ราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑
(มกราคม–มีนาคม ๒๕๖๙)

ISSN 2774-1338 (Online)

ราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา

Bulletin of the Academy of Science The Royal Society of Thailand

ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑
(มกราคม–มีนาคม ๒๕๖๙)

ISSN 2774-1338 (Online)

ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สุระกำพลธร	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ตันตระรัตน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ นพ.ยง ภู่วรวรรณ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สายชล เกตุษา	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ภก.ชยันต์ พิเชียรสุนทร	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สาวิตรี ลิ่มทอง	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ประธานสำนักวิทยาศาสตร์

ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์

บรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์

บรรณาธิการประจำฉบับ

ศาสตราจารย์ ดร.สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ นพ.ก้องเกียรติ กูณฑ์กันทรากร	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรัตถพล เจริญพันธุ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. ภก.พรศักดิ์ ศรีอมรศักดิ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ภก.สมพล ประคองพันธ์	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ศาสตราจารย์ ดร. ทพญ.วรานันท์ บัวจีบ	ราชบัณฑิต	ประเภทวิชาแพทยศาสตร์และทันตแพทยศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.มะลิ หุ่นสม	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ดร.วิยงค์ กังวานศุภมงคล	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา เรืองแสง	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาเทคโนโลยี
ศาสตราจารย์ ดร.สุภา หารหนองบัว	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ
ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร	ภาคีสมาชิก	ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์
นางสาวยลดา ใยประยูร	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	กองวิทยาศาสตร์
นางสาวมณทิรา เกษมสุข	นักวรรณศิลป์ชำนาญการ	กองวิทยาศาสตร์

สารบัญ

บรรณาธิการประจำฉบับแถลง ..... ก
สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา และ ปารเมศ ชุติมา

ไส้เดือนสะเทิน ๑
(Semi-Aquatic Freshwater Earthworms)
รัตน์มณี ชนะบุญ และ สมศักดิ์ ปัญหา

สาหร่ายจุลภาคในฐานะแหล่งสารชีวภัณฑ์ที่มีคุณค่า ๕
(Microalgae as a Source of Valuable Bioproducts)
ปาลญา วุฒิเทียน และ อรัญ อินเจริญศักดิ์

ตัวเรือด ๑๐
(Bed Bug)
ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ และ วรรธนศักดิ์ เลิศล้ำนภากุล

ปลาไร้ก้างฝอย : ฝันที่เป็นจริง ๑๔
(Intermuscular Bone–free Fish: A Dream Comes True)
อุทัยรัตน์ ณ นคร

เรสเวอราทรอลจากของเหลือทิ้งถั่วลายเสือ (*Arachis hypogaea* L.) : คุณประโยชน์และศักยภาพด้านสุขภาพ ๑๗
(Resveratrol from Tiger Peanut (*Arachis hypogaea* L.) By-Products: Benefits and Health Potential)
รุ่งนภา แย้มเดช และ พรอนงค์ อร่ามวิทย์

เรือดำน้ำแคระ ๒๓
(Midget Submarines)
ปารเมศ ชุติมา และ ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์

บรรณาธิการประจำฉบับแถลง

วิทยาศาสตร์ในโลกปัจจุบันมิได้จำกัดอยู่เพียงการค้นพบข้อเท็จจริงใหม่เท่านั้น หากยังทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมโยงความรู้จากหลายสาขาเพื่อตอบโจทย์ความท้าทายของสังคมร่วมสมัย ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ อาหาร ความมั่นคง และเทคโนโลยี จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ฉบับนี้จึงมุ่งนำเสนอองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สะท้อนความหลากหลายของการวิจัยและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของสังคมและเศรษฐกิจยุคใหม่

บทความแรกของจุลสารฉบับนี้นำเสนอเรื่องราวที่เกี่ยวกับไส้เดือนสะเทินในระบบนิเวศน้ำจืด ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย แต่มีบทบาทสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ไส้เดือนสะเทินทำหน้าที่เป็นวิศวกรธรรมชาติที่ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินและส่งเสริมกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศน้ำจืดอย่างมีประสิทธิภาพ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

บทความที่สองเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับสาหร่ายจุลภาคในฐานะแหล่งสารชีวภัณฑ์ที่มีคุณค่า แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดจิ๋วในการเป็นแหล่งผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ สาหร่ายจุลภาคจึงถูกนำมาใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ และชีวเวชภัณฑ์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และการผลิตชีวมวล อันเป็นกลไกสำคัญที่เชื่อมโยงกับแนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

บทความที่สามให้ข้อมูลเกี่ยวกับชีววิทยา วงจรชีวิต และการควบคุมตัวเรือด ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขในหลายภูมิภาคของโลก ความเข้าใจชีววิทยาของแมลงศัตรูมนุษย์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการจัดการและควบคุมการระบาดอย่างมีประสิทธิภาพ

บทความที่สี่แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่สามารถปรับเปลี่ยนการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดก้างฝอยในปลา ส่งผลให้เกิดการผลิตปลาที่มีก้างน้อยลงหรือไม่มีก้างเลย เทคโนโลยีดังกล่าวมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมประมงและการแปรรูปอาหารในอนาคต

บทความที่ห้ากล่าวถึงการผลิตเรสเวอราทรอลจากของเหลือทิ้งถั่วลายเสือ ซึ่งสะท้อนแนวคิดการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

บทความสุดท้ายนำเสนอความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรือดำน้ำแคระ ครอบคลุมถึงวิวัฒนาการและบทบาทของเรือดำน้ำขนาดเล็ก ทั้งในภารกิจทางทหารและพลเรือน เรือดำน้ำแคระโดดเด่นด้านความคล่องตัว การซ่อนตัว และการปฏิบัติการในพื้นที่จำกัด จึงเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางทะเล การสำรวจทรัพยากร และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ใต้น้ำ

สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจุลสารฉบับนี้จะเป็นเวทีหนึ่งในการเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ และเข้าถึงได้ง่ายสำหรับสังคมไทย พร้อมทั้งกระตุ้นให้เกิดความสนใจและความตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

คณะบรรณาธิการประจำฉบับขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.มงคล เดชนครินทร์ ราชบัณฑิต ที่ช่วยตรวจแก้ไขภาษา และศาสตราจารย์ ดร. นพ.นรัตถพล เจริญพันธุ์ ราชบัณฑิต ที่ช่วยจัดทำรูปเล่ม

ศาสตราจารย์ ดร.สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา ราชบัณฑิต
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา ภาคีสมาชิก
ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์
สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา
ทำหน้าที่คณะบรรณาธิการประจำฉบับ

นางสาวยลดา ใยประยูร
เจ้าหน้าที่สำนักงานราชบัณฑิตยสภา
ทำหน้าที่ผู้ประสานงานประจำฉบับ

ไส้เดือนสะเทิน
(Semi-Aquatic Freshwater Earthworms)

รัตน์มณี ชนะบุญ[๑] และ สมศักดิ์ ปัญหา[๒, ๓]

[๑]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
[๒]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[๓]ราชบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยาและสัตวศาสตร์ ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา, somsak.pan@chula.ac.th

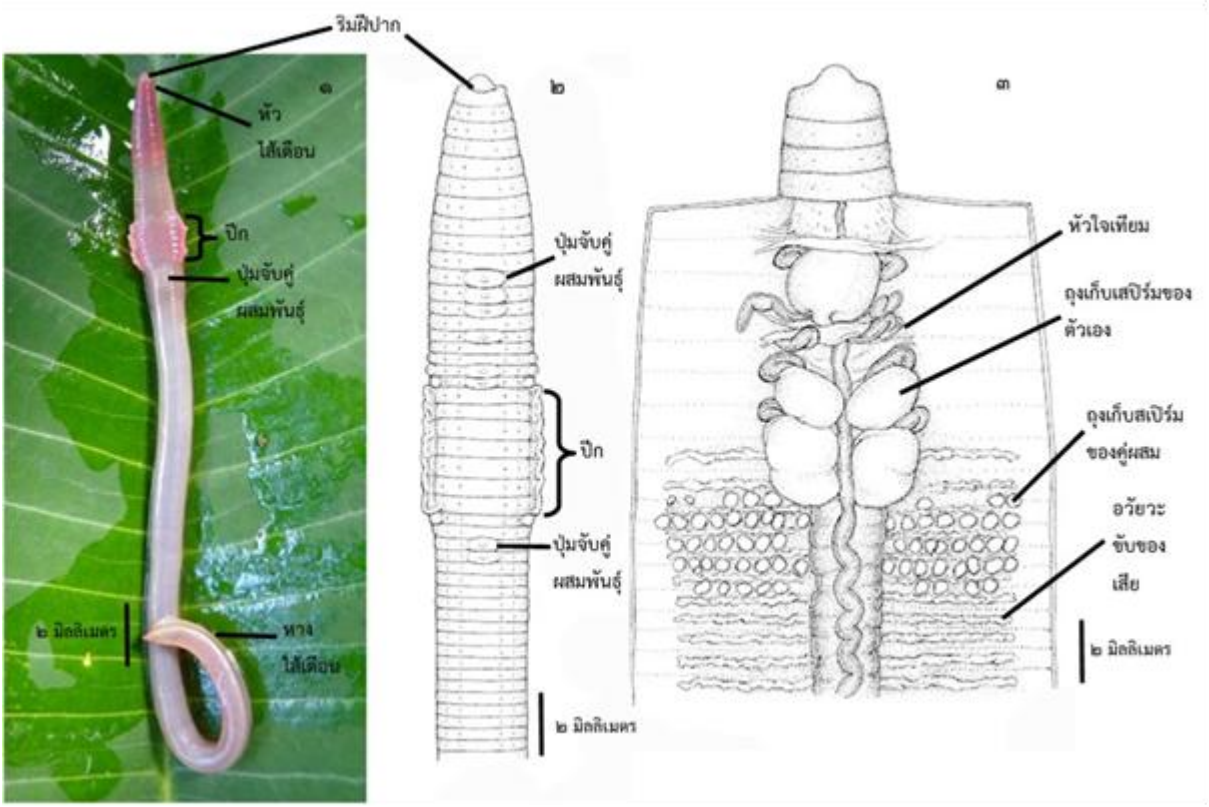
บทนำ

ไส้เดือนสะเทิน (semi-aquatic freshwater earthworms) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทหนอนที่มีลำตัวเป็นปล้อง (segmented worms) อาศัยอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างระบบนิเวศบกกับระบบนิเวศน้ำจืดในพื้นที่ชุ่มน้ำ มีโครงสร้างพิเศษของร่างกายให้ดำรงอยู่ได้ในบริเวณริมแม่น้ำ ลำธาร ลำคลอง หนองน้ำ และในท้องนา (ภาพที่ ๑) เนื่องจากไส้เดือนในสกุลนี้มีลำตัวค่อนข้างเล็ก จึงมีข้อจำกัดในการศึกษาค่อนข้างมาก คนไทย ทั้งประชาชนทั่วไปตลอดจนนักวิชาการ รู้จักไส้เดือนสะเทินน้อยยิ่ง เกษตรกรทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยเรียกชื่อไส้เดือนสะเทินว่า “ขี้ทักแท่” พบในนาข้าวช่วงเป็นต้นกล้าและกำลังเติบโต ปัจจุบันมีรายงานทั่วโลกเพียง ๕๐ ชนิด พบที่เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จำนวน ๔๘ ชนิด และพบที่ทวีปแอฟริกาอีก ๒ ชนิด ในประเทศไทย มีรายงานแล้ว ๑๖ ชนิด

ภาพที่ ๑ แหล่งที่อยู่อาศัย ขุยไส้เดือน และไส้เดือนสะเทินขณะมีชีวิต

ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนสะเทิน

ไส้เดือนสะเทินจัดอยู่ในวงศ์อัลมิดี (Almidae) สกุล *Glyphidrilus* Horst, 1889 ลักษณะเด่นคือ รูปร่างลำตัวเป็นทรงกระบอกยาว หัวท้ายเรียวแหลม ร่างกายแบ่งเป็นปล้องเรียงต่อกัน แต่ละปล้องมีความกว้างใกล้เคียงกัน ปล้องเรียงต่อกันตั้งแต่ส่วนหัวถึงส่วนท้าย มีปากอยู่ด้านหนึ่ง (ส่วนหัว) มีทวารหนักอยู่อีกด้านหนึ่ง (ส่วนท้าย) แต่ละปล้องถูกคั่นด้วยร่องปล้อง (septum) ทำให้สามารถเคลื่อนไหวแต่ละส่วนได้อย่างอิสระ ไม่มีตา ส่วนหัวมีริมฝีปากนอกที่เรียกว่า โพรสโตเมียม (prostomium) ซึ่งสามารถยืดหดได้ ติดอยู่กับปล้องแรก มีชื่อเรียกว่า เพอริสโตเมียม (peristomium) หรือริมฝีปากด้านใน มีเดือยเล็ก ๆ เป็นขนแข็ง (setae) สั้น ๆ เรียงอยู่รอบปล้องแต่ละปล้องจำนวน ๔ คู่ ช่วยในการยึดเกาะกับดินและช่วยในการเคลื่อนที่ เดือยของไส้เดือนสะเทินมีอยู่ในทุก ๆ ปล้อง ยกเว้นปล้องที่ ๑ ไส้เดือนสะเทินมีความยาวลำตัวตั้งแต่ ๓-๓๐ เซนติเมตร และมีความกว้าง ๐.๒-๑.๐ เซนติเมตร (ภาพที่ ๒)



ภาพที่ ๒ (๑) ลักษณะลำตัวของไส้เดือนสะเทิน (๒) ลักษณะลำตัวภายนอก (๓) ลักษณะลำตัวภายใน

ไส้เดือนสะเทินมีขนาดลำตัวค่อนข้างเล็กและเรียวกว่าไส้เดือนบก หายใจผ่านผิวหนังในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำ ลำตัวไม่มีรูกลางหลัง (dorsal pores) ส่วนของลำตัวค่อนไปทางหัวมีลักษณะเป็นทรงกลม ส่วนที่ค่อนไปทางหางเป็นทรงสี่เหลี่ยมคางหมู เวลาที่ไส้เดือนฝังตัว ส่วนท่อนหางจะห่อตัวคล้ายหลอดกาแฟเป็นร่องอากาศบนผิวน้ำลงไปถึงส่วนกลางลำตัว พฤติกรรมนี้เชื่อว่าทำให้อากาศเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้นในขณะที่ไส้เดือนอาศัยอยู่ในดินโคลน (ภาพที่ ๓) ซึ่งต้องรอผลการวิจัยเพื่อยืนยันต่อไป ช่องสืบพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ช่องเปิดเพศเมีย (female pore) ช่องเปิดเพศผู้ (male pore) และช่องรับสเปิร์ม (spermathecal pores) มี

ขนาดเล็กมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไส้เดือนสะเทินส่วนใหญ่จะมีปุ่มจับคู่ผสมพันธุ์ (genital markings) ขนาดใหญ่จำนวนมาก สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งและจำนวนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือน ลักษณะที่โดดเด่นของไส้เดือนสะเทินคือผิวหนังบริเวณปลอกคอหรือไคลเทลลัม (clitellum) ยื่นออกจากลำตัวด้านข้างทั้ง ๒ ข้างเป็นแผ่นแบนออก จนบางครั้งทำให้มองเห็นเหมือนมีปีกกางออกจากลำตัว เราจึงเรียกลักษณะเช่นนี้ว่าปีก (wing) ไส้เดือนที่ต่างชนิดกันจะมีตำแหน่งของปีกที่แตกต่างกัน บริเวณปีกมีเส้นเลือดจำนวนมากมาหล่อเลี้ยงเพื่อให้รับออกซิเจนได้มากขึ้น ปีกของไส้เดือนยังทำหน้าที่ประกบคู่ผสมพันธุ์ให้สามารถยึดอยู่ได้ในขณะที่ไส้เดือนจับคู่ผสมพันธุ์

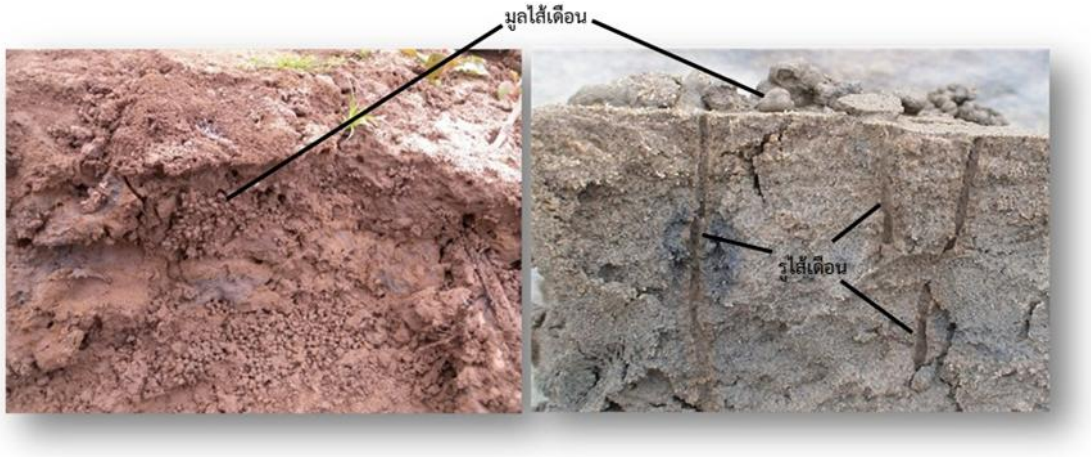
ลักษณะภายในของไส้เดือนสะเทินแตกต่างไปจากไส้เดือนบกทั่วไปมาก กล่าวคือ ไส้เดือนสะเทินมีหัวใจเทียม (pseudohearts) ๔-๕ คู่ ถุงเก็บสเปิร์มของคู่ผสม (ampullar) ไม่มีท่อ (ampullar tube) แต่มีจำนวนหลายถุงต่อปล้อง ไส้เดือนสกุลนี้ไม่มีไส้ติ่ง (intestinal caeca) ไม่มีต่อมลูกหมาก (prostate gland) อวัยวะขับของเสียมีขนาดใหญ่จำนวน ๑ คู่ต่อ ๑ ปล้อง

ภาพที่ ๓ การห่อตัวของปล้องส่วนหางไส้เดือนขณะฝังตัวในโคลนที่มีออกซิเจนต่ำ

บทบาทของไส้เดือนสะเทินกับระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด

ไส้เดือนสะเทินนับว่าเป็น “วิศวกรธรรมชาติ” เป็น “ผู้สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน” ไส้เดือนสะเทินมีบทบาทสำคัญแก่ความหลากหลายทางชีวภาพและสุขภาพของดินในพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำจืดต่าง ๆ เป็นผู้ปรับโครงสร้างดิน เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินเพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน รวมทั้งกำจัดขยะอินทรีย์ที่อยู่ในดินของแหล่งน้ำจืดให้สะอาด ไส้เดือนมีผู้ช่วยที่อาศัยอยู่ภายในลำไส้ คือ จุลินทรีย์หลากชนิด จุลินทรีย์เหล่านี้ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายเศษซากอินทรีย์ที่ไส้เดือนกิน และเปลี่ยนเศษซากเหล่านั้นให้กลายเป็นธาตุและสารอาหารในรูปแบบที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ ไส้เดือน

สะเทินยังสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดสุขภาพดินบริเวณแหล่งน้ำจืดได้ การมีไส้เดือนจำนวนมากในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นสัญญาณที่ดีที่บ่งบอกว่า ดินในบริเวณนั้นมีสุขภาพดี มีการเติมอากาศให้จุลินทรีย์ได้ทำงาน และไม่มีสารพิษ (ภาพที่ ๔)



ภาพที่ ๔ มูลไส้เดือนที่ขับออกมาขณะที่ไส้เดือนเคลื่อนที่ในดินช่วยเติมปุ๋ยในดิน ส่วนรูไส้เดือนที่เกิดขึ้นช่วยเติมอากาศและน้ำลงในดิน

บรรณานุกรม

Chanabun, R., Sutcharit, C., Tongkerd, P. & Panha, S. (2013). The semi-aquatic freshwater earthworms of the genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 from Thailand (Oligochaeta, Almidae) with re-descriptions of several species. *ZooKeys*, 265, 1-76.

Chanabun, R., Lin, A., Jirapatrasilp, P. & Bantaowong, U. (2020). The semi-aquatic freshwater earthworm genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 from Myanmar (Oligochacta: Almidae) with description of a new species. *Tropical Natural History*, 20(2), 203-218.

Chanabun, R., Jirapatrasilp, P. Seesamut, T., Bantaowong, U. Aoonkum, A. & Inkhavilay, K. (2023). Two new species of semi-aquatic freshwater earthworm genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochacta: Almidae) from Thailand and Laos. *Tropical Natural History*, Supplement 7, 31-40.

Jirapatrasilp, P., Backeljau, T., Prasankok, P., Chanabun, R. & Panha, S. (2019). Untangling a mess of worms: Species delimitations reveal morphological crypsis and variability in Southeast Asian semi-aquatic earthworms (Almidae, *Glyphidrilus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 139, 10631.

สาหร่ายจุลภาคในฐานะแหล่งสารชีวภัณฑ์ที่มีคุณค่า (Microalgae as a Source of Valuable Bioproducts)

ปาลญา วุฒิเทียน[๑] และ อรัญ อินเจริญศักดิ์[๑,๒]

[๑]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

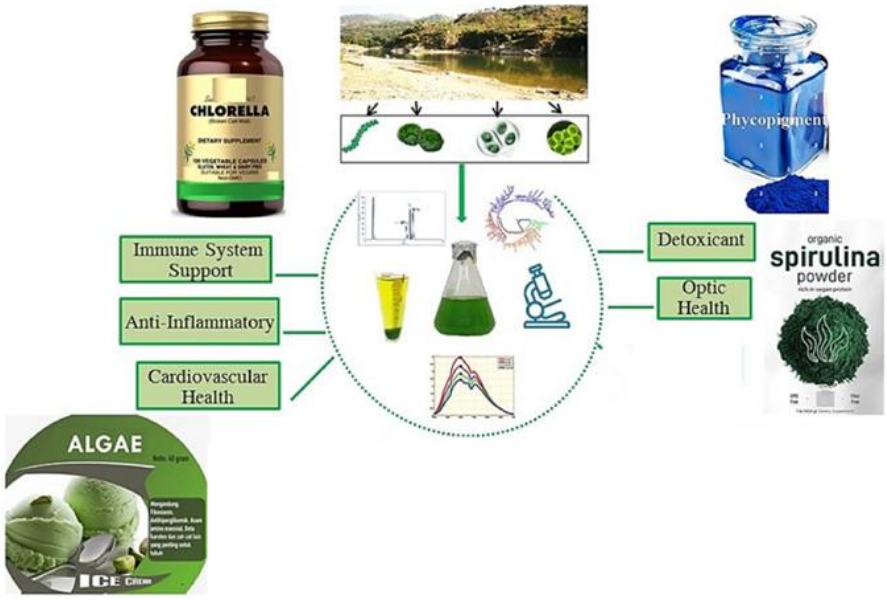
[๒]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ชีวเคมี) ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สำนักวิทยาศาสตร์ราชบัณฑิตยสภา, aran.i@chula.ac.th

บทนำ

ปัจจุบัน การแสวงหาวัตถุดิบและแหล่งอาหารทางเลือกเพื่อพัฒนาระบบการผลิตอาหารอย่างยั่งยืนตลอดจนการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงในกลุ่มส่งเสริมสุขภาพ มีความสำคัญอย่างต่อเนื่อง สาหร่ายจุลภาค (microalgae) และไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) ที่แต่เดิมเรียกว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) เป็นทางเลือกธรรมชาติที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะแหล่งโภชนาการศักยภาพสูงสำหรับการบริโภคของมนุษย์ เนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่จำเป็น สารต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น กรดไขมันจำเป็น วิตามิน กรดแอมิโน พอลิฟีนอล พอลิแซ็กคาไรด์ รวมถึงรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น บีตาแคโรทีน แอสทาแซนทิน ซึ่งนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมด้านสุขภาพและการแพทย์

สาหร่ายจุลภาคและไซยาโนแบคทีเรียมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ โดยเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนในบรรยากาศ พบได้ทั้งในแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็มในทะเล เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วและสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดักจับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นำไปสู่การผลิตชีวมวลจำนวนมาก โดยมีรายงานว่า อาจมีปริมาณสูงถึงประมาณ ๗,๐๐๐ ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าตลาดราว ๓,๘๐๐–๕,๕๐๐ ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (Brasil et al., 2017) ชีวมวลดังกล่าวนำมาใช้ในการพัฒนายา ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพและผลิตภัณฑ์อาหารได้ สาหร่ายจุลภาคยังได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องเพราะมีผู้ค้นพบว่าประกอบด้วยสารประกอบที่มีคุณค่าและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากกว่า ๑๕,๐๐๐ ชนิด สะท้อนถึงความหลากหลายของสายพันธุ์สาหร่ายจุลภาคที่คาดว่ามีอยู่ประมาณ ๒๐๐,๐๐๐–๘๐๐,๐๐๐ ชนิด (Jacob-Lopes et al., 2019) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวแบ่งออกเป็นเมแทบอไลต์ขั้นต้น (primary metabolite) ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของเซลล์ และเมแทบอไลต์ขั้นทุติยภูมิ (secondary metabolite) ซึ่งเป็นสารมูลค่าสูง ส่งผลให้สาหร่ายจุลภาคไม่เพียงใช้เป็นส่วนผสมหลักเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานเท่านั้น แต่ยังประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นสารปรุงแต่งรสชาติ สารเพิ่มเนื้อสัมผัส ซึ่งพบได้ในผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายทั่วไป เช่น ขนมปัง ขนมอบกรอบ เส้นพาสตา ซึ่งมีส่วนผสมของสาหร่ายจุลภาคที่ช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนและใยอาหาร เครื่องดื่มน้ำผลไม้ที่เสริมด้วยสาหร่ายจุลภาคเพื่อเพิ่มวิตามินและแร่ธาตุ รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากสาหร่ายจุลภาคในรูปแบบผง แคปซูล หรือผลิตภัณฑ์อัดเม็ด ซึ่งช่วยขับล้างสารพิษออกจากร่างกาย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดการอักเสบ (ภาพที่ ๑)

การประยุกต์ใช้สาหร่ายจุลภาคในอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสะท้อนถึงศักยภาพด้านคุณค่าทางโภชนาการ อย่างไรก็ตาม การผลิตต้องดำเนินการตามกรอบการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยอาหารอย่างเคร่งครัด งานวิจัยในปัจจุบันยังมุ่งเน้นการค้นหาและคัดเลือกสาหร่ายจุลภาคสายพันธุ์ใหม่ที่มีเมแทบอไลต์ขั้นทุติยภูมิที่มีคุณค่าสูง เพื่อรองรับการพัฒนาและการประยุกต์ใช้เชิงอุตสาหกรรมในอนาคต



ภาพที่ ๑ การประยุกต์ใช้สาหร่ายจุลภาคเป็นผลิตภัณฑ์ด้านอาหารและด้านสุขภาพ
(ที่มา : Sivaramakrishnan et al., 2025)

ความหลากหลายของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายจุลภาค

สารในกลุ่มที่จำเป็นแก่กระบวนการเมแทบอลิซึมและการทำงานพื้นฐานของร่างกาย โดยมีบทบาทในการให้พลังงาน การเป็นองค์ประกอบเชิงโครงสร้างของเซลล์ ได้แก่ โปรตีน กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acids; PUFAs) เช่น กรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก (docosahexaenoic acid; DHA) และกรดไอโคซาเพนทาอีโนอิก (eicosapentaenoic acid; EPA) ทั้งนี้ กลุ่มที่สามารถผลิตโปรตีนคุณภาพสูงและมีองค์ประกอบกรดแอมิโนที่เป็นไปตามแนวทางขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลกนั้น พบได้ทั้งในไซยาโนแบคทีเรีย เช่น *Arthrospira platensis* (spirulina) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อสาหร่ายเกลียวทอง และสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก เช่น *Chlorella vulgaris* โดยให้โปรตีนสูงถึงประมาณร้อยละ ๕๐–๗๐ ของน้ำหนักแห้ง อีกทั้งยังเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบี ๑๒ แร่ธาตุต่าง ๆ และกรดแอมิโนจำเป็น เช่น ไอโซลิวซีน ลิวซีน และแวลีน จึงเหมาะสำหรับเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น นมจากพืช โยเกิร์ต ของขบเคี้ยว และผลิตภัณฑ์เบเกอรี (Prochazka et al., 2023; Prates, 2025) ในด้านการแพทย์ มีผู้พัฒนาการผลิตโปรตีนรีคอมบิแนนต์จากสาหร่าย *Chlamydomonas reinhardtii* และ *Chlamydomonas ellipsoidea* โปรตีนที่ผลิตได้มีตัวอย่างเช่น vascular endothelial growth factor และ erythropoietin ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรักษาภาวะโลหิตจางและการส่งเสริมกระบวนการสมานแผล (Hempel และ Maier, 2016) สำหรับการผลิตกรดไขมันโอเมกา-๓ ซึ่งพบได้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์

อาหารเสริมเพื่อส่งเสริมสุขภาพหัวใจ มีรายงานว่า *Schizochytrium* sp. และ *Scenedesmus* sp. GW63 สามารถสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนปริมาณสูงถึงร้อยละ ๒๐-๓๐ ของกรดไขมันทั้งหมด (Udayan et al., 2023; Prochazka et al., 2023) ในกรณีของไดอะตอม พบว่า *Porosira glacialis* โดดเด่นในการสะสมกรดไขมันชนิด DHA และ EPA คิดเป็นร้อยละ ๕.๗๕ และ ๒๓.๖๖ ของไขมันทั้งหมด ตามลำดับ อีกทั้งยังทนต่อความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระดับสูงได้ดี ดังนั้น การเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการเพาะเลี้ยงจึงมีส่วนช่วยกระตุ้นการสะสม DHA อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเอื้อต่อการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศอย่างยั่งยืน (Artamonova et al., 2017)

สารภายในเซลล์สาหร่ายจุลภาคที่ไม่ได้เน้นการให้พลังงาน แต่มีบทบาทเด่นด้านการฟื้นฟูการทำงานของเซลล์ การขจัดสารพิษ การต้านอนุมูลอิสระ การต้านการอักเสบ และการเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ รงควัตถุชีวภาพ เช่น คลอโรฟิลล์ และไฟโคบิลิโปรตีน (phycobiliproteins) นอกจากนี้ สาหร่ายจุลภาคยังเป็นแหล่งของวิตามินที่มีความสำคัญแก่การทำงานของเซลล์และระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น วิตามินเอในรูปของบีตาแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี และวิตามินบีหลายชนิด ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว พบว่า *Tetraselmis verrucosa* มีปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์สูงถึงร้อยละ ๔๐.๙ ของน้ำหนักแห้ง และยังอุดมด้วยบีตากลูแคน ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยส่งเสริมการสมานแผล และมีสมบัติต้านไวรัส (Vasilakis et al., 2025) ขณะเดียวกัน *Haematococcus pluvialis* ก็โดดเด่นในการเป็นแหล่งแคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะแอสทาแซนทิน ซึ่งเป็นโพรวิตามินเอ ในปริมาณสูงกว่าสาหร่ายชนิดอื่นประมาณ ๑๐ เท่า สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมโภชนเภสัช (nutraceutical industry) ตลอดจนใช้เป็นสารให้สีจากธรรมชาติ (Sandgruber et al., 2021)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสาหร่ายจุลภาค

การสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสาหร่ายจุลภาคได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายด้าน ทั้งด้านการเจริญ ความพร้อมของสารอาหาร ระบบและกลยุทธ์การเพาะเลี้ยง รวมถึงสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ การเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะสารอาหารอุดมสมบูรณ์ช่วยเพิ่มชีวมวล ขณะที่การจำกัดสารอาหารและการกระตุ้นให้เกิดความเครียด เนื่องจากความเข้มแสง อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความเป็นกรด-ด่าง รังสีอัลตราไวโอเลต มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสังเคราะห์และการสะสมสารออกฤทธิ์ เช่น ไขมัน แคโรทีนอยด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ นอกจากนี้ แหล่งคาร์บอนทางเลือก เช่น การใช้น้ำเสียเป็นแหล่งคาร์บอนในการเพาะเลี้ยง มีผลต่อการสนับสนุนการเจริญของเซลล์และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสารโมเลกุลชีวภาพมูลค่าสูงได้อย่างมีนัยสำคัญ

การเพิ่มการสะสมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสาหร่ายจุลภาค

การปรับหรือจำกัดสภาวะแวดล้อมบางประการร่วมกับการจำกัดสารอาหารสามารถกระตุ้นการสะสมสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น แอสทาแซนทิน แคนทาแซนทิน ลูทีน และบีตาแคโรทีน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมชีวภาพ โดยเฉพาะการปรับแต่งยีนและวิถีเมแทบอลิซึม ก็มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มการผลิตเมแทบอไลต์มูลค่าสูงจากสาหร่ายจุลภาค เช่น การกำหนดเป้าหมายไปที่เอนไซม์สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมันที่มีคุณค่า โดยเน้นที่เอนไซม์กลีเซอรอล-๓-ฟอสเฟตแอซิลแทรนส์เฟอเรส (glycerol-3-phosphate acyltransferase) ซึ่งเป็นเอนไซม์หลักในการเร่งการสร้างไทรแอซิล

กลีเซอรอล นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีคริสเพอร์/แคสไนน์ (CRISPR/Cas9) เพื่อควบคุมการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดไขมันก็สามารถเพิ่มการผลิตกรดไขมันโอเมกา-๓ ได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในทำนองเดียวกัน เราอาจประยุกต์ใช้กลยุทธ์การดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อเพิ่มการผลิตกาบา (GABA; gamma amino butyric acid) ภายในเซลล์ *Synechocystis* PCC 6803 โดยกระตุ้นการแสดงออกของยีนกลูทาเมตดีคาร์บ็อกซิเลส (glutamate decarboxylase) ควบคู่กับการกำจัดยีนที่เกี่ยวข้องกับวิถีการใช้คาร์บอน ซึ่งมีการแข่งขันกันภายในวัฏจักรกรดไทรคาร์บอกซิลิก (TCA cycle) ด้วยเทคนิคน็อกเอาต์ยีน (gene knockout) ผลการศึกษาชี้ว่า เราสามารถเพิ่มปริมาณกาบาในเซลล์ได้สูงถึงประมาณ ๒๔๐ เท่า เมื่อเทียบกับเซลล์ปรกติ พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของระดับกรดกลูทามิกและกรดแอมิโนเลวูลินิก (aminolevulinic acid) (Kanwal และIncharoensakdi, 2019)

สาหร่ายสีเขียว *Chlorella* มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนในสัดส่วนสูงมากเมื่อพิจารณาตามน้ำหนักแห้ง มีปริมาณโปรตีนมากกว่าอาหารจากแหล่งอื่น เช่น นมและเนื้อสัตว์ ขณะเดียวกัน สาหร่ายในกลุ่ม Stramenopiles เช่น *Schizochytrium* sp. ซึ่งพบในระบบนิเวศทางทะเล ก็มีศักยภาพสูงในการสะสมไขมันและกรดไขมันชนิด DHA ซึ่งมีปริมาณมากกว่า DHA ในน้ำมันปลาและแทบไม่พบในน้ำมันพืชทั่วไป ดังนั้น สาหร่ายจุลภาคจึงเป็นแหล่งสารอาหารคุณภาพสูงที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นวัตถุดิบทางเลือกสำหรับอาหารและผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในอนาคต

บทสรุป

สาหร่ายจุลภาคและไซยาโนแบคทีเรียมีศักยภาพโดดเด่นในฐานะทรัพยากรชีวภาพแห่งอนาคต ทั้งในมิติของความมั่นคงทางอาหาร สุขภาพมนุษย์ และความยั่งยืนสิ่งแวดล้อม เมื่อเปรียบเทียบเชิงปริมาณกับแหล่งอาหารดั้งเดิม สาหร่ายจุลภาคให้โปรตีนและไขมันคุณภาพสูง อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบยังคงเผชิญความท้าทายหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิต ความสม่ำเสมอของคุณภาพชีวมวล ความเสถียรของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ตลอดจนกรอบการกำกับดูแลด้านความปลอดภัยอาหารและการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น แนวทางการพัฒนาในอนาคตจึงควรมุ่งเน้นการออกแบบระบบเพาะเลี้ยงที่เหมาะกับสายพันธุ์เป้าหมาย การเลือกใช้แหล่งคาร์บอนทางเลือกเพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมถึงการปรับแต่งวิถีเมแทบอลิซึมและการดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสะสมสารชีวโมเลกุลเฉพาะด้าน เช่น กรดไขมันโอเมกา-๓ แคโรทีนอยด์ และกรดแอมิโน การพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวต้องดำเนินการควบคู่กับการประเมินด้านความปลอดภัยและความเสถียรทางพันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความเชื่อมั่นและการยอมรับในระดับสังคมและเชิงพาณิชย์ แนวทางดังกล่าวจะช่วยผลักดันให้สาหร่ายจุลภาคก้าวจากแหล่งวัตถุดิบทางเลือกไปสู่การเป็นฐานทรัพยากรชีวภาพเชิงกลยุทธ์ที่สามารถสร้างนวัตกรรมอาหารและโภชนเภสัชที่มีคุณภาพสูง ปลอดภัย และยั่งยืน ในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

Artamonova, E.Y., Vasskog, T., & Eilertsen, H.C. (2017). Lipid content and fatty acid composition of *Porosira glacialis* and *Attheya longicornis* in response to carbon dioxide (CO_2) aeration. *PLoS One*, 12(5), e177703.

Brasil, B.S.A.F., de Siqueira, F.G., Salum, T.F.C., Zanette, C.M., & Spier, M.R. (2017). Microalgae and cyanobacteria as enzyme biofactories. *Algal Research*, 25(2), 76-89.

Hempel, F. & Maier, U.G. 2016. Microalgae as solar-powered protein factories. In: Vega, M.C. (Ed.), *Advanced Technologies for Protein Complex Production and Characterization*. Springer, Cham, pp. 241-262.

Jacob-Lopes, E., Maroneze, M.M., Depra, M.C., Sartori, R.B., Dias, R.R., & Zepka, L.Q. (2019). Bioactive food compounds from microalgae: An innovative framework on industrial biorefineries. *Current Opinion in Food Science*, 25, 1-7.

Kanwal, S., & Incharoensakdi, A. (2019). The role of GAD pathway for regulation of GABA accumulation and C/N balance in *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Journal of Applied Phycology*, 31(6), 3503-3514.

Prates, J.A. (2025). Unlocking the functional and nutritional potential of microalgae proteins in food systems: A narrative review. *Foods*, 14(9), 1524.

Prochazka, P., Abrham, J., Cerveny, J., Soukupova, J., Ouma, C.N., Mullen, K.J., & Smutka, L. (2023). Algae as a source of protein in the sustainable food and gastronomy industry. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1256473.

Sandgruber, F., Gielsdorf, A., Baur, A. C., Schenz, B., Müller, S. M., Schwerdtle, T., Stangl, G. I., Griehl, C., Lorkowski, S., & Dawczynski, C. (2021). Variability in macro- and micronutrients of 15 commercially available microalgae powders. *Marine Drugs*, 19(6), 310.

Sivaramakrishnan, R., Kanwal, S., Incharoensakdi, A., Nirmal, N., & Srimongkol, P. (2025). Exploring the nutraceutical and functional food potential of microalgae: Implications for health and sustainability. *Journal of Agriculture and Food Research*, 22, 102148.

Vasilakis, G., Marka, S., Ntzouvaras, A., Zografaki, M.-E., Kyriakopoulou, E., Kalliampakou, K. I., Bekiaris, G., Korakidis, E., Papageorgiou, N., Christofi, S., Vassilaki, N., Moschopoulou, G., Tzovenis, I., Economou-Amilli, A., Papanikolaou, S. & Flemetakis, E. (2025). Wound healing, antioxidant, and antiviral properties of bioactive polysaccharides of microalgae strains isolated from Greek coastal lagoons. *Marine Drugs*, 23(2), 77.

ตัวเรือด
(Bed Bug)

ธีรภาพ เจริญวิริยะภาพ[๑,๒] และ วรรธนศักดิ์ เลิศล้ำนภากุล[๒]

[๑]ภาคีสมาชิก สาขาวิชากีฏวิทยา ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, faasthc@ku.ac.th
[๒]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทั่วไป

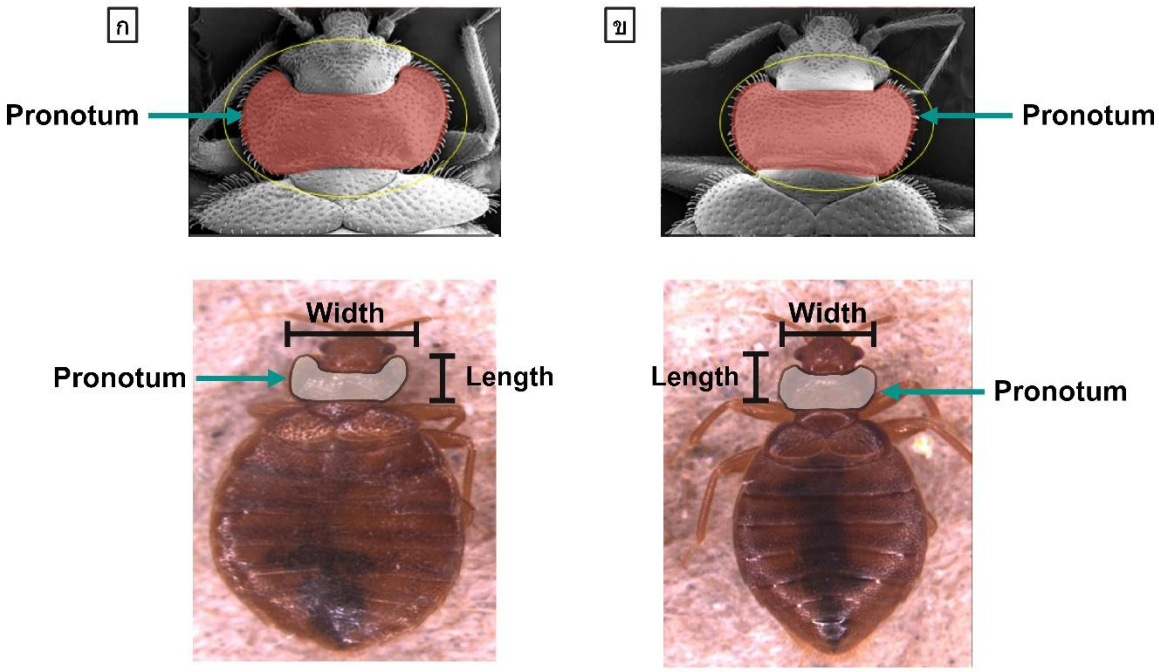
ตัวเรือด (bed bug) เป็นแมลงชนิดหนึ่ง มีขนาดเล็ก อยู่ในอันดับ Hemiptera วงศ์ Cimicidae ตัวเต็มวัยมีลำตัวยาวประมาณ ๕.๕-๖.๕ มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดง ส่วนหัวมีตาประกอบใหญ่อยู่ด้านข้างของลำตัว มีหนวด ๔ ปล้อง หนวดปล้องแรกมีขนาดสั้นและแคบ หนวดปล้องที่ ๒-๔ ยาวเรียว มีปากเป็นแบบเจาะดูด ปากมี ๓ ปล้อง สามารถพับเก็บได้ อกปล้องแรกใหญ่ และมีร่องลึกสำหรับสอดเก็บส่วนหัวได้ มีปุ่มปีกชัดเจนที่อกปล้องกลาง มีขา ๓ คู่ มีปล้องที่ปลายขา ๓ ปล้อง ส่วนท้องมี ๘ ปล้อง และมีขนสั้น ๆ ปกคลุมทั่วไป ปลายสุดของส่วนท้องเพศผู้จะแหลมกว่าเพศเมีย ซึ่งค่อนข้างโค้ง ตัวเรือดเต็มวัยมีต่อมผลิตกลิ่นอยู่ที่ปล้องสุดท้ายของอกระหว่างขาคู่ที่สาม ทำหน้าที่ผลิตฟีโรโมนเตือนสมาชิกในกลุ่มหากมีภัยอันตราย

การกระจายตัว

ตัวเรือดพบได้ทั่วไปในเขตร้อนและเขตอบอุ่น มีจำนวนทั้งสิ้น ๑๑๐ ชนิด ประกอบด้วยวงศ์ย่อย ๖ วงศ์และสกุล ๒๔ สกุล ในจำนวน ๒๔ สกุล มี ๑๒ สกุล ที่พบในประเทศเขตโลกใหม่ เช่น อเมริกา ออสเตรเลีย ตัวเรือด ๙ สกุลพบได้ในประเทศเขตโลกเก่า เช่น ทวีปแอฟริกา ยุโรป เอเชีย และ ๒ สกุล (*Cimex* และ *Oeciocus*) พบได้ทั่วไป สกุลที่สำคัญคือ สกุล *Cimex* ซึ่งมีทั้งสิ้น ๒๓ ชนิด ในจำนวนนี้เป็นปรสิตของคนและสัตว์ ๒๑ ชนิด สัมพันธ์ใกล้ชิดกับสัตว์ปีก เช่น ค้างคาว นก ตัวเรือดที่สำคัญต่อมนุษย์มี ๒ ชนิด ได้แก่ *Cimex lectularius* Linn, 1758 (common bed bug หรือ temperate bed bug) และ *Cimex hemipterus* (Fabricius, 1803) (tropical bed bug)

๑. ตัวเรือด common bed bug หรือ temperate bed bug มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cimex lectularius* Linn, 1758 อยู่ในวงศ์ Cimicidae ลักษณะทั่วไปคือส่วนหัวสั้น ส่วนอกแบ่งออกเป็น ๓ ส่วน ประกอบด้วยอกส่วนหน้า (prothorax) อกส่วนกลาง (mesothorax) และอกส่วนหลัง (metathorax) อกส่วนหน้าด้านบน (pronotum) มีขนาดใหญ่และกว้าง ทำให้สัดส่วนของอกส่วนหน้าด้านบนมีความกว้างมากกว่าความยาว ๒ เท่า ขอบของอกส่วนหน้าด้านบนทั้งสองยื่นไปยังด้านหน้าอย่างชัดเจน (ภาพที่ ๑ (ก)) เป็นสายพันธุ์สำคัญในประเทศภูมิอากาศอบอุ่น พบการระบาดส่วนใหญ่ตามแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เช่น บ้านเรือน โรงแรม
๒. ตัวเรือด tropical bed bug มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cimex hemipterus* (Fabricius, 1803) อยู่ในวงศ์ Cimicidae พบรายงานการกระจายตัวในหลายประเทศ ส่วนมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

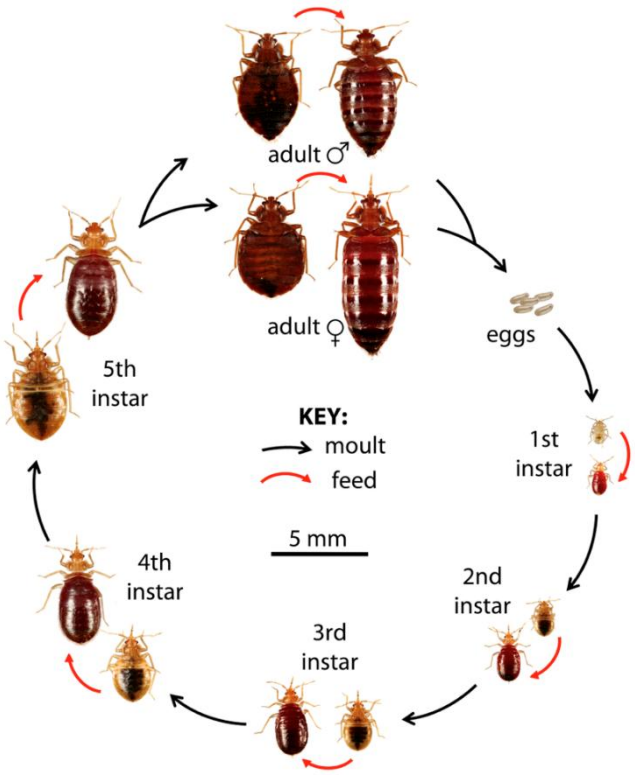
แอฟริกา และออสเตรเลีย ลักษณะทั่วไปของตัวเรือดชนิดนี้คล้ายกับตัวเรือด common bed bug แต่อกส่วนหน้ามีขอบแคบ ขอบของอกส่วนหน้าด้านบนทั้งสองยื่นไปยังด้านหน้าเล็กน้อย (ภาพที่ ๑ (ข))



ภาพที่ ๑ (ก) *Cimex lectularius* (ข) *Cimex hemipterus*
(ที่มา : ภาพถ่ายโดย Dae Yun Kim)

วงจรชีวิต

ตัวเรือดเป็นแมลงที่เจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis) เริ่มจากระยะไข่ ตัวอ่อนมีสีขาวใส มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย ยาวประมาณ ๑.๕ มิลลิเมตร แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้จนมีอายุ ๑ วัน จึงเคลื่อนที่ ตัวอ่อนของตัวเรือดลอกคราบ ๕ ครั้ง และกลายเป็นตัวเต็มวัยในที่สุด ก่อนการลอกคราบ ตัวเรือดจะดูดกินเลือดอย่างน้อยหนึ่งครั้ง แต่ละระยะตัวเรือดจะลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดลำตัวจนเป็นตัวเต็มวัย ตั้งแต่ไข่จนถึงตัวเต็มวัย กินเวลาประมาณ ๕ สัปดาห์ ถึง ๒ เดือน ตัวเรือดตัวเมียวางไข่ครั้งละประมาณ ๕-๑๐ ฟองต่อวัน ตลอดอายุขัย ตัวเรือดสามารถผลิตไข่ได้ประมาณ ๑๐๐-๑๕๐ ฟอง ไข่มีขนาดยาวประมาณ ๑ มิลลิเมตร สีเหลืองอ่อน ด้านหน้ามีฝาปิดและโค้งเล็กน้อย (ภาพที่ ๒)



ภาพที่ ๒ วงจรชีวิตของตัวเรือด
(ที่มา : ภาพโดย Bed Bug Foundation)

อันตรายต่อมนุษย์

ตัวเรือดตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดเลือดจากสัตว์เลือดอุ่น เป็นปรสิตของคนและสัตว์ เช่น นก เป็ด ไก่ ค้างคาว ตัวเรือดออกหากินในเวลากลางคืน โดยเฉพาะตอนใกล้รุ่ง ในเวลากลางวัน ตัวเรือดมักหลบซ่อนตามขอบซอกเตียงที่นอน ใต้ที่นอน ขอบเบาะหรือมุ้ง มุมห้อง หรือด้านหลังกรอบรูปภาพ เป็นต้น แม้ว่าตัวเรือดไม่มีความสำคัญทางการแพทย์มากนัก แต่มีรายงานว่า ตัวเรือดสามารถเป็นพาหะนำโรคตับอักเสบที่เกิดจากเชื้อไวรัส (hepatitis B virus) ได้

การควบคุม

เราสามารถควบคุมตัวเรือดโดยการดูแลรักษาความสะอาดเครื่องนอนและเครื่องเรือนเป็นประจำ หมั่นนำที่นอนตากแดดสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อนชื้น การใช้สารฆ่าแมลงจำพวกไพรีทรอยด์ที่ได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลกฉีดพ่นตามรูหรือตามรอยแตกของไม้หรือเตียงในบ้านช่วยฆ่าตัวเรือดได้ หากไม่สามารถจัดการตัวเรือดได้หมดสิ้น ควรปรึกษานักกีฏวิทยาหรือผู้เชี่ยวชาญ หรือติดต่อบริษัทที่รับจัดการแมลงในบ้านเรือน

บทสรุป

ตัวเรือดเป็นแมลงปากดูดขนาดเล็ก มีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง ตัวเรือดจัดอยู่ในวงศ์ Cimicidae พบได้ทั้งพื้นที่เขตร้อนและเขตอบอุ่น เช่น ทวีปเอเชีย ยุโรป ตัวเรือดจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ ในการลอกคราบแต่ละครั้งต้องดูดกินเลือดก่อน มักออกหากินในเวลากลางคืนและหลบซ่อนในเวลากลางวัน ตัวเรือดจัดเป็นปรสิตของทั้งคนและสัตว์หลายชนิด ตัวเรือดชนิดที่สำคัญต่อคนมี ๒ ชนิด คือ *Cimex lectularius* และ *Cimex hemipterus* เราสามารถควบคุมตัวเรือดได้โดยการดูแลรักษาความสะอาดเครื่องนอนและเครื่องเรือนเป็นประจำ หมั่นนำที่นอนตากแดด และใช้สารเคมีฆ่าแมลงเพื่อกำจัดตัวเรือด

บรรณานุกรม

Doggett, S.L., Orton, C.J., Lilly, D.G. & Russell, R.C. (2011). Bed Bugs: The Australian Response. *Insects*, 2(2), 96-111.

Ellison, L.E., O'Shea, T.J., Neubaum, D.J. & Bowen, R.A. (2007). Factors influencing movement probabilities of big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in buildings. *Ecological Applications*, 17(2), 620-627.

Hwang, S.W., Svoboda, T.J., De Jong, I.J., Kabasele, K.J. & Gogosis, E. (2005). Bed Bug Infestations in an Urban Environment. *Emerging Infectious Diseases*, 11(4), 533-538.

Sabou, M., Gallo Imperiale, D., Andrès, E., Abou-Bacar, A., Foeglé, J., Lavigne, T., Kaltenbach, G. & Candolfi, E. (2013). Bed bugs reproductive life cycle in the clothes of a patient suffering from Alzheimer's disease results in iron deficiency anemia. *Parasite*, 20, 16.

Schuh, R.T., Weirauch, C. & Wheeler, W.C. (2009). Phylogenetic relationships within the Cimicomorpha (Hemiptera: Heteroptera): A total-evidence analysis. *Systematic Entomology*, 34(1), 15-48.

Teeling, E.C., Springer, M.S., Madsen, O., Bates, P., O'brien, S.J. & Murphy, W.J. (2005). A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science*, 307(5709), 580-584.

ปลาไร้ก้างฝอย : ฝันที่เป็นจริง
(Intermuscular Bone–free Fish: A Dream Comes True)

อุทัยรัตน์ ณ นคร[๑]

[๑]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาการประมง ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรและสัตวแพทยศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, ffisurn@ku.ac.th
[๒]คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ปลาเป็นแหล่งอาหารโปรตีนคุณภาพดี ย่อยง่าย นอกจากนี้ ปลาส่วนใหญ่ยังมีราคาไม่แพง อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคจำนวนหนึ่งไม่ชอบรับประทานปลา ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเข็ดขยาดต่อการที่ก้างปลาติดคอ นอกจากปลาจะมีก้างหรือกระดูกที่เกิดจากโครงสร้างหลัก ได้แก่ กะโหลก กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง และกระดูกส่วนพยุงครีบแล้ว ปลากระดูกแข็งจำนวนมากยังมีก้างฝอย (intermuscular bones) แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ โดยฝังอยู่ในแผ่นพังผืด ซึ่งคั่นระหว่างมัดกล้ามเนื้อ ตลอดลำตัวปลา ปลายด้านโคนของก้างฝอยยึดกับโครงกระดูกแกนลำตัว และอาจแตกแขนงคล้ายอักษร Y หรือเป็นเส้นตรง ก้างฝอยเป็นอุปสรรคแก่การแปรรูปและการส่งเสริมความนิยมการบริโภคปลา

กลุ่มปลาที่พบก้างฝอยและจำนวนก้างฝอย

ก้างฝอยพบในกลุ่มปลาตะเพียน ปลาคาร์ป (วงศ์ Cyprinidae) กลุ่มปลาเฮร์ริง-แอนโชวี ปลาไหล กลุ่มปลาเททระ–ปลาปิรันยา จำนวนก้างฝอยแตกต่างกันไปตามชนิดปลา แม้แต่ในปลาชนิดเดียวกันก็ยังอาจพบความแปรผันระหว่างตัวหรือระหว่างประชากรได้ เช่น ปลาไน (*Cyprinus carpio*) พบก้างฝอย ๙๓–๑๐๑ ชิ้น ปลาคาร์ปครูเซียน (crucian carp, *Carassius carassius*) พบ ๗๘–๘๓ ชิ้น ปลาอู่ฉาง (blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*) พบ ๑๐๘–๑๒๙ ชิ้น ความแปรผันภายในชนิดนี้เกิดจากพันธุกรรมและปัจจัยสภาพแวดล้อมในช่วงที่กำลังพัฒนา เช่น อาหาร อุณหภูมิ

กำเนิดก้างฝอยและยีนหลักที่ควบคุมการเกิด

ด้วยความสำคัญของปลากลุ่มนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับก้างฝอย และพบว่าก้างฝอยที่เกิดขึ้นภายหลังการพัฒนากระดูกโครงสร้างนั้นเกิดจากเนื้อเยื่อพังผืด/เอ็นระหว่างปล้องกล้ามเนื้อ (myosepta) ที่ค่อย ๆ เปลี่ยนสภาพกลายเป็นกระดูกเส้นเล็ก ๆ แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ งานวิจัยชี้ว่ายีนสำคัญที่ควบคุมกระบวนการนี้คือ *runx2b* ซึ่งเป็นยีนควบคุมหลัก ส่วนยีน *bmp6* เป็นยีนสัญญาณต้นน้ำที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนี้ (Gan et al., 2023)

ปลาไร้ก้างฝอย

ปลาที่มีก้างฝอยนั้นหลายชนิดเป็นปลาที่นิยมบริโภคและเลี้ยงกันมากในหลายประเทศ เช่น ปลาลิ่น (silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*) ปลาเฉา (grass carp, *Ctenopharyngodon idella*) ที่สาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลผลิตใน พ.ศ. ๒๕๖๖ ของปลา ๒ ชนิดนี้สูงถึง ๓.๘ และ ๕.๙ ล้านตัน ตามลำดับ (FAO, 2026) ส่วนที่สาธารณรัฐอินเดียมีผลผลิตปลาโรฮู่ (*Labeo rohita*) และปลาแคตลา (*Catla catla*) สูงถึง ๑.๙ และ ๔.๒ ล้านตัน ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์หลายกลุ่มจึงพยายามปรับปรุงพันธุ์ปลาไร้ก้างฝอยเพื่อส่งเสริมให้มีผู้นิยมบริโภคมากขึ้น เทคโนโลยีที่ใช้คือการแก้ไขยีน (gene-editing technology) ซึ่งอธิบายง่าย ๆ ว่าเป็นการใช้ “กรรไกรพันธุกรรม” ไปตัดดีเอ็นเอของยีนที่เราต้องการเปลี่ยนแปลง (หรือให้หยุดทำงาน) ระบบที่นิยมใช้คือ CRISPR/Cas9 โดยที่ Cas9 คือเอนไซม์ตัดดีเอ็นเอ ส่วนตำแหน่งดีเอ็นเอที่ตัดนั้นกำหนดด้วยอาร์เอ็นเอนำทาง (guide RNA) ที่ต้องออกแบบให้สามารถจับกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณที่ต้องการตัด

ในการศึกษาโดย Gan et al. (2023) ในปลาคาร์ปกิเบล (gibel carp, *Cyprinus gibelio*) ซึ่งเป็นปลาที่มีวิวัฒนาการโดยการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม และมียีน *runx2b* ถึง ๒ ตำแหน่ง ได้แก่ *Cgrunx2A* และ *Cgrunx2B* ผู้วิจัยออกแบบอาร์เอ็นเอนำทาง ๒ แบบ และยับยั้งการแสดงออกของยีน (gene knockout) ทั้ง ๒ ตำแหน่งในไข่ปลาก่อนการปฏิสนธิ จากนั้นจึงนำไปเหนี่ยวนำให้ไข่พัฒนาเป็นคัพภะ โดยกระตุ้นด้วยน้ำเชื้อปลาชนิดอื่น ซึ่งในที่นี้ใช้น้ำเชื้อปลาไน ลูกปลาจะได้รับพันธุกรรมจากแม่เพียงฝ่ายเดียว จึงเป็นเพศเมียทั้งหมดและมีความผันแปรของลักษณะต่าง ๆ ต่ำ เมื่อปลาเหล่านี้ (แทนด้วย F0) เติบโตถึงขนาดตัวเต็มวัย ผู้วิจัยจึงนำไปฉายรังสีเอกซ์เพื่อนับจำนวนก้างฝอย ซึ่งพบว่าจำนวนก้างลดลง และผันแปรอยู่ระหว่าง ๓–๓๗ ก้าง (ปลาคาร์ปกิเบลปกติมีก้างฝอยประมาณ ๘๐ อัน) เมื่อนำไข่ปลา F0 ไปผ่านการแก้ไขยีนและเหนี่ยวนำให้พัฒนาเป็นตัวจนได้ลูกปลา F1 ก็พบว่าปลาร้อยละ ๘๑ (จำนวน ๒๐๕ ตัว) ไม่มีก้างฝอย อีกร้อยละ ๑๙ มีก้างฝอยเพียงเล็กน้อย ปลาเหล่านี้เจริญเติบโตและเจริญพันธุ์ได้ตามปกติ ปลาไร้ก้างว่ายน้ำได้เหมือนปลาทั่วไป นอกจากจะยับยั้งการแสดงออกของยีน *runx2b* แล้ว ยังมีรายงานความสำเร็จในการสร้างปลาคาร์ปครูเซียนที่ไม่มีก้างฝอยโดยการยับยั้งการแสดงออกของยีน *bmp6a* และ *bmp6b* อีกด้วย (Kuang et al., 2023)

อนึ่งปลาคาร์ปกิเบลไร้ก้างนี้มีผู้ผลิตแล้วในฟาร์มในสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยทีมวิจัยของสถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์จีน (Chinese Academy of Sciences, CAS) ที่นำโดย Dr. Gui Jianfang แต่ยังไม่ได้วางตลาด คาดกันว่าจะต้องผ่านกระบวนการอีกหลายขั้นตอน เช่น กฎระเบียบเกี่ยวกับการดัดแปลงพันธุกรรม ความปลอดภัยด้านอาหาร การยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าปลาที่ผ่านการแก้ไขยีนเพื่อปรับปรุงการเจริญเติบโตนั้นได้รับอนุญาตให้วางตลาดจำหน่ายได้ในประเทศญี่ปุ่น และได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคเป็นอย่างดี จึงคาดว่าปลาไร้ก้างฝอยนี้น่าจะวางตลาดในสาธารณรัฐประชาชนจีนได้เดียวเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

FAO. (2025). FishStatJ - Software for Fishery and Aquaculture Statistical Time Series. https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj

Gan, R.-H., Li, Z., Wang, Z.-W., Li, X.-Y., Wang, Y., Zhang, X.-J., Tong, J.-F., Wu, Y., Xia, L.-Y., Gao, Z.-X., Zhou, L. & Gui, J.-F. (2023). Creation of intermuscular bone-free mutants in amphitriploid gibel carp by editing two duplicated *runx2b* homeologs. *Aquaculture*. 567, 739300.

Kuang, Y., Zheng, X., Cao, D., Sun, Z., Tong, G., Xu, H., Yan, T., Tang, S., Chen, Z., Zhang, T., Zhang, T., Dong, L., Yang, X., Zhou, H., Guo, W. & Sun, X. (2023). Generate a new crucian carp (*Carassius auratus*) strain without intermuscular bones by knocking out *bmp6*. *Aquaculture*. 569, 739407.

เรสเวอราทรอลจากของเหลือทิ้งถั่วลายเสือ (*Arachis hypogaea* L.) : คุณประโยชน์และศักยภาพด้านสุขภาพ

(Resveratrol from Tiger Peanut (*Arachis hypogaea* L.) By-Products: Benefits and Health Potential)

รุ่งนภา แย้มเดช[๑] และ พรอนงค์ อร่ามวิทย์[๑,๒,๓]

[๑] ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ และศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางสารทรงฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อนวัตกรรมทางคลินิก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[๒] คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

[๓] ภาคีสมาชิก สาขาวิชาเภสัชศาสตร์ ประเภทวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, aramwit@gmail.com

บทนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีบทบาทสำคัญทั้งด้านโภชนาการและด้านเศรษฐกิจ ในบางสายพันธุ์ (หรือชื่อทางการค้า) อาจเรียกว่าถั่วลายเสือ (tiger stripe peanut) เนื่องจากมีลักษณะเปลือกหรือเมล็ดเป็นลายเด่น แม้ว่าชื่อเรียกจะแตกต่างกัน แต่ในเชิงพฤกษศาสตร์ยังจัดเป็นพืชชนิดเดียวกัน ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา กรมวิชาการเกษตร (กรมส่งเสริมการเกษตร : การปลูกถั่วลิสง) ได้ส่งเสริมการปลูกถั่วลายเสือ หรือที่เรียกกันว่าถั่วลายเสือแม่ฮ่องสอน (ภาพที่ ๑) หรือถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ ๒ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดแม่ฮ่องสอน, ๒๕๖๓) ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ถั่วลายเสือได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในแง่งานวิจัยด้านโภชนาการและสุขภาพ เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนและไขมันพืช ตลอดจนสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ส่งผลดีต่อสุขภาพมนุษย์ (Sabaté และ Ang, 2009; Ros, 2010) โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ โปรตีนร้อยละ ๒๐–๓๐ ของน้ำหนักแห้ง ไขมัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน รวมถึงใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย (Kris-Etherton et al., 2008; U.S. Department of Agriculture, 2019) กรดไขมันไม่อิ่มตัวในถั่วลายเสือมีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ ขณะที่วิตามินอีและโฟเลตช่วยเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและการสร้างเซลล์ใหม่ (Kris-Etherton et al., 2008; Alasalvar และ Bolling, 2015) นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าถั่วลายเสือแม่ฮ่องสอนมีพลังงาน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล แคลเซียม วิตามิน บี ๑, บี ๒ และแคลเซียมสูงกว่าถั่วลิสงทั่วไป

(ก) (ข)

ภาพที่ ๑ (ก) ถั่วลายเสือแม่ฮ่องสอน (ข) ถั่วลายเสือหลังการคั่ว
(ที่มา : องค์การบริหารส่วนจังหวัดแม่ฮ่องสอน, ๒๕๖๓)

คุณประโยชน์ต่อสุขภาพ

๑. สุขภาพหัวใจและหลอดเลือด : งานวิจัยเชิงวิทยาการระบาดรายงานว่า การบริโภคถั่วเป็นประจำมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากสามารถช่วยลดระดับ LDL cholesterol และเพิ่ม HDL cholesterol รวมถึงลดการอักเสบในหลอดเลือด (Sabaté และ Ang, 2009; Kris-Etherton et al., 2008) การบริโภคถั่วในปริมาณที่เหมาะสมจึงเป็นส่วนหนึ่งของอาหารเพื่อสุขภาพหัวใจ (Ros, 2010)

๒. การควบคุมระดับน้ำตาลและระบบเมแทบอลิซึม : โปรตีนและใยอาหารในถั่วช่วยชะลอการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดคงตัว มีรายงานวิจัยว่า การบริโภคถั่วมีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของโรคเบาหวานชนิดที่ ๒ และช่วยควบคุมน้ำหนัก (Sabaté และ Ang, 2009; Ros, 2010)

๓. สุขภาพสมองและระบบประสาท : วิตามินบี โฟเลต และแมกนีเซียมในถั่วลายเสือมีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบประสาท การสังเคราะห์สารสื่อประสาท และการแบ่งเซลล์ มีรายงานวิจัยว่า สารอาหารเหล่านี้อาจช่วยลดความเสี่ยงต่อความผิดปกติทางระบบประสาทในระยะยาว (Kris-Etherton et al., 2008)

๔. สารต้านอนุมูลอิสระและการลดการอักเสบ : ถั่วลายเสือมีสารฟีนอลิกและพอลิฟีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเครียดออกซิเดชันในร่างกาย และอาจมีบทบาทในการลดการอักเสบเรื้อรัง ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังหลายชนิด (Alasalvar และ Bolling, 2015)

นอกจากจะบริโภคได้โดยตรงแล้ว ถั่วลายเสือยังมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารทำหน้าที่ (functional foods) อาหารเสริมโปรตีนจากพืช และแหล่งวัตถุดิบสำหรับการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและสุขภาพ นอกจากนี้ ของเหลือจากกระบวนการแปรรูปยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และชีววัสดุ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน ได้อีกด้วย

เรสเวอราทรอล (resveratrol) ในถั่วลายเสือ

มีรายงานการพบเรสเวอราทรอล ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มพอลิฟีนอลชนิดสติลบีน (stilbene) ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูงในถั่วลายเสือ เรสเวอราทรอลทำหน้าที่เป็นไฟโทอะเล็กซิน (phytoalexin) ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม เช่น การติดเชื้อรา รังสีอัลตราไวโอเลต มีรายงานวิจัยว่า เรสเวอราทรอล พบได้มากที่สุดในเปลือกถั่วลายเสือ รองลงมาคือในเมล็ดดิบ ในขณะที่กระบวนการแปรรูป เช่น การคั่ว อาจส่งผลให้ปริมาณสารดังกล่าวลดลงบางส่วน แต่ยังคงตรวจพบได้ (Sanders et al., 2000; Sobolev และ Cole, 1999) เรสเวอราทรอลมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Baur และ Sinclair, 2006) ต้านอักเสบ (Salehi et al., 2018) ช่วยปกป้องระบบหัวใจและหลอดเลือด (Zordoky et al., 2015) รวมทั้งฤทธิ์ต้านโรคเมแทบอลิซึมและเบาหวาน (Timmers et al., 2011) ด้วยเหตุนี้ เปลือกถั่วลิสง ซึ่งมักจัดเป็นของเหลือจากกระบวนการแปรรูป จึงมีผู้สนใจนำมาพัฒนาเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและการเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและชีวการแพทย์

ผลการศึกษาสมบัติของสารสกัดถั่วลายเสือ

การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างถั่วลายเสือ

ผู้วิจัยได้นำตัวอย่างถั่วลายเสือปริมาณ ๑.๕ กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ ๗๐ โดยปริมาตรที่อัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลายร้อยละ ๖ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นก็นำของผสมที่ได้ไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสารที่ความเร็วรอบ ๑๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา จึงนำสารละลายที่ได้มาแยกกากออกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอนที่ความเร็วรอบ ๘,๐๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๓๐ นาที เพื่อให้ได้ส่วนใสสำหรับนำไปวิเคราะห์ปริมาณเรสเวอราทรอล ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเฟลโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อไป

ผลการศึกษา

ภาพที่ ๒ แสดงลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบจากถั่วลายเสือรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ (ก) เปลือกถั่วแห้งในสภาพธรรมชาติ (ข) เปลือกถั่วบดหยาบ และ (ค) เปลือกถั่วบดละเอียด ซึ่งใช้ศึกษาผลของขนาดอนุภาคต่อประสิทธิภาพการสกัดสารสำคัญ เปรียบเทียบกับ (ง) กากถั่วที่เหลือทิ้งจากกระบวนการสกัด

ก ข ค ง

ภาพที่ ๒ (ก) เปลือกถั่วแห้งที่ไม่ผ่านการบด (ข) เปลือกถั่วบดหยาบ (ค) เปลือกถั่วบดละเอียด (ง) กากถั่วหลังการสกัด

ร้อยละผลได้ของสารสกัดสูงสุดเท่ากับ ๑๙.๒๘±๐.๕๓ ภาวะการบดของเปลือก (ไม่บด, บดหยาบ, บดละเอียด) ไม่มีผลต่อร้อยละผลได้ของสารสกัดอย่างมีนัยสำคัญ ในแง่ของปริมาณเรสเวอราทรอลต่อกรัมน้ำหนักแห้งของถั่วลายเสือ พบว่า กากถั่วที่ผ่านการสกัดมีปริมาณเรสเวอราทรอลสูงสุดที่ ๖๒.๙๘±๓.๕๔ ไมโครกรัมต่อกรัม รองลงมาคือเปลือกถั่วบดละเอียด (๕๘.๒๗±๐.๖๔ ไมโครกรัมต่อกรัม) ปริมาณสารในตัวอย่างทั้ง ๒ กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับเปลือกแบบแห้งที่ไม่บดและแบบบดหยาบ สำหรับปริมาณเรสเวอราทรอลต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัดถั่วลายเสือนั้น พบว่า เปลือกถั่วบดละเอียดให้ค่าสูงที่สุดที่ ๓.๘๖±๐.๐๔ มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาคือเปลือกแบบไม่บดและเปลือกบดหยาบ ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดจากกากถั่วให้ความเข้มข้นของเรสเวอราทรอลต่ำที่สุดที่ ๐.๓๓±๐.๐๒ มิลลิกรัมต่อกรัม ดังผลในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ร้อยละผลได้ของสารสกัดและปริมาณเรสเวอราทรอล

ชนิดตัวอย่าง	ร้อยละผลได้ของสารสกัด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณเรสเวอราทรอล (ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของถั่วลายเสือ)	ปริมาณเรสเวอราทรอล (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของสารสกัดถั่วลายเสือ)
เปลือกแบบแห้งที่ยังไม่ผ่านการบด	๑.๕๖±๐.๗๑[a]	๕๑.๒๘±๓.๓๘[a]	๓.๒๙±๐.๒๒[a]
เปลือกถั่วบดหยาบ	๑.๙๓±๐.๒๐[a]	๕๐.๗๘±๑.๐๗[a]	๒.๖๔±๐.๐๖[b]
เปลือกถั่วบดละเอียด	๑.๕๑±๐.๕๐[a]	๕๘.๒๗±๐.๖๔[b]	๓.๘๖±๐.๐๔[c]
กากถั่วที่ผ่านการสกัด	๑๙.๒๘±๐.๕๓[b]	๖๒.๙๘±๓.๕๔[b]	๐.๓๓±๐.๐๒[d]

สัญลักษณ์ [a-d] แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ทดสอบทางสถิติด้วย one-way ANOVA ($n = ๔$)

สารสกัดจากเปลือกถั่วบดละเอียดมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ๙๗.๙๒±๒.๖๗ มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมสารสกัด และปริมาณเฟลโวนอยด์ทั้งหมด ๓๗.๗๗±๐.๖๖ มิลลิกรัม QE ต่อกรัม ซึ่งสอดคล้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ที่สูงที่สุด โดยมีค่า $IC_{๕๐}$ ต่ำสุดเท่ากับ ๒๓.๒๙±๒.๒๗ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ ๒) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ขนาดของตัวอย่างส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสารสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปลือกแบบแห้งที่ไม่ผ่านการบดให้ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำ จากผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า เปลือกถั่วลายเสือ โดยเฉพาะในรูปแบบบดละเอียด เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลิกและเฟลโวนอยด์ที่มีศักยภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ ๒ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณเฟลโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ชนิดตัวอย่าง	**ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม GAE ต่อกรัมสารสกัด)**	**ปริมาณเฟลโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัม QE ต่อกรัมสารสกัด)**	**ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ* DPPH (IC_{50}, ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)**
เปลือกแบบแห้งที่ยังไม่ผ่านการบด	๖๐.๕๒±๔.๐๘[b]	๒๒.๙๒±๑.๑๐[b]	๕๕.๗๒±๑๓.๘๒[a]
เปลือกถั่วบดหยาบ	๙๕.๕๘±๑.๓๙[a]	๓๗.๔๖±๑.๑๙[a]	๓๗.๖๒±๗.๙๗[a]
เปลือกถั่วบดละเอียด	๙๗.๙๒±๒.๖๗[a]	๓๗.๗๗±๐.๖๖[a]	๒๓.๒๙±๒.๒๗[a]
กากถั่วที่ผ่านการสกัด	๑๐.๑๐±๐.๔๘[c]	๐.๑๘±๐.๐๔[c]	๘๕๖.๘๗±๑๘.๖๗[b]

สัญลักษณ์ [a,b,c] แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < ๐.๐๕$ ทดสอบทางสถิติด้วย one-way ANOVA ($n = ๔$)
สัญลักษณ์ * หมายถึงใช้กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) เป็นตัวควบคุม โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ ๒.๕๗±๑.๒๗ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

บทสรุป

การบดเปลือกถั่วให้ละเอียดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดเรสเวอราทรอลให้มีความเข้มข้นสูงที่สุดในสารสกัด และทำให้มีปริมาณสารฟีนอลิกและเฟลโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด สอดคล้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การลดขนาดอนุภาคช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดสารสำคัญจากเปลือกถั่วลายเสือเพื่อใช้เป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติได้ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพในการนำผลพลอยได้จากการแปรรูปถั่วลายเสือมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรมสุขภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Alasalvar, C. & Bolling, B.W. (2015). Review of nut phytochemicals, fat-soluble bioactives, antioxidant components and health effects. *British Journal of Nutrition*, 113(S2), S68-S78.

Baur, J.A., Sinclair, D.A. (2006). Therapeutic potential of resveratrol: the *in vivo* evidence. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(6), 493-506.

Kris-Etherton, P.M., Hu, F.B., Ros, E. & Sabaté, J. (2008). The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease. *The Journal of Nutrition*, 138(9), 1746S-1751S.

Ros, E. (2010). Health benefits of nut consumption. *Nutrients*, 2(7), 652-682.

Sabaté, J. & Ang, Y. (2009). Nuts and health outcomes: new epidemiologic evidence. The *American Journal of Clinical Nutrition* , 89(5), 1643S-1648S.

Salehi, B., Mishra, A. P., Nigam, M., Sener, B., Kilic, M., Sharifi-Rad, M., Fokou, P. V. T., Martins, N. & Sharifi-Rad, J. (2018). Resveratrol: A double-edged sword in health benefits. *Biomedicines*, 6(3), 91.

Sanders, T.H., McMichael, R.W. & Hendrix, K.W. (2000). Occurrence of resveratrol in edible peanuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1243-1246.

Sobolev, V.S. & Cole, R.J. (1999). Trans-resveratrol content in peanut kernels and skins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(4), 1435-1439.

Timmers, S., Konings, E., Bilet, L., Houtkooper, R.H., van de Weijer, T., Goossens, G.H., Hoeks, J., van der Krieken, S., Ryu, D., Kersten, S., Kornips, E., Hesselink, M.K.C., Kunz, I., Schrauwen-Hinderling, V.B., Blaak, E.E., Auwerx, J. & Schrauwen, P. (2011). Calorie restriction-like effects of 30 days of resveratrol supplementation on energy metabolism and metabolic profile in obese humans. *Cell Metabolism*. 14(5), 612–622.

U.S. Department of Agriculture. (2019). *FoodData Central: Peanuts, all types, raw*. http://www.fdc.nal.usda.gov.

Zordoky, B.N., Robertson, I.M. & Dyck, J.R. (2015). Preclinical and clinical evidence for the role of resveratrol in cardiovascular disease. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease*, 1852(6), 1155-1177.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (๒๕๖๓). *คู่มือระบบควบคุมคุณภาพและมาตรฐานสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ "ถั่วลายเสือแม่ฮ่องสอน"*. https://home.mhs-pao.go.th/images/PDF_News/630402-1359.pdf

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา
ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๖๙ (หน้าที่ ๒๓-๒๗)

เรือดำน้ำแคระ

(Midget Submarines)

ปารเมศ ชุติมา[๑] และ ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์[๒]

[๑]ภาคีสมาชิก สาขาวิชาวิศวกรรมระบบผลิต ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, parames.c@chula.ac.th

[๒]ราชบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ประเภทวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตสภา, wprida05@gmail.com

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ทางทะเลกว้างขวาง มีแนวชายฝั่งยาว และมีผลประโยชน์แห่งชาติในทะเลทั้งในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และความมั่นคง ไม่ว่าจะเป็นการคมนาคมทางทะเล การประมง แหล่งพลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติ หรือเส้นทางการค้าระหว่างประเทศ สภาพแวดล้อมดังกล่าวทำให้ความมั่นคงทางทะเลเป็นประเด็นเชิงยุทธศาสตร์ที่รัฐบาลให้ความสำคัญอย่างต่อเนื่อง ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีทางทหารใต้น้ำมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะการใช้เรือดำน้ำแคระ (midget submarines) เพื่อลดการพึ่งพากำลังพลโดยตรง และเพิ่มความสามารถในการลาดตระเวน เฝ้าระวัง และปฏิบัติการในพื้นที่เสี่ยง

เรือดำน้ำแคระหมายถึงเรือดำน้ำขนาดเล็กที่มีน้ำหนักต่ำกว่า ๑๕๐ ตัน โดยทั่วไป ควบคุมโดยลูกเรือ ๑ หรือ ๒ คน แต่บางครั้งอาจมากถึง ๖–๙ คน เรือดำน้ำแคระมีพื้นที่ให้ลูกเรืออาศัยเพียงเล็กน้อย (หรืออาจไม่มีเลยก็ได้) โดยปกติ เรือดำน้ำแคระจะทำงานร่วมกับเรือแม่/เรือลำใหญ่ (mother ship) โดยที่ลูกเรือและเจ้าหน้าที่สนับสนุนจะอาศัยบนเรือแม่เป็นหลัก เรือดำน้ำแคระมีบทบาทเชิงกลยุทธ์ในการปฏิบัติการทางทหารเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีลักษณะการซ่อนตัวและความสามารถในการปฏิบัติภารกิจบางประเภทที่เรือดำน้ำขนาดใหญ่ไม่สามารถทำได้

ลักษณะของเรือดำน้ำแคระ

เรือดำน้ำแคระเป็นยุทโธปกรณ์ทางทะเลที่พัฒนาเพื่อตอบสนองภารกิจเฉพาะด้าน ทั้งในมิติการป้องกันประเทศ การหาข่าวกรอง และการปฏิบัติการในน่านน้ำจำกัด ทำให้เรือดำน้ำแคระมีลักษณะพิเศษดังต่อไปนี้

- ขนาด : เล็กกว่าเรือดำน้ำทั่วไปมาก โดยมีความยาวตั้งแต่ ๕๐–๑๕๐ ฟุต (๑๕–๔๕ เมตร) ขนาดที่กะทัดรัดเช่นนี้ช่วยให้เรือดำน้ำแคระสามารถปฏิบัติการในน้ำตื้นและเข้าใกล้เป้าหมายอย่างลับ ๆ ได้เป็นอย่างดี
- ลูกเรือ : เรือดำน้ำแคระมีลูกเรือประจำการน้อยยิ่ง ส่วนใหญ่มีเพียง ๑–๔ คน จำนวนลูกเรือถูกกำหนดโดยพื้นที่อันจำกัดบนเรือดำน้ำ

- การลักลอบ (stealth) : เรือดำน้ำแคระออกแบบมาเพื่อการทำงานแบบซ่อนเร้น มีการติดตั้งเทคโนโลยีเพื่อลดเสียง ทำให้ยากแก่การตรวจจับด้วยโซนาร์หรือตัวรับรู้ (sensor) ชนิดอื่น ๆ
- ความยืดหยุ่นของภารกิจ : ใช้สำหรับภารกิจเฉพาะทางที่หลากหลาย เช่น การลาดตระเวน การแทรกซึม (ส่งกำลัง) หรือการถอนกำลังทหารอย่างลับ ๆ (รวมถึงกองกำลังพิเศษ) การก่อวินาศกรรม การวางทุ่นระเบิด การโจมตีอย่างไม่คาดคิดต่อเรือข้าศึกหรือสถานที่ปฏิบัติงานนอกชายฝั่ง การรวบรวมข่าวกรองและสนับสนุนปฏิบัติการทางทหารขนาดใหญ่
- ความลึกในการปฏิบัติงาน : เรือดำน้ำแคระออกแบบให้ปฏิบัติการในน่านน้ำชายฝั่งและทะเลน้ำตื้นเป็นหลัก ไม่เหมาะกับสภาพแวดล้อมในมหาสมุทรลึก
- ความคล่องตัว (manoeuvrability) : เนื่องจากออกแบบให้มีขนาดเล็ก เรือดำน้ำแคระจึงมีความคล่องตัวดีกว่าเรือดำน้ำขนาดใหญ่ สามารถดำน้ำในพื้นที่จำกัดได้เป็นอย่างดี และสามารถหลบหลีกศัตรูได้อย่างรวดเร็ว
- การปล่อยและการกู้คืน (launch and recovery) : เรือดำน้ำแคระสามารถปล่อยออกจากเรือดำน้ำ เรือผิวน้ำ หรือแม้กระทั่งจากเรือดำน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์พิเศษ ส่วนการกู้คืนหลังเสร็จภารกิจก็สามารถทำได้ด้วยแนวทางเดียวกันกับการปล่อย
- อาวุธยุทโธปกรณ์ (armament) : แม้ว่าเรือดำน้ำแคระจะมีอาวุธยุทโธปกรณ์จำกัดเมื่อเทียบกับเรือดำน้ำขนาดใหญ่ แต่ก็สามารถติดอาวุธด้วยตอร์ปิโด ทุ่นระเบิด หรืออาวุธพิเศษอื่น ๆ ที่เหมาะกับภารกิจที่ได้รับมอบหมาย
- พิสัยทำการและความทนทาน (range and endurance) : เนื่องจากเป็นเรือดำน้ำขนาดเล็ก จึงมีพิสัยทำการและความทนทานจำกัดเมื่อเทียบกับเรือดำน้ำขนาดใหญ่ โดยปกติแล้วเรือดำน้ำแคระจะถูกขนส่งไปยังพื้นที่ปฏิบัติการโดยเรือแม่หรือเรือดำน้ำขนาดใหญ่
- น้ำหนักบรรทุกเฉพาะทาง (specialized payload) : เรือดำน้ำแคระออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อบรรทุกสัมภาระบางอย่าง เช่น ตอร์ปิโด ทุ่นระเบิด หรือส่งกองกำลังพิเศษสำหรับภารกิจแทรกซึมและถอนกำลังทหารกลับฐาน

ประเภทของเรือดำน้ำแคระ

เรือดำน้ำแคระจำแนกออกได้เป็นหลายประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ลักษณะภารกิจ และขีดความสามารถทางเทคโนโลยี เราสามารถจำแนกประเภทเรือดำน้ำแคระตามสภาพแวดล้อมการปฏิบัติงานของกำลังพลได้ดังนี้

- เรือดำน้ำเปียก (wet submarines) : ผู้โดยสารของเรือดำน้ำชนิดนี้ต้องหายใจผ่านเครื่องช่วยหายใจ เนื่องจากระหว่างปฏิบัติการ ภายในห้องโดยสารของเรือดำน้ำประเภทนี้จะมีน้ำอยู่บางส่วน การออกแบบลักษณะนี้ช่วยให้เรือดำน้ำมีขนาดเล็กลง และเพิ่มความสามารถในการลักลอบให้สูงขึ้น
- เรือดำน้ำแห้ง (dry submarines) : ตรงกันข้ามกับเรือดำน้ำเปียก เรือดำน้ำแห้งจะปิดผนึกห้องโดยสารให้แห้งสนิท เรือดำน้ำแห้งจะติดตั้งระบบอัดอากาศเพื่อให้ลูกเรือสามารถหายใจได้

ในอีกแง่หนึ่ง เราสามารถจำแนกประเภทของเรือดำน้ำตามลักษณะการควบคุมและการประจำการกำลังพลได้เช่นกัน ดังต่อไปนี้

- เรือดำน้ำแบบมีมนุษย์ประจำการ (human-occupied) : เรือดำน้ำที่ออกแบบให้บรรทุกลูกเรือจำนวนน้อย โดยปกติมีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการพียง ๑–๔ คน สำหรับภารกิจต่าง ๆ เช่น การลาดตระเวน การก่อวินาศกรรม การปฏิบัติการลับ
- เรือดำน้ำแบบไร้คนประจำการ (unmanned underwater vehicle, UUV) : เรือดำน้ำที่ควบคุมแบบอัตโนมัติหรือควบคุมจากระยะไกล ใช้สำหรับภารกิจต่าง ๆ เช่น การลาดตระเวน การตอบโต้ทุ่นระเบิด การรวบรวมข่าวกรอง โดยไม่ต้องเสี่ยงต่อชีวิตมนุษย์

วัตถุประสงค์ในการใช้งานเรือดำน้ำแคระ

เรือดำน้ำแคระสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ ๒ ประการ คือ วัตถุประสงค์ทางทหารและวัตถุประสงค์ทางพลเรือน อนึ่ง เรือดำน้ำในยุคแรก ๆ ส่วนใหญ่อาจถือว่าเป็นเรือดำน้ำแคระ เช่น ยูเอสเอส ฮอลแลนด์ (ภายใต้รหัส SS-1) ของกองทัพเรือสหรัฐฯ และเอชเอ็มเอส ฮอลแลนด์ 1 (HMS Holland 1) ของกองทัพเรืออังกฤษ

เรือดำน้ำแคระที่ใช้ประโยชน์ในทางทหาร : ในมิติทางทหาร เรือดำน้ำแคระมักใช้งานในการสู้รบเป็นหลัก โดยทำงานร่วมกับเรือผิวน้ำและเรือดำน้ำอื่น ๆ ที่อยู่ในฐานะเรือแม่ เรือดำน้ำประเภทนี้ออกแบบมาเพื่อบรรทุกลูกเรือจำนวนไม่มาก และมักจะมีระยะเวลาปฏิบัติงานและความทนทานจำกัดเมื่อเทียบกับเรือดำน้ำขนาดทั่วไป มักนำมาใช้เสริมการปฏิบัติการในกรณีพิพาทระหว่างประเทศ และการปฏิบัติการต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น การลาดตระเวน การก่อวินาศกรรม การขนส่งกองกำลังพิเศษเข้าไปในดินแดนของศัตรู เรือดำน้ำประเภทนี้มักติดอาวุธด้วยตอร์ปิโดและทุ่นระเบิดรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตรงส่วนบรรทุกด้านข้างที่ถอดออกได้ นอกจากนี้ อาจทำหน้าที่เป็นยานพาหนะสำหรับขนส่งนักประดาน้ำในหน่วยซีลของกองทัพเรือ (Navy SEALs) ไปยังบริเวณใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ต้องการจะโจมตีด้วยทุ่นระเบิดอีกด้วย

เรือดำน้ำแคระที่ใช้ประโยชน์ในทางพลเรือน : ในมิติทางพลเรือน เรือดำน้ำแคระมักนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อบำรุงรักษาอุปกรณ์ใต้น้ำ การสำรวจด้านโบราณคดี และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เรือดำน้ำแคระยังอาจนำมาใช้เพื่อการท่องเที่ยวแนวแปลกใหม่ เน้นการผจญภัย และท้าทายความสามารถทางกายภาพ นอกจากนั้น ในปัจจุบันมีเรือดำน้ำแคระจำนวนมากที่ต่อขึ้นโดยนักต่อเรือดำน้ำสมัครเล่นเพื่อเป็นงานอดิเรก

ประโยชน์ของเรือดำน้ำแคระทางทหารและการปฏิบัติการพิเศษ

เรือดำน้ำแคระมิได้มีบทบาทจำกัดอยู่เพียงการปฏิบัติการทางยุทธวิธีเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถในการปฏิบัติการพิเศษในสภาพแวดล้อมทางทะเลที่ซับซ้อนและอ่อนไหวต่อความมั่นคงของรัฐอีกด้วย เนื่องจากสมบัติดังนี้

- การซ่อนตัว : เรือดำน้ำแคระออกแบบมาให้ทำงานได้อย่างเงียบ ๆ และซ่อนเร้น ทำให้ตรวจจับด้วยเรดาร์และระบบตรวจจับอื่นได้ยาก ความสามารถนี้ช่วยให้เรือดำน้ำแคระเข้าใกล้เป้าหมายได้อย่างลับ ๆ โดยที่ศัตรูไม่ทันรู้ตัว

- ความคล่องตัว : เรือดำน้ำแคระนำไปใช้ได้ในบทบาทที่หลากหลาย รวมถึงการลาดตระเวน การก่อวินาศกรรม การรวบรวมข่าวกรอง และการปฏิบัติการพิเศษ ขนาดที่เล็กและความคล่องแคล่วสูงช่วยให้เรือดำน้ำแคระสามารถปฏิบัติการในน้ำตื้นใกล้กับชายฝั่งได้ ในขณะที่เรือดำน้ำขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงได้
- ความสามารถในการปฏิบัติการพิเศษ : ช่วยให้กองกำลังพิเศษสามารถปฏิบัติภารกิจได้ลึกถึงภายในดินแดนของศัตรู หรือในสภาพแวดล้อมทางทะเลที่ท้าทาย ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิผลในการปฏิบัติงานทางทหาร
- การปรับตัวให้เข้ากับภารกิจพิเศษ : เรือดำน้ำแคระสามารถปรับแต่งน้ำหนักบรรทุกและติดตั้งอุปกรณ์พิเศษให้เหมาะกับภารกิจที่ได้รับมอบหมายได้เป็นอย่างดี ซึ่งรวมถึงการบรรทุกนักประดาน้ำ กองกำลังพิเศษ หรืออุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติการลับ เช่น การวางทุ่นระเบิด การติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าระวัง
- การลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน : ด้วยขนาดที่เล็กและใช้ลูกเรือไม่มาก จึงช่วยลดการสูญเสียบุคลากรที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่ภารกิจล้มเหลวหรือมีการปะทะกับศัตรู ทำให้เหมาะสำหรับการปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงสูง
- ความคุ้มค่า : เรือดำน้ำแคระประหยัดกว่าเรือดำน้ำขนาดใหญ่ในแง่การผลิต การใช้งาน และการบำรุงรักษา เนื่องจากต้องการลูกเรือจำนวนน้อย สามารถขนส่งและปล่อยสู่พื้นที่ที่ต้องการได้ง่าย ลดความต้องการด้านโลจิสติกส์ลงได้มาก

ประเทศในเอเชียที่ใช้งานเรือดำน้ำแคระ

ประเทศในเอเชียหลายประเทศได้พัฒนาและใช้งานเรือดำน้ำแคระเพื่อวัตถุประสงค์ทางทหารและเชิงกลยุทธ์ เรือดำน้ำแคระจึงเปรียบเสมือนทรัพย์สินทางทะเลที่ยืดหยุ่นและซ่อนตัวได้ เหมาะกับการปฏิบัติการในเขตน้ำตื้นหรือพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง ซึ่งเรือดำน้ำขนาดใหญ่หรือเรือผิวน้ำไม่สามารถปฏิบัติงานได้

- ญี่ปุ่น ได้พัฒนาและใช้เรือดำน้ำแคระอย่างกว้างขวางในช่วงสงครามโลกครั้งที่ ๒ เช่น ไคเทน (ตอร์ปิโดมีคนขับ) และไคริว (เรือดำน้ำขนาดเล็ก) เรือดำน้ำแคระเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์ทางทะเลของญี่ปุ่นในการป้องกันชายฝั่งและการปฏิบัติการเชิงรุก
- สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนเกาหลี (เกาหลีเหนือ) ใช้กองเรือดำน้ำแคระชั้นโยโนะ (Yono Class) เพื่อป้องกันชายฝั่ง แทรกซึม และปฏิบัติการพิเศษ เรือดำน้ำแคระถือเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถทางเรือที่ไม่ธรรมดาของเกาหลีเหนือ
- สาธารณรัฐเกาหลี (เกาหลีใต้) ใช้งานเรือดำน้ำแคระภายในกองทัพเรือ แม้ว่ารายละเอียดเฉพาะเกี่ยวกับประเภทและขีดความสามารถจะไม่ได้เปิดเผยต่อสาธารณะ เรือดำน้ำเหล่านี้ก็เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การป้องกันน่านน้ำชายฝั่งของประเทศ
- สาธารณรัฐประชาชนจีน พัฒนาเรือดำน้ำแคระขึ้นหลายประเภท รวมถึง MS200 และเรือดำน้ำที่ออกแบบในประเทศ เรือดำน้ำเหล่านี้ใช้สำหรับบทบาทต่าง ๆ ทางการทหาร เช่น การป้องกันชายฝั่ง การปฏิบัติการพิเศษ การลาดตระเวน การลาดตระเวนในน่านน้ำจีน
- สาธารณรัฐอินโดนีเซีย ใช้งานเรือดำน้ำแคระเป็นส่วนหนึ่งของกองเรือ เช่น เรือดำน้ำชั้นจักรา (Cakra Class) และนากาปาซา (Nagapasa Class) ซึ่งใช้ในภารกิจป้องกันชายฝั่ง ลาดตระเวน และเฝ้าระวังในน่านน้ำอินโดนีเซีย

- สาธารณรัฐอินเดีย ได้พัฒนาเรือดำน้ำแคระเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันและในเชิงกลยุทธ์ เรือดำน้ำเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของความพยายามของอินเดียในการเพิ่มขีดความสามารถทางเรือในเขตน่านน้ำภูมิภาคของตน

เรือดำน้ำแคระในกองทัพเรือไทย

ปัจจุบันกองทัพเรือไทยยังไม่มีเรือดำน้ำแคระประจำการอย่างเป็นทางการ และยังไม่มีการประกาศนโยบายเฉพาะที่ชัดเจนแต่ประการใด อย่างไรก็ตาม รัฐบาลได้แสดงความสนใจและมีการศึกษาเทคโนโลยีดังกล่าวในหลายมิติ โดยเฉพาะเพื่อการเก็บข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์ การลาดตระเวน และการตรวจสอบภัยคุกคามใต้น้ำ สถานการณ์นี้สะท้อนให้เห็นถึงช่วงเปลี่ยนผ่านเชิงนโยบาย ซึ่งเป็นการพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุนด้านเทคโนโลยีใต้น้ำ เพื่อให้สอดคล้องกับทรัพยากร งบประมาณ และบริบทความมั่นคงของประเทศ อีกนัยหนึ่ง อาจมองว่าเรือดำน้ำแคระเป็นโครงการเชิงนโยบายที่มีศักยภาพในการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีภายในประเทศ หากมีการสนับสนุนอย่างเป็นระบบ โครงการลักษณะนี้จะช่วยลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และสร้างฐานอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในระยะยาว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงการดังกล่าวต้องพิจารณาความคุ้มค่าเชิงยุทธศาสตร์ ความโปร่งใสในการใช้งบประมาณ และการสื่อสารกับสาธารณชน เพื่อสร้างความเข้าใจและการยอมรับในวงกว้าง

บทสรุป

เรือดำน้ำแคระเป็นยุทโธปกรณ์และเทคโนโลยีใต้น้ำที่มีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในบริบทความมั่นคงทางทะเลยุคใหม่ ด้วยขนาดที่กะทัดรัด มีความคล่องตัวสูง และความสามารถในการปฏิบัติการอย่างซ่อนเร้น บทความนี้นำเสนอความหมาย ลักษณะ ประเภท วัตถุประสงค์การใช้งาน และประโยชน์ของเรือดำน้ำแคระ ทั้งในมิติทางทหาร ปฏิบัติการพิเศษ และการใช้งานเชิงพลเรือน รวมถึงตัวอย่างการใช้งานในประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาค การวิเคราะห์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า เรือดำน้ำแคระเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างขีดความสามารถด้านการเฝ้าระวัง การข่าวกรอง และการปฏิบัติการในน่านน้ำจำกัด สำหรับประเทศไทย แม้ยังไม่มีการประจำการเรือดำน้ำแคระอย่างเป็นทางการ แต่แนวโน้มเชิงนโยบายและการศึกษาด้านเทคโนโลยีใต้น้ำชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการพัฒนาในอนาคต ทั้งนี้ การพิจารณานำเรือดำน้ำแคระมาใช้งานควรคำนึงถึงความคุ้มค่าเชิงยุทธศาสตร์ การพัฒนาองค์ความรู้ภายในประเทศ และการบริหารจัดการที่โปร่งใส เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อความมั่นคงและผลประโยชน์ทางทะเลของชาติในระยะยาว

บรรณานุกรม

วิกิพีเดีย. (๒๕๖๘). *เรือดำน้ำ.* https://th.wikipedia.org/wiki/เรือดำน้ำ

Encyclopedia Britannica. (2023). *Submarine (naval vessel)*. https://www.britannica.com/technology/submarine-naval-vessel

Naval Technology. (2023). *Types of Submarines*. https://www.navaltechnology.com/s?search=type+of+submarines

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดทำโดยสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา เพื่อเป็นสื่อกลางในการให้ข้อมูลและความรู้กับผู้อ่านที่เป็นประชาชนทั่วไปที่สนใจการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี แพทยศาสตร์ ทันตแพทยศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสัตวแพทยศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานองค์ความรู้และการพัฒนาการด้านการผลิตที่เปลี่ยนแปลงโลก ทั้งนี้ เน้นการนำเสนอเนื้อหาแบบไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และทันเหตุการณ์ ในรูปแบบบทความปริทัศน์ฉบับย่อ จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ไม่ตีพิมพ์บทความวิจัย และไม่รับบทความจากบุคคลภายนอกราชบัณฑิตยสภา

จุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา จัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิทัล และปรากฏบนเว็บไซต์ https://www.orst.go.th และ https://science.royalsociety.go.th กำหนดออกเผยแพร่ปีละ ๔ ฉบับ คือ (๑) มกราคม-มีนาคม (๒) เมษายน-มิถุนายน (๓) กรกฎาคม-กันยายน และ (๔) ตุลาคม-ธันวาคม ผู้อ่านสามารถอ่านจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ได้โดยไม่ต้องสมัครเป็นสมาชิก และสามารถนำเนื้อหาในบทความที่ตีพิมพ์ในจุลสารสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา ไปอ้างอิงได้ตามหลักวิชาการ

ราชบัณฑิตยสภา
The Royal Society of Thailand

ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา (อาคารซี)
๑๒๐ ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ๑๐๒๑๐
โทร. ๐ ๒๑๔๑ ๑๗๑๘

https://www.orst.go.th

https://science.royalsociety.go.th

ISSN 2774-1338