



ราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science
The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑
(มกราคม-มีนาคม ๒๕๖๕)

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	หน้า
สารจากประธานสำนักวิทยาศาสตร์ วัลลภ สุระกำพลธร	ก
ทำไม พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ ๙ จึงทรงเรื่อง ดิน ตลอดพระชนมายุของพระองค์ สันทัต โรจนสุนทร	๑
ปลานิล : ของขวัญล้ำค่าจากพ่อ อุทัยรัตน์ ณ นคร	๔
บทบาทของเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ-๔ มิติสำหรับกระบวนการผลิต ทางอุตสาหกรรมในอนาคต ปิยะรัตน์ ศิลปกรศุภวงศ์ และ สุธา เกียรติกำจรวงศ์	๘
การพิมพ์อาหารสามมิติ ลักษิกา งามวงศ์ลำเลิศ และ ลักกมน เทพหัสติน ณ อยุธยา	๑๔
อาการมือสั่นในผู้สูงวัย ความสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม รุ่งโรจน์ พิทยศิริ	๑๙
พรรณพฤษชาติของประเทศไทยออนไลน์ ก่องกานดา ชยามฤต	๒๓



ราชบัณฑิตยสภา

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร	ราชบัณฑิต	ประธานสำนักวิทยาศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์	ราชบัณฑิต	
นางสาวอารี พลดี	ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์	

บรรณาธิการประจำฉบับ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา	ราชบัณฑิต
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	ราชบัณฑิต

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ดันตระวัตน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ดร.นครชิต มัลลียงศ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ้มทอง	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.วราภรณ์ บัวจิบ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ภก.สมพล ประคองพันธ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สั๊กมณ เทพหัสดิน ณ อยุธยา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.มะลิ หุ่นสม	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ดร.วิยงค์ กังวานสุภมวงค์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา เรื่องแสง	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.นวดล เหล่าศิริพจน์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร. นพ.สิริฤกษ์ ทรงศิวิไล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.อรัญ อินเจริญศักดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ดร.ก้องกานดา ชยามฤต	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายสมร ลำยอง	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ดันโซ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.ก้องเกียรติ ภูณท์กันทรการ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร. นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.รุ่งโรจน์ พิทยศิริ	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.เกียรติ เจริญชลวานิช	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ นพ.มานพ พิทักษ์ภากร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ภก.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรัตถพล เจริญพันธุ์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร. ภกญ.พรอนงค์ อร่ามวิทย์	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร.เกศินี โชติวานิช	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
นางสาวมณฑิรา เกษมสุข	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	ผู้ประสานงานสำนักวิทยาศาสตร์
นางสาวกนกพร ชื่นใจดี	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	ผู้ช่วยผู้ประสานงานสำนักวิทยาศาสตร์

สารจากประธานสำนักวิทยาศาสตร์

เรียน ท่านผู้อ่านและผู้สนใจ

ก่อนอื่นได้ในนามของ ประธานสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ขอแสดงความยินดีและเป็นเกียรติในการเปิดตัวจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับแรกนี้ ต้องขอขอบคุณราชบัณฑิต ภาควิชา และบรรณาธิการ ที่ได้ช่วยกันให้ความคิดเห็น เสนอแนะ ผลักดัน และปรับปรุงให้จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์นี้สามารถปรากฏเป็นรูปธรรมและมีฉบับต่อมาไปได้อย่างต่อเนื่อง ตามพระราชบัญญัติราชบัณฑิตยสภา พ.ศ. ๒๕๕๘ มาตรา ๖ ที่กำหนดให้ “ราชบัณฑิตยสภาเป็นสถานที่บำรุงสรรพวิชา ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะค้นคว้าและวิจัยเพื่อเผยแพร่ส่งเสริม แลกเปลี่ยนความรู้พัฒนา อนุรักษ์และให้บริการทางวิชาการ ให้เป็นคุณประโยชน์แก่ประเทศและประชาชน” โดยที่ทางสำนักวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมทางวิชาการที่เน้นในการค้นคว้า วิจัย บำรุง และสร้างสรรค์สรรพวิชาในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ตามอำนาจและหน้าที่ในพระราชบัญญัติราชบัณฑิตยสภา พ.ศ. ๒๕๕๘ มาตรา ๘ (๑), (๒) และ (๕) ด้วยภารกิจอันสำคัญนี้และเพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ที่ราชบัณฑิตและภาควิชาของสำนักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาขึ้นให้เป็นประโยชน์แก่ประเทศและประชาชนในวงกว้าง สำนักวิทยาศาสตร์จึงมีมติให้จัดทำจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ขึ้น

จุลสารนี้มุ่งหมายให้เป็นวารสารที่มีบทความขนาดสั้นทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ซึ่งมีเนื้อหาที่ทันสมัย มีความรู้ที่เป็นประโยชน์แก่ประชาชนโดยทั่วไป โดยที่ผู้อ่านเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย สามารถเป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการได้ และเพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ง่าย จึงได้จัดทำเป็นจุลสารแบบ e-journal ที่นำเสนอบน web site ของสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ในจุลสารฉบับปฐมฤกษ์มีบทความที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์จำนวน ๖ เรื่อง โดยมี ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา ราชบัณฑิต และ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ ราชบัณฑิต เป็นบรรณาธิการประจำฉบับนี้

สำนักวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยประเภทวิชาหลัก ๖ ประเภทวิชาคือ ประเภทวิชา วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทย์ แพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สุขภาพ เพื่อตอบสนองตามพันธกิจที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติราชบัณฑิตยสภา พ.ศ. ๒๕๕๘ สำนักวิทยาศาสตร์จึงมีกิจกรรมทางวิชาการอยู่หลากหลายรูปแบบ ดังนั้นที่มาของเนื้อหาของบทความในจุลสารนี้ จึงมีความหลากหลายซึ่งอาจเป็นความรู้ที่เป็นบทความผลงานจากการค้นคว้าวิจัยของราชบัณฑิตและภาควิชา หรือเป็นบทความที่ได้จากการเรียบเรียงมาจากการบรรยายทางวิชาการในสำนักวิทยาศาสตร์ หรือบทความวิชาการที่เป็นการรวบรวมจากการเสวนาหรือการประชุมทางวิชาการ และบทความวิชาการที่รวบรวมจากการประชุมทางวิชาการของโครงการอบรมความคิดของสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้ที่เรียบเรียงมานำเสนอในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์นี้จะเป็นประโยชน์แก่ท่านผู้อ่านและประชาชนทั่วไปได้ไม่มากนักน้อย โดยที่ท่านผู้อ่านอาจขอข้อมูลหรือขอความรู้เพิ่มเติมจากราชบัณฑิตและภาควิชาผู้เขียนบทความได้

ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร ราชบัณฑิต

ประธานสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

ทำไม พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ ๙ จึงทรงเรื่อง ดิน ตลอดพระชนมายุของพระองค์

สันทนต์ โรจนสุนทร

ราชบัณฑิต สาขาวิชาปรัชญา วิทยาลัยวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, santhadr@hotmail.com

บทนำ

ปัจจัยที่ทำให้พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงเรื่องดินก็คือ

๑. พระองค์เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรในพื้นที่ต่าง ๆ
๒. ประชาชนรักพระองค์อย่างแท้จริง
๓. เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทพระองค์ได้อย่างใกล้ชิด ไม่มีพิธีการ
๔. ทุกครั้งที่เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาท ชาวบ้านหวังว่าพระองค์จะทรงแก้ปัญหาในพื้นที่ได้เสมอ

เมื่อเสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรในพื้นที่ต่าง ๆ

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงพบว่า ดิน เป็นที่ทำกินของราษฎร ไม่ว่าจะเสด็จพระราชดำเนินไปที่ใด เหนือ ใต้ ตะวันออก ตะวันตก ล้วนแต่ใช้ดิน เพื่อทำมาหากินทั้งสิ้น ถ้าพื้นที่ใดมีที่ลุ่มมีน้ำขังได้จะใช้ปลูกข้าวแทบทั้งนั้น เพราะข้าวเป็นอาหารหลักของชาวไทย ที่สำคัญที่สุด พระองค์เคยมีรับสั่งว่า “ซึ่งแม่คงสอนเรา และมีจุดมุ่งหมายให้เราติดดิน และมีจุดมุ่งหมายให้เราทำงานกับประชาชน” พระราชดำรัสนี้ ปรากฏในหนังสือเรื่อง “แม่อยากให้เราอยู่กับดิน” เพื่อเป็นอนุสรณ์บอกถึงพระปรีชาสามารถทางด้านดินของพระองค์ ขณะที่นำคณะบุคคลซึ่งประกอบด้วย ตัวแทนจากสมาพันธ์สมาคมดินโลก ตัวแทนจากสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย ตัวแทนจากมูลนิธิ วิทยาศาสตร์การเกษตร และตัวแทนจากกรมพัฒนาที่ดิน เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทเมื่อวันที่ ๑๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ เพื่อทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายรางวัลจากสมาพันธ์สมาคมดินโลก นักวิทยาศาสตร์ดินเพื่อมนุษยธรรม ที่เป็นรางวัลแรกและรางวัลเดียวที่สมาพันธ์มอบแก่บุคคลหรือหน่วยงาน ทั้งยังขอให้วันที่ ๕ ธันวาคม ซึ่งเป็นวันคล้ายวันพระบรมราชสมภพให้เป็น วันดินโลก ได้มีการเฉลิมฉลองเมื่อวันที่ ๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ โดยสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จพระราชดำเนินไปทรงเป็นประธาน และทรงลงพระนามาภิไธยไว้เพื่อเป็นสัญลักษณ์สำหรับงานวันดินโลกด้วย

ประชาชนรักพระองค์อย่างแท้จริง

พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรเป็นพระมหากษัตริย์พระองค์เดียวที่ทรงงานเกี่ยวกับดินให้กับประชาชน และการทรงงานของพระองค์อย่างแท้จริงทำให้เกิด

พระสหายมากหน้าหลายตา พระสหายเหล่านี้ล้วนแต่รักน้ำพระราชหฤทัยที่พระองค์พระราชทานในโอกาสต่าง ๆ กัน ตัวอย่างเช่น

เปาะเต็ง หรือ เปาะเต็ง ชาวสวนอายุ ๗๐ ปี (เสียชีวิตเมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๕ ขณะมีอายุ ๙๕ ปี) เป็นพระสหายจากภาคใต้ จากตำบลปะเสยะวอ อำเภอสาบบุรี จังหวัดปัตตานี เคยพายเรือนำเสด็จเพื่อกราบบังคมทูลรายงานการสร้างอาคารกั้นน้ำคลองน้ำจืด บ้านทุ่งเค็จ ตำบลปะเสยะวอ อำเภอสาบบุรี จังหวัดปัตตานี และเคยมากรุงเทพฯ เพื่อเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทในฐานะพระสหายของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ ๙

เมื่อเสด็จพระราชดำเนินไปภาคเหนือได้พบกับพระสหาย ลุงพะโย่ แห่งอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นผู้เตรียมกาแพอะราบิกาไว้รับเสด็จ ปรากฏว่า พระองค์ต้องทรงพระดำเนินเพื่อไปทอดพระเนตรต้นกาแพของลุงพะโย่ ตามทางที่ลาดชันไปหลายกิโลเมตร หลังจากที่ทรงพิจารณาโดยละเอียดแล้วจึงรับสั่งให้หน่วยส่งเสริมดำเนินการ การที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ ๙ มีพระราชหฤทัยแน่วแน่ว่าเป็นเรื่องที่ดีแน่นอน จึงได้ทรงพระดำเนินเพื่อทอดพระเนตรกาแพต้นนั้น เพื่อให้แนพระราชหฤทัยว่า กาแพต้นนั้นสำคัญเพียงใด ปัจจุบันกาแพอะราบิกาได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชหลักของโครงการหลวง

รายต่อมาเป็นลูกสาวของฮัจยีซบ อติเต๊ะอิหม่ามแห่งห้วยทรายใต้ ผู้ขออนุญาตขึ้นทะเบียนมัสยิดให้แก่ห้วยทรายใต้ ได้เคยกล่าวไว้ว่า “จริง ๆ แล้วในหลวงท่านไม่ต้องทำก็ได้ พวกเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงท่านอยู่สบาย ๆ ก็ได้ พระองค์ท่านต้องมาเหนื่อย มาทดลองทำ ที่แรกก็คงไม่เหนื่อยเท่าไรหรอก พอทำแล้วมันเหนื่อย เรานึกถึงในหลวง พระองค์ท่านคงเหน็ดเหนื่อยมาก ๆ เลย ไหนจะต้องเยี่ยมราษฎรไปให้กำลังใจราษฎรในที่ต่าง ๆ และต้องทำเป็นตัวอย่าง อย่างเข้าใจ ทำ ทำ ทำ จนได้ผล” แสดงว่าเพราะประชาชนรักพระองค์อย่างแท้จริงดังที่กล่าวมา

เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทพระองค์ได้อย่างใกล้ชิด ไม่มีพิธีการ

การเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวถือเป็นเรื่องสำคัญ แม้ว่าโดยปกติผู้เฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทต้องแต่งกายอย่างเป็นทางการ เช่น การเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทเพื่อรับเครื่องราชอิสริยาภรณ์ แต่ก็มีกรแต่งกายอย่างไม่เป็นทางการ เช่น ในการเสด็จพระราชดำเนินไปทรงเยี่ยมราษฎรหรือทรงตรวจเยี่ยมในพื้นที่ต่างจังหวัด บางครั้งผู้เข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาทบางคนก็แต่งกายอย่างลำลอง เช่น เกษตรกรนุ่งผ้าขาวม้า ไม่ใส่เสื้อ เพื่อกราบบังคมทูลตอบที่พระองค์รับสั่งถาม

ทุกครั้งที่มีการเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาท ชาวบ้านหวังว่าพระองค์จะทรงแก้ปัญหาในพื้นที่ได้เสมอ

ปัญหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับดินเสื่อมโทรม เสื่อมโทรมเพราะการปลูกพืชซ้ำ ๆ กัน เช่น ปลูกสับปะรดหรือปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง ทำให้ดินเสื่อมโทรม พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ ๙ รับสั่งว่าเราเอา (ธาตุอาหารจากดิน) ไปเท่าไรต้องกลับคืนไปเท่านั้น ดังนั้นจึงเริ่มมีกระบวนการแก้ไขโดยใช้ห้วยฮ่องไคร้เป็นตัวแทน ซึ่งเป็นเสมือนต้นน้ำ ลำธาร และถือว่าเป็นที่สูง (เชียงใหม่มีระดับความสูง ๓๐๐ กว่าเมตรเหนือกว่ากรุงเทพฯ) พระองค์ทรงวิเคราะห์ว่า ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัด

เชียงใหม่ มีพื้นที่เป็นหินกรวด และดินลูกรัง แห้งแล้ง ต้นเหตุของปัญหาคือ มีการตัดไม้ และในหน้าฝนมีการชะล้างของหน้าดินต่อเนื่องจนเหลือแต่หินกรวดและดินลูกรัง แผนการแก้ไขในพื้นที่โดยรอบที่พระองค์พระราชทานไว้ คือ

ก) การสร้างระบบน้ำของห้วยฮ่องไคร้ พื้นที่ร่องห้วยต่าง ๆ ของห้วยฮ่องไคร้ที่แห้งต้องช่วยสร้างอ่างเก็บน้ำและฝาย เพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่ดินในพื้นที่

ข) มีการผันน้ำจากห้วยแม่สายมาเก็บไว้ในอ่างเล็ก ๆ ที่ได้สร้างลดหลั่นกันลงมาจากยอดของพื้นที่จนถึงอ่างน้ำห้วยฮ่องไคร้ โดยมีฝายชะลอน้ำ (check dam) เป็นระยะ ๆ ตลอดการลดหลั่น เมื่อระบบน้ำเริ่มทำงาน ต้นไม้ที่ปลูกทำลายไปก็ค่อย ๆ พื้นกลับมาจนเป็นป่าสมบูรณ์โดยไม่ต้องปลูกเพิ่มมากนัก

ค) เมื่อระบบน้ำเริ่มทำงาน จึงแบ่งพื้นที่พัฒนาเป็นระยะ ๆ

- ส่วนที่เป็นที่สูงและเคยเป็นป่าสมบูรณ์ ส่งเสริมให้เป็นป่าไม้
- ส่วนที่น้ำล้นตลอดเวลา ส่งเสริมให้มีฝายชะลอน้ำ
- ส่วนที่เป็นห้วยแห้งแต่รับน้ำเป็นครั้งคราว ใช้ฝายชะลอน้ำเพื่อรองรับน้ำเมื่อมีมา
- ส่วนที่เป็นห้วยแห้ง รอรับน้ำตามธรรมชาติอย่างเดียว ไม่ต้องทำฝายชะลอน้ำรับน้ำฝน
- มีการปลูกต้นไม้เสริมบ้างแล้วแต่กรณี
- พื้นฟูดิน ดินกรวด และดินลูกรัง
- ปลูกหญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์หรือปลูกพืชไร่ ถ้าทำได้แล้วแต่กรณี ถ้าทำการเกษตรได้ก็ควรทำ
- ที่ใกล้กับอ่างน้ำให้ทำนา
- ที่ในอ่างให้เลี้ยงปลา โดยทำเป็นสหกรณ์
- อาจใช้หญ้าแฝกป้องกันการชะล้างควบคู่กัน เพื่อให้พื้นที่ที่มีความสมบูรณ์เต็มที่

เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรพระราชทานไว้เป็นเวลากว่า ๕-๑๐ ปี เพื่อให้ระบบสมบูรณ์เต็มที่ เป็นวนเกษตร ประกอบด้วยผัก สมุนไพร และอาหารสัตว์ เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีการชะล้างพังทลายของดิน จึงควรเสริมด้วยพืชตระกูลถั่วและแฝกตามแนวระดับ เพื่อช่วยยึดพื้นที่ไว้ ทั้งนี้ เป็นเสมือนตัวอย่างที่เกษตรกรรับไปปฏิบัติเอง จึงจะเป็นทฤษฎีใหม่ที่มีเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ด้วย เมื่อพระองค์เสด็จสวรรคตไปแล้ว เราสมควรจะปฏิบัติตาม ไม่ว่าจะโควิดจะมาหรือไม่ก็ตาม เราคงยังอยู่ต่อไป และนับเป็นเรื่องที่น่ายินดีอย่างยิ่งว่า พระราชดำริข้างต้นจะได้รับการต่อยอดโดยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลปัจจุบันอย่างแน่นอน

ปลานิล : ของขวัญล้ำค่าจากพ่อ

อุทัยรัตน์ ณ นคร^{๑,๒}

^๑ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^๒ ภาควิชาชีววิทยา สาขาการประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, ffishurn@ku.ac.th

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจสูงที่สุดสำหรับประเทศไทย มีผลผลิตต่อปีสูงเป็นอันดับที่ ๕ ของโลก (๒๑๓,๘๗๒ ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ ๙,๘๒๔ ล้านบาท ข้อมูล พ.ศ. ๒๕๖๒) รองจากสาธารณรัฐประชาชนจีน อินโดนีเซีย อียิปต์ และบราซิล ตามลำดับ ทั้ง ๆ ที่ประเทศไทยมีพื้นที่น้อยกว่าประเทศที่กล่าวมาข้างต้น ๒ ถึง ๑๐ เท่า ตัวเลขนี้เน้นให้เห็นความสำคัญของปลาชนิดนี้ได้อย่างชัดเจน

ปลานิลมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) เป็นปลาพื้นเมืองของทวีปแอฟริกา จัดอยู่ในครอบครัวเดียวกับปลาหมอเทศ แต่เดิมนั้น ปลานิลมีชื่อสกุลว่าทิลาเปีย (Tilapia) แต่ในภายหลัง ได้มีการจัดจำแนกใหม่ และเพราะปลานิลมีพฤติกรรมฟักไข่โดยการอมไว้ในปาก ชื่อสามัญของปลานิล คือ ไนล์ ทิลาเปีย (Nile tilapia) และเมื่อนำมาเลี้ยงในประเทศไทย พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้พระราชทานชื่อว่า “ปลานิล” ซึ่งเป็นชื่อที่มีความคล้องจองกับชื่อสามัญ และยังสะท้อนลักษณะสีของตัวปลาซึ่งมีสีค่อนข้างดำอีกด้วย

ปลานิลเข้ามาสู่ประเทศไทยใน พ.ศ. ๒๕๐๘ โดยมกุฎราชกุมารอากิฮิโตะ (ในภายหลังได้รับการสถาปนาเป็นสมเด็จพระจักรพรรดิอากิฮิโตะ) ได้ถวายลูกปลานิลจำนวน ๕๐ ตัว แต่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ซึ่งต่อมาพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้พระราชทานลูกปลาที่เกิดจากปลาที่ได้รับการถวาย แก่กรมประมง เพื่อขยายพันธุ์และเผยแพร่ให้เกษตรกรต่อไป และโดยส่วนพระองค์ได้ทรงเลี้ยงลูกปลาอีกชุดหนึ่งไว้ในบ่อในพระราชวังสวนจิตรลดา เรียกว่าปลานิลสายพันธุ์ “จิตรลดา” (ภาพที่ ๑)

แม้คำว่า “สายพันธุ์” จะหมายถึงกลุ่มพันธุกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ ในขณะที่ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดามีการเลี้ยงต่อเนื่องยาวนานโดยไม่มีการปรับปรุงพันธุ์ แต่เนื่องจากประชากรปลานิลมีลักษณะเฉพาะตัว และมีความสม่ำเสมอด้านพันธุกรรมในระดับหนึ่ง ตลอดจนได้มีการนำไปใช้เป็นเชื้อพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงพันธุ์ในหลายโอกาส การใช้คำว่าสายพันธุ์กับปลานิลจิตรลดาจึงมีความเหมาะสม และอาจกล่าวได้ว่าปลานิลจิตรลดาเป็นปลานิลสายพันธุ์แรกของไทย



ภาพที่ ๑ บ่อเลี้ยงปลานิลจิตรลดาในพระตำหนักจิตรลดารโหฐาน (ภาพซ้าย) และปลานิลจิตรลดา เพศเมีย (ตัวบน) และเพศผู้ (ตัวล่าง) (ภาพขวา) (ภาพโดยความอนุเคราะห์ของ ดร.ศรีจรรยา สุขมนโนมนต์)

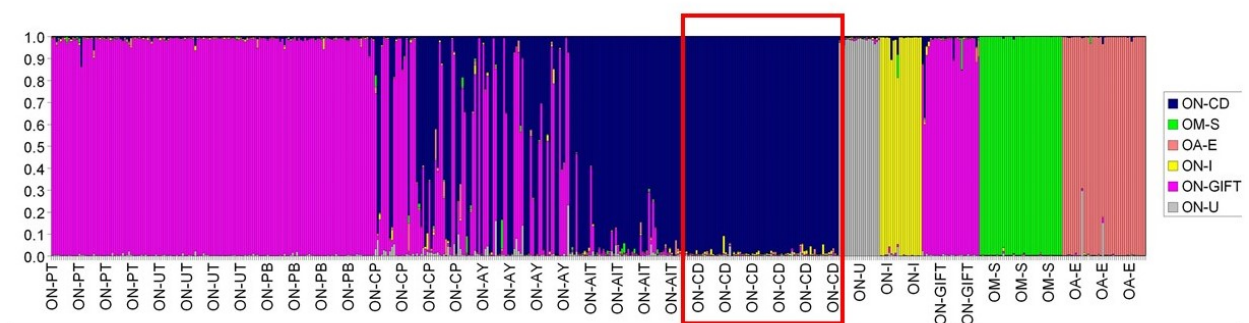
ความโดดเด่นด้านพันธุกรรมของปลานิลจิตรลดา

ปลานิลจิตรลดามีความน่าสนใจหลายประการ ในด้านพันธุกรรมนั้น เนื่องจากประชากรเริ่มต้นมีจำนวนน้อย (เพียง ๕๐ ตัว และตายไปจำนวนมากก่อนจะได้ขยายพันธุ์) ทำให้น่าสนใจว่าจะมีการผสมเลือดชิดในระดับสูง จนทำให้เกิดความพิการและความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมอื่น ๆ หรือไม่ จากการศึกษาด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม (Sukmanomon et al., 2012) พบว่า ระดับการผสมเลือดชิดยังมีค่าไม่สูงมาก และพบว่า มีพันธุกรรมบริสุทธิ์เป็นพันธุกรรมของปลานิลแท้ ๆ ไม่มีการปนเปื้อนกับปลากลุ่มทิลาเปียชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีและหาได้ยากในประชากรอื่น ๆ จึงขอขยายความในเรื่องนี้สักเล็กน้อย

ปลาในสกุลเดียวกับปลานิลผสมข้ามกันได้ง่ายมาก ในประเทศไทยนั้นมีปลาสกุลนี้ที่กระจายแพร่หลายในแหล่งน้ำต่าง ๆ คือปลานิล และปลาหมอเทศ ปลา ๒ ชนิดนี้ผสมข้ามกันไปมา จนทำให้พันธุกรรมของแต่ละชนิดไม่บริสุทธิ์ ความบริสุทธิ์นี้สำคัญมาก เมื่อนำปลาเหล่านี้ไปใช้ในการวิจัยต่าง ๆ เช่น การทำปลานิลเพศผู้ล้วน (ปลานิลตัวผู้เจริญเติบโตเร็วกว่าตัวเมียมาก) โดยการสร้างปลาตัวผู้ที่มีโครโมโซมเพศผู้ ๒ แท่ง หรือที่เรียกว่า วายวาย-เมล (YY-male) หากปลาที่ใช้เป็นชนิดพันธุ์ไม่บริสุทธิ์ ระบบพันธุกรรมควบคุมเพศจะแปรเปลี่ยนไป ทำให้เทคโนโลยีนี้ไม่ได้ผล ในทำนองเดียวกัน ในการผสมข้ามชนิดระหว่างปลานิลกับปลาหมอเทศข้างลาย (*Oreochromis aureus*) เพื่อให้ได้ลูกตัวผู้ล้วน แต่ถ้าพ่อแม่พันธุ์มีพันธุกรรมไม่บริสุทธิ์ ลูกก็จะเป็นตัวผู้ล้วน

ตัวอย่างเหล่านี้คงทำให้ผู้อ่านเข้าใจถึงความสำคัญของความบริสุทธิ์ของชนิดพันธุ์มากขึ้น อย่างไรก็ตามหลายท่านอาจจะสงสัยว่า ทำไมจึงไม่ไปนำปลานิลจากแหล่งน้ำธรรมชาติในทวีปแอฟริกามาใช้ เหตุผลก็คือปลาที่นำจากธรรมชาติโดยตรง ยังไม่ปรับตัวเข้ากับสภาพการเลี้ยง ทำให้อัตราการรอดตายต่ำ ไม่ค่อยกินอาหาร จึงไม่ค่อยโต การสร้างไข่และน้ำเชื้อไม่ดี และอาจมีข้อเสียอื่น ๆ อีก จะต้องนำมาเลี้ยงอย่างน้อย ๒-๓ ชั่วโมงให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลงและเกิดการปรับตัวเสียก่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้สายพันธุ์ที่เลี้ยงอยู่ในฟาร์มมานานแล้วและมีความบริสุทธิ์

ความเป็นชนิดพันธุ์บริสุทธิ์ของปลานิลจิตรลดา มีหลักฐานยืนยันด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม ซึ่งในที่นี้ขอเว้นไม่กล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการ โดยผู้สนใจอาจไปติดตามรายละเอียดได้จากเอกสารอ้างอิง แต่จะขอนำภาพผลการวิเคราะห์มาแสดง ภาพที่ ๒ ข้างล่างนี้เป็นการจำแนกพันธุกรรมของปลานิลรายตัวด้วยเครื่องหมายพันธุกรรม (Sukmanomon et al., 2012) และแสดงผลเป็นแท่งสีเล็ก ๆ ตัวละแท่ง สีน้ำเงินในกรอบแดง เป็นผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาจำนวน ๕๐ ตัวอย่าง ซึ่งจากข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถเห็นแท่งสีแยกเป็นแท่ง ๆ ได้ แต่จะเห็นได้ว่า ปลาทุกตัวมีสีน้ำเงินทั้งหมด (สีอื่น ๆ สั้น ๆ ที่ปรากฏด้านล่าง ไม่จัดเป็นการปนเปื้อนเนื่องจากมีสัดส่วนต่ำมาก โดยเฉพาะไม่พบการปนเปื้อนจากสีเขียวซึ่งแทนพันธุกรรมปลาหมอเทศเลย ในขณะที่ถ้าสังเกตเห็น ๆ จะเห็นปลาสายพันธุ์กิฟต์ (ON-GIFT; กลุ่มแถบสีชมพูที่ ๓ จากขวา) บางตัวมีการปนเปื้อน



ภาพที่ ๒ กราฟิกแสดงผลการจำแนกพันธุกรรมปลานิล และปลาสกุลเดียวกันอีก ๓ ชนิด (ON-PT, ON-UT, ON-PB = ปลานิลพันธุ์กิฟต์จากศูนย์ทดสอบพันธุ์ของกรมประมงจังหวัดปทุมธานี อุดรดิตถ์ และเพชรบุรี ตามลำดับ; ON-CP, ON-AY และ ON-AIT = ปลาที่เลี้ยงเป็นการค้าในฟาร์มต่าง ๆ; ON-CD = ปลานิลจิตรลดา; ON-U, ON-I, ON-GIFT = ปลานิลจากประเทศยูกันดา สาธารณรัฐโกตดิวัวร์ และ สายพันธุ์กิฟต์จากประเทศฟิลิปปินส์; OM-S = ปลาหมอเทศจากประเทศเซเนกัล และ OA-E = ปลาหมอเทศข้างลายจากประเทศอียิปต์ (Sukmanomon et al., 2012)

จาก “จิตรลดา” สูปลานิลสายพันธุ์กิฟต์

นอกจากมีพันธุกรรมที่บริสุทธิ์แล้ว ปลานิลจิตรลดาเป็นที่ยอมรับว่ามีผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี และปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี จึงมีการนำไปใช้เป็นเชื้อพันธุกรรม ๑ ใน ๘ กลุ่มประชากร ในการสร้างประชากรเริ่มต้น สำหรับการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์กิฟต์ (GIFT, Genetically Improved Farmed Tilapia) ซึ่งเป็นปลานิลที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์เป็นพันธุ์แรก (เริ่มโครงการเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. ๒๕๓๑ และสำเร็จใน พ.ศ. ๒๕๔๐) (Eknath et al., 1993) ปลาพันธุ์นี้มีการเจริญเติบโตสูงกว่าปลานิลดั้งเดิมถึงร้อยละ ๘๕ มีการนำปลานิลกิฟต์ไปเลี้ยงอย่างแพร่หลาย และทำให้ปลานิลกลายเป็นปลาสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับต้น ๆ ของโลกมาจนถึงปัจจุบันนี้

“ปลานิล” ของขวัญที่ทรงคุณค่านี้รันดร์

นับแต่วันแรกที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร พระราชทานปลานิลแก่กรมประมงเพื่อขยายพันธุ์และเผยแพร่ให้เกษตรกร ได้ก่อให้เกิดการเลี้ยงปลานิลเป็น อาชีพทางเลือกอีกทางหนึ่ง การเลี้ยงปลานิลก็มีการพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ โดยในด้านพันธุ์นั้น กรมประมงได้ทำ การปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์จิตรลดา (ที่มา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์, ม.ป.ป.) ให้มี การเจริญเติบโตดีขึ้น และให้ชื่อว่า “จิตรลดา ๑” ซึ่งมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นถึงร้อยละ ๒๒ และยังเมื่อได้มีการ นำสายพันธุ์กิปต์ เข้ามาเลี้ยงในช่วงประมาณ พ.ศ. ๒๕๓๗ การเลี้ยงปลานิลก็ยิ่งขยายตัวกว้างขวางขึ้น การ เลี้ยงปลานิลมีการพัฒนาแบบก้าวกระโดดเมื่อมีการนำเทคโนโลยีการแปลงเพศโดยใช้ฮอร์โมนมาผลิตปลานิล เพศผู้ล้วน ทำให้ผลผลิตดีขึ้นหลายเท่า เพราะปลาตัวผู้โตเร็วกว่าตัวเมีย นอกจากนั้นการเลี้ยงปลาเพศเดียวยัง แก้ปัญหาปลาออกลูกสั้นบ่อย การพัฒนาเหล่านี้ทำให้การเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยยิ่งขยายตัวเร็วขึ้น ในด้าน การปรับปรุงพันธุ์ก็มีการพัฒนาทั้งโดยส่วนราชการ เช่น พันธุ์จิตรลดา ๓ ซึ่งเกิดจากการนำปลาพันธุ์กิปต์ มา ปรับปรุงพันธุ์ต่อเนื่องโดยกรมประมง รวมทั้งเอกชนรายใหญ่หลายรายได้ทุ่มทุนปรับปรุงพันธุ์ปลานิลของ ตนเองขึ้น ทำให้เกษตรกรมีตัวเลือกที่หลากหลาย อย่างไรก็ตามปลานิลจิตรลดาก็คงเป็นที่นิยมของเกษตรกร โดยเฉพาะผู้เลี้ยงรายย่อย

ด้วยสายพระเนตรอันกว้างไกล และน้ำพระราชหฤทัยอันเปี่ยมด้วยพระเมตตาของพระบาทสมเด็จพระ บรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ที่ทรงมีต่อพสกนิกร ได้ทำให้คนไทยได้รู้จัก ค้นเคยกับการเลี้ยงปลานิลเป็นประเทศแรก ๆ ของโลก และในที่สุดได้พัฒนามาเป็นอาชีพหลักที่นอกจากจะทำ ให้คนไทยได้เข้าถึงโปรตีนคุณภาพดีจากปลานิลอย่างทั่วถึงแล้ว ยังเป็นอาชีพที่ก่อให้เกิดเศรษฐกิจหมุนเวียนทั้ง ในระดับฐานราก ไปจนถึงการส่งออกที่นำรายได้เข้าประเทศ พระมหากษัตริย์คุณนี้จะสถิตสถาพรอยู่ในดวงใจ ของพสกนิกรไทยทุกคนตราบนานเท่านาน

เอกสารอ้างอิง

- Ekmath, A.E., Tayamen, M.M., Palada-de Vera, M.S., Danting, J.C., Reyes, R.A., Dionisio, E.E., Capili, J.B., Boliva, H.L., Abella, T.A., Circa, A.V., Bentsen, H.B., Gjerde, B., Gjedrem, T. and Pullin, R.S.V. (1993) Genetic Improvement of Farmed Tilapias: The Growth Performance of Eight Strains of *Oreochromis niloticus* Tested in Different Farm Environments. *Aquaculture* 111, 171-188.
- Sukmanomon, S., Kamonrat, W., Poompuang, S., Nguyen, T.T.T., Bartley, D.M., May, B. and Na-Nakorn, U. (2012) Genetic Changes, Intra- and Inter-specific Introgression in Farmed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Thailand. *Aquaculture* 324-325, 44-54.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์. ม.ป.ป.
https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_blog2/1220/64289/2315 สัตว์น้ำ
อุตรดิตถ์ (fisheries.go.th)

บทบาทของเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ-๔ มิติ สำหรับกระบวนการผลิตทาง อุตสาหกรรมในอนาคต

ปิยะรัตน์ ศิลปกรศุภวงศ์^๑ และ สุธา เกียรติกำจรวงศ์^๒

^๑ Kanagawa Institute of Technology, Kanagawa Prefecture, Japan

^๒ ราชบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ ประเภทวิชาเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา,
ksuda@chula.ac.th

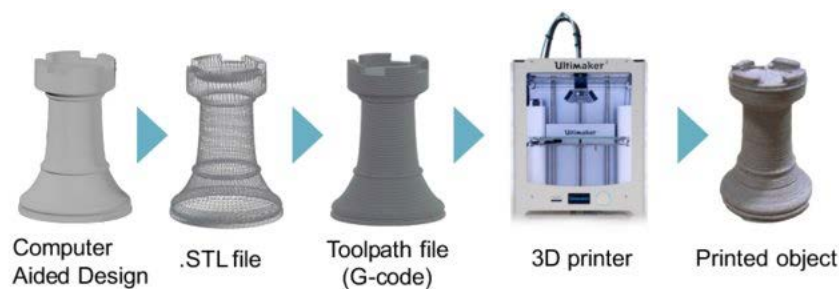
บทนำ

กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมของโลกได้เปลี่ยนผ่านจากการใช้แรงงานมาสู่การปฏิวัติการผลิตในช่วงศตวรรษที่ ๑๗-๑๘ มีการใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวและปลูกพืชเพื่อการบริโภค อาจถือได้ว่าเป็นวิวัฒนาการของอุตสาหกรรมเบื้องต้นหรือครั้งที่ ๑ [<https://courses.lumenlearning.com/boundless-world-history/chapter/the-agricultural-revolution>] ในช่วง ค.ศ. ๑๗๖๐ ถึง ค.ศ. ๑๘๕๐ มีเครื่องทอเส้นใยและทอผ้า การใช้เครื่องจักรในการทอผ้า เปลี่ยนจากการผลิตเพื่อบริโภคแต่น้อยเป็นการผลิตจำนวนมาก นับได้ว่าเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ ๒ [<https://pro.europeana.eu/post/talking-about-revolutions-from-the-industrial-to-the-digital> 2021/11/10] ส่วนการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ ๓ นี้ ถือได้ว่าเป็นฐานรากของการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันคือ การปฏิรูปให้มีการจัดการแบบอัตโนมัติ ได้มีการกำเนิดของสมองกลหรือคอมพิวเตอร์ยุคแรก ๆ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในกลางศตวรรษที่ ๑๘ ในด้านการพิมพ์ ก็ได้ถือกำเนิดมาตั้งแต่การประดิษฐ์นวัตกรรมเครื่องพิมพ์ ช่วงต้นถึงกลางศตวรรษที่ ๑๘ ทำให้ระบบการเผยแพร่ข่าวสารและความรู้ของโลกได้ปฏิวัติเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจังและกว้างขวางเร็วขึ้น นับได้ว่าเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ ๓ [<https://blog.thelabelprinters.com/brief-history-of-printing-presses-part-3-the-industrial-revolution> 2021/11/10] วิวัฒนาการการปฏิวัติอุตสาหกรรม ตั้งแต่ ค.ศ. ๑๙๘๐ เป็นต้นมา มีการกำเนิดของคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ระบบไซเบอร์ พร้อมการปรับปรุงระบบกายภาพที่มาสสนับสนุนระบบไซเบอร์เหล่านั้น เช่น อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (internet of things) เครือข่ายโทรคมนาคม ระบบ 4G-6G และอินเทอร์เน็ตประสานร่างกายมนุษย์กับสุขภาพ (internet of body) และสรรพสิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดตามมา เช่น metaverse หรือ การทำให้เกิดโลกเสมือนจริงในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ฯลฯ ซึ่งได้ถือว่าการปฏิวัติระบบต่าง ๆ นานาเหล่านี้ รวมทั้งการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้อุบัติขึ้นแล้วในยุคการปฏิบัติการผลิตครั้งที่ ๔ ซึ่งเป็นยุคปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างมหาศาลจากระบบแอนะล็อก (analog) มาสู่โลกใหม่ในรูปแบบดิจิทัล (digital) ด้วยรหัส 01 เช่นนี้ นักเศรษฐศาสตร์ได้เรียกยุคนี้ว่า “disruptive era” พร้อมกับคำว่า “disruptive technology” ซึ่งหมายถึงเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกเปลี่ยนแปลงทุกสิ่งทุกอย่างที่เคยผลิตมาเป็นกรรมวิธีการผลิตใหม่ในธุรกิจเกือบทุกด้าน จากการอุบัติของโรคระบาดไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ ๒๐๑๙ หรือ โรคโควิด-๑๙ ทำให้เกิด disruption technologies ในการครองชีพของชาวบ้านทั่วไป ใช้ชีวิตความเป็นอยู่แบบใหม่ ที่เรียกว่า ชีวิตวิถีใหม่ (new normal life) ซึ่งนับได้ว่าเป็นการ “disrupt” ด้วยความจำเป็น ในระหว่างนี้ การพิมพ์ ๓ มิติก็มีบทบาทในยุคเจ็บป่วยบนสื่อโลกครั้งนี้ด้วย โดยได้ใช้ผลิตหน้ากาก (face mask)

หน้ากากปกป้องใบหน้า (face shield mask) ท่อต่อช่วยหายใจ และชุดสวมป้องกันเชื้อไวรัสของบุคลากรทางการแพทย์ด้านหน้า (PPE)

เทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ และ ๔ มิติ

เทคโนโลยีการผลิตทางดิจิทัลผลิตโดยผ่านเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ และศาสตร์ผสมผสานระหว่างวัสดุกับการเลือกใช้เครื่องพิมพ์ที่มีซอฟต์แวร์ที่เข้ากันได้กับวัสดุและกลไกของเครื่องพิมพ์ จึงทำให้การผลิตแบบการพิมพ์ ๓ มิติมีโอกาสสูงมากที่จะเข้ามาแทนที่อุตสาหกรรมใหญ่ ๆ จำนวนหนึ่งที่น่าจะเลือกใช้ในอนาคตอันใกล้นี้ หลักการของการผลิตโดยการพิมพ์ ๓ มิติ กล่าวคือ การพิมพ์ ๓ มิติ (3D printing หรือที่เรารู้จักกันในอีกชื่อว่า การผลิตแบบเติมทีละชั้น additive manufacturing, AM) เป็นการสร้างวัตถุของแข็ง ๓ มิติ จากไฟล์ดิจิทัลด้วยวัสดุพิมพ์พอลิเมอร์หรือพอลิเมอร์คอมพอสิตหรือสารชีวภาพอื่น ๆ ได้เป็นวัตถุพร้อมใช้งานที่ผลิตผ่านจากเครื่องพิมพ์ กล่าวคือ เราสามารถสร้างวัตถุต่าง ๆ จากวัสดุพิมพ์พอลิเมอร์โดยพิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์ในระนาบกว้าง ยาว และสูง ได้แบบง่าย ๆ การพิมพ์ ๑ มิติ คือ เส้นและจุด เช่น รหัสสมอร์ส (Morse code) การพิมพ์ ๒ มิติ คือ การพิมพ์ระนาบ ๒ แกนคือ ด้านยาวหรือแกน x และด้านกว้างหรือแกน y แม้มีความหนาแต่น้อยมาก ส่วนการพิมพ์ ๓ มิติ คือ การพิมพ์ขึ้นรูปทั้ง ๓ แกน คือ แกน X, Y, Z ซึ่งแกน Z คือ ความหนา หรือความสูงที่ตั้งอยู่บนพื้นของพื้นที่ X และ Y เช่น การพิมพ์โมเดล กล่อง ฯลฯ กระบวนการพิมพ์ ๓ มิติ แสดงในภาพที่ ๑

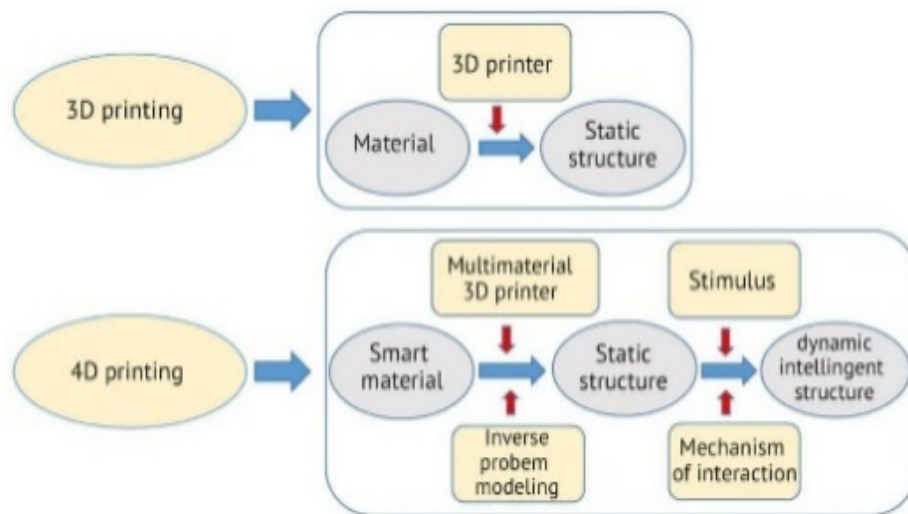


ภาพที่ ๑ กระบวนการผลิตแบบการพิมพ์ ๓ มิติ (ที่มา Gao et al., 2018)

เริ่มตั้งแต่การสร้างต้นแบบของวัตถุ ๓ มิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นไฟล์ดิจิทัล ๓ มิติ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้มีจำนวนมากในปัจจุบันที่เป็นโอเพ่นซอร์ส (open source) เช่น Fusion 360, Maya, Metasequoia, Blender, AutoCAD เมื่อได้โมเดลวัตถุ ๓ มิติเป็นไฟล์ดิจิทัลแล้ว เวลาเริ่มพิมพ์ต้องเซฟไฟล์ในนามสกุล .stl ซึ่งไฟล์ตระกูลนี้สื่อสารกับเครื่องพิมพ์ได้ ไฟล์นี้ถูกตัดแบ่งวัตถุออกเป็นชั้น ๆ (slicing) ซึ่งเป็นหน้าที่ของ slicing software ที่มาพร้อมกับเครื่องพิมพ์ ๓ มิติแต่ละรุ่นและแต่ละยี่ห้อ เมื่อได้ไฟล์ที่ตัดแบ่งชั้นทีละชั้นของวัตถุเรียบร้อยแล้ว ผู้พิมพ์ต้องกำหนดและเตรียมพิมพ์บนแท่นพิมพ์ว่าจะพิมพ์วัตถุที่ขึ้น (การทำซ้ำ) และพิมพ์ในแนวใด (layout) เช่น แนวตั้ง แนวนอน ซึ่งมีผลต่อการสร้างชั้นพยางค์และความเรียบของผิววัตถุในการพิมพ์ ส่วนขั้นตอนเข้าสู่กระบวนการพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ ๓ มิตินั้น เครื่องพิมพ์ตัดชิ้นงานเป็นชั้น ๆ และบังคับให้หัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์พิมพ์ตามโปรแกรมโดยซอฟต์แวร์ เมื่อส่งไฟล์นี้ไปยังเครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ผลิตภัณฑ์ ๓ มิติ ตามคำสั่งในโปรแกรมจนได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกมา กล่าวคือ เครื่องพิมพ์จะสร้างเนื้อ

วัตถุชิ้นที่ละชิ้นตั้งแต่ชิ้นแรกใน แนวแกน X และ Y บนพื้นราบที่ละชิ้นทับกันตามลำดับจนชั้นสุดท้ายของวัตถุ จึงได้วัตถุ ๓ มิติ ในการผลิตวัตถุบางชิ้นมักมีความซับซ้อนด้วยเหตุมีการผสมวัสดุหลายชนิด บางครั้งต้องมีการ ต่อวงจรไฟฟ้าร่วมด้วย ผู้ผลิตต้องสร้างไฟล์ในแต่ละชิ้นเป็นส่วนที่แยกออกจากกันและนำมาประกอบกันเป็นชิ้น สำเร็จอีกครั้งในขั้นตอนหลังพิมพ์ สำหรับขั้นตอนหลังพิมพ์นั้น หากมีส่วนของชั้นพยุ่ง (support) ที่เครื่องพิมพ์ สร้างขึ้นมาระหว่างพิมพ์เพื่อการค้ำยันโครงสร้างของวัตถุนั้น จะต้องตัดส่วนนี้ออกไปจากวัตถุที่พิมพ์ได้เพื่อให้ เป็นชิ้นวัตถุที่สมบูรณ์

กระบวนการผลิตในการพิมพ์ ๓ มิติ นั้น มีวิวัฒนาการและพัฒนาต่อไปสู่การพิมพ์ ๔ มิติ เมื่อวัตถุสำเร็จ ออกจากเครื่องพิมพ์ ๓ มิติแล้ว จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหลักทางกายภาพใด ๆ ของวัตถุนั้นได้อีก จากการประยุกต์การพิมพ์ ๓ มิติในงานการผลิตหลาย ๆ ด้าน สามารถเปลี่ยนแปลงสมบัติบางสิ่งบางอย่างได้ ด้วยเพื่อเพิ่มคุณลักษณะในการใช้งาน หรือ เพิ่มมูลค่าสินค้าได้มากขึ้นไปอีก จึงทำให้เกิดการพิมพ์ ๔ มิติ ซึ่ง ขึ้นอยู่ที่วัสดุพิมพ์ที่ใช้มีความสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง วัสดุปราดเปรี๊อง (smart materials) ที่ทำ ให้ชิ้นงานหลังพิมพ์แล้ว สามารถเปลี่ยนสมบัติได้ในเวลาต่อมาด้วยสิ่งเร้าบางประการจากภายนอก ดังนั้น วัสดุ ที่พิมพ์ด้วยการพิมพ์ ๓ มิติ จะมีรูปที่เปลี่ยนจากโครงสร้างนิ่ง (static) กลายเป็นโครงสร้างที่เคลื่อนไหว หรือ พลวัต (dynamic) และมีความสามารถมากขึ้น หรืออาจฉลาดในการรับรู้ขึ้นเป็นวัสดุชนิดฉลาด (active/smart material) ได้ในเวลาต่อมาอีกด้วย ดังภาพที่ ๒ (Ge et al., 2014)



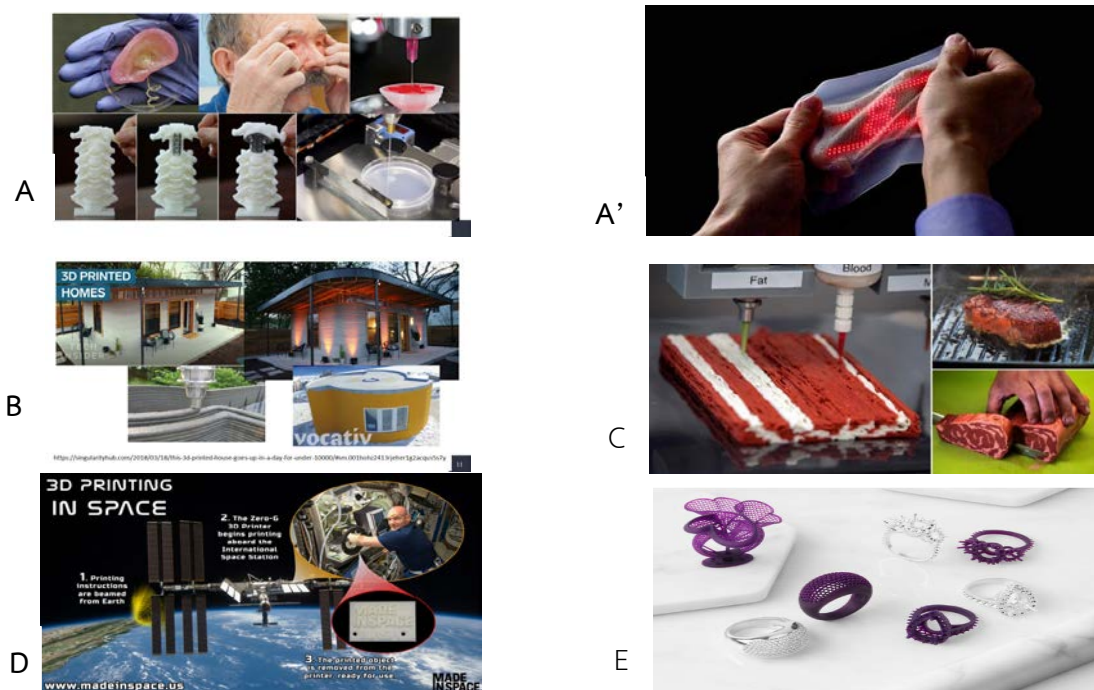
ภาพที่ ๒ การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการพิมพ์ ๓ มิติ กับ ๔ มิติ (ที่มา Ge et al., 2014)

อุตสาหกรรมการผลิตหลักที่กำลังพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิต

ด้วยเหตุที่โลกการผลิตได้เปลี่ยนไปสู่ยุคการผลิตแบบดิจิทัล มนุษย์ทุกคนก็จำเป็นต้องเปลี่ยนตามเพื่อความ อยู่รอดและมีความสุขอย่างพอเพียง สำหรับรัฐบาลไทยได้มีการวางแผนเพื่อพัฒนางานวิจัยและพัฒนาในระดับ ห้องปฏิบัติการวิจัยไปสู่การผลิตในระดับสากลที่ใหญ่ขึ้น เพื่อหาความเป็นไปได้ในระดับอุตสาหกรรมที่ประเทศ ที่พัฒนาแล้วได้ก้าวหน้าไปแล้วและประเทศไทยที่ยังอยู่ในระดับเริ่มต้นเหมือนประเทศอื่น ๆ จำนวนมากที่ยัง ตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปทั่วโลก ตัวอย่างที่นำมาเสนอนี้มีความก้าวหน้าที่ชัดเจนมาก ดังนี้

๑. การแพทย์ (medical applications) เพื่อพัฒนาด้านการพิมพ์เซลล์และเนื้อเยื่อแทนการทดลองใช้ชีวิตสัตว์ทดลอง งานวิจัยด้านการผลิตอวัยวะเทียม เช่น พิมพ์ไต พิมพ์หัวใจ เพื่อศึกษาก่อนการผ่าตัดจริงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ส่วนการพิมพ์ชิ้นส่วนของร่างกาย เช่น ในด้านออร์โทพีดิกส์ ศัลยกรรมตกแต่งจากความพิการ รากฟันเทียม การพิมพ์ฟันในทันตกรรม รองเท้าสำหรับผู้ป่วยหลากหลายโรค การพิมพ์เซลล์ ผิวหนัง อีเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมสภาพร่างกาย (ภาพที่ ๓A และ ๓A')

๒. อุตสาหกรรมยานยนต์ (automotive industry) เพื่อผลิตชิ้นส่วนของรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติแทนวัสดุที่มาจากปิโตรเลียมและปิโตรเคมี เพื่อลดภาวะโลกร้อนจากการปล่อยแก๊สอันตรรายต่าง ๆ เพื่อให้คุณภาพชีวิตของชาวโลกดีขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถพิมพ์พลาสติกวิศวกรรมผสมโลหะ หรือพอลิคอมพอสิต รูปแบบของรถยนต์ไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบการพิมพ์ ๓ มิติ ยังไม่ได้ทำเต็มทุกชิ้นส่วนของรถทั้งคันและอยู่ในระหว่างการพัฒนา



ภาพที่ ๓ ตัวอย่างของผลงานแต่ละประเภทงานจากระบบการพิมพ์ ๓ มิติ

(ที่มา Panichkriangkrai et al., 2020)

๓. วิศวกรรมก่อสร้าง (construction engineering) เพื่อพิมพ์บ้านด้วยวัสดุที่ใกล้เคียงกับที่ใช้สร้างอาคารหรือบ้านที่มีราคาถูกลง นอกจากนี้ ยังใช้เทคนิคการพิมพ์ ๓ มิติ ผลิตสาธารณูปโภคอื่น ๆ เช่น สะพานทางข้ามคลอง ป้อมยามสำหรับผู้รักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน หรือพิพิธภัณฑ์ในรูปแบบและสไตล์ต่าง ๆ (ภาพที่ ๓B) (Panichkriangkrai et al., 2020)

๔. การพิมพ์อาหารตรงเหตุ อาหารเฉพาะบุคคล (precision or personalized food) เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของบุคคลหลายระดับโดยเฉพาะผู้ป่วย ตั้งแต่การบริการอาหารสดตรงดงามในภัตตาคารหรู อาหารสำหรับผู้บกพร่องการเคี้ยวการกลืน ผู้สูงอายุ หรือ สำหรับเด็กเล็กสอนให้ทานผักโดยการ

พิมพ์อาหารเป็นตัวการ์ตูนที่ชื่นชอบ นอกจากนี้ วงการผลิตอาหารได้สร้างเมนูอาหารโปรตีนจากผักหรือการผลิตเนื้อสัตว์เทียมจากเซลล์ ๒ ชนิดจากสัตว์ (ภาพที่ ๓C) เช่น เนื้อวากิว หรือ สัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยไม่ต้องฆ่าตัว แต่โดยการเพาะปลูกเนื้อสัตว์เนื้ออริบอวย โดยใช้ ‘การพิมพ์ไบโอ’ แบบ ๓ มิติ และใช้เซลล์วัวจริงเป็นจุดตั้งต้น ฟาร์มของอิสราเอลทำงานร่วมกับคณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ที่สถาบันเทคโนโลยี Technion-Israel ก่อนจะออกมาเป็น “เนื้ออริบอวย” ที่ปราศจากการฆ่าครั้งแรกของโลก (ภาพที่ ๓C)

๕. อุตสาหกรรมการบิน อวกาศ และการป้องกัน (aerospace and defense industry) เป็นการปฏิบัติงานด้านการพิมพ์วัสดุที่ทดแทนที่ต้องใช้ในเที่ยวบินกลับมาสู่โลก ได้มีการใช้งานในสถานีอวกาศขององค์การนาซา เป็นต้น (ภาพที่ ๓D) สำหรับการป้องกันนั้นเป็นการพิมพ์ชิปนาฬิกาพิเศษที่ใช้เฉพาะในกองทัพ เช่น จรวดข้ามทวีป

๖. อุตสาหกรรมการออกแบบอัญมณีและแฟชั่น (jewelry and fashion) เป็นอุตสาหกรรมที่ได้เริ่มต้นออกแบบในแบบขึ้นฝั่งและนำไปใช้ผลิตในขั้นตอนของการพิมพ์ ๓ มิติ เช่น แหวนแพลนซี แหวนมีสไตล์ (ภาพที่ ๓E)

ส่วนการพิมพ์ ๔ มิติ มักได้รับความนิยมในการออกแบบเสื้อผ้าหลากหลายสไตล์ ตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงสีเส้นตามอุณหภูมิของอากาศในแต่ละวัน หรืออาจใช้การทอเส้นใยอ่อนอุปกรณ์ถ่ายภาพขนาดจิ๋ว หรือติดเซนเซอร์สำหรับปรับอุณหภูมิของร่างกายให้มีความสบายตามสภาพอากาศภายนอก และยังมียานนวัตกรรมอีกจำนวนมากที่อยู่ในระหว่างการวิจัยเพื่อนำสู่ความเป็นไปได้ในการผลิตทางอุตสาหกรรมต่อไป ดังนั้นสิ่งสำคัญมากของการพิมพ์ ๓ มิติ-๔ มิติ มีการวิจัยเพื่อให้ใช้งานได้หลากหลายรูปลักษณะ รวมทั้งความต้องการที่แตกต่างกันตามชนิด คุณภาพ และวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ จึงเป็นโอกาสทองของผู้ที่มีความรู้เรื่องเทคโนโลยีวัสดุ การออกแบบ การมีความรู้ด้านดิจิทัล พร้อมการเลือกใช้เครื่องพิมพ์ที่เหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่เลือก จึงเปิดโอกาสให้มีการสร้างสรรค์พัฒนาต่อไปอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เพื่อการผลิตทั้งแบบเฉพาะบุคคลและชนิดอุตสาหกรรม นอกเหนือจากด้านเทคโนโลยี ผู้ที่เข้ามาในตลาดเทคโนโลยีดิจิทัลการพิมพ์ ๓ มิติ-๔ มิติ ต้องมีความรู้เรื่องการตลาดด้วย

บทสรุป

บทความปริทัศน์แบบย่อนี้เสนอการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีการผลิตจากการปฏิบัติอุตสาหกรรม ๓ ครั้ง มาถึงครั้งที่ ๔ นี้ เป็นการปฏิวัติด้านดิจิทัลอย่างมากชนิดที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ผู้ที่จะเข้ามาในตลาดงานและในอุตสาหกรรมเรื่องการพิมพ์ ๓ มิติ และ ๔ มิติ จึงจำเป็นต้องตามเทคโนโลยีอย่างระมัดระวังและทันสมัย ต้องศึกษาหาความรู้ด้านดิจิทัล และตามให้ทันการเปลี่ยนแปลงด้านโปรแกรมและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในอุปกรณ์หลากหลายชนิดที่เกี่ยวข้องการผลิตระบบนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องพิมพ์ที่มีความหลากหลายต้องมีคุณภาพที่สอดคล้องกับวัสดุที่เลือกใช้ รวมทั้งต้องเลือกสแกนเนอร์ที่เหมาะสมกับชนิดของงานเพื่อให้เก็บรายละเอียดของชิ้นงานอย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Gao, Y., Li, B., Wang, W., Xu, W., Zhou, C. and Jin, Z. (2018) Watching and Safeguarding Your 3D Printer: Online Process Monitoring Against Cyber-Physical Attacks. in: Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technology, 2(3), Article 108, pp. 1-27.
- Ge, Q., Dunn, C.K., Qi, H.J. and Dunn, M.L. (2014) Active Origin by 4D Printing. Smart Mater. Struct. 23(9), 094007. DOI:10.1088/0964-1726/23/9/094007
- Panichkriangkrai, C., Silapasuphakornwong, P. and Kiatkamjornwong, S. (2020) From 3D Printing to 4D printing and Applications of Digital Technologies: A Brief Literature Review. KMUTT Res. Dev. J. 45(4), 385-423.

การพิมพ์อาหารสามมิติ

ลักษิกา งามวงศ์ล้ำเลิศ^๑ และ ลักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา^{๑,๒}

^๑ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^๒ ภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวเคมี ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, sakamon.dev@kmutt.ac.th

บทนำ

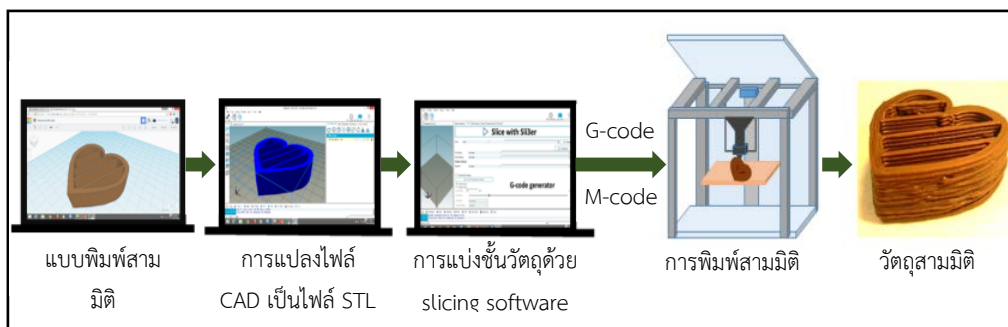
การพิมพ์สามมิติเป็นเทคนิคการสร้างวัตถุสามมิติด้วยวิธีการผลิตแบบเติมเนื้อวัสดุ ซึ่งต่างจากวิธีการขึ้นรูปทั่วไป เช่น การหล่อ การตัด และการเจียรระไน โดยเครื่องพิมพ์สามมิติจะเติมเนื้อวัสดุพิมพ์ทีละชั้นตามแนวระนาบจนได้ชิ้นงานตามแบบที่กำหนดไว้ในไฟล์ดิจิทัล การพิมพ์สามมิติเริ่มพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกตั้งแต่คริสต์ทศวรรษ ๑๙๘๐ และได้รับความสนใจเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วง ๗ ปีที่ผ่านมา (Baiano, 2020) ปัจจุบัน มีการประยุกต์ใช้การพิมพ์สามมิติในอุตสาหกรรมหลากหลาย รวมถึงอุตสาหกรรมอาหาร การพิมพ์อาหารสามมิติเป็นการผลิตอาหารที่มีคุณลักษณะแตกต่างไปจากอาหารที่เตรียมหรือผลิตด้วยวิธีการที่ใช้ อยู่โดยทั่วไป โดยอาจเป็นการผลิตอาหารที่มีรูปร่างลักษณะสวยงาม สร้างความพึงพอใจแก่ผู้บริโภค ทั้งในครอบครัว ร้านอาหาร และสถานที่ท่องเที่ยว นอกจากนี้ ยังอาจใช้การพิมพ์สามมิติในการผลิตอาหารสำหรับผู้บริโภคที่มีความต้องการเฉพาะ เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะกลืนลำบาก ตลอดจนผู้สูงอายุที่เริ่มมีปัญหากลืนและกลืนอาหาร ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่จะมีจำนวนสูงมากขึ้นเมื่อประเทศไทยเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มรูปแบบ ในอนาคตอันใกล้ การพิมพ์อาหารสามมิติยังสามารถประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารเพื่อดูแลสุขภาพและรักษาโรคของประชากรได้อย่างเฉพาะเจาะจงในแต่ละบุคคล จึงอาจนับได้ว่าการพิมพ์อาหารสามมิติเป็นกระบวนการผลิตอาหารแห่งอนาคต

กระบวนการพิมพ์อาหารสามมิติ

ขั้นตอนการพิมพ์อาหารสามมิติเริ่มจากการสร้างโมเดลหรือแบบพิมพ์ที่ต้องการโดยใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบ (computer-aided design, CAD) หรือใช้เครื่องสแกนสามมิติ จากนั้นจึงแปลงแบบพิมพ์ที่ได้ให้อยู่ในรูปของไฟล์ที่เก็บข้อมูลสำหรับแบบพิมพ์สามมิติ หรือไฟล์ STL (STereoLithography) ก่อนจะแบ่งรูปร่างของวัตถุในไฟล์ STL เป็นชั้นในแนวระดับ และตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับการพิมพ์ (เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวฉีด อุณหภูมิของหัวฉีด และความสูงของวัสดุพิมพ์ในแต่ละชั้น) ด้วยซอฟต์แวร์สำหรับแบ่งชั้นวัตถุ (slicing software) ทั้งนี้ ชุดคำสั่งที่ได้จากซอฟต์แวร์ดังกล่าว ซึ่งอยู่ในรูปของ G-code และ M-code จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อสร้างวัตถุสามมิติ ดังแสดงในภาพที่ ๑ โดย G-code เป็นชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเชิงตัวเลข เช่น ขอบเขตการพิมพ์ ความเร็วของหัวฉีด และแนวแกนพิมพ์ ในขณะที่ M-code เป็นชุดคำสั่งเสริมที่สนับสนุนการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ (Baiano, 2020)

เทคนิคการพิมพ์อาหารสามมิติแบบอัดรีดขึ้นรูป

การพิมพ์แบบอัดรีดขึ้นรูป (extrusion-based printing) เป็นเทคนิคการพิมพ์สามมิติที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ไม่ซับซ้อน และสามารถใช้ได้กับอาหารทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีความหนืดไม่สูงนัก เช่น เนย ช็อกโกแลต ชีส มันทด อีกทั้งเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิคการพิมพ์นี้มักมีราคาต่ำกว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้เทคนิคการพิมพ์อื่น หลักการของเทคนิคการพิมพ์นี้คือการอัดรีดวัสดุพิมพ์ผ่านหัวฉีด พร้อมกับ การลากเส้นวัสดุพิมพ์ที่ถูกอัดรีดออกจากหัวฉีดให้มีรูปร่างตามแบบพิมพ์สามมิติที่ออกแบบไว้ทีละชั้น โดยเริ่มจากจากชั้นล่างสุดไปจนถึงชั้นบนสุด ดังแสดงในภาพที่ ๒ อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยของเทคนิคการพิมพ์นี้คือมีความแม่นยำต่ำและใช้ระยะเวลาในการพิมพ์นาน (Baiano, 2020)



ภาพที่ ๑ ขั้นตอนการพิมพ์สามมิติ (ที่มา : O'Neal, 2020)



ภาพที่ ๒ การพิมพ์แบบอัดรีดขึ้นรูปและตัวอย่างอาหารที่พิมพ์ได้ (ที่มา : Noort et al., 2017; Pitayachaval et al., 2018)

เทคนิคการพิมพ์อาหารสามมิติแบบพ่นหมึก

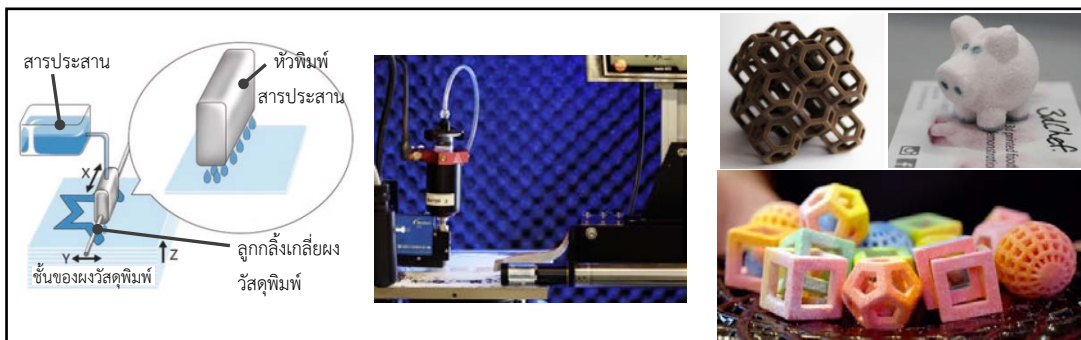
การพิมพ์แบบพ่นหมึก (inkjet printing) เป็นเทคนิคการพิมพ์ที่อาศัยการพ่นวัสดุพิมพ์เป็นละอองขนาดเล็กผ่านหัวพิมพ์ลงบนพื้นผิวของวัสดุรองรับ ดังแสดงในภาพที่ ๓ เทคนิคการพิมพ์แบบพ่นหมึกเหมาะสำหรับการพิมพ์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำ เช่น ช็อกโกแลตและครีม เทคนิคการพิมพ์นี้เหมาะสำหรับการเติมพื้นผิวหรือตกแต่งอาหารเท่านั้น ไม่เหมาะสำหรับการพิมพ์เพื่อขึ้นรูปอาหารที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Baiano, 2020)



ภาพที่ ๓ การพิมพ์แบบพ่นหมึกและตัวอย่างอาหารที่พิมพ์ได้
(ที่มา : Pallottino et al., 2016; Pitayachaval et al., 2018)

เทคนิคการพิมพ์อาหารสามมิติแบบพ่นสารประสานบนผงวัสดุ

การพิมพ์แบบพ่นสารประสานบนผงวัสดุ (binder jet printing) เป็นเทคนิคที่ใช้ได้กับวัสดุพิมพ์ที่เป็นผง เช่น ผงช็อกโกแลต แป้ง น้ำตาล การพิมพ์เริ่มจากการเคลือบผงวัสดุพิมพ์ด้วยลูกกลิ้งให้เป็นชั้นบาง ๆ ในแนวระนาบทีละชั้น สลับกับการพ่นสารประสานลงบนพื้นผิวของผงวัสดุเพื่อเชื่อมผงวัสดุในแต่ละชั้นเข้าด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ ๔ หลังจากพ่นสารประสานในแต่ละครั้งจะมีการให้ความร้อนกับผิววัสดุด้วยวิธีการฉายรังสีเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของวัตถุสามมิติ ทั้งนี้ ผงวัสดุที่ไม่ได้รับการพ่นสารประสานจะหลุดออกได้เอง หลังกระบวนการพิมพ์สิ้นสุดลง และสามารถนำกลับมาใช้ในการพิมพ์ครั้งต่อไป ข้อดีของเทคนิคการพิมพ์นี้คือ ใช้ระยะเวลาในการพิมพ์สั้น และสามารถพิมพ์วัตถุสามมิติที่มีโครงสร้างซับซ้อนได้ดี (Holland et al., 2019)



ภาพที่ ๔ การพิมพ์แบบพ่นสารประสานบนผงวัสดุและตัวอย่างอาหารที่พิมพ์ได้
(ที่มา : Pitayachaval et al., 2018; Holland et al., 2019)

วัสดุพิมพ์อาหาร

การเลือกวัสดุพิมพ์อาหารเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจากสมบัติของวัสดุพิมพ์จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการพิมพ์อาหารสามมิติ ตลอดจนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารสามมิติที่พิมพ์ได้ วัสดุพิมพ์ที่สามารถนำมาใช้ในการพิมพ์สามมิติแบ่งได้เป็น ๓ กลุ่ม ได้แก่ ของเหลว ผง และเนื้อเยื่อ โดยกลุ่มที่เป็นของเหลวสามารถใช้ได้กับเทคนิคการพิมพ์แบบอัดรีดขึ้นรูปหรือการพิมพ์แบบพ่นหมึก วัสดุที่เป็นผงสามารถพิมพ์ได้โดยใช้เทคนิคการพิมพ์แบบพ่นสารประสานบนผงวัสดุ ส่วนการพิมพ์วัสดุที่เป็นเนื้อเยื่อหรือวัสดุชีวภาพให้มีลักษณะเป็นชิ้นเนื้อหรืออวัยวะ (bio-printing) สามารถกระทำได้โดยใช้เทคนิคการพิมพ์แบบอัดรีดขึ้นรูประดับจุลภาค (Baiano, 2020) อย่างไรก็ตาม วัสดุพิมพ์ทุกชนิดจะต้องมีสมบัติเป็นของไหลในขณะพิมพ์ (กล่าวอีกนัยหนึ่งคือสามารถไหลออกจากหัวฉีดหรือหัวพิมพ์ได้) และจะต้องมีความแข็งแรงเชิงกลสูงหลังจากออกจากหัวพิมพ์ รวมถึงต้องคงรูปอยู่ได้หลังกระบวนการพิมพ์สิ้นสุดลง นอกจากนี้ วัสดุพิมพ์อาหารยังอาจแบ่งได้เป็น ๓ ชนิด ตามความสามารถในการพิมพ์ ดังนี้

๑. วัสดุที่สามารถพิมพ์ได้ด้วยตัวเอง (natively printable materials) คือ วัสดุพิมพ์ที่สามารถอัดรีดได้ ขึ้นรูปได้ และคงรูปอยู่ได้ด้วยตัวเองหลังการพิมพ์ จึงไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการเตรียม (pretreatment) ก่อนการพิมพ์ ตัวอย่างของวัสดุชนิดนี้ ได้แก่ ช็อกโกแลต ชีส ครีม และเนย อย่างไรก็ตาม วัสดุที่สามารถพิมพ์ได้ด้วยตัวเองบางชนิด เช่น ครีมและเนย อาจต้องผ่านกระบวนการหลังการพิมพ์ เช่น กระบวนการแช่เยือกแข็ง (freezing) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างสามมิติที่พิมพ์ได้
๒. วัสดุที่ไม่สามารถพิมพ์ได้ด้วยตัวเอง (non-printable materials) คือ วัสดุที่ต้องผ่านขั้นตอนการเตรียม หรือการเติมวัตถุเจือปนอาหาร เพื่อเพิ่มความสามารถในการไหล ปรับค่าความหนืด หรือความคงตัวก่อนการพิมพ์ วัตถุเจือปนอาหารที่นิยมใช้คือไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) เช่น สตาร์ช เพกติน เจลลาติน แชนแทนกัม วุ้น และอัลจิเนต ตัวอย่างของวัสดุที่ไม่สามารถพิมพ์ได้ด้วยตัวเอง ได้แก่ เนื้อสัตว์ กล้วย ฝรั่ง และผลไม้
๓. วัสดุทางเลือก (alternative materials) คือ วัสดุที่ไม่ใช่วัตถุดิบหลักสำหรับปรุง (หรือผลิตเป็น) อาหาร แต่เป็นวัสดุที่มีสมบัติเชิงหน้าที่ที่น่าสนใจ เช่น โปรตีนและเส้นใยที่ได้จากแมลง สาหร่าย จุลินทรีย์ หรือเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปอาหาร วัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการพิมพ์สามมิติเพื่อผลิตอาหารที่มีรูปร่างและสีสันสวยงามน่ารับประทาน อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมหรือมีสมบัติเชิงหน้าที่ตามที่ต้องการ

บทสรุป

การพิมพ์อาหารสามมิติเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อผลิตอาหารที่มีรูปร่างและสีที่สวยงาม มีคุณค่าทางโภชนาการและสมบัติทางกายภาพหรือสมบัติเชิงหน้าที่ที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีความต้องการเฉพาะแต่ละบุคคล การเลือกใช้วัสดุทางเลือกสำหรับพิมพ์อาหารสามมิติ ตลอดจนการใช้วัสดุจากพืช (plant-based materials) สำหรับพิมพ์เนื้อสัตว์เทียม ยังอาจเป็นวิธีการซึ่งสามารถลดปัญหาวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร ลดปัญหาภาวะขาดสารอาหาร และลดปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นผลมาจากการลดจำนวนการเลี้ยงสัตว์เพื่อการบริโภค ทั้งนี้ การใช้เทคนิคการพิมพ์และวัสดุพิมพ์ที่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารสามมิติที่มีคุณลักษณะตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง

- Baiano, A. (2020) 3D Printed Foods: A Comprehensive Review on Technologies, Nutritional Value, Safety, Consumer Attitude, Regulatory Framework, and Economic and Sustainability Issues. *Food Rev. Int.* 1762091.
- Holland, S., Foster, T. and Tuck, C. (2019) Creation of Food Structures Through Binder Jetting. In *Fundamentals of 3D Food Printing and Applications*; Godoi, F. C., Bhandari, B. R., Prakash, S. and Zhang, M. (Eds.); Academic Press: London, pp. 257–288.
- Noort, M., van Bommel, K. and Renzetti, S. (2017) 3D-Printed Cereal Foods. *Cereal Foods World.* 62, 272–277.
- O'Neal, B. (2020) University of Queensland: 3D Food Printing & the Potential of Chocolate. <https://3dprint.com/264993/university-queensland-3d-food-printing-the-potential-applications-chocolate> (accessed July 31, 2021).
- Pallottino, F., Hakola, L., Costa, C., Antonucci, F., Figorilli, S., Seisto, A. and Menesatti, P. (2016) Printing on Food or Food Printing: A Review. *Food Bioprocess Technol.* 9, 725–733.
- Pitayachaval, P., Sanklong, N. and Thongrak, A. (2018) A Review of 3D Food Printing Technology, in: *Proceedings of MATEC Web of Conferences.* 213, 01012.

อาการมือสั่นในผู้สูงอายุ ความสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม

รุ่งโรจน์ พิทยศิริ^{๑,๒}

^๑ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์กินสัน และกลุ่มโรคความเคลื่อนไหวผิดปกติ คณะแพทยศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, rbh@chulapd.org

^๒ภาควิชาอายุรศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ภาควิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

บทนำ

อาการสั่นเป็นอาการของความเคลื่อนไหวผิดปกติที่พบบ่อยที่สุดในผู้สูงอายุ และไม่ได้มีสาเหตุหลักจากอายุที่เพิ่มมากขึ้น (ageing process) ผู้สูงอายุที่มีอาการสั่นมักสงสัยว่า อาการนี้เป็นอาการเริ่มแรกของโรคพาร์กินสันหรือไม่ ซึ่งความเข้าใจนี้มีความถูกต้องเป็นเพียงแค่บางส่วน เพราะอาการสั่นในผู้สูงอายุนั้นมีสาเหตุหลากหลาย และสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดนั้นไม่ใช่โรคพาร์กินสัน ในบทความนี้จะให้ความสำคัญของอาการสั่นใน ๓ ประเด็นที่สำคัญ คือ ๑. ถ้าอาการสั่นไม่ได้เป็นผลมาจากอายุที่เพิ่มมากขึ้นเป็นหลักนั้น อาการสั่นที่พบบ่อยในผู้สูงอายุนั้นเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง ๒. อาการสั่นในโรคพาร์กินสันนั้น มีลักษณะเฉพาะอย่างไรเพื่อการสังเกตได้ด้วยตนเอง และประเด็นสุดท้ายที่สำคัญมาก คือการที่ให้สังคมเข้าใจและมีความรู้เรื่องอาการสั่น สามารถประเมินตนเองได้เบื้องต้น ด้วยเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าในปัจจุบัน การวิเคราะห์และประเมินอาการสั่นสามารถทำได้ส่วนหนึ่งจากอุปกรณ์พกพา (wearables) และข้อมูลนั้นสามารถถูกนำไปวิเคราะห์ประเมินสาเหตุของอาการสั่นได้เบื้องต้นด้วยความแม่นยำที่ตีมากขึ้นเรื่อย ๆ

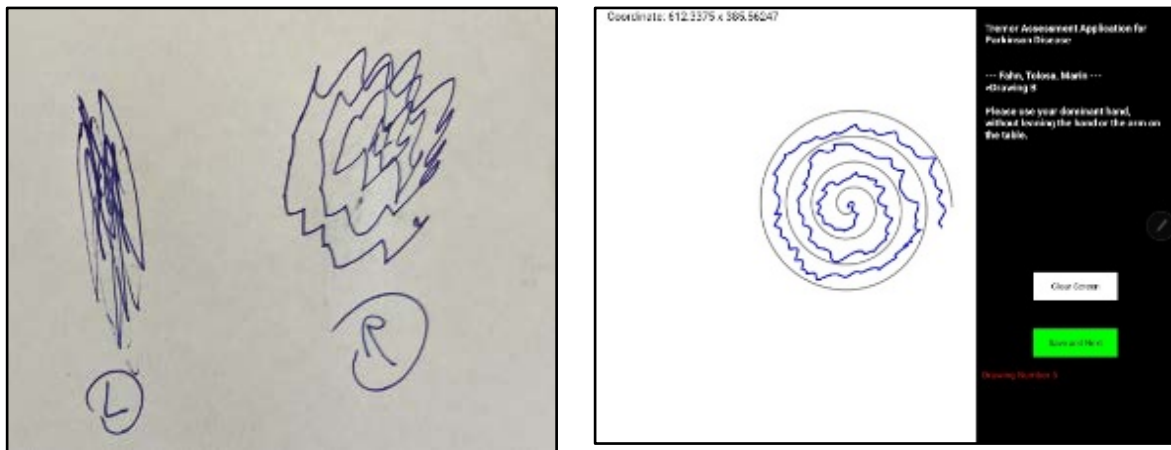
อาการสั่นในผู้สูงอายุเป็นอาการที่แสดงออกจากอายุที่เพิ่มมากขึ้น หรือเป็นความผิดปกติของร่างกาย

อาการสั่นลักษณะใดที่ผิดปกติ

ขอเริ่มด้วยการอ้างอิงข้อมูลการสำรวจประชากรที่มีอายุระหว่าง ๕๐ ถึง ๘๙ ปีในยุโรปซึ่งพบว่า มีอาการสั่นถึง ๑๕% ของประชากรในช่วงอายุนี้โดยทั่วไป และพบมากในผู้ชาย (๑๗.๘%) มากกว่าผู้หญิง (๑๑.๗%) (Wenning et al., 2005) เมื่อแยกย่อยในแต่ละช่วงอายุทุก ๆ ๑๐ ปีของประชากรกลุ่มนี้พบว่า มีอาการสั่นเพิ่มมากขึ้นในแต่ละช่วงอายุที่เพิ่มขึ้นจาก ๑๒.๒% ในช่วงอายุ ๕๐ ถึง ๕๙ ปี มาเป็นมากกว่า ๑ ใน ๓ (๓๗.๒%) ในประชากรสูงอายุในช่วงอายุระหว่าง ๘๐ ถึง ๘๙ ปี ตัวเลขที่แสดงให้เห็นนี้เป็นหลักฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งว่าอายุที่เพิ่มมากขึ้นเป็นปัจจัยเสี่ยงของอาการสั่นในผู้สูงอายุ ซึ่งมองคร่าว ๆ อาจสรุปได้ว่าอาการสั่นก็เป็นภาวะปกติที่แสดงออกในผู้สูงอายุที่มีอายุเพิ่มมากขึ้น แต่ร่างกายเรามีความซับซ้อนมากกว่านั้นไม่ใช่ อาการใดอาการหนึ่งจะเกิดขึ้นจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในผู้สูงอายุที่มีปัจจัยร่วมค่อนข้างหลากหลาย ดังเช่น โรคของหลอดเลือด การรับประทานยาจำนวนมากหลายชนิด ซึ่งปัจจัยร่วมต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่ออาการสั่นในผู้สูงอายุเช่นเดียวกัน อายุที่เพิ่มมากขึ้นก็เป็นปัจจัยเสี่ยงในตัวเองของการเกิดโรค

ความเสื่อมทางระบบประสาทหลาย ๆ โรค ดังเช่น โรคพาร์กินสัน โรคอัลไซเมอร์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าผู้สูงอายุที่มีอาการสั่น การประเินถึงสาเหตุควรมองรอบข้าง มองหาหลาย ๆ ปัจจัยที่อาจมีผลทำให้เกิดอาการสั่น ในผู้สูงอายุแต่ละคนอาจมีมากกว่าหนึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการสั่น

หลาย ๆ ท่านอาจจะได้สังเกตตนเองมาก่อนว่าในบางครั้งเวลาเราเองตื่นตื่น เครียด อดนอน หรือดื่มกาแฟ ก็มีอาการสั่นได้ด้วยเช่นเดียวกัน อาการสั่นแบบนี้ที่เป็นบางครั้งบางคราว และมีปัจจัยกระตุ้น และเกิดขึ้นตั้งแต่ในวัยทำงาน ไม่ได้จัดว่าเป็นภาวะที่ผิดปกติ ในทางกลับกันอาการสั่นที่ไม่ได้มีมาก่อนแต่เริ่มขึ้นในช่วงสูงอายุ ร่วมกับอาการสั่นที่ต่อเนื่อง และถ้าเพิ่มขึ้นตามเวลา ควรได้รับการประเมินหาสาเหตุ ซึ่งสาเหตุของโรคสั่นในผู้สูงอายุที่พบบ่อย ได้แก่ โรคสั่นแบบที่ไม่ทราบสาเหตุ (essential tremor, ET) ซึ่งชื่อโรคอ่านแล้วดูยุ่งยากกับสิ่งที่พยายามจะสื่อว่า สาเหตุของโรคสั่นในผู้สูงอายุโรคหนึ่ง คือ โรคสั่นแบบไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งในทางการแพทย์สมัยก่อน เมื่อไม่ทราบสาเหตุเราจะใช้คำว่า ‘Essential’ นำหน้าชื่ออาการนั้น ๆ สาเหตุที่สำคัญอื่น ๆ ของอาการสั่นในผู้สูงอายุคือ อาการสั่นที่เกิดจากการใช้ยาบางชนิดอย่างต่อเนื่อง และโรคพาร์กินสัน สังเกตหรือไม่ว่าโรคพาร์กินสันไม่ใช่เป็นสาเหตุที่กล่าวถึงก่อน เพราะไม่ใช่สาเหตุของอาการสั่นในผู้สูงอายุที่พบบ่อยที่สุด นอกจากนี้อาการสั่นในผู้สูงอายุก็เป็นตัวชี้ที่บ่งบอกถึงความเสื่อม และปัจจัยเสี่ยงของร่างกายต่อโรคอื่น ๆ ดังเช่นโรคของหลอดเลือด และปัญหาการเดิน การทรงตัว เป็นต้น นอกจากนี้การประเมินอาการสั่นก็สามารถทำเบื้องต้นได้ด้วยตนเองด้วยการวาดรูปวงก้นหอยโดยที่ไม่วางมือบนกระดาษ และวาดจากข้างในออกมาข้างนอก (Archimedes spiral, ภาพที่ ๑) ซึ่งเป็นการประเมินอาการตนเองที่ทำได้ง่าย



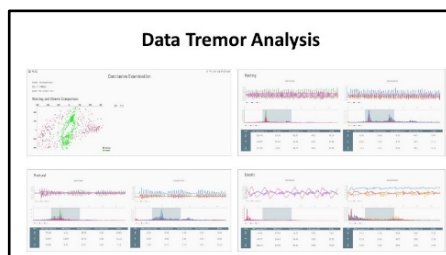
ภาพที่ ๑ (ซ้าย) ลักษณะอาการสั่นในผู้ป่วยโรคสั่นชนิดไม่ทราบสาเหตุจากการตรวจวาดรูปวงก้นหอย แสดงให้เห็นถึงอาการสั่นที่เกิดกับมือทั้งสองข้าง โดยที่มือซ้ายมีอาการรุนแรงมากกว่ามือขวา (ขวา) : การตรวจวาดรูปวงก้นหอยที่ได้ถูกพัฒนาในรูปแบบดิจิทัลเพื่อการประเมินที่แม่นยำขึ้น พัฒนาโดยศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์กินสันฯ

อาการสั่นในโรคพาร์กินสันมีลักษณะอย่างไร สามารถสังเกตได้ด้วยตนเองหรือไม่

ถึงแม้ว่าโรคพาร์กินสัน จะไม่ใช่สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของอาการสั่นในผู้สูงอายุ แต่เป็นโรคที่ไม่ควรมองข้าม เนื่องจากโรคพาร์กินสันเป็นโรคความเสื่อมทางระบบประสาทที่มีอาการมากกว่าอาการสั่นแต่เพียงอย่างเดียว อาการเคลื่อนไหวช้า (bradykinesia) ถูกจัดว่าเป็นอาการที่สำคัญที่สุดของโรคพาร์กินสัน และต้องมีในผู้ป่วยทุกราย ในขณะที่อาการสั่นพบบ่อยมากถึง ๖๐% ของผู้ป่วยพาร์กินสัน และในช่วงระยะต้นการสังเกตอาการสั่นอาจทำได้ยากเนื่องจากอาจเกิดขึ้นเพียงแคว้งบางเวลา ดังที่ปรากฏในหนังสือ Lucky Man ที่เขียนโดยดาราฮอลลีวูด Michael J. Fox (2003) ที่ป่วยเป็นโรคพาร์กินสันตั้งแต่อายุ ๒๙ ปี ซึ่งอาการเริ่มแรกคือ อาการสั่นที่นิ้วก้อยด้านซ้ายเฉพาะในช่วงเข้านอนทำให้แพทย์ตรวจไม่พบอาการสั่นในครั้งแรก ซึ่งอาจส่งผลให้การวินิจฉัยมีความล่าช้าได้ แต่อาการสั่นในช่วงแรกก็มีลักษณะเฉพาะที่สามารถสังเกตได้ด้วยตนเอง ซึ่งมักจะเริ่มที่นิ้วมือข้างหนึ่งในช่วงเวลาที่ผู้ป่วยเผลอและมีมืออยู่ในขณะพัก หรือในขณะที่เดินร่วมกับการแกว่งแขนที่น้อยลง

เทคโนโลยีในการประเมินอาการสั่นในปัจจุบัน

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน โดยเฉพาะอุปกรณ์แบบพกพาทำให้การตรวจวัดหรือการประเมินอาการสั่นสามารถทำได้มากขึ้น ง่ายขึ้น และนอกสถานที่ โดยไม่จำเป็นต้องมาอยู่ที่โรงพยาบาลเสมอไป ในปัจจุบันผู้ป่วยหรือญาติก็มักจะถ่ายวิดีโออาการสั่นที่สงสัยด้วยโทรศัพท์มือถือมาเป็นข้อมูลให้กับแพทย์ขณะตรวจ ซึ่งก็มีประโยชน์เป็นอย่างมากเนื่องจากอาการที่สงสัยอาจไม่ตรวจพบในขณะที่ผู้ป่วยอยู่ต่อหน้าแพทย์ในคลินิก นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีมาประเมินอาการสั่นยังช่วยให้ได้ข้อมูลในรูปแบบของตัวเลขที่สามารถนำมาวิเคราะห์หาดัชนี (index) เพื่อนำมาใช้ในการวินิจฉัยแยกโรค หรือติดตามการรักษา (ภาพที่ ๒) (Bhidayasiri et al., 2014) เซนเซอร์ที่เล็กลงก็สามารถนำมาใส่ในอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ช่วยในการรักษา ลดอาการสั่น ดังเช่นในช้อนตักอาหารที่มีเซนเซอร์ฝังอยู่ภายในช้อนเพื่อวัดอาการสั่น (ภาพที่ ๒) เชื่อมต่อกับมอเตอร์เพื่อให้ช้อนเคลื่อนไหวในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้มือสั่นลดลงขณะถือช้อนนั้น ๆ (Ryden et al., 2020) หรือในรูปแบบของถุงมือสวมใส่ที่มีเซนเซอร์วัดอาการสั่นซึ่งจะส่งข้อมูลไปยังแผ่นกระดาษที่พิมพ์ลายนิ้วมือทำให้ลายนิ้วมือที่พิมพ์ในถุงมือทำให้ลายนิ้วมือที่สั่นนั้นลดลง (Jitkritsadakul et al., 2017) (ภาพที่ ๒)



ภาพที่ ๒ อุปกรณ์วัดการเคลื่อนไหวรวมถึงอาการสั่น แบบพกพา (ซ้าย) ตัวอย่างดัชนีของอาการสั่นที่ใช้ในการวินิจฉัยแยกโรค (กลาง) และถุงมือลดสั่น พัฒนาโดยศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์โรคพาร์กินสันฯ (ขวา)

บทสรุป

อาการสั่นเป็นอาการที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ ความสำคัญของอาการสั่นไม่ได้มีเพียงแค่มือที่สั่น อาการสั่นยังมีความสำคัญในแง่ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงสาเหตุของโรคในผู้สูงอายุ และปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในผู้สูงอายุ การประเมินอาการสั่นแบบองค์รวมโดยที่มองถึงสาเหตุ และปัจจัยรอบข้างมีความสำคัญต่อการดูแลรักษาผู้สูงอายุในระยะยาว นอกจากนี้การสังเกตอาการสั่นที่ส่วนหนึ่งสามารถทำได้ด้วยตนเองจะช่วยให้แพทย์สามารถหาสาเหตุและรักษาผู้ป่วยได้เร็ว ด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันและไม่ไกลเกินเอื้อม ทำให้มีการพัฒนาชุดตรวจและอุปกรณ์ลดอาการสั่น ที่สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวันที่ส่งผลให้การวินิจฉัยแม่นยำ และเพิ่มทางเลือกในการรักษาที่ส่งผลคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้นได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Bhidayasiri, R., Petchrutchatachart, S., Pongthornseri, R., Anan, C., Dumnin, S. and Thanawattano, C. (2014) Low-cost, 3-dimension, Office-based Inertial Sensors for Automated Tremor Assessment: Technical Development and Experimental Verification. *J. Parkinsons Dis.* 4(2), 273-282.
- Fox, M. J. (2003) *Lucky Man: A Memoir*. Hachette Books, New York, USA.
- Jitkritsadakul, O., Thanawattano, C., Anan, C. and Bhidayasiri, R. (2017) Tremor's Glove-an Innovative Electrical Muscle Stimulation Therapy for Intractable Tremor in Parkinson's Disease: A Randomized Sham-Controlled Trial. *J. Neurol. Sci.* 381, 331-340.
- Ryden, L.E., Matar, E., Szeto, J.Y.Y., Hammond, D.A., Clouston, P. and Lewis, S.J.G. (2020) Shaken not Stirred: A Pilot Study Testing a Gyroscopic Spoon Stabilization Device in Parkinson's Disease and Tremor. *Ann. Indian Acad. Neurol.* 23(3), 409-411.
- Wenning, G.K., Kiechl, S., Seppi, K., Muller, J., Hogl, B., Saletu, M., Rungger, G., Gasperi, A., Willeit, J. and Poewe, W. (2005) Prevalence of Movement Disorders in Men and Women Aged 50-89 Years (Bruneck Study Cohort): A Population-based Study. *Lancet Neurol.* 4(12), 815-820.

พรรณพฤกษชาติของประเทศไทยออนไลน์

ก่องกานดา ชยามฤต^{๑,๒}

^๑ หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, kchayamarit@gmail.com

^๒ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สำนักวิทยาศาสตร์

บทนำ

การจัดทำพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยออนไลน์ เวอร์ชันอิเล็กทรอนิกส์ (e-Flora of Thailand) นี้ สืบเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นประเทศภาคีสมาชิกของอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity) ซึ่งต้องปฏิบัติตามโปรแกรมงานของอนุสัญญาฯ อย่างเคร่งครัด โปรแกรมงานที่สำคัญคือ โปรแกรมงานการริเริ่มทั่วโลกด้านการอนุรักษ์พรรณพืช (Global Strategies on Plant Conservation) เป็นความสำคัญอันดับแรก ในการมีข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งในระดับประเทศ ภูมิภาค และระดับโลก เป็นข้อมูลพรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์ (World Flora Online) สามารถเข้าถึงได้ในระบบอินเทอร์เน็ต เพราะข้อมูลเกี่ยวกับพรรณพืชนี้จะเกี่ยวข้องกับโปรแกรมงานต่าง ๆ ของอนุสัญญาฯ แทบทั้งสิ้น ทั้งนี้เมื่อมีการเชื่อมโยงข้อมูลพรรณพืช จะเกิดความร่วมมือกันในการศึกษาวิจัยเพื่อนำความหลากหลายของพรรณพืชที่มีอยู่บนโลกนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งพืชบางชนิดอาจเกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล จึงต้องมีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมีคุณค่า และการอนุรักษ์คุ้มครองทรัพยากรพืชเหล่านั้นให้คงอยู่ตลอดไป ทั้งนี้รวมถึงการเพิ่มศักยภาพและมูลค่าในการสร้างผลผลิตที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีขั้นสูง ที่ต้องร่วมมือกันระหว่างประเทศ โดยมีการเจรจาต่อรองการแบ่งปันผลประโยชน์กันโดยเท่าเทียม ดังนั้น ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเรื่องต้นทุนทรัพยากรความหลากหลายของพรรณพืชของแต่ละประเทศจึงเป็นความจำเป็นอันเร่งด่วน

อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity: CBD)

อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ เริ่มขึ้นเมื่อ พ.ศ. ๒๕๓๕ (ค.ศ. ๑๙๙๒) เพื่อให้มีข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ ให้รัฐบาลทุกประเทศรักษาวินัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายถึงแม้แต่ละประเทศมีความต้องการอย่างมากที่จะพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ แต่ก็ต้องไม่ละเลยการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อนุสัญญาฯ นี้ มีวัตถุประสงค์หลัก ๓ ประการ คือ (๑) เพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (๒) เพื่อใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน และ (๓) เพื่อแบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมอย่างยุติธรรมและเท่าเทียม ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นประเทศภาคีสมาชิก ลำดับที่ ๑๘๘ เมื่อวันที่ ๒๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๔๗ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ๒๕๖๐) โดยปัจจุบันมีประเทศสมาชิก ๑๙๖ ประเทศทั่วโลก (United Nations, ๒๕๖๐)

กลยุทธ์ทั่วโลกว่าด้วยการอนุรักษ์พืช (Global Strategy of Plant Conservation: GSPC)

กลยุทธ์ทั่วโลกว่าด้วยการอนุรักษ์พืช เป็นโปรแกรมงานหนึ่งของอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ มียุทธศาสตร์มุ่งเน้นการอนุรักษ์พรรณพืชเป็นหลัก คำนึงถึงการใช้ประโยชน์พืชอย่างยั่งยืน และการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างยุติธรรมและเท่าเทียม วัตถุประสงค์ของกลยุทธ์นี้คือ ๑) ทำความเข้าใจและจัดทำเอกสารเกี่ยวกับความหลากหลายของพรรณพืช ๒) อนุรักษ์ความหลากหลายของพรรณพืช ๓) ใช้ประโยชน์ความหลากหลายของพรรณพืชอย่างยั่งยืน ๔) ส่งเสริมการเรียนรู้และความตระหนักเกี่ยวกับความหลากหลายของพรรณพืช ๕) เสริมสร้างสมรรถนะในการอนุรักษ์ความหลากหลายของพรรณพืช ประเทศไทยเริ่มดำเนินการตามโปรแกรมนี้มาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๔๗ (ค.ศ. ๒๐๐๔)

พรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์ (World Flora Online)

เนื่องจากในโลกนี้มีพืชมีท่อลำเลียง (vascular plant) อยู่ประมาณ ๔๐๐,๐๐ ชนิด พืชเหล่านี้มีทั้งที่ค้นพบแล้ว และที่ยังค้นไม่พบอีกประมาณร้อยละ ๑๐ ของพืชทั้งหมดนี้ พืชเหล่านี้อาจมีประโยชน์ต่อสุขภาพ สังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจของโลกอย่างมากมาย การสำรวจตรวจสอบจำนวนชนิดพืชทั้งหมดในโลกให้ครบถ้วนอย่างเร่งด่วนจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อการอนุรักษ์พรรณพืชที่กำลังถูกคุกคาม และนำศักยภาพของพืชที่มีเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ ก่อนที่พืชเหล่านั้นจะสูญพันธุ์ไป ภาพที่ ๑ แสดงเว็บไซต์พรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์ <http://www.worldfloraonline.org/>



ภาพที่ ๑ เว็บไซต์พรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์ (<http://www.worldfloraonline.org/>)

ในพ.ศ. ๒๕๕๔ มีการประชุมหารือกันระหว่างตัวแทนสวนพฤกษศาสตร์มิสซูรี สวนพฤกษศาสตร์นิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา และสวนพฤกษศาสตร์เอดินบะระ สวนพฤกษศาสตร์คิว ประเทศสหราชอาณาจักร เพื่อริเริ่มการดำเนินการเพื่อตอบสนองและบรรลุเป้าหมายกลยุทธ์ทั่วโลกว่าด้วยการอนุรักษ์พืช การประชุมได้มีข้อตกลงร่วมกัน โดยมีเป้าหมายให้พืชที่รู้จักทั้งหมดในโลกอยู่ในระบบออนไลน์ ทำให้มีโครงการพรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์ (World Flora Online) เกิดขึ้น เพื่อการอนุรักษ์พืช หยุดยั้งการสูญเสียมความหลากหลายของพืชทั้งในปัจจุบันและอย่างต่อเนือง โดยการจัดทำระบบฐานข้อมูลของพรรณพืชทั้งหมดที่พบในโลกนี้ ให้เข้าถึงได้แบบเปิด สามารถเผยแพร่ข้อมูลได้ทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งคำนึงถึงความเป็นปัจจุบันของข้อมูล ความสามารถปรับปรุงให้ทันสมัย จะเป็นบทสรุปเกี่ยวกับพรรณพืชในโลก อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีการสำรวจรวบรวมข้อมูลของพืชที่ยังไม่รู้จักในแต่ละภูมิภาคอยู่อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีสถาบันและองค์กร

๔๓ แห่งได้ลงนามในบันทึกความเข้าใจนี้รวมทั้งประเทศไทย และยังมีความต้องการให้สถาบันและองค์กรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั่วโลกเข้าร่วมในพรรณพฤกษชาติของโลกออนไลน์นี้ ซึ่งนับได้ว่าโครงการนี้เป็นก้าวสำคัญในการพัฒนาและบริการข้อมูลเกี่ยวกับพรรณพืชระดับโลก

โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand)

หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เป็นหน่วยงานหลักในการวิจัยด้านอนุกรมวิธานพืชภายใต้โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand) รับผิดชอบการดำเนินงานตามโปรแกรมงานของอนุสัญญาทางด้านนี้ โดยการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืชของจำนวนชนิดพรรณพืชที่พบในประเทศ เพื่อให้มีข้อมูลจำนวนชนิดพรรณพืชของในประเทศไทยที่สมบูรณ์ โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๐๖ ในระยะเริ่มต้นตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๐๖-๒๕๓๕ นั้น การศึกษาเป็นไปได้เพียงไม่ถึงร้อยละ ๕๐ ของพรรณพืชทั้งหมดที่มีประมาณ ๑๑,๐๐๐ ชนิด เนื่องจากการขาดแคลนนักอนุกรมวิธานพืชในอดีตที่ผ่านมา และแหล่งทุนสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยก็น้อย เพราะการวิจัยด้านนี้บางครั้งจำเป็นต้องเดินทางไปศึกษาเปรียบเทียบตัวอย่างต้นแบบ (type specimen) ที่เก็บสะสมไว้ในหอพรรณไม้ในต่างประเทศ โดยเฉพาะหอพรรณไม้ในประเทศของทวีปยุโรป ดังนั้นพรรณไม้บางวงศ์เมื่อติดขัดต้องเทียบตัวอย่างต้นแบบแต่ไม่มีทุนสนับสนุนในการเดินทางไปตรวจเทียบตัวอย่างต้นแบบในต่างประเทศ พรรณไม้วงศ์นั้น ๆ ก็ไม่สามารถหาซื้อสรุปได้ ผลสำเร็จของโครงการเท่าที่ผ่านมาในช่วง ๓๐ ปีแรกของโครงการ ส่วนมากแล้วได้รับความร่วมมือช่วยเหลือในการวิจัยจากนักอนุกรมวิธานพืชอาวุโสของต่างประเทศ แต่การศึกษาในระยะ ๒๐ ปีหลังมานี้ เมื่อทั่วโลกตื่นตัวกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและเริ่มมีอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพขึ้น ทำให้ประเทศไทยเริ่มมีนักวิจัยด้านอนุกรมวิธานพืชเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนวิชาพฤกษศาสตร์ การดำเนินการของโครงการ ฯ จึงรัดหน้าไปมาก จนมองเห็นเป้าหมายเวลาที่จะแล้วเสร็จได้

ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่สำคัญของ World Flora Online หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ในฐานะที่เป็นหน่วยงานหลักในการรับผิดชอบการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืชของพรรณพืชที่พบในประเทศไทยมาตั้งแต่พ.ศ. ๒๕๐๖ ได้มีการตีพิมพ์หนังสือ Flora of Thailand เป็นเล่มแรก ใน พ.ศ. ๒๕๑๓ (ค.ศ. ๑๙๗๐) จนถึงปัจจุบันมีทั้งหมด ๑๔ เล่ม แต่ละเล่มมี ๔ ตอน เล่มล่าสุดคือ เล่มที่ ๑๕ ตอนที่ ๑ (ค.ศ. ๒๐๒๑) การจัดทำพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยเวอร์ชันอิเล็กทรอนิกส์ (e-flora of Thailand) ได้เริ่มดำเนินการขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๑๘ โดยได้จัดทำฐานข้อมูลของหนังสือ Flora of Thailand ตั้งแต่เล่มที่ ๒ ถึงเล่มที่ ๑๐ เพื่อเตรียมเชื่อมโยงข้อมูลกับ World Flora Online ซึ่งข้อมูลในระยะแรกนี้ได้แล้วเสร็จและเปิดให้เข้าใช้ออนไลน์ได้ในเว็บไซต์ของหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (<http://www.dnp.go.th/botany>) และกำลังดำเนินการจัดทำข้อมูลของเล่มที่ ๑๑ ถึงเล่มที่ ๑๔ ต่อไป ในอนาคตจะมีข้อมูลเพิ่มเติมโดยเชื่อมโยงภาพตัวอย่างพรรณไม้แห่งที่จัดเก็บไว้ในหอพรรณไม้ และจัดทำแผนที่การกระจายพันธุ์ในประเทศไทยของพรรณไม้แต่ละชนิด เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับประโยชน์ด้านข้อมูลของพรรณพืชแต่ละชนิดได้อย่างสมบูรณ์

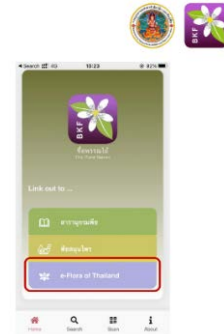
วิธีการใช้ข้อมูลพืชออนไลน์ในเว็บไซต์ของหอพรรณไม้

ภาพต่อไปนี้แสดงวิธีการใช้ข้อมูลพืชออนไลน์ในเว็บไซต์ของหอพรรณไม้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบพรรณพืช



การเข้าถึงเว็บไซต์ e-Flora of Thailand

- การค้นหาจาก Google: "e-Flora of Thailand"
- การคลิกลิงก์ในแอปพลิเคชัน "Thai Plant Names" บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งในระบบ Android และ iOS (ค้นหาได้ใน Play Store และ App Store)



ถ้ารู้คำหลัก ค้นได้เลย เช่น Volume ใดที่ต้องการเปิด หรือ ชื่อ Genus, species

ตัวอย่างการค้นหาข้อมูล: วงศ์กุ้ม (Capparaceae)



ตัวอย่าง เช่น จะค้นโดยชื่อ Family เมื่อใส่ชื่อ Family คลิกเข้าไป จะพบคำอธิบายของ Family พร้อมด้วย Key ของ genus ต่างๆ ที่อยู่ใน Family นั้น ซึ่งสามารถใช้ Key ไปสู่ genus ได้ เมื่อต้องการดู genus ใดให้คลิกที่ genus นั้น

ตัวอย่างการค้นหาข้อมูล: หน้าแสดงระดับสกุล (Genus)



ข้อมูลในระดับ Genus มีคำอธิบายของ Genus นั้น และมี Key ของ species ที่อยู่ใน Genus นั้น เมื่อต้องการดู species ใด เมื่อต้องการดู species ใดให้คลิกที่ species นั้น

ตัวอย่างการค้นข้อมูล:
หน้าแสดงระดับชนิด (species)



ข้อมูลในระดับชนิด ซึ่งต้อง
การกระจายพันธุ์

ภาพวาดลายเส้น ภาพถ่าย
ขนาด - จะเชื่อมโยงภาพตัวอย่างพรรณไม้ใน BKF
และเพิ่มแผนที่การกระจายพันธุ์ในประเทศไทย

ข้อมูลในระดับ species จะพบคำอธิบายรูปพรรณ
สัณฐานของพืชชนิดนั้นๆ พร้อมทั้งการกระจายพันธุ์
ชื่อท้องถิ่น ประโยชน์ (ถ้ามี)

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. ๒๕๔๔. อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ. กรุงเทพฯ,
๓๔ หน้า.

<http://www.biodiv.org>

<https://www.cbd.int/gspc>

<http://www.worldfloraonline.org>



ราชบัณฑิตยสภา

จูลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science

The Royal Society of Thailand

จูลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดทำโดยสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เพื่อเป็นสื่อกลางในการให้ข้อมูลและความรู้กับผู้อ่านที่เป็นประชาชนทั่วไปที่สนใจการพัฒนาทาง วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี แพทยศาสตร์ และทันตกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และเกษตรศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานองค์ความรู้และการพัฒนาการด้านการผลิตที่เปลี่ยนแปลงโลก ทั้งนี้ เน้นการนำเสนอเนื้อหาแบบไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และทันเหตุการณ์ ในรูปแบบบทความปริทัศน์ฉบับ ย่อ จูลสารฯ ไม่ตีพิมพ์บทความวิจัย และไม่รับบทความจากบุคคลภายนอกราชบัณฑิตยสภา

จูลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิทัล และปรากฏบนเว็บไซต์ <https://science.royalsociety.go.th> จูลสารฯ มีกำหนดออกปีละ ๔ ฉบับ ในเดือนมีนาคม มิถุนายน กันยายน และธันวาคม ผู้อ่านสามารถอ่านจูลสารฯ ได้โดยไม่ต้องสมัครเป็นสมาชิก แต่ขอให้ผู้อ่านลง ทะเบียนโดยไม่มีค่าใช้จ่ายผ่าน QR code ของจูลสารฯ ผู้อ่านสามารถนำเนื้อหาในบทความที่ตีพิมพ์ ในจูลสารฯ ไปอ้างอิงได้ตามหลักสากลนิยมทางวิชาการ

ราชบัณฑิตยสภา The Royal Society of Thailand

สนามเสือป่า เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ๑๐๓๐๐
โทร. ๐ ๒๓๕๖ ๐๔๖๖-๗๐

<https://science.royalsociety.go.th>

