U) กรณีนี้มีความเสี่ยงเฉพาะสำหรับการยอมรับที่ผิดพลาด $\leq 2.5\%$ ดังแสดงในรูปที่ 3

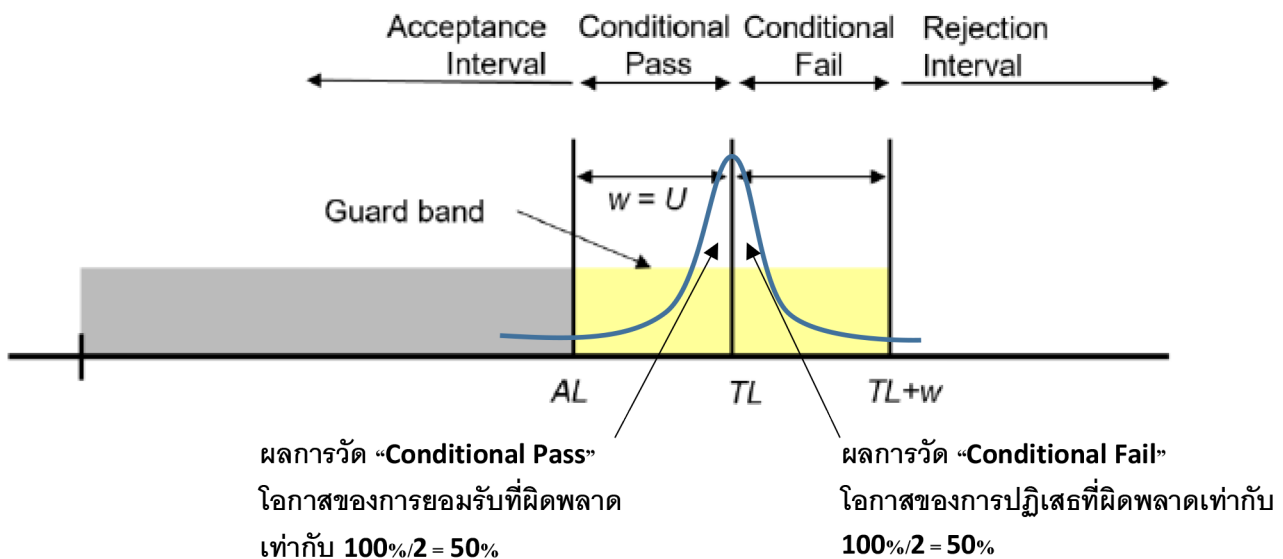


ที่มา: Accreditation Committee of ILAC (2019)

รูปที่ 3. ความเสี่ยงสำหรับผลการวัดกรณี ผ่าน (Pass)

2) ผ่านอย่างมีเงื่อนไข (Conditional pass) - ผลการวัดอยู่ระหว่างขีดจำกัดที่ยอมรับ และขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ กรณีนี้หากผลการวัดมีค่าเข้าใกล้ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (TL) จะมีความเสี่ยงเฉพาะสำหรับการยอมรับที่ผิดพลาด $\leq 50\%$ ดังแสดงในรูปที่ 4

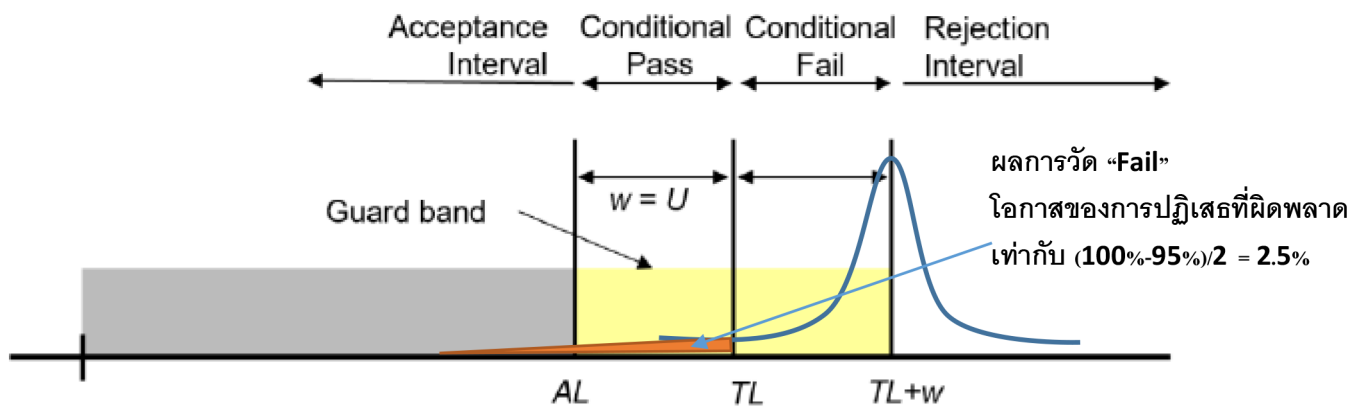
3) ตกอย่างมีเงื่อนไข (Conditional fail) - ผลการวัดอยู่ระหว่างขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ และขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับบวกเพิ่มแถบป้องกัน (TL + w) กรณีนี้หากผลการวัดมีค่าเข้าใกล้ขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ (TL) จะมีความเสี่ยงเฉพาะสำหรับการปฏิเสธที่ผิดพลาด $\leq 50\%$ ดังแสดงในรูปที่ 4



ที่มา: Accreditation Committee of ILAC (2019)

รูปที่ 4. ความเสี่ยงสำหรับผลการวัด กรณีผ่านอย่างมีเงื่อนไขและตกอย่างมีเงื่อนไข

4) ตก (Fail) - ผลการวัดอยู่นอกขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับบวกเพิ่มแถบป้องกัน ($TL + w$) กรณีนี้มีความเสี่ยงเฉพาะสำหรับการปฏิเสธที่ผิดพลาด $\leq 2.5\%$ ดังแสดงในรูปที่ 5



ที่มา: Accreditation Committee of ILAC (2019)

รูปที่ 5. ความเสี่ยงสำหรับผลการวัด กรณีตก

ดังนั้นหากหน่วยงานใดต้องการรายงานผลการวัดที่มีการรายงานที่ระบุการเป็นไปตามข้อกำหนดรวมอยู่ด้วย ต้องจัดทำเอกสารเกี่ยวกับเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ เพื่อใช้ตกลงกับลูกค้า และการรายงานผลต้องมีตัวชี้บ่งชี้ชัดเจนเกี่ยวกับ

- ก) ผลใดที่ระบุว่าเป็นไปตามข้อกำหนด
- ข) เป็นไปตามหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนดรายการมาตรฐาน หรือเฉพาะบางส่วนของข้อกำหนดรายการหรือ

มาตรฐานใด

- ค) เกณฑ์การตัดสินใจที่นำมาใช้ (ยกเว้นกรณีที่ระบุในข้อกำหนดรายการ หรือมาตรฐานที่ขอให้ใช้)
- และมั่นใจว่าบุคลากรที่ทำหน้าที่รายงานการระบุการเป็นไปตามข้อกำหนด มีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดีเรื่องเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ และระดับความเสี่ยง

เอกสารอ้างอิง

Accreditation Committee of ILAC, 2019. *ILAC G8:9/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity*. NSW: ILAC.

ISO Committee on Conformity Assessment (CASCO), 2017. *ISO/IEC 17025: 2017 (E) General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Geneva: ISO.

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ชลธิชา นิवासประภคิตี บุญเยี่ยม น้อยชุมแพ และจันทรา ปานขวัญ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ในธรรมชาติมีสิ่งมีชีวิตอยู่หลากหลายชนิด
ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันไป แต่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็
สามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันได้อย่าง
สมดุล โดยมีความสัมพันธ์กันในลักษณะต่างๆ เกิด
เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง สิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ฯลฯ สิ่งไม่มีชีวิต หรือสภาพแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ แสง อุณหภูมิ อากาศและความชื้น ฯลฯ ความสัมพันธ์ ซึ่งหมายถึง การอยู่ร่วมกันในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง เกิดการแลกเปลี่ยนสารและถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน องค์ประกอบของระบบนิเวศมี 2 ส่วน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางชีวภาพ (biological component) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น พืช สัตว์ มนุษย์ เห็ดราและจุลินทรีย์ สามารถแบ่งตามหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตได้ 3 ประเภท คือ

1.1 ผู้ผลิต (producer) คือ สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้ โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากมีสารสีเขียว หรือคลอโรฟิลล์ ได้แก่ พืชสีเขียว สาหร่าย โปรโตซัวบางชนิดที่สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มากระตุ้นสารอนินทรีย์ให้อยู่ในรูปสารอาหาร มีความสำคัญมากเพราะเป็นจุดเริ่มต้นที่เชื่อมต่อระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอื่น

1.2 ผู้บริโภค คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ดำรงชีวิตโดยการกินสิ่งมีชีวิตอื่น แบ่งได้ 3 ระดับด้วยกันคือ

- ผู้บริโภคปฐมภูมิ (primary consumer) คือ ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) โดยตรง เช่น ช้าง ม้า

โค กระบือ กระต่าย ปะการัง และเม่นทะเล เป็นต้น

- ผู้บริโภคทุติยภูมิ (secondary consumer) เป็นผู้บริโภคที่กินเนื้อเป็นอาหาร เช่น เสือ สิงโต เหยี่ยว และงู เป็นต้น

- ผู้บริโภคตติยภูมิ (omnivore) เป็นผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์ เป็นอาหาร เช่น คน ไก่ ลิง เต่าและปลาฉลาม เป็นต้น

1.3 ผู้ย่อยสลาย (decomposer) คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ อาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น โดยสร้างน้ำย่อยมาย่อยสลายส่วนประกอบของซากสิ่งมีชีวิต แล้วดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ เห็ด รา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์หรืออินทรียสารให้เป็นอินทรียสารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. องค์ประกอบทางกายภาพ (physical component) ได้แก่ สิ่งไม่มีชีวิตต่างๆ เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ หากองค์ประกอบสิ่งไม่มีชีวิตจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศไม่สามารถอยู่ได้ เช่น ดิน น้ำ แสงและอุณหภูมิ เป็นต้น แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.1 อินทรียสาร เป็นสารที่ได้จากธรรมชาติและเป็นส่วนประกอบแร่ธาตุพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตเพื่อสร้างเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ เช่น ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน น้ำ ออกซิเจน ไนโตรเจน เป็นต้น ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารละลายที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ทันที

2.2 อินทรียสาร เป็นสารที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เป็นต้น เกิดจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ทำให้ซากสิ่งมีชีวิตเน่าเปื่อยผุพังกลายเป็นธาตุอาหารสำหรับพืช

2.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-เบส เป็นต้น สภาพแวดล้อมที่แตกต่างทำให้การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นแตกต่างกันออกไป





ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น

1. ภาวะแข่งขัน (competition: -,-) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ทั้ง 2 ฝ่าย ต่างแก่งแย่งกัน เช่น นกพิราบและนกเขาแย่งกันกินอาหาร และผักตบชวาแข่งขันกันแพร่พันธุ์ในคลอง เป็นต้น

2. ภาวะปรสิต (parasitism: +,-) เป็นการอยู่ร่วมกันที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยผู้อาศัยได้รับประโยชน์ ผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์ เช่น พยาธิใบไม้ในตับของคน กาฝากกับต้นไม้ใหญ่ เห็บกับสุนัข และหนอนผีเสื้อกับต้นไม้ที่เป็นอาหาร เป็นต้น

3. ภาวะล่าเหยื่อ (predation: +,-) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตหนึ่งได้ประโยชน์จากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้ล่า และสิ่งมีชีวิตที่เสียประโยชน์หรือตกเป็นอาหาร เรียกว่า เหยื่อ เช่น กบกินแมลง งูกินกบ ตั๊กแตนกินหญ้า หม้อข้าวหม้อแกงดำกินแมลงเป็นอาหาร เสือล่ากวางเป็นอาหาร และมนุษย์จับปลาเป็นอาหาร เป็นต้น

4. ภาวะเกื้อกูลหรืออิงอาศัย (commensalism: +,0) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เช่น ชายผ้าสีดา กล้วยไม้บนต้นไม้ใหญ่ เหาฉลามกับปลาฉลาม และไลเคนบนเปลือกไม้ เป็นต้น

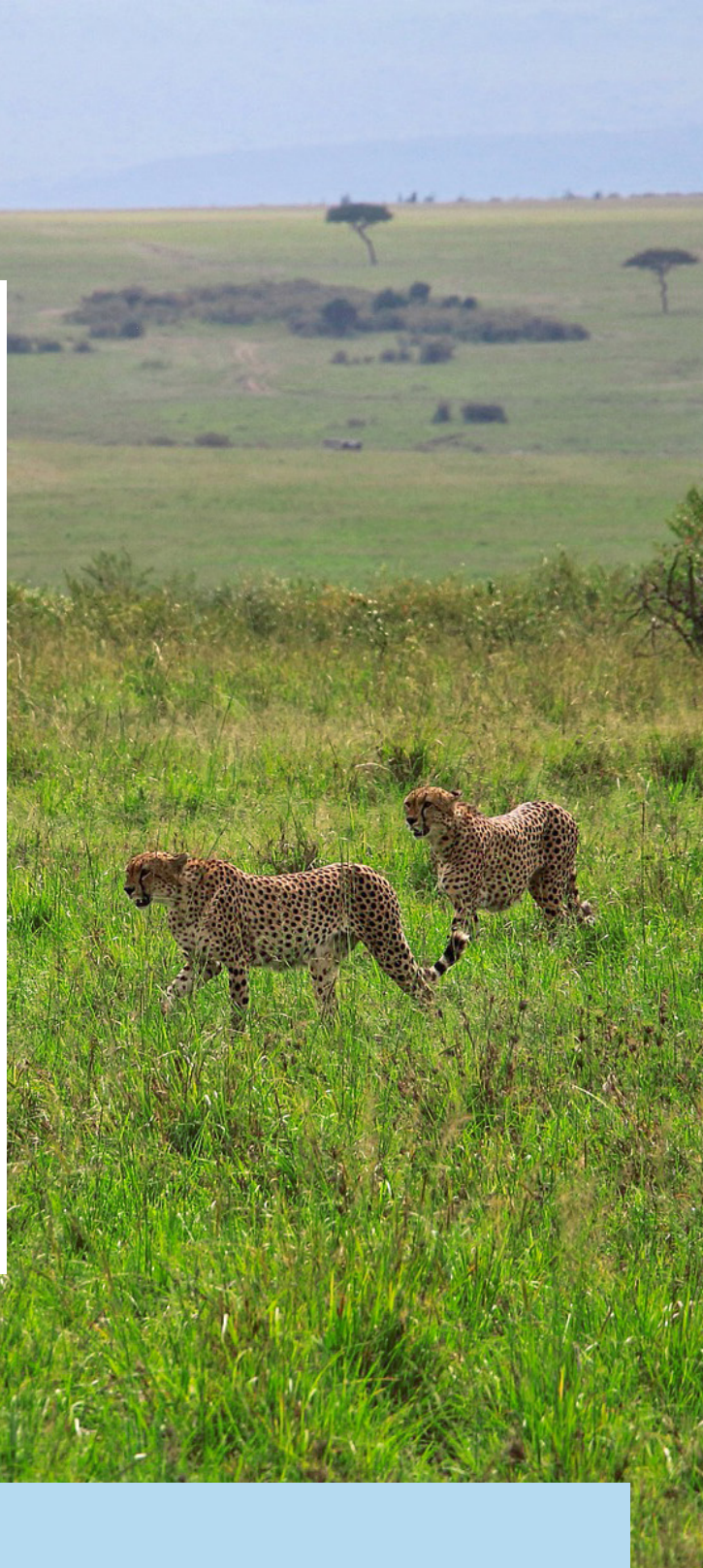
5. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (protocooperation: +,+) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ที่ต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ สามารถแยกกันอยู่ได้ ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้วยกันตลอดเวลา เช่น นกเอี้ยงกับควาย นกเอี้ยงกินเห็บและเตือนภัยให้กับควาย และแมลงดูดน้ำหวานจากดอกไม้ แมลงช่วยผสมเกสรให้ดอกไม้ มดดำกับเพลี้ย เป็นต้น



6. ภาวะพึ่งพากันและกัน (mutualism: +,+) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ที่ต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ แต่ไม่สามารถแยกจากกันได้ เช่น ไลเคนซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างราและสาหร่าย สาหร่ายสร้างอาหารเองได้ แต่ต้องอาศัยความชื้นจากราและราได้อาหารจากสาหร่าย ปลูกกับโปรโตซัวในลำไส้ปลวก ปลูกกินไม้เป็นอาหารแต่ในลำไส้ปลวกไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ ต้องอาศัยโปรโตซัวในลำไส้ของปลวกช่วยย่อยเซลลูโลสเพื่อเป็นอาหาร สำหรับปลวก และโปรโตซัวได้อาหารจากการย่อยนี้ด้วย และแทนแ่งกับ Anabaena/Nostoc เป็นต้น

7. ภาวะเป็นกลาง (neutralism: 0,0) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นอิสระ ไม่ให้และไม่เสียประโยชน์ต่อกัน ไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น เสือกับหญ้า และนกกับกระต่าย เป็นต้น

ดังนั้น ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถพบได้ในระบบนิเวศตั้งแต่ระบบนิเวศขนาดเล็กไปจนถึงระบบนิเวศขนาดใหญ่ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ



เอกสารอ้างอิง

- พจนา เพชรคอน. 2556. ภาวะความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/9796-2019-02-21-07-11-20>, [เข้าถึงเมื่อ 25 ธันวาคม 2564].
- วีรวิษ เอนกจํานงค์พร. ม.ป.ป. BiomapFull_v06 ชีววิทยา01. กรุงเทพฯ: มปท., 283 หน้า.
- ศุภณัฐ ไพโรหกุล. 2562. ชีววิทยา. กรุงเทพฯ: บริษัทแอดทีฟ พริ้นท์ จำกัด, 567 หน้า.
- อุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. 2564. ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.waghor.go.th/v1/elearning/nature/our_world1.php, [เข้าถึงเมื่อ 25 ธันวาคม 2564].

ดัชนีการไหล หรืออัตราการไหลของพลาสติก และความเชื่อถือได้

วารุณี ฟางทวนิช

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ดัชนีการไหล (Melt Flow Index, MFI) หรือ อัตราการไหล (Melt Flow Rate, MFR) เป็นการบอกความสามารถในการไหลของพลาสติกหลอมเหลวแบบง่ายๆ มีหน่วยเป็น กรัมต่อ 10 นาที (g/10 min) ซึ่งใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมพลาสติกเพื่อควบคุมคุณภาพของเทอร์โมพลาสติก วิธีการวัดมีกล่าวในวิธีทดสอบมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่

- ASTM D 1238: Standard Test Method for Melt Flow Rate of Thermoplastics by Extrusion Plastometer
- ISO 1133: Determination of the Melt Mass-Flow Rate (MFR) and Melt Mass-Flow Rate (MVR) of Thermoplastics

นอกจากนี้ยังมีมาตรฐาน DIN 53735, ISO 292, ASTM D3364, BS278 720A, BS2782 105C

การทดสอบนี้ใช้วัดว่าพอลิเมอร์หลอมเหลวเกิดการไหลตัวอย่างไร จัดเป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือการไหลของวัสดุได้ โดยทั่วไปพอลิเมอร์ส่วนใหญ่มิช่วงความสามารถในการไหลแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ต่างกัน เช่น High Density Polyethylene (HDPE) มีเกรดใช้สำหรับกระบวนการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบเป่า (blow moulding) หรือแบบฉีด (injection moulding) แต่จะไม่

ใช้ HDPE เกรดเดียวกันกับการขึ้นรูปทั้ง 2 แบบ กระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดต้องการวัสดุที่ไหลตัวง่าย (easy flowing) เมื่อหลอมเหลว ในขณะที่กระบวนการขึ้นรูปแบบเป่าต้องการวัสดุที่ไหลช้ากว่า (stiffer flowing) เมื่อหลอมเหลว ดังนั้นการควบคุม “ความสามารถในการไหล” ของพอลิเมอร์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการขึ้นรูป

เราเรียกเครื่องมือวัดความสามารถในการไหลของพอลิเมอร์นี้ว่า Melt Indexer (MI) และเรียก ผลการวัดที่ได้ว่า Melt Flow Index (MFI) หรือ Melt Flow Rate (MFR) ของพอลิเมอร์ หลักพื้นฐานของการทดสอบนี้เป็นการวัดอัตราการไหลของพอลิเมอร์หลอมเหลวผ่าน standard die ภายใต้อุณหภูมิ และน้ำหนักกด (load) ตามที่กำหนด ซึ่งขอกกล่าวในขั้นตอนการทดสอบต่อไป

การทดสอบดัชนีการไหลของพลาสติก เริ่มพัฒนาจากวัสดุพอลิเอทิลีน ซึ่งใช้ภาวะการทดสอบที่ 190°C. และน้ำหนักกด 2.16 กิโลกรัม ต่อมาภาวะทดสอบนี้ได้ถูกนำมาใช้กับพลาสติกชนิดอื่นๆ เพื่อศึกษาความสามารถในการไหลของพลาสติกต่างชนิดกัน

ดัชนีการไหลเป็นข้อมูลพื้นฐานของวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติก ค่าดัชนีการไหลสูง บ่งบอกว่าวัสดุนั้นมีความหนืดต่ำ (ความสามารถในการไหลง่าย) และเมื่อเทียบกับพอลิเมอร์ในกลุ่มเดียวกัน ค่าดัชนีการไหลต่ำ บอกละเอียดน้ำหนักรวมสูง หรือโครงสร้างมีกิ่งก้าน (branch) น้อย

การไหลตัวของพลาสติกหลอมเหลวมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักโมเลกุล กล่าวคือ วัสดุที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ย่อมไหลได้ง่ายกว่าพลาสติกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง หรือแสดงดังนี้

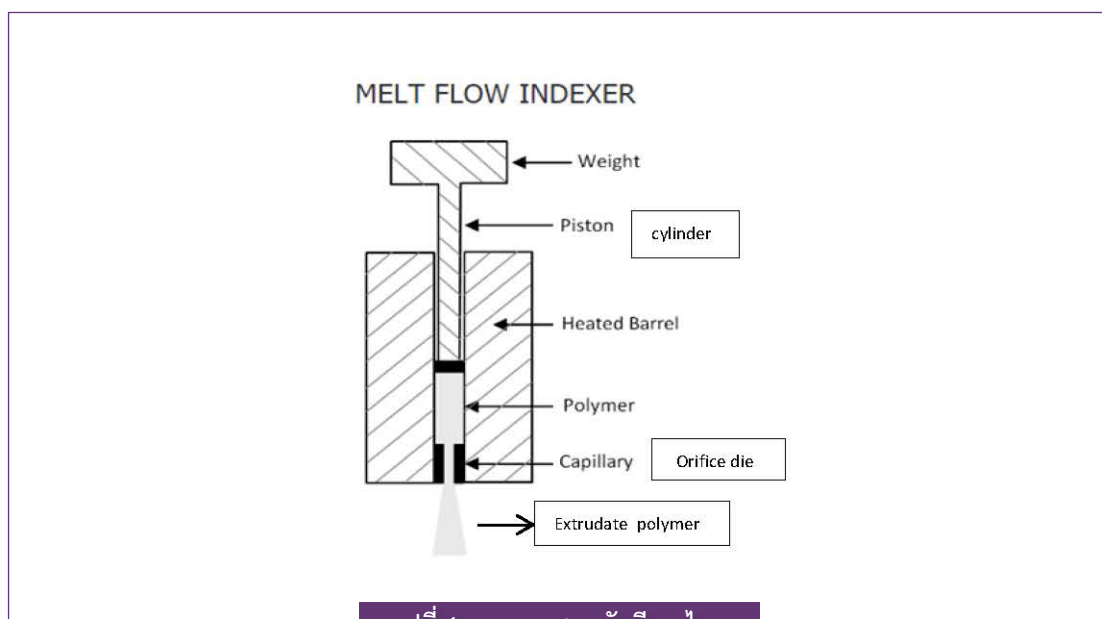
น้ำหนักโมเลกุลต่ำ = ไหลง่าย ดังนั้น ไหลง่าย = ค่าดัชนีการไหลสูง จึงกล่าวได้ว่า
ค่าดัชนีการไหลสูง = น้ำหนักโมเลกุลต่ำ หรือ ค่าดัชนีการไหลต่ำ = น้ำหนักโมเลกุลสูง

ผลการวัดนี้ช่วยบอกความแตกต่างของพอลิเมอร์ที่มีเกรดต่างกัน ปกติพลาสติกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความต้านทานต่อการไหลได้มากกว่าพลาสติกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขึ้นรูปพอลิเมอร์อย่างเด่นชัดนัก นั่นเป็นเพราะกระบวนการผลิตพลาสติกมีส่วนประกอบของสารเติมแต่งอยู่ด้วย ซึ่งสารเติมแต่งมีผลต่อลักษณะเฉพาะในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติก เช่น stability หรือ flowability ผลของสารเติมแต่งเหล่านี้ ก็ไม่ได้สังเกตได้ง่ายจากค่าดัชนีการไหล ลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรมการไหลของพอลิเมอร์หลอมเหลวนี้นี้ จึงขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ โดยค่าของตัวแปรก็อาจต่างออกไปจากกระบวนการในระดับสเกลใหญ่ ดังนั้น ค่าดัชนีการไหลที่วัดได้ จึงอาจไม่ได้สัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะเฉพาะในการขึ้นรูปก็ได้

การวัดดัชนีการไหลของพลาสติกเป็นเพียงข้อมูลการวัดค่าหนึ่งๆ เท่านั้น จึงไม่นิยมใช้ค่าดัชนีการไหลทำนายความสามารถในการขึ้นรูปของพอลิเมอร์ เพราะเป็นค่าวัดที่ได้เป็นเพียงจุดเดียว แต่จะเป็นประโยชน์สำหรับการควบคุมคุณภาพ

รวมถึงเปรียบเทียบความคงที่ของสมบัติด้านการไหลของวัสดุแบบ batch to batch นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตบางรายใช้ค่าดัชนีการไหลบอกปริมาณวัสดุรีไซเคิลที่สามารถใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้

ขั้นตอนการทดสอบ : ด้วยเครื่องทดสอบดัชนีการไหล (Melt Indexer) เริ่มจากให้ความร้อนจนกระบอก (cylinder) ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด จากนั้นค่อยๆ ใส่ตัวอย่างพลาสติกลงในกระบอก แล้วนำน้ำหนักที่กำหนดวางลงบน piston ภาวะทดสอบที่ใช้อ้างอิงจาก ASTM D1238 ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อพลาสติกหลอมเหลว จากนั้นปล่อยให้ไหลผ่านช่อง die เส้นพอลิเมอร์(extrudate) ที่ไหลออกจาก die ในช่วงแรกให้ตัดทิ้ง เนื่องจากอาจมีฟองอากาศหรือสิ่งสกปรกปะปน ตัดเส้นพอลิเมอร์หลอมเหลวที่ไหลออกมาจาก die ตามระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และการไหลตัวของพลาสติกชนิดนั้นๆ ปล่อยให้เส้นพอลิเมอร์เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้อง นำมาชั่งและคำนวณดัชนีการไหล ในหน่วย กรัม/10 นาที ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. การทดสอบดัชนีการไหล

ตารางที่ 1. ภาวะการทดสอบสำหรับพลาสติกชนิดต่างๆ

วัสดุ	อุณหภูมิ, °ซ.	น้ำหนักกด, กิโลกรัม
Acetals (copolymer and homopolymer)	190	1.05
	190	2.16
Acrylics	230	1.2
	230	3.8
Acrylonitrile-butadienestyrene	200	5.0
	220	10
	230	3.8
Acrylonitrile/butadiene/styrene/polycarbonate blends	230	3.8
	250	1.2
	265	3.8
	265	5.0
Cellulose esters	190	0.325
	190	2.16
	190	21.6
	210	2.16
Ethylenechlorotrifluoroethylene copolymer	271.5	2.16
	271.5	5.0
Ethylene-tetrafluoroethylene copolymer	297	5.0
Polyamide	235	1.0
	235	2.16
	235	5.0
	275	0.325
	275	5.0
Perfluoro (ethylenepropylene) copolymer	372	2.16

วัสดุ	อุณหภูมิ, °ซ.	น้ำหนักกด, กิโลกรัม
Perfluoroalkoxyalkane	372	5.0
Polycaprolactone	80	2.16
	125	2.16
Polychlorotrifluoroethylene	265	12.5
Polyetheretherketone (PEEK)	400	2.16
Polyether sulfone (PESU)	360	10
	380	2.16
Polyethylene	125	0.325
	125	2.16
	190	0.325
	190	2.16
	190	5
	190	10
	190	21.6
	250	1.2
	310	12.5
	300	1.2
Polymonochlorotrifluoroethylene	265	21.6
	265	31.6
Polypropylene	230	2.16
Polypropyl sulfone (PPSU)	365	5.0
	380	2.16
Polystyrene	190	5.0
	200	5.0
	230	1.2
	230	3.8

วัสดุ	อุณหภูมิ, °ซ.	น้ำหนักกด, กิโลกรัม
Polysulfone (PSU)	343	2.16
Polyethylene terephthalate (PET)	250	2.16
	285	2.16
Poly (vinyl acetal)	150	21.6
Polyvinyl chloride (PVC), rigid compound ^A	190	21.6
Poly (vinylidene fluoride)	230	5.0
	230	21.6
Poly (phenylene sulfide)	315	5.0
Styrene acrylonitrile	220	10
	230	3.8
	230	10
Styrenic Thermoplastic Elastomer	190	2.16
	200	5.0
Thermoplastic Elastomer-Ether-Ester	190	2.16
	220	2.16
	230	2.16
	240	2.16
	250	2.16
Thermoplastic elastomers (TEO)	230	2.16
Vinylidene fluoride copolymers ^B	120	5.0
	120	21.6
	230	2.16
	230	5.0
A Data has shown that greater repeatability and reproducibility when testing PVC can be obtained using ASTM D3364.		
B Tm = 100°C		

ทำอย่างไรให้ผลทดสอบเชื่อถือได้ จากขั้นตอนการทดสอบอย่างง่ายที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น พอจะเห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีการไหล ได้ดังนี้

1. Preheat time : ควรให้ความร้อน Cylinder ตามระยะเวลาที่กำหนดก่อนเริ่มการทดสอบ เพื่อให้การกระจายอุณหภูมิตลอดผนังของ Cylinder มีความสม่ำเสมอ

2. Moisture : ความชื้นในวัสดุพอลิเมอร์เป็นสาเหตุให้เกิดฟองอากาศในเส้นพอลิเมอร์หลอมเหลว (Extrudate) ที่อาจมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า การชั่งน้ำหนักชิ้น Extrudate ที่ตัดออกมาหลายๆ ชิ้นระหว่างทดสอบ ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน ช่วยบอกการมีความชื้นในวัสดุพอลิเมอร์นั้นได้ ดังนั้นความชื้นที่ทำให้เกิดฟองอากาศมีผลต่อน้ำหนักของ Extrudate อย่างมีนัยสำคัญ

3. Packing : เมื่อใส่ตัวอย่างพลาสติกลงในกระบอกที่มีอุณหภูมิตามกำหนดแล้ว ควรอัดตัวอย่างภายใน Cylinder ด้วยแท่งอัดโดยให้แรงอัดกระทำทั่ว เพื่อกำจัดช่องอากาศบริเวณ

ระหว่างเม็ดตัวอย่างพลาสติก และเมื่อแท่ง Piston ถูกกดต่ำลงไปใน Cylinder จะถูกดันให้ปิดแนบกับตัวอย่าง จึงไม่มีอากาศที่เป็นสาเหตุให้ผลการทดสอบผันแปรได้

4. Volume of samples : ปริมาตรตัวอย่างทดสอบใน Cylinder ควรรักษาระดับให้คงที่ไว้ เพื่อให้ผลทดสอบซ้ำไม่ต่างกัน หากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรตัวอย่าง จะทำให้ความร้อนที่ส่งมาจากผนัง Cylinder ไปยังตัวอย่างทดสอบเปลี่ยนแปลงได้

นอกจากนี้ ความสะอาดเครื่อง สภาพเครื่องพร้อมใช้งาน การสอบเทียบเครื่อง และความชำนาญของผู้ทดสอบ เป็นปัจจัยสนับสนุนต่อผลการวัดดัชนีการไหลที่ถูกต้อง แม่นยำได้

อย่างไรก็ตาม หากมีข้อสงสัยในผลการวัดดัชนีการไหล เราควรตรวจทาน และปรับปรุงเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน รวมถึงพิจารณาปัจจัยต่างๆ ในขั้นตอนการทดสอบ และจัดให้มีการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545. Plastic Testing Seminar, วันที่ 19-20 มิถุนายน, 2545, หน้า 40.

ASTM. 2020. ASTM D 1238 -13 : Standard Test Method for Melt Flow Rate of Thermoplastics by Extrusion Plastometer. Maryland: ASTM.

Melt Flow Index, 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://polymerdatabase.com/polymer%20physics/elt%20Flow.html>, [เข้าถึงเมื่อ 13 สิงหาคม 2562].

Vishu, H.S., 2007. Handbook of Plastic Technology and Failure Analysis, 3rd ed, New Jersey: John Wiley & Sons Inc., pp. 177-184.

การออกแบบและพัฒนา

เครื่องรีดแบบกล้วยตาก

ตอนที่ 2

อรุณี ชัยสวัสดิ์ อรุณรัตน์ แสนสิง และปิยะพงษ์ นิรินาทวรุตม์กุล

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับที่ผ่านมา ผู้เขียนได้กล่าวถึงขั้นตอนการแปรรูปกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก ซึ่งเป็นที่นิยมของคนไทย แต่ยังมีปัญหา คือ ในกระบวนการผลิตกล้วยตากเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ มีขั้นตอนหลักที่สำคัญ คือ การทำให้กล้วยตากมีรูปร่างแบน ความหนาสม่ำเสมอ นำรับประทาน ซึ่งส่วนใหญ่ยังต้องใช้แรงงานคนในการกดทับให้แบน ทำให้ใช้เวลานาน ซึ่งนอกจากทำให้ผลิตได้ช้าแล้ว ผู้ปฏิบัติงานยังต้องระมัดระวังการออกแรงกดที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ คณะผู้เขียนจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดแบบกล้วยตากให้กับวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตกล้วยตาก ดังนี้

1. แนวคิดในการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยี

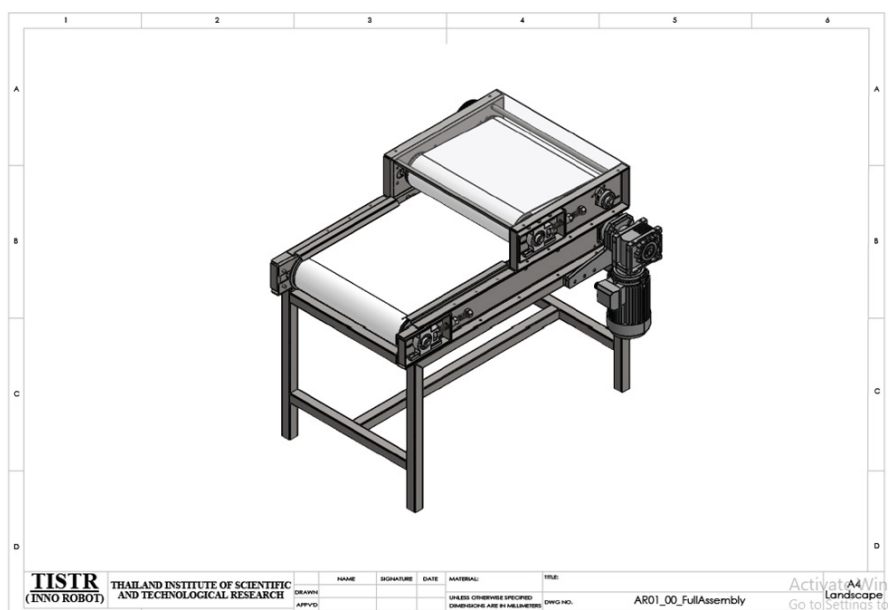
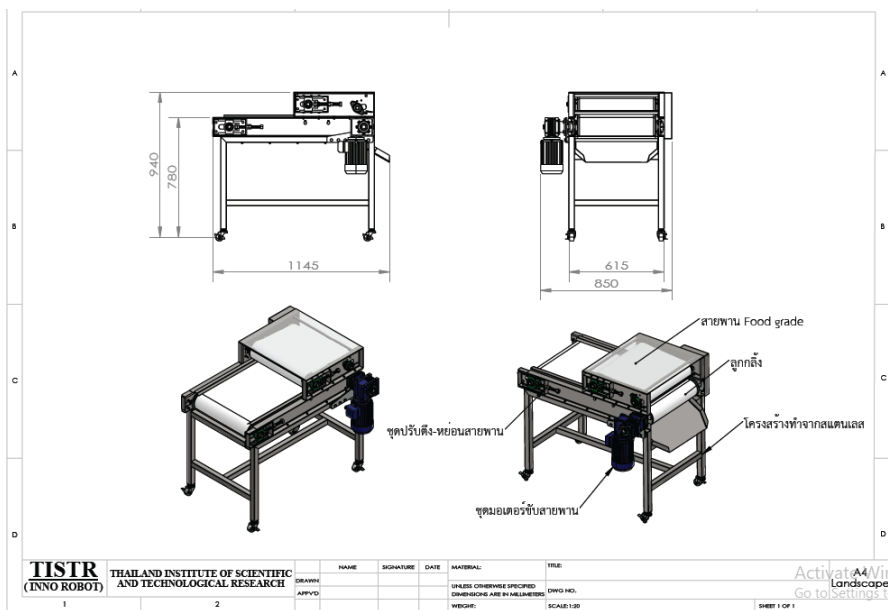
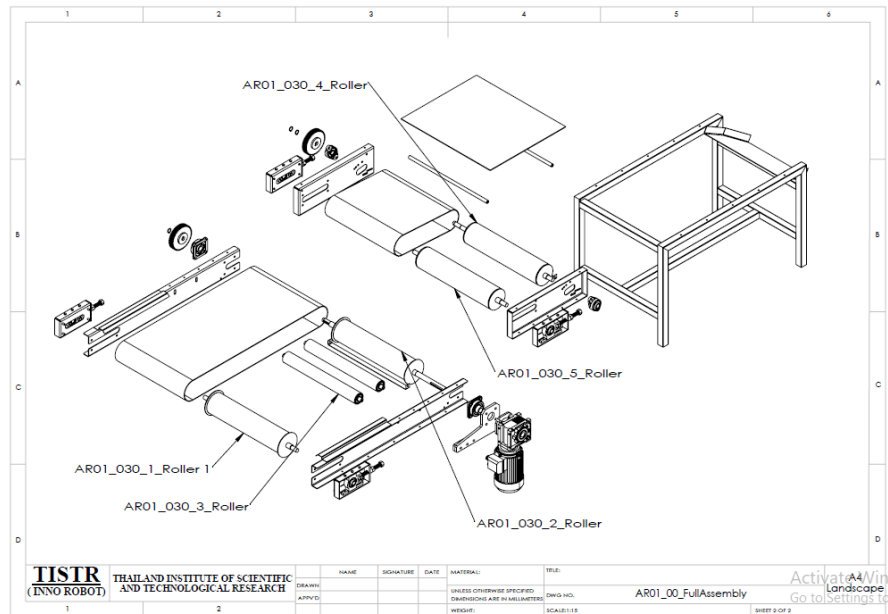
วว. ดำเนินโครงการ เพื่อยกระดับมาตรฐานและปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ให้กับวิสาหกิจชุมชน โดยดำเนินโครงการคู่มือวิจัยเพื่อโอท็อป โดยได้ดำเนินการพัฒนาเครื่องจักรให้กับวิสาหกิจชุมชนกล้วยตากแม่โสม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งต้องการขยายกำลังการผลิต จาก 50 กิโลกรัม/ชั่วโมง เป็น 150 กิโลกรัม/ชั่วโมง

แนวทางการพัฒนาและออกแบบเทคโนโลยี เครื่อง-

จักร อุปกรณ์ เพื่อขยายกำลังผลิตในเชิงพาณิชย์นั้น ต้องพิจารณาความต้องการของชุมชนเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นเทคโนโลยีที่ยั่งยืนและเหมาะสมกับความสามารถในการผลิตของชุมชน ดังนั้น วว. จึงออกแบบและพัฒนาเครื่องรีดแบบกล้วยตาก หลักการทำงาน โดยใช้ระบบสายพานลำเลียง 2 ชุด หมุนสวนทางกันผ่านช่องว่าง เพื่อให้เกิดแรงกด ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกชนิดเป็นวัสดุสแตนเลส เกรดอาหาร เพื่อให้เป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย สะดวก ปลอดภัย บำรุงรักษาง่ายและไม่ซับซ้อน ดังนี้

ตารางที่ 1. รายละเอียด การออกแบบเครื่องรีดแบบกล้วยตาก

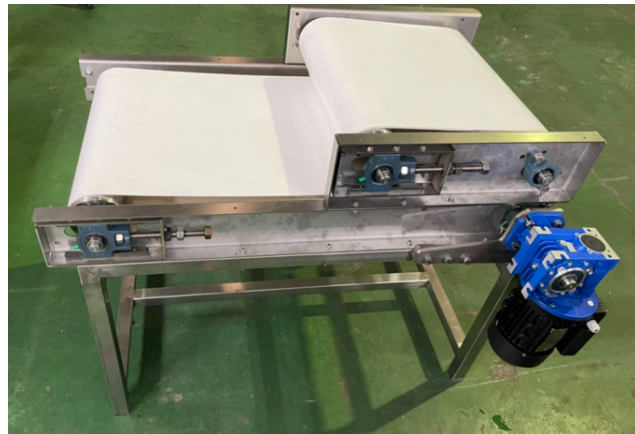
ส่วนประกอบ	รายละเอียดการออกแบบ
1. โครงสร้าง	ทำจากเหล็กกล่องสแตนเลส โดยพับและเชื่อมขึ้นรูปเป็นลักษณะโต๊ะ เพื่อวางยึดอุปกรณ์ต่างๆ ขนาด 0.85X1.145X0.94 เมตร
2. ชุดต้นกำลัง	ขับเคลื่อนสายพาน ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ½ แรงม้า แรงดันไฟ 220 โวลต์ มีชุดเฟืองขับและลดความเร็วรอบที่เหมาะสม ประมาณ 50 รอบ/นาที
3. ระบบสายพานลำเลียง	ทำจากพลาสติกพีวีซีขาว มีเพลาลำเลียงสายพานชุดบน-ล่าง จำนวน 4 ตัว
4. ชุดปรับระยะ	มี 2 ชุด คือ ชุดปรับระยะกดในแนวดิ่ง และชุดปรับความตึงสายพานในแนวนอน โดยความหนาของกล้วย ประมาณ 15-20 มิลลิเมตร
5. การเคลื่อนที่	มีล้อ 4 ล้อ เคลื่อนที่อิสระ แบบล็อกได้



รูปที่ 1. รูปแบบเครื่องรีดแบนกล้วยตาก

การปรับปรุงเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง

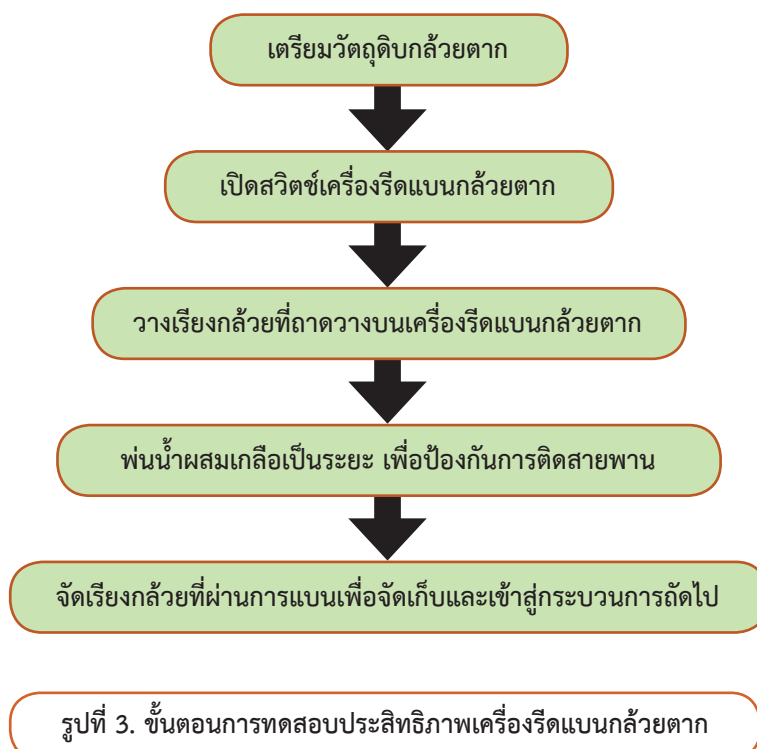
คณะทำงานดำเนินการพัฒนาและออกแบบเครื่องรีดแบนกล้วยตากต้นแบบ วว. รุ่น 1 และมีการปรับปรุงระบบและประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง เป็นเครื่องรีดแบนกล้วยตาก วว. รุ่น 2. ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2. เครื่องรีดแบนกล้วยตากต้นแบบ วว. รุ่น 1 และ 2

2. การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องรีดแบนกล้วยตาก

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องรีดแบนกล้วยตาก คณะทำงานได้ดำเนินการทดสอบ ณ สถานที่จริง คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยตากแม่โสม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก เพื่อให้ชุมชนผู้ผลิตกล้วยตากได้ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องรีดแบนกล้วยตาก และปรับปรุงให้เหมาะสมตามความต้องการของชุมชน โดยมีขั้นตอนดังนี้





รูปที่ 4. การทดสอบการรีดแบนกล้วยตากด้วยเครื่องต้นแบบ วว.



รูปที่ 5. กล้วยตากที่ผ่านการรีดแบนด้วยเครื่อง

3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้

เพื่อให้ชุมชนและผู้ประกอบการมีองค์ความรู้ สามารถใช้เครื่องรีดแบนกล้วยตากได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ วว. จึงดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ เทคนิคการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ การปรับแต่งระยะต่างๆ การดูแลบำรุงรักษา การซ่อมแซม อุปกรณ์ พร้อมจัดทำเป็นคู่มือประกอบการใช้งาน



รูปที่ 6. การถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ให้กับชุมชน



รูปที่ 7. การถ่ายทอดเทคโนโลยีและส่งมอบเครื่องจักร

4. ผลการดำเนินงาน

การนำ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยการพัฒนาเครื่องรีดแบนกล้วยตาก กำลังการผลิต 150 กิโลกรัม/ชั่วโมงหรือ 1,200 กิโลกรัม/วัน ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ ผลการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การเปรียบเทียบผลผลิตและผลลัพธ์ก่อนและหลังการดำเนินโครงการ

ปัจจัยเปรียบเทียบ	เป้าหมาย	ก่อนดำเนินโครงการ	หลังดำเนินโครงการ	เพิ่ม/ลด
กำลังการผลิต	เพิ่มขึ้น	400 กิโลกรัม/วัน	1,200 กิโลกรัม/วัน	เพิ่มขึ้น 3 เท่า
แรงงาน	ลดลง	10 คน	2 คน	ลดลง 5 เท่า
ระยะเวลาการผลิต	ลดลง	50 กิโลกรัม/ชั่วโมง	150 กิโลกรัม/ชั่วโมง	เพิ่มขึ้น 3 เท่า
รายได้	เพิ่มขึ้น	-	-	เพิ่มขึ้น 3 เท่า



รูปที่ 8. ผลิตภัณฑ์ชุมชนพร้อมจำหน่าย



กล้วยตากแม่โสม
MAESOM BANANA 🍌



กล้วยตากแม่โสมขอขอบคุณหน่วยงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.) ที่ช่วยสนับสนุนเครื่องแบบกล้วยให้แก่กล้วยตากแม่โสม ภายใต้การดำเนินงานโครงการคุ้มครองวิทย์เพื่อโอท็อป ช่วยเพิ่มกำลังการผลิต 3 เท่า/ลดการใช้แรงงาน มีกำลังการผลิต 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ช่วยลดแรงงานคนในกระบวนการผลิต ทั้งนี้ วว. ได้ส่งมอบเครื่องฯ ดังกล่าวแล้ว ณ ร้านกล้วยตากแม่โสม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

รูปที่ 9. ภาพประกอบประชาสัมพันธ์จากผู้ประกอบการ

เอกสารอ้างอิง

อรุณี ชัยสวัสดิ์ และคณะ. 2562. รายงานโครงการออกแบบและพัฒนาเครื่องแบบกล้วยตาก. ปทุมธานี: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 30 หน้า.



วว. ได้รับอนุมัติข้อเสนอโครงการวิจัยมุ่งพัฒนาเกษตรเศรษฐกิจเอเปค

โครงการจัดการขยะชุมชนตามหลัก BCG



โครงการพัฒนากลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ วว.



กองประชาสัมพันธ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

เอเปค หรือ ความร่วมมือทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก (Asia-Pacific Economic Cooperation: APEC) คือ เวทีความร่วมมือทางเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2532 โดยมีเป้าหมายหลักส่งเสริมการเปิดเสรีการค้าการลงทุน รวมถึงความร่วมมือในด้านमितสังคมและการพัฒนาอื่น ๆ อาทิ ความร่วมมือด้านการเกษตร การส่งเสริมบทบาทสตรีในเศรษฐกิจ การลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ และการพัฒนาด้านสาธารณสุข เพื่อนำไปสู่การสร้างเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่ครอบคลุม ยั่งยืน และความมั่นคงของประชาชนในภูมิภาค

ปัจจุบันเอเปคมีสมาชิกรวม 21 เขตเศรษฐกิจ ได้แก่ ออสเตรเลีย แคนาดา ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จีน ฮองกง นิวซีแลนด์ สหรัฐอเมริกา บรูไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ ฟิลิปปินส์ ไทย จีนไทเป ชิลี เม็กซิโก ปาปัวนิวกินีเปรู รัสเซีย และเวียดนาม

ในการรวมตัวมีเป้าหมายร่วมกัน เพื่อส่งเสริมระบบการค้าพหุภาคี สนับสนุนการขยายตัวทางเศรษฐกิจของภูมิภาคและของโลก ด้วยการลดอุปสรรคและอำนวยความสะดวกทางการค้า การค้าบริการ และการลงทุนระหว่างประเทศสมาชิก โดยให้สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ขององค์การการค้าโลก นอกจากนี้ยังส่งเสริมความร่วมมือทางด้านการเงินการคลังในการแก้ไขวิกฤตเศรษฐกิจ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) โดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้รับอนุมัติข้อเสนอโครงการวิจัยที่มีเป้าหมายพัฒนาเกษตรเศรษฐกิจเอเปค จำนวน 2 โครงการ ได้แก่ โครงการจัดการขยะชุมชนตามหลัก BCG สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน และโครงการจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือของนักวิจัยและพัฒนากลุ่มไม้ดอกไม้ประดับในประเทศเศรษฐกิจเอเปค เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืนและการพัฒนาอย่างเสมอภาค ลดความแตกต่างทางเศรษฐกิจระหว่างเขตเศรษฐกิจ ยกกระดับความเป็นอยู่ทางเศรษฐกิจและสังคม

“... วว. มุ่งร่วมขับเคลื่อนนโยบายเศรษฐกิจ BCG ของรัฐบาล ผ่านการประยุกต์ใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน จากการดำเนินงานดังกล่าวส่งผลให้ได้รับการอนุมัติ ข้อเสนอโครงการวิจัยและพัฒนา จำนวน 2 โครงการ จาก Asia-Pacific Economic Cooperation หรือ APEC โดยให้เป็นโครงการภายใต้ APEC Policy Partnership on Science, Technology and Innovation (PPSTI) ซึ่งมี กระทรวง อว. เป็น Focal Point ประเทศไทย ของกลุ่ม PPSTI...” ศ. (วิจัย) ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต ผู้ว่าการ วว. กล่าว



ศ. (วิจัย) ดร.ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต
ผู้ว่าการ วว.

โครงการจัดการขยะชุมชนตามหลัก BCG สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Municipal Solid Waste Management according to BCG Principles towards Sustainable Development Goals) มีวัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเขตเศรษฐกิจเอเปคในการสร้างเครือข่าย ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม การจัดการขยะชุมชน โดยการแบ่งปันการถอดบทเรียนด้านการจัดการขยะและกรณีศึกษาในการจัดการขยะชุมชนที่ประสบความสำเร็จ โดยมี **ดร.เรวดี อนุวัฒนา นักวิจัยอาวุโส ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม วว.** เป็นหัวหน้าโครงการ เริ่มต้นดำเนินงานผ่านการจัดสัมมนาออนไลน์ เพื่อรวบรวมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากเขตเศรษฐกิจเอเปค

อาทิเช่น ญี่ปุ่น สวีเดน สิงคโปร์ เวียดนาม ไต้หวัน และ รัสเซีย มาแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ที่มีในแต่ละเขตเศรษฐกิจ ในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการจัดการขยะชุมชน โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับ หลักการนโยบายเศรษฐกิจ Bio-Circular-Green (BCG) เพื่อเปลี่ยนขยะเป็นวัตถุดิบรอบสองที่มีมูลค่าเพิ่มและการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน เพื่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDG)

“...วว. มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจัดการขยะชุมชน จนเกิดเป็นศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีจัดการขยะชุมชน อาคารคัดแยกขยะตำบลตาลเดี่ยว อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี หรือตาลเดี่ยวโมเดล และขยายผลต่อยอดในการจัดการขยะชุมชนที่ต้นทางในจังหวัดอื่นๆ อีก 3 จังหวัดในประเทศไทย



ดร.เรวดี อนุวัฒนา
นักวิจัยอาวุโส ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรม
พลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม วว.



บานานิวาสี



ซึ่งเป็นรูปแบบของการบริหารจัดการขยะที่นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ให้เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนการผลิตและแปรรูป ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ชุมชนเข้าถึงและสามารถดำเนินการได้เอง นอกจากนี้ยังได้พัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถเชื่อมโยงและส่งเสริมการจัดการขยะระหว่างชุมชนและผู้ประกอบการ รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน สร้าง



อาชีพ สร้างรายได้ กลับคืนสู่ชุมชน รวมถึงการสร้างโอกาสให้เกิดการเรียนรู้แก่สตรี ดังนั้นการที่ข้อเสนอโครงการฯ จัดการขยะชุมชนของ วว. ได้รับอนุมัติจากเอเปค เชื่อมั่นว่าจะสร้างประโยชน์ต่อประเทศไทยและเขตเศรษฐกิจเอเปคอย่างเป็นรูปธรรม อันจะนำไปสู่การร่วมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของโลกให้ยั่งยืน...” ผู้ว่าฯ วว. กล่าวยืนยันถึงศักยภาพและความเชี่ยวชาญของ วว. ในการจัดการขยะชุมชน



ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ
นักวิจัย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรม
เกษตรสร้างสรรค์ วว.

โครงการจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือของนักวิจัยและพัฒนากลุ่มไม้ดอกไม้ประดับในประเทศเศรษฐกิจเอเปค (Development of Ornamental Plant and Flower Clusters for Sustainable Careers and Competitiveness of SMEs in APEC) มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือของนักวิจัยและพัฒนากลุ่มไม้ดอกไม้ประดับในประเทศเศรษฐกิจ APEC โดยมี ดร.อนันต์ พิริยะภัทรกิจ นักวิจัย ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ วว. เป็นหัวหน้าโครงการ เริ่มต้นโครงการผ่านการสัมมนาออนไลน์และนำบทเรียนที่ได้รับระหว่างการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบการ จากเขตเศรษฐกิจเอเปคมาเป็นปัจจัยในด้านการปฏิบัติ เพื่อเพิ่มมูลค่าของไม้ดอกไม้ประดับในประเทศเศรษฐกิจเอเปค ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจและเสริมสร้างแนวคิดของ BCG ในการดำเนินกิจกรรมด้านการเกษตร การพัฒนาศักยภาพให้กับผู้ประกอบการกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ



ในประเทศเศรษฐกิจเอเปคตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ สู่การบรรลุโอกาสและความยั่งยืนในภาคธุรกิจต่อไป

“...เขตเศรษฐกิจเอเปค มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกไม้ดอกและไม้ประดับ รวมทั้งความเชี่ยวชาญเรื่องเทคโนโลยีพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ และผู้ประกอบการไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการส่งออก โดย วว. มีหน่วยงานพันธมิตรที่สามารถติดต่อประสานงานได้ เช่น ญี่ปุ่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย และแสวงหาหน่วยงานในเขตเศรษฐกิจอื่นเพิ่มเติมที่อาจสนใจ เช่น เวียดนาม ฟิลิปปินส์ จีน เม็กซิโก เป็นต้น

แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณ คุณภาพ และความหลากหลายของผลผลิตไม้ดอกไม้ประดับนั้นยังคงเป็นปัญหา ซึ่งประเทศไทยได้ดำเนินโครงการมาตั้งแต่ปี 2563 โดยรวบรวมผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขาวิชา เช่น การทำฟาร์มอัจฉริยะ ผลิตภัณฑ์เกษตร การสร้างมูลค่า การออกแบบบรรจุภัณฑ์และนวัตกรรม รวมทั้งการท่องเที่ยวเชิงเกษตร เพื่อยกระดับความสามารถของเกษตรกรและผู้ประกอบการในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในอุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ...” ผู้ว่าฯ วว. กล่าว

ทั้งนี้ ตลอดระยะเวลา 2 ปีที่ผ่านมา โครงการฯ กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับในประเทศเศรษฐกิจเอเปค ได้ผลิตผู้ประกอบการรุ่นใหม่ที่เหมาะสมผลสำเร็จใน 6 จังหวัดของประเทศไทย โดยเพิ่มขีดความสามารถผ่านโครงการเพื่อสร้างศักยภาพให้เกษตรกรและผู้ประกอบการ อีกทั้งยังส่งเสริมการสร้างเครือข่ายและการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มประเทศที่เข้าร่วมโครงการ โดยเฉพาะเป้าหมายของผู้เข้าร่วมโครงการที่มาจากสาขาวิชา หรือธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อเรียนรู้และสร้างเครือข่ายระหว่างเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ขั้นแรกและกลายเป็นปัจจัยที่มีประโยชน์ในการพัฒนากลุ่มไม้ดอกไม้ประดับด้านเศรษฐกิจต่อไป

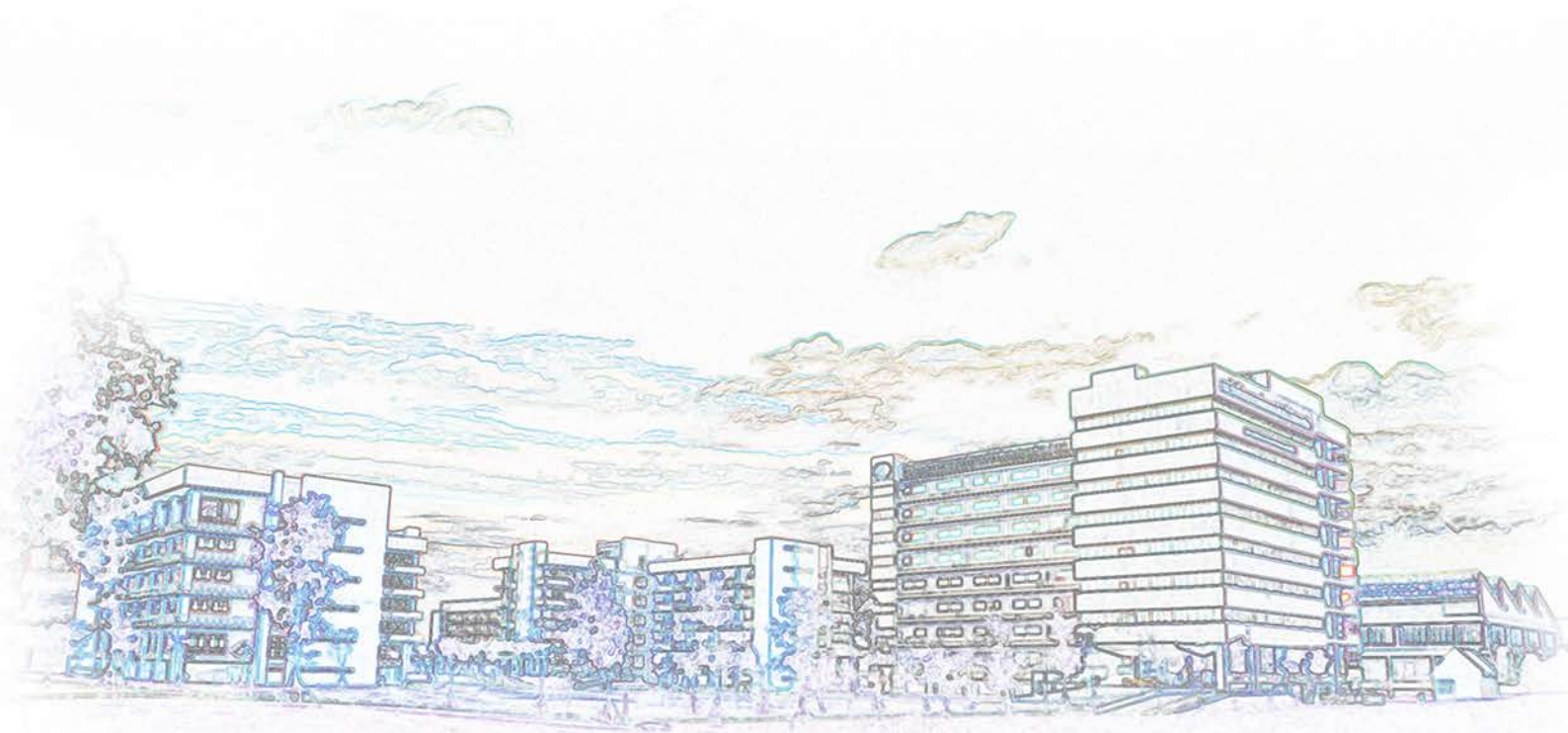
จากการที่ข้อเสนอโครงการวิจัยของ วว. ได้รับการอนุมัติจากเอเปคดังกล่าว เป็นสิ่งยืนยันที่เป็นรูปธรรมว่าการดำเนินงานของ วว. นั้น สามารถตอบโจทย์ทั้งในด้านนโยบายและตอบโจทย์ของสังคม สร้างผลกระทบเชิงบวกสร้างความเข้มแข็งให้กับประเทศ มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และนำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่แพร่หลายทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ



สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม รับคำแนะนำปรึกษา และงานบริการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม จาก วว.

ติดต่อได้ที่ โทร. 0 2577 9000 โทรสาร 0 2577 9009

เว็บไซต์ <https://www.tistr.or.th> อีเมล tistr@tistr.or.th Line @TISTR



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009

E-mail : tistr@tistr.or.th

Website : www.tistr.or.th

