



ราชบัณฑิตยสภา

# จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science  
The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒  
(เมษายน-มิถุนายน ๒๕๖๕)

## สารบัญ

|  |    |
|--|----|
| บรรณาธิการแถลง<br>สาวิตรี ลิ้มทอง และ ชิดชนก เหลือสินทรัพย์                                  | ก  |
| การป้องกันภาวะสมองเสื่อม<br>ก้องเกียรติ ภูมิทัศน์ทรากกร                                      | ๑  |
| ล้มปีสกิน : โรคร้ายจากแมลง-แมงในฟาร์มปศุสัตว์ไทย<br>ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ                    | ๕  |
| สร้างบ้านโดยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ<br>วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย                                 | ๙  |
| การผลิตไฮโดรเจนและการผลิตมีเทนจากวัสดุลิกโนเซลลูโลส<br>ประวรินทร์ สุขพูล และ อลิศรา เรืองแสง | ๑๓ |
| ดนตรีกับสรีรวิทยาของระบบประสาท<br>นรัตถพล เจริญพันธุ์  | ๑๖ |
| สัตว์มีพิษพวกตะขาบที่พบในประเทศไทย<br>วรุฒ ศิริวุฒิ และ สมศักดิ์ ปัญหา                       | ๒๐ |
| กิจกรรมและผลงานของสำนักวิทยาศาสตร์   | ๒๔ |



ราชบัณฑิตยสภา

ที่ปรึกษา

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

บรรณาธิการประจำฉบับ

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ้มทอง       | ราชบัณฑิต |
| ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ | ราชบัณฑิต |

กองบรรณาธิการ

|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ดันตระวัตน์             | ราชบัณฑิต            | ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์   |
| ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ                 | ราชบัณฑิต            | ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์   |
| ดร.ครรชิต มาลัยวงศ์                            | ราชบัณฑิต            | ประเภทวิชาเทคโนโลยี  |
| ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุธา 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.วิยุกต์ กังวานสุภมงคล                       | 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 ปัญญา                  | ภาคีสมาชิก           | ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ                                      |
| ดร.ก้องกานดา ชยามฤต                            | ภาคีสมาชิก           | ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ                                      |
| ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว                 | ภาคีสมาชิก           | ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ |
| 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                                |

## บรรณาธิการประจำฉบับแถลง

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์จัดทำขึ้นตามคำริของประธานสำนักวิทยาศาสตร์ ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร ราชบัณฑิต และความเห็นชอบจากที่ประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา เพื่อเผยแพร่ความรู้ที่ราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกของสำนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาขึ้น ให้เป็นประโยชน์แก่ประเทศและประชาชนในวงกว้าง

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นจุลสารฉบับที่ ๒ หลังจากที่มีฉบับปฐมฤกษ์ (ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๑) ได้เปิดตัวเรียบร้อยแล้ว ในฉบับประกอบด้วยบทความสั้น ๆ จำนวน ๖ เรื่อง ที่เขียนโดยราชบัณฑิตและภาคีสมาชิกในทั้ง ๖ ประเภทวิชา ของสำนักวิทยาศาสตร์ คือ ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประเภทวิชาเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทย์ ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ และประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ดังนั้นบทความในฉบับนี้จะให้ความรู้แก่ผู้อ่านในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทั้ง ๖ ประเภทวิชาดังกล่าว มีเนื้อหาทางวิชาการที่ทันสมัยซึ่งเขียนในรูปแบบและภาษาที่อ่านเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป

สำนักวิทยาศาสตร์หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจไม่มากนักน้อย อย่างไรก็ตามหากท่านใดประสงค์จะสอบถามรายละเอียดในบทความแต่ละเรื่องเพิ่มเติม สามารถติดต่อผู้เขียนบทความได้โดยตรง นอกจากนี้หากท่านมีข้อเสนอแนะและข้อติชมประการใด โปรดแจ้งสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา เพื่อปรับปรุงในโอกาสต่อไป

ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี ลิ้มทอง และ  
ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์  
บรรณาธิการประจำฉบับ

# การป้องกันภาวะสมองเสื่อม

## ก้องเกียรติ ภูณท์กันทรารกร

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาควิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, kongkiat@tu.ac.th

### บทนำ

โครงสร้างของประชากรไทยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มตัว ทำให้ประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อโรคสมองเสื่อมสูงขึ้นเช่นกัน โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) เป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดของภาวะสมองเสื่อม ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อมมหาศาล (GBD 2016 Dementia Collaborators, 2019)

ในอดีตเชื่อว่าภาวะสมองเสื่อมเป็นภาวะที่ป้องกันไม่ได้ หรือรักษาไม่ได้ แต่ในปัจจุบันมีข้อมูลมากขึ้นเรื่อย ๆ ในด้านปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ภาวะนี้มักเริ่มจากความจำบกพร่อง โดยผู้ป่วยยังคงช่วยเหลือตนเองได้ และโรคจะดำเนินต่อไป ทำให้มีระดับการรู้คิดลดลง มีปัญหาทางจิตเวชและพฤติกรรม ทำให้ความสามารถในการดำรงชีวิตประจำวันลดลงจนต้องพึ่งพาผู้ดูแลมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเสียชีวิตในที่สุด การป้องกันโรคและการชะลอโรคจึงมีความสำคัญมากในระดับบุคคลจนกระทั่งระดับโลก เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว (Livingston et al., 2017)

### ปัจจัยเสี่ยงที่ปรับได้

การป้องกันภาวะสมองเสื่อมจะต้องทำตั้งแต่อายุยังน้อย และต้องทำต่อเนื่องจนถึงวัยผู้ใหญ่ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับ การป้องกันโรคทางกายโดยเฉพาะด้านหัวใจและหลอดเลือด โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### ๑. ระดับการศึกษาหรือสติปัญญา

ผู้ที่ได้รับการศึกษาสูงหรือมีสติปัญญาดีถือว่ามีทุนสมอง (cognitive reserve) ที่มากกว่าบุคคลทั่วไป อาการของสมองเสื่อมจึงเกิดขึ้นได้ช้ากว่า ปัจจัยนี้จะทำให้สมองมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากเหตุต่าง ๆ ของสมองเสื่อม

การส่งเสริมการศึกษาและทักษะต่าง ๆ ตั้งแต่อายุยังน้อยจึงมีความสำคัญในระดับประชากร ทำให้ประชากรมีสติปัญญาที่ดีขึ้น มีการทำงานของสมองอย่างเต็มศักยภาพ นโยบายของรัฐในด้านนี้จึงมีความสำคัญมากในการเสริมสร้างสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม การศึกษาและการดูแลทรัพยากรมนุษย์ เพื่อป้องกันสมองเสื่อมในวัยสูงอายุ

#### ๒. การไต่ยีนที่ลดลงหรือหยุดนิ่ง

ปัจจัยเสี่ยงนี้พบได้บ่อยในประชากรทั่วไป โดยเฉพาะตั้งแต่วัยกลางคนขึ้นไป แต่มักไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร คาดว่าการไต่ยีนที่ลดลงจะส่งผลกระทบต่อเครือข่ายการทำงานของสมอง หรือนำไปสู่การสื่อสารที่ลดลง ทั้งแบบซึ่งหน้าและทางโทรศัพท์ จึงทำให้มีกิจกรรมทางสังคมลดลง รู้สึกเดียวดาย แยกตัว นำไปสู่ภาวะซึมเศร้าและสมองเสื่อมในที่สุด

#### ๓. การออกกำลังกายและกิจกรรมทางกาย

เป็นที่ทราบกันดีว่า การออกกำลังกายไม่ว่าจะอยู่ในวัยใด จะทำให้สุขภาพโดยรวมดีขึ้น ในผู้สูงอายุเองมีข้อมูลทางวิทยาการระบาดจำนวนมากที่แสดงว่า การออกกำลังกายในผู้สูงอายุที่ไม่ได้เป็น

โรคสมองเสื่อมสามารถป้องกันสมองเสื่อมได้ หากยิ่งออกกำลังกายมากก็จะยิ่งมีผลดีมาก นอกจากนี้ การออกกำลังกายยังทำให้การทรงตัวดีขึ้น อารมณ์ดีขึ้น ร่างกายแข็งแรง และลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้

ในปัจจุบันมีคำแนะนำให้ใช้การออกกำลังกายควบคู่ไปกับการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ด้วย ซึ่งน่าจะช่วยให้สมองเสื่อมช้าลง คำแนะนำโดยทั่วไปจะให้ออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่เทียบเคียงได้กับการเดินเร็ว ๔๐ นาทีต่อครั้ง สัปดาห์ละ ๓ ครั้ง ควรพักผ่อนให้เพียงพอ โดยนอนหลับราว ๗-๘ ชั่วโมง/วัน และมีกิจกรรมฝึกสมองเพื่อสร้างเสริมการเรียนรู้ใหม่ ๆ ราว ๓๐ นาที/วัน สัปดาห์ละ ๔-๕ ครั้ง (Barnard et al., 2014)

#### ๔. ปัจจัยด้านโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และอ้วน

ปัจจัยด้านโรคหัวใจและหลอดเลือดมีความสำคัญมากในด้านประชากร ที่พบได้บ่อยโดยเฉพาะคือ ความดันโลหิตสูง การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ดีส่งผลดีอย่างมากต่อภาวะสมองเสื่อม โรคทางกาย และการเสียชีวิต

#### ๕. การสูบบุหรี่

การสูบบุหรี่ส่งผลต่อหัวใจและหลอดเลือดโดยตรง ในควันบุหรี่ยังมีสารพิษที่ส่งผลต่อสมองด้วย หากงดบุหรี่ได้จะทำให้สุขภาพทางกายดีขึ้น ส่งผลดีต่อการทำงานของสมองโดยภาพรวม

#### ๖. ภาวะซึมเศร้า

ภาวะซึมเศร้าพบได้บ่อยในประชากรทั่วไป และอาจเป็นอาการนำก่อนภาวะสมองเสื่อมได้ ทำให้ระบุได้ยากว่า เหตุใดเกิดขึ้นก่อน แต่เชื่อว่าโรคซึมเศร้าที่เกิดขึ้นในช่วงวัยกลางคนย่อมส่งผลต่อการทำงานในสมองทั้งด้านฮอโมน ความเครียดที่เพิ่มขึ้น สารสื่อประสาทที่ไม่ได้ดุล ทำให้เซลล์ประสาทเสื่อมลงได้ง่ายและฟื้นฟูได้ช้า การรักษาโรคซึมเศร้าน่าจะลดอุบัติการณ์ของโรคได้ จึงควรติดตามผู้ป่วยสูงอายุที่มีอาการซึมเศร้าอย่างใกล้ชิด (Bennett and Thomas, 2014) เนื่องจากปัจจัยนี้มีความสัมพันธ์กับการแยกตัวจากสังคม จึงพบร่วมกันได้บ่อย

#### ๗. ภาวะมลพิษทางอากาศ

ภาวะมลพิษเป็นปัจจัยเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพที่สำคัญที่สุด ทำให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรราว ๙ ล้านคนใน ค.ศ. ๒๐๑๕ และผู้ที่เสียชีวิตมักอยู่ในกลุ่มผู้มีรายได้ต่ำ-ปานกลาง และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ภาวะมลพิษทางอากาศเป็นปัญหาทั่วโลก และมีผลชัดเจนต่อสุขภาพ ระดับ PM 2.5 ที่สูงสัมพันธ์กับการทำงานของสมองที่ลดลง ซึ่งเชื่อว่าภาวะมลพิษทางอากาศจะทำให้เกิดการอักเสบทางระบบประสาท เกิดการสะสมของสารก่อโรคในสมอง

นโยบายของชาติในการจัดการกับปัญหานี้จึงต้องทำทั้งระยะสั้นและระยะยาวอย่างต่อเนื่อง ระยะสั้นเช่นการหาแหล่งของฝุ่นและจัดการกับฝุ่นให้ได้ตามมาตรฐาน ระยะกลาง เช่น การปรับปรุงยานพาหนะให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเผาผลาญเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ ระยะยาว เช่น เพิ่มการใช้การขนส่งสาธารณะ มีการเฝ้าระวังพร้อมทั้งกำหนดนโยบายอย่างครอบคลุม (Landrigan et al., 2017)

#### การป้องกันภาวะสมองเสื่อม

การควบคุมปัจจัยเสี่ยงข้างต้นนั้นสามารถลดอุบัติการณ์ของโรคได้ โดยเฉพาะในระดับประชากร อย่างไรก็ตาม การลดหรือป้องกันทางสมองเสื่อมโดยมีวิธีการแทรกแซงหรือจัดการนั้นมีหลักฐานอยู่บ้างแต่ไม่ครบหรือมีข้อมูลจำนวนมากที่ยืนยันในทุกกรณี การใช้ยา อาหารเสริม หรือปรับวิธีการดำรงชีวิตนั้นได้รับความสนใจมาก แต่มีข้อจำกัดอยู่บ้างในรายละเอียดต่อไป

## ๑. การให้ยา

ข้อมูลในยาส่วนใหญ่มักใช้ไม่ได้ผลในการป้องกันหรือชะลอโรค ยกเว้นยาลดความดันโลหิตที่ การศึกษาระยะยาวที่พบว่าสามารถลดอัตราการเสียชีวิต ความพิการ และสมองเสื่อมได้ แม้แต่ในผู้สูงอายุเกิน ๘๐ ปี เป้าหมายคือต้องการให้ระดับความดันโลหิตใกล้เคียงปกติมากที่สุด แต่ควรระวังผลข้างเคียงจากความดันโลหิตที่ต่ำเกินไป โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า ๘๐ ปี ยาในกลุ่มอื่น ๆ เช่น ยาด้านการอักเสบกลุ่มที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ ยาลดไขมัน สารสกัดใบแปะก๊วย ไม่พบว่ามีประโยชน์

## ๒. อาหาร

การบริโภคอาหารมีความหลากหลายมากและแตกต่างกันในแต่ละสังคม การศึกษาที่มีจึงเน้นรูปแบบที่ใช้บ่อย และพบประโยชน์ในโรคจำเพาะ รูปแบบอาหารที่มีการศึกษามากและได้ผลมีตัวอย่างเช่น

อาหารแบบเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean diet) เป็นรูปแบบอาหารที่ได้รับการศึกษาเป็นจำนวนมาก อาหารชนิดนี้จะเน้นที่การบริโภคอาหารที่มาจากพืชเป็นหลัก เช่น ผลไม้ ผัก ธัญพืช ถั่วหลายชนิด เปลี่ยนไขมันจากสัตว์ เช่น เนย เป็นไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น น้ำมันมะกอก น้ำมันคาโนลา ใช้สมุนไพรและเครื่องเทศแทนเกลือ บริโภคเนื้อสัตว์ที่เป็นปลาที่มีโอเมกา ๓ สูง เช่น ปลาแซลมอน ปลาซาร์ดีน ปลาเทราต์ แทนเนื้อแดง อาจมีการดื่มไวน์ได้บ้าง พบว่าในผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงสูงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดนั้น การบริโภคอาหารข้างต้นสามารถลดอุบัติการณ์ของโรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดสมองและการเสียชีวิตจากเหตุหลอดเลือดหัวใจได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งน่าจะป้องกันภาวะสมองเสื่อมได้ไม่มากนักน้อย (Estruch et al., 2018)

อาหารแบบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง (Dietary Approaches to stop Hypertension, DASH) เป็นอาหารที่มีโพแทสเซียมสูง แต่มีไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล และโซเดียมต่ำ แต่มีแมกนีเซียม แคลเซียมสูง เพิ่มผักและผลไม้ ไฟเบอร์ โปรตีน และธัญพืชที่ไม่ขัดสี ลดเนื้อแดงลง รูปแบบอาหารนี้ได้ผลในการลดความดันโลหิต และป้องกันโรคทางหัวใจและหลอดเลือดได้ แต่ผลการรักษาต่อสมองโดยตรงยังไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม การลดความเสี่ยงด้านหลอดเลือดก็เป็นประโยชน์ในการป้องกันโรคระยะยาวในผู้ประชากรทั่วไป

## ๓. วิตามินและสารที่เกี่ยวข้อง

**วิตามินบี** มีการใช้วิตามินหลายชนิดอย่างแพร่หลายในการป้องกันและรักษาผู้ป่วยโรคภาวะสมองเสื่อม ชนิดที่ใช้บ่อยคือวิตามินบี เนื่องจากเชื่อว่าวิตามินบีมีผลต่อการทำงานของสมอง โดยเฉพาะวิตามินบี 12 และโฟเลต แต่ข้อมูลในปัจจุบันยังไม่ชัดเจนนัก จึงไม่แนะนำให้ใช้ในประชากรทั่วไป

**กลุ่มวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดี** ข้อมูลจากการศึกษาแบบสังเกตการณ์พบว่า การให้วิตามินซีและวิตามินเอกลุ่มบีตา-แคโรทีน (beta-carotene) ไม่มีประโยชน์เรื่องการรับรู้คิด ส่วนวิตามินอียังมีผลการศึกษาที่ขัดแย้งกันว่า จะได้ประโยชน์หรือไม่ ส่วนวิตามินดีและสารอื่น ๆ ไม่แนะนำให้ใช้เช่นกัน เนื่องจากข้อมูลน้อยและไม่ได้ติดตามผู้ป่วยในระยะยาว ด้านผลข้างเคียงก็ยังไม่ทราบในระยะยาว (Scarmeas et al., 2018)

**สารต้านอนุมูลอิสระ** สารในกลุ่มนี้มีหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี วิตามินเอ หรือแร่ธาตุที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา หรือเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น ซีลีเนียม ทองแดง สังกะสี นอกจากนี้ ยังมีสารสังเคราะห์เพื่อการนี้อีกหลายชนิดแต่ยังไม่มีความชัดเจนเพียงพอในการป้องกันหรือรักษาภาวะสมองเสื่อม (Butler et al., 2018)

**สารอาหารเสริมอื่น ๆ** กรดไขมัน n-3 หรือ ไขมันชนิด โอเมกา-๓ (omega 3) กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เช่น docosahexanoic acid (DHA), eicosapentanoic acid (EPA) ที่ได้จากน้ำมันปลานั้น ข้อมูลจากการสำรวจการบริโภคและระดับสารเหล่านี้กับอุบัติการณ์ของโรค พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางที่ดี

ในทางกลับกัน การให้สารนี้เสริมในการศึกษาหลายการศึกษาพบว่ากลับไม่มีประโยชน์ การบริโภคไขมันที่เพิ่มไขมันที่ไม่อิ่มตัวและลดไขมันที่อิ่มตัวอาจช่วยลดความเสี่ยงได้เช่นกัน

## บทสรุป

การป้องกันภาวะสมองเสื่อมนั้นสามารถทำได้ทั้งในระดับบุคคลและระดับประชากรที่สามารถเริ่มได้ตั้งแต่วัยเด็ก ที่ควรส่งเสริมการศึกษาและระดับสติปัญญาเป็นพื้นฐาน การควบคุมปัจจัยเสี่ยงด้านหัวใจและหลอดเลือดมีส่วนสำคัญมาก โดยเฉพาะในประชากรตั้งแต่วัยผู้ใหญ่ที่ได้ประโยชน์ทั้งสุขภาพโดยรวมและป้องกันโรคต่าง ๆ ทั้งนี้ควรร่วมกับการส่งเสริมให้มีสุขนิสัยที่ดี เช่น บริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ ออกกำลังกาย ฝึกการใช้ความคิด และกลไกทางสังคม เช่น การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ภาวะมลพิษ เพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเพื่อลดโรคซึมเศร้า การให้วิตามินและอาหารเสริมนั้นยังไม่มีคำแนะนำหรือประโยชน์อย่างชัดเจน โดยเน้นที่การบริโภคอาหารที่มีสารอาหารให้ครบถ้วนมากกว่าการให้เป็นยาเสริม

## เอกสารอ้างอิง

- Barnard ND, Bush AI, Ceccarelli A, et al. Dietary and lifestyle guidelines for the prevention of Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*. 2014;35 Suppl 2, S74-8.
- Bennett S, Thomas AJ. Depression and dementia: cause, consequence or coincidence? *Maturitas*. 2014;79,184-90.
- Butler M, Nelson VA, Davila, H., et al. Over-the-counter supplement interventions to prevent cognitive decline, mild cognitive impairment, and clinical Alzheimer-type dementia: A systematic review. *Ann Intern Med*. 2018;168:52-62.
- Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó, J, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *N Engl J Med*. 2018; 378, e34.
- GBD 2016 Dementia Collaborators. Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol*. 2019;18:88-106.
- Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*. 2018;391(10119):462-512.
- Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, et al. Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet*. 2017;390:2673-2734.
- Scarmeas N, Anastasiou CA, Yannakoulia M. Nutrition and prevention of cognitive impairment. *Lancet Neurol*. 2018;17:1006-1015.

# ลัมปีสกิน : โรคร้ายจากแมลง-แมงในฟาร์มปศุสัตว์ไทย

## ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ

ภาควิชาสัตวบาล สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์  
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, faasthc@ku.ac.th

### บทนำ

โรคลัมปีสกินเป็นโรคติดต่อที่มีแมลงหรือแมงเป็นพาหะ สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจให้วงการปศุสัตว์เป็นอย่างสูง พบการระบาดครั้งแรกที่ประเทศแซมเบียใน พ.ศ. ๒๕๓๒ ในประเทศไทยพบโรคลัมปีสกินเมื่อปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ที่อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด และพบการระบาดกระจายในวงกว้างมากขึ้น พบโคเนื้อแสดงอาการของโรคลัมปีสกิน ขณะนี้ (วันที่ ๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๔) พบการระบาดสะสมรวม ๖๕ จังหวัด เกษตรกรได้รับผลกระทบเกือบ ๓๐๐,๐๐๐ ราย ปศุสัตว์ป่วยตายสะสม ๕๑,๐๗๓ ตัว อยู่ระหว่างการรักษาเกือบ ๑๐๐,๐๐๐ ตัว (<https://www.thairath.co.th/scoop/theissue>)

### อาการของโรค

สัตว์ที่ได้รับเชื้อไวรัสลัมปีสกินจะมีไข้สูงประมาณ ๔๐-๔๑.๕ องศาเซลเซียส หลังจากได้รับเชื้อไวรัสเข้าสู่ร่างกาย ๔-๑๒ วัน โดยทั่วไปประมาณ ๗ วัน (Haig, 1957) ส่งผลให้ต่อมน้ำเหลืองโตและมีตุ่มขึ้นตามผิวหนังทั่วร่างกาย โดยเฉพาะ หัว ขา น่อง เข่า ลูกอ้นและและราวนม เกิดเป็นตุ่มเนื้อตาย ตกสะเก็ดในที่สุด ประมาณร้อยละ ๕๐ ของโคนมที่ติดเชื้อไวรัสลัมปีสกินจะมีตุ่มเนื้อเกิดขึ้นตามตัวและส่งผลให้โคนมผลิตน้ำมน้อยลงจนกว่าอาการจะดีขึ้น หากมีแผลสด อาจจะมีหนองแมลงมาไชและวางไข่ได้ ในสัตว์บางชนิดอาจพบตุ่มน้ำใสที่บริเวณเยื่อเมือก ระบบทางเดินหายใจและทางเดินอาหาร น้ำลายไหล มีขี้ตาและตาอักเสบ มีตุ่มขึ้นที่เยื่อเมือกตา สัตว์ที่ติดเชื้อจะมีอาการอ่อนแอ ซึม เบื่ออาหาร มีการอักเสบของข้อต่อ ซึ่งเกิดจากการอักเสบของหลอดเลือดและทำให้เลือดออกหรือเกิดการบวม น้ำ การอักเสบของเต้านมและลูกอ้นและ อาจส่งผลให้เป็นหมัน นอกจากนี้ไวรัสลัมปีสกินอาจก่อให้เกิดสัตว์ติดเชื้อแท้งลูก อย่างไรก็ตาม อัตราการตายน้อยกว่าร้อยละ ๑๐ (Kajaysri, 2021)

### วิทยาการระบาดและการแพร่ระบาดของโรคลัมปีสกิน

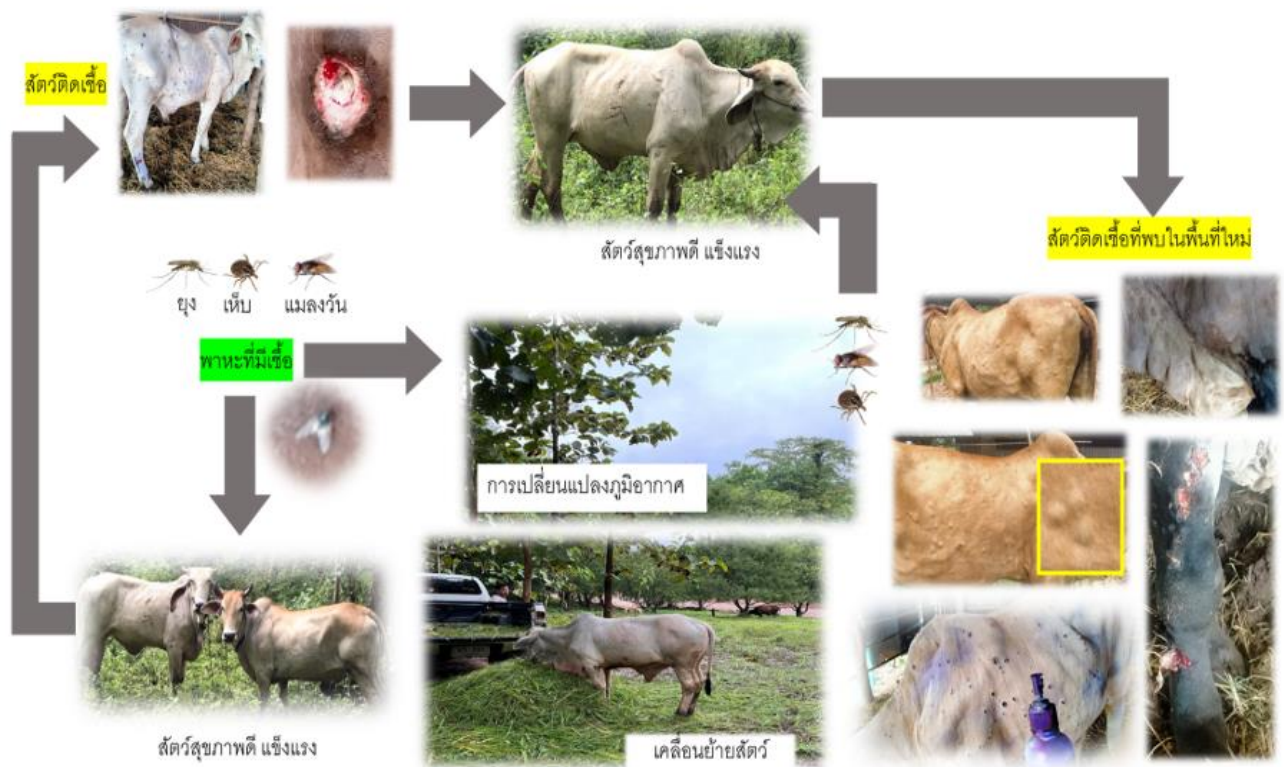
เชื้อโรค : ไวรัสเป็นเชื้อก่อโรคลัมปีสกิน โรคนี้มีระบาดในช่วงฤดูร้อน การศึกษาวิจัยในห้องทดลองพบว่า ไวรัสนี้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งอุณหภูมิ แสงแดด ความแห้งแล้ง ความชื้น เป็นต้น และสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้กระจายเข้าสู่อวัยวะในต่าง ๆ ของสัตว์เป้าหมายได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน เช่น ต่อมน้ำนม ต่อมไทรอยด์ กล้ามเนื้อ ไต ปอด และระบบสืบพันธุ์ของสัตว์ ไวรัสสามารถอาศัยในตุ่มเนื้อตายที่แห้งได้นานมากถึงสาม ๓ เดือน หรือในเยื่อเมือกจากการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ ๔ องศาเซลเซียส ได้นานถึง ๖ เดือน (FAO Animal Production and Health, 2020) หรือในแผลสดสภาพธรรมชาติได้ประมาณ ๒ สัปดาห์ (Weiss, 1968)

พาหะนำโรค (แมลง-แมง) : เชื้อไวรัสสามารถถ่ายทอดจากแมลงหรือสัตว์ขาข้อที่ดูดเลือดแบบวิสิกล (mechanical transmission) แมลงและแมงที่เข้าข่ายเป็นพาหะที่สำคัญ อาทิ ยุง แมลงวัน ริ้น และเห็บ มีรายงานการพบเชื้อไวรัสลัมปี สกินในเซลล์เม็ดเลือด ต่อมน้ำลาย และกระเพาะอาหารส่วนกลางของพาหะนำ



โรค โดยเฉพาะเห็บแข็งบางชนิด นอกจากนี้ เห็บแข็งสามารถเป็นโฮสต์ (host) ตัวกลางของเชื้อไวรัสและถ่ายทอดเชื้อไวรัสจากแม่ไปยังไขและลูกได้ (Lubinga et al., 2014) ในกลุ่มแมลงวัน มีรายงานว่าพบเชื้อไวรัสในยุ้งลายบ้านและรึ้นน้ำจืดบางชนิดซึ่งเป็นพาหะที่สำคัญในการนำเชื้อไวรัสลัมปี สกิน (Chihota et al., 2001; Namazi and Tafti, 2021) ต่อมาใน พ.ศ. ๒๕๑๘ ตรวจพบเชื้อไวรัสลัมปีสกินในแมลงวันอีกหลายชนิด ซึ่งต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันการติดเชื้อได้จริงในธรรมชาติ (Abdulqa et al., 2016; Issimov et al., 2020)

สัตว์ : มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยืนยันว่า โรคลัมปีสกินสามารถเกิดขึ้นได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องทั่วไป ทั้งสัตว์ป่าและปศุสัตว์ในฟาร์ม สัตว์ป่ามักจะไม่มีปรากฏบวมแผลหรือลักษณะใด ๆ บนลำตัวของสัตว์ (ภาพที่ ๑) แต่สัตว์ป่ากลุ่มนี้อาจได้รับอันตรายถึงแก่ชีวิตในที่สุด (Padilla et al., 2005) สำหรับปศุสัตว์ในฟาร์ม เช่น โค กระบือ ซึ่งจัดเป็นกลุ่มสัตว์ที่ค่อนข้างจะมีความจำเพาะสูงกับไวรัสลัมปีสกิน หรือปศุสัตว์ในฟาร์มที่มีอายุน้อยกว่า มักมีความเสี่ยงสูงกว่าสัตว์ที่มีอายุมากกว่า และส่วนใหญ่จะแสดงอาการ มีรายงานว่าโคจากยุโรปมีความเสี่ยงเป็นโรคมกกว่าโคแถบเอเชีย (Gumbe, 2018)



ภาพที่ ๑ วงจรการเกิดโรคลัมปีสกิน ในปศุสัตว์ (ภาพโดยมานพ แซ่เอ็ง สุนทร พิมนนท์ และวัฒนศักดิ์ เลิศล้ำนภากุล)

## การวินิจฉัย

การวินิจฉัยโรคลัมปีสกิน ในเบื้องต้น สังเกตจากปุ่มแผลที่พบตามลำตัวสัตว์ เช่น หัว หน้า ขอบตา ขา น่อง เข่า อก อวัยวะ และรารวม หรือสังเกตจากอาการสัตว์ เช่น เบื่ออาหารและมีไข้สูง และการตรวจชิ้นเนื้อเพื่อยืนยันโรคลัมปีสกิน การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโครสโคปเพื่อตรวจเชื้อไวรัสเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการตรวจวินิจฉัยโรค ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการวินิจฉัยระดับโมเลกุลเพื่อตรวจหาเชื้อไวรัส

## การควบคุมและป้องกัน

โรคนี้ไม่มีการควบคุมป้องกันเฉพาะทาง ทำได้เพียงรักษาตามอาการหรือตามคำแนะนำของสัตวแพทย์ เกษตรกรควรใช้มาตรการส่งเสริมในฟาร์มปศุสัตว์เพื่อลดการระบาดของโรคลัมปีสกิน ดังนี้

๑. การควบคุมโดยใช้สารเคมี สารเคมีบางชนิดมีฤทธิ์ในการไล่แมลง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ไล่แมลง เช่น มุ้งชุบสารเคมี ตาข่ายชุบสารเคมี หรือป้ายชุบสารไล่แมลงติดตามตัวสัตว์ เพื่อป้องกันไม่ให้พาหะเข้ามาใกล้และกัดสัตว์ในฟาร์มปศุสัตว์ สารเคมีที่สำคัญ เช่น ทรานส์ฟลูทริน (transfluthrin) เมโทฟลูทริน (metofluthrin)

๒. การจัดการสภาพแวดล้อม เป็นการควบคุมดูแลจัดการสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมแก่การพักหรือเป็นที่อยู่อาศัยของพาหะนำโรค เป็นการทำลายหรือลดแหล่งที่อยู่ของพาหะนำโรค เช่น การกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายภายในอาคารหรือรอบนอกหรือการทำความสะอาดคอกสัตว์ มูลสัตว์ หรือปุ๋ยคอก เพื่อจัดการแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันคอกสัตว์ แมลงวันเขาสัตว์

๓. การเบี่ยงเบนความสนใจของแมลง วิธีการนี้นำไปประยุกต์ใช้ได้โดยไม่ให้แมลงเข้าไปในบริเวณเป้าหมาย เช่น การใช้กับดักชนิดต่าง ๆ เช่น กับดักวาอูว (Vavoua trap) สำหรับแมลงวันคอกสัตว์ กับดักเอนซี (Nzi trap) สำหรับเห็บ หรือกับดักแสงไฟกับยุงและริ้นบางชนิดที่หากินในเวลากลางคืน โดยเฉพาะหลอดวาวแสงอัลตราไวโอเล็ต

๔. วิธีกล เป็นการยับยั้งไม่ให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างแมลงพาหะกับโฮสต์ เช่น การใช้มุ้งลวดป้องกันพาหะไม่ให้เข้ามาภายในบริเวณอาคารที่พักสัตว์

## เอกสารอ้างอิง

ปुरुณิมา. โควิดยังไม่จบ โรคลัมปี สกิน เข้ามาซ้ำเติม ระบาดในวัว ติดต่อสู่คนได้หรือไม่ [อินเทอร์เน็ต]. ๒๕๖๔ [เข้าถึงเมื่อ ๒๘ กันยายน ๒๕๖๔]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thairath.co.th/scoop/theissue/2102526>.

Abdulqa HY, Rahman HS, Dyary HO, and Othman HH. Lumpy skin disease. *Reprod Immunol*. 2016; 1(25): doi: 10.4172/2476-1974.100025

Chihota CM, Rennie LF, Kitching RP, and Mellor PS. Mechanical transmission of lumpy skin disease virus by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Epidemiology and Infection*. 2001;126(2):317-321.

FAO Animal Production and Health. 2020.

Gumbe AAF. Review on lumpy skin disease and its economic impacts in Ethiopia. *J Dairy Vet Anim*. 2018;7:39-46.

Haig DA. Lumpy skin disease. *Bull. Epizoot. Dis. Afr*. 1957;5:421-430.

- Issimov A, Kutumbetov L, Orynbayev MB, Khairullin B, Myrzakhmetova B, Sultankulova K, et al. Mechanical Transmission of Lumpy Skin Disease Virus by *Stomoxys spp.* (*Stomoxys calsitrans*, *Stomoxys sitchensis*, *Stomoxys indica*), Diptera: Muscidae. *Animals*. 2020;10:477: doi:10.3390/ani 10030477.
- Kajaysri J. Lumpy skin disease; The emerging infectious diseases in Thailand. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.). 2021.
- Lubinga JC, Clift SJ, Tuppurainen ES, Stoltz WH, Babiuk S, Coetzer JA, et al. Demonstration of lumpy skin disease virus infection in *Amblyomma hebraeum* and *Rhipicephalus appendiculatus* ticks using immunohistochemistry. *Ticks Tick Borne Dis*. 2014;5:113–120.
- Namazi F, Tafti KA. Lumpy skin disease, an emerging transboundary viral disease: A Review. *Vet Med Sci*. 2021;7:888–896.
- Padilla LR, Dutton CJ, Bauman J, and Duncan M. XY male pseudo hermaphroditism in a captive Arabian oryx (*Oryx leucoryx*). *J Zoo Wildl Med*. 2005;36:498–503.
- Weiss KE. Lumpy skin disease. In *Virology Monographs*, 3, New York: Springer Verlag; 1968. p.111-131.

# สร้างบ้านโดยเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติ

วรศักดิ์ กนกนกุลชัย

ราชบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, worsak.k@chula.ac.th

## บทนำ

หลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติได้รับความสนใจอย่างมาก เบื้องต้นเทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยมีจุดเด่นที่มีความสามารถในการ “พิมพ์” ผลิตภัณฑ์ได้อย่างแม่นยำตามแบบดิจิทัลที่มีรูปแบบ ๓ มิติเชิงซับซ้อน ปัจจุบันนี้มีการนำเทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติมาใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนจริงในอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น การผลิตชิ้นส่วนอวัยวะเทียม การผลิตชิ้นส่วนสำหรับยานอวกาศ

ระหว่าง ๒-๓ ปีนี้ เริ่มมีข่าวความพยายามใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ ๓ มิติในภาคการก่อสร้างที่ไม่เป็นเพียงวิธีการผลิตชิ้นส่วนในโรงงานแล้วนำไปประกอบที่หน้างาน แต่เป็นการ “พิมพ์” บ้านทั้งหลังที่หน้างานจนเสร็จ ถือเป็นก้าวที่ก้าวไกลจากเทคโนโลยีการจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling - BIM) ด้วย ผู้เขียนในฐานะวิศวกรโครงสร้างจึงสนใจติดตามข้อดีข้อเสียเทคโนโลยีใหม่นี้ในภาคการก่อสร้าง โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทย

การพิมพ์ ๓ มิติเป็นกระบวนการแปลงแบบผลิตภัณฑ์ทางดิจิทัลให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางกายภาพโดยตรง ไม่มีวัสดุส่วนเกินเหลือใช้ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ทว่า รูปแบบโครงสร้างรับน้ำหนักจะไม่ใช่ระบบโครงสร้างและคาน (Beam-Column Frames) แบบเดิมที่คุ้นเคย แต่จะเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักแบบผนังรับแรงกด (Load Bearing Walls) ความท้าทายอีกประการหนึ่งคือวัสดุที่ใช้ในการพิมพ์โครงสร้างจะไม่ใช่คอนกรีตเสริมเหล็กที่คุ้นเคยอีกด้วย แต่จะเป็นวัสดุของเหลวที่สามารถฉีดผ่านหัวฉีดของเครื่องพิมพ์ที่มีความร้อนสูง เมื่อผ่านหัวฉีดออกมาแล้วจะแข็งตัวในเวลาสั้น วัสดุที่แข็งตัวแล้วจะต้องมีสมบัติต่าง ๆ ตามความจำเป็นในการใช้งาน

## เครื่องพิมพ์ ๓ มิติทำงานอย่างไร

การทำงานของเครื่องพิมพ์ ๓ มิติมีลักษณะเดียวกับเครื่องพิมพ์ ๓ มิติที่ได้ออกแบบและโหลดไว้ใน “สมอง” ของเครื่องพิมพ์ในคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็กทุกประการ โดยจะแปลงเป็นคำสั่งให้เครื่องพิมพ์เคลื่อนที่ในระนาบ ๒ มิติ (X-Y) ก่อน ระหว่างนั้นหัวพิมพ์จะรีดวัสดุที่หลอมละลายไปตามเส้นทางบนระนาบ X-Y เมื่อเสร็จแล้วหัวพิมพ์จะเลื่อนขึ้นหนึ่งชั้นตามแกนตั้ง Z เพื่อดำเนินการพิมพ์วัสดุในชั้นถัดไป ชั้นต่อชั้น (ภาพที่ ๑)

หัวใจสำคัญในการบุกเบิกอุตสาหกรรมเทคโนโลยีการพิมพ์อาคาร ๓ มิติ คือการสร้างเครื่องพิมพ์ ๓ มิติมาตรฐานขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบอยู่บนเครนสูง ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ให้หัวพิมพ์เปลี่ยนตำแหน่งได้ทั้ง ๓ ทิศทาง เครื่องพิมพ์ ๓ มิติสำหรับฉีดวัสดุคอนกรีตที่พิมพ์ได้เร็วที่สุดคือระยะ ๑ เมตรต่อวินาที ชื่อ BOD2 ผลิตโดยบริษัทเดนมาร์ก COBOD ถือเป็นเครื่องพิมพ์ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน

## วัสดุที่ใช้

ทางเทคนิค เครื่องพิมพ์ ๓ มิติสามารถพิมพ์วัสดุที่ละลายได้ที่อุณหภูมิสูงประมาณ ๑๗๐ องศาเซลเซียส แล้วแข็งตัวอีกครั้งเมื่อออกจากหัวฉีด สำหรับการสร้างอาคารสิ่งปลูกสร้าง เครื่องพิมพ์ ๓ มิติปกติจะเลือกใช้คอนกรีตเหลวที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับมวลละเอียดด้วยน้ำยาผสมพิเศษ โดยอาจเพิ่มวัสดุเสริมสมบัติอื่น ๆ เช่น อนุภาคถั่วลอย เส้นใยสังเคราะห์ เพื่อปรับให้วัสดุที่พิมพ์ออกมาแล้ว เมื่อแข็งตัวจะมีสมบัติตรงตามความต้องการ เช่น สมบัติการยึดติดระหว่างเลเยอร์ การแข็งตัวของวัสดุสูง ที่ต้องใช้เวลาสั้นในการก่อร่างตามแบบ รวมทั้งสมบัติการเป็นฉนวน และสมบัติความทนไฟ นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มส่วนผสมพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) ผสมเศษปูนเศษหินที่นำมาบดให้เป็นมวลละเอียด เป็นต้น

## ความได้เปรียบ

- ความเร็ว : การพิมพ์ ๓ มิติสามารถ “พิมพ์” บ้านอยู่อาศัยชั้นเดียวเสร็จภายในเวลาไม่กี่วัน แทนที่จะเป็นเดือนหรือปีภายใต้การก่อสร้างแบบเดิม
- ลดวัสดุส่วนเกินและขยะ : การพิมพ์ ๓ มิติ นอกจากไม่ต้องใช้ไม้แบบแล้ว ยังสามารถแก้ปัญหาวัสดุส่วนเกินและขยะจากการก่อสร้างได้ เนื่องจากการพิมพ์ ๓ มิติใช้วัสดุเท่าที่จำเป็นในการพิมพ์เท่านั้น
- อิสระในการออกแบบ : สถาปนิกสามารถสร้างการออกแบบที่ซับซ้อนด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น トラบเท่าที่การออกแบบเป็นไปตามความสามารถในการพิมพ์แบบขั้นต่อขั้นในแนวตั้ง

## ความท้าทาย

- ต้นทุน : ความท้าทายสูงสุดคือต้นทุนในการซื้อหรือเช่าอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ ๓ มิติที่มีมูลค่าสูง ความคุ้มค่าจึงขึ้นอยู่กับจำนวนสิ่งปลูกสร้างที่จะพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ ๓ มิติ
- ข้อจำกัด : รูปแบบโครงสร้างที่พิมพ์ ๓ มิติ นั้น จะไม่เป็นระบบโครงสร้างและคานที่ค้ำคยมาแต่เดิม แต่จะถูกจำกัดที่ระบบผนังรับแรงกด กรณีที่เป็นโครงสร้างอาคารเกินหนึ่งชั้นนั้น นอกเหนือจากเรื่องผนังที่ใช้เครื่องพิมพ์ได้ ยังคงต้องอาศัยแรงงานในการประกอบแผ่นพื้น หลังคา และระบบสาธารณูปโภคภายในอาคารอื่น ๆ

## โมเดลทางธุรกิจ

โมเดลธุรกิจการสร้างอาคารด้วยการพิมพ์ ๓ มิติอาจแบ่งเป็น ๒ รูปแบบ

(๑) ธุรกิจรับออกแบบและพิมพ์อาคารครบวงจรบนที่ดินของลูกค้า (ภาพที่ ๒) ซึ่งควรเป็นอาคารไม่เกิน ๒ ชั้น โดยที่ผู้ประกอบการจะต้องจัดซื้อหรือเช่าเครื่องพิมพ์ ๓ มิติ

(๒) ผู้ประกอบการบ้านจัดสรรหรือหน่วยงานรัฐซื้อเครื่องพิมพ์ ๓ มิติเพื่อพิมพ์บ้านจำนวนมากขายให้ผู้มีรายได้น้อย (ภาพที่ ๓) เป็นต้น



ภาพที่ ๑ หัวพิมพ์เครื่องพิมพ์ ๓ มิติ BOD2 ที่สามารถพิมพ์ในระนาบด้วยความเร็ว ๑ เมตรต่อวินาที ส่วนวัสดุที่ใช้พิมพ์เป็นคอนกรีตส่วนผสมพิเศษ i.tech 3D ที่พัฒนาโดยบริษัท HeidelbergCement สำหรับงานพิมพ์ ๓ มิติโดยเฉพาะ (ภาพจาก <https://www.designboom.com/architecture/kamp-c-3d-prints-two-story-house-08-17-2020/>)



ภาพที่ ๒ อาคารหลังแรกในประเทศเยอรมนีที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ ๓ มิติ ซึ่งใช้เวลาพิมพ์เพียง ๑๐๐ ชั่วโมง เป็นอาคารที่มีพื้นที่ใช้งาน ๓๘๐ ตารางเมตร ทั้งนี้ ส่วนที่พิมพ์คือผนังกำแพงแนวตั้งทั้งหมด ส่วนพื้นและบันไดหล่อจากโรงงานมาติดตั้ง จุดเด่นคือโปรแกรมสามารถพิมพ์โดยเว้นช่องว่างตามตำแหน่งที่มีท่อวางระบบเดินผ่าน (ภาพจาก <https://interestingengineering.com/germanys-first-3d-printed-residential-building-is-near-completion>)



## บทสรุป

แม้เทคโนโลยีการพิมพ์อาคาร ๓ มิติจะดูเหมือนมีศักยภาพที่จะนำมาใช้ในการผลิตสิ่งปลูกสร้างทั่วไป แต่ส่วนใหญ่โดยเฉพาะอาคารที่สูงกว่าหนึ่งชั้น การพิมพ์มักทำได้เฉพาะชิ้นส่วนอาคารที่เป็นผนังแนวตั้ง ส่วนประกอบอื่น เช่น บันได พื้น และหลังคา ยังต้องใช้วิธีหล่อมาประกอบ หรือหล่อที่หน้างาน การพิมพ์อาคาร ๓ มิติจึงเหมาะแก่การพิมพ์อาคารบ้านอยู่อาศัยชั้นเดียว แต่เนื่องจากต้นทุนที่สูงของเครื่องพิมพ์ ๓ มิติ ความคุ้มค่าของเทคโนโลยีนี้จึงต้องขึ้นอยู่กับการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production) จึงเหมาะสำหรับโครงการบ้านจัดสรรหรือหมู่บ้านชุมชน (Community Village) ที่ต้องการพิมพ์บ้านอยู่อาศัยชั้นเดียวจำนวนมากภายในเวลาจำกัด เพราะบ้านแต่ละหลังจะสามารถพิมพ์เสร็จภายในเวลาไม่กี่วันเท่านั้น



ภาพที่ ๓ บ้านสำหรับผู้ไร้ที่อยู่อาศัย ที่พิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ Icon's Vulcan II ในเมืองออสติน รัฐเท็กซัส สหรัฐอเมริกา ใช้วัสดุ Lavacrete ของ บริษัท ICON ที่เชี่ยวชาญด้านการก่อสร้างโดยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ ๓ มิติ

(ภาพจาก <https://khn.org/news/3d-printed-housing-designed-for-the-homeless-and-needy-seniors/>)

# การผลิตไฮโดรเจนและการผลิตมีเทนจากวัสดุลิกโนเซลลูโลส

ประววรรณ สุขพูล<sup>๑</sup> และอลิศรา เรืองแสง<sup>๑,๒</sup>

<sup>๑</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น, prawat.s@kkumail.com

<sup>๒</sup> ภาควิชาชีววิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, alissara@kku.ac.th

## บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการแสวงหาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกอันเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ หรือพลังงานที่ได้จากชีวมวล โดยเฉพาะการผลิตจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีองค์ประกอบหลักเป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลส เช่น ชังข้าวโพด ชานอ้อย ทะลายปาล์มเปล่า และกากมันสำปะหลัง ถือเป็นแนวทางการพัฒนาการผลิตพลังงานทางเลือกที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ทำให้มีเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากจากกระบวนการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๖๓) จึงถือได้ว่าประเทศไทยมีข้อได้เปรียบในแง่การเข้าถึงวัตถุดิบปริมาณมากและหาได้ง่ายเพื่อใช้สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ บทความนี้จะกล่าวถึงแนวทางในการใช้ประโยชน์จากวัสดุลิกโนเซลลูโลสในประเทศไทยเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ ไฮโดรเจน และมีเทน

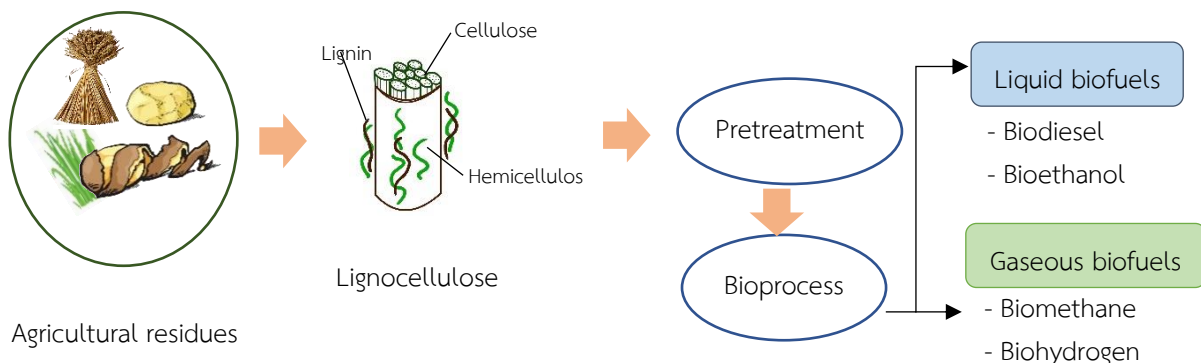
## วัสดุลิกโนเซลลูโลส

วัสดุลิกโนเซลลูโลสคือชีวมวลจากพืช พบได้ทั่วไปในธรรมชาติหรือเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ได้แก่ พืชพลังงาน เช่น หญ้าเนเปียร์ เศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น กากอ้อย ทะลายปาล์มเปล่า กากมันสำปะหลัง และเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม เช่น กากหม้อกรองชานอ้อย (Zoghلامي and Paës, 2019; Sheng et al. 2021) มีองค์ประกอบหลักซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส ๓๐-๕๐ เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส ๒๐-๓๐ เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน ๑๐-๒๐ เปอร์เซ็นต์ (Srivastava et al., 2021) ข้อจำกัดของการใช้วัสดุลิกโนเซลลูโลสคือวัสดุลิกโนเซลลูโลสมีความทนทานต่อการย่อยสลาย ซึ่งเกิดจากโครงสร้างที่ซับซ้อนของผนังเซลล์พืช จึงทำให้ต้องปรับสภาพวัสดุลิกโนเซลลูโลส เช่น การเพิ่มรูพรุนให้แก่วัสดุลิกโนเซลลูโลส การเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการย่อยสลายของเอนไซม์ (Sheng et al. 2021) วิธีดังกล่าวทำให้โครงสร้างของวัสดุลิกโนเซลลูโลสแยกออกจากกัน ดังนั้น วัสดุลิกโนเซลลูโลสจึงถูกย่อยสลายได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ได้น้ำตาลที่หมักได้ (fermentable sugar) เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ

## เชื้อเพลิงชีวภาพ

เชื้อเพลิงชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทนประเภทหนึ่งที่เกิดจากชีวมวลโดยอาศัยกระบวนการทางชีวภาพ จัดเป็นพลังงานที่สะอาด ช่วยลดการปล่อยมลพิษและแก๊สเรือนกระจก เชื้อเพลิงชีวภาพแบ่งเป็น ๒ ประเภทตามสถานะของผลิตภัณฑ์ (Srivastava et al., 2021) ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวภาพในสถานะของเหลว เช่น ไบโอดีเซล ไบโอดีทานอล และเชื้อเพลิงชีวภาพในสถานะแก๊ส เช่น ไบโอมมีเทน ไบโอไฮโดรเจน ดังแสดงในภาพที่ ๑





ภาพที่ ๑ การแบ่งประเภทเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากวัสดุลิกโนเซลลูโลส

**มีเทน** เป็นแก๊สองค์ประกอบหลักของแก๊สชีวภาพ ผลิตได้จากกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศผ่านกระบวนการทางชีวเคมี ๔ ขั้นตอน ได้แก่ การย่อยสลาย การผลิตกรด การผลิตแอสติค การผลิตมีเทน โดยการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์หลากหลายชนิดในสภาวะไร้อากาศและได้ผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ แก๊สชีวภาพที่ประกอบด้วยมีเทนเป็นส่วนใหญ่คือ ๕๐-๗๕ เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ ๒๕-๕๐ เปอร์เซ็นต์ และแก๊สอื่น ๆ ๒-๘ เปอร์เซ็นต์ มีเทนเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีค่าความร้อนสูง ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และฝุ่นละอองน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น มีเทนส่วนใหญ่จะนำไปใช้เพื่อการผลิตความร้อนและไฟฟ้า มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะในรูปของมีเทนอัด (กระทรวงพลังงาน, ๒๕๖๒)

**ไฮโดรเจน** เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่มีศักยภาพเป็นเชื้อเพลิงในอนาคต เนื่องจากมีค่าความร้อนสูงถึง ๑๔๓ เมกะจูลต่อกิโลกรัม ไฮโดรเจนจัดเป็นพลังงานสะอาด เนื่องจากการเผาไหม้ของไฮโดรเจนจะได้เพียงความร้อนและน้ำ ไม่เกิดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนที่ผลิตได้จากกระบวนการทางชีวภาพเรียกว่า ไฮโดรเจนชีวภาพ ทั้งนี้ การผลิตไฮโดรเจนแบ่งออกเป็นแบบหลัก ๓ แบบ คือ การแยกสลายน้ำด้วยแสง (biophotolysis) การหมักแบบใช้แสง (photo fermentation) และการหมักแบบไม่ใช้แสง (dark fermentation) การแยกสลายน้ำด้วยแสงจะต้องอาศัยการสังเคราะห์ด้วยแสงในสาหร่ายสีเขียวและไซยาโนแบคทีเรียเพื่อผลิตไฮโดรเจน ขณะที่การหมักทั้งแบบใช้แสงโดยแบคทีเรียสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthetic bacteria) และแบบที่ไม่ใช้แสงจะใช้น้ำตาลที่ได้จากวัสดุลิกโนเซลลูโลสเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อผลิตไฮโดรเจน ไฮโดรเจนสามารถนำไปใช้โดยการป้อนผ่านเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อนรถยนต์หรือเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ นอกจากนี้ ไฮโดรเจนที่มีความบริสุทธิ์สูงยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการขับเคลื่อนกระสวยอวกาศอีกด้วย (Mona et al., 2020; Singhanian et al., 2021)

### ข้อจำกัดและข้อท้าทายของการผลิตไฮโดรเจนและมีเทนจากวัสดุลิกโนเซลลูโลส

ประเทศไทยมีข้อได้เปรียบในแง่การเข้าถึงวัสดุลิกโนเซลลูโลสเพื่อการผลิตไฮโดรเจนและมีเทน อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุลิกโนเซลลูโลสเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไฮโดรเจนและมีเทนจำเป็นต้องมีการปรับสภาพเพื่อให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายวัสดุลิกโนเซลลูโลสได้ง่าย การเลือกวิธีการปรับสภาพที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของชีวมวลและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ การเกิดสารยับยั้ง ต้นทุน และระยะเวลา การปรับสภาพ รวมถึงการควบคุมสภาวะแวดล้อม พลังงาน และกระบวนการเก็บเกี่ยวไฮโดรเจนและมีเทน

ดังนั้น วิธีการปรับสภาพและกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณและผลได้ (yield) ของไฮโดรเจนและมีเทน

## บทสรุป

บทความนี้กล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากวัสดุลิกโนเซลลูโลสที่มีอยู่มากและหาได้ง่ายในประเทศไทย เพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ คือ ไฮโดรเจนและมีเทน ซึ่งถือเป็นแนวทางการพัฒนาการผลิตพลังงานทางเลือกที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตอบสนองต่อแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘-๒๕๗๙ ของประเทศไทยและนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจแบบยั่งยืนได้อย่างมั่นคง

## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ผลการผลิตและใช้แก๊สชีวภาพอัดตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. ๒๕๕๘-๒๕๗๙. [อินเทอร์เน็ต]. ๒๕๖๒ [เข้าถึงเมื่อ ๑๓ มกราคม ๒๕๖๕]. เข้าถึงได้จาก: [https://www.dede.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=48108](https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=48108).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี ๒๕๖๓. [อินเทอร์เน็ต]. ๒๕๖๔ [เข้าถึงเมื่อ ๑๓ มกราคม ๒๕๖๕]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2564/yearbook2563.pdf>.
- Mona S, Kumar SS, Kumar V, Parveen K, Saini N, Deepak B, et al. Green technology for sustainable biohydrogen production (waste to energy): A review. *Sci. Total Environ.* 2020;728:138481.
- Sheng Y, Lam SS, Wu Y, Ge S, Wu J, Cai L, et al. Enzymatic conversion of pretreated lignocellulosic biomass: A review on influence of structural changes of lignin. *Bioresour Technol.* 2021;324:124631.
- Singhania RR, Ruiz HA, Awasthi MK, Dong C-D, Chen C-W, Patel AK. Challenges in cellulase bioprocess for biofuel applications. *Renew Sustain Energy Rev.* 2021;151:111622
- Srivastava N, Shrivastav A, Singh R, Abohashrh M, Srivastava KR, Irfan S, et al. Advances in the structural composition of biomass: Fundamental and bioenergy applications. *J Renew Mater.* 2021;329:124870
- Zoghiami A, Paës G. Lignocellulosic biomass: Understanding recalcitrance and predicting hydrolysis. *Front Chem.* 2019;7:874.

# ดนตรีกับสรีรวิทยาของระบบประสาท

นรัตถพล เจริญพันธุ์

ภาควิชาชีววิทยา สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และสถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล  
narattaphol.cha@mahidol.ac.th

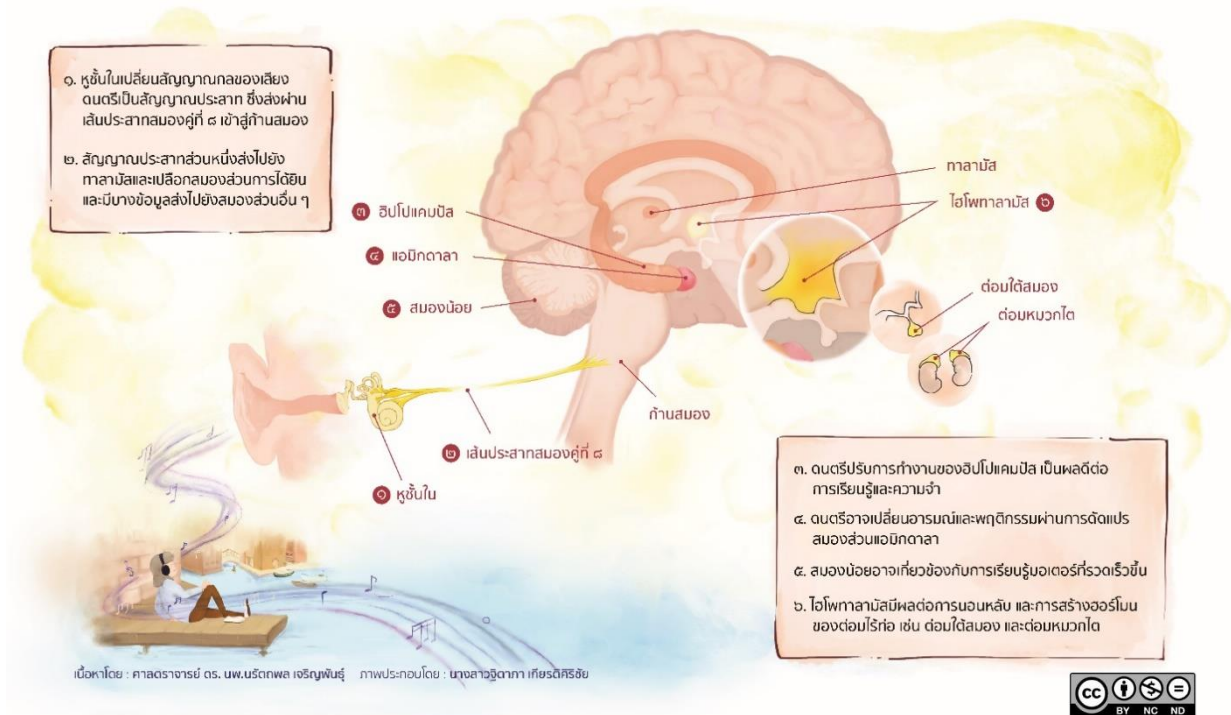
## บทนำ

ดนตรีส่งผลต่อสรีรวิทยาของระบบประสาท ซึ่งรวมถึงการเรียนรู้ ความจำ อารมณ์ และพฤติกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะสภาพของจิตใจที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ความรู้สึก (affection) นอกจากนี้ มนุษย์ยังเรียนรู้อย่างรวดเร็วถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมเชิงบวกที่ได้รับจากการฟังและเล่นดนตรี และใช้ดนตรีเพื่อผ่อนคลาย ลดความเครียด และส่งเสริมทักษะรู้คิดต่าง ๆ เช่น ประสิทธิภาพของการวางแผน การตัดสินใจ การเชื่อมโยงของเหตุและผล การใช้สมาธิจดจ่อกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

## ดนตรีลดความเครียดเสริมความจำได้อย่างไร

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่า ดนตรี รวมถึงเสียงเพลง และเสียงที่มีความถี่เฉพาะบางความถี่ เช่น ๑๑๐ เฮิรตซ์ มีผลต่อสรีรวิทยาของระบบประสาท กล่าวคือ เปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองหลาย ๆ ส่วน โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน เช่น เปลือกสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (hippocampus) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำ มักทำงานได้ดีขึ้นเมื่อฟังดนตรี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับระบบประสาทกลายเป็นแขนงงานวิจัยที่สำคัญมากในสาขาวิชาประสาทวิทยาศาสตร์ (cognitive science) ควบคู่กับพัฒนาการด้านเทคโนโลยีที่จำเป็นแก่การถอดรหัสสัญญาณที่เซลล์ประสาทใช้สื่อสารระหว่างกัน เช่น เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง เครื่องสร้างภาพเชิงฟังก์ชันด้วยเรโซแนนซ์แม่เหล็ก เครื่องเพต-ซีที (PET-CT) ไม่เพียงแต่มนุษย์ที่ตอบสนองเชิงบวกต่อเสียงที่ดังเป็นจังหวะ เสียงเพลงและดนตรี สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอีกหลายสายพันธุ์ เช่น หนูขาว ไพรเมต ก็ตอบสนองคล้ายคลึงกับมนุษย์ งานวิจัยในสัตว์ทดลองทำให้มนุษย์เข้าใจกลไกในระดับเซลล์และโมเลกุลที่ดนตรีส่งผลต่อการทำงานของเซลล์ประสาทบริเวณก้านสมอง เปลือกสมอง รวมถึงระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) และต่อมไร้ท่อด้วย ทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเครียดของจิตใจและร่างกาย ตลอดจนวงจรการหลับและตื่นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่

เนื่องจากสมองส่วนฮิปโปแคมปัสเป็นศูนย์กลางหลักของการเรียนรู้ ความจำ และยังมีส่วนร่วมในการควบคุมความเครียดและวิตกกังวล จึงมีการตั้งสมมติฐานว่า ดนตรีน่าจะมีผลอย่างมากต่อเปลือกสมองส่วนนี้ มีเสียงหลายความถี่ เช่น ๙๘-๑๒๐ เฮิรตซ์ ซึ่งพบได้ทั้งในดนตรีคลาสสิกและเพลงไทยสากล ส่งผลดีต่อการเรียนรู้และความจำ ตลอดจนลดความเครียดได้ สัญญาณเสียงจากก้านสมองยังส่งตรงไปยังบริเวณอื่น ๆ ของสมองด้วย (Koelsch et al., 2014) ไม่ว่าจะเป็นทาลามัส (thalamus) แอมิกดาลา (amygdala) หรือไฮโปทาลามัส (hypothalamus) (ภาพที่ ๑) เสียงเพลงที่กระตุ้นไฮโปทาลามัสจะมีผลต่อเนื้อเยื่อระบบต่อมไร้ท่อ และอาจส่งผลอย่างมากต่อการสร้างฮอร์โมนของเนื้อเยื่อหลายชนิด เช่น ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ต่อมหมวกไต



ภาพที่ ๑ : เสียงเพลงและดนตรีส่งผลเชิงบวกต่อสมองหลายส่วน เช่น แอมิกดาลา อิบโปแคมปัส

มีงานวิจัยในมนุษย์ที่สนับสนุนว่า ดนตรีเพิ่มความสามารถด้านความจำให้แก่ทารก เด็กวัยเรียน และผู้สูงอายุ รวมถึงผู้สูงอายุที่เป็นโรคอัลไซเมอร์หรือสมองเสื่อม ทั้งความจำเพื่อจดจำเหตุการณ์และความจำที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มอเตอร์ (motor learning) ทารกที่ฟังเสียงดนตรีสม่ำเสมอตั้งแต่ยังอยู่ในครรภ์มารดา มักจะมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้มอเตอร์เร็วขึ้น เช่น นั่งและเดินได้ก่อนเด็กในวัยเดียวกัน ดนตรียังส่งผลดีต่อเด็กที่เป็นโรคออทิสติกด้วย แม้ว่าการจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันต้องอาศัยอิบโปแคมปัส แต่ก็มีงานวิจัยไม่มากนักที่ศึกษาผลเชิงลึกของดนตรีหรือความถี่เสียงต่อสมองส่วนนี้ของมนุษย์ การศึกษาในหนูทดลองที่ให้ฟังเสียงดนตรีตั้งแต่ยังไม่คลอดทุกวัน วันละ ๖๐ นาที ช่วยอธิบายกลวิธานระดับเซลล์ที่ดนตรีมีผลดีต่อความจำ กล่าวคือ การฟังเสียงดนตรีเป็นประจำทำให้เซลล์ต้นกำเนิดในสมองส่วนฮิบโปแคมปัสแบ่งตัว และเจริญไปเป็นเซลล์ประสาทได้มากยิ่งขึ้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า นิวโรเจเนซิส ซึ่งพบได้เพียงบางส่วนของสมองเท่านั้น (Kim et al., 2006) ดนตรียังกระตุ้นสมองให้สร้างสารกระตุ้นการเจริญของเซลล์ประสาท เช่น เบรนต์โรฟินิวโรโทรฟิกแฟกเตอร์ (brain-derived neurotrophic factor) สารนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของสมองส่วนฮิบโปแคมปัสให้จำเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น งานวิจัยจากประเทศอินโดนีเซียพบว่า เบรนต์โรฟินิวโรโทรฟิกแฟกเตอร์ในเลือดมีแนวโน้มสูงขึ้นภายหลังฟังเพลง (Adnyana et al., 2020) อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถใช้เบรนต์โรฟินิวโรโทรฟิกแฟกเตอร์ในเลือดมาเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของความจำที่ดีขึ้นภายหลังฟังเพลงได้ เนื่องจากยังมีงานวิจัยในด้านนี้ไม่มาก และมักเป็นงานวิจัยขนาดเล็ก ซึ่งมีจำนวนอาสาสมัครค่อนข้างน้อย

อนึ่ง คงไม่มีใครปฏิเสธว่า เสียงเพลงและดนตรีมีส่วนช่วยลดความเครียดและคลายกังวลได้เป็นอย่างดี เหตุผลส่วนหนึ่งเนื่องจากมีเส้นทางการส่งสัญญาณจากระบบการได้ยินไปยังสมองส่วนแอมิกดาลา ซึ่งควบคุมเรื่องอารมณ์ โดยเฉพาะความกลัว ความโกรธ และความวิตกกังวลของมนุษย์ นอกจากนี้ การลดความกังวลและควบคุมความเครียดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมความจำทางอ้อม ในขณะที่มนุษย์เกิดความเครียด สมองหลายส่วน เช่น ไฮโปทาลามัสและก้านสมอง จะส่งสัญญาณผ่านระบบประสาทอัตโนมัติและระบบฮอร์โมนที่ซับซ้อน โดยเฉพาะฮอร์โมนหลักในระบบแกนไฮโปทาลามัส-ต่อมใต้สมอง-ต่อมหมวกไต

นำไปสู่การหลั่งฮอร์โมนคอร์ติซอลจากต่อมหมวกไตส่วนนอก เพื่อเตรียมร่างกายให้พร้อมที่จะตอบสนองต่อความเครียด ระดับของคอร์ติซอลนี้เองที่มักใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เพื่อช่วยประเมินความเครียดของมนุษย์และสัตว์ โดยตรวจพบได้ทั้งในเลือดและน้ำลาย อนึ่ง ความเครียดและคอร์ติซอลยังส่งผลเชิงลบต่อระบบอื่น ๆ ของร่างกายอีกด้วย เช่น เซลล์เยื่อบุผิวลำไส้ลดการแสดงออกของยีนที่จำเป็นแก่การดูดซึมแคลเซียมจากอาหารเข้าสู่ร่างกาย และกระดูกสูญเสียแคลเซียม เป็นผลให้มวลกระดูกลดลง (Charoenphandhu et al., 2012) มีรายงานวิจัยหลายเรื่องที่สนับสนุนว่า การฟังดนตรี ๖๐-๙๐ นาที ช่วยลดระดับคอร์ติซอลในเลือดได้ โดยที่สมองส่วนไฮโปทาลามัสจะสร้างสารออกซิโทซินเพิ่มขึ้นและสร้างสารคอร์ติโคโทรปินรีลีสซิงฮอร์โมนน้อยลง ผลที่ตามมาคือ ต่อมหมวกไตส่วนนอกจะสร้างฮอร์โมนคอร์ติซอลน้อยลง นอกจากนี้ ดนตรียังมีส่วนช่วยลดระดับของสารชนิดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์โดยตรงกับความเครียด เช่น ทูเมอร์เนโครซิสแฟกเตอร์-แอลฟา อินเทอร์ลิวคิน-๖ อีพิเนพริน (Finn and Fancourt, 2018)

### **แนวความคิดการใช้ดนตรีเสริมความจำ ลดความเครียด และชะลอสมองเสื่อม**

การเล่นและฟังดนตรีส่งผลต่อสมองแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน ทั้งในด้านกลวิธานและตำแหน่งหรือบริเวณของสมองที่ได้รับการกระตุ้น แม้ว่าดนตรีจะช่วยส่งเสริมความจำได้ดี ไม่ว่าจะด้วยการเล่นหรือการฟัง แต่หากมุ่งเป้าไปที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของสมองก็อาจต้องกำหนดอายุของผู้เล่นหรือผู้ฟัง รูปแบบ ระยะเวลา ประเภทของเพลง ทำนอง หรือชนิดเครื่องบรรเลงให้เหมาะสม เช่น นักดนตรีที่เล่นเครื่องดนตรีตะวันตกเป็นประจำตั้งแต่ก่อนอายุ ๑๒ ปี อาจพบสมองข้างซ้ายบางบริเวณพัฒนาดีกว่า โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และจำคำพูด (Chan et al., 1998) จึงมีแนวคิดนำการฝึกทักษะทางดนตรีมาช่วยเสริมความจำที่เกี่ยวข้องกับคำและภาษา นอกจากนี้ มีแพทย์นำดนตรีมาใช้บำบัดความเครียดในหลาย ๆ สถานการณ์ เช่น การให้ผู้ป่วยที่รอผ่าตัดฟังเพลงเพื่อลดความเครียดหรือคลายกังวล การฟังเพลงระหว่างการรอเจาะตรวจน้ำคร่ำของผู้ที่ตั้งครรภ์ การศึกษาในผู้ที่รอเจาะตรวจน้ำคร่ำโดยให้ฟังเพลงที่มีจังหวะผ่อนคลาย และมีระดับความเข้มข้นเสียงระหว่าง ๔๕-๖๐ เดซิเบล พบว่าระดับความวิตกกังวลและระดับคอร์ติซอลในเลือดลดลง (Ventura et al., 2012) อนึ่ง การใช้ดนตรีร่วมกับยาลดความดันในผู้ที่ เป็นโรคความดันเลือดสูง ได้ผลดีกว่าการใช้ยาเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้มีการนำดนตรีพื้นบ้านของไทยที่มีระดับความเข้มข้นเสียงระหว่าง ๔๐-๖๐ เดซิเบล ความยาว ๓๒ นาที โดยให้ฟังต่อเนื่องทุกวันนาน ๓๐ วัน มาช่วยลดความดันเลือดได้อีกด้วย (Im-Oun et al., 2018)-อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาผลเชิงบวกของดนตรีไทยหรือดนตรีพื้นบ้าน โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างความถี่เสียงดนตรีกับความจำของมนุษย์หรือสัตว์ทดลองอย่างเป็นระบบ จึงน่าจะเป็นทิศทางการวิจัยที่ควรได้รับการสนับสนุน เนื่องจากอาจช่วยลดความเครียด ลดความรุนแรงของโรคซึมเศร้า ความวิตกกังวล ในทางกลับกันจะช่วยเพิ่มความสามารถด้านความจำของสมอง หรือช่วยลดความเสื่อมของสมองได้ โดยที่ผู้ป่วยและญาติอาจร่วมกันออกแบบให้เป็นกิจกรรมสร้างความผ่อนคลายและความสุขให้แก่ผู้ป่วยและสมาชิกในครอบครัว ปฏิบัติได้ด้วยตนเองที่บ้าน และมีค่าใช้จ่ายไม่มาก

### **บทสรุป**

ดนตรีและเสียงเพลงส่งผลดีต่อสมองส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฮิปโปแคมปัส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และความจำ นอกจากนี้ยังสร้างอารมณ์เชิงบวก ลดความเครียด และเสริมสร้างสมาธิได้ มีความเป็นไปได้ว่า ดนตรียังอาจจะช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบอื่น ๆ ของร่างกาย ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติและฮอร์โมนคอร์ติซอล เช่น ระบบไหลเวียนเลือด และระบบควบคุมวัฏจักรการสลาย-สร้าง

กระตุกได้อีกด้วย การฟังเพลงและเล่นดนตรีจึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทหลายด้าน เหมาะสมแก่ทุกช่วงวัย ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงผู้สูงอายุ

### เอกสารอ้างอิง

- Adnyana IMO, Mahadewi NPAP, Laksmidewi AAAP. Musical therapy with Balinese flute increased cognitive function, brain-derived neurotrophic factor serum levels, and decreased interleukin-6 serum levels among the elderly in West Denpasar Primary Health Clinic. *Open Access Maced J Med Sci.* 2020;8. doi:10.3889/oamjms.2020.4522
- Chan AS, Ho YC, Cheung MC. Music training improves verbal memory. *Nature.* 1998;396(6707):128.
- Charoenphandhu N, Teerapornpantakit J, Lapmanee S, Krishnamra N, Charoenphandhu J. Duodenal calcium transporter mRNA expression in stressed male rats treated with diazepam, fluoxetine, reboxetine, or venlafaxine. *Mol Cell Biochem.* 2012;369(1-2):87-94.
- Finn S, Fancourt D. The biological impact of listening to music in clinical and nonclinical settings: a systematic review. *Prog Brain Res.* 2018;237:173-200.
- Im-Oun S, Kotruchin P, Thinsug P, Mitsungnern T, Techa-Atik P, Pongchaiyakul C. Effect of Thai instrumental folk music on blood pressure: a randomized controlled trial in stage-2 hypertensive patients. *Complement Ther Med.* 2018;39:43-48.
- Kim H, Lee MH, Chang HK, Lee TH, Lee HH, Shin MC, Shin MS, Won R, Shin HS, Kim CJ. Influence of prenatal noise and music on the spatial memory and neurogenesis in the hippocampus of developing rats. *Brain Dev.* 2006;28(2):109-114.
- Koelsch S, Skouras S. Functional centrality of amygdala, striatum and hypothalamus in a “small-world” network underlying joy: an fMRI study with music. *Hum Brain Mapp.* 2014; 35(7):3485-3498.
- Ventura T, Gomes MC, Carreira T. Cortisol and anxiety response to a relaxing intervention on pregnant women awaiting amniocentesis. *Psychoneuroendocrinology.* 2012;37:148-156.

# สัตว์มีพิษพวกตะขาบที่พบในประเทศไทย

วรุฒ ศิริวุฒิ<sup>๑</sup> และ สมศักดิ์ ปัญญา<sup>๒,๓</sup>

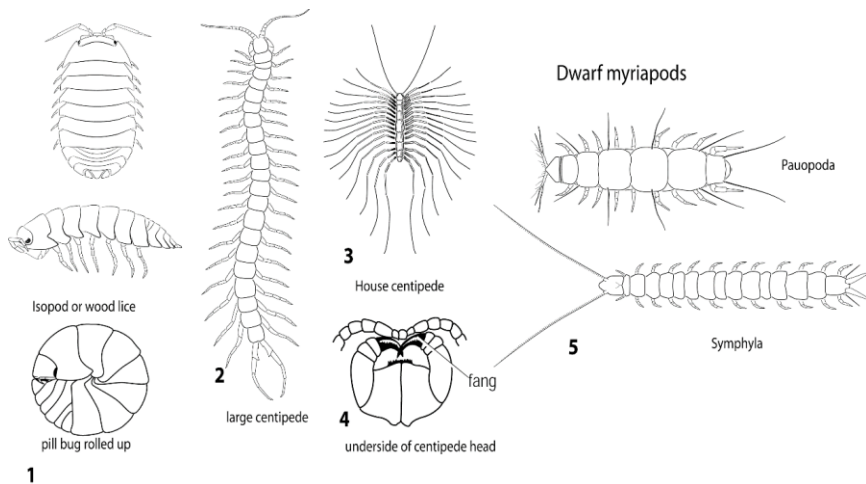
<sup>๑</sup>ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>๒</sup>ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>๓</sup>ภาคีสมาชิก สาขาสัตววิทยา สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภาแห่งประเทศไทย,  
somsak.pan@chula.ac.th

## บทนำ

สัตว์ขาข้อจำพวกตะขาบเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง พบได้ส่วนใหญ่ในป่าธรรมชาติบริเวณเขตร้อนชื้นและเขตอบอุ่น อีกทั้งยังพบในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อาศัยของมนุษย์ ตะขาบมีความใกล้ชิดกับสัตว์จำพวกกิ้งกือ แมงมุม และแมลง ในแง่ของรูปร่างและการดำรงชีวิต ส่วนหัวของตะขาบส่วนมากมีลักษณะแบนราบ ปลายหัวมีหนวด ๑ คู่ ฐานหนวดมีกลุ่มของอวัยวะรับแสงหรือตาเดี่ยว (ocelli) ตะขาบอาจมีตาประกอบ (compound eye) คล้ายแมลง ลำตัวของตะขาบที่โตเต็มวัยมีจำนวนปล้องตั้งแต่ ๑๕-๑๙๐ ปล้อง มีสีสันที่หลากหลายและสวยงาม สีจะออกไปทางแดง ส้ม และน้ำตาล บางชนิดมีสีดำ ด้านข้างหรือด้านหลังของลำตัวมีช่องหายใจ (spiracle) ภายในรูหายใจจะมีรูเปิดขนาดเล็กเชื่อมต่อกับท่อลมที่แทรกเข้าไปในลำตัว ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ตะขาบได้รับการจำแนกอยู่ในไฟลัมย่อย Myriapoda ซึ่งประกอบไปด้วยสัตว์ ๔ ชั้น (class) คือ ตะขาบ (Chilopoda) กิ้งกือ (Diplopoda) ตะขาบเทียม (Symphyla) และตัวลิบขา (Pauropoda) ตะขาบมีลักษณะแตกต่างกับกิ้งกือหลายประการ เช่น ตะขาบมีขาเดิน ๑ คู่ ต่อ ๑ ปล้องลำตัว ในขณะที่กิ้งกือมีขา ๒ คู่ ต่อ ๑ ปล้องลำตัว



ภาพที่ ๑ ภาพวาดแสดงสัตว์ขาข้ออาศัยบนบกที่มักจะพบกันบ่อย ๆ (๑. ตัวกะปิ ๒. ตะขาบบ้านขนาดใหญ่ ๓. ตะขาบบ้านยาว ๔. ส่วนหัวด้านล่างของตะขาบที่แสดงเขี้ยวพิษ (fang) ๕. ตัวลิบขาและตะขาบเทียม (ภาพจาก Milli-Peet: Key to Millipede Orders, The Field Museum Chicago USA, ๒๐๒๒)

ตะขาบทุกชนิดเป็นสัตว์กินเนื้อหรือกินซาก และอยู่ที่ส่วนยอดของห่วงโซ่อาหาร มักพบพฤติกรรมดำรงชีวิตในช่วงเวลากลางคืนและจะหลบซ่อนตัวเวลากลางวันในพื้นที่ที่มีความชื้นและมีแสงน้อย เช่น ใต้เศษ



ใบไม้ ขอนไม้ผุ หรือซอกหิน การเคลื่อนที่ของตะขาบอาศัยขาเดินแต่ละคู่ ลำตัวมีความยืดหยุ่น ทำให้ตะขาบมีความว่องไวและสามารถเปลี่ยนทิศทางได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ตะขาบขนาดใหญ่หลายชนิดยังสามารถเคลื่อนที่ได้ในน้ำ โดยการแนบขาไว้ข้างลำตัวและใช้การเคลื่อนไหวของแกนลำตัวคล้ายสัตว์เลื้อยคลานจำพวกงู จากความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลให้ตะขาบมีขอบเขตการกระจายพันธุ์ที่กว้าง ในปัจจุบันมีเพียง ๓,๓๐๐ ชนิดเท่านั้นที่มีรายงานทั่วโลก ในประเทศไทยตะขาบแบ่งออกเป็น ๔ กลุ่ม คือ ตะขาบบ้านขायาว ตะขาบหิน ตะขาบดิน รวมถึงตะขาบที่พบได้ทั่วไปและบ่อยครั้งที่สุดคือตะขาบบ้าน ในประเทศไทยพบตะขาบบ้านแล้วทั้งสิ้น ๒๔ สปีชีส์ ที่มีความสำคัญและพบได้ทั่วไปมี ๒ สปีชีส์ คือ ตะขาบบ้านทั่วไป หรือตะขาบแดง *Scolopendra dehaani* (Brandt, 1840) และตะขาบเสื่อ *Scolopendra morsitans* (Linnaeus, 1758)



ภาพที่ ๒ ประเภทของตะขาบที่พบในประเทศไทย : ๑. ตะขาบบ้าน ๒. ตะขาบบ้านขायาว ๓. ตะขาบดิน ๔. ตะขาบหิน

### ชีววิทยาทั่วไปของตะขาบ

ตะขาบมีรยางค์ปากและเขี้ยวที่วิวัฒนาการมาจากรยางค์ขา ๓ คู่แรก ปลายเขี้ยวมีช่องเปิดของท่อซึ่งเชื่อมต่อกับต่อมพิษ ลำตัวด้านท้องและแผ่นหลังของตะขาบถูกห่อหุ้มด้วยเปลือก ซึ่งเป็นสารจำพวกไคติน คล้ายเปลือกกุ้งและแมลง ตะขาบมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศ ทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ล่าและเป็นสัตว์กินซากในโซ่อาหาร ตะขาบสามารถล่าสัตว์ขนาดใหญ่ได้หลายชนิด เช่น งู ค้างคาว สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็ก หรือบางครั้งเมื่ออยู่ในภาวะขาดแคลนอาหาร ตะขาบสามารถกินกระทั่งซากสัตว์ที่ตายแล้วหรือตะขาบด้วยกันเองก็ได้ ตะขาบทุกชนิดจะเติบโตขยายขนาดด้วยการลอกคราบอย่างน้อยปีละ ๑ ครั้ง ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ตะขาบมีพฤติกรรมการเกี้ยวพาราสี ตัวผู้มีการสร้างถุงเก็บเซลล์สืบพันธุ์ (spermatophore) และวางลงบนโครงสร้างใยพิเศษ ตะขาบเพศเมียจะเก็บถุงเซลล์ดังกล่าวไว้ภายในช่องสืบพันธุ์บริเวณส่วนท้ายของลำตัวทำให้เกิดการปฏิสนธิ แล้ววางไข่ไว้ในรังดินหรือขอนไม้ผุประมาณ ๑๕-๗๐ ฟองต่อครั้ง ในตะขาบบางพวก เพศเมียแสดงพฤติกรรมดูแลไข่และตะขาบวัยอ่อน (parental care) โดยพันตัวโอบรอบไข่เอาไว้จากไข่จนฟักเป็นตะขาบวัยอ่อน





ภาพที่ ๓ การดูแลไข่ และตะขาบวัยอ่อนของตะขาบเพศเมียชนิด *Otostigmus spinosus*

### ความสัมพันธ์ระหว่างตะขาบกับมนุษย์

ตะขาบเป็นสัตว์มีพิษที่พบได้บ่อยในพื้นที่ชุ่มชื้น มีรายงานกรณีการถูกตะขาบกัดบ่อยครั้ง ในรอบ ๑๐ ปีที่ผ่านมาพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ มีการรายงานผู้ป่วยถึง ๒๔๕ ครั้ง โดยพบแนวโน้มการถูกกัดบ่อยในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคมซึ่งเป็นช่วงน้ำท่วม ทำให้ตะขาบหาที่หลบซ่อนตามบ้านเรือน อาการเมื่อถูกตะขาบกัดได้แก่บริเวณผิวหนังเกิดอาการปวดร้อนและเป็นแผลอักเสบ หากผู้ป่วยที่ถูกกัดมีอาการแพ้พิษ อาจทำให้เกิดอาการข้างเคียงที่รุนแรงได้ เช่น หายใจติดขัด ความดันโลหิตสูง รวมถึงอาจเกิดภาวะช็อกหรือหมดสติได้ วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นในผู้ป่วยที่ถูกตะขาบกัดควรเริ่มตั้งแต่การทำความสะอาดบาดแผลด้วยน้ำสบู่หลาย ๆ ครั้ง แล้วรีบนำตัวส่งแพทย์เพื่อทำการรักษาต่อไป อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่มนุษย์เสียชีวิตจากการถูกตะขาบกัดยังมีน้อยมาก

พิษของตะขาบแบ่งออกเป็นประเภทหลัก ๓ ประเภท เช่นเดียวกับพิษของสัตว์เลื้อยคลานจำพวกงู ได้แก่พิษที่ส่งผลต่อระบบประสาท (neurotoxin) ระบบกล้ามเนื้อ (myotoxin) และระบบเลือด (haemotoxin) พิษเป็นสารประกอบจำพวกโปรตีนและสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบ สารยับยั้งกระบวนการส่งกระแสประสาท ซึ่งในธรรมชาติจะทำให้เหยื่อที่ถูกตะขาบกัดเป็นอัมพาตหรือเสียชีวิตอย่างเฉียบพลัน สมบัติดังกล่าวนี้เองทำให้มีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้พิษทางด้านการแพทย์และเภสัชศาสตร์ รวมถึงประยุกต์ใช้ผลผลิตยาฆ่าแมลงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และถึงแม้ว่าตะขาบจะเป็นสัตว์ที่มีพิษ แต่ก็ยังมีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น จีนและเกาหลีได้มีการนำตะขาบมาทำเป็นอาหารและยาแผนโบราณด้วยความเชื่อด้านสรรพคุณรักษาโรคต่าง ๆ เช่น อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ โรคตาขโมย หรือใช้เป็นยาบำรุงกำลัง นอกจากนี้ยังมีการเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมของชุมชนพื้นเมือง เช่น ชาวมอญ ชาวไทยพื้นเมืองทางภาคเหนือ นิยมทำธงเป็นรูปตะขาบร่วมในงานประเพณีต่าง ๆ เช่น พิธีแห่ทางหงส์ ธงตะขาบ เชื่อว่าเป็นสิริมงคลและช่วยปกป้องภัยอันตรายต่าง ๆ รวมถึงตะขาบยังปรากฏในวรรณกรรมทางศาสนาและพื้นเมืองของชาวมอญ เช่น ตำนานพญาตะขาบกับปูคันธัพพะ มีการกล่าวเปรียบเทียบการปกป้องภัยอันตรายกับบทบาทหน้าที่ของผู้ปกครองสังคมเช่นเดียวกัน

### การศึกษาตะขาบในประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียงในอดีตจนถึงปัจจุบัน

มีหลักฐานปรากฏในเอกสารการสำรวจและรวบรวมสิ่งมีชีวิตของชาวตะวันตกในยุคการค้าอาณานิคมตั้งแต่ประมาณ ค.ศ. ๑๘๘๗-๑๙๕๓ (พ.ศ. ๒๔๓๐-๒๔๙๖) ได้พบรายงานตะขาบหลากหลายสปีชีส์จากภูมิภาคนี้ เช่น E. Haase อดีตผู้อำนวยการพิพิธภัณฑ์วังหน้า (ปัจจุบันคือพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติพระนคร) ได้ศึกษาและบรรยายลักษณะของตะขาบในบริเวณพื้นที่อินโด-ออสเตรเลีย และนักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ

Stanley S. Flower บรรยายลักษณะของตะขาบจากประเทศไทยและบริเวณแหลมมลายู ใน ค.ศ. ๑๙๘๖ (พ.ศ. ๒๕๒๙) E. H. Eason รายงานตะขาบหิน ๗ สปีชีส์ และตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๕๗ คณะนักวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ค้นพบตะขาบบ้านสปีชีส์ใหม่ของโลก ๒ สปีชีส์จากประเทศไทย คือ *Sterropristes violaceus* (Muadsub & Panha, 2012) มีชื่อเรียกทั่วไปว่าตะขาบม่วงสีมิลัน (นามพระราชทานจากสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี) และตะขาบน้ำตกร *Scolopendra cataracta* (Siriwut, Edgecombe & Panha, 2016) มีการตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับตะขาบที่พบในประเทศไทยแล้วทั้งสิ้นถึง ๔๗ สปีชีส์

### บรรณานุกรม

- Niruntarai S, Rueanpingwang K, Othong R. Patients with centipede bites presenting to a university hospital in Bangkok: a 10-year retrospective study. *Clinical Toxicology*. 2021;59(8):721-726.
- Siriwut W, Edgecombe GD, Sutcharit C, Panha S. Brooding behaviour of the centipede *Otostigmus spinosus* Porat, 1876 (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopendridae) and its morphological variability in Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology*. 2014;62:339-351.
- Siriwut W, Edgecombe GD, Sutcharit C, Tongkerd P, Panha S. A taxonomic review of the centipede genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae) in mainland Southeast Asia, with description of a new species from Laos. *ZooKeys*. 2016;590:1-124.
- The Field Museum Chicago, USA. (2022). MILLI-PEET: Key to millipede Orders Thai version. 12 pp.

## กิจกรรมและผลงานของสำนักวิทยาศาสตร์

(มกราคม-เมษายน ๒๕๖๕)

### โครงการปาฐกถาราชบัณฑิตสัญจร

- สำนักวิทยาศาสตร์ จัดโครงการปาฐกถาราชบัณฑิตสัญจร ในรูปแบบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง “การขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์ภายใต้บริบทเศรษฐกิจสีเขียว” เมื่อวันที่ ๑๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (ZOOM)

### การบรรยายพิเศษในที่ประชุมราชบัณฑิตยสภา วันพุธที่ ๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “การผลิตแบบดิจิทัล : เทคโนโลยีการผลิตเพื่ออุตสาหกรรมอนาคต” โดย ศ.กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์

### การบรรยายทางวิชาการในที่ประชุมสำนักวิทยาศาสตร์

#### วันพุธที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “การพัฒนาพลังงานกับการพัฒนาที่ยั่งยืนตามแนวทาง SDGs ของประเทศไทย” โดย ศ. ดร. สมชาติ โสภณธณฤทธิ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมกรรมเกษตร
- เรื่อง “ภัยร้ายจากแมลงหรือสัตว์พาหะต่อปศุสัตว์ในประเทศไทย” โดย ศ. ดร.ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ ภาควิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาลและเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาสัตววิทยา
- เรื่อง “ปัญหาผ้าอ้อม...เรื่องจริงที่ทุกคนต้องเจอ” โดย ศ. ดร. ภกญ.พรอนงค์ อร่ามวิทย์ ภาควิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาลและสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาสัตววิทยา

#### วันพุธที่ ๑๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “ประเทศไทยจะเอาชนะหุบเขามรณะแห่งการพัฒนาเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์ได้อย่างไร” โดย ศ.กิตติคุณ ดร.วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมกรรมและเทคโนโลยีเคมี และ นายวิรุฬห์ ตัณฑะพานิชกุล กรรมการผู้จัดการบริษัท โกลบอล อาร์แอนด์ดี จำกัด
- เรื่อง “Turing test” โดย ศ. ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
- เรื่อง “โครงการคืนชีวิตหอยโข่งไทย ๒ : ทางหลายแห่งอันเนื่องมาจากการเพาะเลี้ยงหอยเชอร์รี่สีทอง” โดย ศ. ดร.สมศักดิ์ ปัญหา ภาควิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาลและสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาสัตววิทยาและสัตวศาสตร์

#### วันพุธที่ ๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๕

- เรื่อง “โรคระบาดแต่อดีตสู่ปัจจุบัน” โดย ศ. ดร. พญ.ศศิธร ผู้กฤตยาคามิ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาเวชศาสตร์เขตร้อน
- เรื่อง “เหลียวหน้าแลหลัง โควิด-๑๙ วัคซีน” โดย ศ. ดร.ยง ภู่วรวรรณ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชากุมารเวชศาสตร์
- เรื่อง “สวนพฤกษศาสตร์พอเพียง : กรอบแนวคิด” โดย รศ. ดร.วงจันทร์ วงศ์แก้ว ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สาขาวิชาพฤกษศาสตร์

**วันพุธที่ ๒๓ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๕**

- เรื่อง “ทรีฟเฟิลแท้ ทรีฟเฟิลเทียม” โดย ศ. ดร.สายสมร ล้ายอง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- เรื่อง “โรคเส้นประสาทเหตุพหุโภชนาการ” โดย ศ. นพ.ก้องเกียรติ คุณท์กัณฑ์กร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาอายุรศาสตร์
- เรื่อง “การพัฒนาชุดตรวจคัดกรองโรคไตเรื้อรังระยะเริ่มต้น” โดย รศ. ดร. นพ.ณัฐชัย ศรีสวัสดิ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาอายุรศาสตร์

**วันพุธที่ ๒ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕**

- เรื่อง “หอยนกกมันกับวิวัฒนาการแห่งการคัดเลือกโดยธรรมชาติ” โดย ศ. ดร.สมศักดิ์ ปัญหา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและสาขาวิชาสัตววิทยาและสัตวศาสตร์

**วันพุธที่ ๑๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕**

- เรื่อง “ความท้าทายในการจัดการอุณหภูมิสำหรับแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า” โดย ศ. ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
- เรื่อง “สวนพฤกษศาสตร์พอเพียงระดับชุมชน” โดย รศ. ดร.วงจันทร์ วงศ์แก้ว ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและสาขาวิชาสาขาวิชาพฤกษศาสตร์
- เรื่อง “ผิวทางพอร์สแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC60/70 ร่วมกับเถ้าหนัก” โดย ศ. ดร.สุชนันต์ หอพิบูลสุข ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

**วันพุธที่ ๒๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๕**

- เรื่อง “ประโยชน์และความเสี่ยงในการใช้กัญชาทางการแพทย์” โดย ศ. นพ.ก้องเกียรติ คุณท์กัณฑ์กร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์
- เรื่อง “เพศ (ของสัตว์น้ำ) นั้นสำคัญนะ” โดย ศ. ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาการประมง
- เรื่อง “นวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างกิจวัตรประจำวันในผู้สูงอายุ จากมุมมองประสาทแพทย์” โดย ศ. นพ.รุ่งโรจน์ พิทยศิริ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์

**วันพุธที่ ๒๔ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๕**

- เรื่อง “TaaS ระบบการขนส่งในอนาคตที่จะดีสลับวัฒนธรรมการใช้รถยนต์ส่วนตัว” โดย ศ.กิตติคุณ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย ราชบัณฑิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
- เรื่อง “มะเร็งที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมและการผลักดันการตรวจพันธุกรรม สำหรับผู้ป่วยมะเร็ง เข้าสู่ระบบสุขภาพของประเทศไทย” โดย ศ. นพ.มานพ พิทักษ์ภากร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์ สาขาวิชาอายุรศาสตร์
- เรื่อง “การใช้ไส้เดือนดินท้องถิ่นไทยกำจัดขยะอินทรีย์ เพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน มาตรฐาน IFOAM” โดย ศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สาขาวิชาปฐพีวิทยา

## ให้ข้อคิดเห็นร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

- เครื่องดูดฝุ่นชนิดลากพื้น : ข้อกำหนดเฉพาะสมรรถนะพลังงาน โดย ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชูติมา ภาควิศวกรรม (มกราคม ๒๕๖๕)
- กล้องฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสียูวี โดย ศ. ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต (กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕)
- เครื่องปรับความดันก๊าซปิโตรเลียมเหลว : ความดันสูง และตู้น้ำร้อนน้ำเย็นบริโภคและตู้น้ำเย็นบริโภค เฉพาะด้านความปลอดภัย โดย ศ. ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต (มีนาคม ๒๕๖๕)
- ได้ให้ข้อคิดเห็นร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกบอลดับเพลิงอัตโนมัติ ศ.กิตติคุณ ดร.สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ ราชบัณฑิต (เมษายน ๒๕๖๕)

ราชบัณฑิตและภาควิศวกรรม เผยแพร่บทความทางวิชาการระดับชาติและนานาชาติ รวม ๘๙ ฉบับ พิมพ์หนังสือ ๑ เล่ม ได้รับสิทธิบัตร ๑ ฉบับ และอนุสิทธิบัตร ๒ ฉบับ

ราชบัณฑิตและภาควิศวกรรมสำนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการเชิดชูเกียรติ รางวัล โล่ ตำแหน่งสำคัญ และปริญญาคุณวุฒิบัณฑิตกิตติมศักดิ์

### มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศ. ดร.ปกรณ์ อุดลพันธุ์ ราชบัณฑิต และศ.กิตติคุณ ดร.วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย ราชบัณฑิต ได้รับคัดเลือกเป็นวิศวะจักษุศาสตร์คุณอาวุโสดีเด่น ครั้งที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๖๔)
- ศ. ดร.สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ ราชบัณฑิต ได้รับรางวัลบุคคลคุณภาพแห่งปี ๒๐๒๑ ด้านเทคโนโลยี โดยมูลนิธิสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ศ. ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ ราชบัณฑิต ได้รับพระบรมราชโองการโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศ. ดร.อรรณ อินเจริญศักดิ์ ภาควิศวกรรม ได้รับรางวัลการวิจัยแห่งชาติ : รางวัลนักวิจัยดีเด่นแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๕ ในสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยาจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
- ศ.เกียรติคุณ ดร. กฤษณา ชูติมา ราชบัณฑิต และ ศ.เกียรติคุณ ดร.สุธรรม อารีกุล ราชบัณฑิต ได้รับการยกย่องเชิดชูเกียรติประกาศให้เป็น “เกษตรราชบัณฑิต” โดยคณะกรรมการบริหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศ. นพ.กীরติ เจริญชลวานิช ภาควิศวกรรม ได้รับโล่ประกาศเกียรติคุณ “วุฒิสภา ศรีธาดาความดี” โดยคณะกรรมการมาธิการการพัฒนาสังคม และกิจการเด็ก เยาวชน สตรี ผู้สูงอายุ คนพิการ และผู้ด้อยโอกาส วุฒิสภา

### มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศ. นพ.ยง ภู่วรวรรณ ราชบัณฑิต ได้รับรางวัลนักวิทยาศาสตร์ป้องกันดีเด่นระดับชาติ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓-๒๕๖๔
- ศ.เกียรติคุณ ดร.กฤษณา ชูติมา ราชบัณฑิต และ ศ.เกียรติคุณ ดร.วิชัย ธีวตระกูล ราชบัณฑิต ได้รับรางวัลเกียรติยศนักเคมีอาวุโส จากสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๔

### เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๕

- ศ. ดร.จรงค์ ผลประเสริฐ ราชบัณฑิต ได้รับพระราชทานปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรามคำแหง



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>



บทความในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เป็นข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นอิสระของผู้เขียน  
ราชบัณฑิตยสภาไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

