



วิทยาศาสตร์ ^{ก้าวสู่ปีที่ 40} และเทคโนโลยี

เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

ทางเลือกความมั่นคงด้านอาหารของโลกอนาคต



ทำความรู้จักกับ

ศูนย์ด้านวิศวกรรม

Industrial Automation

ของ วว.

บทสัมภาษณ์

ดร.สุวิทย์ อังริยะเมต

ผู้อำนวยการ

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์
และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ (ศนย.)



อาชญากรรมทางเทคโนโลยี

ภัยคุกคามและการป้องกัน
ในประเทศไทย



ฟลักซ์ทาวเวอร์
(Flux Tower)



คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ผศ. ดร.วีรชัย อัจฉาภา
ดร.จิตรา ชัยวิมล
ดร.อาภากร สุปัญญา
ดร.พัชรา มณีนันท์
ดร.ศรดา วัลภา

ประธานคณะผู้จัดทำ

ดร.พงศธร ประภักกรางกูล

บรรณาธิการอำนวยการ

ดร.ภัทราวุฒิ แสงศิริ
นางปรีชดา วิสุทธิแพทย
นางอลิสรา คูประสิทธิ์

บรรณาธิการ

นายศิระ ศิลานนท์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางบุญเรือน น้อยชุมแพ
นางสลิลดา พัฒนศิริ

กองบรรณาธิการ

นางสาวปัทมา ลีเลิศมงคล
นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร
นางสาวกิตติธัญญา บุญยกุลศิริโรจน์
ดร.กฤติยา ทิสยากร
นางสาววารุณี พางทวนิช
นางชลธิชา นิवासประภักติ
ดร.นิตยา แก้วแพรง
ดร.ฉัตรฤดี สุวรรณชาติ
นางจิราภรณ์ มณีพรหม
ดร.วรารักษ์ ศรีเดช

ฝ่ายศิลป์

นางสาวอติยา วังสินธุ์

Editor's Talk

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วว. ก้าวเข้าสู่ปีที่ 40 แล้ว จากฉบับปฐมฤกษ์ ตีพิมพ์เผยแพร่ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2529 โดยมีวัตถุประสงค์การจัดทำระบุไว้ในคอลัมน์ “สารจากผู้อ่าน” ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล ผู้อ่าน วว. ในขณะนั้น ได้ระบุความสำคัญของการจัดทำวารสาร วว. นี้ไว้ว่า...

“..เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการให้บริการด้านเอกสารข้อมูล เป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นศูนย์รวมของวิชาการอีกแหล่งหนึ่ง ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้า วิจัย และพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างจริงจังต่อไป”

40 ปี ของวารสาร วว. ผ่านห้วงการเปลี่ยนแปลงมาตามยุคสมัย จากฉบับตีพิมพ์จัดทำราย ๓ เดือน SE-ED และรับสมาชิกจัดส่งให้ตามห้องสมุดโรงเรียน มหาวิทยาลัย บริษัทห้างร้าน และประชาชนทั่วประเทศ เคยได้รับ รางวัลดีเด่น ด้านวารสารวิชาการ จากคณะกรรมการพิจารณาผลงานสื่อมวลชนดีเด่นเพื่อเยาวชน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานเยาวชนแห่งชาติ จนเปลี่ยนมาอยู่ในรูปแบบดิจิทัล และเปิดให้ดาวน์โหลดอ่านได้ฟรีผ่านเว็บไซต์ วว. เพื่อให้เข้าถึงวงกว้างได้มากขึ้น ในยุคดิจิทัลปัจจุบัน

กองบรรณาธิการวารสาร วว. เรายังคงยึดมั่น ส่งและสานต่อปณิธานกันต่อเนื่องมารุ่นต่อรุ่น เพื่อยังคงเป็นสื่อที่มอบความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการวิจัยภายในประเทศ ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะยังคงได้รับการสนับสนุนด้วยดีจากท่านผู้อ่าน ก้าวไปพร้อมกับเทคโนโลยีใหม่ๆ ทุกปีด้วยกัน

บรรณาธิการวารสาร

editor@tistr.or.th

Contents

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 40 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2568

4 Topic Prominence

: เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) ทางเลือกความมั่นคง
ด้านอาหารของโลกอนาคต

10 Science Talk

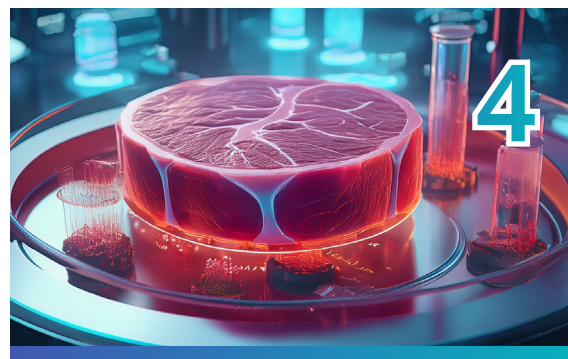
: ทำความรู้จักกับ ศูนย์ด้านวิศวกรรม Industrial Automation ของ วว.
บทสัมภาษณ์ ดร.สุวิทย์ อัจริยะเมต ผู้อำนวยการศูนย์เชี่ยวชาญ
นวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

18 Digital Review

: อาชญากรรมทางเทคโนโลยี ภัยคุกคามและการป้องกัน
ในประเทศไทย

24 Inno Trend

: ฟลักซ์ทาวเวอร์ (Flux Tower)



28 Sciences for Life

: การให้สารในสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

32 Techno Ideas

: เตรียมผิวชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค...อย่างไรให้ได้ดี

40 Research Updates

: การสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิ/ความชื้นแบบ Multi-channel
โดยใช้บอร์ด Arduino ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW

48 TISTR News

: วว. วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากโปรตีนพืช
ทดแทนเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

ทางเลือกความมั่นคงด้านอาหารของโลกอนาคต

เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) หรือที่รู้จักกันในชื่ออื่นๆ เช่น เนื้อสัตว์สังเคราะห์ (Synthetic meat) เนื้อสัตว์จากห้องปฏิบัติการ (Lab-grown meat) หรือเนื้อสัตว์สะอาด (Clean meat) เป็นนวัตกรรมด้านอาหารที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพในการปฏิวัติอุตสาหกรรมผลิตเนื้อสัตว์ โดยเป็นการนำเสนอทางเลือกที่ยั่งยืนและมีจริยธรรมมากกว่าการเลี้ยงสัตว์แบบดั้งเดิม

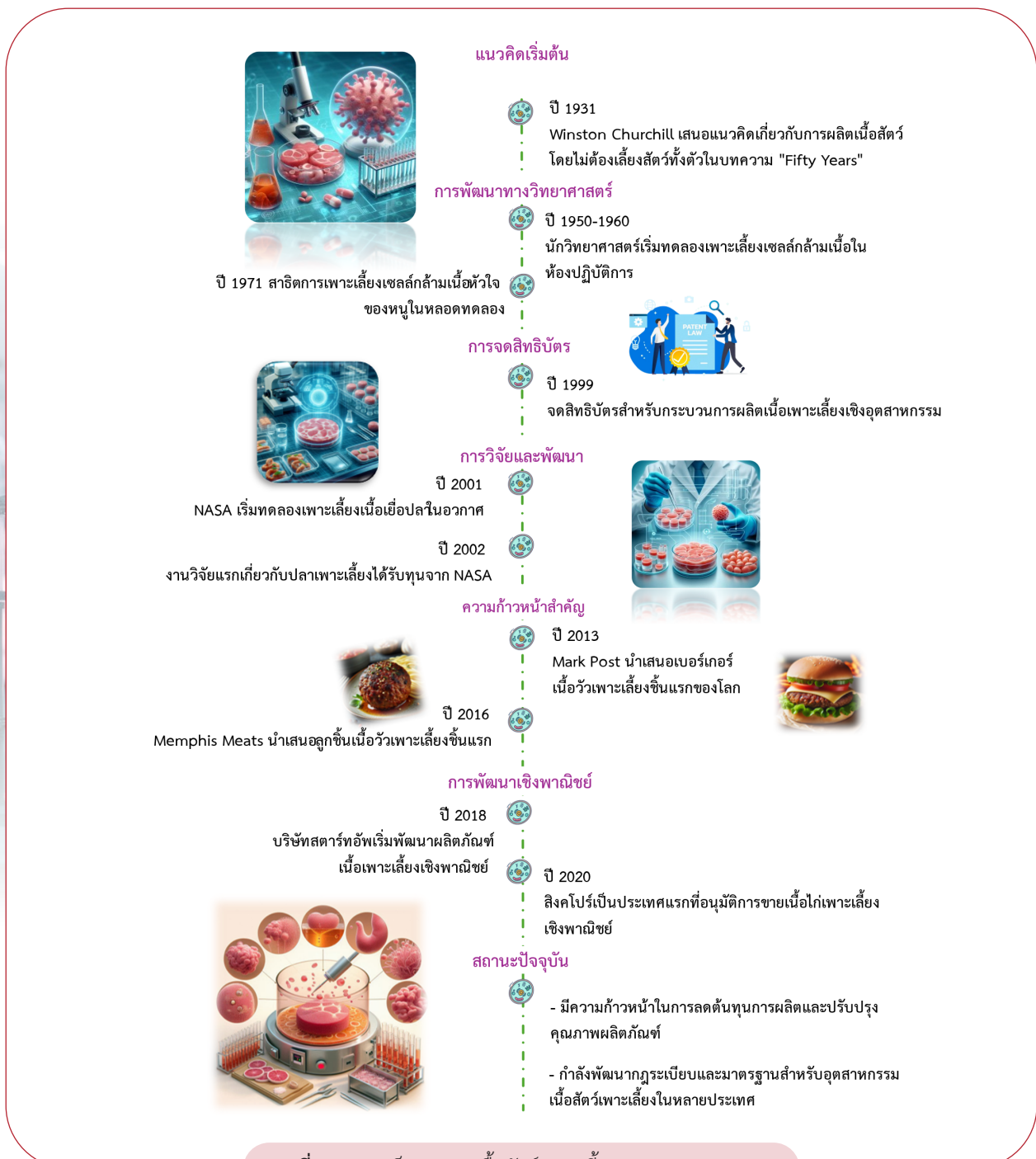
ความสำคัญของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงมาจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ 1) ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมปศุสัตว์แบบดั้งเดิมเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ใช้พื้นที่และทรัพยากรน้ำจำนวนมาก เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงจึงเป็นทางเลือกที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า 2) ความมั่นคงทางอาหาร เนื่องจากประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความท้าทายในการผลิตอาหารให้เพียงพอ เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงอาจเป็นวิธีการผลิตโปรตีนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น 3) สุขภาพสัตว์ การผลิตเนื้อสัตว์โดยไม่ต้องฆ่าสัตว์จำนวนมากสอดคล้องกับแนวคิดด้านจริยธรรมการบริโภคเนื้อสัตว์ 4) ความปลอดภัยด้านอาหาร การผลิตในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้อาจลดความเสี่ยงจากโรคติดต่อจากสัตว์สู่คนและการปนเปื้อนของเชื้อโรคในกระบวนการผลิตและ 5) การพัฒนาด้านสุขภาพ มีความเป็นไปได้ในการปรับแต่งองค์ประกอบทางโภชนาการของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงให้เหมาะสมกับความต้องการทางสุขภาพของผู้บริโภค (Bonny *et al.* 2015; Post 2012 และ Tuomisto and de Mattos 2011)

ความเป็นมาของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (History of cultured meat)

แนวคิดเริ่มต้นของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงเริ่มในปี ค.ศ. 1931 Winston Churchill เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการผลิตเนื้อสัตว์โดยไม่ต้องเลี้ยงสัตว์ทั้งตัวในบทความ “Fifty Years Hence” (Churchill 1931) ต่อมาในปี ค.ศ. 1950-1960 นักวิทยาศาสตร์เริ่มทดลองเพาะเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อในห้องปฏิบัติการ และในปี ค.ศ. 1971 Russell Ross ได้ทำการสาธิตการเพาะเลี้ยงเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจของหนูในหลอดทดลอง จากนั้นในปี ค.ศ. 1999 Willem van Eelen, Willem van Kooten และ Wiete Westerhof ได้ทำการจดสิทธิบัตรสำหรับกระบวนการผลิตเนื้อเพาะเลี้ยงเชิงอุตสาหกรรม (Van Eelen, Van Kooten and Westerhof 1999) การวิจัยและพัฒนา ก็ได้พัฒนาเรื่อยมาจนในปี ค.ศ. 2001 NASA เริ่มทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลาในอวกาศ และปี ค.ศ. 2002 มีงานวิจัยแรกเกี่ยวกับปลาเพาะเลี้ยงได้รับทุนจาก NASA ความก้าวหน้าสำคัญของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงคือปี ค.ศ. 2013 ทีมวิจัยจาก

มหาวิทยาลัย Maastricht นำโดย Mark Post นำเสนอเบอร์เกอร์เนื้อวัวเพาะเลี้ยงชิ้นแรกของโลกโดยมีมูลค่าการผลิตสูงถึง 250,000 ยูโร และปี ค.ศ. 2016 Memphis Meats (ปัจจุบันคือ UPSIDE Foods) ได้นำเสนอลูกชิ้นเนื้อวัวเพาะเลี้ยงชิ้นแรกของโลก การพัฒนาเชิงพาณิชย์เริ่มชัดเจนขึ้นโดยปี ค.ศ. 2018 หลายบริษัทสตาร์ทอัพเริ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ และในปี ค.ศ. 2020 สิงคโปร์เป็นประเทศแรกที่อนุมัติการขายเนื้อไก่เพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ปัจจุบันมี

บริษัทและสถาบันวิจัยทั่วโลกกำลังพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเนื้อเพาะเลี้ยง มีความก้าวหน้าในการลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์และกำลังมีการพัฒนากระบวนการและมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมนี้ในหลายประเทศ (Tech 2022) เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีประวัติความเป็นมายาวนานแต่เพิ่งมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา และกำลังเข้าสู่ขั้นตอนของการพัฒนาเชิงพาณิชย์

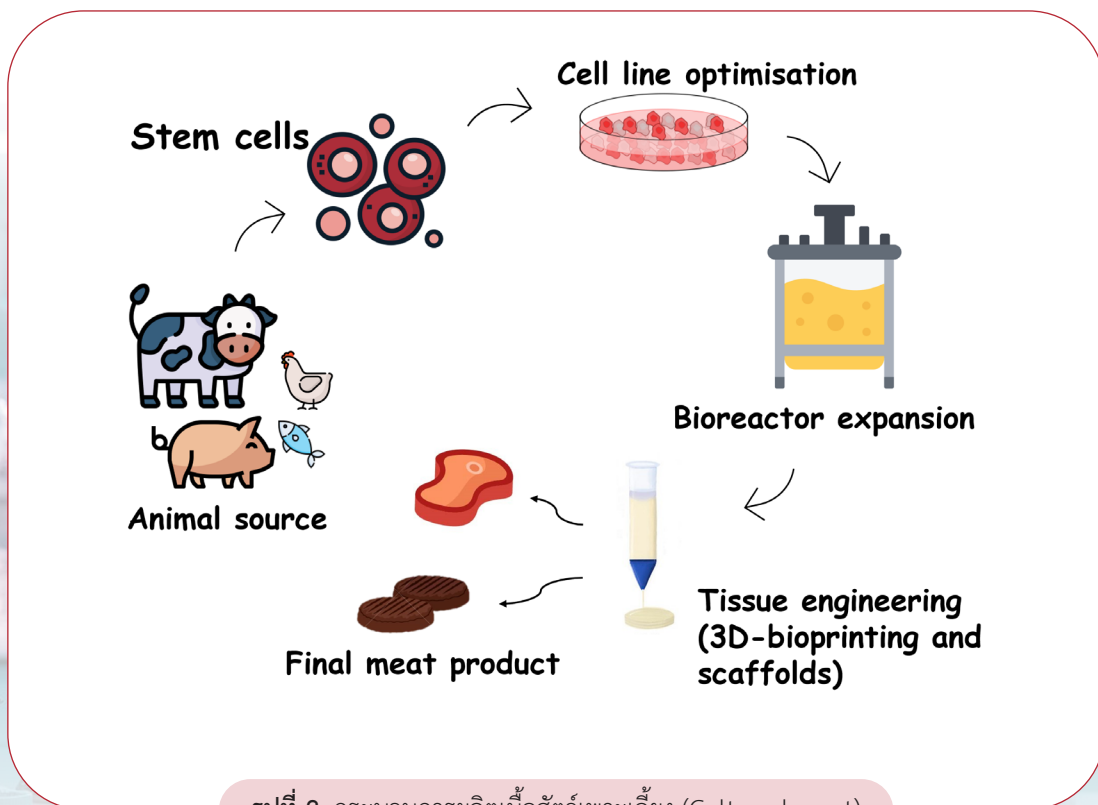


รูปที่ 1. ความเป็นมาของเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) เริ่มต้นด้วยการเก็บเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cells) จากสัตว์ที่ยังมีชีวิต โดยทั่วไปจะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อขนาดเล็ก (Biopsy) ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ (Tuomisto and de Mattos 2011) เซลล์ต้นกำเนิดที่ไซม์มักเป็นเซลล์กล้ามเนื้อต้นกำเนิด (Myosatellite cell) ซึ่งมีความสามารถในการแบ่งตัวและพัฒนาเป็นเซลล์กล้ามเนื้อ หลังจากได้เซลล์ต้นกำเนิดแล้วจะนำเซลล์เหล่านี้มาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (Bioreactor) ซึ่งควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณออกซิเจนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเซลล์ ในอาหารเลี้ยงเซลล์พิเศษ อาหารเลี้ยงเซลล์นี้ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ เพื่อให้เซลล์แบ่งตัวและพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการเติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโต (Growth factors) ลงในอาหารเลี้ยงเซลล์ สารเหล่านี้มักเป็นโปรตีนที่ช่วยควบคุมการแบ่งตัวและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ (Rubio *et al.* 2019) การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตที่เหมาะสมช่วยให้สามารถผลิตเนื้อเยื่อได้อย่าง

มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อให้เซลล์เจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อที่มีโครงสร้างคล้ายกับเนื้อสัตว์จริง โดยใช้โครงร่างหรือแม่แบบ (Scaffold) ทำหน้าที่เป็นโครงร่างให้เซลล์ยึดเกาะและเจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อ 3 มิติ โครงร่างนี้มักทำจากวัสดุที่ย่อยสลายได้ เช่น คอลลาเจน โปรตีนจากพืช หรืออนุภาคนาขนาดเล็ก (Microcarrier technology) เป็นพื้นผิวให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโต หรืออาจใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Bioprinting) ในการสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อที่ซับซ้อน (Ben-Arye and Levenberg 2019) จากนั้นนำไปบ่มต่อในถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณออกซิเจนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเซลล์ ระหว่างการบ่มเซลล์จะแบ่งตัวและพัฒนาเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fibers) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อสัตว์ เมื่อเนื้อเยื่อพัฒนาเต็มที่แล้ว จะทำการเก็บเกี่ยวโดยการนำออกจากถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ในขั้นตอนนี้ อาจมีการล้างเนื้อเยื่อเพื่อกำจัดอาหารเลี้ยงเซลล์ที่เหลืออยู่ การเก็บเกี่ยวต้องทำภายใต้สภาวะที่ปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อน และขั้นตอนสุดท้ายคือการแปรรูปเนื้อเยื่อที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น เนื้อบด หรือชิ้นเนื้อ ในขั้นตอนนี้ อาจมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไขมัน สารให้สี หรือสารให้กลิ่นรส เพื่อปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสให้ใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ทั่วไปมากที่สุด (Ben-Arye *et al.* 2020)



รูปที่ 2. กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

เทคโนโลยีในการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

การผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ซับซ้อนหลายด้าน เพื่อให้มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูงรวมทั้งลดต้นทุนการผลิตลง (Arshad *et al.* 2017; Specht *et al.* 2018 และ Zhang *et al.* 2020) ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง ได้แก่

1. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเซลล์ ได้แก่การแยกและเพาะเลี้ยงเซลล์ต้นกำเนิด เริ่มต้นด้วยการเก็บเซลล์ต้นกำเนิดจากสัตว์มีชีวิต โดยทั่วไปจะใช้เซลล์กล้ามเนื้อหรือเซลล์ไขมัน และการพัฒนาอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ปราศจากซีรัมสัตว์ (serum-free media)

2. วิศวกรรมเนื้อเยื่อ การสร้างโครงร่าง (scaffolds) ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์ การออกแบบโครงร่างที่เหมาะสมนี้จะช่วยให้สามารถควบคุมลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ หรือการพัฒนาเทคนิคการสร้างเนื้อเยื่อแบบ 3 มิติ

3. เทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ การดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของเซลล์และการผลิตปัจจัยการเจริญเติบโต (growth factors) ด้วยวิธีทางชีววิทยาโมเลกุล

4. วิศวกรรมกระบวนการ ได้แก่ การออกแบบและพัฒนาถังปฏิกรณ์ชีวภาพ (bioreactors) สำหรับการเพาะเลี้ยงในปริมาณมากและการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการเพาะเลี้ยงเซลล์

5. การสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อ เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ธรรมชาติ จำเป็นต้องมีการสร้างโครงสร้างที่เหมาะสมเทคโนโลยีที่ใช้ ได้แก่ Scaffold technology การใช้โครงร่างที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable scaffolds) เพื่อให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อ 3 มิติ การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D Bioprinting) ในการสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อที่ซับซ้อน และการใช้อนุภาคนาขนาดเล็ก (Microcarrier technology) เป็นพื้นผิวให้เซลล์เกาะและเจริญเติบโต

6. เทคโนโลยีการวิเคราะห์ขั้นสูง ได้แก่ การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระดับโมเลกุล เช่น โปรตีโอมิกส์ และเมตาโบโลมิกส์ หรือการใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพขั้นสูงเพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของเซลล์

7. เทคโนโลยีเซนเซอร์และ IoT ได้แก่ การใช้เซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อตรวจวัดและควบคุมสภาวะการเพาะเลี้ยง และการใช้ระบบ IoT ในการเก็บข้อมูลและควบคุมกระบวนการผลิต

8. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร ได้แก่ การพัฒนาเทคนิคการแปรรูปที่เหมาะสมสำหรับเนื้อเพาะเลี้ยง การขึ้นรูป (สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรูปร่างเฉพาะ เช่น เนื้อชิ้นหรือเบอร์เกอร์) หรือการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

9. เทคโนโลยีการเก็บรักษา การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา ในขั้นตอนนี้มีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น เทคโนโลยีการถนอมอาหาร เช่น การฉายรังสี หรือการใช้ความดันสูง เพื่อกำจัดจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษา เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์แบบแอกทีฟ (Active packaging) บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษ เช่น การดูดซับออกซิเจนหรือการปล่อยสารต้านจุลินทรีย์ เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีการตรวจสอบคุณภาพ เช่น การใช้เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ก่อนการจำหน่าย การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาเซลล์และเนื้อเยื่อในระยะยาว และการปรับปรุงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

10. เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และ AI เช่น การใช้ machine learning ในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต หรือการใช้ AI ในการออกแบบอาหารเลี้ยงเซลล์และสภาวะการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat)

การพัฒนาและการจำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงมีความเกี่ยวข้องกับกฎหมายและระเบียบข้อบังคับหลายด้านซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ดังนี้

1. กฎหมายด้านความปลอดภัยอาหาร: ในหลายประเทศเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงถูกจัดอยู่ในหมวดหมู่ “อาหารใหม่” (Novel food) ซึ่งต้องผ่านการประเมินความปลอดภัยก่อนการวางจำหน่าย เช่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และสิงคโปร์

2. กฎหมายด้านการติดฉลากและการโฆษณา การติดฉลากและการโฆษณาเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงในหลายประเทศ โดยเฉพาะในเรื่องของการใช้คำ

ว่า “เนื้อสัตว์” (meat) กับผลิตภัณฑ์นี้ สหรัฐอเมริกาหลายรัฐ เช่น มิสซูรีและมอนทานา ได้ออกกฎหมายห้ามใช้คำว่า “เนื้อสัตว์” กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาจากสัตว์ที่เลี้ยงแบบดั้งเดิม ในขณะที่สหภาพยุโรป ยังไม่มีกฎระเบียบเฉพาะสำหรับการติดฉลากเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง แต่คาดว่าจะมีการพิจารณาในอนาคต (Alexandra and Cydnee 2022)

3. กฎหมายด้านทรัพย์สินทางปัญญา เทคโนโลยีการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมหลายด้าน ทำให้การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญามีความสำคัญ หลายบริษัทได้ยื่นจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง เช่น กระบวนการผลิต สูตรอาหารเลี้ยงเซลล์ และเทคนิคการสร้างโครงสร้างเนื้อเยื่อ แต่บางบริษัทก็เลือกที่จะปกป้องเทคโนโลยีของตนในรูปแบบของความลับทางการค้า แทนการจดสิทธิบัตร

4. กฎหมายด้านสวัสดิภาพสัตว์ แม้ว่าการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงจะไม่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสัตว์เต็มตัว แต่ยังมีประเด็นทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้สัตว์ในการเก็บเซลล์ต้นกำเนิด หลายประเทศมีกฎหมายที่ควบคุมการใช้สัตว์เพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการเก็บเซลล์เพื่อการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Bhat *et al.* 2019)

การจำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) ในเชิงพาณิชย์

ปัจจุบันการจำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น โดยมีเพียงไม่กี่ประเทศที่อนุญาตให้มีการจำหน่าย สิงคโปร์เป็นประเทศแรกในโลกที่อนุมัติการจำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ เมื่อปี ค.ศ. 2020 โดยบริษัท Eat Just ได้รับอนุญาตให้จำหน่ายเนื้อไก่เพาะเลี้ยงในสิงคโปร์ และผลิตภัณฑ์แรกที่วางจำหน่ายคือ นักเก็ตไก่ ภายใต้แบรนด์ GOOD Meat ต่อมาสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่สองที่มีการอนุมัติให้จำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงเมื่อปี ค.ศ. 2023 โดยบริษัท GOOD Meat และ UPSIDE Foods ได้รับการอนุมัติจาก USDA ให้จำหน่ายเนื้อไก่เพาะเลี้ยงได้ และอิสราเอลเป็นประเทศที่สามที่มีการอนุมัติให้จำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงได้เมื่อปี ค.ศ. 2024 โดยบริษัท Aleph Farms ได้รับอนุมัติให้จำหน่ายเนื้อวัวเพาะเลี้ยงในอิสราเอล ในขณะที่หลายประเทศกำลังอยู่ในขั้นตอนการพิจารณากฎระเบียบและการอนุมัติการจำหน่ายเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง เช่น ญี่ปุ่น สหภาพยุโรป ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ เป็นต้น (Tech 2022)

บทสรุป

เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง (Cultured meat) เกิดขึ้นจากความต้องการแก้ปัญหาความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม สวัสดิภาพสัตว์ และความมั่นคงทางอาหาร ถือเป็นทางเลือกที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการผลิตเนื้อสัตว์แบบดั้งเดิม แนวคิดนี้มีมาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20 แต่การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดความก้าวหน้าอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มีการพัฒนาเทคโนโลยีต่างเพื่อนำมาใช้ในการผลิตเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง และมีการพัฒนากระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยง ครอบคลุมด้านความปลอดภัยอาหาร การติดฉลาก ทรัพย์สินทางปัญญา สวัสดิภาพสัตว์และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามแม้ว่าเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงจะมีศักยภาพสูงแต่เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงยังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิตที่สูง การพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรม การสร้างการยอมรับจากผู้บริโภค และการพัฒนากระบวนการที่เหมาะสมในหลายประเทศ คาดว่าอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงจะเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีการคาดการณ์ว่าจะมีส่วนแบ่งการตลาดที่สำคัญในอนาคต อย่างไรก็ตามความสำเร็จจะขึ้นอยู่กับการพัฒนาเทคโนโลยี การลดต้นทุนการผลิต การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งการเติบโตของอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงอาจส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์แบบดั้งเดิม และอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในห่วงโซ่อุปทานอาหารทั่วโลก ดังนั้นเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงถือเป็นนวัตกรรมที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหาด้านความยั่งยืนและความมั่นคงทางอาหาร แม้จะยังมีความท้าทายหลายประการ แต่การพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านเทคโนโลยีและกระบวนการ อาจทำให้เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงกลายเป็นส่วนสำคัญของระบบอาหารในอนาคต การติดตามพัฒนาการของอุตสาหกรรมนี้จึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของนโยบายสาธารณะ การลงทุน และการเตรียมพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- Alexandra S., and Cydnee B., 2022. What's the beef? Debates over cell-cultured meat. np.
- Arshad, Muhammad Sajid, Miral Javed, Muhammad Sohaib, Farhan Saeed, Ali Imran, and Zaid Amjad, 2017. Tissue engineering approaches to develop cultured meat from cells: A mini review. *Cogent Food & Agriculture*, **3**, p. 1320814.
- Ben-Arye, Tom, and Shulamit Levenberg, 2019. Tissue Engineering for Clean Meat Production, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, **3**.
- Ben-Arye, Tom, Yulia Shandalov, Shahar Ben-Shaul, Shira Landau, Yedidya Zagury, Iris Ianovici, Neta Lavon, and Shulamit Levenberg, 2020. Textured soy protein scaffolds enable the generation of three-dimensional bovine skeletal muscle tissue for cell-based meat. *Nature Food*, **1**, pp. 210 - 20.
- Bhat, Z. F., Morton, J. D., Mason, S. L., Bekhit, A. E. A. and Bhat, H. F., 2019. Technological, regulatory, and ethical aspects of in vitro meat: A future slaughter-free harvest. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, **18**, pp. 1192-208.
- Bonny, Sarah P. F., Graham E. Gardner, David W. Pethick, and Jean-François Hocquette, 2015. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry?. *Journal of Integrative Agriculture*, **14**, pp. 255-63.
- Churchill, W., 1931. *Fifty Years Hence* (The Strand Magazine). np.
- Post, M. J., 2012. Cultured meat from stem cells: challenges and prospects. *Meat Sci*, **92**, pp. 297-301.
- Rubio, Natalie, Isha Datar, David Stachura, David Kaplan, and Kate Krueger, 2019. Cell-based fish: A novel approach to seafood production and an opportunity for cellular agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, **3**.
- Specht, Elizabeth A., David R. Welch, Erin M. Rees Clayton, and Christie D. Lagally, 2018. Opportunities for applying biomedical production and manufacturing methods to the development of the clean meat industry. *Biochemical Engineering Journal*, **132**, pp. 161-68.
- Tech, Labrat, 2022. Lab Grown Meat Ag2030. [online]. Available at: https://www.nysf.edu.au/wp-content/uploads/2022/02/2_Innovation-Proposal_Eve-Tsolakidis-Francesca-Dobbie-Monique-Andjelic-and-Kiara-Hemetsberger.pdf.
- Tuomisto, H. L. and Teixeira de Mattos , M.J., 2011. Environmental impacts of cultured meat production. *Environ Sci Technol*, **45**, pp. 6117-23.
- Van Eelen, W. F., Van Kooten, W. J. and Westerhof, W., 1999. *Industrial production of meat from in vitro cell cultures*. Natherland. Patent No. WO/1999/031223.
- Zhang, Guoqiang, Xinrui Zhao, Xueliang Li, Guocheng Du, Jingwen Zhou, and Jian Chen, 2020. Challenges and possibilities for bio-manufacturing cultured meat. *Trends in Food Science & Technology*, **97**, pp. 443-50.

ศิระ ศิลาพันธ์ และสลิตา พัฒนศิริ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ทำความรู้จักกับ

ศูนย์ด้านวิศวกรรม Industrial Automation ของ วว.

บทสัมภาษณ์

ดร.สุวิทย์ อัจริยะเมต

ผู้อำนวยการศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ



เครื่องจักรอุตสาหกรรมในสายการผลิตของโรงงานและวิสาหกิจชุมชนหลายแห่งในประเทศไทย กำเนิดเกิดขึ้นจากการวิจัย ออกแบบ ผลิตและพัฒนาขึ้นที่นี้ กว่า 30 ปี ที่มีส่วนช่วยขับเคลื่อนอุตสาหกรรมภายในประเทศ ให้ได้ตรงกับความต้องการและเหมาะสมที่สุดกับผลผลิตและสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ลดการพึ่งพาและนำเข้าเทคโนโลยีเครื่องจักรจากต่างประเทศ



กองบรรณาธิการวารสาร วว. ได้รับเกียรติจาก ดร.สุวิทย์ อัจริยะเมต ผู้อำนวยการศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ มาเล่าถึงงานบริการด้านวิศวกรรมของ วว. ตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน จนถึงเป้าหมายอนาคต กันเลย

บทบาทภารกิจ และบริการของ ศูนย์.

ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ (ศนย.) อยู่ภายใต้กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านพัฒนาอย่างยั่งยืน (พย.) โดยที่มาของ ศนย. เริ่มต้นจากหน่วยงาน Manufacturing Technology Innovation Center (MTIC) แล้วเปลี่ยนเป็นฝ่ายวิศวกรรม (ฟวศ.) ในการปรับโครงสร้างองค์กร เมื่อปี พ.ศ. 2541 และเมื่อ วว. ปรับโครงสร้างองค์กรครั้งล่าสุด เมื่อปี พ.ศ. 2560 ก็เปลี่ยนเป็นศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ จนถึงปัจจุบัน

บทบาทของ ศนย. คือ เป็นหน่วยงานวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ กระบวนการผลิต และสนับสนุนงานวิจัยด้านวิศวกรรม มีเป้าหมายเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ภาคอุตสาหกรรม SMEs และชุมชน ผ่านระบบนิเวศนวัตกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างยั่งยืน โดยมีการกิจหน้าที่ ดังนี้

1) วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านหุ่นยนต์ เครื่องจักรกล และกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ (automation) ทางอุตสาหกรรมและการเกษตร เพื่อสร้างธุรกิจที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติและเพื่อทดแทนการนำเข้า



2) สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้านหุ่นยนต์เครื่องจักรกลอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนผู้ประกอบการในการขับเคลื่อนเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things; IoT) และประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0)

3) ถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมจากงานวิจัย พัฒนาด้านเครื่องจักรกล เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม

4) บริการออกแบบ บริการที่ปรึกษา และบริการวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ด้านกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ หุ่นยนต์ เครื่องจักรกลอัตโนมัติ เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางอุตสาหกรรมเกษตร อาหาร ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และพลังงานทดแทน

5) สนับสนุนการวิจัย พัฒนา ต้นแบบเครื่องมืออุปกรณ์ และต้นแบบโรงงานนำทาง เพื่อสนับสนุนสาขาความเชี่ยวชาญของ วว. ในการผลักดันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคม

6) สร้างเครือข่ายนวัตกรรมแบบเปิด (Open Innovation) และเทคโนโลยีสำเร็จแล้วพร้อมใช้งาน (Technology Translation) ด้านหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ กับภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ สถาบันการศึกษา หน่วยงานรัฐ และหน่วยงานวิชาการ ทั้งในและต่างประเทศ

ปัจจุบัน ศนย. มีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบ พัฒนา และสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมทั้งระบบอัตโนมัติต่างๆ ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า ทั้งในระดับโรงงานอุตสาหกรรม (industrial technologies) และเทคโนโลยีที่เหมาะสม (appropriate technologies) สำหรับกลุ่ม SMEs วิสาหกิจชุมชน ตลอดจนบูรณาการร่วมกับศูนย์เชี่ยวชาญอื่นๆ ใน วว. อาทิ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมพลังงานสะอาดและสิ่งแวดล้อม (ศนพ.) ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมวัสดุ (ศนว.) ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมอาหารสุขภาพ (ศนอ.) ทั้งนี้ ศนย. จะช่วยสนับสนุนทั้งในส่วนการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรและระบบอัตโนมัติต่างๆ ไปจนถึงการปรับปรุงกระบวนการที่เกี่ยวข้อง โดยครอบคลุมใน 2 มิติ คือ

1) การปรับปรุงพัฒนาผลผลิตภาพ (productivity) ของกระบวนการผลิต ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำงานได้เร็วขึ้น และช่วยลดต้นทุนการผลิตมากขึ้น

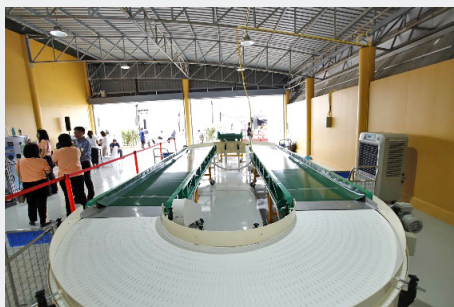
2) ปรับปรุงพัฒนาคุณภาพ (quality) ของผลิตภัณฑ์ ให้ได้ตามมาตรฐาน



ผลงานเครื่องจักรกลและระบบอัตโนมัติ สนย.

● ด้านการบริหารจัดการขยะและวัสดุรีไซเคิล

- การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ สำหรับการบริหารจัดการขยะและวัสดุรีไซเคิลในระดับชุมชน ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกับ สนย. และ สนพ. โดยดำเนินการ ณ ศูนย์การเรียนรู้เทคโนโลยีขยะชุมชน ตำบลตาลเดี่ยว อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี (ตาลเดี่ยวโมเดล) และศูนย์นวัตกรรมเศรษฐกิจหมุนเวียนเพื่อจัดการและแปรรูปวัสดุรีไซเคิลครบวงจร อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ทั้งนี้ โครงการตาลเดี่ยวโมเดล ได้รับรางวัลเลิศรัฐ ประจำปี 2564 ด้านการบริการภาครัฐ ประเภทรางวัลนวัตกรรมบริการ ระดับดีเด่น จาก คณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร.)



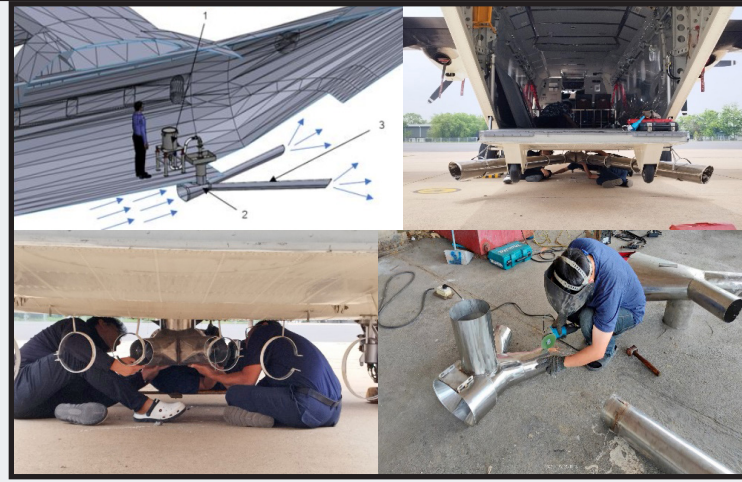


- เครื่องคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋อง เป็นเครื่องที่ใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์แทนการอ่านบาร์โค้ด เพื่อแยกขวดพลาสติกและกระป๋องตามชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต โดยสามารถแยกขวดน้ำดื่มเพ็ตไท (Clear PET) ขวดน้ำดื่มเพ็ตสีต่างๆ (Color PET) ขวดเครื่องดื่ม HDPE สีขาว กระป๋องอลูมิเนียม กระป๋องเหล็ก นอกจากนี้ เครื่องยังสามารถประเมินข้อมูลปริมาณการทิ้งขยะ ปริมาณการนำวัสดุรีไซเคิลกลับมาใช้ประโยชน์ และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการคัดแยกขยะ โดยเครื่องนี้ได้รับ 3 รางวัล จากงานมหกรรมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมนานาชาติ Bangkok International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition 2025 (IPITEx 2025) ภายในงาน “วันนักประดิษฐ์” 2568 (Thailand Inventors' Day 2025) ซึ่งจัดโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้แก่ 1) รางวัลเหรียญทอง Gold Award จาก สำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ 2) รางวัล Outstanding Award จาก Citizen Innovation ประเทศสิงคโปร์ 3) รางวัล Outstanding Invention จาก NIZHNY NOVGOROD STATE TECHNICAL UNIVERSITY ประเทศรัสเซีย



● ด้านการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการ

- ระบบโปรยสารฝนหลวงบนอากาศยานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติการฝนหลวง
- การบำบัดน้ำเสียในกระบวนการแปรรูปยางพารา เพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่
- การพัฒนาเตาเผาถ่านแบบต่อเนื่องประสิทธิภาพสูง ขนาด 2 ตัน/วัน โดยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นวัตถุดิบ

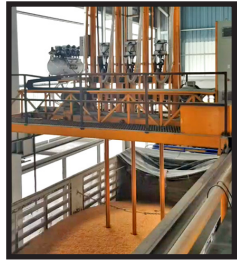
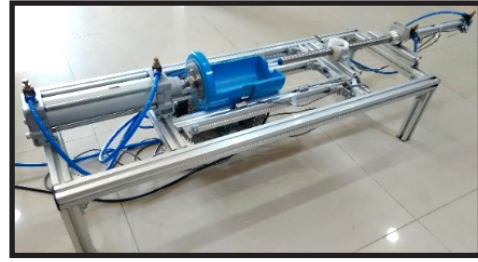


● ด้าน SME และ ชุมชน

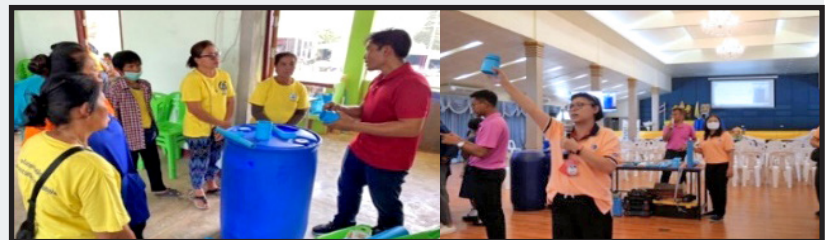
- เครื่องคัดแยกกาแฟเชอร์รีสด
- เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดกาแฟ เครื่องคั่วกาแฟ
- เครื่องคัดขนาดเมล็ดมะม่วงหิมพานต์
- เครื่องอบและรมควันเนื้อสัตว์ด้วยการใช้แก๊สและพลังงานชีวมวล
- หม้อต้มแรงดันสำหรับผลิตน้ำสมุนไพร
- ต้นแบบเครื่องจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว
- ต้นแบบเครื่องผลิตหลอดกระดาษ



- เครื่องผสมวัตถุดิบยาสีฟันสมุนไพรระบบกึ่งอัตโนมัติ
- เครื่องอัดและตัดกะปิให้เป็นแท่ง
- เครื่องหยอดเชื้อก้อนเห็ด
- เครื่องอัดเชื้อเพลิงแท่ง RDF-5
- เครื่องล้างทำความสะอาดถุงพลาสติก
- เครื่องสูบลำตัวอย่างวัตถุดิบผลิตอาหารสัตว์แบบกึ่งอัตโนมัติ
- เครื่องผลิตแป้งขนมจีนแบบกึ่งอัตโนมัติขนาด 20 ตัน/วัน



- ระบบการผลิตประปาชุมชนด้วยระบบ IoT ที่มีต้นทุนต่ำและยั่งยืนในพื้นที่ขาดแคลน
- ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำฝนเพื่อเสริมสร้างศักยภาพชุมชน
- เทคโนโลยีการนึ่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวฮางอก
- เทคโนโลยีการประยุกต์ใช้เครื่องหยอดเชื้อในก้อนเห็ด
- การผลิตถังหมักและวิธีการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียครัวเรือน
- การผลิตถ่านคาร์บอนอัดแท่งจากของเหลือทิ้งกะลาเผา



แผนงานการเติบโตหรือต่อยอดสู่นาคต

ด้วยฐานความเชี่ยวชาญของ ศนย. ทางด้านการพัฒนาเครื่องจักรและระบบอัตโนมัติ ประกอบกับแนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์หรือ AI ที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ศนย. จึงได้กำหนดทิศทางการสร้างผลงานวิจัยและพัฒนา ซึ่งมีกรอบการดำเนินงาน ดังนี้

1) การรวบรวม/ติดตามข้อมูล (Data Gathering/Monitoring) เน้นงานวิจัยที่ประยุกต์การใช้ตัวรับรู้ (Sensor application) สำหรับเก็บรวบรวมหรือตรวจติดตามข้อมูลต่างๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพียงพอ และทันกาล สำหรับนำไปใช้ประโยชน์

2) การวิเคราะห์/ประมวลผลข้อมูล (Data Analytic/Processing) มุ่งเน้นงานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือ (Tools) สำหรับจัดการ วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมได้ เพื่อนำไปสร้างรูปแบบการตัดสินใจที่เหมาะสม (Optimized Decision Making) ในการปฏิบัติงานภายใต้สถานการณ์ต่างๆ

3) การปฏิบัติการให้เกิดผล (Implementation) เป็นการออกพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ ที่สามารถสร้างการกระทำ (Action) ได้ตรงตามผลการตัดสินใจที่ได้จากการวิเคราะห์/ประมวลผลข้อมูลภายในระยะเวลาที่ยอมรับได้

4) การถ่ายโอนและเชื่อมโยงข้อมูล (Data transfer and connection) เน้นการพัฒนาเกณฑ์วิธี (Protocol) ที่แม่นยำและปลอดภัย (Accuracy and Security) สำหรับการถ่ายโอนและเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยปฏิบัติงาน เพื่อส่งข้อมูลไปประมวลผล หรือนำผลการตัดสินใจไปปฏิบัติการ ได้อย่างถูกต้อง

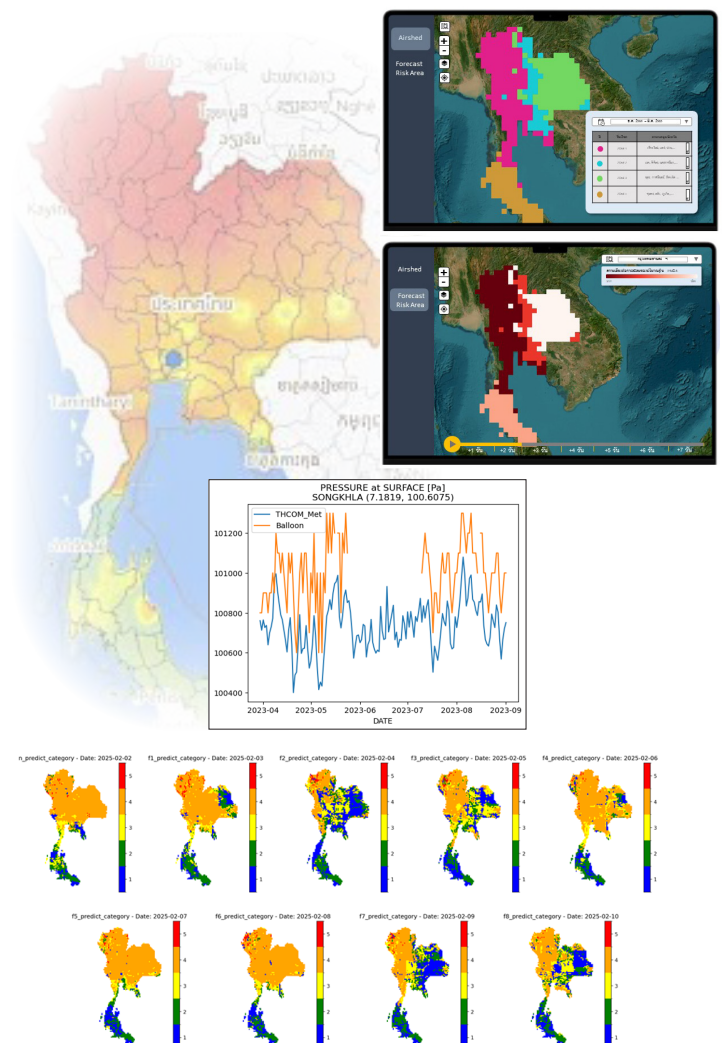
ทั้งนี้ ผลงานตามแนวทางการวิจัยและพัฒนาตามกรอบแนวทางทั้งสี่ด้าน จะมุ่งนำไปประยุกต์ใช้ในงาน 3 ด้าน ได้แก่

- **Low carbon society** : ลดการปลดปล่อยคาร์บอนของเครื่องจักรและกระบวนการ จัดการพลังงานจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ
- **Climate change** : ลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม มลพิษทางอากาศ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ

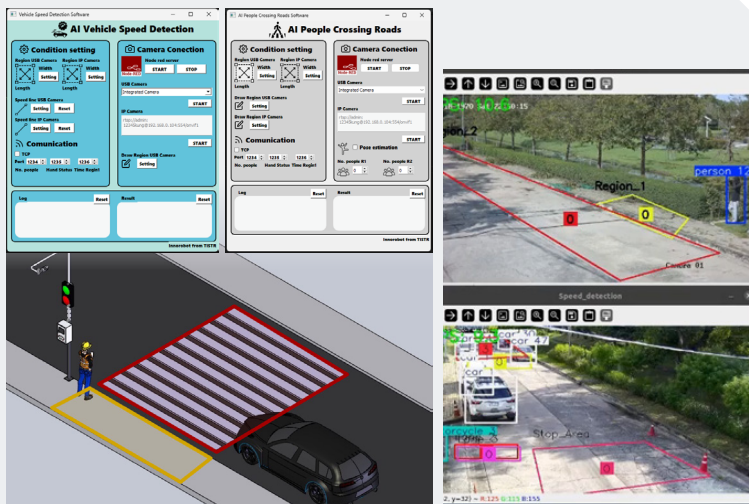
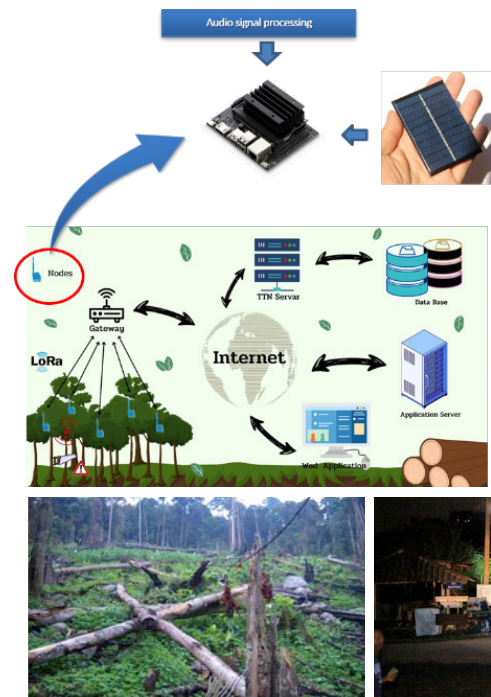
- **Appropriate smart farming** : เพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพงานเกษตรกรรม รวมทั้งเพิ่มศักยภาพเกษตรกรสูงวัย

โดยโครงการของ ศนย. ที่เริ่มดำเนินการวิจัยและพัฒนาตามกรอบแนวทางข้างต้น ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2567 เป็นต้นมา ได้แก่

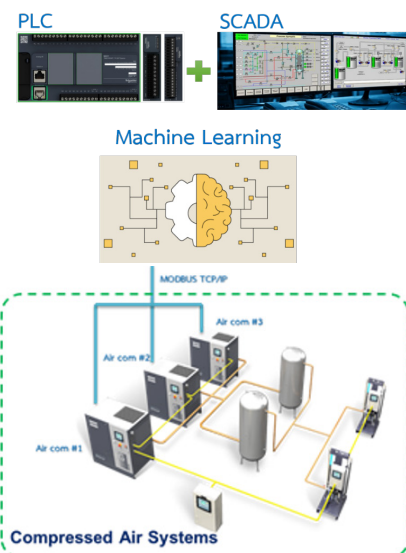
- **โครงการพัฒนาต้นแบบแพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ สำหรับบริหารจัดการปัญหาฝุ่น PM 2.5** เป็นการแบบจำลองการพยากรณ์ขอบเขตการสะสมมลพิษทางอากาศ (Airshed) ที่สามารถแสดงผลคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางอากาศแบบรายวันล่วงหน้า จึงช่วยแจ้งเตือนเพื่อเฝ้าระวังมลพิษในอากาศ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดมาตรการที่เหมาะสมสำหรับบริหารจัดการและป้องกันปัญหาฝุ่น PM 2.5 และมลพิษทางอากาศอื่นๆ



- โครงการพัฒนาระบบตรวจจับและแจ้งเตือนอัจฉริยะสำหรับอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และป้องกันสัตว์ป่าออกนอกพื้นที่ป่าสงวน เป็นการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีมาพัฒนาต่อยอดด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารระยะทางไกลร่วมกับการวิเคราะห์ภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์ AI ด้วยหลักการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อสร้างต้นแบบระบบตรวจจับและแจ้งเตือนสำหรับเฝ้าระวังและแจ้งเตือนกรณีลักลอบตัดไม้ในพื้นที่ป่าสงวน และกรณีสัตว์ป่าออกนอกพื้นที่



- โครงการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางม้าลาย เป็นโครงการที่พัฒนาต้นแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณทางม้าลายที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ AI ในการควบคุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการจราจรของทั้งผู้ใช้รถและผู้ใช้ถนนในการสัญจร



- โครงการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบอัดอากาศระดับอุตสาหกรรมเป็นโครงการที่จะนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาประยุกต์ใช้สำหรับวิเคราะห์และควบคุมการทำงานของระบบอัดอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานจริงในแต่ละช่วงเวลาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เพียงแคมีโจทย์ความต้องการที่จะพัฒนากระบวนการ หรือยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐาน หรือเพื่อแก้ไขปัญหา ด้วยระบบเทคโนโลยีด้านวิศวกรรม และเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ทั้งในระดับอุตสาหกรรมหรือระดับชุมชน สามารถติดต่อโดยตรงได้ที่ สนย. หรือผ่านสำนักจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม (สจท.) ของ วว. มาร่วมกันขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจภายในประเทศ ด้วยงานวิจัยเทคโนโลยี ที่ออกแบบ สร้าง และใช้ประโยชน์โดยคนไทย ก้าวไปด้วยกันอย่างเข้มแข็งและยั่งยืน

อาชญากรรมทางเทคโนโลยี ภัยคุกคามและการป้องกันในประเทศไทย

จากปัญหาแก๊งคอลเซ็นเตอร์มีอาชญากรรม และบรรดาเว็บพนันออนไลน์ ล่อลวงให้เสียทรัพย์ที่คุกคามระบอบหลัก และภาครัฐกำลังเร่งปราบปรามกันอยู่ในเวลานี้ จึงเป็นเรื่องที่เราทุกคนต้องมาตระหนักถึงภัยอาชญากรรมรูปแบบใหม่ๆ เพื่อเป็นวัคซีนป้องกันตัวในยุคสมัยนี้ไปด้วยกัน

อาชญากรรมทางเทคโนโลยี อาชญากรรมทางคอมพิวเตอร์ หรืออาชญากรรมไซเบอร์ (Cybercrime) เป็นการกระทำความผิดกฎหมายโดยใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือในการก่อให้เกิดความเสียหายและ/หรือ แสวงหาผลประโยชน์ส่วนตัวโดยมิชอบด้วยกฎหมาย การทุจริตหลอกลวงให้โอนเงินจากบัญชี หรือ ชักจูงชวนเชื่อเล่นพนันออนไลน์ ที่เกิดขึ้นบนโลกอินเทอร์เน็ต

และช่องทางออนไลน์ต่างๆ อาทิ เว็บไซต์ โซเชียลมีเดีย หรือ แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ไม่ว่าจะมาในรูปแบบใด ล้วนมีเป้าหมายเดียวคือมุ่งแสวงหาผลประโยชน์ โดยทำให้เราเสียทรัพย์หรือตกเป็นผู้เสียหาย จากสถิติของ thaipoliceonline.com ข้อมูลเฉพาะเดือนมกราคม 2568 พบว่ามีมูลค่าความเสียหายรวมสูงถึงราว 3 พันล้านบาท จากคดีออนไลน์มากกว่า 3 หมื่นเรื่อง

สถิติความเสียหายสะสม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2568 ถึง วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2568

คดีออนไลน์

39,828

เรื่อง

มูลค่าความเสียหายรวม

3,035,458,117

บาท

ภัยคุกคามทางอาชญากรรมไซเบอร์

ปัจจุบันภัยอาชญากรรมไซเบอร์มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวิธีการหลอกลวงที่หลากหลาย ปรับเปลี่ยนไปตามบริบทและการรับรู้ของสังคม ตัวอย่างของภัยคุกคามที่พบเจอได้บ่อยและต้องรู้เท่าทัน ได้แก่

1. การโจมตีทางไซเบอร์ (cyber attack) หรือเจาะระบบคอมพิวเตอร์ (hacking) เพื่อมุ่งขโมยข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูล หรือกระทำการผิดกฎหมายอื่นๆ บนระบบคอมพิวเตอร์ของหน่วยงานรัฐ ธนาคาร บริษัท โรงพยาบาล ฯลฯ หรือแม้แต่บัญชีอีเมล บัญชีโซเชียลมีเดียรายบุคคล ก็อาจจะถูกโจมตีขโมยข้อมูลหรือยึดบัญชีไปเลยได้เช่นกัน
2. หลอกลวงซื้อขายสินค้าและบริการ แต่ไม่ได้สินค้า หรือได้แต่ไม่ตรงหรือไม่มีความคุณภาพตามที่อ้าง
3. หลอกให้โอนเงิน อ้างเพื่อสมัครทำงานหารายได้พิเศษ หรือเพื่อรับรางวัลหรือสิทธิประโยชน์
4. หลอกลวงให้กู้เงิน หรือลงทุนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ อันมีลักษณะฉ้อโกง กรรโชก ริดเอาทรัพย์สิน หรือที่เป็นความผิดตาม พ.ร.ก.กู้ยืมเงินฯ
5. ชุมชู่ทางโทรศัพท์ให้เกิดความกลัวเพื่อหลอกโอนเงิน (call center) เช่น ปลอมเป็นตำรวจ สรรพากร ธนาคาร
6. หลอกลวงเป็นบุคคลที่รู้จักเพื่อขอยืมเงิน โอนเงิน
7. หลอกลวงให้ติดตั้งโปรแกรม แอปพลิเคชัน เพื่อเข้าควบคุมระบบโทรศัพท์มือถือแล้วโอนเงินออกไปยังบัญชีม้า
8. ชักจูงให้เข้าไปยังเว็บไซต์หลอกลวง (phishing web) หรือให้เข้าไปเล่นเว็บไซต์บ่อนการพนันออนไลน์
9. หลอกให้รัก แล้วขอให้โอนเงินให้ (romance scam)
10. หลอกให้ส่งรูปวาบหวามหรือเซ็กซี่ส่วนตัว เพื่อแลกเงิน
11. หลอกลวงหรือว่าจ้างให้ข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อเปิดบัญชีม้าหรือเบอร์ม้า

เจ้าของมีความผิดโทษหนักถึงจำคุกไม่เกิน 3 ปี หรือปรับไม่เกิน 3 แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับได้ ยิ่งทำตนเป็นธุระจัดหา โฆษณา ให้เกิดบัญชีม้าหรือเบอร์ม้า โทษจำคุกตั้งแต่ 2-5 ปี หรือปรับตั้งแต่ 2-5 แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับเลยทีเดียว

ปัจจุบันคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบร่างแก้ไขเพิ่มเติมพระราชกำหนด (พ.ร.ก.) มาตรการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมทางเทคโนโลยี ฉบับปี พ.ศ. 2566 ซึ่งคาดว่าจะประกาศบังคับใช้ พ.ร.ก. ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมดังกล่าว ได้ในเดือนกุมภาพันธ์นี้ โดยมีการปรับปรุงเพิ่มเติมในหลายประเด็น มีสาระสำคัญหลัก อาทิ

- เพิ่มหน้าที่ให้ กสทช. หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์มือถือ มีหน้าที่สั่งระงับการให้บริการหมายเลขโทรศัพท์มือถือเป็นการชั่วคราว เมื่อพบเหตุอันควรสงสัยหรือได้รับข้อมูลว่าอาจเกี่ยวข้องกับการกระทำความผิด
- กำหนดให้แพลตฟอร์มตลาดจนสถาบันการเงิน ต้องร่วมรับผิดชอบการทำธุรกรรมและการกระทำความผิดที่เกิดขึ้น เช่น การไม่ปฏิเสธการเปิดบัญชีม้า การห้ามซื้อขายสินทรัพย์ดิจิทัลผ่านแพลตฟอร์ม Peer-to-Peer Lending (P2P) โดยห้ามให้บริการหรือแสดงว่าพร้อมจะให้บริการซื้อขายหรือแลกเปลี่ยนสินทรัพย์ดิจิทัลประเภทคริปโตเคอร์เรนซี โทเคนดิจิทัลเพื่อการใช้ประโยชน์ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อลดปัญหาการฟอกเงิน โดยนำมาเปลี่ยนเป็นเงินสดดิจิทัล
- เพิ่มบทกำหนดโทษสำหรับการฟอกเงินเป็นสกุลเงินดิจิทัล และการเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล โดยไม่ได้รับความยินยอมจากเจ้าของข้อมูล
 - ผู้ประกอบการธุรกิจสินทรัพย์ดิจิทัลที่นำเงินที่ได้จากการกระทำความผิดออนไลน์มาฟอกเงินโดยนำมาเปลี่ยนเป็นเงินสดดิจิทัล ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 1 ปี หรือปรับไม่เกิน 1 แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ
 - ผู้กระทำความผิดเกี่ยวกับการพนันออนไลน์ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 1 แสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ
 - ผู้ซื้อขายข้อมูลส่วนบุคคล ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 5 ล้านบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ
- ให้สถาบันการเงินหรือผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์ ผู้ให้บริการอื่นที่เกี่ยวข้อง หรือสื่อสังคมออนไลน์ มีส่วนรับผิดชอบในความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผู้เสียหาย

- เร่งรัดกระบวนการคืนเงินให้กับผู้เสียหาย ให้อำนาจแก่คณะกรรมการธุรกรรม ตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน เป็นผู้ตรวจสอบและพิจารณาคืนเงินให้แก่ผู้เสียหาย โดยไม่ต้องรอให้มีการยื่นฟ้องคดีต่อศาลเพื่อพิจารณามีคำสั่งถึงที่สุดก่อน ทำให้การคืนเงินแก่ผู้เสียหายเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น

การปรับปรุง พ.ร.ก. ฉบับนี้ ถือเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญในการปราบปรามแก๊งคอลเซ็นเตอร์มิจฉาชีพ หรือ

อาชญากรรมไซเบอร์ในรูปแบบต่างๆ ประกอบกัน ให้อำนาจได้ทันต่อเหตุภัยคุกคามที่เปลี่ยนแปลงไปตามสมัย

รู้จักกับหน่วยงานป้องกันอาชญากรรมทางเทคโนโลยีของไทย

แน่นอนว่าการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมต้องเป็นบทบาทหน้าที่โดยตรงของตำรวจ ซึ่งสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ตร.) มีหน่วยงานส่วนสนับสนุนป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมทางเทคโนโลยีของประเทศไทย ได้แก่

● กองบัญชาการตำรวจสอบสวนกลาง (บช.ก.) (Central Investigation Bureau; CIB)

- กองบังคับการปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับอาชญากรรมทางเทคโนโลยี; บก.ปอท. (Technology Crime Suppression Division; TCSD)

หรือที่รู้จักกันในชื่อ “ตำรวจ ปอท.” มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบเกี่ยวกับการรักษาความสงบเรียบร้อย ป้องกันและปราบปราม สืบสวนสอบสวนคดีอาชญากรรมทางคอมพิวเตอร์ เช่น การแฮ็กข้อมูล การละเมิดลิขสิทธิ์ออนไลน์ การหมิ่นประมาทผ่านสื่อออนไลน์ ฯลฯ ปฏิบัติงานตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา และตามกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ ก่อตั้งขึ้นจากการประกาศใช้ พระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 จึงต้องมีการปรับโครงสร้างหน่วยงาน บช.ก. ตามพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการสำนักงานตำรวจแห่งชาติ พ.ศ. 2552 โดยเกลี้ยอัตรากำลังจากกองบังคับการสืบสวนสอบสวนคดีเศรษฐกิจ ออกมาเป็น บก.ปอท. เมื่อวันที่ 7 กันยายน 2552 เป็นต้นมา

CIB
ตำรวจสอบสวนกลาง



● กองบัญชาการตำรวจสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมทางเทคโนโลยี (บช.สอท.) (Cyber Crime Investigation Bureau; CCIB)

- กองบังคับการตำรวจสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมทางเทคโนโลยี 1-5
- กองบังคับการตรวจสอบและวิเคราะห์อาชญากรรมทางเทคโนโลยี

หรือที่รู้จักกันในชื่อ “ตำรวจไซเบอร์” ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2563 ตามพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2563 ให้มีอำนาจหน้าที่เป็นฝ่ายอำนวยการด้านยุทธศาสตร์ให้สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ในการวางแผน ควบคุม ตรวจสอบ ให้คำแนะนำ และเสนอแนะการปฏิบัติงานตามอำนาจหน้าที่ของ บช.สอท. และหน่วยงานในสังกัด ดำเนินการเกี่ยวกับการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมทางเทคโนโลยีทั่วราชอาณาจักร ปฏิบัติงานตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา กฎหมายว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ กฎหมายว่าด้วยการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ และกฎหมายอื่นอันเป็นความผิดทางอาญาเกี่ยวกับอาชญากรรมทางเทคโนโลยีและความผิดอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยมีหน้าที่สืบสวนสอบสวนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครื่องมือพิเศษ ดำเนินการรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ และวิเคราะห์การกระทำความผิดทางเทคโนโลยี พิสูจน์หลักฐานดิจิทัล ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและเก็บรวบรวมพยานหลักฐานดิจิทัล ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งจะมีความซับซ้อนหรือมีขนาดใหญ่ระดับประเทศ เช่น แก๊งคอลเซ็นเตอร์ การพนันออนไลน์ การฟอกเงินผ่านระบบดิจิทัล เป็นต้น



นอกเหนือจากหน่วยงานตำรวจ ยังมีอีกหลายหน่วยงานของรัฐที่มีบทบาทบูรณาการร่วมกันป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมทางเทคโนโลยี ที่สำคัญไม่แพ้กันอีกหลายหน่วยงาน อาทิ

● กรมสอบสวนคดีพิเศษ (กคพ.) (Department of Special Investigation; DSI) สังกัด กระทรวงยุติธรรม



• กองคดีเทคโนโลยีและสารสนเทศ

ดีเอสไอ ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2545 ตามพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 โดยปฏิบัติหน้าที่สืบสวนสอบสวน เฉพาะคดีอาชญากรรมพิเศษ ที่มีความซับซ้อนหรือส่งผลกระทบต่อสังคมในวงกว้าง กระทั่งต่อเศรษฐกิจหรือความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ หรือเป็นองค์กรอาชญากรรม เป็นผู้มิตีพิพลาสำคัญเป็นด้านการเชื่อมโยงทั้งในและข้ามชาติ ภายใต้บทบาทหน้าที่ตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 ซึ่งจะไม่ทับซ้อนกับตำรวจ แต่จะบูรณาการการทำงานร่วมกัน

● สำนักงานคณะกรรมการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติ (สกมช.) (National Cyber Security Agency; NCSA) สังกัด กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม



สกมช. ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2562 ตามพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ พ.ศ. 2562 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบาย มาตรการ แนวทางการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ สำหรับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ ในการป้องกัน รับมือ และลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ มิให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของรัฐและความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ

ตลอดจนประสานการปฏิบัติงานร่วมกันทั้งภาครัฐและเอกชน เฝ้าระวัง ติดตาม วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ เป็นศูนย์กลาง ส่งเสริม สนับสนุน ศึกษาและวิจัยข้อมูลที่เป็น ความเสี่ยงและเหตุการณ์ต่างๆ มาเผยแพร่เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนดำเนินการฝึกอบรมเพื่อยกระดับความเชี่ยวชาญในการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ และแจ้งเตือนเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ ให้กับหน่วยงานของรัฐและเอกชน

● สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (สคส.) (Office of the Personal Data Protection Commission; PDPC)



สคส. ก่อตั้งขึ้นตามมาตรา 43 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 โดยมีวัตถุประสงค์เกี่ยวกับการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี ด้านการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของประเทศ สํารวจ เก็บรวบรวมข้อมูล ติดตามความเคลื่อนไหว วิเคราะห์ วิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา บริการทางวิชาการ ฝึกอบรม เผยแพร่ให้ความรู้ และประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป เกี่ยวกับการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

วิธีป้องกัน คำแนะนำ สำหรับประชาชนทั่วไป

1 ตั้งสติ ตรวจสอบข้อความที่ได้รับอย่างระมัดระวัง หากอ้างว่าเป็นเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานติดต่อมาไม่ว่าเรื่องใด ให้โทรสอบถามจากเบอร์กลางของหน่วยงานนั้นเองทุกครั้ง อย่าโทรกลับไปทันทีตามเบอร์ที่เจ้าหน้าที่ต้องสงสัยนี้ให้ไว้

2 ห้ามกดลิงก์ หรือติดตั้งแอปพลิเคชันที่ไม่ทราบที่มา ที่ไป รวมถึงต้องไม่กรอกข้อมูลส่วนตัวใดๆ ลงไปในแอปฯ นั้น

3 หากเผลอกดลิงก์หรือติดตั้งแอปฯ แอปพลิเคชันนั้นไปแล้ว ให้รีบตัดสัญญาณอินเทอร์เน็ตทันที หากเป็นมือถือหรือ

แท็บเล็ตให้รีบเปิดโหมดเครื่องบิน หากเป็นคอมพิวเตอร์ให้ปิด Wi-Fi หรือ LAN จากนั้นทำการถอนการติดตั้งแอปฯ นั้น หรือรีเซ็ตเครื่องใหม่ทันที

4 สำหรับผู้สูงอายุตามบ้านที่ยังสามารถพูดคุยรับสายโทรศัพท์เองได้ ไม่ว่าจะมีการโทรมาอ้างเรื่องเร่งด่วนใดก็ตาม ซึ่งมักลงท้ายด้วยการให้โอนเงิน ควรปรึกษาบุตรหลานในครอบครัวที่ไว้ใจได้ หรือให้รับเรื่องแทนไว้ก่อน อย่าเพิ่งหลงเชื่อในทันที เพราะมีฉ้อฉลมีกริปรับเร่งให้ดำเนินการในทันที แล้วปฏิบัติตามข้อ 1-3 ข้างต้น

จะตรวจสอบว่าจริงหรือปลอมได้ที่ไหน

หากไม่มั่นใจในการตรวจคัดกรองด้วยตนเอง ท่านสามารถตรวจสอบข้อมูลต้องสงสัยต่างๆ ได้ ผ่านช่องทางออนไลน์ของตำรวจไซเบอร์ ดังนี้

1. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน “Cyber Check” ให้เป็นผู้ช่วยสแกนเบอร์โทรเข้าออก ตรวจสอบข้อความ SMS เพื่อแจ้งเตือนก่อนการรับสายหรือก่อนลิงก์ไปยังเว็บไซต์ที่มีความเสี่ยง ซึ่งอาจช่วยปกป้องคุณจากคอลเซ็นเตอร์มิจฉาชีพได้

2. เช็กข้อมูลด้วยตนเองผ่าน “ศูนย์บริการเช็กข้อมูลและแจ้งบัญชีต้องสงสัย” ได้ที่เว็บไซต์ “เช็กก่อน.com” (หรือ checkgon.com หรือ checkgon.go.th ก็ได้เช่นกัน) สามารถแจ้งเบาะแสภัยออนไลน์ เช็กบัญชีธนาคาร เช็กเบอร์ต้องสงสัย



เช็กเว็บปลอม ได้ และยังมีข่าวเตือนภัยออนไลน์ รู้ทันกลโกง จับคนโกง ข้อมูลสถิติประเภทคดี สถิติการแจ้งเบาะแส ให้บริการไว้เบ็ดเสร็จในเว็บไซต์เดียว



โดนเข้าให้แล้ว ต้องทำอะไร !!

ในกรณีที่โดนหลอกลวงให้โอนเงินและเข้าข่าย อาชญากรรมทางเทคโนโลยีแล้ว ต้องรีบแจ้งธนาคาร และ “แจ้งความออนไลน์” คดีอาชญากรรมทางเทคโนโลยี ผ่านทาง “ศูนย์ปราบปรามอาชญากรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ” หรือรู้จัก

กันในชื่อ “ศูนย์ AOC 1441” เพื่อขออายัดบัญชี หรือขอคำปรึกษาในการแจ้งความได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยสามารถดำเนินการได้ที่



กองบัญชาการ
ตำรวจสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมทางเทคโนโลยี
CYBER CRIME INVESTIGATION BUREAU





Website : thaipoliceonline.com
LINE OA : @police1441
สายด่วน โทร. 1441

อาชญากรรมทางเทคโนโลยี เป็นภัยคุกคามสมัยใหม่ต่อหน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานเอกชน ประชาชนทั่วไป ที่สร้างความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจ และงบประมาณของประเทศ ในการสืบสวน สอบสวน ป้องกัน ปราบปราม และรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ของข้อมูลส่วนบุคคล ธุรกรรมทางการเงินต่างๆ เป็นจำนวนมาก จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ไม่ใช่หน้าที่ของรัฐแต่เพียงลำพัง แต่ต้องรวมถึงผู้ประกอบการภาคเอกชน และประชาชนทุกคนต้องร่วมด้วยช่วยกันขับเคลื่อน สร้างสำนึกและสังคมแห่งการตระหนักรู้เท่าทันภัยคุกคามที่มากับเทคโนโลยีนี้ไปด้วยกัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมสอบสวนคดีพิเศษ. 2568. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.dsi.go.th/>, [เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม 2568].
- กองบังคับการปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับอาชญากรรมทางเทคโนโลยี. 2568. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://tcsd.go.th/>, [เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม 2568].
- กองบัญชาการตำรวจสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมทางเทคโนโลยี. 2568. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ccib.go.th/>, [เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม 2568].
- สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล. 2568. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.pdpc.or.th/>, [เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม 2568].
- ศูนย์บริการเช็กข้อมูลและแจ้งบัญชีต้องสงสัย. 2568. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.checkgon.com>, [เข้าถึงเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2568].
- BBC Thai. 2568. พ.ร.ก.ไซเบอร์ ฉบับใหม่ ให้ธนาคาร-ค่ายมือถือร่วมรับผิดชอบ จะลดปัญหาแก๊งคอลเซ็นเตอร์ได้หรือไม่ ?. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.bbc.com/thai/articles/c20p51zdqnlo>, [เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม 2568].



ฟลักซ์ทาวเวอร์ (Flux Tower)

คุณภาพอากาศ มีการตรวจวัดทั้งในพื้นที่ที่เป็นแหล่งมลภาวะ (Polluted areas) และพื้นที่อื่นๆ ที่ต้องการตรวจติดตาม (Target area) ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งปล่อย (Emission source) การแพร่กระจาย (Distribution/disperse) การเกิดปฏิกิริยาหรือเปลี่ยนแปลง (Transformation) เนื่องจากแหล่งมลภาวะหลักๆ เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) (Tscharntke *et al.* 2007 และ เกษม จันทรแก้ว 2541) ที่เชื่อมโยงและสอดคล้องกับกิจกรรมของมนุษย์ในด้านต่างๆ (Anthropogenic) จากการพัดพา กระจายตัวของมลภาวะทางอากาศที่ไม่มีทิศทาง นักวิจัยจึงมีการพัฒนาระบบการตรวจวัด-ตรวจติดตามคุณภาพอากาศ ในระยะยาวร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ระดับความสูงและในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งระบบการตรวจวัดจะถูกติดตั้งที่ระดับความสูงต่างๆ เหนือพื้นดิน เช่น ติดตั้งบนเสาสูง (Mast), ทาไฟฟ้า-ระเบียบอาคาร หรือการสร้างหอคอย (Tower) จึงเกิดเรียกว่า “ฟลักซ์ทาวเวอร์” (Flux tower) (Tscharntke *et al.* 2007)

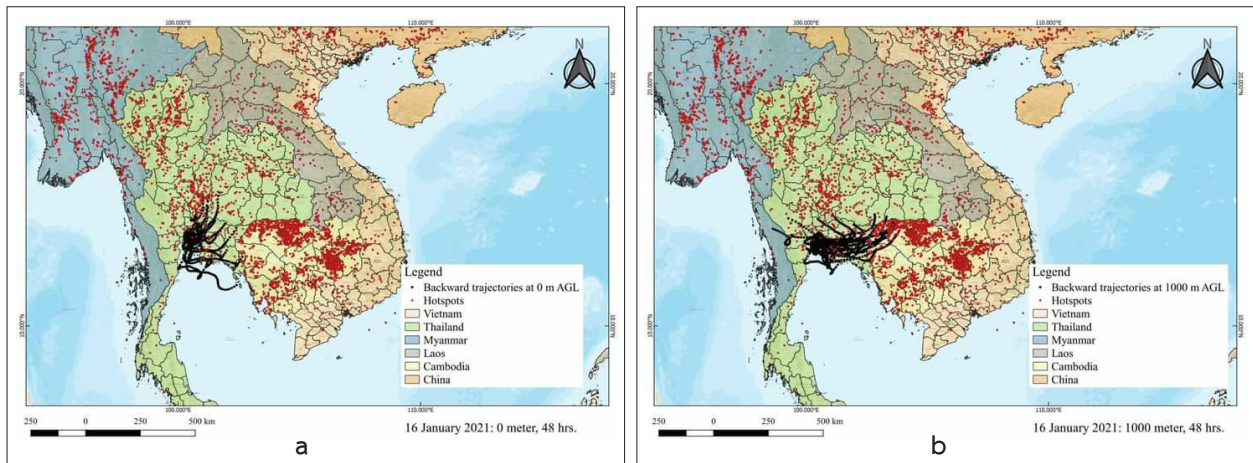
Flux tower หรือสถานีในการตรวจวัดปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Environmental parameters) พารามิเตอร์บรรยากาศ (Atmospheric parameters) หรือที่เราเรียกกันดีในการตรวจวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological parameters) เป็นหลัก ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็ว-ทิศทางลม รวมทั้งค่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ (เกษม จันทรแก้ว 2541) โดยทำการวัดแบบต่อเนื่องระยะยาว (Long-term monitoring) ข้อมูลที่วัดได้นำไปใช้ประโยชน์โดยการประเมิน ช่วงเวลาขณะที่ทำการศึกษา (Observation period) และนำข้อมูลไปประเมินทำนายในระยะยาว (Parameterization evaluation / Modelling) เพื่อศึกษาแนวโน้มหรือผลกระทบในด้านต่างๆ

Flux หรือค่าฟลักซ์ (Flux) ขอบิบายให้เข้าใจง่ายๆ คือค่าสมดุลในการแลกเปลี่ยนจำนวนสุทธิของก๊าซ อนุภาคและพลังงานต่อพื้นที่ในช่วงเวลาหนึ่ง จะเห็นว่าค่าฟลักซ์ใช้ประเมินได้ทั้งมลสารในบรรยากาศ (Atmospheric pollutants) และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในบรรยากาศ (Atmospheric parameters)

จากงานวิจัยพบว่าคุณภาพอากาศ (Air quality) ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้นการติดตั้งเครื่องมือหรือการติดตั้งระบบการตรวจวัดคุณภาพอากาศ (Air quality monitoring) จะออกแบบและติดตั้งโดยขึ้นอยู่กับลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land use) หรือการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน (Land cover change) เช่น เขตพื้นที่เมือง

ชุมชน ชนบท และพื้นที่ทางการเกษตร ซึ่งพื้นที่ทางการเกษตร (Agricultural area) ลักษณะสิ่งปกคลุมดินจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัด (Aparicio *et al.* 2013)

เพื่อให้มองเห็นภาพแพร่กระจายและการเคลื่อนที่ของมลพิษทางอากาศ (Air pollutant) ทั้งในรูปมลสาร (Gaseous pollutant) และอนุภาคมลพิษ (Particulate pollutant) (เกษม จันทรแก้ว 2541) จากรูปที่ 1 ได้แสดงแหล่งปล่อย (Emission source) และลักษณะการแพร่กระจาย (Distribution/disperse) ในรูปของอนุภาคหรือ (Particulate matter: PM) เนื่องจาก PM ที่แขวนลอยในชั้นบรรยากาศจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับ-ตัวนำพามลสาร จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง รูปที่ 1 (a-b) เป็นแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศแบบย้อนกลับ (Backward trajectory) ของ PM จากการเผาไหม้ชีวมวล เป็นการทำให้แบบจำลองทิศทางลมที่ระดับความสูง 0 และ 1000 เมตร ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำมาประเมินแหล่งกำเนิดและทิศทางที่เป็นไปได้ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5}) ที่เคลื่อนตัวสู่กรุงเทพมหานคร ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 (รายงานสถานการณ์หมอกควันภาคใต้ 2564) จุดความร้อน (hotspots) คือ จุดสีแดง และลักษณะการแพร่กระจายและการเคลื่อนที่ของอนุภาคจากการเผาไหม้ชีวมวล (จุด-เส้นสีดำ) ซึ่งอาจจะมีทั้งแหล่งเผาในประเทศและจากการเคลื่อนที่ข้ามแดน (Transboundary pollutants) มาจากประเทศเพื่อนบ้าน



ที่มา: รายงานสถานการณ์หมอกควันภาคใต้ (2564)

รูปที่ 1. แบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศแบบย้อนกลับเป็นการทำแบบจำลองทิศทางลม
a) ที่ระดับความสูง 0 เมตร b) ที่ระดับความสูง 1000 เมตร

ในครั้งนี้จะกล่าวถึง Flux tower ใน 3 ลักษณะ: ในเขตเมือง (Urban) พื้นที่การเกษตร (Agricultural area) พื้นที่ชนบทหรือพื้นที่ป่า (Forest area) มลพิษทางอากาศ (Air pollutant) ทั้งในรูปมลสาร (Gaseous pollutant) และอนุภาคมลพิษ (Particulate pollutant) (เกษม จันทรแก้ว 2541) รวมทั้งก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas: GHGs) (นงภัทร ไชยชนะ และคณะ 2555)

ในเขตพื้นที่เมือง (Urban area)

คุณภาพอากาศในเขตเมือง เขตชุมชน เขตเศรษฐกิจ และเขตที่มีการจราจรหนาแน่น โดยเฉพาะชนิดมลภาวะทางอากาศที่ต้องควบคุมไม่ให้เกินมาตรฐาน สถานีวิจัยเพื่อการ

ตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและคุณภาพอากาศ หรือ KU TOWER เพราะตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ดังรูปที่ 2 นับเป็นสถานีวิจัยแห่งแรกของประเทศไทยที่ใช้ในการวิจัยอิทธิพลของมลสารในบรรยากาศต่อลักษณะอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินในเขตเมือง ผลการตรวจวัดไม่ได้ถูกนำไปใช้เพื่อรายงานลักษณะอุตุนิยมวิทยาในชีวิตประจำวัน แต่ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะชั้นบรรยากาศที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของมลสารในบรรยากาศ อีกทั้งเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับฝุ่นละอองในเขตเมือง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อความแม่นยำของผลการคาดการณ์สภาพอากาศของประเทศ ดังนั้น KU TOWER เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของงานวิจัยด้านสภาพอากาศของประเทศ



ที่มา: สถานีวิจัยเพื่อการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและคุณภาพอากาศ (KU TOWER) (2562)

รูปที่ 2. สถานีวิจัยเพื่อการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและคุณภาพอากาศ (KU TOWER)

ในพื้นที่การเกษตร (Agricultural area)

สำหรับในพื้นที่การเกษตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน (Land cover change) ในแต่ละช่วงฤดู ที่มีกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ ดังรูปที่ 3 ดังเช่นข้อมูลงานวิจัย ที่ศึกษารวบรวมโดย Aparicio *et al.* (2013) ภายใต้ The European Topic Centre on Air Pollutant and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) ซึ่งทำการตรวจติดตามการแพร่กระจายตัวของอนุภาคมลพิษจากกิจกรรมในพื้นที่การเกษตร เช่น การทำปุ๋ยคอก การใช้สารเคมีทั้งในรูปปุ๋ยและยาฆ่าแมลง การเตรียมดิน-เตรียมพื้นที่สำหรับการปลูกพืชรอบใหม่ และการจัดการวัสดุหลังการเก็บเกี่ยว (การทำปุ๋ยและการเผาทำลาย) สุ่พื้นที่อื่นๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพอากาศทั้งใน

เขตเมืองและเขตชนบท ในยุโรป จากงานวิจัยของ นงภัทร ไชยชนะ และคณะ (2555) ทำการศึกษาการแลกเปลี่ยนของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 flux) จากไร่อ้อย ด้วยวิธี Eddy Covariance Technique ซึ่งพบทั้งปริมาณการปลดปล่อย CO_2 จากระบบนิเวศ ทั้งจากพืชและจากชั้นดิน (soil respirations) และการดูดซับ CO_2 นำกลับไปใช้โดยพืชผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อสร้างเนื้อเยื่อและเจริญเติบโต Yasuko *et al.* (2009) มีการศึกษาในบริเวณที่มีความชื้นสูง พื้นที่ละติจูดต่ำและละติจูดกลางหลายแห่งในเอเชีย แม้แต่ทุ่งนาข้าวที่เป็นพืชเอกลักษณ์ในภูมิภาคเอเชียก็มีการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าฟลักซ์เพื่อใช้ศึกษาถึงสภาพภูมิอากาศ (Climate condition) และการบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use management)



ที่มา: AsiaFlux (2021)

รูปที่ 3. การวัดค่าฟลักซ์ในพื้นที่การเกษตร

ในพื้นที่ป่า (Forest area)

ทั้งขนาดและความสูงของ Flux tower สามารถออกแบบสร้างให้เหมาะสมได้ตามพื้นที่ที่ต้องการเก็บข้อมูลและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ประโยชน์ รูปที่ 4 เป็นลักษณะ Flux tower ในพื้นที่ป่าต่างๆ เช่น ในป่าปฐมภูมิประเภทต่างๆ

ป่าหิมาลัยหรือป่าปลูก และป่าชุมชน ดัง Yasuko *et al.* (2009) ทำการรวบรวมผลการศึกษาการตรวจวัดค่าฟลักซ์ใน 51 พื้นที่ป่าในภูมิภาคเอเชีย พบว่ามี Flux tower ในภูมิภาคเอเชียมีมากกว่าในอเมริกาและยุโรป ซึ่งมีทั้งที่กำลังสร้างเพิ่ม มีการศึกษาค่าฟลักซ์ทั้งในพื้นที่ป่าโปร่ง ป่าฝนในเอเชียใต้ และจากป่าในแถบเส้นศูนย์สูตรจนถึงเขตภูมิอากาศขั้วโลก



ที่มา: AsiaFlux (2021)

รูปที่ 4. ฟลักซ์ทาวเวอร์ในพื้นที่ป่า

ข้อมูลค่าฟลักซ์ที่นักวิจัยทำการตรวจวัดและรวบรวมเป็นระยะเวลานาน ยังถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การประเมินการแลกเปลี่ยนค่าฟลักซ์ต่างๆ ในระบบนิเวศ ทั้งการแลกเปลี่ยนพลังงานและเชื่อมโยงกับธาตุต่างๆ ในระบบ อีกทั้งสามารถนำไปใช้ประมวลผล

ร่วมกับข้อมูลจากการตรวจวัดระยะไกล (Remote sensing) (Yasuko *et al.* 2009) ค่าฟลักซ์ต่างๆ เหล่านี้ มีตั้งแต่ระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก ในโอกาสต่อไปจะนำข้อมูลเกี่ยวกับ Flux tower ในระดับต่างๆ รวมทั้ง Flux tower ในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

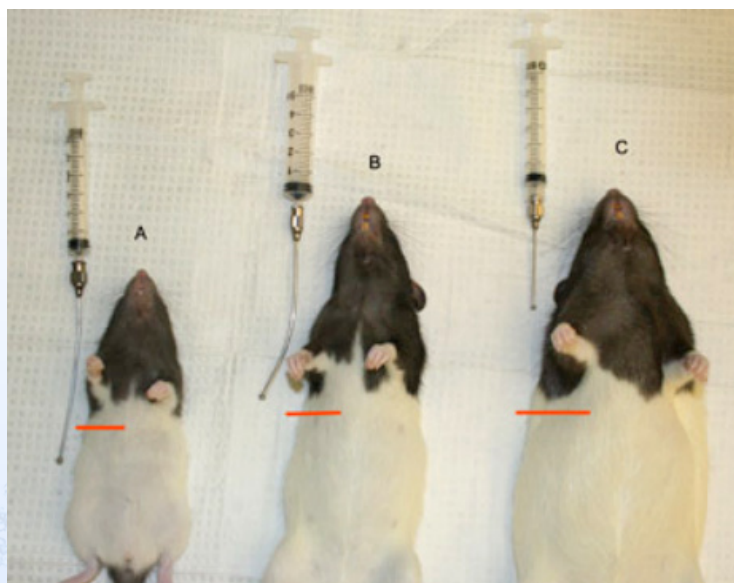
- เกษม จันทรแก้ว. 2541. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางอากาศ. กรุงเทพฯ: โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 263-328.
- นงภัทร ไชยชนะ, ทิวา, พาโคทหม, เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ และเชษฐ สาทริกกิจ. 2555. การประเมินการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอ้อยตอหนึ่ง โดยวิธี Eddy Covariance Technique. การประชุมวิชาการแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, ครั้งที่ 9. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, หน้า 81-88.
- รายงานสถานการณ์หมอกควันภาคใต้. 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.facebook.com/SouthHazeWatch/> รายงานสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน (PM2.5) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล, [เข้าถึงเมื่อ 16 มกราคม 2564].
- สถานีวิจัยเพื่อการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและคุณภาพอากาศ (KU TOWER). 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.kasetkaoklai.com/home/2019/06/>. ม.เกษตรกรรม “สถานีวิจัยเพื่อการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินและคุณภาพอากาศ”, [เข้าถึงเมื่อ 2 January 2565].
- Aparicio, S. L., Guerreiro, C., Viana, M., Reche, C. and Querol X., 2013. Contribution of agriculture to air quality problems in cities and in rural areas in Europe. *The European Topic Centre on Air Pollutant and Climate Change Mitigation (ETC/ACM) Technical Paper*, **2013**(10), p. 21.
- AsiaFlux. 2021. [online]. Available at: <https://www.asiaflux.net/>, [accessed 2 January 2022].
- Tscharntke, T., Leuschner, C., Zeller, M., Guhardja, E. and Bidin A., 2007. The stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation, Berlin: Springer Verlag, pp. 463-492.
- Yasuko Mizoguchi, Akira Miyata, Yoshikazu Ohtani, Ryuichi Hirata and Satoko Yuta, 2009. A review of tower flux observation sites in Asia. *Journal of Forest Research*, **14**(1), pp. 1-9.

การให้สารในสัตว์ เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัย งานทดสอบ หรืองานสอนที่มีการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มักจะต้องให้สารหรือยาในวิธีการต่างๆ และวิธีการดังกล่าวนั้นจะต้องให้สัตว์ทดลองอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการข้อมูลหรือผลในงานวิจัย งานสอน หรืองานทดสอบที่แม่นยำ และได้ผลคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด นอกจากผู้ปฏิบัติจะต้องมีประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับงานแล้ว วิธีการให้สารในสัตว์จึงเป็นปัจจัยสำคัญอีกด้วย ซึ่งในบทความนี้จะกล่าวถึงวิธีการ การให้สารในสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม ได้แก่

1. การให้สารทางปาก โดยการป้อนสารเข้าสู่กระเพาะอาหารสัตว์ทดลองโดยตรง (Intragastric administration/oral gavage) จะใช้เข็มป้อนปลายกลม เพื่อให้สารในปริมาณที่ต้องการทั้งหมดลงสู่กระเพาะทันที โดยมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

- 1.1 จับบังคับสัตว์ทดลองบริเวณหลังคอให้สัตว์ทดลองเป็นอิสระจากพื้น
- 1.2 วัดความลึกของเข็มป้อนจากปากไปจนถึงกระดูกอ่อน Xiphoid ของตัวสัตว์ทดลองแต่ละตัว ดังรูปที่ 1



ที่มา: Machholz *et al.* (2012)

รูปที่ 1. การวัดความลึกของเข็มป้อนจากปากไปจนถึงกระดูกอ่อน Xiphoid

1.3 ค่อยๆ สอดเข็มป้อนเข้าด้านข้างปาก ตามจังหวะการกลืนของสัตว์ หากสัตว์ตื่นหรือปลายเข็มไม่สามารถเข้าสู่หลอดอาหารได้ให้หยุดการป้อน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากการดันเข็มป้อนจนหลอดอาหารทะลุ

2. การให้สารทางฉีดสารเข้าสู่ร่างกาย มีหลายวิธี

2.1 การฉีดสารเข้าสู่บริเวณชั้นใต้ผิวหนัง (Subcutaneous administration) ดังรูปที่ 2 โดยมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้



ที่มา: Intravenous Injection in the Rat (2023)

รูปที่ 2. การฉีดสารเข้าสู่บริเวณชั้นใต้ผิวหนัง

2.1.1 จับบังคับสัตว์ทดลองให้อยู่บริเวณพื้นเรียบ และดึงหนังบริเวณคอหรือหลัง ขึ้นให้เป็นรูปสามเหลี่ยม

2.1.2 เช็ดบริเวณผิวหนังที่จะฉีดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

2.1.3 สอดปลายเข็มเข้าที่บริเวณช่องว่างระหว่างผิวหนังและกล้ามเนื้อ โดยให้แทงเข็มฉีดยาทำมุมประมาณ 30-45° กับผิวหนัง

2.1.4 ดึงก้านกระบอกฉีดยา (draw back) เพื่อตรวจสอบว่าปลายเข็มไม่มีการทิ่มไปโดนบริเวณเส้นเลือดหรือกล้ามเนื้อ

2.1.5 ค่อยๆ ปล่อยสารจากกระบอกฉีดยาเข้าสู่ใต้ผิวหนังของสัตว์ทดลอง หลังจากนั้นค่อยๆ นวดเบาๆ ในบริเวณที่ฉีด

2.2 การฉีดสารเข้าสู่บริเวณชั้นกล้ามเนื้อ (Intramuscular administration)

2.2.1 จับบังคับสัตว์ทดลองให้อยู่บริเวณพื้นเรียบ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการจับบังคับ จับขาข้างหนึ่งให้ยึดเหยียดออก และจับกล้ามเนื้อบริเวณที่จะฉีดยา โดยมักจะฉีดที่

กล้ามเนื้อที่ต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle)

2.2.2 เช็ดบริเวณผิวหนังที่จะฉีดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

2.2.3 แทะเข็มเข้าที่บริเวณกล้ามเนื้อที่ต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle) โดยให้แทงเข็มฉีดยาทำมุมประมาณ 90° กับกล้ามเนื้อ

2.2.4 ดึงก้านกระบอกฉีดยา (draw back) เพื่อตรวจสอบว่าปลายเข็มไม่มีการทิ่มไปโดนบริเวณเส้นเลือด

2.2.5 ค่อยๆ ปล่อยสารจากกระบอกฉีดยาเข้าสู่กล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง หลังจากนั้นค่อยๆ นวดเบาๆ ในบริเวณที่ฉีด

2.3 การฉีดสารเข้าสู่บริเวณช่องท้อง (Intraperitoneal administration)

2.3.1 จับบังคับสัตว์ทดลองให้หงายท้องขึ้น และจับให้หัวเอียงต่ำลง

2.3.2 เช็ดบริเวณผิวหนังที่จะฉีดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70

2.3.3 กำหนดบริเวณที่จะฉีดโดยแบ่งช่องท้องเป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 3 โดยจะแนะนำให้ฉีดที่ส่วนด้านล่างขวาของช่องท้องสัตว์ทดลอง เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ปลายเข็มที่จะไปโดนลำไส้ส่วน cecum ที่อยู่ด้านซ้ายล่างของช่องท้อง

2.3.4 แหงเข็มเข้าที่บริเวณช่องท้อง โดยให้แหงเข็มฉีดยาทำมุมประมาณ 10° กับส่วนด้านล่างขวาของช่องท้องสัตว์ทดลอง

2.3.5 ดึงก้นกระบอกฉีดยา (draw back) เพื่อตรวจสอบว่าปลายเข็มไม่มีการทิ่มไปโดนบริเวณเส้นเลือดลำไส้ หรือกระเพาะปัสสาวะของสัตว์ แล้วจึงค่อยๆ ปล่อยสารจากกระบอกฉีดยาเข้าสู่ช่องท้องของสัตว์ทดลอง

2.4 การฉีดสารเข้าสู่ทางหลอดเลือดดำ (Intravenous administration)

2.4.1 จับบังคับสัตว์ทดลองให้อยู่บริเวณพื้นเรียบ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการจับบังคับ และดึงส่วนปลายหางออกมา

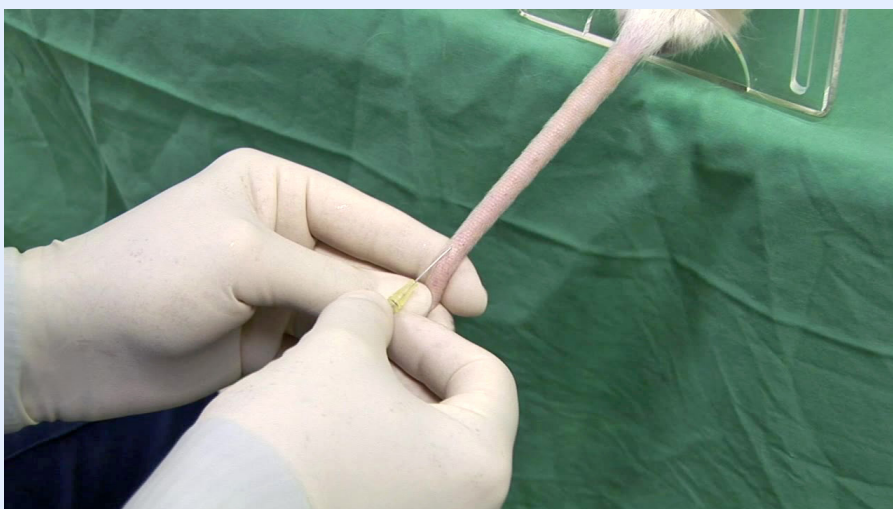
2.4.2 เช็ดบริเวณปลายหางด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 70

2.4.3 สอดเข็มเข้าที่บริเวณหลอดเลือดดำด้านข้างหาง (Lateral tail vein) ดังรูปที่ 4



ที่มา: Machholz *et al.* (2012)

รูปที่ 3. การแบ่งช่องท้องเป็น 4 ส่วน เพื่อการฉีดสารเข้าสู่บริเวณช่องท้อง



ที่มา: Intravenous Injection in the Rat (2023)

รูปที่ 4. การฉีดสารเข้าสู่ทางหลอดเลือดดำ

2.4.4 ดึงก้านกระบอกฉีดยา (draw back) ให้มีเลือดเข้าในกระบอกฉีดยาเล็กน้อย เพื่อตรวจสอบว่าปลายเข็มเข้าสู่หลอดเลือดดำแล้ว หลังจากนั้นดำเนินการให้สารซ้ำๆ

2.4.5 เมื่อให้สารเสร็จ ใช้สำลีแห้งกดค้างไว้เพื่อห้ามเลือดหลังจากถอนเข็ม

หมายเหตุ: ปริมาณสารที่ให้แต่ละวิธีจะไม่เกินตารางด้านล่าง

ตารางที่ 1. ขนาดยาและเข็มที่แนะนำสำหรับการให้ยาแต่ละวิธีในหนูทดลอง

Route	Mouse		Rat	
	Recommended volume	Recommended gauge and length of needle	Recommended volume	Recommended gauge and length of needle
Intranasal ¹	5-25 µl	N/A	5-25 µl	N/A
Intramuscular ^{1,2}	0.0005 ml/g	<23 g, 0.5 to 0.75 in	0.1 ml/kg	<21 g, 0.5 to 0.75 in
Intraperitoneal ^{1,2}	0.02 ml/g	<21 g, 0.75 to 1 in	10 ml/kg	<21 g, 0.75 to 1 in
Subcutaneous ^{1,2}	0.01 ml/g	<22 g, 0.5 to 1 in	5 ml/kg	<22 g, 0.5 to 1 in
Intradermal ¹	0.05-0.1 ml	<26 g, 0.5 in	0.05-0.1 ml	<26 g, 0.5 in
Intravenous ^{1,2}	0.005 ml/g -0.025 ml/g*	<25 g, 0.75 to 1 in	5 ml/kg-20 ml/kg*	<23 g, 0.75 to 1 in
Oral gavage ^{1,2}	0.01 ml/g	20-22 g feeding needle	5-10 ml/kg	16-20 g feeding needle

*The first number is the volume given as an intravenous bolus over approximately 1 minute. The second volume is the volume that may be given as a slow infusion over 5-10 minutes.

Table 1. Recommended doses and needle sizes for various routes of compound administration in mice and rats.

ที่มา: Machholz *et al.* (2012)

ทั้งนี้ การให้สารในสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้วิธีการที่ถูกต้อง และการฝึกฝนจากบุคลากรที่มีประสบการณ์ จึงจะทำให้ได้ผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย สัตว์ทดลองและได้รับสารในปริมาณที่แม่นยำ คลาดเคลื่อนน้อย อีกทั้งยังเพิ่มความปลอดภัยของสัตว์ทดลอง และมีโอกาสบาดเจ็บได้น้อยที่สุดอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

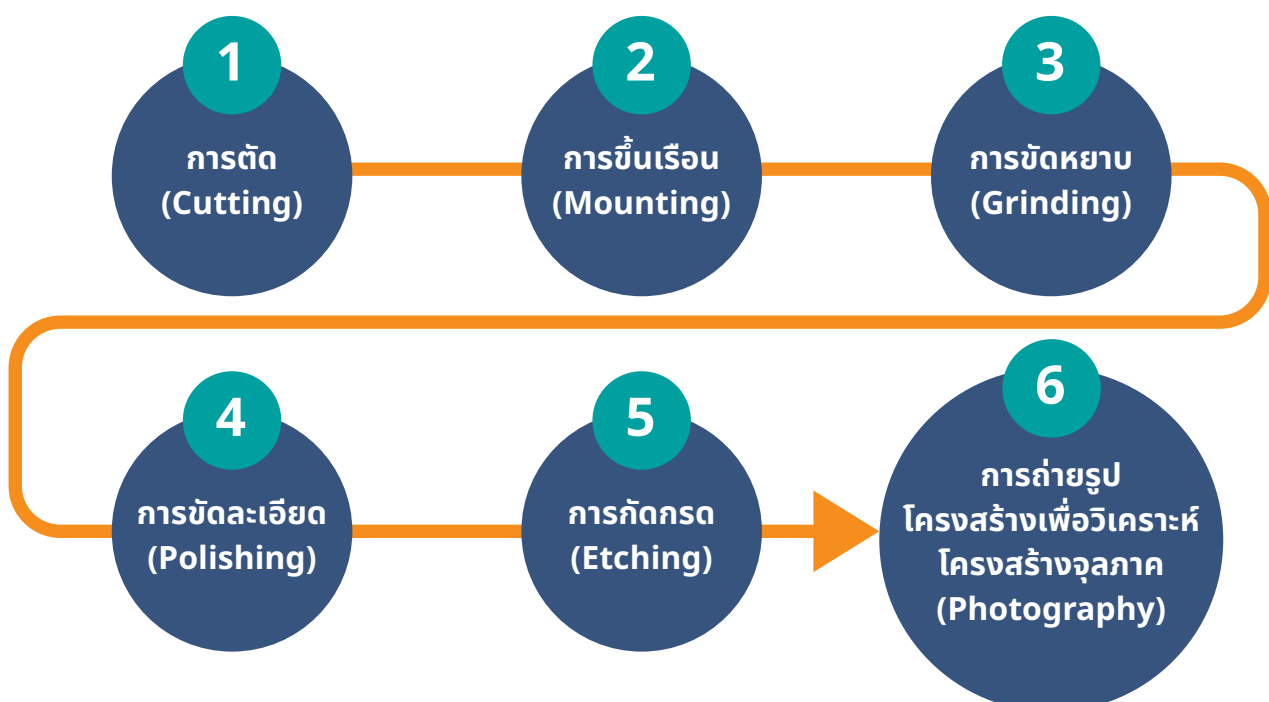
- Bogdanske, J., *et al.*, 2010. Laboratory mouse procedure technique. Boca Raton: CRC Press.
- Intravenous Injection in the Rat. 2023. [online] Available at: <https://researchanimaltraining.com/articles/intravenous-injection-in-the-rat/>, [accessed 1 August 2023].
- Liu, Enqi and Fan, Jianglin. 2018. Fundamentals of Laboratory Animal Science. Boca Raton: CRC Press.
- Machholz., *et al.*, 2012. Manual Restraint and Common Compound Administration Routes in Mice and Rats. *J Vis Exp.*, **26**(67), p. 2771.
- Subcutaneous injection in the mouse. 2023. [online] Available at: <https://researchanimaltraining.com/articles/subcutaneous-injection-in-the-mouse/>, [accessed 1 August 2023].

เตรียมชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ...อย่างไรให้ได้ดี

การวิเคราะห์ความเสียหายของวัสดุ และชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ รวมทั้งวิศวกรรมย้อนรอย การวิเคราะห์กระบวนการผลิต และการขึ้นรูปของชิ้นงาน เพื่อให้ทราบว่ามีกระบวนการใดมาบ้าง เช่น การอบชุบเพิ่มความแข็ง งานชุบขึ้นรูป งานเชื่อม งานหล่อ งานกลึง งานกัด งานไส ของชิ้นงานนั้น การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค เป็นหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์ที่สามารถระบุสาเหตุของความเสียหายว่าเกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุใด หรือการขึ้นรูปชิ้นงานใช้กระบวนการใด ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ แก้ไข ปรับปรุงกระบวนการผลิตได้

การเตรียมชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค จึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายของชิ้นงาน และวิเคราะห์กระบวนการผลิตชิ้นงาน

ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงานวิเคราะห์ อ้างอิงคู่มือ ASM Handbook Volume 9 Metallography and Microstructures มี 6 ขั้นตอน ได้แก่



1. การตัด (Cutting)

การตัดเป็นการทำเพื่อให้ชิ้นงานมีขนาดเล็ก เหมาะสำหรับการทำการวิเคราะห์ รวมทั้งเป็นการกำหนดบริเวณที่สนใจจะทำการวิเคราะห์โครงสร้าง สามารถทำได้โดยการใช้เลื่อยสายพานตัด (รูปที่ 1) ซึ่งต้องมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำหล่อเย็นชิ้นงานด้วยเพื่อลดผลกระทบจากความร้อนจากการตัดต่อโครงสร้างของชิ้นงาน



รูปที่ 1. แสดงการตัดชิ้นงานด้วยเลื่อยสายพานตัดแนวนอน

กรณีชิ้นงานมีขนาดไม่ใหญ่มาก สามารถใช้เครื่องตัด Cut-Off Machine (รูปที่ 2) เป็นเครื่องตัดชิ้นงานที่ใช้ใบตัดแบบไฟเบอร์สำหรับตัดชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างได้ โดยมีระบบน้ำหล่อเย็นชิ้นงานขณะตัด



รูปที่ 2. แสดงการตัดชิ้นงานด้วยเครื่องตัด Cut-Off Machine

2. การขึ้นเรือน (Mounting)

การทำเรือนหุ้มชิ้นงานด้วยเรซิน มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อความสะดวกในการจับ และการขัด รวมทั้งการเตรียมชิ้นงานในขั้นตอนต่างๆ ก็จะสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

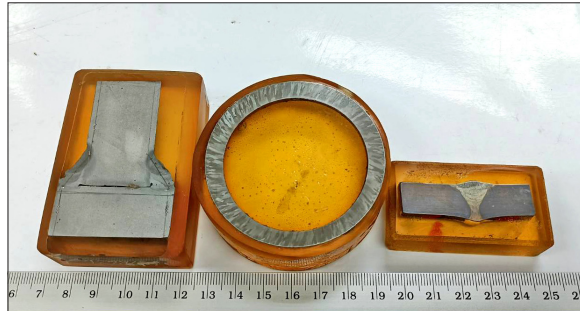
การขึ้นเรือน มี 2 แบบ ได้แก่

2.1 การขึ้นเรือนแบบร้อน (Hot mounting) (รูปที่ 3) ใช้ผงเรซิน (Bakelite) อัดด้วยแรงกดภายใต้อุณหภูมิสูง 170 - 200 °ซ. ใช้เวลาอย่างน้อย 15 - 30 นาที ในการขึ้นเรือน เหมาะกับชิ้นงานที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน

2.2 การขึ้นเรือนแบบเย็น (Cold mounting) (รูปที่ 4) ใช้ เรซิน (Resin) ผสมกับฮาร์ดเนอร์ (Hardener) ในอัตราส่วนของผู้ผลิตกำหนด ใช้เวลานาน 3 - 4 ชั่วโมง ในการขึ้นเรือนเหมาะกับชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน วัสดุมีความอ่อนไม่ทนต่อแรงกด



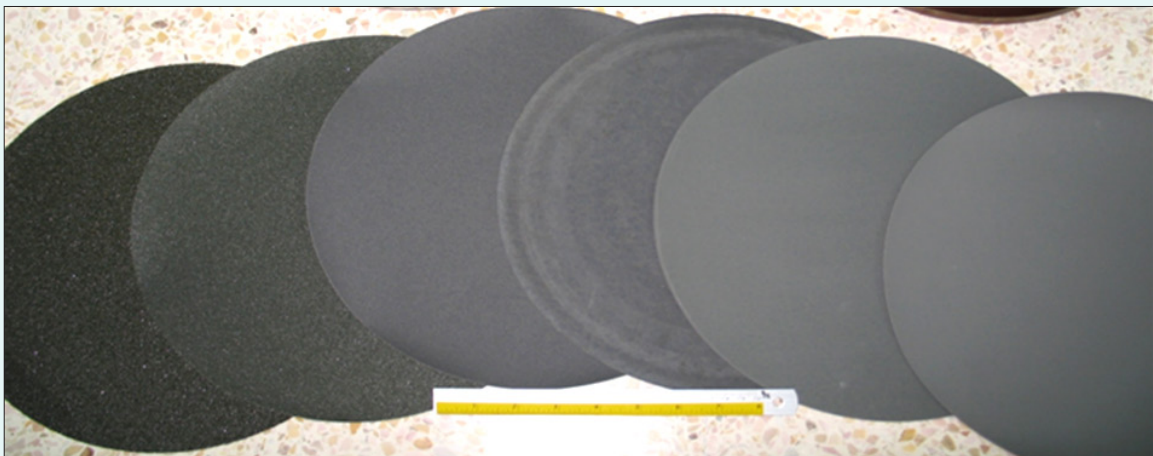
รูปที่ 3. แสดงชิ้นงานที่ขึ้นเรือนแบบร้อน (Hot mounting)



รูปที่ 4. แสดงชิ้นงานที่ขึ้นเรือนแบบเย็น (Cold mounting)

3. การขัดหยาบ (Grinding)

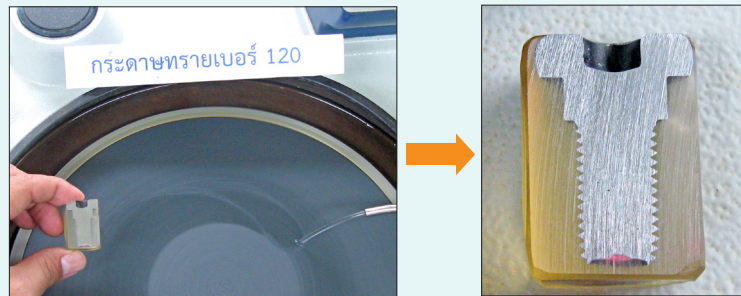
การขัดด้วยกระดาษทรายเพื่อให้ชิ้นงานมีผิวเรียบขึ้นโดยใช้กระดาษทราย (รูปที่ 5) เริ่มจากเบอร์ 80 เบอร์ 120 เบอร์ 240 เบอร์ 600 จนถึงเบอร์ 1200 และถ้าเป็นวัสดุประเภท เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ให้ใช้กระดาษเบอร์ 4000 เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยที่การขัดด้วยกระดาษทรายแต่ละเบอร์จะขัดในแนวที่ตั้งฉากกับแนวการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ก่อนหน้า



รูปที่ 5. แสดงภาพกระดาษทราย

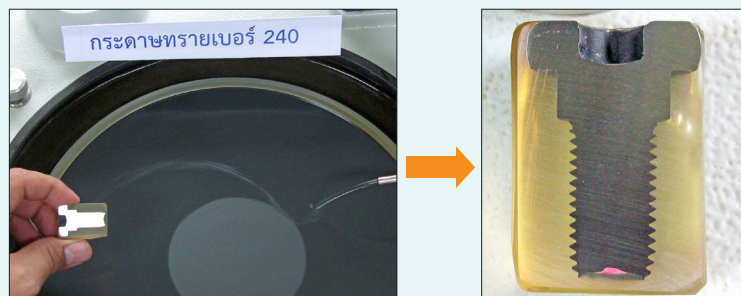
ขั้นตอนการขัดหยาบ (Grinding) กรณีที่ผิวชิ้นงานมีความเรียบจากการตัดด้วยเครื่องตัด Cut-Off Machine เราสามารถเริ่มขัดกระดาษทรายเบอร์ 120 ได้

1. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120 (รูปที่ 6)



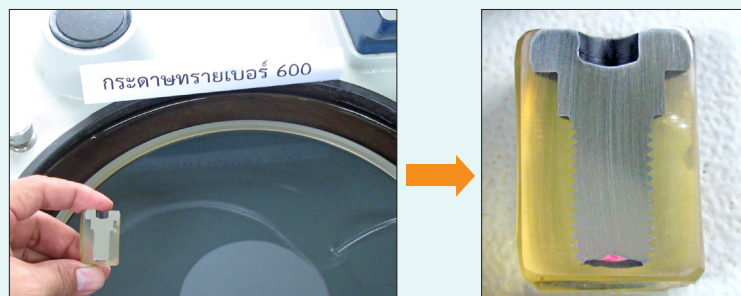
รูปที่ 6. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120

2. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240 (รูปที่ 7) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 120



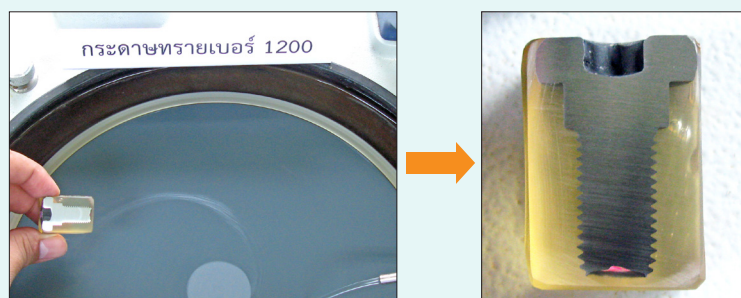
รูปที่ 7. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240

3. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600 (รูปที่ 8) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 240



รูปที่ 8. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 600

4. ขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200 (รูปที่ 9) ให้วางชิ้นงานตั้งฉากกับแนวขัดกระดาษทรายเบอร์ 600



รูปที่ 9. แสดงภาพการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200

หลังจากขัดหยาบแล้วเสร็จให้ ล้างชิ้นงานด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก (Ultrasonic bath) ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน เพื่อไปสู่ขั้นตอนการขัดละเอียดต่อไป

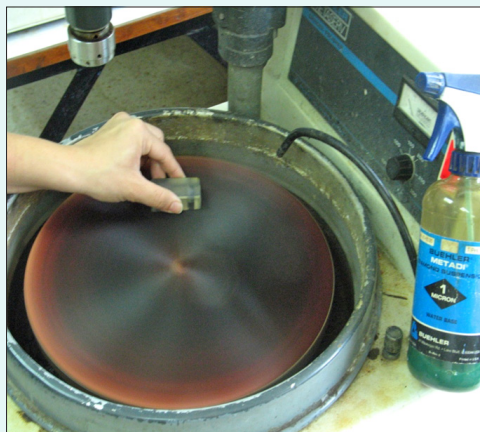
4. การขัดละเอียด (Polishing)

การขัดละเอียดจะเป็นการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน (รูปที่ 10) และ ขนาด 1 ไมครอน ตามลำดับ และถ้าเป็นวัสดุ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ให้ใช้ Al_2O_3 Suspension ขนาดต่ำกว่า 1 ไมครอน ขัดเป็นขั้นตอนสุดท้าย เทคนิคในการขัดละเอียดต้องขยับชิ้นงาน ไม่ให้ชิ้นงานอยู่กับที่ เพราะถ้าจับชิ้นงานนิ่งอยู่กับที่ ชิ้นงานมีรอยขีดข่วน (Smear) จากการขัดได้



รูปที่ 10. แสดงภาพการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน

หลังจากขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 3 ไมครอน จนไม่พบรอยขีดข่วนจากการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 1200 หรือ 4000 บนผิวชิ้นงานแล้ว ให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน ก่อนที่นำไปสู่ขั้นตอนการขัดละเอียดขนาด 1 ไมครอน (รูปที่ 11) ต่อไป

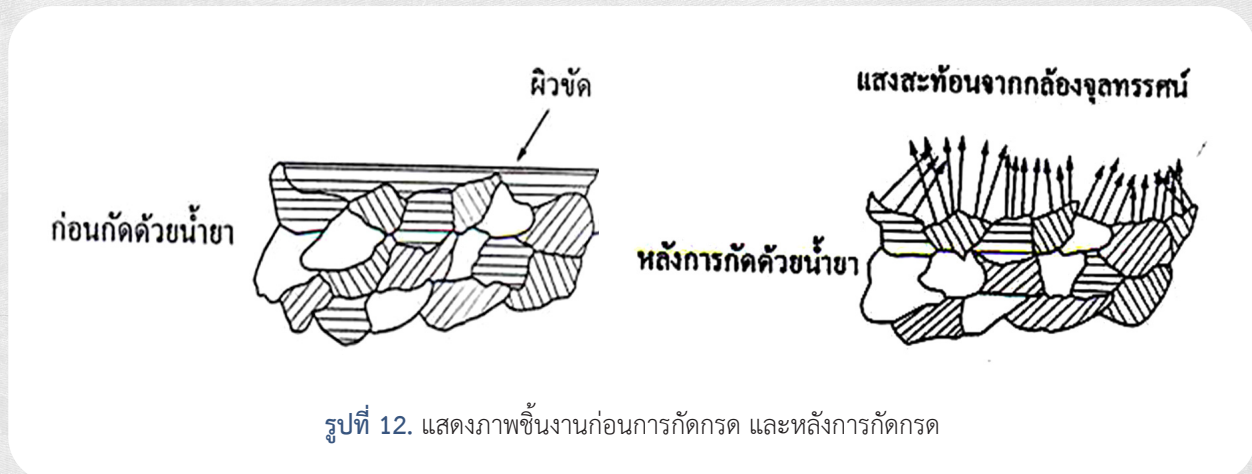


รูปที่ 11. แสดงภาพการขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 1 ไมครอน

หลังจากขัดด้วยผงเพชร (Diamond compound) ขนาด 1 ไมครอน จนไม่พบรอยขีดข่วนบนผิว และชิ้นงานมีความมันเงา คล้ายกระจก ให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า แช่ในอ่างอัลตราโซนิก ล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ฟันไล่น้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน แล้วจึงไปสู่ขั้นตอนการกัดกรวด (Etching)

5. การกัดกรด (Etching)

การกัดกรด คือการใช้สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับธาตุในโลหะซึ่งแต่ละธาตุมีความไวต่อสารเคมีแต่ละประเภทแตกต่างกัน ออกไป ทำให้เกิดผิวที่มีความลึกที่แตกต่างกันของโครงสร้างวัสดุแต่ละประเภท เราจึงสามารถถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคได้ (รูปที่ 12)



ตารางที่ 1 แสดงการเลือกน้ำยากัดกรดให้เหมาะสมกับโลหะแต่ละชนิดและเวลาที่เหมาะสมในการกัดกรด ดังนี้

ตารางที่ 1. แสดงชนิดน้ำยากัดกรด ส่วนผสมน้ำยากัดกรดกับโลหะ เวลาที่เหมาะสมในการกัดกรด

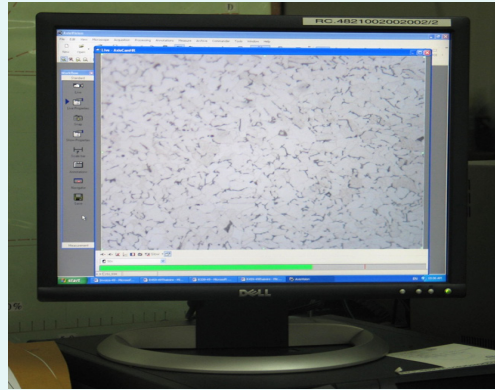
สารเคมีที่ใช้กัดผิวชิ้นงาน	ส่วนผสม	ชนิดวัสดุ	เวลาที่ใช้
กรดไนตริกและไฮโดรคลอริก (Nitric Acid and Hydrochloric)	กรดไนตริก (HNO_3) 3 มิลลิลิตร ไฮโดรคลอริก (HCl) 10 มิลลิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 90 มิลลิลิตร	เหล็กเครื่องมือ เหล็กกล้าคาร์บอน	10 – 30 วินาที
ไนตัล (Nital)	ไนตริกแอซิด (HNO_3) 1 มิลลิลิตร ผสม เอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร	เหล็กชุบแข็งผิว เหล็กกล้าทั่วไป	10 – 15 วินาที
กรดพิคริกและไฮโดรคลอริก (Picric Acid and Hydrochloric)	กรดพิคริก (Picric Acid) 1 มิลลิลิตร ผสมไฮโดรคลอริก (HCl) 5 มิลลิลิตร และเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร	เหล็กกล้าไร้สนิม	10 – 30 วินาที
กรดไนตริกและน้ำกลั่น	กรดไนตริก (HNO_3) 10 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น (H_2O) 90 มิลลิลิตร	ทองแดง ทองเหลือง	10 – 30 วินาที
กรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric Acid)	กรดไฮโดรฟลูออริก ½ ถึง 2 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่น (H_2O) 100 มิลลิลิตร	อะลูมิเนียมผสม	15 – 45 วินาที

หลังจากการกัดกรดให้นำชิ้นงานไปล้างด้วยน้ำเปล่า ฟันน้ำด้วยเอทานอล แล้วเป่าแห้งด้วยลมร้อน ก่อนนำไปสู่ขั้นตอนการถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (Photography)

6. การถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค (Photography)

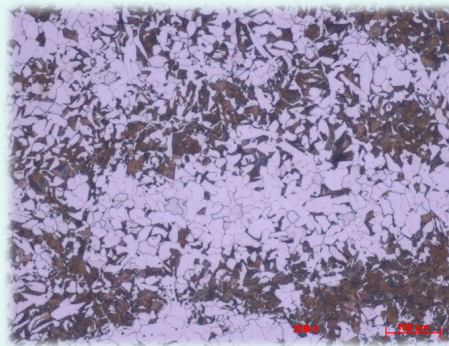
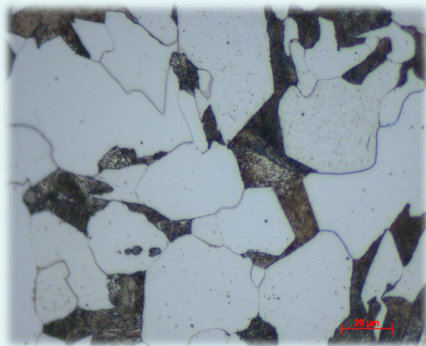
การนำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการตั้งแต่ ตัด ชัด กัดกรด จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการถ่ายรูปโครงสร้างจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุความเสียหายของวัสดุ วิศวกรรมย้อนรอย การวิเคราะห์กระบวนการผลิตชิ้นงาน การขึ้นรูปของชิ้นงาน ผ่านกระบวนการอะไรมาบ้าง บันทึก จัดทำรายงานต่อไป

การถ่ายรูปโครงสร้างเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคโดยใช้กล้อง Optical microscope (OM) เป็นกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรูปแบบหนึ่งที่ใช้แสงเป็นตัวช่วยในการทำให้องค์เห็นภาพ โดยแสงจะวิ่งผ่านระบบเลนส์ต่างๆ (รูปที่ 13)

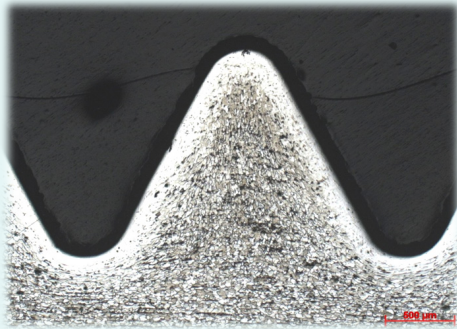


รูปที่ 13. แสดงภาพการใช้กล้อง Optical microscope (OM) ถ่ายรูปชิ้นงาน

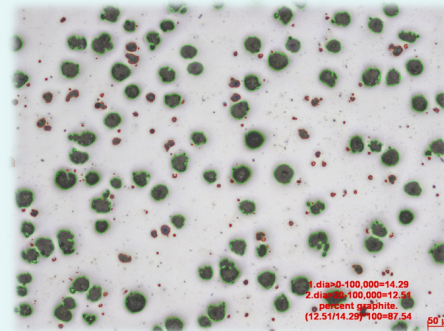
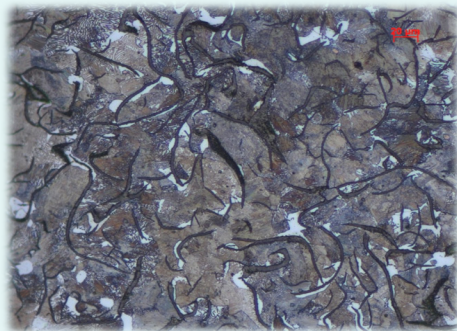
ตัวอย่างรูปโครงสร้างจุลภาค (Metallography and Microstructures) ของโลหะที่ผ่านกระบวนการต่างๆ (รูปที่ 14 - 17)



รูปที่ 14. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel)



รูปที่ 15. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคสลักเกลียว (Screw thread) ที่ผ่านการกระบวนการรีดขึ้นรูป และผ่านกระบวนการทาง ความร้อน



รูปที่ 16. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กหล่อ (Cast iron)



รูปที่ 17. แสดงภาพโครงสร้างจุลภาคของเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

ดังนั้นจะเห็นว่ากระบวนการเตรียมชิ้นงานวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของโลหะมีความสำคัญ และจำเป็นต้องการวิเคราะห์วัสดุในการใช้งานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากโครงสร้างจุลภาคของโลหะเป็นคุณลักษณะหลักอย่างหนึ่งที่จะบอกถึงคุณสมบัติของโลหะนั้น

เอกสารอ้างอิง

ASM International. 2004. ASM Handbook Volume 9 Metallography and Microstructures. Michigan: ASM International.

การสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิ/ความชื้นแบบ Multi-channel โดยใช้บอร์ด Arduino ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW

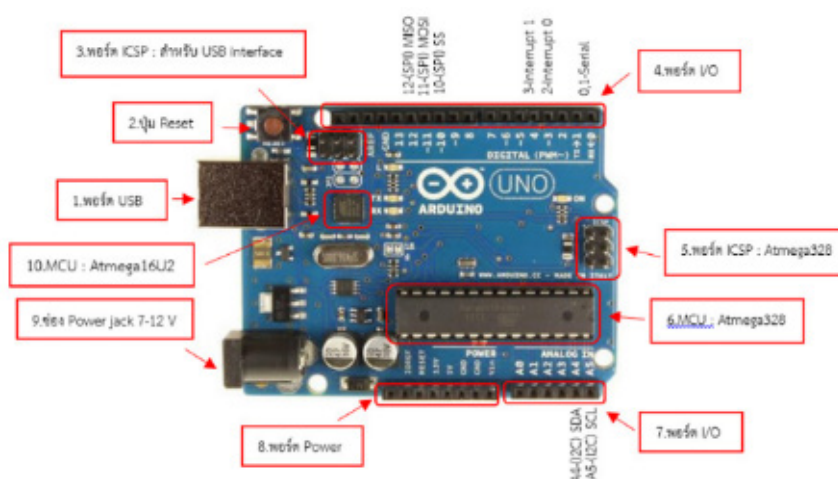
1. บทนำ

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบในปัจจุบันมีการแข่งขันกันมาก ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการแข่งขันคือเรื่องราคาค่าบริการสอบเทียบ ซึ่งราคาค่าบริการส่วนหนึ่งก็มาจากการกำหนดจุดคุ้มทุนของเครื่องมือมาตรฐาน ห้องปฏิบัติการที่มีต้นทุนในเรื่องของเครื่องมือมาตรฐานต่ำก็จะทำให้ต้นทุนเร็วได้เปรียบคู่แข่งในการที่จะลดราคาค่าบริการสอบเทียบ ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านเครื่องมือวัดได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว ออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้งาน และการนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับโปรแกรมเมอร์ทางเลือกที่เข้าถึงง่ายและราคาถูกก็คือการใช้งาน บอร์ด Arduino ในบทความนี้จะมาแนะนำวิธีสร้างเครื่องมือ

วัดอุณหภูมิ/ความชื้นแบบ Multi-channel ซึ่งมีต้นทุนในการสร้างน้อยมากและสามารถนำไปใช้ในงานสอบเทียบด้านอุณหภูมิความชื้นได้

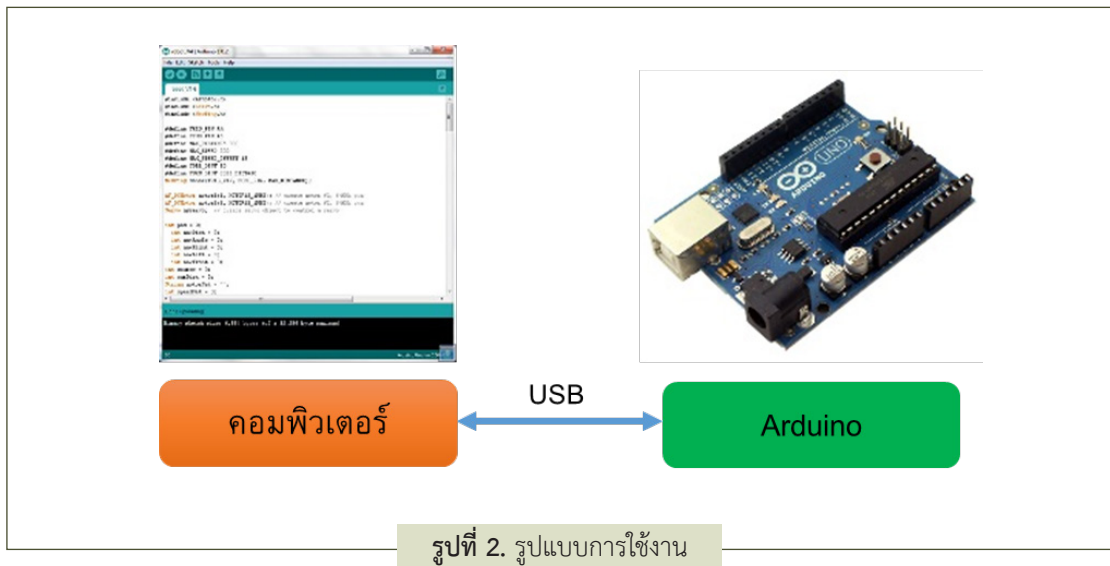
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของเครื่องมือวัด

2.1 Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ผู้ใช้งานสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมได้อีกด้วย (ROBOTSIAM อุปกรณ์หุ่นยนต์ 2566)



ที่มา: บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด (สาขา3) (2566)

รูปที่ 1. บอร์ด Arduino Uno สำหรับคำสั่งจะเขียนในรูปแบบภาษา C++ และใช้ซอฟต์แวร์ Arduino IDE เป็นหลักในการประมวลผล



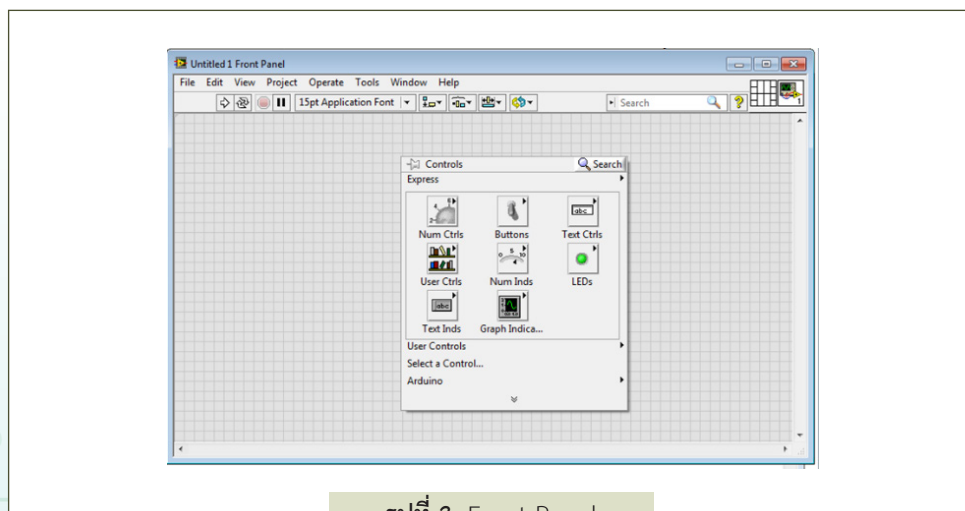
2.2 โปรแกรม LabVIEW (Mouser Electronics 2023)



LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ LABVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือจะเรียกย่อๆ ว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือน สำหรับ VI หนึ่งๆ จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

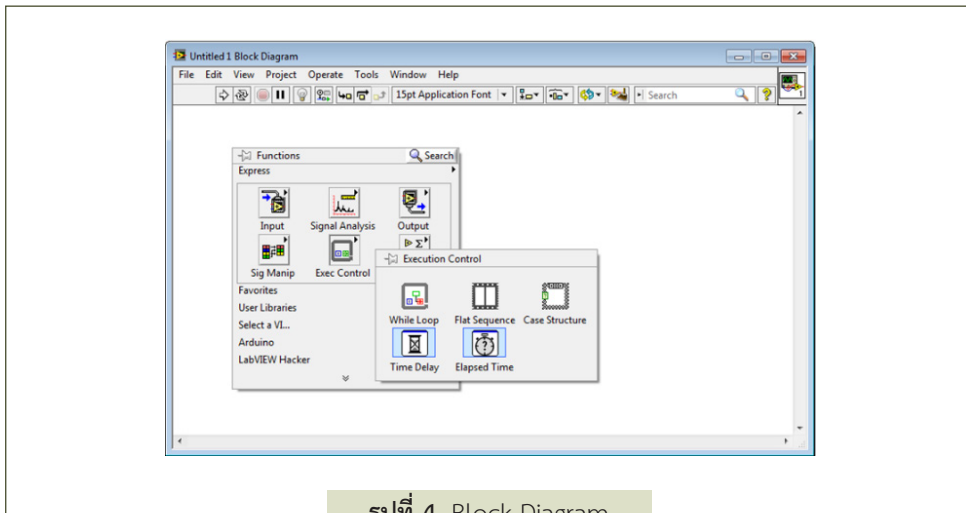
2.2.1 Front Panel

เป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ทำหน้าที่ในการกำหนดค่า (Input) และเป็นตัวแสดงผล (Output) ให้กับ Block Diagram โดยในส่วนของ Input จะเรียกว่า Control และ Output จะเรียกว่า Indicator ทั้งตัว Control และ Indicator สามารถเลือกใช้ได้หลายรูปแบบเช่น Knob, Switch, Button, Charts, Graph, LED เป็นต้น



2.2.2 Block Diagram

เป็นส่วนที่ผู้พัฒนาโปรแกรมใช้ในการเขียนโปรแกรมเปรียบเสมือน Source code แต่จะอยู่ในลักษณะรูปภาพ (Graphical Programming) ส่วนต่างๆ ใน Block Diagram เช่น For Loop, Case structure, Arithmetic function จะถูกต่อเข้าด้วยกัน (wires) เพื่อเป็นทางเดินของข้อมูล ในการแสดงเครื่องมือต่างๆ ทำได้โดยการคลิกขวาที่ Block Diagram



รูปที่ 4. Block Diagram

2.2.3 Icon และ Connector

เป็นส่วนกำหนดสัญลักษณ์ของฟังก์ชันในการทำ VI ให้เป็น Sub VI ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการเรียกใช้ได้ใหม่ ใน Block Diagram จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับ Subroutine ของโปรแกรม ซึ่งทำให้ง่ายต่อการพัฒนา Application ที่มีขนาดใหญ่ และง่ายต่อการแก้ไขโปรแกรม

2.3 เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิ/ความชื้น (Autodesk instructables 2023)



รูปที่ 5. Temperature and Humidity Sensor HDC1080

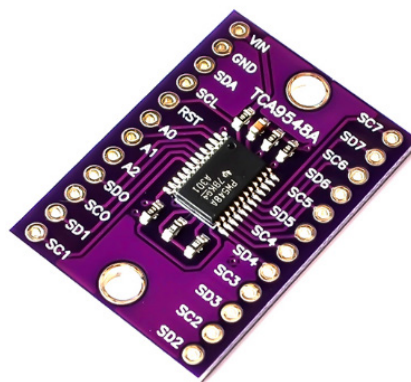
บทความนี้จะใช้ HDC1080 Sensor สำหรับใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิ/ความชื้น โดยมีคุณสมบัติ ดังรูปที่ 6 ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง

- Relative Humidity Accuracy $\pm 2\%$ (typical)
- Temperature Accuracy $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (typical)
- Excellent Stability at High Humidity
- 14 Bit Measurement Resolution
- 100 nA Sleep Mode Current
- Average Supply Current:
 - 710 nA @ 1sps, 11 bit RH Measurement
 - 1.3 μA @ 1sps, 11 bit RH and Temperature Measurement
- Supply Voltage 2.7 V to 5.5 V
- Small 3 mm x 3 mm Device Footprint
- I²C Interface

รูปที่ 6. คุณสมบัติของ HDC1080 sensor

2.4 โมดูลขยายสัญญาณ I2C TCA9548A

TCA9548A เป็นบอร์ดขยายสัญญาณ I2C เพื่อแก้ปัญหาของ Address ที่ซ้ำกัน โดย TCA9548A 1 ตัวสามารถเลือก Address ได้ทั้งหมด 8 Address และสามารถต่อได้ทำงานได้พร้อมกันถึง 64 ตัว ในบทความนี้จะใช้ TCA9548A ทั้งหมด 2 ตัว ต่อกับ HDC1080 จำนวน 10 ตัว เนื่องจาก HDC1080 ใช้ I2C Interface ซึ่งมี Address เดียว จำเป็นต้องใช้บอร์ด TCA9548A เพื่อทำการกำหนด Address ในการติดต่อ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7. TCA9548A Module

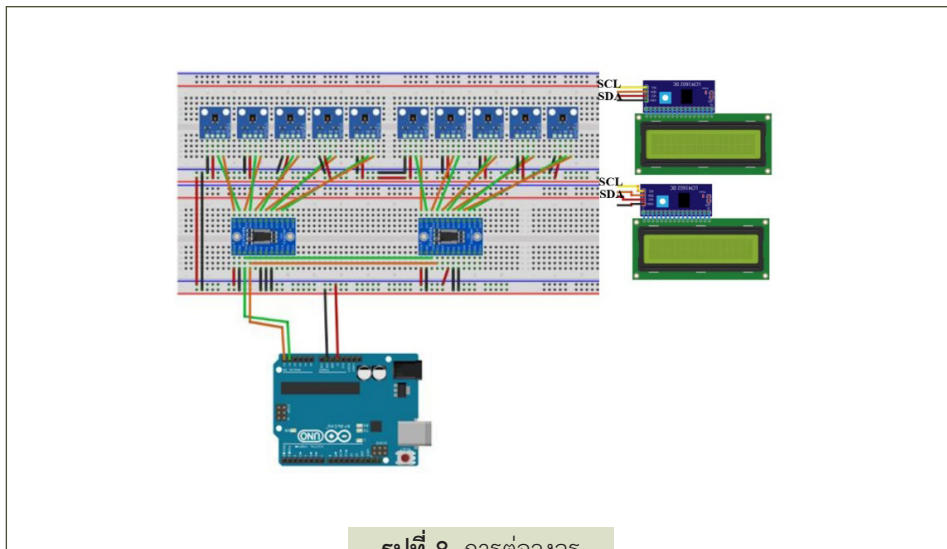
3. วิธีดำเนินงาน

3.1 เครื่องมือ/อุปกรณ์

- HDC1080 sensor จำนวน 10 ตัว
- TCA9548A จำนวน 2 ตัว
- Arduino uno bord
- LabView program
- breadboard

3.2 การออกแบบวงจรและโปรแกรม

ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 8 โดยต่อ HDC1080 sensor 5 ตัวต่อ TCA9548A 1 ตัวตามภาพ



รูปที่ 8. การต่อวงจร

จากนั้นก็ทำการเขียนโปรแกรมดึงค่าในส่วนของ Arduino code ดังตัวอย่าง

```

10hdc_2tca_real | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
10hdc_2tca_real
1 #include <Wire.h>
2 #include <Arduino.h>
3
4 #define HDC1080_ADDRESS 0x40 // Address of HDC1080 sensor
5 #define TCA9548A_ADDRESS0 0x70 // Address of TCA9548A multiplexer
6 #define TCA9548A_ADDRESS1 0x71 // Address of TCA9548A multiplexer
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);
10  Wire.begin();
11 }
12
13 void loop() {
14   // Select the first HDC1080 sensor
15   Wire.beginTransmission(TCA9548A_ADDRESS0);
16   Wire.write(1 << 0); // Select channel 0
17   Wire.endTransmission();
18
19   // Read data from the first HDC1080 sensor
20   Wire.beginTransmission(HDC1080_ADDRESS);
21   Wire.write(0x00); // Send a measurement request
22   Wire.endTransmission();
23   delay(100); // Wait for the measurement to complete
24   Wire.requestFrom(HDC1080_ADDRESS, 4);
25   while (Wire.available() < 4) {}
26   uint16_t temperature_data = Wire.read() << 8 | Wire.read();
27   uint16_t humidity_data = Wire.read() << 8 | Wire.read();
28
29   // Select the second HDC1080 sensor
30   Wire.beginTransmission(TCA9548A_ADDRESS1);
31   Wire.write(1 << 1); // Select channel 1
32   Wire.endTransmission();
33
34   // Read data from the second HDC1080 sensor
  
```

TCA9548A			
A0	A1	A2	MUX Addresses
0	0	0	= 0x70
1	0	0	= 0x71
0	1	0	= 0x72
1	1	0	= 0x73
0	0	1	= 0x74
1	0	1	= 0x75
0	1	1	= 0x76
1	1	1	= 0x77

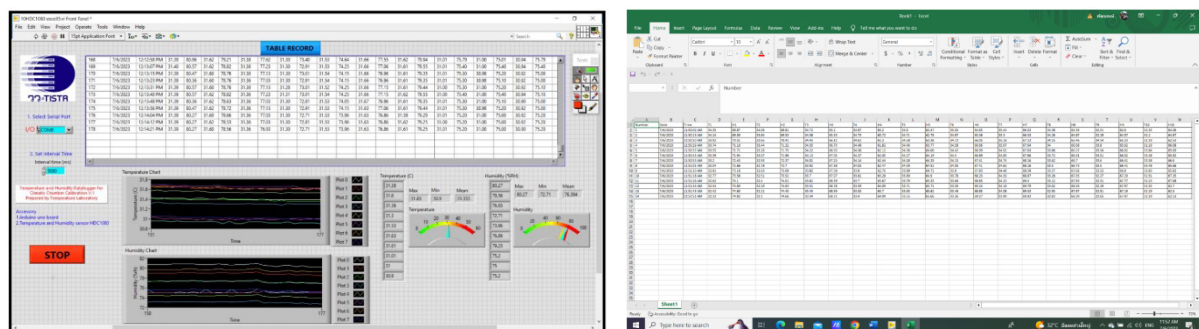
รูปที่ 9. โปรแกรม Arduino

ประกอบเครื่องมือให้เรียบร้อย พร้อมใช้งานดังรูป



รูปที่ 10. เครื่องมือวัดที่ประกอบเสร็จ

ในส่วนของโปรแกรม LabView ก็ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อดึงข้อมูลจากฝั่งของ Arduino ดังตัวอย่าง



Test point	STD. Reading	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10
50 %Rh	50.24	50.73	50.98	50.75	51.04	50.57	50.88	50.57	50.87	51.26	50.46
25 °C	25.16	25.04	25.00	24.99	25.04	25.04	24.96	25.02	25.02	25.02	24.95

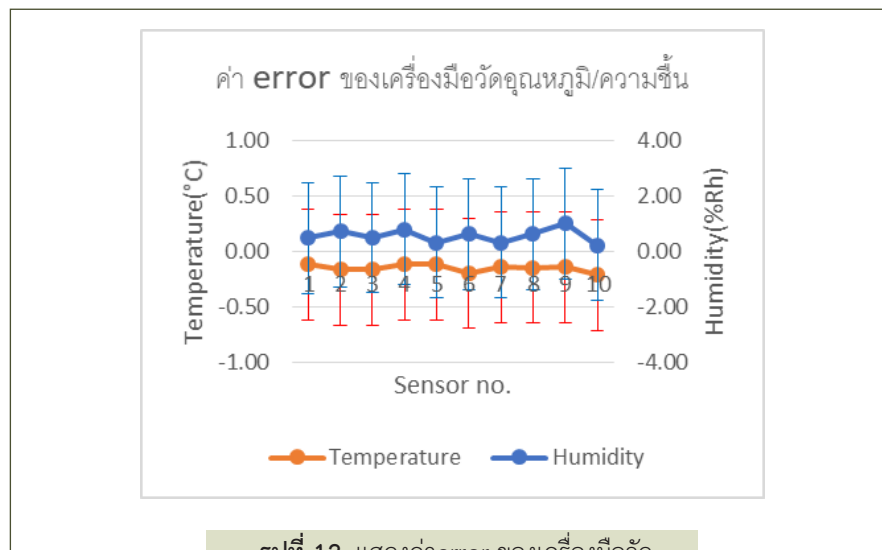
รูปที่ 11. โปรแกรม LabView

เมื่อเริ่ม Start โปรแกรมจะเริ่มบันทึกข้อมูลลงบน Excel ดังรูปที่ 11 เพื่อต่อการนำผลที่ได้จากการวัดไปทำการวิเคราะห์ผลต่อไป

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบวัดค่าของเครื่องมือวัดอุณหภูมิ/ความชื้นที่สร้างขึ้น จะทดสอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ร้อยละ 50 (%Rh) เทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน ได้ผลดังนี้

4.1 ค่า error ของเครื่องมือวัดเมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน

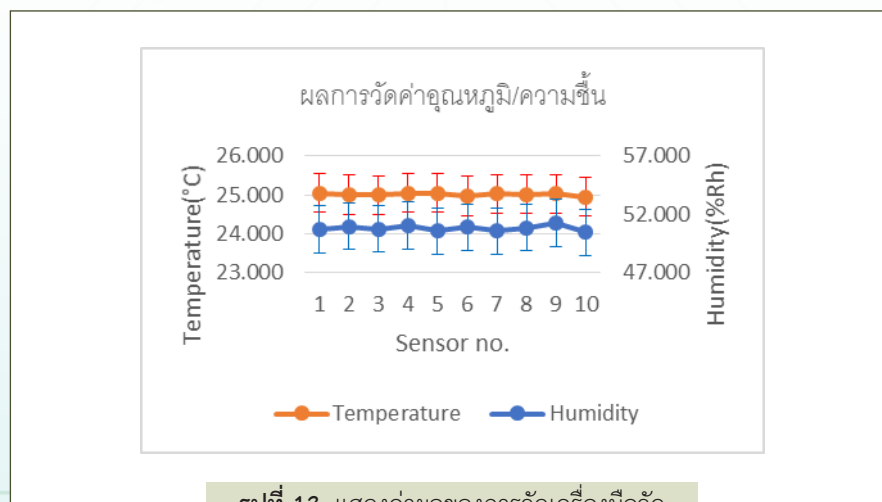


รูปที่ 12. แสดงค่าerror ของเครื่องมือวัด

จากรูปที่ 12 ค่า error ของเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมาเมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน มีค่า error ที่ค่อนข้างน้อยมากโดยผลการวัดอุณหภูมิมีค่า error มากสุดที่ sensor no. 10 มีค่า -0.21 ± 0.5 องศาเซลเซียส และผลการวัดความชื้นมีค่า error มากสุดที่ sensor no. 9 มีค่าร้อยละ 1.02 ± 2 (%Rh)

4.2 ผลการวัดค่าอุณหภูมิ/ความชื้น

ผลการวัดค่าอุณหภูมิ/ความชื้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ร้อยละ 50 (%Rh) จากผลการวัดพบว่าค่าอุณหภูมิ/ความชื้นที่วัดได้ของ sensor ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับค่าของเครื่องมือวัดมาตรฐาน และมีความแม่นยำในการวัด ดังค่าที่แสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13. แสดงค่าผลของการวัดเครื่องมือวัด

5. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองสร้างเครื่องมือวัดอุณหภูมิ/ความชื้นแบบ Multi-channel พบว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวัดอุณหภูมิ/ความชื้นได้ จากที่ทำการทดลองวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ร้อยละ 50 (%Rh) มีค่าความแม่นยำในการวัดที่ค่อนข้างสูง และตัวโปรแกรม LabVIEW สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino ได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้และลดต้นทุนในการจัดซื้อเครื่องมือ

6. ข้อเสนอแนะ

สายสัญญาณที่ยาวเกิน 1 เมตร จะให้ค่าความแม่นยำในการอ่านค่าที่ลดลง ดังนั้นถ้านำไปใช้งานควรต้องศึกษาเรื่องการขยายสัญญาณที่รับมาจากตัว sensor ระบบแหล่งจ่ายไฟควรแยกมาจากภายนอกเพื่อความปลอดภัยของการแสดงผลการวัด และต้องทำการเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานทุกครั้งเพื่อลดข้อผิดพลาดจากการวัด

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด (สาขา3). 2566. ดารวินโฮลด์ ติดตั้ง และใช้งาน LabVIEW 2020 Community Edition ฉบับจับมือทำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.venusolutions.com/17547661/>, [เข้าถึงเมื่อ 12 มิถุนายน 2566].
- Autodesk instructables. 2023. TCA9548A I2C Multiplexer Module - With Arduino and NodeMCU. [online]. Available at: <https://www.instructables.com/TCA9548A-I2C-Multiplexer-Module-With-Arduino-and-N/>, [accessed 12 June 2023].
- Mouser Electronics. 2023. Texas Instruments HDC1080 High Accuracy Digital Humidity Sensor. [online]. Available at: <https://th.mouser.com/new/texas-instruments/ti-hdc1080-sensor/>, [accessed 12 June 2023].
- ROBOTSIAM อุปกรณ์หุ่นยนต์. 2566. Arduino Uno R3. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.robot-siam.com/product/2/Arduino-uno-r3>, [เข้าถึงเมื่อ 12 มิถุนายน 2566].

วว. วิจัยและพัฒนา ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ จากโปรตีนพืชทดแทนเนื้อสัตว์



ปัจจุบันกระแสรักสุขภาพกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการรับประทานอาหารจากพืช ทั้งในกลุ่มของอาหารจากพืช (Plant-based food) เนื้อเทียมจากพืช (Plant-based meat) ไปจนถึงโปรตีนจากพืช (Plant-based protein) ที่กำลังได้รับความนิยมสูงสุด

PLANT BASED

จากความต้องการดังกล่าวร่วมกับความเชี่ยวชาญของ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมอาหารสุขภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) ที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากโปรตีนพืชที่มีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ คือ จะทำให้เกิดการขยายตัวของตลาด เนื่องจากความต้องการเนื้อเทียมจากพืชเพิ่มขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

โดยตลาดเนื้อเทียมจากพืชในประเทศไทยมีแนวโน้มเติบโตปีละประมาณร้อยละ 20-30 การผลิตเนื้อเทียมจากพืชสามารถสร้างงานในหลายภาคส่วน เช่น การเกษตร (ปลูกวัตถุดิบ) การผลิต การตลาด และการจัดจำหน่าย รวมทั้งสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย โดยที่การผลิตเนื้อเทียมจากพืชนั้นใช้ทรัพยากรน้ำและดินน้อยกว่าระบบการผลิตเนื้อสัตว์ และยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

สำหรับผลิตภัณฑ์ฯ ที่ วว. ได้ทำการวิจัยและพัฒนาสำเร็จ และพร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและช่วยลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางปศุสัตว์ มีดังนี้

1 สเต็กหมูเทียมจากโปรตีนพืช โดย

ใช้กระบวนการเอกซ์ทรูชันร่วมกับการใช้กระบวนการตัดแปร โครงสร้างโปรตีนด้วยเอนไซม์เพื่อให้เกิดพันธะเชื่อมข้าม จากนั้นทำการขึ้นรูปด้วยวิธีการแบบ top-down คือ mixing และ freeze structuring เพื่อให้เกิดโครงสร้างสเต็กหมูเทียมที่คล้าย สเต็กหมูจริง เมื่อทดสอบคุณค่าทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยกรดแอมิโนจำเป็นครบถ้วน มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 15 อุดมด้วยใยอาหารมากกว่าร้อยละ 6 งานวิจัยนี้มีความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level ; TRL) อยู่ในระดับ TRL 8 และมีต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่ผ่านการทดสอบคุณภาพตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค พร้อมถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ลูกค้าผลิตเชิงพาณิชย์



2 ผลิตภัณฑ์ไส้แฮมเบอร์เกอร์จากพืชเสริมเหล็กแดง

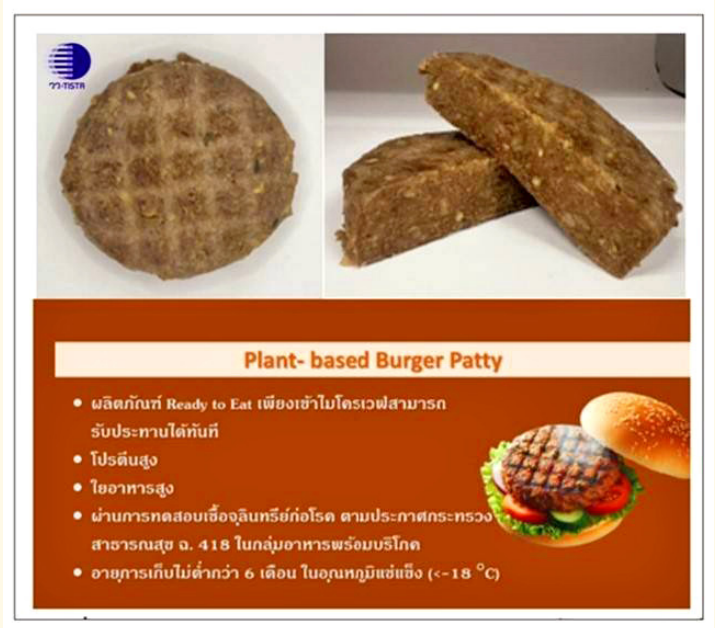
ในรูปแบบพร้อมรับประทาน (Ready to eat) ที่สามารถนำไปอุ่นด้วยไมโครเวฟ ก่อนรับประทาน ผลิตภัณฑ์นี้หนึ่งหน่วยบริโภค (100 กรัม) จะมีพลังงานทั้งหมด 180 กิโลแคลอรี โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 60 กิโลแคลอรี ปริมาณไขมันทั้งหมด (ไขมันอิ่มตัว) ร้อยละ 11 ปริมาณโปรตีน 17 กรัม และใยอาหาร 6 กรัม ซึ่งจากการทดสอบทางโภชนาการดังกล่าวพบว่ามีโปรตีนสูง



และใยอาหารสูง (ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 445 เรื่อง ฉลากโภชนาการ) และมีความยืดหยุ่น มีแรงต้านต่อฟัน นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงให้มีกลิ่นรสรสชาติที่ดี คล้ายคลึงกับแฮมเบอร์เกอร์จากหมู พร้อมทั้งมีค่าการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3 ผลิตภัณฑ์ไส้แฮมเบอร์เกอร์จากพืชในระดับกึ่งอุตสาหกรรม

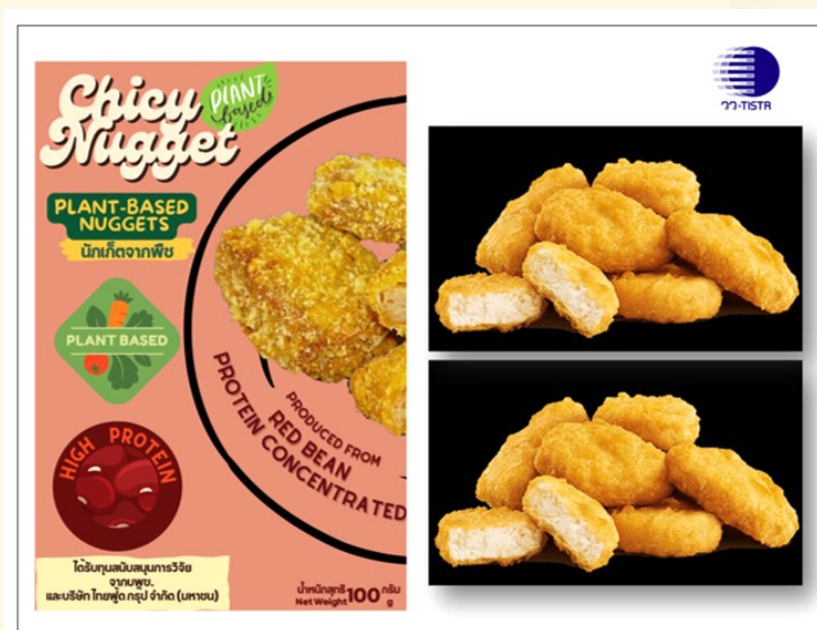
จากนวัตกรรมการผลิตไส้แฮมเบอร์เกอร์จากพืชในระดับห้องปฏิบัติการ ได้ถูกขยายกำลังการผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรม ซึ่งจากผลการทดสอบทางโภชนาการพบว่า แฮมเบอร์เกอร์ดังกล่าวยังคงมีโปรตีนสูงและใยอาหารสูง (ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 445 เรื่อง ฉลากโภชนาการ) และมีค่าการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค โดยผลิตภัณฑ์ไส้แฮมเบอร์เกอร์จากพืช ได้มีผู้ประกอบการคือ บริษัท ไทยฟู้ด กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้ร่วมทุนวิจัยรอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเรียบร้อยแล้ว



4 ผลิตภัณฑ์นักเก็ตจากโปรตีนถั่วแดงเข้มข้น

พัฒนาด้วยเทคโนโลยีการสกัดโปรตีนจากถั่วแดงในระดับกึ่งอุตสาหกรรมของทาง วว. จนได้โปรตีนเข้มข้นจากถั่วแดงที่มีปริมาณโปรตีนสูง อีกทั้งอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตจากโปรตีนถั่วแดงเข้มข้น โดยผลิตภัณฑ์นักเก็ตนี้มีส่วนประกอบหลักจากโปรตีนถั่วแดงเข้มข้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนสูงด้วย รวมไปถึงมีส่วนประกอบของกลูเตนข้าวสาลีที่ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของนักเก็ตมีความยืดหยุ่น มีแรงต้านต่อฟัน และยังมีการปรับปรุงให้กลิ่นรส

รสชาติที่ติดคล้ายคลึงกับนักเก็ตจากเนื้อไก่ จากผลการทดสอบทางโภชนาการพบว่า ผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (150 กรัม) มีปริมาณโปรตีน 31 กรัม หรือคิดเป็นโปรตีนร้อยละ 20.52 ใยอาหาร 12 กรัม หรือคิดเป็นใยอาหารร้อยละ 7.89 จัดได้ว่าโปรตีนถั่วแดงเข้มข้นมีประสิทธิภาพสูงในการเป็นโปรตีนพืชทางเลือกใหม่ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นักเก็ตจากพืชอีกด้วย โดย วว. ได้จดอนุสิทธิบัตรในเรื่องของสูตรและกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นักเก็ตถั่วแดง รวมถึงกระบวนการสกัดเรียบร้อยแล้ว



ความสำเร็จของ วว. ในการวิจัยและพัฒนา “ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากโปรตีนพืชทดแทนเนื้อสัตว์” ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานที่เป็นรูปธรรมในการบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อสร้างคุณค่ามูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจประเทศบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพ ตอบสนองการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่ภาคอุตสาหกรรม วิสาหกิจชุมชน และผลักดันให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อย่างยั่งยืน

**วว. วิจัย
พัฒนา**

“ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ จากโปรตีนพืชทดแทนเนื้อสัตว์”




ผลิตภัณฑ์จากโปรตีนพืช



- สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
- ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ไส้แซนด์วิชจากพืช



ไส้แฮมเบอร์เกอร์จากพืช



สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมและรับบริการจาก วว. ติดต่อได้ที่
call center โทร. 0 2577 9000 หรือ โทร. 0 2577 9015 (คุณสุพัตรา โมราภ)
E-mail: innofood @ tistr.or.th หรือที่ระบบบริการลูกค้า “วว. JUMP”



วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

35 หมู่ที่ 3 เทคโนโลยี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Tel. 0 2577 9000 / Fax 0 2577 9009

E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

