ย่อยโลกข้อมูลข่าวสารวิทยาศาสตร์เพื่อคุณ

สาระวิทย์

สวทช
NSTDA



40 ปี สยามโมซอรัส จากฟันปริศนาสู่การเปิดเผยโลกของสไปโนซอร์ในประเทศไทย

41
จากป่าสู่ฟาร์ม : เส้นทางของยีน
เมื่อสัตว์ป่ากลายเป็น "สายพันธุ์"

51
ห้าสิบปีไดโนเสาร์ไทย สิบห้าชนิดใหม่
และก้าวต่อไปของบรรพชีวินไทย

56
"จดคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่"
ผูกขาดจริงหรือมั่ว ?

Free e-magazine
ISSN 2286-9298
ISSUE 164
พฤศจิกายน 2569

สารบัญ

3 | Cover Story

10 | แกะกล่องงานวิจัย

13 | Sci Variety

16 | จับกระแสวิทย์ Sci-Trend

19 | Sci News

22 | Sci Infographic

25 | ร้อยพันวิทยา

32 | สภากาแฟ

35 | ห้องภาพสัตว์ป่าไทย

36 | Project...ไม่Proเจ็บ (ก็ได้นะ)

42 | สาระสัตว์

50 | สถานี AGRITEC

54 | เรื่องเล่าเราโลก

58 | อ๋อ มันเป็นอย่างนี้นี่เอง

60 | พรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย Endemic to Thailand

61 | Write It Right? ศัพท์วิทย์สะกิดใจ

62 | Sci เข้าหู

63 | คำคมนักวิทย์

64 | Sci Gallery

Editor's Note

แกะรอยยักษ์ใหญ่ดึกดำบรรพ์ ไขความลับฟอสซิลและเทคโนโลยีแห่งอนาคต

สวัสดีครับคุณผู้อ่านนิตยสารสาระวิทย์ทุกท่าน นิตยสารสาระวิทย์ ฉบับที่ 164 เดือนพฤศจิกายน 2569 ฉบับนี้เรามาพร้อมกับธีม DINOvebmber ที่จะพาทุกท่านย้อนเวลากลับไปสู่อดีตหลายร้อยล้านปีเพื่อสำรวจ พร้อมเรียนรู้เรื่องราวของไดโนเสาร์ รวมถึงงานวิจัยทางบรรพชีวินวิทยาและนวัตกรรมวิทยาศาสตร์ร่วมสมัย ที่จะช่วยให้เราเข้าใจโลกทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นครับ

แน่นอนว่า Cover Story ในฉบับนี้ย่อมเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับไดโนเสาร์ ขอพาทุกท่านไปร่วมเฉลิมฉลองวาระสำคัญในบทความ **"40 ปี สยามโมซอรัส จากฟันปริศนาสู่การเปิดเผยโลกของสไปโนซอร์ในประเทศไทย"** ที่จะพาย้อนรอยการเดินทางตลอดครึ่งศตวรรษของวงการบรรพชีวินวิทยาไทย นับตั้งแต่การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ชิ้นแรกที่อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2519 สู่จุดกำเนิดการตั้งชื่อ *สยามโมซอรัส สุธีธรนิ (Siamosaurus suteethorni)* จากฟันเพียงซี่เดียว และยังมีบทความคอลัมน์เรื่องเล่าเราโลก มาในเรื่อง "ห้าสิบปีไดโนเสาร์ไทย สิบห้าชนิดใหม่ และก้าวต่อไปของบรรพชีวินไทย" ย้อนรอย 50 ปีการศึกษาไดโนเสาร์ไทย จากการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ชิ้นแรกสู่การค้นพบและตั้งชื่อไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของโลกถึง 15 ชนิด มาเรียนรู้เรื่องราวและก้าวต่อไปของวงการบรรพชีวินวิทยาไทย ที่นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ไขความลับในอดีตไปด้วยกันครับ

สำหรับคอลัมน์สาระวิทย์ในศิลป์และคอลัมน์ปั้นน้ำเป็นปลาต้องขอเว้นช่วงไป 1 ฉบับ เนื่องจากนักเขียนติดภารกิจครับ แต่ในฉบับนี้ยังอัดแน่นด้วยประเด็นวิทยาศาสตร์สุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่ไม่ควรพลาด เช่น บทความเรื่อง "รีเซตภูมิคุ้มกันด้วยสเต็มเซลล์ ความหวังใหม่รักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง" ในคอลัมน์จับกระแสวิทย์โลก ที่นำเสนอความก้าวหน้าทางเวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาพเซลล์ผ่านการใช้เซลล์ต้นกำเนิด, บทความเรื่อง "ก่อนที่โลกจะจมอยู่ใต้ภูเขาแบตเตอรี่ "ในคอลัมน์สภากาแฟ ที่ชวนคิดและเตรียมรับมือกับความท้าทายจากขยะแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้ยังมีประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ โดยเฉพาะพันธุ์พืชที่มีดรามาอย่างกะเพรา อาจารย์เจษฎาจะมาคลายข้อสงสัยให้อ่านกันในคอลัมน์ อ๋อ มันเป็นอย่างนี้นี่เอง ส่วนที่เกี่ยวกับสัตว์ บทความเรื่อง "จากป่าสู่ฟาร์ม : เส้นทางของยีน เมื่อสัตว์ป่ากลายเป็นสายพันธุ์" ในคอลัมน์สาระสัตว์ ได้อธิบายเส้นทางวิวัฒนาการทางพันธุกรรมจากสัตว์ป่าสู่สัตว์เลี้ยง ที่ความหลากหลายของยีนจะค่อย ๆ ลดลง พร้อมชี้ความแตกต่างระหว่าง "พันธุ์" กับ "สายพันธุ์" ให้เข้าใจกัน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่านิตยสารสาระวิทย์ ฉบับที่ 164 นี้ จะมอบทั้งความรู้ สาระประโยชน์ และความเพลิดเพลินในการท่องเที่ยวไปในโลกแห่งวิทยาศาสตร์และเรื่องราวดึกดำบรรพ์ให้แก่ผู้อ่านทุกท่าน ขอเชิญติดตามอ่านเนื้อหาฉบับเต็มและร่วมเปิดมุมมองใหม่ไปพร้อมกันได้เลยครับ 🙂

ปริทัศน์ เทียนทอง

The Minds Behind Crafting Science and Stories

ที่ปรึกษา
ชูกิจ ลิมปิจำนงค์
จุมพล เหมะศิรินทร์

บรรณาธิการผู้พิมพ์โฆษณา
วรวรงค์ รักเรืองเดช

บรรณาธิการอำนวยการ
นำชัย ชีววิวรรธน์

บรรณาธิการบริหาร
ปริทัศน์ เทียนทอง

บรรณาธิการจัดการ
รักฉัตร เวทีวุฒาจารย์

กองบรรณาธิการ
วีณา ยศวังใจ
วัชราภรณ์ สนทนา
ภัทรา สัปปินันทน์
ศศิธร เทศน์อรรถภาคย์
อาทิตย์ ลมูลปลั่ง

นักเขียนประจำ
ชวลิต วิทยานนท์
ประทีป ด้วงแค
รวิศ ทัศคร
ป๋วย อุ่นใจ
วริศา ใจดี
ทีม AGRITEC
AGB Research Unit Team
ปราโมทย์ ไตรบุญ
คณะอาจารย์วิทยาศาสตร์-พื้นพิภพ มก.
อนันต์ จงแก้ววัฒนา
สุธีระ ประเสริฐสรรพ์

บรรณาธิการศิลปกรรม
จุฬารัตน์ นิ่มนวล

ศิลปกรรม
เกิดศิริ ขันติกิตติกุล
ฉิทกา โกมารกุล ณ นคร
ชินากิตติ์ หล้ายอด

ผู้ผลิต
ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0 2564 7000 ต่อ 1177
โทรสาร 0 2564 7016
เว็บไซต์ www.nstda.or.th/sci2pub
facebook นิตยสารสาระวิทย์

ติดต่อกองบรรณาธิการ
โทรศัพท์ 0 2564 7000 ต่อ 1177
อีเมล sarawit@nstda.or.th

ผศ. ดร.อดุลย์ สมาธิ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

40 ปี สยามโมซอรัส
จากฟันปริศนาสู่การเปิดเผยโลกของสไปโนซอร์ในประเทศไทย



40 ปีที่แล้ว นักบรรพชีวินวิทยาชาวไทยค้นพบฟันไดโนเสาร์จากภาคอีสานของประเทศไทย และตั้งชื่อให้มันว่า *สยามโมซอรัส สุธีรธนิ (Siamosaurus suteethorni)* แต่จนถึงวันนี้ เรากลับยังไม่สามารถตอบได้อย่างแน่ชัดว่า เจ้าของฟันเหล่านี้มีหน้าตาเป็นอย่างไร อย่างไรก็ตามตลอดสี่ทศวรรษที่ผ่านมา หลักฐานใหม่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น จากฟันเพียงไม่กี่ซี่ ไปสู่กระดูกส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย รวมถึงหลักฐานจากการศึกษากายวิภาคเปรียบเทียบกับไดโนเสาร์จากทั่วโลก การค้นพบเหล่านี้ไม่เพียงทำให้เรารู้จักสไปโนซอร์มากขึ้น แต่ยังทำให้คำถามเดิมเกี่ยวกับ “สยามโมซอรัส” ซับซ้อนขึ้นด้วย ● ● ●

สไปโนซอร์กำลังเดินทางอพยพ
ที่มา : Kmonvish Lawan ใช้โดยได้รับความยินยอม

ก่อนจะมีสยามโมซอรัส

ก่อนยุคบุกเบิกการสำรวจไดโนเสาร์ไทย มีการค้นพบฟอสซิลหรือซากดึกดำบรรพ์ในไทยมานานแล้ว การค้นพบไดโนเสาร์ครั้งแรกในประเทศไทย เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1976 จากการสำรวจขุดค้นแร่ยูเรเนียมในเทือกเขาภูเวียง จังหวัดขอนแก่น โดยนักธรณีวิทยาจากกรมทรัพยากรธรณีได้ออกสำรวจแร่ยูเรเนียม และเจอกระดูกท่อนขาหลังขนาดใหญ่ชิ้นหนึ่ง จึงนำกลับมาที่กรมทรัพยากรธรณี จนมีนักวิจัยชาวฝรั่งเศสผ่านมาและได้แวะดู ก็พบว่ามันคือชิ้นส่วนกระดูกท่อนขาหลังของไดโนเสาร์กินพืชคอยาว นี่จึงนับเป็นหมุดหมายของการค้นพบและความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมทรัพยากรธรณีของไทยกับผู้เชี่ยวชาญชาวฝรั่งเศส

เกือบสิบปีให้หลังจากการค้นพบกระดูกท่อนขาไดโนเสาร์คอยาวชิ้นแรก การขุดสำรวจซากดึกดำบรรพ์ในไทยยังคงดำเนินต่อไป โดยมีทีมฝรั่งเศส นำโดย ดร.ฟิลิป จองเวียร์ และทีมไทย นำโดย อาจารย์รุจา อิงคะวัต นเรศ สัตยารักษ์ และวราวุธ สุธีธร ได้ออกสำรวจซากดึกดำบรรพ์ จนค้นพบฟันแปลกประหลาดจากหลุมขุดค้นที่ 1 ในอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งต่อมาได้รับการวิจัยและตั้งชื่อว่า *สยามโมซอรัส สุธีธรนิ* (*Siamosaurus suteethorni*)

ทำไมฟันเหล่านี้จึงแตกต่างจากไดโนเสาร์กินเนื้อชนิดอื่น ๆ ? ฟันของสยามโมซอรัสมีลักษณะทรงกรวยและมีสันแนวตั้งรอบตัว ฟันคล้ายกับในจระเข้ แต่ขณะเดียวกันก็โค้งไปด้านหลังเหมือนในพวกไดโนเสาร์กินเนื้อทั่วไป อันเป็นลักษณะเด่นของไดโนเสาร์กินเนื้อวงศ์สไปโนซอริเด (Spinosauridae) ซึ่งเป็นไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ มีฟันทรงกรวยคล้ายจระเข้ นักวิจัยสันนิษฐานว่าพวกมันกินปลาเป็นอาหาร โดยฟันของสยามโมซอรัสมีลักษณะแตกต่างจากฟันของสไปโนซอร์ชนิดอื่น ๆ จากทั่วโลก เช่น จำนวนสันรอบตัวฟัน ขนาดและจำนวนของซี่เลื่อย จึงได้รับการวินิจฉัยจัดจำแนกเป็นไดโนเสาร์กินเนื้อสกุลใหม่และชนิดใหม่ของโลกในเวลานั้น แต่ถ้าเรามีเพียงฟัน เราจะรู้ได้อย่างไรว่าสยามโมซอรัสมีหน้าตาเป็นอย่างไร ?



ฟันของ “สยามโมซอรัส สุธีธรนิ” เก็บรักษาอยู่ที่พิพิธภัณฑ์สิรินธร จังหวัดกาฬสินธุ์
ที่มา : อดุลย์ สมาธิ



อาจารย์วราวุธ สุธีธร กำลังสำรวจหาซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลัง ที่หลุมขุดค้นที่ 5 อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
ที่มา : อดุลย์ สมาธิ

การกำเนิดของไดโนเสาร์ตัวแรกของประเทศไทยและสี่ทศวรรษแห่งความสงสัย

"สยามโมซอรัส สุธีธรนิ" ได้รับการตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่อาจารย์วราวุธ สุธีธร ผู้ค้นพบซากดึกดำบรรพ์ที่มีความหมายต่อวงการวิทยาศาสตร์ไทย เป็นไดโนเสาร์ชนิดแรกของประเทศไทยที่ตั้งชื่อตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่เราไม่รู้ในเวลานั้นคือเราไม่รู้ถึงรูปร่างหน้าตาและขนาดที่แท้จริงของสยามโมซอรัส

ตลอดกว่าสี่สิบปีตั้งแต่การตั้งชื่อ สยามโมซอรัสก็เป็นที่กล่าวถึงในงานวิจัยไดโนเสาร์กินเนื้อมาโดยตลอด มีทั้งนักวิจัยต่างชาติที่มีความเห็นว่าสยามโมซอรัสเป็นชนิดที่ได้รับการยอมรับ (valid taxon) บ้างก็ว่าสยามโมซอรัสไม่มีความแตกต่างเพียงพอที่จะได้รับการตั้งชื่อ มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่คลุมเครือน่าสงสัย (nomen dubium) และเป็นชนิดที่ถูกปฏิเสธ (invalid taxon) บ้างก็ว่าจำแนกสยามโมซอรัสลงได้แค่ระดับวงศ์ (family Spinosauridae) หรือจัดจำแนกได้แค่กลุ่มไดโนเสาร์กินเนื้อเท่านั้น (Theropoda indet.) นั่นจึงเป็นปริศนาเรื่อยมาว่า แท้จริงแล้วสยามโมซอรัสเป็นใครกันแน่ เพราะแม้ว่าฟันของมันจะบอกว่าเป็นไดโนเสาร์วงศ์สไปโนซอริเดได้ แต่ก็ยังบอกไม่ได้ว่ากระดูกส่วนอื่นที่พบในไทยเป็นของสยามโมซอรัสหรือไม่

ต้องออกไปดูสไปโนซอร์ตัวอื่น

เราจะสร้างภาพของสัตว์ที่รู้จักเพียงจากฟันไม่กี่ซี่ได้อย่างไร ? คำตอบหนึ่งคือ เราต้องหันไปศึกษาสไปโนซอร์จากพื้นที่อื่น ๆ ของโลก ในทางบรรพชีวินวิทยา นักวิจัยไม่ได้ศึกษาฟอสซิลแต่ละชิ้นอย่างโดดเดี่ยว แต่เปรียบเทียบกับตัวอย่างจากพื้นที่และชนิดอื่น ๆ เพื่อทำความเข้าใจว่าลักษณะของกระดูกแต่ละส่วนมีความหมายอย่างไร ดังนั้นหากต้องการรู้จักสยามโมซอรัสให้มากขึ้น เราจำเป็นต้องรู้จักญาติ ๆ ของมันเสียก่อน

ระหว่างกำลังเรียนปริญญาเอกที่ประเทศเยอรมนี ผมได้ไปทัศนศึกษาที่ประเทศบราซิลกับนักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต ชีววิทยาเชิงวิวัฒนาการ และบรรพชีววิทยา (Organismic Biology, Evolutionary Biology and Palaeobiology) การเดินทางไปบราซิลครั้งนี้ พวกเราไม่เพียงแต่ไปตามเมืองต่าง ๆ ไปศึกษาดูแหล่งธรรมชาติ พืช สัตว์ ธรณี พิพิธภัณฑ์ และมหาวิทยาลัยเท่านั้น แต่ยังได้พบผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาจากหลายหน่วยงานอีกด้วย

จากการแนะนำของเพื่อนชาวบราซิล ผมได้พูดคุยเกี่ยวกับกระดูกชิ้นหนึ่งจากแหล่งอะรารีเปกับนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยสหพันธ์เซาการ์ลุส และผมค่อนข้างมั่นใจว่ามันเป็นกระดูกหน้าแข้งของไดโนเสาร์สไปโนซอร์ จึงได้มีโอกาสช่วยทีมวิจัยบราซิลศึกษาจนพบว่า กระดูกหน้าแข้งของสไปโนซอร์ชิ้นนี้มีลักษณะเฉพาะคือมีกระดูกหนาตัน ไม่ได้กลวงเหมือนไดโนเสาร์กินเนื้อทั่วไป จึงมีความเป็นไปได้ว่าลักษณะดังกล่าวอาจสะท้อนการปรับตัวให้ใช้ชีวิตในสภาพแวดล้อมทางน้ำได้ดีขึ้น เหมือนกับญาติจากแอฟริกาเหนือในยุคครีเทเชียสตอนปลาย สิ่งนี้ได้บอกเราเกี่ยวกับชีววิทยาของสไปโนซอร์จากอเมริกาใต้ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสไปโนซอร์จากแอฟริกาเหนือ

แต่ลักษณะเหล่านี้เป็นสิ่งที่พบเฉพาะในสไปโนซอร์บางกลุ่มหรือเป็นลักษณะร่วมของกลุ่มทั้งหมดกันแน่ ? เพื่อหาคำตอบเราจึงต้องเปรียบเทียบกับตัวอย่างจากแอฟริกา ผมได้มีโอกาสไปดูตัวอย่างสไปโนซอร์จากประเทศโมร็อกโกและไนเจอร์ที่เก็บรักษาอยู่ที่พิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์ธรรมชาติแห่งมิลาน ประเทศอิตาลี และที่ห้องปฏิบัติการของศาสตราจารย์พอล เซเรโน ที่มหาวิทยาลัยชิคาโก สหรัฐอเมริกา และพบว่าลักษณะกระดูกหน้าแข้งหนาตันนี้พบในสไปโนซอร์ยุคหลังอย่าง “สไปโนซอรัส” (*Spinosaurus*) จากโมร็อกโก แต่ไม่พบในสไปโนซอร์ยุคก่อนหน้าอย่าง “ซูโคไมมัส” (*Suchomimus*) จากไนเจอร์



ห้องปฏิบัติการและห้องคลังตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์สัตว์มีกระดูกสันหลังของศาสตราจารย์พอล เซเรโน ที่มหาวิทยาลัยชิคาโก รัฐอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา
ที่มา : อดุลย์ สมาธิ

คามาริลลาซอรัส : เมื่อสัตว์ประหลาดจากสเปนกลายเป็นสไปโนซอร์

ในระหว่างรวบรวมข้อมูลจากการไปศึกษาตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์จากหลายประเทศ ทำให้ผมรู้จักกายวิภาคของไดโนเสาร์กินเนื้อกลุ่มนี้มากขึ้น และก็ได้ไปสะดุดตากับงานวิจัยชิ้นหนึ่งเข้า นั่นคือไดโนเสาร์กินเนื้อจากสเปนที่มีชื่อว่า *คามาริลลาซอรัส ซิรูเกเด* (*Camarillasaurus cirugedae*) ที่ทีมวิจัยเดิมจัดให้มันอยู่ในกลุ่มเซอราโตซอเรีย (Ceratosauria) แต่คามาริลลาซอรัสกลับมีหางเหมือนกับไดโนเสาร์ที่ค้นพบที่เทือกเขาภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งผมกำลังศึกษาเป็นงานวิจัยปริญญาเอกอยู่ โดยขณะนั้นเรายังจำแนกชนิดหรือกลุ่มไม่ได้ จึงเกิดคำถามว่า ไดโนเสาร์จากภูเวียงชิ้นนี้อยู่ในกลุ่มเซอราโตซอเรียเหมือนกับคามาริลลาซอรัสหรือไม่ แต่ปัญหาคือไดโนเสาร์กลุ่มเซอราโตซอเรียไม่เคยมีรายงานในเอเชียและในประเทศไทย นี่อาจจะเป็นการรายงานการค้นพบไดโนเสาร์กลุ่มเซอราโตซอเรียครั้งแรกในประเทศไทยก็เป็นได้ อีกความเป็นไปได้คือ ผู้วิจัยคามาริลลาซอรัสจัดจำแนกผิด แท้จริงแล้วมันไม่ได้อยู่ในกลุ่มเซอราโตซอเรีย แต่จะเป็นไดโนเสาร์กลุ่มไหนกันล่ะ ?

หนึ่งในชิ้นส่วนสำคัญคือ หน้าแข้งของคามาริลลาซอรัสมีลักษณะทางกายวิภาคเหมือนกับสไปโนซอรัสจากแอฟริกาเหนือ ซึ่งผมได้เคยไปดูตัวอย่างมาแล้ว ทำให้เรามั่นใจว่าความเป็นไปได้ที่สองน่าจะถูกต้อง คามาริลลาซอรัสเป็นสไปโนซอร์ และชิ้นตัวอย่างจากภูเวียงเองก็อยู่ในวงศ์สไปโนซอริเดเช่นกัน จากนั้นจึงเกิดเป็นโครงการวิจัยการแก้ไขการจัดจำแนกใหม่ของไดโนเสาร์กินเนื้อจากสเปน การจัดจำแนกไดโนเสาร์สไปโนซอร์จากสเปนใหม่นี้มีความสำคัญเพราะนอกจากจะเพิ่มจำนวนและความหลากหลายทางชีวภาพของสไปโนซอร์ในคาบสมุทรไอบีเรียแล้ว ยังเป็นกุญแจสำคัญที่จะไขปริศนาของไดโนเสาร์ไทยที่มีมากว่าสี่สิบปีอีกด้วย

หางสไปโนซอร์จากภูเวียง : จากฟันสู่โครงกระดูก

ยิ่งศึกษาและเปรียบเทียบสไปโนซอร์จากพื้นที่ต่าง ๆ มากขึ้น ผมก็ยิ่งเข้าใจว่า ฟอสซิลแต่ละชิ้นจากประเทศไทยมีความสำคัญมากกว่าที่เคยคิดไว้ เพราะเมื่อเรารู้จักกายวิภาคของสไปโนซอร์ชนิดอื่นมากขึ้น เราก็กลับมาอ่านหลักฐานจากประเทศไทยด้วยมุมมองที่ละเอียดขึ้น และในที่สุดคำถามที่เริ่มต้นจากฟันของสยามโมซอรัสก็พาผมกลับมาที่ประเทศไทยอีกครั้ง คราวนี้ไม่ใช่เพื่อค้นหาฟันอีกซี่ แต่เพื่อค้นหาหลักฐานจากส่วนอื่นของร่างกาย การค้นพบกระดูกหางไดโนเสาร์จากภูเวียงเมื่อกว่าสามสิบปีที่ผ่านมา โดยชิ้นส่วนเหล่านั้นเก็บรักษาอย่างสงบนิ่งอยู่ในห้องคลังตัวอย่างของพิพิธภัณฑ์สิรินธร จังหวัดกาฬสินธุ์ จนกระทั่งผมได้เข้าไปศึกษาและพบความเชื่อมโยงกับไดโนเสาร์กินเนื้อจากสเปนที่เคยเข้าใจว่าอยู่ในกลุ่มเซอราโตซอเรีย แต่ในท้ายที่สุดก็มีการวิจัยและวินิจฉัยใหม่ว่าเป็นไดโนเสาร์ในวงศ์สไปโนซอริเด ทำให้เราแน่ใจได้ว่ากระดูกหางจากภูเวียงเป็นของสไปโนซอร์ด้วยเช่นกัน การค้นพบนี้จึงเป็นการยืนยันถึงการมีอยู่ของสไปโนซอร์ในหมวดหินเสาขัวของประเทศไทยจริง ๆ สิ่งนี้ได้ช่วยเติมเต็มภาพร่างของสัตว์ชนิดนี้มากยิ่งขึ้นจากจุดเริ่มต้นที่เจอแค่ฟันเท่านั้น แต่ก็ยังไม่สามารถยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่ากระดูกหางนี้เป็นของสยามโมซอรัสหรือไม่



หางสไปโนซอร์จากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ หลุมขุดค้นที่ 9 อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น มาตราส่วนแท่งเท่ากับ 10 เซนติเมตร
ที่มา : อดุลย์ สมาธิ



ภาพจำลองสภาพแวดล้อมโบราณของหลุมขุดค้นที่ 5 อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
แสดงให้เห็นถึงลูกสไปโนซอร์สองตัวกำลังล่าลูกไดโนเสาร์คอยาว ซึ่งถือเป็นการค้นพบลูกสไปโนซอร์ครั้งแรกของเอเชีย
ที่มา : Kmonvish Lawan ใช้โดยได้รับความยินยอม

ลูกสไปโนซอร์ตัวแรกของเอเชีย

ในเวลาต่อมาผมและทีมก็ได้ศึกษาวิจัยกระดูกสันหลังของไดโนเสาร์กินเนื้อวัยเยาว์ซึ่งค้นพบที่แหล่งซากดึกดำบรรพ์หลุมขุดค้นที่ 5 อุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และเก็บรักษาอยู่ที่พิพิธภัณฑ์สิรินธรมากว่าสามสิบปีเช่นกัน เมื่อศึกษาวิจัยแล้วพบว่าเป็นลูกสไปโนซอร์ และเป็นการรายงานการค้นพบครั้งแรกในเอเชีย งานวิจัยนี้มีความสำคัญในการศึกษาการเจริญเติบโตและความหลากหลายของไดโนเสาร์กลุ่มนี้ และบอกเราเกี่ยวกับวงจรชีวิตของสไปโนซอร์ในวัยเด็กที่อาจหากินในบางพื้นที่จำเพาะแยกจากตัวเต็มวัย และออกล่าสัตว์ขนาดเล็ก รวมถึงลูกไดโนเสาร์คอยาวด้วย

ส่งท้าย : จากฟันไม่กี่ซี่สู่การค้นพบครั้งใหม่

แล้ววันนี้เรารู้หรือยังว่าสยามโมซอรัสคืออะไร ? ในปี ค.ศ. 1986 นักวิทยาศาสตร์รู้จักสยามโมซอรัสจากฟันเพียงไม่กี่ซี่ สี่สิบปีต่อมาเรามีฟัน กระดูกหาง กระดูกสันหลังของตัวเด็ก และกระดูกอีกหลายส่วน และเรากำลังศึกษาไดโนเสาร์สไปโนซอร์ชนิดใหม่จากประเทศไทยที่มีอายุอ่อนกว่าสยามโมซอรัสอีกด้วย

เรื่องราวของสยามโมซอรัสจึงไม่ใช่เรื่องของไดโนเสาร์ชนิดหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นเรื่องราวของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไทยตลอดสี่ทศวรรษที่ผ่านมา และเป็นตัวอย่างว่าฟอสซิลที่ค้นพบในประเทศไทยมีบทบาทสำคัญในการตอบคำถามระดับโลกเกี่ยวกับวิวัฒนาการของไดโนเสาร์ได้อย่างไร



สี่สิบปีหลังจากการค้นพบฟันซี่แรกของสยามโมซอรัส เราอาจรู้จักโลกของสไปโนซอร์มากขึ้นจากการพบชิ้นตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ของสไปโนซอร์จากหมวดหินเสาขัวมากขึ้น แม้เราจะยังไม่สามารถตอบได้แน่ชัดว่ามันเป็นของสยามโมซอรัสหรือเป็นของสไปโนซอร์ชนิดอื่นจากยุคเดียวกัน แต่ก็เพียงพอที่จะยืนยันได้ว่าประเทศไทยในยุคครีเทเชียสตอนต้นมีไดโนเสาร์กลุ่มนี้อาศัยอยู่จริง ๆ โดยที่ปริศนาสำคัญที่สุดยังคงอยู่ คือ สยามโมซอรัสมีหน้าตาเป็นอย่างไรกันแน่ คำตอบอาจอยู่ในกระดูกชิ้นหนึ่งที่ยังรอการค้นพบอยู่ในชั้นหินของประเทศไทย และนั่นอาจเป็นบทต่อไปของเรื่องราว 40 ปีของสยามโมซอรัส

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

สุธีธร ว., & กาวิเนตร ส. (2022). พิพิธภัณฑ์สิรินธร พื้นที่เพื่อนักเรียนรู้ด้านซากดึกดำบรรพ์. *วารสารวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์, 1*(1), 27–57. https://so07.tci-thaijo.org/index.php/JLSEd/article/view/3318

Aureliano, T., Ghilardi, A. M., Buck, P. V., Fabbri, M., Samathi, A., Delcourt, R., ... Sander, M. (2018). Semi-aquatic adaptations in a spinosaur from the Lower Cretaceous of Brazil. *Cretaceous Research, 90,* 283–295.

Puntanon, K., & Samathi, A. (2025). The occurrence of Spinosauridae (Dinosauria: Theropoda) during the Cretaceous of Asia: Implications for biogeography and distribution. *Thai Geoscience Journal, 6*(9), 13–28.

Puntanon, K., Suteethorn, S., & Samathi, A. (2025). Spinosaurid theropod dinosaur remains from the Hin Lat Yao locality on Phu Wiang Mountain in Khon Kaen, Thailand, with comments on the status of *Siamosaurus suteethorni. Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology.* https://doi.org/10.1080/03115518.2025.2540656

Samathi, A. (2025). Reassessment of a theropod ilium from the Kem Kem beds of Morocco and the evolution of ilia in Spinosauridae. *Cretaceous Research, 166,* 106007.

Samathi, A., & Puntanon, K. (2026). 40 years of *Siamosaurus:* From isolated teeth to the first skeletal evidence of Thai spinosaurids [Conference presentation]. GeoThai, Bangkok, Thailand.

Samathi, A., Puntanon, K., & Suteethorn, S. (2025). Evolution and paleobiogeography of Asian spinosaurids (Dinosauria: Theropoda) [Conference presentation]. International Symposium on Asian Dinosaurs (ISAD), Fukui, Japan.

Samathi, A., Puntanon, K., Suteethorn, S., & Suteethorn, V. (2026). First record of juvenile spinosaurid theropod dinosaur in Asia and its co-occurrence with young sauropods. *Acta Palaeontologica Polonica.* (Accepted).

Samathi, A., Sander, P. M., & Chanthasit, P. (2021). A spinosaurid from Thailand (Sao Khua Formation, Early Cretaceous) and a reassessment of *Camarillasaurus cirugedae* from the Early Cretaceous of Spain. *Historical Biology, 33*(12), 3480–3494.



วลัยลักษณ์ คงพระจันทร์

NAVANURAK

นวนุรักษ์

เชื่อมอดีตกับปัจจุบัน สร้างพิพิธภัณฑ์ที่มีชีวิต









การนำเทคโนโลยีมาใช้อนุรักษ์และต่อยอดทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิปัญญา วัฒนธรรม ตลอดจนมรดกทางประวัติศาสตร์และโบราณคดีในท้องถิ่นให้เกิดคุณค่า จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงองค์ความรู้และความร่วมมือจากหลายภาคส่วน สวทช.จึงร่วมกับจังหวัดร้อยเอ็ด ชุมชนท่องเที่ยวบ่อพันขัน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานพันธมิตร นำแพลตฟอร์มดิจิทัล “นวนุรักษ์” มาเป็นกลไกหลักในการจัดเก็บและเชื่อมโยงข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมและระบบนิเวศของพื้นที่บ่อพันขันให้ก้าวสู่การเป็นต้นแบบ “พิพิธภัณฑ์ที่มีชีวิต” (living museum) ซึ่งนอกจากเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวเชิงวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้คนเรียนรู้คุณค่าของท้องถิ่นผ่านเทคโนโลยีแล้ว ยังสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจและรายได้ให้แก่ชุมชนอย่างยั่งยืน

• • •

นวนุรักษ์ (NAVANURAK) คือ แพลตฟอร์มเพื่อการจัดเก็บข้อมูลทางวัฒนธรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อให้ชุมชนหรือหน่วยงานจัดเก็บข้อมูลได้ด้วยตัวเอง เป็นส่วนหนึ่งในการช่วยอนุรักษ์ข้อมูลวัฒนธรรมและความหลากหลายทางชีวภาพของท้องถิ่นให้ยังคงอยู่ได้อย่างยั่งยืนและเข้าถึงได้รวดเร็ว คงไว้ซึ่งองค์ความรู้ของท้องถิ่น ไม่ให้สูญหายไปตามกาลเวลา



วัชชิรา บูรณสิงห์

วัชชิรา บูรณสิงห์ ผู้ช่วยวิจัย เนคเทค สวทช. และหนึ่งในผู้พัฒนานวนุรักษ์ อธิบายว่า *"สวทช.นำแพลตฟอร์ม **"นวนุรักษ์" (NAVANURAK)** มาใช้เป็นเครื่องมือรวบรวมและบริหารจัดการองค์ความรู้ของชุมชน ซึ่งจากการสำรวจพบพืชท้องถิ่น 171 ชนิด เห็ด 27 ชนิด นก 111 ชนิด และทุนวัฒนธรรม 345 รายการ โดยมีหัวใจสำคัญคือการให้ชุมชนเป็นเจ้าของข้อมูล แพลตฟอร์มนี้เข้ามาทำหน้าที่แปลงความรู้ที่ฝังลึกอยู่ในตัวบุคคล อย่างเรื่องเล่าของปราชญ์ชาวบ้าน ให้ออกมาเป็นข้อมูลที่จับต้อง สืบค้น และนำไปต่อยอดได้"*

เบื้องหลังความสำเร็จคือการออกแบบระบบให้เอื้อต่อการใช้งานจริง ยกระดับคนในพื้นที่ให้ก้าวสู่การเป็นนักจัดการข้อมูลท้องถิ่นที่รวบรวม บันทึก จัดทำพิกัดภูมิศาสตร์ และร้อยเรียงเรื่องราว (storytelling) ด้วยตนเอง เมื่อข้อมูลเชื่อมโยงกันจึงเกิดเป็นฐานข้อมูลสนับสนุนเส้นทางท่องเที่ยว "ทุ่งกุลาม่วนซื่น" ซึ่งผสมผสานทรัพยากรธรรมชาติ โบราณคดี ภูมิปัญญา และวิถีชีวิตเข้าด้วยกัน โดยทำงานร่วมกับมหาวิทยาลัยศิลปากรและหน่วยงานในพื้นที่ เพื่อผลักดันการจัดการท่องเที่ยวของชุมชนให้ก้าวสู่ความยั่งยืนตามมาตรฐานระดับโลก (GSTC) ต่อไป

ฮ่วมแฮงฮ่วมใจ ปั้น "พิพิธภัณฑ์มีชีวิต" สร้างคัมภีร์ชุมชน

พลังสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมาจากความร่วมมือของชุมชน **พระปลัด ดร.ขาว คุตฺตธมฺโม** เจ้าอาวาสวัดเกาะบ่อพันขัน



พระปลัด ดร.ขาว คุตฺตธมฺโม

รัตนโสภณ เล่าว่า *"มีความฝันอยากให้พื้นที่บ่อพันขันเป็น "พิพิธภัณฑ์ที่มีชีวิต" เพื่อให้ทุกคนเข้ามาศึกษาประวัติศาสตร์ โดยชูจุดเด่นของการเป็นแอ่งอารยธรรมที่สำคัญ ซึ่งมีทั้งร่องรอยลานหินตัดขนาดใหญ่ที่เชื่อว่าใช้สร้างปราสาทขอมโบราณ ตำนานศาลเจ้าปู่ผ่าน และวิถีภูมิปัญญาการต้มเกลือสินเธาว์โบราณ การจัดเก็บเรื่องราวเหล่านี้ลงในแพลตฟอร์มนวนุรักษ์ช่วยดึงดูดความสนใจให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาสัมผัสพื้นที่จริง"*

นอกจากนี้วัดยังเปิดพื้นที่ให้ สวทช.นำเทคโนโลยีปลูกปทุมมาเข้ามาส่งเสริม ทำให้ชาวบ้านมีดอกไม้จำหน่าย นำหน่ออ่อนไปประกอบอาหาร สร้างรายได้เสริม และเปลี่ยนวัดให้กลายเป็นพื้นที่ฮีลใจที่พร้อมรองรับผู้มาเยือนตลอดทั้งปี

สายฝน แก้วสมบัติ ผู้ใหญ่บ้านหญ้าหน่อง กล่าวว่า *"ก่อนหน้านี้การเก็บข้อมูลอาศัยเพียงการบอกเล่าปากต่อปากผ่านปราชญ์ชุมชน แต่เมื่อระบบนวนุรักษ์เข้ามา ข้อมูลทั้งหมดได้รับการจัดระเบียบเป็นไฟล์ดิจิทัลที่ค้นหาง่าย ทำให้การประสานงานและจัดทำรายงานส่งหน่วยงานรัฐรวดเร็วขึ้นโดยไม่ต้องตระเวนสอบถามรายบุคคล"*

ข้อมูลดิจิทัลเหล่านี้เปรียบเสมือน "คัมภีร์ชุมชน" ที่รวบรวมภูมิปัญญาที่เคยถูกมองข้าม นำมาถ่ายทอดสู่เยาวชนรุ่นใหม่ ช่วยลดปัญหาการย้ายถิ่นฐาน และเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการทำแผนพัฒนาหมู่บ้าน



สายฝน แก้วสมบัติ

ถอดรหัสภูมิทัศน์วัฒนธรรม สู่เส้นทางท่องเที่ยว 4 มิติมาตรฐานสากล



ดร.วีระพงษ์ ประสงค์จีน

ในมิติเชิงวิชาการ **ดร.วีระพงษ์ ประสงค์จีน** ผู้เชี่ยวชาญด้านพื้นที่บ่อพันขัน กล่าวว่า พื้นที่บ่อพันขันไม่ได้เป็นเพียงแหล่งผลิตเกลือโบราณ แต่มีศักยภาพระดับภูมิทัศน์วัฒนธรรมที่หล่อหลอมวิถีชีวิต อาหารพื้นถิ่น ภูมิปัญญาสมุนไพร จนกลายเป็นห้องเรียนที่มีชีวิตที่เชื่อมโยงการเรียนรู้และพัฒนานวัตกรรมสังคม

"ข้อมูลองค์ความรู้ในแพลตฟอร์มนวนุรักษ์ได้กลายเป็นฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้ประกอบการท่องเที่ยวนำไปออกแบบเป็นเส้นทางท่องเที่ยว 4 รูปแบบ ได้แก่ เส้นทางประวัติศาสตร์ เส้นทางสีเขียว เส้นทางสุขภาพ และเส้นทางการศึกษา โดยเน้นการสร้างประสบการณ์ร่วมที่ให้นักท่องเที่ยวลงมือปฏิบัติจริง ทั้งหมดนี้เพื่อยกระดับบ่อพันขันสู่การเป็นหมู่บ้านฟื้นสร้างที่สร้างสุขภาวะแบบฟื้นสร้าง (regenerative well-being) ยึดหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน และก้าวเป็นจุดหมายปลายทางด้านการจัดประชุมสัมมนาเชิงนิเวศ (Green MICE)"

ผศ. ดร.จิตศักดิ์ พุฒจร สาขาวิชาการจัดการการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยศิลปากร อธิบายเพิ่มเติมว่า สิ่งที่นักท่องเที่ยวทั่วโลก รวมถึงองค์การยูเนสโก (UNESCO) ให้ความสำคัญกับความเดิมแท้ (authenticity) ซึ่งจุดแข็งของบ่อพันขัน คือ ความมุ่งมั่นของชุมชนในการรักษาตัวตนและวิถีชีวิตดั้งเดิมโดยไม่ปรุงแต่ง ผสานกับการนำภูมิปัญญามาต่อยอดสู่การเป็นชุมชนสุขภาวะ



ผศ. ดร.จิตศักดิ์ พุฒจร

"ปัจจุบันทิศทางการท่องเที่ยวโลกได้ปรับเปลี่ยนสู่การท่องเที่ยวเชิงฟื้นฟู ที่นักท่องเที่ยวต้องมีส่วนช่วยรักษาระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ การที่ สวทช.นำแพลตฟอร์มนวนุรักษ์เข้ามาจัดเก็บข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพและวิถีวัฒนธรรม จึงเป็นการแปลงภูมิปัญญาที่เคยส่งต่อผ่านคำบอกเล่าให้กลายเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมความพร้อมสู่มาตรฐานการท่องเที่ยวยั่งยืนระดับโลก เช่น มาตรฐาน Green Destinations GSTC"

นวนุรักษ์จึงไม่ใช่เพียงแพลตฟอร์มจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล แต่เป็นเครื่องมือเชื่อมอดีตกับปัจจุบัน เชื่อมธรรมชาติกับวัฒนธรรม ช่วยให้ชุมชนนำองค์ความรู้ไปต่อยอดสร้างประโยชน์ได้ทั้งด้านการท่องเที่ยวและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทุนทางวัฒนธรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

ใช้งานแพลตฟอร์มนวนุรักษ์ได้ที่
https://www.navanurak.in.th

ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
โทรศัพท์ 0 2564 6900
เฟซบุ๊ก Navanurak



พลอยพรรณ จิตราช

ทำไมการค้นพบ รอยตีนไดโนเสาร์ จึงสำคัญ

กระแสการค้นพบด้านบรรพชีวินวิทยาในประเทศไทยที่โด่งดังเมื่อเร็ว ๆ นี้ คือการค้นพบ “รอยตีนไดโนเสาร์” ที่จังหวัดอุดรธานี จนนักท่องเที่ยวพากันแห่ไปเยี่ยมชมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูหินจอมธาตุ-ภูพระบาท เพื่อไปให้เห็นกับตาว่าไดโนเสาร์เคยเหยียบย่างอยู่ในพื้นดินของประเทศไทยจริง ๆ

• • •



ผู้เขียนมีโอกาสได้คุยกับ**พี่อาร์ม กฤษณะ สุดชา** นักธรณีวิทยาประจำกรมทรัพยากรธรณีและนักวิจัยผู้เชี่ยวชาญด้านรอยตีนไดโนเสาร์ โดยพี่อาร์มได้เล่าเกี่ยวกับการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์ในประเทศไทย และความสำคัญของการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์ให้ฟัง

"ก่อนอื่นเราต้องมาทำความรู้จักกับซากดึกดำบรรพ์รอยตีนไดโนเสาร์ ว่าเป็นซากดึกดำบรรพ์ประเภทร่องรอย (trace fossil) ที่เกิดจากกิจกรรมและพฤติกรรมของไดโนเสาร์ สัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยอยู่บนบกในช่วงเวลาประมาณ 252–66 ล้านปีก่อน หรือที่เรียกว่า มหายุคมีโซโซอิก รอยตีนเหล่านี้เป็นหลักฐานสำคัญที่ช่วยให้นักบรรพชีวินวิทยาศึกษาสิ่งมีชีวิตในอดีตได้มากกว่ารูปร่างทางกายวิภาค เพราะรอยตีนสามารถบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ขนาดตัว ลักษณะการเดิน ความเร็วโดยประมาณ ตลอดจนพฤติกรรมการรวมกลุ่มของสัตว์ดึกดำบรรพ์ได้ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมและลักษณะของชั้นหินที่ปรากฏรอยตีนยังช่วยให้เราเข้าใจระบบนิเวศในอดีตได้ดียิ่งขึ้น"

ย้อนกลับไป 42 ปีก่อน ในปี พ.ศ. 2527 มีการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์ครั้งแรกของประเทศไทย**ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย** เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ประเภทร่องรอยในประเทศไทยอย่างจริงจัง (หลังจากมีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์กระดูกไดโนเสาร์ เมื่อปี พ.ศ. 2519 ที่ภูวียง จังหวัดขอนแก่น) การค้นพบดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาประวัติศาสตร์ของไดโนเสาร์ผ่านหลักฐานที่แตกต่างจากกระดูกและฟัน และทำให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ดึกดำบรรพ์จากหลักฐานที่ปรากฏอยู่บนชั้นหิน

ทีนี้หลายคนอาจมีคำถามผุดขึ้นมา *เหตุใดรอยตีนไดโนเสาร์ไปโผล่อยู่บนหินแข็ง ๆ ได้อย่างไร ? แล้วไดโนเสาร์ต้องหนักมากเลยใช่ไหม จึงได้เหยียบพื้นหินแข็งจนเป็นรอยลงไป ?*

พี่อาร์มเล่าว่า รอยตีนไดโนเสาร์จะเกิดขึ้นเมื่อไดโนเสาร์เดินเหยียบไปในพื้นผิวที่อ่อนตัวและมีความชื้นเหมาะสม เช่น พื้นโคลนเลนริมตลิ่งน้ำ กึ่งเปียก กึ่งแห้ง เมื่อไดโนเสาร์เหยียบและยกเท้าขึ้นเดินต่อไป รอยตีนจะยังคงอยู่ เหมือนกับตอนที่เราเดินเหยียบไปบนดินโคลนอ่อน ถ้าดินตะกอนแห้งไปเมื่อเหยียบแล้วจะไม่เกิดรอยหรือเกิดรอยไม่ชัด แต่ถ้าเหลวเกินไปรอยที่ขึ้นก็จะไม่คงรูปไว้ ตัดภาพกลับมาที่รอยตีนไดโนเสาร์ที่เพิ่งเดินผ่านไป สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดรอยสำคัญมาก ๆ หากมีกระแสน้ำรุนแรงไหลมาอาจจะกัดเซาะหรือทำลายรอยตีนให้หายไป แต่ถ้ามีกระแสน้ำอ่อนที่พัดตะกอนดินมาฝังกลบอย่างเหมาะสม ตะกอนที่ปิดทับจะช่วยปกป้องรอยประทับจากการถูกทำลาย จนเมื่อเวลาผ่านไปตะกอนเหล่านั้นจะแข็งตัวกลายเป็นหิน และรอยตีนอาจได้รับการเก็บรักษาไว้เป็นเวลาหลายสิบหรือหลายร้อยล้านปี อย่างไรก็ตามการเกิดเป็นซากดึกดำบรรพ์ยังเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งเท่านั้น เพราะรอยตีนจะต้องผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยาที่ทำให้ชั้นหินซึ่งเก็บรักษาร่องรอยเหล่านั้นปรากฏขึ้นบนพื้นผิวโลก โดยไม่ถูกกัดเซาะหรือทำลายจนหมดสิ้นเสียก่อน ซากดึกดำบรรพ์รอยตีนไดโนเสาร์จึงเป็นหลักฐานทางบรรพชีวินวิทยาที่พบได้ยาก

ด้วยเหตุนี้รอยตีนไดโนเสาร์ที่เราพบเห็นในปัจจุบันจึงเป็นหลักฐานที่เกิดจากความบังเอิญอันเหมาะสมระหว่างพฤติกรรมของสัตว์ กระบวนการสะสมตัวของตะกอน และวิวัฒนาการทางธรณีวิทยาของโลก

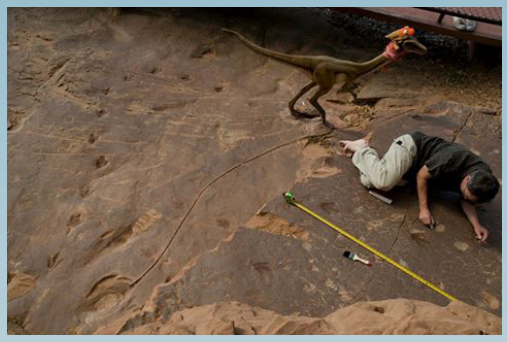
ประเทศไทยกับหลักฐานรอยตีนจากยุคกำเนิดไดโนเสาร์

หนึ่งในความโดดเด่นของประเทศไทยคือการมีหลักฐานรอยตีนไดโนเสาร์จากหินตะกอนที่มีอายุต่างกัน ตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไดโนเสาร์เริ่มปรากฏขึ้นและมีวิวัฒนาการในระยะแรก ไปจนถึงยุคครีเทเชียสตอนต้นซึ่งเป็นช่วงที่ไดโนเสาร์มีความหลากหลายมากขึ้น หลักฐานเหล่านี้ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาความหลากหลายของสัตว์ดึกดำบรรพ์ในแต่ละช่วงเวลา รวมถึงเปรียบเทียบลักษณะของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคต่าง ๆ และทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศในอดีต พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมีชั้นหินตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมบนบก โดยเฉพาะระบบแม่น้ำและที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเอื้อต่อการเกิดและเก็บรักษารอยตีนของสัตว์ดึกดำบรรพ์

นอกจากรอยตีนไดโนเสาร์แรกที่พบบริเวณภูหลวงแล้ว ในประเทศไทยยังพบรอยตีนไดโนเสาร์อีกหลายแห่ง บนชั้นหินที่มีอายุอยู่ในช่วงยุคครีเทเชียสตอนต้น ประมาณ 140-110 ล้านปี แต่ละแห่งมีเอกลักษณ์และคุณค่าทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น **แหล่งรอยตีนไดโนเสาร์ภูแฝก จังหวัดกาฬสินธุ์** ซึ่งมีรอยตีนไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดใหญ่และรอยตีนไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดใหญ่ **แหล่งรอยตีนไดโนเสาร์หินลาดป่าชาด จังหวัดขอนแก่น** เป็นรอยตีนหลากหลายขนาด และเป็นแนวทางเดินหลายของไดโนเสาร์กลุ่มออร์นิโธพอด ส่วน**แหล่งรอยตีนไดโนเสาร์ท่าอุเทน จังหวัดนครพนม** พบรอยตีนจำนวนมากหลายร้อยรอย เป็นแนวทางเดินของไดโนเสาร์กลุ่มออร์นิโธมิโมซอร์ ซึ่งนำไปสู่ข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเคลื่อนที่หรือการรวมกลุ่มของสัตว์เหล่านี้ การศึกษารอยตีนจากแหล่งต่าง ๆ จึงไม่ได้มุ่งเพียง



รอยตีนไดโนเสาร์ภูหลวง จังหวัดเลย



รอยตีนไดโนเสาร์ท่าอุเทน จังหวัดนครพนม





รอยตีนไดโนเสาร์ภูแฝก
จังหวัดกาฬสินธุ์



รอยตีนไดโนเสาร์หินลาดป่าชาด
จังหวัดขอนแก่น



รอยตีนอาร์โคซอร์ น้ำหนาว
จังหวัดเพชรบูรณ์

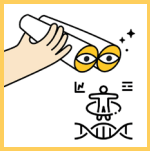
การระบุว่ารอยนั้นเป็นของไดโนเสาร์ชนิดใด แต่ยังช่วยให้เราสร้างภาพของระบบนิเวศในอดีต ตั้งแต่สภาพแวดล้อมที่สัตว์อาศัยอยู่ ไปจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในช่วงเวลานั้น และยังพบรอยตีนของสัตว์ดึกดำบรรพ์ที่เก่าแก่กว่าไดโนเสาร์ เป็นแนวทางเดินของอาร์โคซอร์ซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลานยุคดึกดำบรรพ์ มีชีวิตอยู่ช่วงปลายยุคไทรแอสซิก หรือเมื่อราว 240-227 ล้านปีก่อน ที่**แหล่งรอยตีนอาร์โคซอร์ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์**

ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการศึกษารอยตีนไดโนเสาร์และซากดึกดำบรรพ์ประเภทร่องรอย โดยมีแหล่งที่ได้รับการค้นพบและศึกษาแล้วมากกว่า 20 แห่ง อย่างไรก็ตามยังมีโอกาสค้นพบแหล่งใหม่และข้อมูลที่ช่วยเติมเต็มความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอดีตอีกมาก การศึกษารอยตีนไดโนเสาร์ทำให้เห็นว่า แม้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะสูญพันธุ์ไปนานหลายสิบหรือหลายร้อยล้านปี แต่ร่องรอยที่พวกมันทิ้งไว้ยังคงบอกเล่าเรื่องราวของโลกในอดีตได้จนถึงปัจจุบัน จากรอยประทับบนพื้นตะกอนที่ครั้งหนึ่งเคยเป็นเส้นทางเดินของไดโนเสาร์ สู่หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยไขปริศนาวิวัฒนาการและระบบนิเวศโบราณ และต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ของประชาชน รอยตีนไดโนเสาร์จึงไม่ได้เป็นเพียงร่องรอยของอดีต แต่ยังเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นพบครั้งใหม่ในอนาคต

เกร็ดความรู้

ทำไมจึงเรียก “รอยตีน” ไม่ใช่ “รอยเท้า” ?

ในทางวิชาการและธรณีวิทยา คำว่า **“รอยตีน”** เป็นศัพท์เฉพาะ (ไม่ใช่คำหยาบ) ที่ใช้เรียก **รอยเหยียบประทับของสัตว์ขนาดใหญ่** เช่น ไดโนเสาร์ หรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมดึกดำบรรพ์ ที่ทิ้งไว้บนชั้นตะกอนดินโคลนในอดีต ก่อนที่ตะกอนนั้นจะแข็งตัวกลายเป็นหิน



ดร.อนันต์ จงแก้ววัฒนา

รีเซตภูมิคุ้มกัน ด้วยสเต็มเซลล์

ความหวังใหม่รักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง

เมื่อภูมิคุ้มกันหันกลับมาทำลายร่างกาย การรักษาด้วยยาแบบเดิมอาจไม่ใช่คำตอบอีกต่อไป แต่การแพทย์สมัยใหม่อย่าง**เวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาพ หรือ regenerative medicine** ได้จุดประกายความหวังให้ผู้ป่วยด้วยเทคโนโลยีเซลล์ต้นกำเนิดหรือสเต็มเซลล์ (stem cell) ที่เข้ามาช่วย “รีเซต” ระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อหยุดการทำลายเซลล์ร่างกาย และสร้างเซลล์ใหม่ขึ้นทดแทน



โรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง (autoimmune disease) เช่น เบาหวานชนิดที่ 1 โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคหนังแข็ง (systemic scleroderma) เป็นปัญหาสุขภาพระดับโลก ปัญหาพื้นฐานของโรคกลุ่มนี้เกิดจากการที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสูญเสียความสามารถในการแยกแยะสิ่งแปลกปลอมออกจากเซลล์และเนื้อเยื่อปกติของตนเอง แล้วหันกลับมาทำลายอวัยวะภายในอย่างต่อเนื่อง ตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา การรักษาเป็นเพียงการบรรเทาอาการ เช่น การให้ยากดภูมิคุ้มกัน หรือการทดแทนสารที่ร่างกายผลิตเองไม่ได้ เช่น การฉีดอินซูลินในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 แต่ปัจจุบัน regenerative medicine โดยเฉพาะการใช้สเต็มเซลล์กำลังเปิดประตูสู่ความเป็นไปได้ใหม่ในการฟื้นฟูการทำงานของร่างกายที่สูญเสียไป

ในยุคแรกของการนำสเต็มเซลล์มาใช้ แพทย์มักใช้เซลล์ต้นกำเนิดเม็ดเลือด (haematopoietic stem cells, HSCs) ซึ่งพบได้ในไขกระดูก โดยขั้นตอนการรักษาคือการนำ HSCs ออกมาเก็บไว้ จากนั้นให้ยาเคมีบำบัดเพื่อกวาดล้างเซลล์ภูมิคุ้มกันเดิมที่มีความผิดปกติ แล้วจึงปลูกถ่าย HSCs กลับคืนสู่ร่างกายเพื่อให้เซลล์เหล่านี้พัฒนาเป็นระบบภูมิคุ้มกันใหม่ เปรียบเสมือนการ “รีเซต” ระบบภูมิคุ้มกันใหม่ทั้งหมด วิธีนี้นำมาใช้รักษาโรคความผิดปกติของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น โรคหนังแข็ง โรคทางระบบประสาทอย่าง neuromyelitis optica ซึ่งช่วยให้ผู้ป่วยหลายรายเข้าสู่ภาวะสงบของโรคได้ในระยะยาว แต่วิธีการนี้มีความเสี่ยงสูงจากภาวะติดเชื้อรุนแรงหลังได้รับยาเคมีบำบัด อีกทั้งยังมีโอกาสที่โรคจะกลับมากำเริบซ้ำ และที่สำคัญคือ HSCs ช่วยหยุดการทำลายได้ แต่ไม่สามารถสร้างเนื้อเยื่อหรือเซลล์เฉพาะทางที่ถูกทำลายไปแล้วขึ้นมาทดแทนได้

ข้อจำกัดนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจเซลล์ต้นกำเนิดพหุศักยภาพเหนี่ยวนำ (induced pluripotent stem cells, iPSCs) ซึ่งเป็นเซลล์ที่พัฒนามาจากเซลล์ร่างกายทั่วไป เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ไขมัน แล้วนำมาปรับโปรแกรมพันธุกรรมใหม่จนพัฒนาไปเป็นเซลล์ชนิดใดก็ได้ในร่างกาย

กรณีศึกษาที่น่าจับตามองเกิดขึ้นที่มหาวิทยาลัยปักกิ่ง โดยทีมวิจัยนำเซลล์ไขมันของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มาสร้างเป็น iPSCs แล้วเหนี่ยวนำให้เจริญเป็นกลุ่มเซลล์ตับอ่อนที่ผลิตอินซูลินได้ก่อนจะฉีดกลับเข้าไปในร่างกายผู้ป่วย ผลปรากฏว่าระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยกลับสู่ภาวะปกติ และหยุดฉีดอินซูลินได้ต่อเนื่องเป็นเวลาเกือบสามปี นอกจากนี้ยังมีการทดลองทางคลินิกโดยบริษัทยายักษ์ใหญ่ที่ใช้สเต็มเซลล์แบบสำเร็จรูปซึ่งเพาะเลี้ยงจากเซลล์ต้นกำเนิดจากตัวอ่อนเพื่อผลิตเซลล์ตับอ่อนในปริมาณมาก



ช่วยให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ส่วนใหญ่ผลิตอินซูลินได้เอง และไม่ต้องพึ่งพาการฉีดอินซูลินเช่นกัน

แม้ผลการรักษาด้วย iPSCs จะดูน่าพอใจ และนับเป็นข้อพิสูจน์แนวคิดที่สำคัญ แต่วงการแพทย์ยังคงต้องเจอกับความท้าทายที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการป้องกันการปฏิเสธเนื้อเยื่อจากระบบภูมิคุ้มกัน สำหรับการใช้เซลล์แบบสำเร็จรูป ผู้ป่วยยังจำเป็นต้องกินยากดภูมิคุ้มกันไปตลอดชีวิตซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อรุนแรงและโรคมะเร็ง ขณะที่การผลิตเซลล์เฉพาะบุคคลจากเนื้อเยื่อของผู้ป่วยเอง แม้ในทางทฤษฎีจะไม่ถูกร่างกายต่อต้าน แต่กระบวนการสร้างเซลล์ต้องใช้เวลานานหลายเดือน และมีค่าใช้จ่ายสูงถึงหลายแสนดอลลาร์สหรัฐต่อผู้ป่วยหนึ่งราย ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงได้ในวงกว้าง

เพื่อก้าวข้ามอุปสรรคเหล่านี้ นักวิจัยทั่วโลกกำลังพัฒนาแนวทางใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง เช่น การนำเทคโนโลยีตัดต่อยีนมาดัดแปลงโปรตีนบนผิวเซลล์ที่สร้างขึ้นเพื่อ “พรางตัว” เซลล์เหล่านั้นไม่ให้ระบบภูมิคุ้มกันตรวจพบและทำลาย อีกแนวทางหนึ่งคือ การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth factor) กระตุ้นสเต็มเซลล์ที่แฝงอยู่ในตับอ่อนของผู้ป่วยให้สร้างเซลล์ผลิตอินซูลินขึ้นใหม่โดยไม่ต้องปลูกถ่าย วิธีนี้จึงช่วยลดความเสี่ยงที่เซลล์ปลูกถ่ายอาจแบ่งตัวผิดปกติจนกลายเป็นเนื้องอก

การใช้สเต็มเซลล์เพื่อรักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเองสะท้อนถึงการเปลี่ยนผ่านที่สำคัญของการแพทย์ยุคใหม่ จากการรักษาแบบกดภูมิคุ้มกันทั่วไปไปสู่การรักษาที่แม่นยำและมุ่งเป้าที่กลไกของโรคโดยตรง แม้เทคโนโลยีนี้จะมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการฟื้นฟูร่างกายอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน แต่วิธีการเหล่านี้ส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นตอนการทดลองทางคลินิกระยะเริ่มต้น วงการวิทยาศาสตร์ยังคงต้องอาศัยการวิจัยที่ละเอียดรอบคอบเพื่อพิสูจน์ความปลอดภัยและประสิทธิผลในระยะยาว พัฒนากระบวนการผลิตที่ลดต้นทุนลงได้ และค้นหาวิธีป้องกันการปฏิเสธของภูมิคุ้มกันอย่างยั่งยืน ก่อนที่จะนำมาใช้เป็นการรักษามาตรฐานสำหรับผู้ป่วยทั่วไปในอนาคต

ความก้าวหน้าด้านสเต็มเซลล์กับการรักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง

การรักษาแบบเดิม

ให้ยากดภูมิคุ้มกันหรือสารที่ร่างกายผลิตไม่ได้



ลดการอักเสบได้ แต่ไม่สามารถฟื้นฟูเซลล์หรืออวัยวะที่ถูกทำลายได้

การรักษาด้วยสเต็มเซลล์ยุคแรก

รีเซตภูมิคุ้มกันด้วยเคมีบำบัดและสเต็มเซลล์เม็ดเลือด (haematopoietic stem cells, HSCs) ของผู้ป่วยที่นำออกมาเก็บไว้ก่อน



ระบบภูมิคุ้มกันผิดปกติ

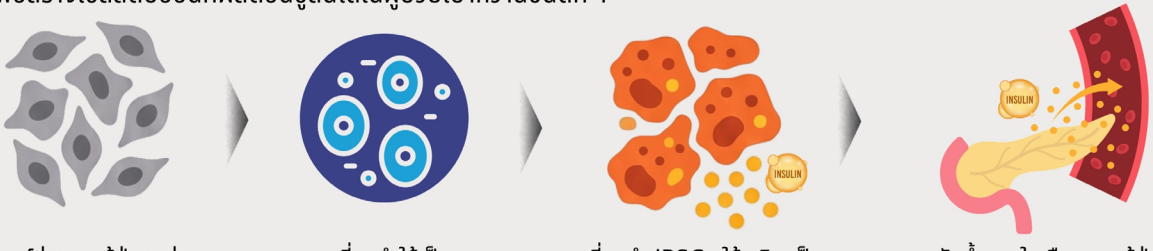
ใช้ยาเคมีบำบัดกวาดล้างเซลล์ภูมิคุ้มกันที่ผิดปกติ

ปลูกถ่าย HSCs กลับคืนสู่ร่างกาย

หยุดการทำลายได้ แต่สร้างเนื้อเยื่อหรือเซลล์เฉพาะทางขึ้นใหม่ไม่ได้

การรักษาด้วยสเต็มเซลล์ยุคใหม่

เปลี่ยนเซลล์ร่างกายให้เป็นสเต็มเซลล์พหุศักยภาพเหนี่ยวนำ (induced pluripotent stem cells, iPSCs) เพื่อสร้างเซลล์ตับอ่อนที่ผลิตอินซูลินได้ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1



เซลล์ร่างกายผู้ป่วย เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ไขมัน

เหนี่ยวนำให้เป็น iPSCs

เหนี่ยวนำ iPSCs ให้เจริญเป็นกลุ่มเซลล์ตับอ่อนที่ผลิตอินซูลินได้ และฉีดกลับเข้าร่างกายผู้ป่วย

ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยกลับสู่ภาวะปกติ และไม่ต้องฉีดอินซูลินได้นานหลายปี

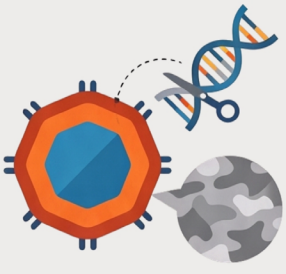
ความท้าทายปัจจุบันและนวัตกรรมแห่งอนาคต

อุปสรรคเรื่องการปฏิเสธเนื้อเยื่อและต้นทุน



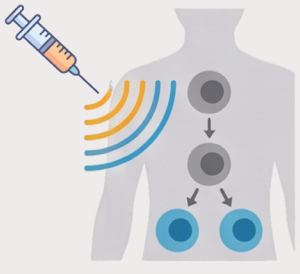
เซลล์สำเร็จรูปยังต้องใช้ยากดภูมิ ส่วนการสร้างเซลล์เฉพาะบุคคลมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน

การตัดต่อยีนเพื่อ “พรางตัว” เซลล์



ดัดแปลงโปรตีนบนผิวเซลล์เพื่อหลบเลี่ยงไม่ให้ระบบภูมิคุ้มกันตรวจพบและทำลาย

การกระตุ้นสเต็มเซลล์ธรรมชาติด้วย growth factors



ฟื้นฟูเซลล์ในร่างกายโดยตรงโดยไม่ต้องปลูกถ่าย ลดความเสี่ยงการเกิดเนื้องอก

ข่าววิทย์-เทคโนฯ รอบโลก

พบรอยตีนไดโนเสาร์กินเนื้อแห่งแรกในอุดรธานี อายุเก่าแก่กว่า 120 ล้านปี

กรมทรัพยากรธรณีลงพื้นที่ตรวจสอบรอยตีนไดโนเสาร์ บริเวณหน่วยพิทักษ์ที่ ภธ.3 (ภูพระบาท) ตำบลเมืองพาน อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี หลังจากมีนักท่องเที่ยวพบรอยคล้ายรอยเท้าไดโนเสาร์ และนำภาพถ่ายเผยแพร่ในสื่อสังคมออนไลน์เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2569 ที่ผ่านมา ยืนยันเป็นรอยตีนไดโนเสาร์กลุ่มเทอโรพอด (theropod) หรือไดโนเสาร์กินเนื้อที่เดินด้วยขาหลัง 2 ข้าง นับเป็นการค้นพบรอยตีนไดโนเสาร์กินเนื้อแห่งแรกของจังหวัดอุดรธานี

รอยตีนที่พบอยู่บนชั้นหินทรายหมวดหินภูพาน มีอายุอยู่ในยุคครีเทเชียสตอนต้น หรือประมาณ 120 ล้านปีก่อน ประกอบด้วยรอยตีน 6 รอย เรียงเป็นแนวทางเดิน แต่ละรอยมีนิ้ว 3 นิ้ว ปลายแหลม ขนาดรอยตีนยาว 29 เซนติเมตร กว้าง 26 เซนติเมตร จากการประเมินคาดว่าไดโนเสาร์เจ้าของรอยตีนมีความสูงถึงสะโพกประมาณ 1.42 เมตร และมีลำตัวยาวราว 6.30 เมตร ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับ *"สยามโมไทรันนัส อีสานเอนซิส" (Siamotyrannus isanensis)* ไดโนเสาร์เทอโรพอดจากยุคเดียวกันที่เคยค้นพบในประเทศไทยมาแล้วก่อนหน้านี้

ทั้งนี้ "รอยตีน" (footprint) เป็นศัพท์ธรณีวิทยาที่หมายถึงรอยเหยียบประทับของสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น ไดโนเสาร์ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ผ่านกระบวนการเกิดร่องรอยซากดึกดำบรรพ์หรือ "รอยตีน" ที่กินระยะเวลายาวนานเช่นเดียวกับการกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์แบบอื่น

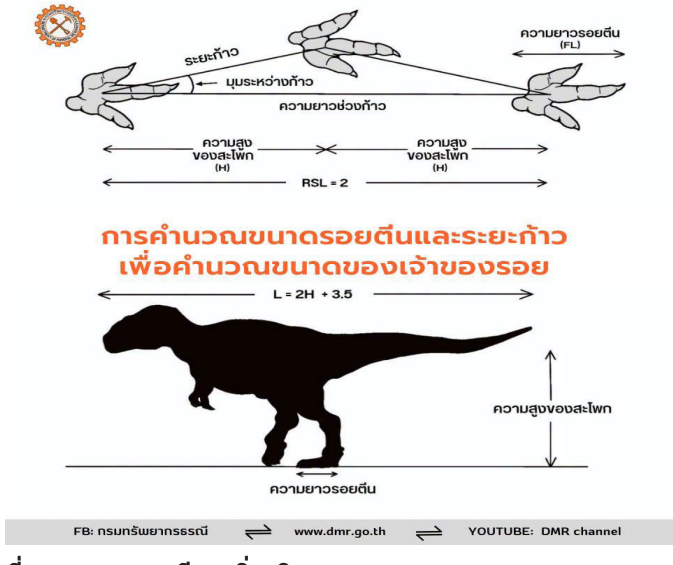
รอยตีนไดโนเสาร์ที่ย่ำเดินในอดีตและเผยให้เห็นในปัจจุบันไม่ได้เกิดจากการที่ไดโนเสาร์เหยียบลงหินจนเกิดรอยตีนในทันทีทันใด แต่เกิดจากเดินย่ำตามริมทางน้ำที่มีตะกอนดินอ่อนนุ่ม จนกระทั่งรอยตีนแห้งและแข็งตัวโดยไม่ลบเลือนหรือถูกทำลาย หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ เกิดการสะสมตะกอนชั้นใหม่ตามธรรมชาติอย่างช้า ๆ โดยไม่ทำลาย





รอยเดิม ตะกอนทับถมกันเป็นเวลาหลายล้านปีจนแข็งตัวและกลายเป็นหินตะกอน ในเวลาต่อมากระบวนการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกทำให้ชั้นหินตะกอนเหล่านี้ถูกยกตัวขึ้นมาเป็นภูเขาสูง และถูกกัดเซาะโดยฝนและทางน้ำ จนทำให้ชั้นหินที่มีรอยตีนไดเสาร์ประทับอยู่ปรากฏขึ้นมาบนผิวโลกในยุคปัจจุบัน

รอยตีนถือเป็นหลักฐานสำคัญที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์คำนวณรูปร่าง รวมถึงศึกษาพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ทั้งยังบอกได้ถึงพฤติกรรมส่วนตัว เช่น จังหวะก้าวเดิน ระยะห่าง-ความเร็ว ลากหางหรือยกหาง พฤติกรรมกลุ่มอย่างการอยู่อาศัย การหาอาหาร การอยู่รวมกันเป็นฝูง การล่าเหยื่อ หรือแม้กระทั่งการบอกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์แหล่งที่อยู่อาศัยในอดีต



ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : กรมทรัพยากรธรณี
https://www.facebook.com/DMRTH/

เปิดตัว “CabGo” แอปบริการรับส่งผู้สูงอายุ ต่อยอดงานวิจัยสู่บริการเพื่อสังคม



สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิเส้นด้าย แถลงข่าวเปิดตัวแอปพลิเคชัน “CabGo” ภายใต้แนวคิด “ทุกการเดินทาง มีคนดูแล : CabGo และมูลนิธิเส้นด้าย เชื่อมการเดินทางสำหรับผู้สูงอายุและผู้พิการ สร้างสังคมที่ไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง” ณ R114 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จังหวัดนครปฐม เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2569

แอปพลิเคชัน “CabGo” เป็นแพลตฟอร์มบริการรับส่งและดูแลการเดินทางสำหรับผู้สูงอายุ พัฒนาโดยศูนย์การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสุขภาพ (LogHealth) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ภายใต้การสนับสนุนทุนวิจัยจาก วช. มุ่งลดข้อจำกัดด้านการเดินทาง โดยเฉพาะการไปโรงพยาบาลเพื่อตรวจสุขภาพหรือพบแพทย์ ซึ่งผู้สูงอายุบางส่วนจำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือระหว่างเดินทาง ขณะที่ครอบครัวและผู้ดูแลอาจมีข้อจำกัดด้านเวลา แพลตฟอร์มดังกล่าวทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงผู้ต้องการใช้บริการกับเครือข่ายผู้ให้บริการเดินทางและผู้ดูแล ผ่านโมบายแอปพลิเคชันและเว็บไซต์ รองรับการจองรถรับส่ง การบริหารจัดการรอบการเดินทาง และการติดตามการใช้บริการ ช่วยให้ผู้สูงอายุและครอบครัววางแผนการเดินทางได้สะดวกยิ่งขึ้น ควบคู่กับการพัฒนาทักษะคนขับรถและผู้ดูแลให้มีความพร้อมในการช่วยเหลือผู้สูงอายุอย่างเหมาะสม

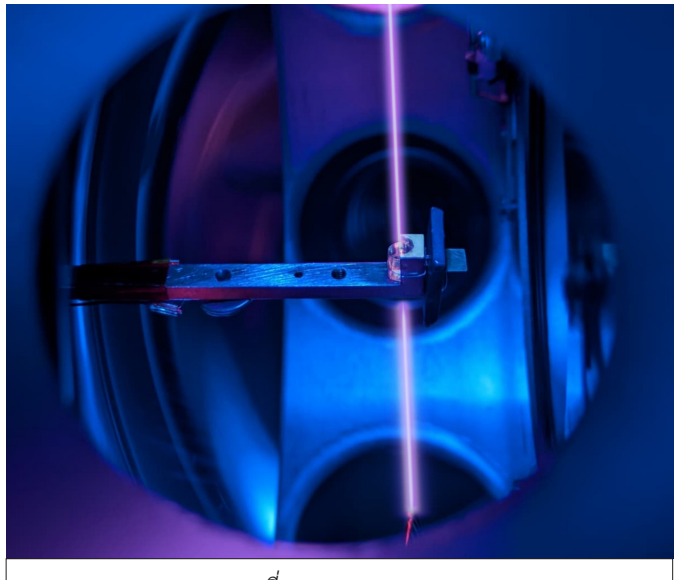
ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน CabGo เพื่อสมัครใช้บริการรับส่งผู้สูงอายุได้ทั้งระบบ iOS และ Android พร้อมติดตามข่าวสารหรือสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมผ่าน LINE Official Account: @cabgo ผู้ขับรถที่สนใจเข้าร่วมเครือข่าย สมัครผ่านแอปพลิเคชัน CabGo Agent พร้อมสิทธิพิเศษรับค่าโดยสารเต็มจำนวน โดยไม่มีการหักค่าคอมมิสชันหรือค่าธรรมเนียมจากแอปพลิเคชัน ตั้งแต่บัดนี้ 7 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2569 เพื่อสนับสนุนการขยายเครือข่ายผู้ให้บริการและร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการดูแลการเดินทางของผู้สูงอายุ

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : งานสื่อสารองค์กร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โทร. 0 2889 2138 ต่อ 6046

นักวิทย์ออสเตรีย–จีน สร้าง “นาฬิกานิวเคลียร์” สำเร็จครั้งแรกของโลก

ทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเวียนนา (TU Wien) ประเทศออสเตรีย และมหาวิทยาลัยชิงหวา (Tsinghua University) กรุงปักกิ่ง ประเทศจีน ประสบความสำเร็จในการพัฒนา “นาฬิกานิวเคลียร์” (nuclear clock) เครื่องแรกของโลกได้พร้อมกันโดยอิสระ ซึ่งเป็นก้าวสำคัญในวงการวัดเวลาและการค้นคว้าทางฟิสิกส์ขั้นพื้นฐาน โดยผลงานของทั้งสองทีมได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ *Nature* เมื่อเร็ว ๆ นี้

นาฬิกานิวเคลียร์ไม่ได้ทำงานด้วยพลังงานนิวเคลียร์ฟิวชันหรือฟิสชัน แต่เป็นการวัดเวลาโดยใช้เลเซอร์พลังงานสูงกระตุ้นโปรตอนและนิวตรอนให้เคลื่อนที่สลับไปมาระหว่างระดับพลังงานภายในนิวเคลียสของอะตอมซึ่งในกรณีนี้คืออะตอมของธาตุทอเรียม-229



ที่มา : TU Wien

ขณะที่นาฬิกาอะตอมแบบดั้งเดิมวัดเวลาโดยใช้เลเซอร์หรือไมโครเวฟกระตุ้น “อิเล็กตรอน” ให้เคลื่อนที่สลับไปมาระหว่างระดับพลังงานสองระดับบริเวณรอบนิวเคลียสของอะตอม เช่น ซีเซียม สตรอนเชียม การวัดระดับพลังงานภายในนิวเคลียสซึ่งมีขนาดเล็กกว่ามากของนาฬิกานิเคลียร์จึงมีศักยภาพที่จะให้ความเที่ยงตรงสูงกว่านาฬิกาอะตอมที่วัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เปลือกอะตอม อย่างไรก็ตามนาฬิกานิวเคลียร์ยังอยู่ระหว่างการพัฒนา และยังไม่สามารถเอาชนะนาฬิกาอะตอมที่แม่นยำที่สุดในปัจจุบันได้

ทั้งนี้นาฬิกาอะตอมแบบดั้งเดิมที่ดีที่สุดทำงานได้นานหลายพันล้านปีโดยมีความคลาดเคลื่อนเพียงหนึ่งวินาทีเท่านั้น ความแม่นยำระดับสูงนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้งานต่าง ๆ เช่น ระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก รวมถึงระบบสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และโครงข่ายใยแก้วนำแสง นักวิจัยเชื่อว่าหากนาฬิกานิวเคลียร์ได้รับการพัฒนาจนสมบูรณ์แล้ว มันอาจทำงานได้ดียิ่งกว่าเดิม มีขนาดกะทัดรัด และมีความทนทานมากขึ้นได้อีกด้วย

นอกจากนี้นาฬิกานิวเคลียร์ยังมีศักยภาพในการไขปริศนาทางฟิสิกส์ชั้นสูง โดยทีมวิจัยจากเวียนนาได้ใช้นาฬิการุ่นนี้ทดลองความแม่นยำสูงเพื่อค้นหาสสารมืด แม้จะยังไม่พบองค์ประกอบลึกลับของจักรวาลนี้ แต่ตัวเครื่องก็แสดงประสิทธิภาพได้เทียบเท่ากับนาฬิกาอะตอมที่แม่นยำที่สุดในโลกแล้ว

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : Reuters
https://www.reuters.com/science/scientists-vienna-beijing-create-worlds-first-nuclear-clocks-2026-10-07/

พบไดโนเสาร์กินเนื้อสายพันธุ์ใหม่บนเกาะไวต์ หลังฟอสซิลถูกเก็บลืมเกือบศตวรรษ

ทีมนักบรรพชีวินวิทยาประเทศอังกฤษเปิดเผยการค้นพบไดโนเสาร์กินเนื้อชนิดใหม่ *“อินวิกติเบลลาทริกซ์ แอมเบรินา” (Invictibellatrix amberina)* จากชิ้นส่วนกะโหลกฟอสซิลที่ขุดพบบนเกาะไวต์ (Isle of Wight) ทางตอนใต้ของอังกฤษ ซึ่งถูกเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา Natural History Museum ในกรุงลอนดอน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1924 โดยไม่ได้รับการระบุชนิดนานนับศตวรรษ

นักวิจัยประเมินว่าไดโนเสาร์ชนิดนี้มีขนาดตัวยาวประมาณ 5 เมตร และมีน้ำหนักใกล้เคียงกับเสือโคร่งขนาดใหญ่ มีชีวิตอยู่ในยุคครีเทเชียสตอนต้นเมื่อราว 120 ล้านปีก่อน จัดอยู่ในกลุ่มเมกะแรปทอแรน (Megaraptoran) สัตว์นักล่าขนาดกลางที่โดดเด่นด้วยลำตัวเพรียวเบา กะโหลกเรียวยาว และแขนที่ยาวทรงพลังพร้อมกรงเล็บโค้งขนาดใหญ่สำหรับจับยึดเหยื่ออย่างไดโนเสาร์ขนาดเล็กและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมยุคโบราณ และลำตัวของมันอาจปกคลุมไปด้วยขนที่มีลักษณะคล้ายเส้นใย

ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์กำลังพยายามไขปริศนาประวัติศาสตร์วิวัฒนาการของเมกะแรปทอแรน โดยสมมติฐานหลักระบุว่าเมกะแรปทอแรนมีต้นกำเนิดในเอเชียก่อนที่จะอพยพผ่านยุโรปไปยังแอฟริกาและอเมริกาใต้ แต่ยังขาดหลักฐานฟอสซิล การค้นพบครั้งนี้ถือเป็นการพบไดโนเสาร์กลุ่มเมกะแรปทอแรนตัวแรกในทวีปยุโรป ซึ่งช่วยเติมเต็มจิกซอว์ชิ้นสำคัญในแผนผังวิวัฒนาการและการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของไดโนเสาร์กินเนื้อยุคโบราณ พร้อมเป็นการตอกย้ำว่าเกาะยังคงเป็นขุมทรัพย์ทางบรรพชีวินวิทยาที่สำคัญของโลก


ภาพจำลอง สร้างโดย AI

ที่มาและรายละเอียดเพิ่มเติม : Reuters
https://www.reuters.com/science/isle-wight-fossil-sheds-light-enigmatic-meat-eating-dinosaurs-2026-10-13/

เลือกเครื่องดื่มอย่างไร ให้ตรงวัย ได้สุขภาพที่ดี

กระทรวงสาธารณสุข MINISTRY OF PUBLIC HEALTH

ในแต่ละช่วงวัย ร่างกายมีความต้องการที่แตกต่างกัน การเลือกเครื่องดื่มที่ใช่จึงไม่ใช่แค่อร่อย แต่คือการเติมพลังและดูแลตัวเองอย่างตรงจุดที่สุด!

วัยเรียน



เสริมความพร้อม เพิ่มความสดใส เติบโตสมวัย

ตัวอย่างเครื่องดื่ม: นมรสจืด ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลือง

ประโยชน์:

- มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของร่างกาย

วัยทำงาน



เพิ่มความตื่นตัว พร้อมลุยทุกงาน

ตัวอย่างเครื่องดื่ม: ผลิตภัณฑ์ชาเขียว และผลิตภัณฑ์กาแฟดำ

วัยสูงอายุ



ร่างกาย อุ่นสบาย ตัวช่วยให้สุขภาพดีจากภายใน

ตัวอย่างเครื่องดื่ม: ผลิตภัณฑ์น้ำสมุนไพร เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำขิงซอง แบบชงดื่ม ผลิตภัณฑ์ชาคาโมมายล์

ประโยชน์:

- ช่วยขับลม
- ช่วยผ่อนคลายร่างกาย คลายเครียด ซึ่งอาจช่วยให้นอนหลับ

มั่นใจทุกครั้งที่เลือก! มองหาสัญลักษณ์ "ทางเลือกสุขภาพ" ลดความเสี่ยงต่อกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)

XX-X-XXXXX-Y-YYYY

เลือกผลิตภัณฑ์ที่มี เลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

ตัวอย่างฉลาก GDA

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
70 กิโลแคลอรี	16 กรัม	0 กรัม	20 มิลลิกรัม
*4%	*25%	*0%	*1%

*คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

เลือกตามคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม

เครื่องดื่ม ทางเลือกสุขภาพ น้ำตาล ไขมัน โซเดียม น้อยกว่าดี

เลือกสัญลักษณ์โภชนาการทางเลือกสุขภาพ (Healthier Choice Logo)

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา Food and Drug Administration

ข้อมูล ณ วันที่ 01/10/69
ผลิตโดย กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค

/FDATHAI



เลือกซื้อ เลือกใช้ ผลิตภัณฑ์ กำจัดไรฝุ่น

สังเกต ฉลากที่ระบุรายละเอียด ชื่อและอัตราส่วนสารสำคัญ เลขทะเบียน อย. วอส.

ประโยชน์ วิธีใช้ คำเตือน วิธีเก็บรักษา เป็นต้น

การกำจัดและป้องกันไรฝุ่น ทำอย่างไรได้บ้าง

1. **ซักและทำความสะอาดเครื่องนอน** สัปดาห์ละครั้ง ด้วยน้ำอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส
2. **นำเครื่องนอนไปตากแดดจัด ๆ ทุกสัปดาห์** ให้นานอย่างน้อย 3 ชั่วโมง
3. **ใช้ผ้าเปียกหมาด ๆ ในการทำความสะอาด** หรือทำความสะอาดบ้านด้วยเครื่องดูดฝุ่น และใช้ผ้าปิดจมูกหรือสวมหน้ากากป้องกันทุกครั้ง
4. **ใช้ผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน ที่สามารถป้องกันไรฝุ่นได้**
5. **หลีกเลี่ยงการใช้ที่นอนที่ทำมาจากขนสัตว์** โดยเปลี่ยนมาใช้ใยสังเคราะห์แทน
6. **หลีกเลี่ยงการนำสัตว์เลี้ยงเข้าไปยังห้องนอน**
7. **ทำให้บ้านมีอากาศถ่ายเท หรือควบคุมความชื้น** ให้ต่ำกว่า 50% RH เพื่อไม่ให้ไรฝุ่นเจริญเติบโต

การใช้ผลิตภัณฑ์กำจัดไรฝุ่น

1. สำหรับที่นอน ฉีดผลิตภัณฑ์กำจัดไรฝุ่นให้ทั่ว **ใช้ผ้าห่มหรือพลาสติก ปิดคลุมไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง** จากนั้นให้เปิดผ้าห่มหรือพลาสติก แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2. สำหรับผ้าห่ม หมอน พรม ตุ๊กตา โซฟา **ฉีดสเปรย์ให้สัมผัสโดยตรง** แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
3. **ฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ซ้ำ** ตามระยะเวลาที่แสดงบนฉลากผลิตภัณฑ์
4. **เก็บผลิตภัณฑ์ให้มิดชิด** เก็บให้ห่างจากเด็ก อาหาร และสัตว์เลี้ยง อย่าให้ถูกแสงแดด เปลวไฟ หรือความร้อน
5. **ระวังอย่าให้ละออง เข้าตา ปาก จมูก** เมื่อใช้เสร็จ ล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง
6. **อย่าฉีดพ่นในห้องที่มีเด็กอ่อนหรือผู้ป่วย**
7. **ห้าม ฉีดพ่นผลิตภัณฑ์บนตัวสัตว์เลี้ยง**
8. **ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจาก อย.** จะมีการแสดงเลขทะเบียนวัตถุอันตราย วอส. ในกรอบเครื่องหมาย อย. วอส.xx / xxxx



สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
Food and Drug Administration

ข้อมูลเผยแพร่ ณ วันที่ 24/10/68
ผลิตโดย กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค

/FDATHAI

คุ้มครองพันธุ์พืชในรูปแบบใดได้บ้าง ?

การบริหารจัดการพันธุ์พืชที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่มี 2 แนวทาง

เปรียบได้กับ Hall of Fame

เป็นทรัพย์สินทางปัญญาประเภทหนึ่ง





	การรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน (รพ.)	การคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ (คพ.)
วัตถุประสงค์	เพื่อให้มีระบบการแจ้งข้อมูลพันธุ์พืช โดยเฉพาะพันธุ์พืชที่ใช้ปลูก	เพื่อประโยชน์ทางการค้าเป็นหลัก
สิทธิและหน้าที่ของผู้ขอ	• ได้ชื่อว่าเป็นผู้ปรับปรุงพันธุ์ • **ไม่มีสิทธิใด ๆ** ในพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน • บุคคลอื่น**นำไปใช้ได้โดยไม่ต้องขออนุญาต**	• **มีสิทธิแต่เพียงผู้เดียว**ในการผลิต ขาย จำหน่าย นำเข้า และส่งออก ส่วนขยายพันธุ์ของพันธุ์พืชใหม่
ชนิดพืช	**ทุกชนิด**	**107 ชนิด** ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
คุณสมบัติของพันธุ์พืช	• **ไม่จำเป็นต้องเป็นพันธุ์ใหม่** • อาจมีการนำไป**ใช้ประโยชน์แล้ว** เช่น ขาย • ยัง**ไม่เคย**ขึ้นทะเบียนมาก่อน	• **มีความใหม่** (ไม่มีการนำส่วนขยายพันธุ์มาใช้ประโยชน์ เช่น จำหน่าย แจก ทั้งในและ/หรือนอกประเทศ ก่อนยื่นขอจดทะเบียนภายใน 1 ปี) • **มีลักษณะแตกต่าง**จากพันธุ์อื่น (Distinct) • **มีความสม่ำเสมอ**ของพันธุ์ (Uniform) • **มีความคงตัว**ของพันธุ์ (Stable)
ระยะเวลาการคุ้มครอง	**ไม่มี**	• **12 ปี** สำหรับพืชที่ให้ผลผลิตหลังปลูก <2 ปี เช่น ข้าว อ้อย • **17 ปี** สำหรับพืชที่ให้ผลผลิตหลังปลูก >2 ปี เช่น ทุเรียน มะม่วง • **27 ปี** สำหรับพืชที่ใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ที่ให้ผลผลิตหลังปลูก >2 ปี เช่น ยูคาลิปตัส
ตัวอย่าง	• ข้าวพันธุ์**นิลปทุม** • สับปะรดพันธุ์**ภูตะวัน** • กะเพราพันธุ์**เขียวไบโอเทค 1** • กะเพราพันธุ์**เขียวไบโอเทค 2** • กะเพราพันธุ์**แดงไบโอเทค 2**	• ข้าวพันธุ์**ไรซ์เบอร์รี** • ข้าวพันธุ์**ไรซ์เบอร์รี 2** • ข้าวพันธุ์**แดงจรูญ** • มะเขือเทศพันธุ์**เชอร์รี่แพร์** • ฟักทองพันธุ์**ทองล้านนา 9**
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	**พรบ.พันธุ์พืช 2518**	**พรบ.คุ้มครองพันธุ์พืช 2542**





ยื่นขอ "รับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียน" และ "คุ้มครองพันธุ์พืชใหม่" ขนานกันไปได้ หรือเลือกแบบใดแบบหนึ่ง ขึ้นกับวัตถุประสงค์ แต่หากได้รับการคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่แล้ว จะขอรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนอีกไม่ได้



ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม จากกรมวิชาการเกษตรได้ที่

ที่มา : สำนักงานจัดการสิทธิเทคโนโลยี (TLO) สวทช.



รวิศ ทัศคร

เคยเป็นกรรมการบริหารและสมาชิกทีมบรรณาธิการวารสารทางช้างเผือก สมาคมดาราศาสตร์ไทย

เคยทำงานเป็นนักเขียนประจำนิตยสาร UpDATE นิตยสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของบริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น (มหาชน) จำกัด

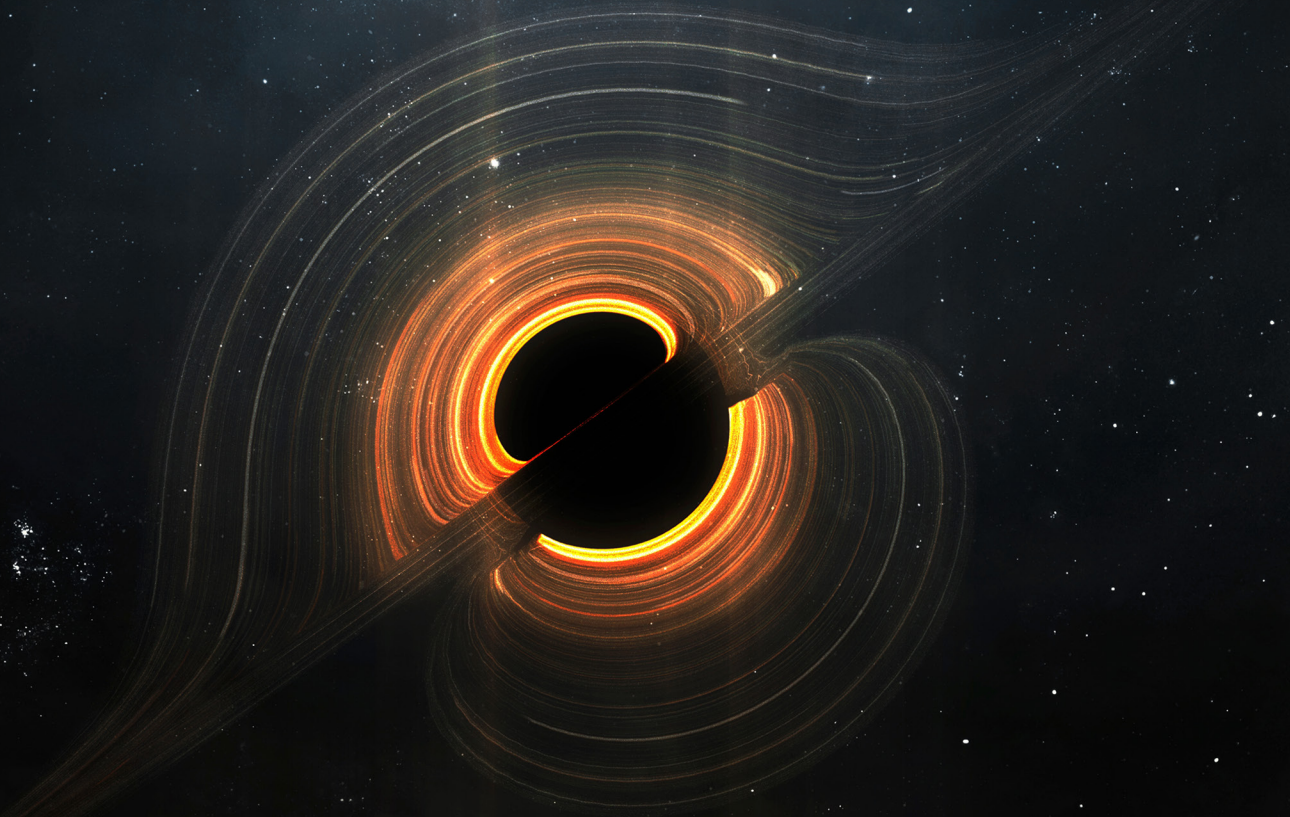
ปัจจุบันรับราชการเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

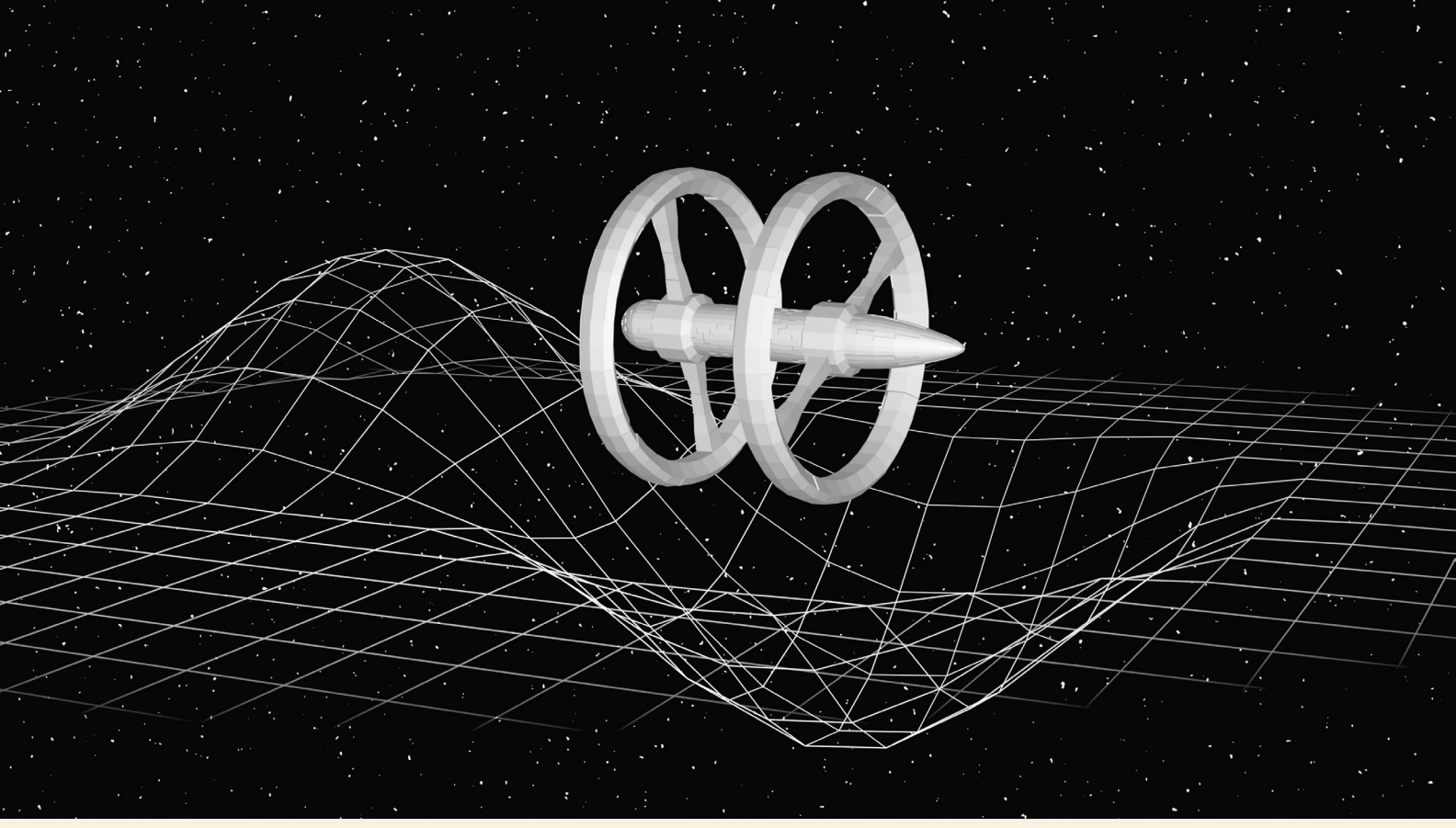
ทำไมเรายังไม่วาร์ป !??

ตอนที่ 2

จากตอนที่แล้ว เราสร้าง “ฟองวาร์ป” ขึ้นมาได้ในสมการ แต่เมื่อถามว่าจะสร้างมันขึ้นมาในโลกจริงได้หรือไม่ คำตอบอยู่ที่สิ่งที่ต้องใช้สร้างมันขึ้นมา นั่นคือ พลังงานลบ

• • •





พลังงานลบอันอาจเป็นอุปสรรค

สำหรับฟองอัลกูบิเอร์เรดั้งเดิม บัญชีพลังงานนี้มีช่องที่ติดลบ ผู้สังเกตกลุ่มมาตรฐานที่เรียกว่าแบบออยเลอเรียน (Eulerian observers) จะวัดความหนาแน่นพลังงานบางบริเวณของผนังได้เป็นลบ แม้ลดความเร็วฟองให้ต่ำกว่าแสง ปริมาณที่ต้องใช้จะลดลง แต่เครื่องหมายลบยังอยู่ในเมตริกเดิม

พลังงานลบในที่นี้ไม่ได้หมายถึงใช้เชื้อเพลิงจนหมดแล้วติดลบ แต่หมายถึงค่าความหนาแน่นพลังงานตามนิยามและการวัดที่กำหนด ค่าที่เทียบกับสถานะอ้างอิงในทฤษฎีสนามควอนตัมอาจเป็นลบได้ในบางสถานการณ์ เช่น กรณีที่เกี่ยวข้องกับผลคาซิเมียร์ (Casimir effect) อย่างไรก็ตามการพบปรากฏการณ์ดังกล่าวไม่ได้แปลว่าเราสะสมและจัดวางพลังงานลบได้ตามต้องการเหมือนเชื้อเพลิงในถัง พูดง่าย ๆ คือ เราไม่มีวิธีตักพลังงานลบใส่ถังแล้วนำไปปูรอบยานตามใจชอบ

เมื่อแทนเมตริกอัลกูบิเอร์เรในสมการสนาม ผู้สังเกตแบบออยเลอร์ซึ่งกำหนดให้เคลื่อนตั้งฉากกับแผ่นอวกาศแต่ละขณะจะวัดความหนาแน่นพลังงานบริเวณผนังบางส่วนได้เป็นลบ สำหรับสัญลักษณ์และหน่วยที่ใช้ในสมการเขียนได้เป็น

$$\rho = -\frac{c^2 v_s^2}{32\pi G}\left[\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)^2\right]$$

ในที่นี้ ρ หมายถึง ความหนาแน่นพลังงานในหน่วยจูลต่อลูกบาศก์เมตร ไม่ใช่ความหนาแน่นมวล พจน์กำลังสองในวงเล็บไม่ติดลบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของ f ตามทิศ y หรือ z และฟองมีความเร็วไม่เป็นศูนย์ เครื่องหมายลบข้างหน้าจึงทำให้ ρ เป็นลบ การลดความเร็วให้ต่ำกว่าแสงช่วยลดขนาดของพจน์นี้ แต่ไม่เปลี่ยนเครื่องหมายในเมตริกดั้งเดิม

การลดค่าปริพันธ์ของพลังงานลบอาจทำให้ตัวเลขพลังงานที่ประมาณได้เล็กลง แต่บริเวณที่มีพลังงานลบยังคงอยู่ อีกทั้งนิยามพลังงานรวมในกาลอวกาศโค้งต้องระบุให้ชัด การเปรียบเทียบตัวเลขจากคนละเมตริกจึงต้องตรวจว่ากำลังใช้ปริมาณ นิยาม และเงื่อนไขขอบเขตเดียวกันหรือไม่

ดังนั้นข่าวว่าแบบจำลองใหม่ใช้พลังงานน้อยลงจึงต้องอ่านต่อว่า ลดอะไรลง หากลดเพียงยอดรวมของพลังงานลบ แต่ยังต้องมีบริเวณติดลบอยู่ ปัญหาการหาแหล่งพลังงานชนิดนั้นก็ยังไม่ได้หายไป

อสมการพลังงานควอนตัม (quantum energy inequalities) จำกัดความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพลังงานลบกับช่วงเวลาหรือวิธีเฉลี่ยที่ใช้วัดภายใต้ชนิดสนาม สถานะ และเงื่อนไขที่กำหนด

ข้อจำกัดทางควอนตัมยังผูกขนาดของพลังงานลบกับช่วงเวลาหรือวิธีเฉลี่ยที่ใช้วัด ภายใต้สมมติฐานของสนามนั้น ๆ งานวิจัยของเฟนนิง (M. J. Pfenning) และฟอร์ด (L. H. Ford) พบว่า เมื่อนำข้อจำกัดนี้มาใช้กับฟองอัลกูบิเอร์เร ผนังอาจต้องบางระดับไม่กี่ร้อยเท่าของความยาวพลังค์ซึ่งมีขนาดประมาณ 1.6×10^{-35} เมตร และความต้องการพลังงานก็รุนแรงมาก จึงเห็นได้ว่าข้อจำกัดนี้

อยู่ไกลเกินเอื้อมจากระดับวัสดุและวิศวกรรมทั่วไปที่เรามีตอนนี้มาก ตัวเลขนี้เป็นผลของแบบจำลองที่ศึกษา ไม่ใช่กฎความหนาสำหรับวาร์ปทุกชนิด เพราะได้มาจากแบบจำลองและสมมติฐานเฉพาะของงานนั้น

อีกประเด็นคือผลย้อนกลับต่อกาลอวกาศ (backreaction) หากสนามควอนตัมมีพลังงานหรือความเค้นเพิ่มขึ้น มันย่อมกลับไปเปลี่ยนเรขาคณิตที่เป็นฉากหลังของตัวเอง การคำนวณสนามบนฟองที่ถูกตรึงรูปไว้จึงยังไม่บอกว่าฟองจะคงรูปได้เมื่อปล่อยให้สนามกับเรขาคณิตเปลี่ยนแปลงร่วมกัน

งานทฤษฎีรุ่นใหม่ ๆ ตอนนี้ได้ขยายการศึกษาไปเกินเมตริก-อัลกูบิเอร์เร บอบริก (A. Bobrick) และมาร์ตีเร (G. Martire) เสนอแบบจำลองวาร์ปต่ำกว่าแสงที่ใช้พลังงานบวก และอธิบายฟองในรูปเปลือกสสารซึ่งมีการเคลื่อนที่ของตัวเอง ประเด็นสำคัญคือการให้ผู้โดยสารอยู่ในบริเวณที่ตกอย่างอิสระไม่ได้ทำให้ปัญหาการขับเคลื่อนเปลือก

ในการอ่านงานรุ่นใหม่เรามักพบวิธีจัดระเบียบกาลอวกาศที่เรียกว่า ADM formalism (หรือ ADM แฮมิลโทเนียน ชื่อนี้ตั้งตามนามสกุลของนักฟิสิกส์ 3 ท่าน ได้แก่ Richard Arnowitt, Stanley Deser และ Charles W. Misner ซึ่งเป็นผู้คิดค้นแนวคิดนี้ขึ้นในปี ค.ศ. 1959) ADM คือกรอบการคำนวณที่เปลี่ยนมุมมองของกาลอวกาศ (spacetime) จากเดิมที่เป็นเนื้อเดียวกันสี่มิติให้กลายเป็นการ “หั่น” (foliation) กาลอวกาศออกเป็นแผ่น ๆ ของอวกาศสามมิติที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

มองง่าย ๆ ให้ลองนึกถึงภาพยนตร์ที่แยกออกเป็นภาพแต่ละขณะ แต่ละภาพแทนอวกาศสามมิติ ส่วนการเชื่อมภาพเข้าด้วยกันบอกโครงสร้างสี่มิติที่รวมเวลา การแบ่งเช่นนี้เป็นวิธีคำนวณ ไม่ใช่การตัดกาลอวกาศจริง ๆ ออกเป็นแผ่น

นักวิจัยต้องระบุว่าจะวัดระยะภายในแต่ละแผ่นอย่างไร เวลาที่ผู้สังเกตวัดได้สัมพันธ์กับเวลาพิกัดอย่างไร และพิกัดบนแผ่นถัดไปเหลื่อมจากแผ่นเดิมอย่างไร ส่วนสุดท้ายเรียกว่า เวกเตอร์เลื่อน เป็นส่วนหนึ่งของคำอธิบายเรขาคณิต จึงยังไม่ใช่กระแสของสสารหรือคำสั่งสำหรับอุปกรณ์ขับเคลื่อน

สำหรับการคิดในแบบอัลกูบิเอร์เร เขาตั้งใจเลือกเรขาคณิตภายในแผ่นอวกาศให้ราบ และให้รายละเอียดการเคลื่อนของฟองอยู่ในเวกเตอร์เลื่อน แม้แผ่นแต่ละแผ่นจะราบ กาลอวกาศทั้งชุดยังโค้งได้ เพราะความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นก็มีความสำคัญ งานรุ่นใหม่บางงานจึงเปลี่ยนทั้งรูปทรงของแผ่นและความสัมพันธ์ของเวลา แทนการปรับเฉพาะฟองในกรอบเดิม

การมีตัวเลือกมากขึ้นช่วยให้เรามีที่วิ่งเล่นมากขึ้นในการหาคำตอบใหม่ ๆ ของกลไกการวาร์ป แต่เรขาคณิตและสสารต้องผ่านสมการข้อจำกัดร่วมกันด้วย โดยเฉพาะข้อมูลตั้งต้นก่อนปล่อยให้ระบบเปลี่ยนไปตามเวลา ฟองที่เขียนให้มีรูปร่างสวยงามจึงยังต้องตอบต่อว่าเริ่มสร้างจากสภาพใดได้

รังสีและสสารระหว่างทาง

สมมติว่าเราหาแหล่งพลังงานได้แล้ว กัปตันจะเลี้ยวหรือเบรกอย่างไร สำหรับฟองเหนือแสงบางแบบ สัญญาณจากศูนย์กลางฟองไปไม่ถึงบริเวณผนังด้านหน้า เพราะโครงสร้างกาลอวกาศจะไปจำกัดเส้นทางที่แสงและอิทธิพลทางกายภาพจะเดินไปถึงได้ ขอบเขตการติดต่อเช่นนี้เรียกว่า ขอบฟ้า

ถ้าห้องนักบินส่งคำสั่งเปลี่ยนรูปทรงฟองส่วนหน้าไม่ได้ การที่งานทฤษฎีต่าง ๆ ที่คิดกันอยู่ จู่ ๆ มาสมมติเลยว่ายานมีฟองที่กำลังเคลื่อนที่อยู่แล้ว จึงยังไม่ได้อธิบายครอบคลุมถึงวิธีตอนเริ่มสร้างและควบคุมฟองนั้น เราต้องรู้ว่าใครหรืออะไรทำให้ส่วนหน้าก่อตัว และต้องเตรียมแหล่งกำเนิดตามเส้นทางไว้ก่อนหรือไม่ ปัญหาจึงเริ่มตั้งแต่ก่อนกดปุ่มออกเดินทาง

การเดินทางเหนือแสงยังอาจขัดเรื่องลำดับเหตุผล เช่น หากจัดเส้นทางไปกลับร่วมกับกรอบอ้างอิงที่เหมาะสมได้ อาจเกิดเส้นทางที่พาสัญญาณกลับถึงก่อนเวลาที่มันจะถูกส่งออกมา ราวกับฟองวาร์ปเป็นเครื่องย้อนเวลา แต่เราไม่ควรเหมารวมว่าจะเกิดกับฟองทุกแบบ โดยให้พิจารณากาลอวกาศและการต่อเส้นทางที่ใช้จริง

ฟองวาร์ปไม่ได้เป็นเกราะป้องกันรังสีโดยอัตโนมัติ ระหว่างทางก็ไม่ได้ว่างเปล่า แสง ฝุ่น และอนุภาคเคลื่อนตามเรขาคณิตของฟอง และอาจเปลี่ยนพลังงานเมื่อผ่านฟอง แม็กโมนิกัล (B. McMonigal) และคณะ ได้คำนวณเส้นทางของแสงกับอนุภาคทดสอบในเมตริกอัลกูบิเอร์เร พบว่าผลขึ้นกับทิศทาง ความเร็วเริ่มต้นของอนุภาค และประวัติการเคลื่อนที่ของฟอง



อนุภาคบางกลุ่มอาจสะสมหรือมีพลังงานเพิ่มขึ้นมากเมื่อฟองชะลอและปล่อยอนุภาคออกมา ผลขึ้นกับทิศทางและความเร็วเริ่มต้นของอนุภาค รวมถึงประวัติการเคลื่อนที่ของฟอง จึงไม่ใช่ว่าทุกลิ่งด้านหน้าจะถูกกวาดสะสมและพุ่งออกมาทีเดียวแบบลำแสงทำลายล้างเมื่อยานอวกาศชะลอความเร็วลง

คำว่า “อนุภาคทดสอบ” หมายถึง อนุภาคที่ใช้ติดตามการเคลื่อนที่ งานนี้ติดตามอนุภาคทดสอบจึงหมายถึง คำนวณเส้นทางของอนุภาคทดสอบ โดยละไว้ว่าไม่นำผลของมันต่อกาลอวกาศมาคิดพิจารณาร่วมด้วย ผลคำนวณลักษณะนี้จึงแสดงความเสี่ยงที่ควรศึกษา แต่ยังไม่ใช่การจำลองการชนระหว่างฟองกับฝุ่นหรือแก๊สจริงอย่างครบถ้วน ต้องพิจารณาปริมาณสสาร ปฏิสัมพันธ์ และผลย้อนกลับต่อฟองเพิ่มด้วย

สนามควอนตัมทำให้มีความยุ่งยากเพิ่มอีกชั้น ขอบฟ้าบางบริเวณอาจทำให้ความถี่และพลังงานที่ผู้สังเกตวัดได้เพิ่มขึ้นมาก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเลื่อนไปทางน้ำเงิน (blueshift) งานของฟินาซซี (S. Finazzi) และคณะศึกษาฟองที่ก่อตัวขึ้นตามเวลา และพบพฤติกรรมของเทนเซอร์พลังงาน–โมเมนตัมควอนตัมที่ชี้ถึงความไม่เสถียรของฟองเหนือแสงในแบบจำลองที่วิเคราะห์ ผลนี้เป็นข้อจำกัดสำคัญ กาลอวกาศเปลี่ยนพฤติกรรมสนาม ขณะเดียวกันสนามก็อาจเปลี่ยนกาลอวกาศกลับ การตรึงรูปร่างฟองไว้ตลอดจึงอาจซ่อนปัญหาสำคัญ

แม้ว่างานของฟิลเชนคอฟ (M. Fil’chenkov) และลัปเตฟ (Y. Laptev) รายงานว่า รังสีฮอว์กิงมีผลต่อภายในยานน้อยในกรณีที่คำนวณด้วยแบบจำลองหนึ่งมิติเชิงพื้นที่ ข้อสรุปนี้ตอบเรื่องรังสีภายใต้การประมาณของงานนั้น ไม่ได้ยืนยันความปลอดภัยจากทุกกลไก และไม่แทนการวิเคราะห์ฟองที่เปิด เร่ง ชะลอ และยุบตัว พร้อมผลย้อนกลับของสนามควอนตัม ดังนั้นคำว่า “รังสีไม่อันตราย” โดยไม่ระบุแบบจำลองจึงกว้างเกินหลักฐาน

ทฤษฎีรุ่นใหม่ลองเปลี่ยนอะไรอีกบ้าง

นอกเหนือจากการปรับเปลือกพลังงานบวก นักวิจัยยังลองเปลี่ยนฉากหลังรอบฟอง การัตตินี (R. Garattini) และซาตริไมลอฟ (K. Zatrimaylov) นำฟองไปศึกษาในกาลอวกาศของหลุมดำแบบชวาทซ์ชิลท์ (มันคือหลุมดำชนิดที่ง่ายที่สุดในทางทฤษฎีซึ่งมีแต่มวลอย่างเดียว ไม่มีประจุไฟฟ้า และไม่หมุนรอบตัวเอง) ภายใต้เงื่อนไขของงาน สนามภายนอก ที่ช่วยลดระดับการละเมิดเงื่อนไขพลังงานบางชนิดได้ กลไกที่นักทฤษฎีกำลังลองคิดกันอยู่ก็คือให้เรขาคณิตของฉากหลังมีส่วนในคำตอบ แทนการให้ฟองรับภาระทั้งหมดในบริเวณว่างที่เกือบราบ

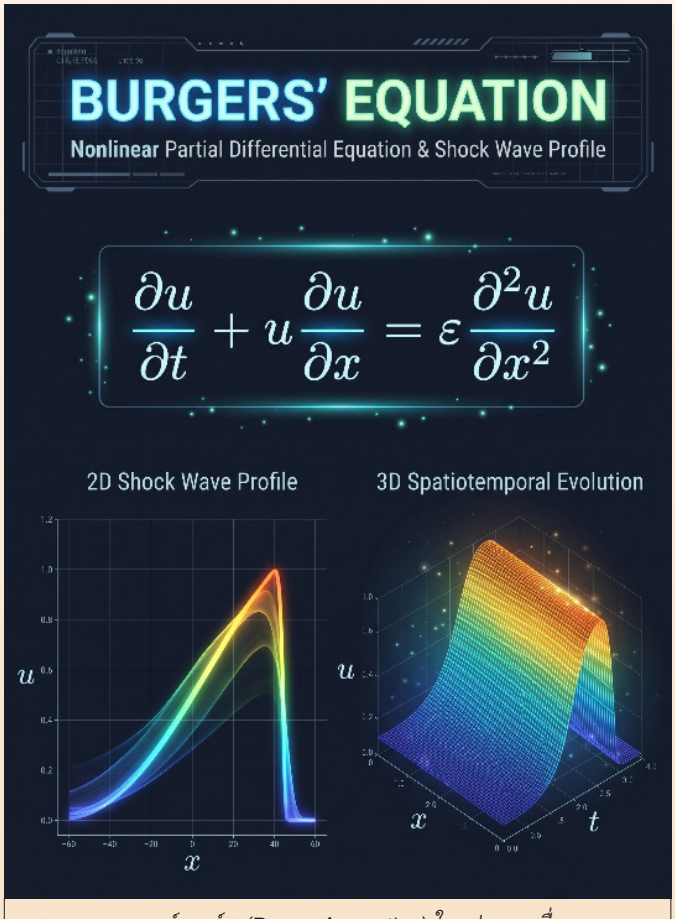


อนุภาคและรังสีที่ถูกดักและสะสมอยู่เรื่อย ๆ ใกล้ขอบฟ้าด้านหน้าของฟอง (อย่าหยุดยานเชียว มันจะพุ่งออกไปกลายเป็นอาวุธมหาประลัยทันที)

งานนี้ยังพิจารณาเส้นทางแสงเมื่อฟองต่ำกว่าแสงตัดผ่านบริเวณขอบฟ้า แต่เป็นผลของกาลอวกาศรวมที่สมมติขึ้น จึงยังไม่ใช่วิธีเปิดหลุมดำเป็นประตูเดินทาง อีกทั้งข้อสรุปเรื่องเอนโทรปีต้องอ่านร่วมกับเอกสารแก้ไขของผู้เขียนซึ่งแก้สมการหนึ่งและตัดอีกสมการออก

อีกแนวทางหนึ่งมีคนลองเชื่อมการวาร์ปกับพลังงานมืด โดยเปลี่ยนสมมติฐานเกี่ยวกับฉากหลังและแหล่งพลังงาน กอนซาเลซ-ดิอาซ (P. F. González-Díaz) สำรวจโจทย์นี้ในแบบจำลองหนึ่งมิติเชิงพื้นที่กับหนึ่งมิติเวลา การลดมิติช่วยให้คำนวณได้ง่ายขึ้น แต่ทำให้องค์ประกอบพลังงานบางส่วนของกรณีสามมิติหายไป ผลการคำนวณจึงยังไม่ให้วิธีเก็บพลังงานมืดมาเป็นเชื้อเพลิงยาน

อาเบยาน (G. Abellán) และคณะ ลองเลือกโครงสร้างที่มีสมมาตรทรงกลม พร้อมของไหลที่มีความดันต่างกันตามทิศทาง วิธีนี้เพิ่มความยืดหยุ่นในการจับคู่สสารกับเรขาคณิต และพบกรณี



สมการของเบอร์เคอร์ส (Burgers' equation) ในรูปแบบคลื่นกระแทก ซึ่งสะท้อนพฤติกรรมของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อยแบบไม่เชิงเส้น เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาตรฐานที่ใช้พิสูจน์และอธิบายการวิวัฒนาการของคลื่นไม่เชิงเส้นที่คิดโดย โยฮันเนส มาร์ตินุส เบอร์เคอร์ส (Johannes Martinus Burgers) นักฟิสิกส์ชาวดัตช์

ไม่ขึ้นกับเวลาที่ผ่านเงื่อนไขพลังงานบางชุดได้ ความสำเร็จของทฤษฎีนี้เกิดมาจากนักทฤษฎีเปลี่ยนสมมติฐานของระบบ ไม่ใช่เพียงเปลี่ยนชื่อพิกัดของฟองเดิมแล้วพลังงานลบหายไป

ส่วนงานของเซอร์ยาคอฟ (D. Seryakov) ใช้สมการที่มีรูปคล้ายการแพร่เพื่อศึกษาศักย์ของเวกเตอร์เลื่อน แล้วปรับเป็นสมการแบบเทเลกราฟซึ่งในระบบที่เหมาะสมใช้บรรยายการแพร่-กระจายด้วยอัตราจำกัดได้ ฟังดูเหมือนเป็นวิธีทำให้ฟองตอบสนองโดยไม่ส่งสัญญาณเร็วเกินแสง แต่มีรายละเอียดสำคัญครับ ตัวแปรที่ทำหน้าที่คล้ายเวลาในสมการนี้เป็นพิกัดเชิงพื้นที่ z การได้อัตราลักษณะเฉพาะจำกัดจึงยังไม่ยืนยันการส่งอิทธิพลตามเวลาจริงของกาลอวกาศ

และงานวิจัยล่าสุดในปีนี้ ซานโตส-เปไรรา (O. L. Santos-Pereira) และคณะ พบว่า สมการสนามบางส่วนลดรูปเป็นสมการที่คล้ายสมการของเบอร์เคอร์สและการนำความร้อนได้

สมการเหล่านี้ช่วยศึกษาการเปลี่ยนรูปของโพรไฟล์ เช่น การชันขึ้นหรือการเกลี่ยให้เรียบ แต่พจน์ที่คล้ายการแพร่ยังเกิดจากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สมมติ ไม่ได้คำนวณมาจากสมบัติวัสดุเฉพาะ และคำตอบที่ลดมิติก็ยังไม่ใช่ฟองสามมิติครบรูป

ระยะห่างระหว่างสมการกับการออกเดินทาง

งานวิชาการรุ่นใหม่เหล่านี้ทำให้เราเห็นว่าการศึกษาวาร์ปมีหลายโจทย์ บางงานหาการกระจายสสารที่ผ่านเงื่อนไขพลังงาน บางงานก็ตรวจโครงสร้างผนัง บางงานใช้สมการที่จัดการได้ง่ายขึ้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมของฟอง แต่ละความก้าวหน้าจึงต้องอ่านคู่กับสิ่งที่งานนั้นตั้งใจแก้

ถ้าเปรียบกับการพัฒนายานลำหนึ่ง การเขียนเมตริกคือการระบุว่ายานกับกาลอวกาศรอบตัวควรมีสภาพอย่างไร จากนั้นยังต้องหาแหล่งสสารที่ทำให้เกิดสภาพนั้น คำนวณว่าจะประกอบขึ้นจากสภาวะเริ่มต้นได้อย่างไร และติดตามว่าระบบตอบสนองเมื่อมีการรบกวนอย่างไร ขั้นตอนเหล่านี้เชื่อมกัน แต่คำตอบของขั้นหนึ่งใช้แทนอีกขั้นไม่ได้

ฟองวาร์ปที่เราบอกว่าเราขบคิดเกี่ยวกับมันเมื่อความเร็วของมันคงที่แล้ว จึงยังต้องมีเรื่องราวก่อนและหลังถึงจุดนั้น นั่นคือฟองวาร์ปเริ่มจากหยุดนิ่งได้ไหม ? เราจะใช้อะไรเร่งทั้งเปลือกฟอง ? เมื่อคนในยานต้องการควบคุมยานแล้วสั่งเปลี่ยนทิศ สัญญาณที่วิ่งด้วยความเร็วแสงจะเดินทางไปถึงส่วนที่ต้องเปลี่ยนได้ไหม ? และเมื่อดับเครื่องออกจากวาร์ป สสารหรือรังสีที่เกี่ยวข้องจะไปอยู่ที่ใด ? (ไม่ใช่ว่าพุ่งเป็นรังสีมรณะมหาศาลไปทำลายดาวเคราะห์

ที่เราต้องการไปสำรวจ) คำถามเหล่านี้ต้องได้คำตอบจากสมการ การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและแหล่งกำเนิดที่สอดคล้องกัน

เรายังต้องแยกความเป็นไปได้หลายระดับให้ชัด คำตอบที่เขียนได้ทางคณิตศาสตร์อาจต้องการสสารที่ยังไม่รู้จัก คำตอบที่ผ่านเงื่อนไขพลังงานอาจไม่เสถียร และคำตอบที่เสถียรในคอมพิวเตอร์ก็อาจต้องการความดันหรือการจัดวางสสารที่เทคโนโลยีผลิตไม่ได้ การสร้างฟองในห้องทดลองเป็นอีกหลักฐานหนึ่งที่ต่างจากการได้ภาพสีจากการคำนวณ

เมื่อพบข่าววาร์ปครั้งต่อไป ลองดูรายละเอียดสำคัญในรายงานครับว่า เขาศึกษาฟองต่ำกว่าแสงหรือเหนือแสง เป็นฟองที่เคลื่อนอยู่แล้วหรือมีวิธีเริ่มสร้างฟอง ตรวจพลังงานสำหรับผู้สังเกตและทิศทางใด และรวมผลของสสารกับสนามที่ย้อนกลับไปเปลี่ยนฟองแล้วหรือยัง เหตุที่เผ่ามนุษย์อย่างเรายังไม่วาร์ปไปยึดดาวอื่นด้วยกองยานอันเกรียงไกร จึงลึกกว่าประเด็นแค่การไม่มีเครื่องกำเนิดพลังงานขนาดใหญ่พอที่จะจ่ายพลังงานให้ยาน

ในแบบจำลองดั้งเดิมเราติดเงื่อนไขเกี่ยวกับชนิดและการกระจายของพลังงาน รวมถึงปัญหาการควบคุมฟองเหนือแสง งานวิจัยฟองพลังงานบวกช่วยบุกเบิกทางเลือกที่น่าสนใจในกรณีการเดินทางด้วยความเร็วต่ำกว่าแสง ขณะที่งานทฤษฎีแนวอื่นกำลังช่วยตรวจว่าการเปลี่ยนสมมติฐานส่วนไหนจะช่วยทลายข้อจำกัดทางทฤษฎีได้

คุณค่าของงานเหล่านี้อยู่ที่การทำให้คำถามจากหนังไซไฟกลายเป็นสิ่งที่ตรวจสอบได้ทีละส่วน เราเริ่มรู้ว่ารูปทรงกาลอวกาศที่อยากได้เรียกร้องอะไรจากธรรมชาติ ส่วนวันที่กัปตันจะสั่งออกเดินทางได้จริงจะมาถึงในช่วงชีวิตของเราหรือไม่ ในตอนนี้เรายังต้องรอวิธีสร้างและควบคุมรูปทรงนั้นให้ครบทั้งการเดินทางครับ

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

Abellán, G., Bolivar, N., & Vasilev, I. (2023). Alcubierre warp drive in spherical coordinates with some matter configurations. *The European Physical Journal C, 83*(1), 7. https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-11091-5

Alcubierre, M. (1994). The warp drive: Hyper-fast travel within general relativity. *Classical and Quantum Gravity, 11*(5), L73–L77. https://doi.org/10.1088/0264-9381/11/5/001

Bobrick, A., & Martire, G. (2021). Introducing physical warp drives. *Classical and Quantum Gravity, 38*(10), 105009. https://doi.org/10.1088/1361-6382/abdf6e

Fil'chenkov, M., & Laptev, Y. (2017). Galaxy travel via Alcubierre's warp drive. *Acta Astronautica, 139*, 254–257. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.07.011

Finazzi, S., Liberati, S., & Barceló, C. (2009). Semiclassical instability of dynamical warp drives. *Physical Review D, 79*(12), 124017. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.79.124017

Fuchs, J., Helmerich, C., Bobrick, A., Sellers, L., Melcher, B., & Martire, G. (2024). Constant velocity physical warp drive solution. *Classical and Quantum Gravity, 41*(9), 095013. https://doi.org/10.1088/1361-6382/ad26aa

Garattini, R., & Zatrimaylov, K. (2024). Black holes, warp drives, and energy conditions. *Physics Letters B, 856*, 138910. https://doi.org/10.1016/j.physletb.2024.138910

Gonzalez-Diaz, P. F. (2007). Superluminal warp drive and dark energy. *Physics Letters B, 657*(1–3), 15–19. https://doi.org/10.1016/j.physletb.2007.09.041

McMonigal, B., Lewis, G. F., & O'Byrne, P. (2012). Alcubierre warp drive: On the matter of matter. *Physical Review D, 85*(6), 064024. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.85.064024

Natário, J. (2002). Warp drive with zero expansion. *Classical and Quantum Gravity, 19*(6), 1157–1165. https://doi.org/10.1088/0264-9381/19/6/308

Pfenning, M. J., & Ford, L. H. (1997). The unphysical nature of warp drive. *Classical and Quantum Gravity, 14*(7), 1743–1751. https://doi.org/10.1088/0264-9381/14/7/011

Rodal, J. (2023). Visualization and analysis of the curvature invariants in the Alcubierre warp-drive spacetime. *General Relativity and Gravitation, 55*(11), 134. https://doi.org/10.1007/s10714-023-03182-9

Rodal, J. (2024). A closer look at Natário's zero-expansion warp drive. *International Journal of Theoretical Physics, 63*(7), 168. https://doi.org/10.1007/s10773-024-05700-0

Santos-Pereira, O. L., Abreu, E. M., & Ribeiro, M. B. (2026). Shift vector sign reversal in the Alcubierre warp drive spacetime geometry and nonlinear Burgers-type dynamics. *The European Physical Journal Plus, 141*(8), 921. https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-026-08079-5

Santiago, J., Schuster, S., & Visser, M. (2022). Generic warp drives violate the null energy condition. *Physical Review D, 105*(6), 064038. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.064038

Seryakov, D. (2025). Parabolic and hyperbolic shift geometries in warp-drive metrics: Mathematical foundations and causality-regularized models. *The European Physical Journal Plus, 140*(12), 1240. https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-025-07187-y.

สวทช NSTDA

JAXA

Asian Try Zero-G 2027

IDEA を宇宙へ! Call for Proposals

จากห้องเรียนสู่อวกาศ...

เปลี่ยนไอเดียบนกระดาษให้เป็นการทดลองจริง!

สวทช. ร่วมกับองค์การสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (JAXA) และพันธมิตร
ชวนน้อง ๆ เยาวชนไทยปล่อยพลังความคิดสร้างสรรค์
ออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายในสภาวะแรงโน้มถ่วงต่ำ
โดยไอเดียที่ได้รับคัดเลือกจะนำไปทดลองจริงโดยนักบินอวกาศญี่ปุ่น
ในโมดูลคิโบะบนสถานีอวกาศนานาชาติ (Kibo/ISS)



ส่งไอเดียภายใน 12 ธ.ค. 69

NSTDA SPACE EDUCATION

NSTDA SPACE Education
www.nstda.or.th/spaceeducation
spaceeducation@nstda.or.th



ผศ. ดร.ป๋วย อุ่นใจ | http://www.ounjailab.com
นักวิจัยชีวฟิสิกส์ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา และหัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านพาหะและโรคติดเชื้อด้วยพาหะ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
นักสื่อสารวิทยาศาสตร์ นักเขียน ศิลปินภาพสามมิติ และผู้ประดิษฐ์ฟอนต์ไทย มีความสนใจทั้งในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี งานศิลปะและบทกวี
แอดมินและผู้ร่วมก่อตั้งเพจ FB: ToxicAnt เพราะทุกสิ่งล้วนเป็นพิษ

ก่อนที่โลกจะจมอยู่ใต้ ภูเขาแบตเตอรี่

ในยุคที่ยานยนต์ไฟฟ้าหรือ EV (electric vehicle) กำลังเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นในกระแสหลัก ซึ่งถือว่าดีต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของ “คาร์บอนฟุตพรินต์” เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สันดาป เพราะถ้าดูเทียบกันในภาพรวมของการปล่อยแก๊สเรือนกระจก EV ก็น้อยกว่าจริง อาจจะเกือบครึ่งของเครื่องยนต์สันดาปปกติที่เราใช้กันอยู่เลยทีเดียว และถ้าดูในบริบทของไทยปัจจุบัน ถ้ามองแค่ในมุม from well to wheel จากบ่อ (น้ำมัน) ถึงล้อ (รถยนต์) อาจลดฟุตพรินต์ลงไปได้มากถึงราวร้อยละ 45 เลยทีเดียว อ้างอิงจากงานวิจัยของทีมวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เผยแพร่ออกมาในงานประชุมวิชาการ IEECON เมื่อปี ค.ศ. 2025 ที่ผ่านมา

• • •



แต่สิ่งที่น่ากังวลคือการใช้ EV ที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ความต้องการแบตเตอรี่ที่สูงขึ้นแบบทบทวีแม้จะเป็นสัญญาณที่ดีในแง่ของการเปลี่ยนผ่าน แบตเตอรี่ราคาถูกลง คนก็ใช้มากขึ้น ลดการใช้เครื่องยนต์สันดาป

ตัวเลขจากข้อมูลปี ค.ศ. 2025 ที่สำนักงานพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency) หรือ IEA เผยแพร่ออกมาระบุว่า การใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนทั่วโลกเพิ่มเป็นประมาณ 6 เท่าของปี ค.ศ. 2020 โดย EV ใช้มากกว่าร้อยละ 70 และระบบกักเก็บพลังงานใช้มากกว่าร้อยละ 15

สำหรับประเทศไทย Agora Verkehrswende และ Oeko-Institut องค์กรวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนผ่านของประเทศเยอรมนีได้คาดการณ์เอาไว้อย่างน่าสนใจว่า ภายในต้นปี ค.ศ. 2033 หรือ พ.ศ. 2576 ประเทศไทยอาจมีแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าหมดอายุสะสมราว 200,000 ตัน นี่ไม่รวมแบตเตอรี่อื่น ๆ ทั้งชุดกักเก็บพลังงานสำหรับแผงโซลาร์ แบตสำรอง และอื่น ๆ อีก

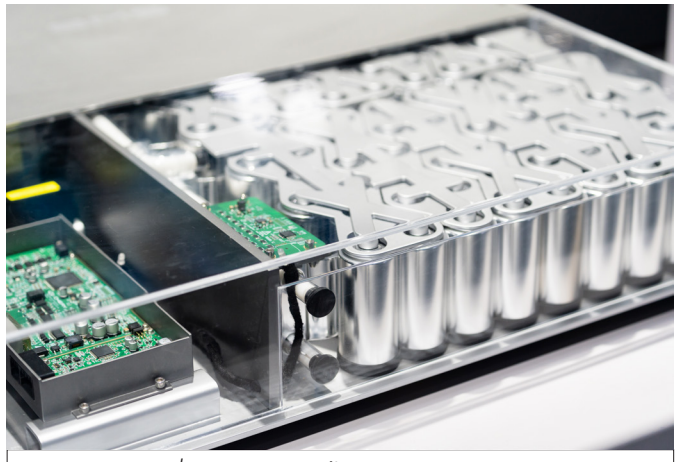
แม้จะเป็นนิมิตหมายอันดีว่าการเปลี่ยนผ่านจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลน่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด ฟุตพรินต์ก็น่าจะลดลง สถานการณ์การปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกอาจจะดีขึ้น และเรากำลังเข้าใกล้การปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์

แต่ถ้ามองอีกมุมกลับน่ากังวล เพราะแบตเตอรี่ไม่ได้อยู่ยงคงกระพัน มันมีวันหมดอายุ และการจัดการแบตเตอรี่ที่หมดอายุคือความท้าทายระดับงานช้าง ยิ่งมีเยอะกองพะเนินเป็นภูเขาเลากาด้วยแล้ว

ทั้งนี้แบตเตอรี่รถไฟฟ้าหนึ่งแพ็กประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด ตั้งแต่โลหะและพลาสติกที่ใช้ทำโครงและฝาครอบ แผ่นวงจรพิมพ์ในระบบจัดการแบตเตอรี่ ไปจนถึงสารเคลือบและวัสดุภายในเซลล์ การรีไซเคิลจึงต้องแยกชิ้นส่วนและวัสดุออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้แต่ละกลุ่มเข้าสู่กระบวนการกู้คืนที่เหมาะสม

นอกจากนี้การเก็บและการขนส่งก็ต้องทำอย่างระมัดระวัง การกระแทกกระทั้นระหว่างการขนส่งหรือการได้รับความร้อนสูงอาจทำให้แบตเตอรี่ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดไฟไหม้ได้ สำหรับก้อนขยะแบตเตอรี่ที่เคยเกิดไฟไหม้ไปแล้วก็อาจปะทุไฟซ้ำได้อีก ทำให้การขนส่งนั้นต้องทำอย่างระมัดระวังอย่างยิ่ง

และที่สำคัญแบตเตอรี่ที่หมดอายุใช้งานแล้วอาจยังมีประจุไฟฟ้าเหลืออยู่ ก่อนรื้อแยกจึงต้องตรวจสอบและจัดการกำจัดประจุไฟฟ้าที่เหลือหลงเหลืออยู่ออกไปให้หมดสิ้นเสียก่อนด้วย



แพ็กแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด

นั่นหมายความว่าเราควรต้องมีแผนในการจัดการรีไซเคิลแบตเตอรี่ปลดระวางอย่างยั่งยืน (ถ้าเป็นไปได้) ก่อนที่เราจะต้องเผชิญกับกองภูเขาขยะพิษขนาดมหึมาที่พร้อมติดไฟ พร้อมระเบิดได้ทุกเมื่อ

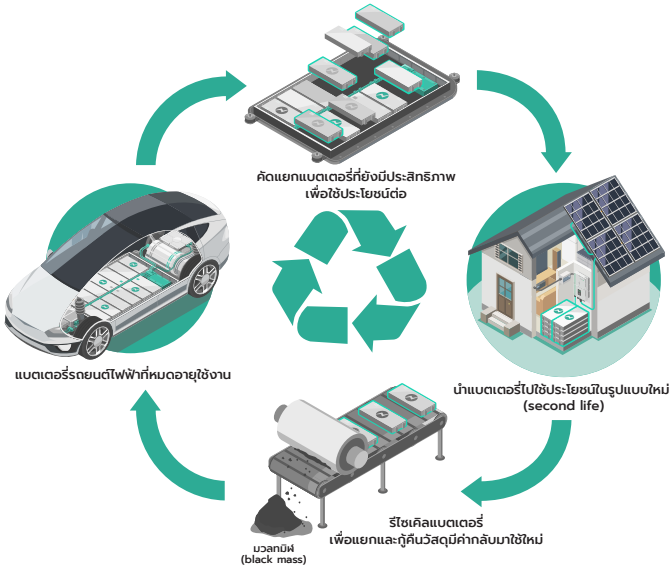
เป็นที่น่ายินดีที่ในประเทศไทยก็เริ่มมีการวางรากฐานสายโซ่แห่งคุณค่าของการรีไซเคิลแบตเตอรี่แบบครบวงจรแล้ว ที่เห็นชัดคือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และมหาวิทยาลัยอีกหลายแห่ง

ตั้งแต่การวางแผนการรับคืน การติดตามด้วย Battery ID การขนส่งปลอดภัย การตรวจสภาพการประจุไฟ การกำหนดมาตรฐานการซ่อม ไปจึงถึงการคัดแยกเอาแบตเตอรี่ที่ยังพอใช้กักเก็บไฟได้ เพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ ให้พวกมันได้มีชีวิตที่สอง มี second life มีประโยชน์ก่อนที่จะโดนปลดระวางจริง ๆ และโดนนำไปแยกส่วนรีไซเคิล

ของที่เคยมีประโยชน์กับเรา สมควรได้รับโอกาสให้มีประโยชนอีกครั้งใช่ไหม

แต่ความสวยงามของเรื่องนี้อยู่ที่มุมมอง แบตเตอรี่ปลดระวางที่วันหนึ่งอาจกองพะเนินเป็นภูเขาเลากา ถ้ามองด้วยสายตาของนักรีไซเคิล ภูเขาลูกนั้นก็อาจเป็นเหมืองแร่กลางเมือง เพราะในเซลล์แบตเตอรี่ยังมีวัสดุมีค่าที่กู้คืนได้ เช่น ลิเทียม และในแบตเตอรี่บางสูตรก็มีนิกเกิล โคบอลต์ และแมงกานีสด้วย

เมื่อโรงงานนำเซลล์แบตเตอรี่มาบดและคัดแยก วัสดุที่ได้จากขั้วไฟฟ้าจะมารวมกันเป็นผงสีดำที่เรียกว่า black mass (แปลไทยว่า มวลดำ ก็คงแปลก ๆ ถ้าแปลเป็นมวลทมิฬจะแปลกไหม ?)



มวลทมิฬนี่เองคือวัตถุดิบสำหรับขั้นต่อไป เพราะถ้านำมันไปแยกและทำให้บริสุทธิ์ให้เหมาะสม ผงฝุ่นสีดำ ๆ ดูเผิน ๆ ไม่ต่างผงถ่านนี้จะให้โลหะมีค่ากลับมาอย่างมากมาย

แต่คำถามคือ... โลหะที่ได้จะคุ้มค่ากับทุกอย่างที่ลงทุนไปไหม ข้อนี้น่าจะขึ้นกับการออกแบบและประสิทธิภาพของกระบวนการถลุงกลับที่เราออกแบบมา ถ้าทำได้ดี ก็อาจจะคุ้มค่า อย่างน้อยก็ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะพิษไปได้มากโข

และนั่นคือสาเหตุที่เราควรต้องเริ่มทุ่มทุนกับงานวิจัยอย่างจริงจังในเรื่องนี้

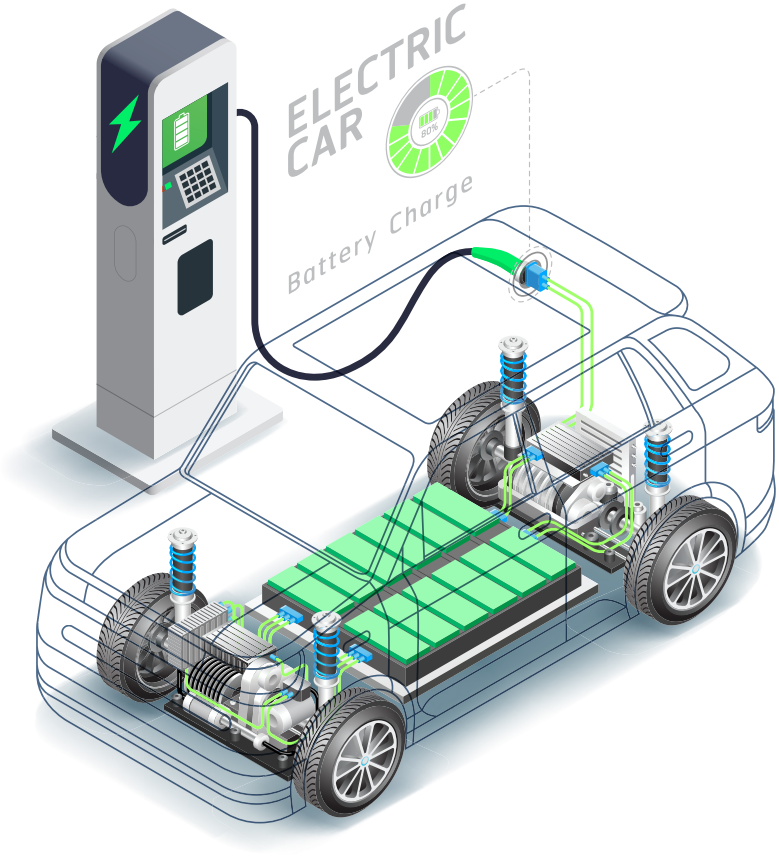
อย่างไรก็ตามแม้ความต้องการแบตเตอรี่ในยามนี้จะพุ่งทะยานอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มจะพุ่งขึ้นอีกอย่างมหาศาล แต่ในปัจจุบันกำลังรีไซเคิลทั่วโลกสำหรับแบตเตอรี่ยังคงมีมากกว่าวัตถุดิบที่หาได้ โรงงานส่วนใหญ่ยังพึ่งเศษจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก เพราะแบตเตอรี่ในรถจำนวนมากยังใช้งานอยู่

แต่นั่นก็ไม่ได้หมายความว่าเราควรประมาท

IEA คาดว่าแบตเตอรี่หมดอายุจะขึ้นมาเป็นวัตถุดิบหลักของการรีไซเคิลในช่วงกลางทศวรรษ 2030

ซึ่งถ้ามองจริง ๆ ก็อีกไม่ถึงสิบปี สำหรับประเทศไทย ผมมองว่านี่เป็นจังหวะที่ดีสำหรับทั้งภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม สถาบันวิจัย และมหาวิทยาลัยที่จะเริ่มระดมสมองและสร้างความเชี่ยวชาญร่วมกันเพื่อเตรียมการ ทั้งในด้านการพัฒนากำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญในประเทศเรื่องแบตเตอรี่ การออกแบบระบบประเมินคัดแยก และรีไซเคิลแบตเตอรี่ การพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาทั้งการกำจัดประจุ กล่องนิรภัยเพื่อการขนส่ง ไปจนถึงการวางแผนการสเกลอัพเพื่อให้สามารถจัดการรีไซเคิลแบตเตอรี่ได้จริงในระดับอุตสาหกรรมก่อนที่พวกมันจะเริ่มทยอยกันปลดระวางกันออกมาแบบมากมายมหาศาล...จนยากจะจัดการไหว

เพื่อให้ภูเขาขยะพิษได้กลายเป็นขุมทรัพย์เหมืองแร่ที่มีค่า และเพื่อให้วัสดุที่เคยพารถคันหนึ่งวิ่งบนถนน ได้มีชีวิตที่สอง มีโอกาสกลับไปยังประโยชน์ให้แก่มวลมนุษยชาติอีกครั้ง



รศ. ดร.ประทีป ต้วงแค
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตะกอง ลั้ง กิ้งก่ายักษ์
Physignathus cocincinus

เป็นสัตว์เลื้อยคลานที่พบอาศัยอยู่ในป่าดงดิบ มักเกาะบริเวณกิ่งไม้เหนือลำธารหรือว่ายน้ำอยู่ตามลำธารในป่า พบแถบภาคตะวันออกของประเทศไทย



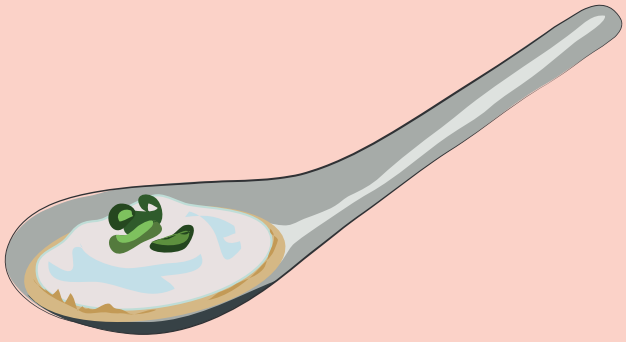
วัยเด็ก

ภาพโดย โดม ประทุมทอง



รศ. ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์
อดีตอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อดีตผู้บริหารสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และหัวหน้าโครงการเพาะพันธุ์ปัญญา
ผู้พันตนเองมาขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์และสะเต็มด้วยมุมมองวิศวกรรมศาสตร์ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน

รู้จักสะเต็ม จากขนมครก







ถ้ากล่าวถึงโครงงานขนมครก ครูและนักเรียนน่าจะคิดถึงโครงงานแบบการงานอาชีพ ทำออกมาชิมกันแล้วจบที่ “ทำขนมครกเป็นแล้ว” จะกล่าวให้เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ก็นึกไม่ออกว่าจะเอาประเด็นไหนมาเสนอ ยิ่งบอกว่าเป็นโครงงานสะเต็มยิ่งไม่เห็นหนทาง บทความนี้ชวนอ่านให้เห็นสะเต็มในการทำขนมครก โดยไม่ต้องแยกออกมาเขียน S คือ... T คือ... E คือ... M คือ...

• • •

ผมมีเหตุบังเอิญด้วยเจตนาของเพื่อนคนหนึ่งส่งอินโฟกราฟิกสอนสะเต็มจากขนมครกมาให้ดู ในแผ่นภาพบอกวัตถุดิบที่ทำ คือ แป้งข้าวเจ้า 1 ถ้วยตวง แป้งมันสำปะหลัง ½ ถ้วยตวง น้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ เกลือ ½ ช้อนชา กะทิ 2 ถ้วยตวง น้ำเปล่า ½ ถ้วยตวง ต้นหอมซอยสำหรับโรยหน้า จากนั้นบอกไส้มีข้าวโพดหวาน เผือก แฮมหั่นฝอย ตอนท้ายระบุศาสตร์ความเป็นสะเต็มดังนี้

วิทยาศาสตร์ คือ ศึกษาการเปลี่ยนสถานะของสสารและการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กิจกรรม : หาคำตอบว่าทำไมต้องใช้ฝาหม้อปิดกระทะ)

เทคโนโลยี คือ ออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย (กิจกรรม : ออกแบบกระบวนการผลิต (process engineering) เพื่อให้ได้ขนมครกที่สมบูรณ์แบบ)

วิศวกรรมศาสตร์ คือ ออกแบบกระบวนการคิดในรูปแบบผังงาน (flowchart) (กิจกรรม : ออกแบบการทำขนมครกและเลือกวัสดุเบ้าขนมครกที่มีผลต่อการกระจายความร้อนและการแคะขนมครก)

คณิตศาสตร์ คือ การคำนวณด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (กิจกรรม : คำนวณอัตราส่วนทองคำของขนมครก)

ส่วนล่างของอินโฟกราฟิกแสดงวิธีทำขนมครก 5 ขั้นตอน

1. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งมัน เกลือ น้ำตาลให้เข้ากัน
2. ค่อย ๆ เติมกะทิและน้ำเปล่า คนให้เข้ากัน กรองเพื่อให้แป้งเนียน พักแป้งอย่างน้อย 30 นาที
3. ตั้งเตาขนมครก ใช้ไฟปานกลาง ทาน้ำมันบาง ๆ ในเบ้าขนมครก
4. หยอดแป้งลงในเบ้าประมาณ 3 ใน 4 ของเบ้าใส่ไส้ตามใจชอบ
5. ปิดฝารอให้ไอน้ำช่วยทำให้หน้าขนมสุกประมาณ 4-5 นาที

การใช้ประโยชน์จากอินโฟกราฟิก

สิ่งแรกที่ครูควรสอนนักเรียนคือ การอ่านเชิงวิเคราะห์ (critical reading) ให้นักเรียนอ่านแล้วถามคำถาม “นักเรียนสงสัยอะไรไหม ?” รอจนนักเรียนตอบ และควรคาดว่าจะมีคำถามต่อไปนี้

1. “อัตราส่วนทองคำ” คืออะไร ?
2. มีวัตถุดิบอะไรบ้างที่เขากำหนดให้เราเตรียม แต่ไม่ได้ใช้ ?
3. วิธีการทำ 5 ขั้นตอน ทำให้ได้ขนมครกแบบที่นักเรียนรู้จักหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ นักเรียนหาว่าขาดขั้นตอนอะไร ?

สำหรับครู ผมขอให้ทำงานตามขั้นตอนที่ปรากฏในตาราง

1. อ่าน “ความหมาย” ของศาสตร์ต่าง (S-T-E-M) แล้วบอกว่าครูเห็นด้วยไหม (คอลัมน์ 2 และ 3)
2. อ่าน “กิจกรรม” ประจำศาสตร์แล้วตอบว่า กิจกรรมสอดคล้องกับความหมายหรือไม่ (คอลัมน์ 4 และ 5)
3. สมมติครูยอมรับทั้งศาสตร์และกิจกรรม ให้ทำคอลัมน์สุดท้ายว่าครูรู้คำตอบและวิธีทำกิจกรรมหรือไม่

ตารางตรวจสอบความเข้าใจสะเต็มขนมครกจากอินโฟกราฟิก

ศาสตร์	ความหมายของศาสตร์ในการทำขนมครก	เห็นด้วยกับความหมายหรือไม่? (✓×)	กิจกรรม	กิจกรรมสอดคล้องกับความหมายหรือไม่ (✓×)	รู้คำตอบและวิธีทำกิจกรรมหรือไม่ (✓×)
S	ศึกษาการเปลี่ยนสถานะของสสารและการเกิดปฏิกิริยาเคมี	☐ เห็นด้วย	หาคำตอบว่าทำไมต้องใช้ฝาหม้อปิดกระทะ	☐ สอดคล้อง	☐ รู้คำตอบ ☐ รู้วิธีทำกิจกรรม
T	ออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างง่าย	☐ เห็นด้วย	ออกแบบกระบวนการผลิต (process engineering) เพื่อให้ได้ขนมครกที่สมบูรณ์แบบ	☐ สอดคล้อง	☐ รู้คำตอบ ☐ รู้วิธีทำกิจกรรม
E	ออกแบบกระบวนการคิดในรูปแบบผังงาน (flowchart)	☐ เห็นด้วย	ออกแบบการทำขนมครกและเลือกวัสดุเบ้าขนมครกที่มีผลต่อการกระจายความร้อนและการแคะขนม	☐ สอดคล้อง	☐ รู้คำตอบ ☐ รู้วิธีทำกิจกรรม
M	การคำนวณด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์	☐ เห็นด้วย	คำนวณอัตราส่วนทองคำของขนมครก	☐ สอดคล้อง	☐ รู้คำตอบ ☐ รู้วิธีทำกิจกรรม

ตารางนี้ทำให้เกิดการอ่านแบบวิเคราะห์ได้ง่าย ๆ ผมให้ผู้อ่านนำหลักคิดเหล่านี้ไปพิจารณากันเอง แต่ผมจะให้ความเห็นว่าการสอนสะเต็มจากกิจกรรมขนมครกควรเป็นอย่างไร

ทำสิ่งประดิษฐ์ขนมครกให้เป็นสะเต็ม

หากคิดแบบโครงงานสะเต็มทั่วไป โครงงานขนมครกจะทำสิ่งประดิษฐ์ เช่น เตา กระทะหลุม (เบ้า) อุปกรณ์ช่วยทาน้ำมัน อุปกรณ์ช่วยแคะ อุปกรณ์ช่วยหยอด และสมัยนี้ก็จะต้องมีคำ “smart” หรือ AI ประกอบ

สมัยก่อนตักแป้งหยอดทีละเบ้า ต่อมาเพื่อความรวดเร็วเปลี่ยนเป็นกาน้ำ ซึ่งในความจริงก็มีข้อเสีย คือ จำนวนแป้งแต่ละเบ้าไม่เท่ากัน และเบ้าหลัง ๆ จะได้เนื้อแป้งน้อย (เพราะแป้งนอนก้นกา) เพื่อแก้ปัญหานี้จึงมีคนคิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ คือ เทแป้งลงในกระบอกรองรับด้านบน ชักวาล์วขึ้น น้ำแป้งไหลแยกไปตามท่อแยกลงเบ้าในปริมาณเท่า ๆ กัน สะเต็มในขนมครกที่จะกล่าวในบทความนี้ไม่ใช้สิ่งประดิษฐ์ที่ทุกคนคุ้นเคย

หลักคิดสะเต็มขนมครกที่ไม่ใช่สิ่งประดิษฐ์

ก่อนอื่นเราต้องอย่าพยายามหาความหมายของศาสตร์ S-T-E-M ออกจากขนมครก และอย่าหาทางกำหนดกิจกรรมตามความหมายที่ให้ เพราะวิธีนี้ทำให้ครูยึดติดกับความหมาย ลองคิดดูหากเราไม่กำหนดความหมาย ปล่อยให้ครูบอกเอง ครูจะให้ความหมาย S ต่างกัน ตั้งแต่ความร้อนส่งผ่านจากด้านล่างสู่เบ้า การนำความร้อน การเกิดเจลแป้ง การแห้งและเกรียมที่ผิวล่าง แรงการแคะ หรือ M อาจจะเป็นน้ำหนักเบ้า ปริมาตรเบ้า ความโค้งเบ้า ไปจนถึงสัดส่วนจำนวนเบ้าต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นเบ้า ส่วน T และ E เชื่อว่านอกจากไม่เหมือนกันแล้ว อาจจะสลับความหมายกันด้วยซ้ำ เมื่อความหมายต่างกัน กิจกรรมที่ทำให้บรรลุความหมายก็จะต่างกัน วิธีการทดลองหาคำตอบจะต่างกัน โดยทุกคนถูกหมดก็ได้

การทำอาหารหรือขนมให้เป็นสะเต็มมี 2 เรื่องหลัก คือ สัดส่วนวัตถุดิบและขั้นตอน เมื่อตัดการยึดติดข้างต้นออก การสอนสะเต็มที่ถูกต้องต้องมองเห็นบทบาทของ S และ M ของการทำขนมครกในสองเรื่อง คือ การผสมวัตถุดิบ และการทำหน้าที่ของเตากับเบ้าหลังจากหยอดแป้งลงเบ้า โดยจะอธิบายต่อไปนี้

ทำการผสมวัตถุดิบให้เป็นสะเต็ม

ขั้นตอนบอกการกระทำและลำดับการกระทำ การกระทำ เช่น ผสม กวน พลิกกลับ คลุกเคล้า เคี่ยว พักไว้ ปิดฝาอบ เร่ง/หรี่ไฟ ลำดับการกระทำ เช่น *“ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งมัน เกลือ น้ำตาล ให้เข้ากัน จากนั้น ค่อย ๆ เติมกะทิและน้ำเปล่า คนให้เข้ากัน กรองเพื่อให้แป้งเนียน พักแป้งอย่างน้อย 30 นาที”* ความเป็นสะเต็มคือ



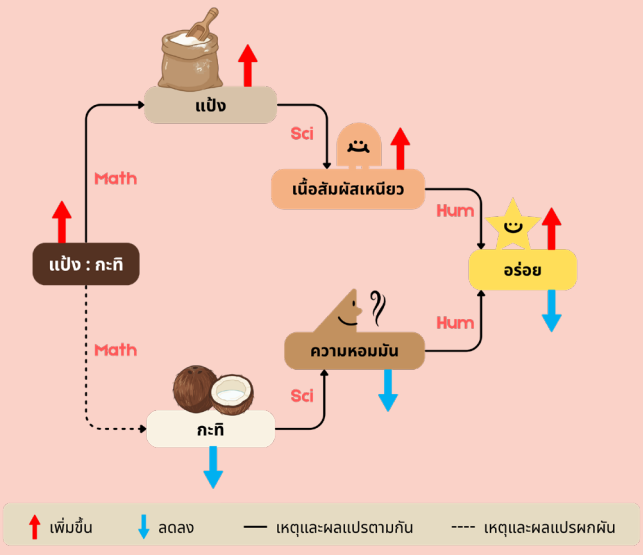


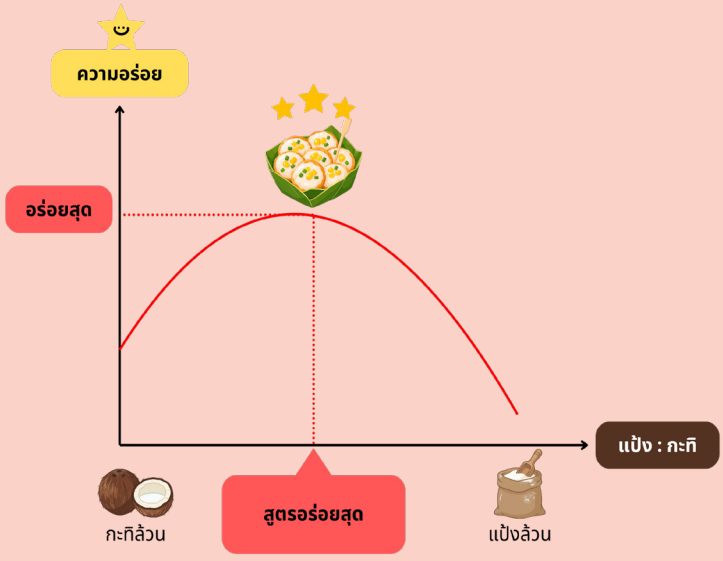


ภาพสร้างโดย AI
ที่มา : https://www.facebook.com/reel/1619615288762942?locale=th_TH

ความสามารถเอาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาอธิบายการกระทำและลำดับการกระทำ วิทยาศาสตร์อธิบายการเปลี่ยนแปลงเคมีและกายภาพของวัตถุดิบ การเกิดกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ฯลฯ ซึ่งมีคณิตศาสตร์กำหนดปริมาตร น้ำหนัก ความเข้มข้น เวลา ฯลฯ

สัดส่วนวัตถุดิบคือคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลลัพธ์สำคัญของการทำอาหารอันได้แก่ ความอร่อย การทำของกินจึงมีสูตรเป็นสัดส่วนเสมอ เพราะวัตถุดิบแต่ละชนิดให้รสชาติและเนื้อสัมผัสต่างกัน ขอยกตัวอย่างเฉพาะแป้งและกะทิดังภาพหน้า 38

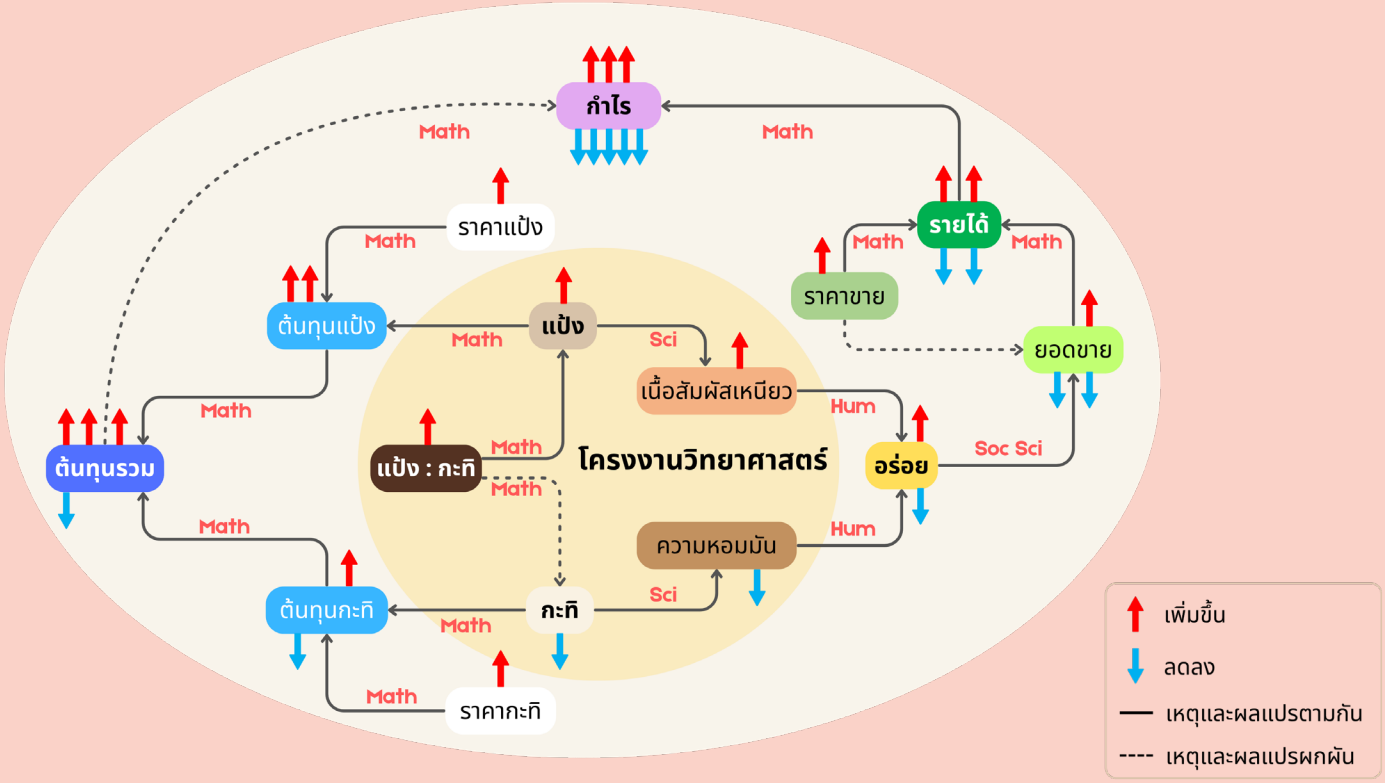




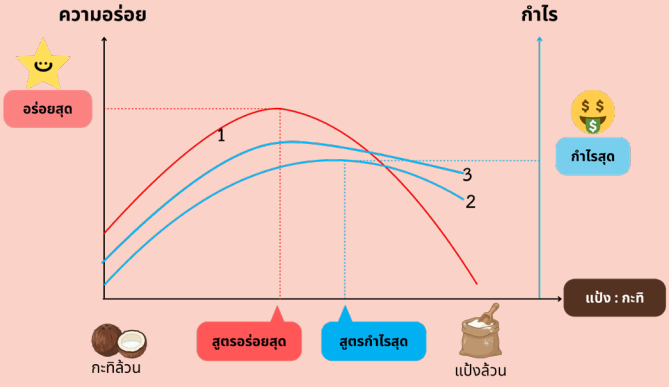
ที่ต้องกำหนดสัดส่วนแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันและสัดส่วนแป้งกับกะทิเพราะแป้งแต่ละชนิดให้เนื้อสัมผัสต่างกัน แม้ว่าขนมครกจะเป็นขนมทำจากข้าวเจ้าเป็นหลัก แต่แป้งมันมีส่วนช่วยเนื้อสัมผัส (texture) ที่แป้งข้าวเจ้าไม่มี เมื่อนำแป้งมารวมกับกะทิ ทั้งแป้งและกะทิมีหน้าที่ต่างกัน แป้งให้เนื้อสัมผัส กะทิให้ความหอมมัน หากแป้งมากกะทิน้อย ขนมจะกระด้างไม่หอมมัน หรือแป้งน้อยกะทิมาก ขนมครกจะเหลว สูตรขนมจึงบอกเป็นสัดส่วน

ความคิดรูปแบบนี้ใช้ได้กับสัดส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งมันเพื่อให้ได้สัดส่วนที่เนื้อสัมผัสดีที่สุด (อร่อยฟัน) ใช้ได้กับสัดส่วนเกลือต่อน้ำตาลเพื่อให้รสชาติดีที่สุด (อร่อยลิ้น) ในที่สุดจึงมีคำอธิบายว่าทำไมสูตรขนมครกที่ดีที่สุดควรมีสัดส่วนวัตถุดิบต่าง ๆ อย่างไร

ภาพข้างต้นแสดงความเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน จากเหตุ คือ “สัดส่วนแป้งต่อกะทิ” ที่มีต่อ “ความอร่อย” จะใช้คณิตศาสตร์ใน “สัดส่วนแป้งต่อกะทิ” ส่วนวิทยาศาสตร์ใช้อธิบาย “เนื้อสัมผัส” กับ “ความหอมมัน” และความชอบของมนุษย์บอก “ความอร่อย” หากนักเรียนแปรสัดส่วนแป้งต่อกะทิ จะได้สัดส่วนแป้งต่อกะทิที่ให้ขนมครกที่มีเนื้อสัมผัสและความหอมมันอร่อยที่สุด (ยังไม่มีอิทธิพลของเกลือและน้ำตาล) เพราะสัดส่วนที่น้อยเกินไปจะได้เนื้อสัมผัสเหลว สัดส่วนมากเกินไปจะได้เนื้อกระด้างไม่หอมมัน คำตอบนี้เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นโครงงานสะเต็มเมื่อรวมบริบทชีวิตจริง คือ มนุยศาสตร์ที่บอกความอร่อยและสังคมศาสตร์ที่บอกการทำอาชีพจนถึง “ต้นทุน” “รายได้” และ “กำไร” ดังปรากฏในภาพนี้



โครงงานสะเต็มคือโครงงานที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หาแก่นความรู้แล้วเอามาใช้งานในกรอบสังคมศาสตร์และมนุษย-ศาสตร์ ด้วยวิธีนี้โครงงานสะเต็มจึงไม่ต้องหา S-T-E-M ออกมาจากขนมครก แต่เป็นการใส่ S-T-E-M สังคมศาสตร์และมนุษย-ศาสตร์เข้าไปในการคิดทำขนมครก เพื่อให้ได้ขนมครกที่ดีที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพราะสะเต็มในชีวิตจริงคือการพยายามทำสิ่งต่าง ๆ (ไม่จำเป็นต้องเป็นเทคโนโลยี) เพื่อให้ผลเป็นเศรษฐกิจ



เมื่อนำต้นทุนกับรายได้มาคิดกำไร กราฟหมายเลข 2 ในภาพข้างต้นคือสูตรสัดส่วนแป้งต่อกะทิที่ได้กำไรมากที่สุดซึ่งไม่ใช่สูตรเดียวกับที่อร่อยที่สุด คนทำขนมครกที่คิดแบบสะเต็มจะหาทางเลื่อนกราฟ 2 ไปทางซ้าย สมมติเป็นกราฟ 3 ที่เป็นสูตรเดียวกับอร่อยที่สุดและยังได้กำไรมากขึ้น หมายความว่าต้องลดแป้งและเพิ่มกะทิซึ่งทำให้ต้นทุนเพิ่ม (กำไรลด) จึงต้องเพิ่มราคาขาย แต่การเพิ่มราคาขายมีโอกาสทำให้ยอดขายลดลง (ภาพผังเหตุและผลก่อนหน้านี้มีเส้นประเชื่อมโยงระหว่าง “ราคาขาย” กับ “ยอดขาย”) ซึ่งส่งผลให้กำไรลดลง ดังนั้นความคิดสะเต็มต้องใช้วิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์มาสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคยินดีจ่ายแพงขึ้น เช่น บรรจุภัณฑ์สวยงาม กิจกรรมส่งเสริมการขาย การเปลี่ยนกราฟ 2 ให้เป็นกราฟ 3 คือสะเต็มอย่างหนึ่งที่เป็นของจริงในชีวิตทุกคน

โครงงานสะเต็มคือโครงงานที่อาศัยวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มารวมกับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ด้วยกระบวนการคิดแบบวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อคิดอย่างนี้ ครูจะเข้าใจว่าวิศวกรรมศาสตร์คืออะไร และไม่สับสนกับเทคโนโลยี (ไม่จำเป็นต้องมีด้วยซ้ำ)

ทำกระบวนการทำให้สุกให้เป็นสะเต็ม

เชื่อว่าผู้อ่านทุกท่านเคยรอซื้อขนมครกและเห็นแม่ค้าทำขณะที่แป้งอยู่ในเบ้าขนมครก แป้งรับความร้อนที่สะสมอยู่วัสดุเบ้ารวมกับที่ส่งมาจากเตา ความร้อนสะสมในเบ้าขึ้นกับชนิดวัสดุ มวล และเวลาที่เบ้าอยู่บนเตาก่อนเทแป้ง หากเราหยอดทีละเบ้า เบ้าแรกมีความร้อนสะสมน้อยกว่าเบ้าถัดไป จนเบ้าสุดท้ายที่สะสมความร้อนไว้มากที่สุด หยอดเบ้าสุดท้ายแล้วแม่ค้าครอบทั้งหมดด้วยฝาหม้อ ตอนนั้นเบ้าแรกเดือดระเหยไอคลุ้ง แต่เบ้าสุดท้ายเพิ่งเริ่มเดือด เมื่อเวลาผ่านไปครู่หนึ่ง จะเปิดฝาหม้อหยอดแป้งที่มีกะทิเข้มข้นเป็นหน้า เวียนจนครบแล้วโรยหน้า (ต้นหอม เผือก ฯลฯ) จากนั้นใช้ฝาหม้อครอบรอจนสุกจึงแคะออก

สมมติมี 5 เบ้า และแม่ค้าทำขนมครกตามเบ้าหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 เป็นลำดับแบบนี้ทุกขั้นตอน (หยอดแป้ง หยอดกะทิ แคะ) และสมมติเวลาที่ใช้กับแต่ละเบ้าเท่ากัน รูปข้างล่างนี้อธิบายเวลาที่เกิดกับแป้งในเบ้าต่าง ๆ ตั้งแต่หยอดแป้งเนื้อขนมครกจนถึงก่อนเปิดฝาหยอดหน้ากะทิ



	เบ้า 1	เบ้า 2	เบ้า 3	เบ้า 4	เบ้า 5
เวลาที่หยอดแป้งเนื้อขนม (วินาที)	1	2	3	4	5
เวลาที่เบ้ารับความร้อนเพิ่ม (วินาที)	0	1	2	3	4
อุณหภูมิเบ้าที่แป้งกระทบ	กลาง		สูง		สูงมาก
ปิดฝา **30** วินาที รวมเวลาอยู่ในเบ้า (วินาที)	**35**	**34**	**33**	**32**	**31**

สมมติการหยอดใช้เวลา 1 วินาทีต่อเบ้า ใน 5 วินาทีแรกหยอดแป้งได้ครบ 5 เบ้า ขณะที่หยอดเบ้าที่ 5 เสร็จ แป้งเบ้าที่ 1 รับความร้อนแล้ว 5 วินาที เวลาที่ต่างกันทำให้เบ้าที่ 5 มีความร้อนสะสมในวัสดุเบ้ามากที่สุด (มีเวลารับความร้อนเพิ่ม 4 วินาที) เมื่อปิดฝาหม้อทุกเบ้าได้รับการอบไอน้ำเป็นเวลาเท่ากัน (30 วินาที) เราอาจคิดได้ว่าความร้อนสะสมน้อยในเบ้าที่ 1 ถูกชดเชยด้วยเวลา และเวลาน้อยของเบ้าที่ 5 ถูกชดเชยด้วยความร้อนสะสมในวัสดุเบ้าที่มากกว่า จึงเป็นไปได้ว่าความร้อนที่แป้งได้รับทุกเบ้าไม่ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ

กระบวนการนี้ซ้ำอีก 2 ครั้ง คือ ตอนหยอดหน้าใส่ไส้และตอนแคะออก หากขั้นตอนของทุกกระบวนการดำเนินการตามลำดับ 1-5 เราพอจะอนุมานได้ว่า แป้งทุกเบ้าได้รับความร้อนเท่า ๆ กัน ครูต้องเริ่มต้นสอนให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในกระบวนการที่เกิดกับขนมครกเช่นนี้ จากคณิตศาสตร์อย่างง่ายนำไปสู่ปรากฏการณ์ที่วิทยาศาสตร์อธิบายว่าทำไมขนมครกจึงออกมาสม่ำเสมอกันได้ และหากพบว่าเบ้าที่ 3 มีผิวล่างเกรียมมาก แต่หน้านิ่มมาก นักเรียนต้องอนุมานได้ว่าเกิดจากขั้นตอนการทำที่ผิดพลาดอย่างไร

คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ยังบอกได้ว่าทำไมการทำขนมครกจึงต้องมีความแรงไฟที่เหมาะสมค่าหนึ่ง หากเวลา (วินาที) ของแต่ละขั้นตอนเปลี่ยนไป เช่น เบ้าละ 2 วินาที เราจะมีคำตอบว่าไฟต้องแรงขึ้นหรือหรี่ลง หรือบอกได้ว่าจังหวะที่รอ (idle time) ช่วงปิดฝาหม้ออบ 2 ครั้งนั้น คนทำดูแลการผลิตได้กี่กระทะ กระทะละกี่เบ้า (วิศวกรรมศาสตร์ คือ การวางแผนการผลิตให้ได้ผลผลิตสูงสุด) การเข้าใจจนรู้ถึงการวางแผนการทำงานอย่างนี้คือสะเต็มเช่นกัน

สูตรและกรรมวิธีเป็นความรู้และทักษะของแม่ครัวและ/หรือแม่ค้าที่ถ่ายทอดผ่านการทดลอง สังเกต ทำซ้ำ จนลงตัวว่าดีที่สุด แม้ความเป็นจริงการทำขนมครกไม่ได้เคร่งครัดกับเวลาอย่างที่อธิบายมาและผู้บริโภคไม่ได้เลือกอย่างละเอียด แต่ถ้าเรามีความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ครบถ้วนจนประยุกต์กับชีวิตจริงได้ ก็จะอธิบายการทำขนมครกให้เป็นสะเต็มได้ และจะเข้าใจใหม่ว่า “สะเต็มในขนมครกคือศาสตร์และศิลป์ที่ทำให้เข้าใจว่าสูตรและกระบวนการที่ดีที่สุดนั้นมีคำตอบทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร”

ทำอย่างไรไม่ให้ Project เป็น Proเจ็บ

อินโฟกราฟิกที่เป็นจุดเริ่มต้นบทความนี้และตารางตรวจสอบความเข้าใจตนเองอาจทำให้ครูมอง “Project สะเต็ม” เป็น “Proเจ็บ” แต่เชื่อว่าจะหายเจ็บหาก



ใช้ทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ (critical reading) อ่านข้อมูลอินโฟกราฟิก อย่าเชื่อเพื่อทำตาม แต่ให้ตั้งคำถาม หาทางตรวจสอบ เพื่อมองหาว่าเป็นสะเต็มที่ดีกว่าได้อย่างไร



อย่ามองสะเต็มว่าเป็นกระบวนการทำขนมครก 5-6 ขั้นตอน แต่ให้เห็นปรากฏการณ์ของวิทยาศาสตร์ที่แป้งรับความร้อนจากเบ้า



นำคณิตศาสตร์มาอยู่ในขั้นตอนและเวลาของการกระทำที่กระทบวิทยาศาสตร์ในข้อ 2 เพื่อทำความเข้าใจการจัดการผลิตขนมครก



เห็นมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ในชีวิตจริงว่านำมาใช้ร่วมกับการทำขนมครกได้ และทำให้มนุษย์ต้องตัดสินใจหาสิ่งที่ดีที่สุด

ผู้เขียน : ศ. ดร.ศรศร ศรีกุลนาถ, ดร.วรพงศ์ สิงห์ชาติ และ ดร.ฐิติพงศ์ พันทุม

AGB Research Unit Team

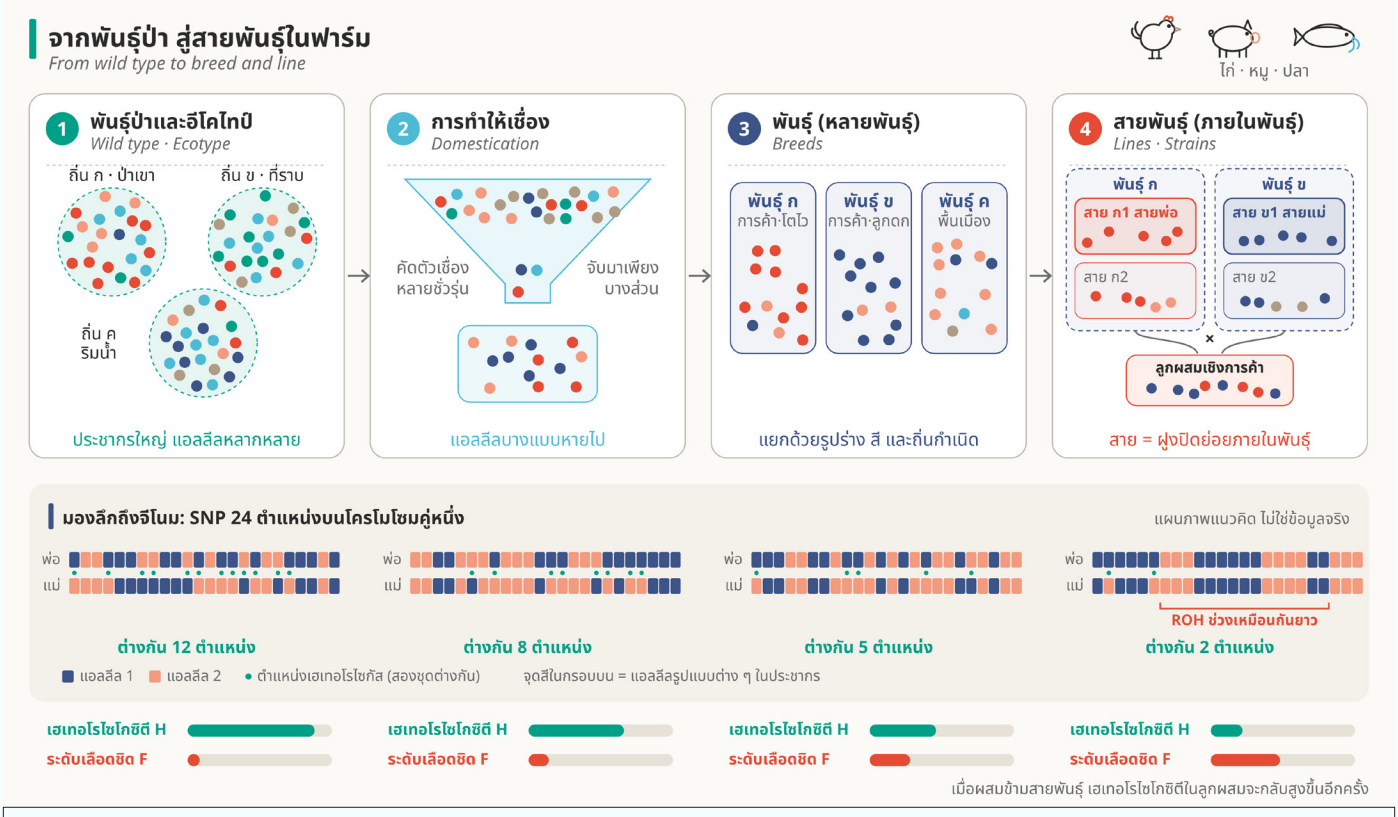
คณะอาจารย์ นักวิจัย และนิสิตจากหน่วยวิจัยด้านจีโนมิกส์และทรัพยากรชีวภาพสัตว์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่นอกจากหลงรักการเรียน การสอน และการวิจัยด้านจีโนมิกส์ในสัตว์แล้ว ยังโปรดปรานการนำวิชาความรู้ด้านจีโนมิกส์มาไขปริศนาเรื่องจ้อจี้ของสัตว์โลกอีกด้วย



จากป่าสู่ฟาร์ม : เส้นทางของยีน เมื่อสัตว์ป่ากลายเป็น “สายพันธุ์”

ไก่ทอดในจาน หมูในตลาด หรือปลาดุกในบ่อหลังบ้าน ล้วนมีจุดเริ่มต้นจากสัตว์ป่าเส้นทางจากป่าสู่ฟาร์มมีสี่ช่วง คือ พันธุ์ป่า การทำให้เชื่อง (domestication) พันธุ์ และสายพันธุ์ ยิ่งเดินไปไกล ยีนในฝูงยิ่งหลากหลายน้อยลง และสัตว์ในฝูงยิ่งมีพันธุกรรมคล้ายกันมากขึ้น

• • •



ภาพที่ 1 เส้นทางจากพันธุ์ป่าสู่สายพันธุ์ จุดสีแทนแอลลีลแบบต่าง ๆ ขั้นที่ 4 แสดงว่าสายพันธุ์เป็นฝูงปิดย่อยภายในพันธุ์ แถบกลางคือโครโมโซมคู่หนึ่งที่อ่านด้วยสนิป 24 ตำแหน่ง จุดสีเขียวคือตำแหน่งเฮเทอโรไซกัส แถบล่างเทียบเฮเทอโรไซโกซิตี (H) กับระดับเลือดชิด (F)

ยีนหนึ่งตำแหน่งมีได้หลายแบบ

สัตว์แต่ละตัวมีดีเอ็นเอสองชุด ชุดหนึ่งได้จากพ่อ อีกชุดหนึ่งได้จากแม่ ยีนตำแหน่งเดียวกันมีได้หลายแบบ เรียกว่า แอลลีล (allele) เหมือนคำเดียวกันที่สะกดต่างกันเล็กน้อย จุดที่ตัวอักษรดีเอ็นเอ (A, T, C, G) ต่างกันเพียงตัวเดียว เรียกว่า สนิป (SNP) ถ้าแอลลีลที่ได้จากพ่อและแม่เหมือนกัน เรียกว่า ฮอโมไซกัส (homozygous) ถ้าต่างกันเรียกว่า เฮเทอโรไซกัส (heterozygous) สัดส่วนตำแหน่งที่เป็นเฮเทอโรไซกัสเรียกว่า เฮเทอโรไซโกซิตี (heterozygosity) เปรียบได้กับ “คะแนนความหลากหลาย” ที่วิชาพันธุศาสตร์ประชากร (population genetics) ใช้เทียบฝูงสัตว์ ค่ายิ่งสูง ฝูงยิ่งหลากหลาย วัดได้ด้วยชิปสนิปที่อ่านดีเอ็นเอหลายแสนจุดพร้อมกัน

พันธุ์ป่าและแหล่งพันธุ์ : ต้นทางที่หลากหลาย

สัตว์ในธรรมชาติเรียกว่า พันธุ์ป่า (wild type) ไก่บ้านทั่วโลกสืบเชื้อสายจากไก่ป่า (*Gallus gallus*) และใกล้ชิดที่สุดกับไก่ป่าตุ้มหูแดง (*Gallus gallus spadiceus*) ที่พบในภาคเหนือของไทย เมียนมา และจีนตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนหมูบ้านมาจากหมูป่า (*Sus scrofa*) ที่มีผู้นำมาเลี้ยงแยกกันที่อะนาโตเลีย (ตุรกีในปัจจุบัน) และจีนเมื่อราว 9,000–10,000 ปีก่อน ประชากรป่าที่อยู่ต่างถิ่น เช่น ป่าเขา ที่ราบ ริมน้ำ ต้องปรับตัวให้เข้ากับถิ่นของตัวเอง จนเกิดแหล่งพันธุ์ (ecotype) ที่มีชุดแอลลีลของตัวเอง ความหลากหลายก็ต่างกันตามแหล่ง ไก่ป่าไทย 12 แหล่ง มีเฮเทอโรไซโกซิตีตั้งแต่ 0.45 ที่ห้วยทรายถึง 0.68 ที่จันทบุรี (ภาพที่ 2a)

การทำให้เชื่อง : ประตูแคบของยีน

การทำให้เชื่อง (domestication) เริ่มเมื่อคนนำสัตว์ป่าเพียงบางกลุ่มมาเลี้ยงต่อกันหลายชั่วรุ่น หลักฐานไก่เลี้ยงยุคแรกที่ชัดเจนที่สุดพบที่แหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัด จังหวัดนครราชสีมา อายุราว 1,650–1,250 ปีก่อนคริสตกาล สัตว์กลุ่มแรกเป็นเพียงส่วนน้อยของประชากรป่า แอลลีลจำนวนหนึ่งจึงไม่ได้ติดตามมา เรียกว่า คอขวดทางพันธุกรรม (genetic bottleneck) ส่วนยีนของลักษณะที่คนชอบกลับถูกคัดจนเกือบทั้งฝูงมีแบบเดียว เช่น ยีน *TSHR* ที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ตามฤดูกาล ไก่บ้าน 264 ตัวจาก 271 ตัวที่ตรวจเป็นฮอโมไซกัสของแอลลีลเดียวกัน

“พันธุ์” กับ “สายพันธุ์” ต่างกันอย่างไร

ในภาษาพูดคนไทยมักใช้คำว่า “พันธุ์” กับ “สายพันธุ์” ปนกัน แต่ในทางพันธุศาสตร์ทั้งสองคำอยู่คนละระดับ เปรียบง่าย ๆ ว่า พันธุ์คือ “ตระกูลใหญ่” ส่วนสายพันธุ์คือ “บ้านแต่ละหลัง” ในตระกูลนั้น

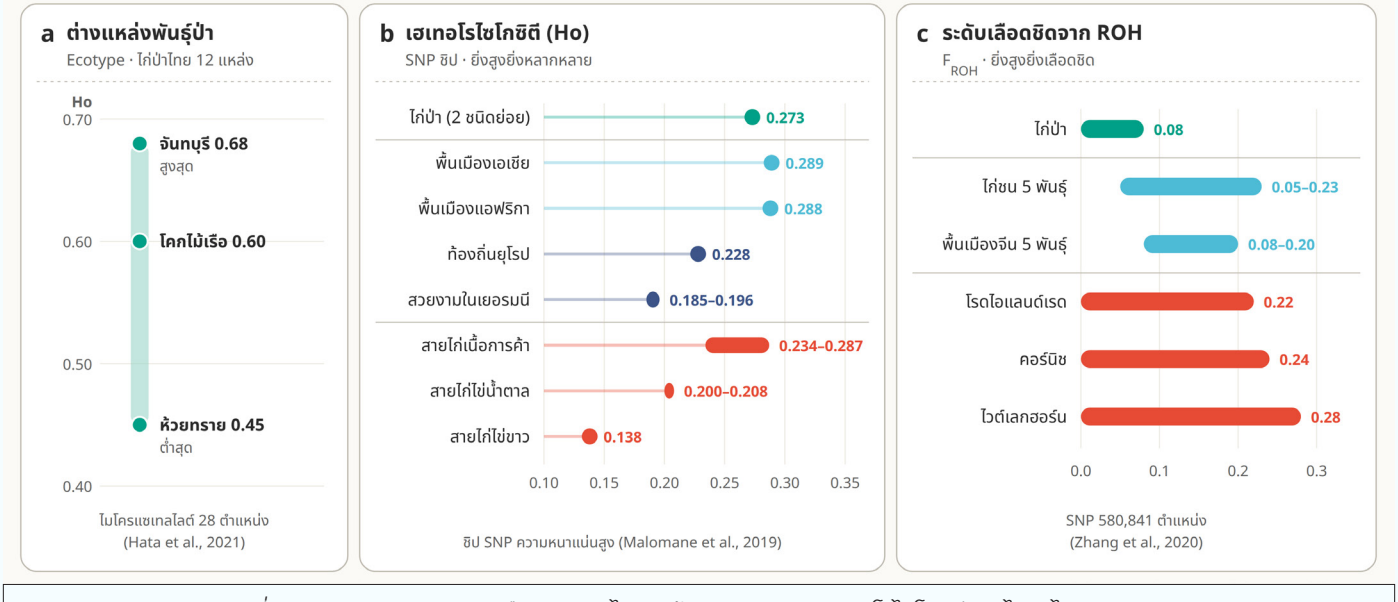
พันธุ์ (breed) คือ กลุ่มสัตว์เลี้ยงชนิดเดียวกันที่ดูออกด้วยตาว่าต่างจากกลุ่มอื่น เช่น รูปร่างหรือสีขน หรือเป็นที่รู้กันว่ามาจากถิ่นหรือวัฒนธรรมต่างกัน เช่น ไก่ประดู่หางดำ ไก่ไวต์เลกฮอร์น ไก่คอร์นิช บางพันธุ์ยังเลี้ยงในหมู่บ้าน บางพันธุ์ได้รับการปรับปรุงจนกลายเป็น พันธุ์การค้า

ส่วน สายพันธุ์ (line หรือ strain) คือ ฝูงปิดย่อยที่นักปรับปรุงพันธุ์แยกจากพันธุ์หนึ่งหรือรวมจากหลายพันธุ์ แล้วคัดเลือกตามเป้าหมายเฉพาะ หน้าตามักเหมือนพันธุ์เดิม แต่ต่างกันที่ผลผลิต เช่น โตเร็วหรือไข่ดก และมีบันทึกพ่อแม่ย้อนหลัง (พันธุประวัติ) เช่น สายไก่ไข่เปลือกขาวทุกสายมาจากพันธุ์ไวต์เลกฮอร์นพันธุ์เดียว สายพ่อไก่เนื้อมาจากพันธุ์คอร์นิชและคัดเพื่อการเติบโต ส่วนสายแม่มาจากพันธุ์อย่างพลีมัทร็อกและคัดเพื่อความดก ไก่เนื้อที่เราบริโภคคือลูกผสมของสายเหล่านี้ ในปลามักใช้คำว่า strain เช่น ปลานิลสายพันธุ์ GIFT ที่คัดเลือก 6 ชั่วรุ่นจนโตเร็วกว่าฝูงตั้งต้นร้อยละ 85

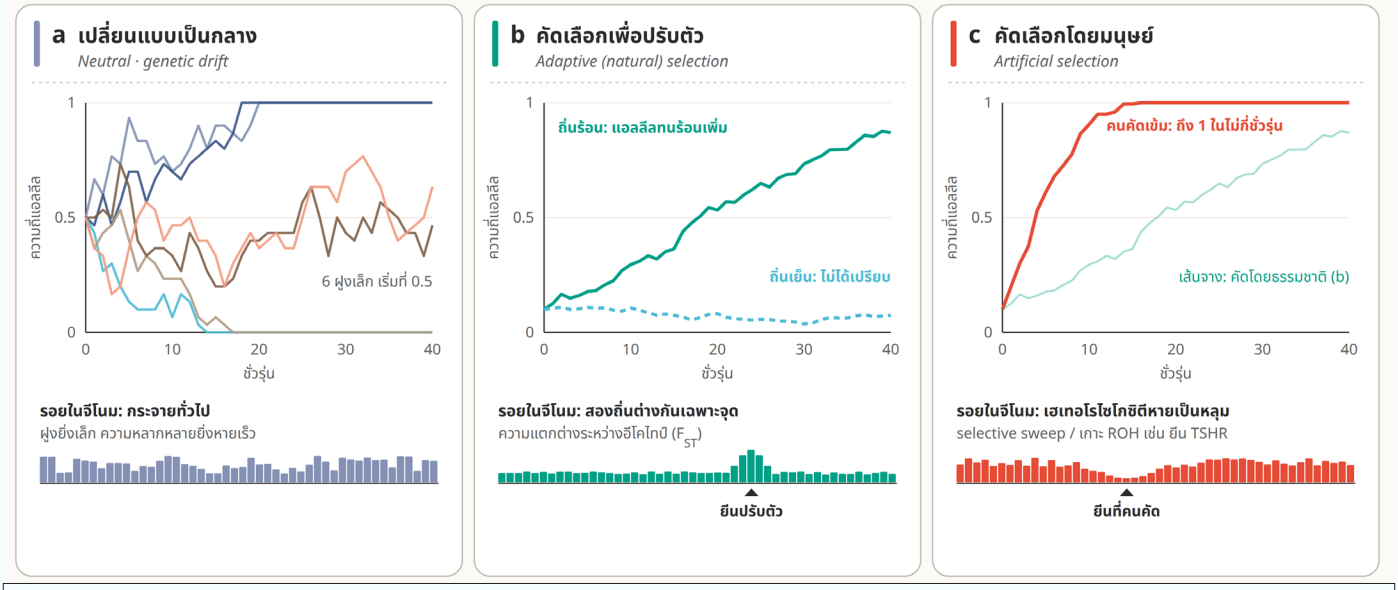
การคัดเลือกและผสมกันเฉพาะในฝูงทำให้สัตว์ค่อย ๆ เหมือนกันมากขึ้น เรียกว่า การทำให้เหมือนกัน (homogenization) ยิ่งลงลึกจากพันธุ์สู่สายพันธุ์ ความหลากหลายยิ่งลดลง (ภาพที่ 2b) ไก่พื้นเมืองเอเชียและแอฟริกามีเฮเทอโรไซโกซิตีราว 0.29 ใกล้หรือสูงกว่าไก่ป่า (0.27) เพราะชาวบ้านยังเลี้ยงปล่อยและผสมกันอย่างเปิด สายไก่เนื้อการค้าอยู่ที่ 0.23–0.29 ขณะที่สายไก่ไข่เปลือกขาวที่คัดเข้มที่สุดเหลือเพียง 0.14 ภาพรวมพบว่าแอลลีลของพันธุ์บรรพบุรุษอย่างน้อยครึ่งหนึ่งไม่พบแล้วในสายพันธุ์แท้เชิงการค้า

ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์กับสายพันธุ์

	พันธุ์ (breed)	สายพันธุ์ (line/strain)
ระดับ	กลุ่มย่อยของสัตว์เลี้ยงชนิดเดียวกัน	ฝูงปิดย่อยภายในพันธุ์ หรือรวมจากหลายพันธุ์
การจำแนก	รูปร่าง สี ถิ่นกำเนิด ดูด้วยตาได้	เป้าหมายการคัดเลือกและพันธุประวัติ หน้าตาคล้ายกัน
ผู้สร้างและการใช้	ชุมชนเลี้ยงต่อกันนาน ใช้เป็นพันธุ์แท้	บริษัทหรือสถานีวิจัย นำสายพ่อ × สายแม่ เป็นลูกผสม
ความหลากหลาย	ปานกลางถึงสูง	ต่ำกว่า เลือดชิดสูงกว่า
ตัวอย่าง	ไก่ประดู่หางดำ, ไวต์เลกฮอร์น, หมูดูร็อก	สายไก่ไข่ขาวจากไวต์เลกฮอร์น, ปลานิล GIFT



ภาพที่ 2 ความหลากหลายและเลือดชิดของไก่จากข้อมูลจริง : (a) เฮเทอโรไซโกซิตีของไก่ป่าไทยต่างแหล่ง, (b) เฮเทอโรไซโกซิตีของไก่ป่า พันธุ์ และสายพันธุ์การค้า, (c) ระดับเลือดชิดจาก ROH แต่ละกรอบใช้เครื่องหมายพันธุกรรมต่างกัน จึงควรเทียบตัวเลขภายในกรอบเดียวกัน



ภาพที่ 3 แผนภาพแนวคิดสามแรงที่เปลี่ยนความถี่แอลลีลจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (a) แบบเป็นกลาง : ฝูงเล็กแต่ละฝูงไปคนละทางโดยบังเอิญ, (b) การคัดเลือกเพื่อปรับตัว : แอลลีลทนร้อนเพิ่มช้า ๆ เฉพาะในถิ่นร้อน, (c) การคัดเลือกโดยมนุษย์ : แอลลีลเป้าหมายถึงความถี่ 1 ในไม่กี่ชั่วรุ่น แถบล่างคือรอยที่แต่ละแรงทิ้งไว้ในจีโนม

สามแรงที่ปั้นจีโนม

แอลลีลในฝูงเปลี่ยนแปลงได้สามแบบ แบบแรกคือ การเปลี่ยนแบบเป็นกลาง (neutral) ซึ่งที่จริงไม่ใช่การคัดเลือก แอลลีลที่ไม่มีผลต่อการอยู่รอดเพิ่มหรือหายไปเพราะความบังเอิญ (genetic drift) ยิ่งฝูงเล็กยิ่งเปลี่ยนเร็ว คล้ายการสุ่มหยิบลูกแก้วหลากสีจากถุงใบเล็ก บางสีอาจหายไปโดยไม่มีใครตั้งใจ และเกิดทั่วจีโนม แบบที่สองคือ การคัดเลือกเพื่อการปรับตัว (adaptive selection) ธรรมชาติคัดแอลลีลที่เหมาะกับถิ่น เช่น ความทนร้อนในที่ราบแหล่งพันธุ์จึงต่างกันเฉพาะยีนที่เกี่ยวกับการปรับตัวนั้น แบบที่สามคือ การคัดเลือกโดยมนุษย์ (artificial selection) ซึ่งเข้มและเร็วกว่ามาก แอลลีลที่คนต้องการเพิ่มจนทั้งฝูงมีแบบเดียวในไม่กี่ชั่วรุ่นและทิ้งรอยไว้ในจีโนมคือความหลากหลายรอบยีนนั้นลดฮวบเป็นหลุม เช่นที่ยีน *TSHR* ของไก่บ้าน

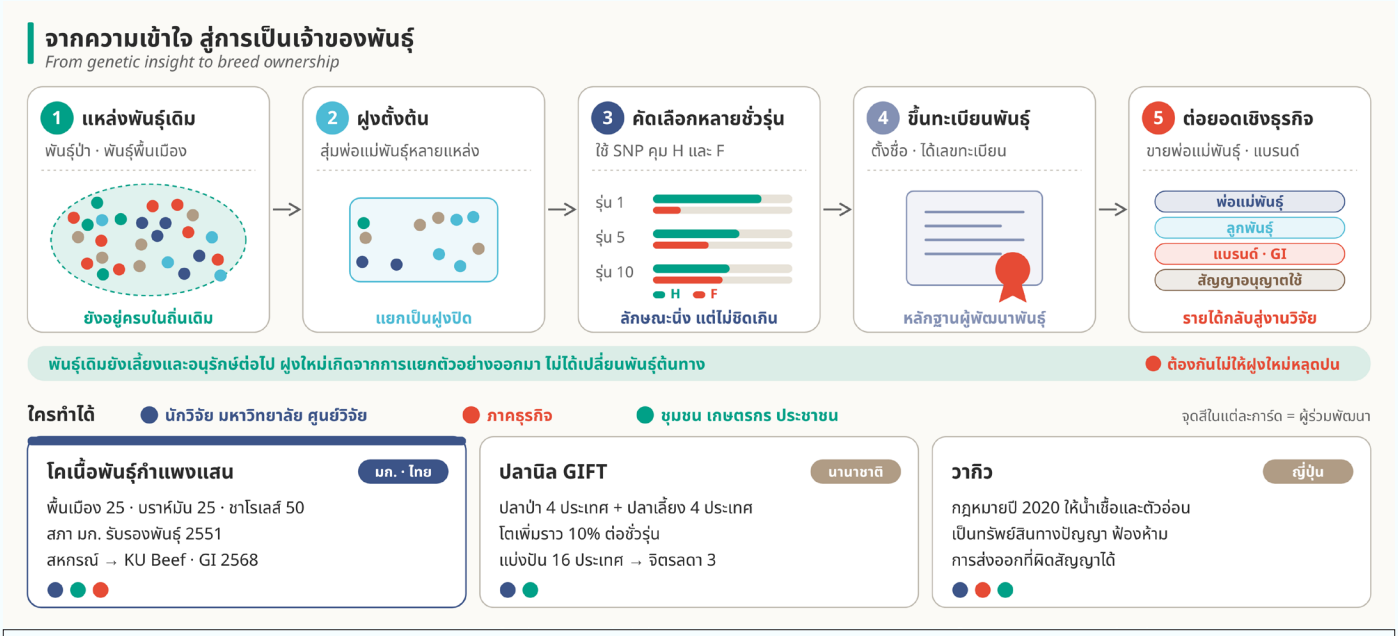
เลือดชิด ROH และพลังของลูกผสม

ในฝูงปิดขนาดเล็กสัตว์จะเป็นญาติกันมากขึ้นทุกชั่วรุ่น ลูกจึงอาจได้ดีเอ็นเอชิ้นเดียวกันมาจากบรรพบุรุษตัวเดียวกันทั้งทางพ่อและทางแม่ เกิดการผสมเลือดชิด (inbreeding) ที่เห็นในจีโนมเป็นช่วงฮอโมไซกัสยาว เรียกว่า ROH (runs of homozygosity) ไก่พันธุ์การค้ามีระดับเลือดชิดจาก ROH 0.22–0.28 ขณะที่ไก่ป่ามีเพียง 0.08 (ภาพที่ 2c) เลือดชิดที่สูงเกินไปทำให้แอลลีลด้อยที่เป็นโทษมาพบกัน ไข่ฟักน้อย ลูกอ่อนแอ หรือป่วยง่าย ทางแก้คือการผสมข้ามสายพันธุ์ ลูกผสมได้แอลลีลต่างแบบจากพ่อแม่ เฮเทอโรไซโกซิตีจึงกลับสูงขึ้น และมักแสดงความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) ปลาดุกบิ๊กอุยซึ่งเป็นลูกผสมข้ามชนิดระหว่างแม่ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) กับพ่อปลาดุกแอฟริกัน (*Clarias gariepinus*) ก็รวมเนื้อดีกับความโตเร็วไว้ด้วยกัน จนเป็นปลาดุกเลี้ยงหลักของไทย แต่เมื่อบิ๊กอุยหลุดสู่แหล่งน้ำธรรมชาติก็พบยีนปลาดุกแอฟริกันปนเข้าไปในปลาดุกอุยพื้นเมือง

จากความเข้าใจ สู่การเป็นเจ้าของพันธุ์

เมื่อเข้าใจว่าสายพันธุ์คือฝูงปิดที่แยกออกมา จะเห็นว่านักวิจัยในมหาวิทยาลัยหรือศูนย์วิจัย ทั้งที่ทำเองหรือร่วมกับภาคธุรกิจและเกษตรกร สร้างพันธุ์หรือสายพันธุ์ใหม่ได้โดยไม่เปลี่ยนพันธุ์ต้นทาง งานเริ่มจากการสุ่มพ่อแม่พันธุ์จากหลายแหล่งมาตั้งฝูงใหม่ ฝูงเดิมยังอยู่ครบ แล้วคัดเลือกหลายชั่วรุ่นจนลูกหลานมีลักษณะเหมือนกันทุกรุ่น (ลักษณะนิ่ง) โดยใช้สนิปคุมเลือดชิดจากนั้นจึงขึ้นทะเบียนพันธุ์

กรมปศุสัตว์รับขึ้นทะเบียนพันธุ์โค กระบือ สุกร แพะ แกะ กวาง และสัตว์ปีก เพื่อ “ใช้เป็นหลักฐานยืนยันตัวตนของพันธุ์สัตว์และผู้พัฒนาพันธุ์” โดยเปิดให้ทั้งหน่วยงานและบุคคลทั่วไปยื่นคำขอ ด้านสัตว์น้ำ กรมประมงเห็นชอบชื่อพันธุ์ที่ปรับปรุงแล้ว เช่น ปลานิลจิตรลดา 3 ที่ตั้งต้นจากปลานิล GIFT รุ่นที่ 5



ภาพที่ 4 เส้นทางจากแหล่งพันธุ์เดิมสู่พันธุ์ที่ขึ้นทะเบียนและต่อยอดเชิงธุรกิจ โดยพันธุ์ต้นทางยังคงอยู่ แถวล่างคือตัวอย่างจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และต่างประเทศ

ข้อควรรู้คือ กฎหมายสิทธิบัตรของไทยไม่คุ้มครองตัวสัตว์ ความเป็นเจ้าของจึงแสดงผ่านทะเบียนพันธุ์ การถือครองฝูงพ่อแม่พันธุ์ ชื่อแบรนด์ สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) และสัญญาอนุญาตให้ผู้อื่นใช้พันธุ์

ตัวอย่างในประเทศไทยคือ **โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน**ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเริ่มจากโคพื้นเมืองไทยผสมกับบราห์มันและชาโรเลส์จนได้สัดส่วนเลือด 25:25:50 แล้วคัดต่อเนื่องจนสายเลือดนิ่งในรุ่นที่ 5 และตั้งชื่อพันธุ์ในปี พ.ศ. 2530 สภามหาวิทยาลัยรับรองขึ้นทะเบียนพันธุ์ในปี พ.ศ. 2551 สหกรณ์โคเนื้อที่มหาวิทยาลัยริเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ต่อยอดเป็นแบรนด์ KU Beef และ “เนื้อโคขุนกำแพงแสน” ได้รับประกาศขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ในปี พ.ศ. 2568 เกษตรกรสมาชิกสหกรณ์เลี้ยงเป็นอาชีพ ขณะที่โคพื้นเมืองไทยต้นทางก็ยังคงอยู่

ในต่างประเทศ **ปลานิล GIFT** เริ่มในปี ค.ศ. 1988 โดย WorldFish ร่วมกับฟิลิปปินส์และนอร์เวย์ ตั้งฝูงจากปลานิลป่าของอียิปต์ กานา เคนยา และเซเนกัล รวมกับปลาเลี้ยงจากอิสราเอล สิงคโปร์ ไต้หวัน และไทย คัดเลือกต่อเนื่องจนโตเพิ่มราวร้อยละ 10 ต่อชั่วรุ่น และแบ่งปันให้ 16 ประเทศที่ตกลงใช้อย่างรับผิดชอบ ไทยก็นำมาคัดต่อจนเป็นจิตรลดา 3 ส่วนญี่ปุ่นออกกฎหมายในปี ค.ศ. 2020 ให้น้ำเชื้อและตัวอ่อนของวากิวได้รับความคุ้มครองแบบทรัพย์สินทางปัญญา เจ้าของฟ้องห้ามและเรียกค่าเสียหายจากผู้ลักลอบหรือส่งออกผิดสัญญาได้ ผู้พัฒนาจึงเลือกได้ว่าจะแบ่งปันพันธุ์เป็นสาธารณะแบบ GIFT หรือคุ้มครองเชิงการค้าแบบวากิว



ความเข้าใจนี้ให้ประโยชน์อะไร

ข้อแรก ควรตั้งฝูงจากพ่อแม่พันธุ์หลายแหล่งให้มีแอลลีลมากพอคัดเลือกได้นาน ข้อสอง ใช้สนิปเลือกพ่อแม่ที่ไม่เป็นญาติใกล้และวางแผนผสมสายพ่อกับสายแม่ให้ได้ลูกผสมดีเด่น ข้อสาม ใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอยืนยันว่าสัตว์ที่ซื้อขายเป็นพันธุ์ที่ขึ้นทะเบียนจริง ข้อสี่ แบ่งปันผลประโยชน์กับชุมชนเจ้าของพันธุ์พื้นเมืองที่เป็นต้นทาง อันเป็นเจตนาหนึ่งของการขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์ และต้องกันฝูงใหม่ไม่ให้หลุดไปปนกับพันธุ์ท้องถิ่น ดังบทเรียนจากปลาดุกบิ๊กอุย

เก็บพันธุ์เดิมไว้ เป็นคลังแอลลีล

แอลลีลที่หายไปเรียกคืนจากสายพันธุ์การค้าไม่ได้ ไก่ป่า หมูป่า ปลาพื้นเมือง และพันธุ์ท้องถิ่นจึงเปรียบเหมือนคลังเก็บแอลลีล เช่น แอลลีลทนร้อนหรือต้านทานโรค และเป็นต้นทุนของพันธุ์ใหม่รุ่นต่อไป การเป็นเจ้าของพันธุ์ใหม่จึงไปด้วยกันได้กับการอนุรักษ์พันธุ์เดิม

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. (2568). *ประกาศโฆษณาการรับขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์: เนื้อโคขุนกำแพงแสน* (เล่มที่ 96 เลขที่ประกาศ 268). กระทรวงพาณิชย์.

กรมประมง. (ม.ป.ป.). *สัตว์น้ำและไม้น้ำปรับปรุงพันธุ์ของกรมประมง.* ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำอุตรดิตถ์.

กรมปศุสัตว์. (2569). *การขึ้นทะเบียนพันธุ์สัตว์. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์.*

แนวหน้า. (2562, 17 ตุลาคม). *รายงานพิเศษ: สหกรณ์กำแพงแสนฯ ส่งแบรนด์ 'KU Beef' บุกตลาดโคเนื้อคุณภาพรสชาติดีที่สุดในปท.*

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (ม.ป.ป.). *โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน.*

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture.* FAO.

Groenen, M. A. M. (2016). A decade of pig genome sequencing: A window on pig domestication and evolution. *Genetics Selection Evolution, 48,* Article 23.

Hata, A., Nunome, M., Suwanasopee, T., Duengkae, P., Chaiwatana, S., Chamchumroon, W., Suzuki, T., Koonawootrittriron, S., Matsuda, Y., & Srikulnath, K. (2021). Origin and evolutionary history of domestic chickens inferred from a large population study of Thai red junglefowl and indigenous chickens. *Scientific Reports, 11,* Article 2035.

Jamparat, W., Kammongkun, J., Kaewkesa, T., & Tangphatsornruang, S. (2024). Classification and genetic diversity analysis of Thai native chicken. Khon *Kaen Agriculture Journal, 52*(Suppl. 2), 250–256.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. (2021). *Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries' intellectual property strategy 2025: Towards creation, protection and utilization of intellectual property in agriculture, forestry, fisheries and food sector.*

Malomane, D. K., Simianer, H., Weigend, A., Reimer, C., Schmitt, A. O., & Weigend, S. (2019). The SYNBREED chicken diversity panel: A global resource to assess chicken diversity at high genomic resolution. *BMC Genomics, 20,* Article 345.

Muir, W. M., Wong, G. K.-S., Zhang, Y., Wang, J., Groenen, M. A. M., Crooijmans, R. P. M. A., Megens, H.-J., Zhang, H., Okimoto, R., Vereijken, A., Jungerius, A., Albers, G. A. A., Lawley, C. T., Delany, M. E., MacEachern, S., & Cheng, H. H. (2008). Genome-wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(45), 17312–17317.

Peters, J., Lebrasseur, O., Irving-Pease, E. K., Paxinos, P. D., Best, J., Smallman, R., Callou, C., Gardeisen, A., Trixl, S., Frantz, L., Sykes, N., Fuller, D. Q., & Larson, G. (2022). The biocultural origins and dispersal of domestic chickens. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 119*(24), Article e2121978119.

Rubin, C.-J., Zody, M. C., Eriksson, J., Meadows, J. R. S., Sherwood, E., Webster, M. T., Jiang, L., Ingman, M., Sharpe, T., Ka, S., Hallböök, F., Besnier, F., Carlborg, Ö., Bed'hom, B., Tixier-Boichard, M., Jensen, P., Siegel, P., Lindblad-Toh, K., & Andersson, L. (2010). Whole-genome resequencing reveals loci under selection during chicken domestication. *Nature, 464,* 587–591.

Wang, M.-S., Thakur, M., Peng, M.-S., Jiang, Y., Frantz, L. A. F., Li, M., Zhang, J.-J., Wang, S., Peters, J., Otecko, N. O., Suwannapoom, C., Guo, X., Zheng, Z.-Q., Esmailizadeh, A., Hirimuthugoda, N. Y., Ashari, H., Suladari, S., Zein, M. S. A., Kusza, S., . . . Zhang, Y.-P. (2020). 863 genomes reveal the origin and domestication of chicken. *Cell Research, 30,* 693–701.

WIPO Lex. (ม.ป.ป.). *Patent Act B.E. 2522 (1979) of Thailand (as amended up to Patent Act No. 3, B.E. 2542 (1999)).*

WorldFish. (ม.ป.ป.). *Genetically improved farmed tilapia (GIFT).*

Zhang, J., Nie, C., Li, X., Ning, Z., Chen, Y., Jia, Y., Han, J., Wang, L., Lv, X., Yang, W., & Qu, L. (2020). Genome-wide population genetic analysis of commercial, indigenous, game, and wild chickens using 600K SNP microarray data. *Frontiers in Genetics, 11,* Article 543294.

Udon Thani INTERNATIONAL HORTICULTURAL EXPO 2026

สวทช NSTDA

มาเปิดโลก เกษตร แห่งอนาคต!



พบกิจกรรมพิเศษ หมุนเวียนตลอดการจัดงาน



เรียนรู้เทคนิคเพาะกล้าผัก แบบมืออาชีพ



สนุกกับกิจกรรมข้าวไทย และผลิตภัณฑ์เกษตร



DIY งานคราฟต์ จากวัสดุชีวภาพ



สัมผัสเสน่ห์ พืชสวนไทย



เปิดประสบการณ์ แปรรูปผักและสมุนไพร



พบกันที่ อาคารนิทรรศการ

สวทช.

ในงานมหกรรมพืชสวนโลก 2569

ดูตารางกิจกรรมได้ที่นี่



Udon Thani INTERNATIONAL HORTICULTURAL EXPO 2026

สวทช NSTDA



ล็อกปฏิทินเที่ยว #พืชสวนโลก2569

กิจกรรมพิเศษ เดือน พฤศจิกายน





9–15 พ.ย. 69

เทคนิคการเพาะกล้าผัก แบบมืออาชีพ

(ผักสลัดและมะเขือเทศ)

เรียนรู้ พร้อมลงมือทำ



16–21 พ.ย. 69

การปลูกพืชในถุง Magik Growth

ด้วยวัสดุปลูกไบโอชาร์ลดคาร์บอน

เกษตรคาร์บอนต่ำ เพื่อโลกสีเขียว



22–24 พ.ย. 69

กระทงไมซีเลียม: นวัตกรรมรักษ์โลก สืบสานสายน้ำ

ไอเดียรักษ์โลก ย่อยสลายได้



25–29 พ.ย. 69

NSTDA ชวนมาซ่า! แบบลดหวาน

กับเวิร์กชอปมะนาวโซดาพรีไบโอติก

เครื่องดื่ม เพื่อสุขภาพ



30 พ.ย. – 4 ธ.ค. 69

ล้อมวงชิมข้าวพันธุ์ใหม่ จากเมล็ดสู่ไอศกรีมข้าว

& สูตรเด็ดน้ำหมักเสริมผักแกร่ง

อร่อยได้ประโยชน์

พบกันที่ อาคารนิทรรศการ

สวทช.

ในงานมหกรรมพืชสวนโลก 2569

ดูตารางกิจกรรมได้ที่นี่



ปิยพร เศรษฐศิริไพบูลย์
สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (สท.)

“น้ำซอสทุเรียนหมัก” ถูกใจโคขุน ลดต้นทุนคนเลี้ยง

“จริงๆ ไม่มีไอเดียอะไร แค่อยากลดต้นทุนอยู่แล้ว ตอนลองทำก็ไม่รู้ว่าผลจะออกมาเป็นอย่างไร รู้แต่ว่าวัวกินดี”

วุฒินาถ สุวรรณละมัย เจ้าของลูกหินฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ย้อนความถึงแนวคิดการใช้ *“น้ำซอสทุเรียนหมัก”* ทดแทนกากน้ำตาล

• • •



เมื่อช่วงกลางปี “สถานีอะกริเทค” ได้พูดถึงการใช้ประโยชน์ “จุลินทรีย์” เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ กับการผลิต “น้ำซอสทุเรียนหมัก” ไปนิดหน่อย ฉบับนี้เราจะพามาทำความรู้จักที่มาของแนวคิดนี้จากเกษตรกรผู้ใช้งานกันค่ะ

“จริง ๆ ไม่มีไอเดียอะไร แค่อยากลดต้นทุนอยู่แล้ว ตอนลองทำก็ไม่รู้ว่าจะออกมาเป็นอย่างไร รู้แต่ว่าวัวกินดี” วุฒินาถ สุวรรณละมัย เจ้าของลูกหินฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ย้อนความถึงแนวคิดการใช้ “น้ำซอสทุเรียนหมัก” ทดแทนกากน้ำตาล

ด้วยความชื่นชอบโคมาแต่เด็ก เมื่อผู้เป็นพ่อเลิกเลี้ยงหมู วุฒินาถจึงปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อเลี้ยงโคเมื่อกว่าสิบปีก่อน เขาลงทุนโคขุนพันธุ์ชาโรเลส์ 50 ตัว จ้างแรงงานและซื้อวัตถุดิบอาหารทุกอย่างมาทดลองสูตรอาหารเอง โดยไม่มีความรู้การเลี้ยงมาก่อน

“ลงทุนไปแล้วเกือบไม่เหลืออะไร สมัยนั้นวัวตัวละ 2-3 หมื่น วัวกำลังบูม ลองสูตรอาหารเอง วัวตาย ก็มาปรับสูตรใหม่แล้วเอาของที่มีในพื้นที่มาใช้ โดยเฉพาะอาหารหยาบ ทั้งข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ เปลือกมัน เปลือกทุเรียน”

“เปลือกทุเรียน” มีเส้นใยที่เหมาะเป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโคขุน อีกทั้งทุเรียนเป็นไม้ผลสำคัญของจังหวัด นอกจากผลผลิตสดแล้วยังมีทุเรียนทอดเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ขึ้นชื่อไม่แพ้กัน เปลือกทุเรียนที่ถูกทิ้งเหล่านี้จึงกลายเป็นของดีในพื้นที่ที่วุฒินาถนำมาใช้เลี้ยงโคขุนของเขาตลอดทั้งปี

“ในพื้นที่ก็ใช้ไส้ทุเรียน เปลือกทุเรียนเป็นอาหารหยาบอยู่แล้ว แต่ไม่ได้ถนอมอาหารไว้ให้วัวกินได้ตลอด เปลือกทุเรียนที่ใช้ได้จากลูกทุเรียนดิบที่เอามาทำทุเรียนทอด ชาวบ้านไม่ต้องลำบากหาที่ทิ้ง เราก็ได้ประโยชน์ ก็คิดหาวิธีถนอมเปลือกทุเรียนไว้ใช้นาน ๆ แรก ๆ





วุฒินาถ สุวรรณละมัย

> **“ลงทุนไปแล้วเกือบไม่เหลืออะไร สมัยนั้นวัวตัวละ 2-3 หมื่นวัวกำลังบูม ลองสูตรอาหารเองวัวตาย ก็มาปรับสูตรใหม่ แล้วเอาของที่มีในพื้นที่มาใช้โดยเฉพาะอาหารหยาบ ทั้งข้าวโพด หญ้าเนเปียร์เปลือกมัน เปลือกทุเรียน”**

โม่เป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ถังหรือกระสอบไว้ พอเลี้ยงวัวมากขึ้น อาหารหยาบจากวันละไม่ถึงตันเป็นวันละ 3-4 ตัน ลงทุนถังเก็บไม่ไหว ก็มาทำพื้นที่วางเปลือกทุเรียนโดยเทพื้นปูนลาดเอียงเพื่อให้น้ำจากเปลือกไหลลง ไม่ขังบนพื้นเพราะจะทำให้เปลือกเน่า”

ประสบการณ์การเลี้ยงโคขุนกว่า 10 ปี ทำให้วุฒินาถรู้ดีว่าค่าอาหารเป็นต้นทุนที่สูง ผลกำไรจากการเลี้ยงโคขุนมาจากการลดต้นทุน อาหารข้นยังต้องซื้อจากโรงงานโดยใช้ปริมาณต่อรอง ขณะที่อาหารหยาบเน้นใช้วัตถุดิบในพื้นที่ โดยมี*เปลือกทุเรียนยืนพื้นตลอดปี แต่สำหรับ “กากน้ำตาล” เป็นอาหารเสริมและเพิ่มความน่ากินให้อาหารโค กลับเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูงและผันผวนตามตลาด*

1 ผลงานวิจัยของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยพะเยา โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของจุลินทรีย์หลายกลุ่มทั้งเชื้อรา ยีสต์ แบคทีเรีย และเพิ่มเอนไซม์ที่มีประโยชน์อีก 2 ชนิด ใช้หมักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นอาหารสัตว์

2 กากน้ำตาลมีโปรตีน 1% น้ำซอสทุเรียนหมัก 5% (ข้อมูลจากการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นภายใต้โครงการฯ)







ช่วงปี พ.ศ. 2567 วุฒินาถได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี “การผลิตอาหารสัตว์หมักต้นทุนต่ำเพื่อเลี้ยงโคเนื้อ–โคนม ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการผลิตในระดับศูนย์อาหารสัตว์ของชุมชน” จากสถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร (สท.) สวทช. และทดลองหมักเปลือกทุเรียนด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูง (เอ็นพลัส)

“ตอนแรกให้เอามาใช้ฉีดกองทุเรียน แต่มองดูแล้วว่าเพิ่มเวลาและแรงงานที่ต้องมาผสมหัวเชื้อกับน้ำ ก็เลยลองเอาเปลือกทุเรียนที่โม่แล้วใส่ในถัง 2,000 ลิตร ใส่ไปครึ่งถัง แล้วใส่หัวเชื้อฯ 5 ขวด กากน้ำตาล 60 กิโลกรัม ผสมน้ำ หมักทิ้งไว้ 21 วัน ได้น้ำซอสทุเรียนกลิ่นหอม ปกติเวลาให้อาหารข้นอาหารหยาบแล้วจะราดด้วยกากน้ำตาล เราก็ใช้น้ำซอสนี้ราดแทน ครั้งแรกวัวกินทันที หลัง ๆ ถ้ายังไม่ราดเขาจะยังไม่กิน เหมือนรอ คงติดใจจริง ๆ”

ปัจจุบันวุฒินาถผลิตน้ำซอสทุเรียนหมักโดยใช้ถังแคปซูลขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง ใช้หัวเชื้อฯ 200 ซีซีต่อถัง กากน้ำตาล 30 กิโลกรัมต่อถัง ต้นทุนเฉลี่ย 500 บาทต่อเดือน โดยเขาให้โคกินน้ำซอสทุเรียนหมักวันละ 2 รอบ (เช้าและเย็น) น้ำซอสฯ 1 ลิตร ให้โคได้ 4-5 ตัว

“ปีแรกที่ทำเราก็เห็นแล้วว่าต้นทุนกากน้ำตาลลดเป็นสิบเท่าตัว ค่าใช้จ่ายเราลดลง การจัดการเราเท่าเดิม ทุเรียนได้มาฟรี เอามาทำซอสทุเรียนต้นทุนเฉลี่ยกิโลกรัมละ 1-2 บาท แล้วน้ำซอสทุเรียนหมักมีคุณค่าโภชนะทุกอย่าง โปรตีนเพิ่มขึ้น พลังงานดีขึ้น เยื่อใยมากขึ้น ”

ในแง่ความปลอดภัยจากสารเคมีเมื่อนำเปลือกทุเรียนมาหมักนั้น วุฒินาถบอกว่า การทำทุเรียนทอดจะไม่ใช้ทุเรียนสุกจึงไม่มีการใช้ยาป้ายขั้วและยาชุบลูก





ส่วนยาฆ่าแมลงมีระยะเวลาประมาณ 7-14 วัน จะไม่ใช้เปลือกทุเรียนในระยะนี้ไปหมัก เปลือกทุเรียนที่รับมาจะเริ่มนับหนึ่งที่นี่ ดังนั้นจึงเพิ่มจำนวนวันไปอีก

“เปลือกทุเรียนช่วยลดต้นทุนค่าอาหารหยาบ ส่วนต้นทุนกากน้ำตาล ถ้าไม่มีน้ำซอสทุเรียนหมัก ไม่มีทางลดได้ ถ้าไม่เจอน้ำซอสฯ ก็ต้องดิ้นรนทำอย่างไรก็ได้ให้วัวกินอาหารถูกลง”

จากโคขุนเริ่มต้น 50 ตัว ขยับไปสูงสุดถึง 400 ตัว และเคยใช้เปลือกทุเรียนมากถึง 40 ตันต่อวัน ทุกวันนี้ด้วยต้นทุนการเลี้ยง ราคาโค และแรงงาน วุฒินาถปรับลดการเลี้ยงโคขุนเหลือราว 200 ตัว และยังผลิตอาหารหยาบและอาหารข้นจำหน่าย เป็นรายได้ที่ช่วยลดค่าอาหารให้โคของเขาเอง

“เราทำอาหารให้วัวเรากินอยู่แล้ว คนมาซื้อก็เพราะเห็นวัวเราสมบูรณ์ เราไม่ขายเอากำไร รายได้ก็ไปลดค่าอาหารที่วัวเรากิน จากวันละ 20 บาทต่อตัวต่อวัน เหลือวันละ 18 บาท ส่วนน้ำหมักซอสทุเรียนไม่ได้ทำขาย เพราะทำไม่ยาก อยากให้เขาทำกันเอง จะได้ลดต้นทุนค่าอาหารของตัวเองได้” วุฒินาถบอกทิ้งท้าย

https://www.nstda.or.th/agritec/enplus/

อ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับ “หัวเชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูง” หมักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เพิ่มมูลค่าทางโภชนาการ ลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์

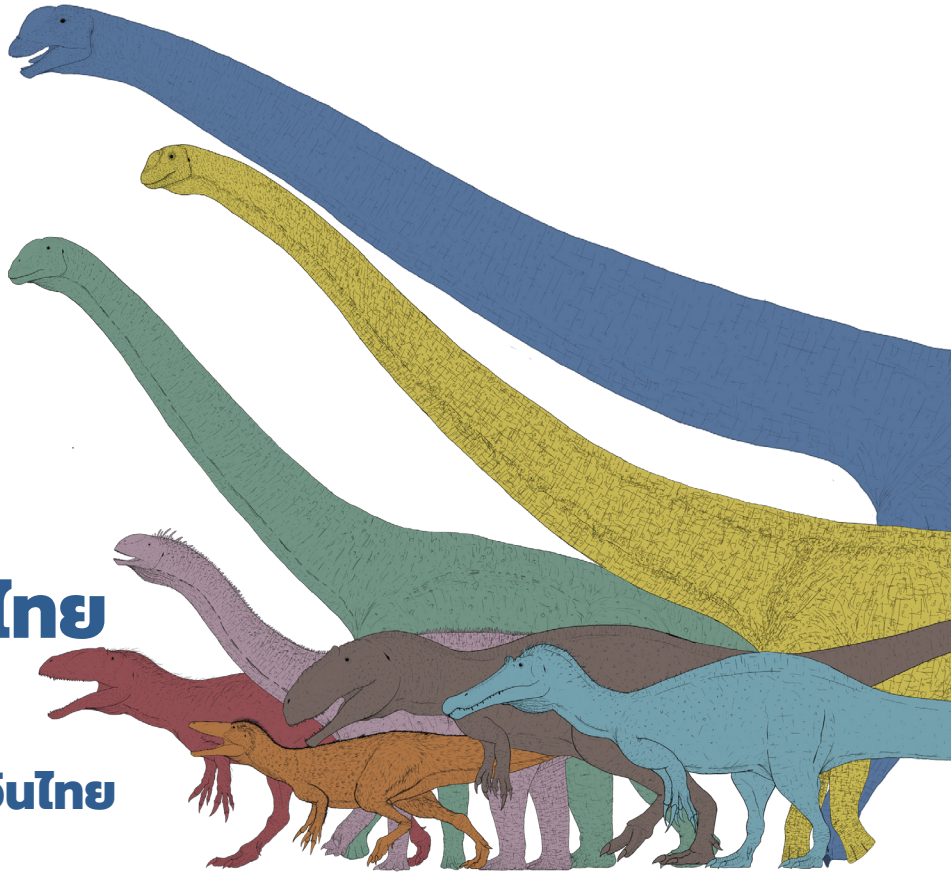
> **“เปลือกทุเรียนช่วยลดต้นทุนค่าอาหารหยาบ ส่วนต้นทุนกากน้ำตาล ถ้าไม่มีน้ำซอสทุเรียนหมัก ไม่มีทางลดได้ ถ้าไม่เจอน้ำซอสฯ ก็ต้องดิ้นรนทำอย่างไรก็ได้ให้วัวกินอาหารถูกลง”**

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร. (2569). วิทย์พลิกชีวิต: เปลี่ยนวิธีคิด ปรับวิธีทำ สู่นวัตกรรมเกษตรยั่งยืน. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

วงศ์เวชช เชาวน์ชูเวชช

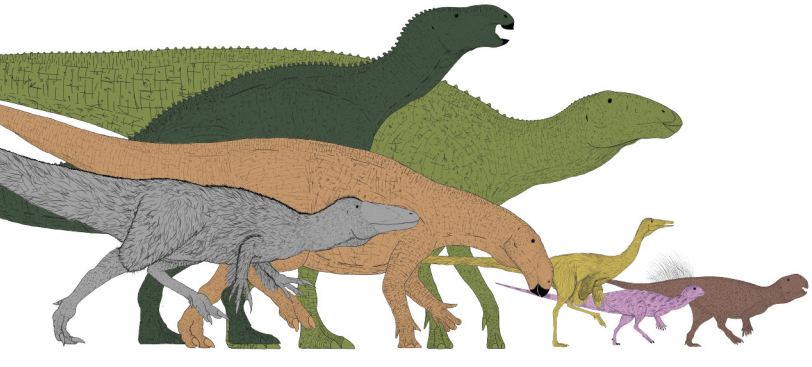
สาระโลก สาระเรา เรื่องเล่าจากปลายปากกาคณะอาจารย์วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้เชี่ยวชาญดิน หิน แร่ น้ำ ท้องฟ้า อากาศ ธรณีพิบัติภัย ศึกษาความเปลี่ยนแปลง เรียนรู้จักอิทธิพลที่โลกมีต่อเรา



ห้าสิบปีไดโนเสาร์ไทย สิบห้าชนิดใหม่

และก้าวต่อไปของบรรพชีวินไทย

ในช่วงห้าปีที่ผ่านมาวงการบรรพชีวินวิทยาไทย โดยเฉพาะการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์มีกระดูกสันหลังในมหายุคมีโซโซอิก ถือได้ว่ามีความคึกคักเป็นอย่างมาก แทบทุกปีเราจะได้ยินข่าวดีเกี่ยวกับการค้นพบไดโนเสาร์ชนิดใหม่ของโลกจากแผ่นดินไทย การค้นพบเหล่านี้ไม่เพียงสร้างความภาคภูมิใจ แต่ยังสะท้อนถึงความอุดมสมบูรณ์และคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติในบ้านเรา ทว่าเรื่องราวความสำเร็จนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงชั่วข้ามคืน แต่เป็นผลผลิตจากความร่วมมือร่วมใจของผู้คนมากมาย ทั้งชาวบ้าน เจ้าหน้าที่ และนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ที่ทำงานเคียงบ่าเคียงไหล่กันมากว่าครึ่งศตวรรษ ในวาระครบรอบ 50 ปี นับตั้งแต่ค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ชิ้นแรกของไทย เรื่องเล่าเราโลกขอพาทุกท่านย้อนรอยการเดินทางตลอดห้าทศวรรษของยักษ์ใหญ่ดึกดำบรรพ์และวงการบรรพชีวินวิทยาไทย ● ● ●





ซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ชิ้นแรกของประเทศไทย
ชิ้นส่วนปลายต้นขาหลังของไดโนเสาร์กลุ่มซอโรพอด
ปัจจุบันจัดแสดง ณ พิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น

ปฐมบทการค้นพบยักษ์ใหญ่แดนสยาม

เรื่องราวของไดโนเสาร์ไทยเริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2519 เมื่อคณะสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีลงพื้นที่สำรวจแร่ยูเรเนียมบริเวณอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างการสำรวจนั้น คุณสุธรรม แย้มนิยม นักธรณีวิทยา บังเอิญพบหินที่มีรูปร่างคล้ายกระดูกสัตว์ขนาดใหญ่ จึงได้นำตัวอย่างกลับมาตรวจสอบร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้าน "โบราณชีววิทยา" (คำเรียกวิชาบรรพชีวินวิทยาในสมัยนั้น) ผลการศึกษายืนยันว่า สิ่งที่พบกลับไม่ใช่หินทั่วไป เทือกเขาภูเวียง แต่เป็นชิ้นส่วนปลายกระดูกต้นขาหลัง (femur) ของไดโนเสาร์กลุ่มซอโรพอด (Sauropod) หรือไดโนเสาร์กินพืชคอยาวขนาดใหญ่

ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 คณะวิจัยไทย-ฝรั่งเศสได้ร่วมกันตีพิมพ์บทความการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ชิ้นแรกของไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาไดโนเสาร์ในประเทศ โดยซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์และสัตว์ร่วมยุคในไทยเกือบทั้งหมด ถูกค้นพบจากกลุ่มโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินตะกอนบกที่สะสมตัวในช่วงยุคจูแรสซิกตอนปลายถึงครีเทเชียสตอนต้น (ประมาณ 150–110 ล้านปีก่อน) กระจายตัวอยู่ทั่วที่ราบสูงโคราชในภาคอีสาน นอกจากนี้ยังมีรายงานการค้นพบจากชั้นหินตะกอนมหายุคมีโซโซอิกในภูมิภาคอื่น ๆ ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้อีกด้วย

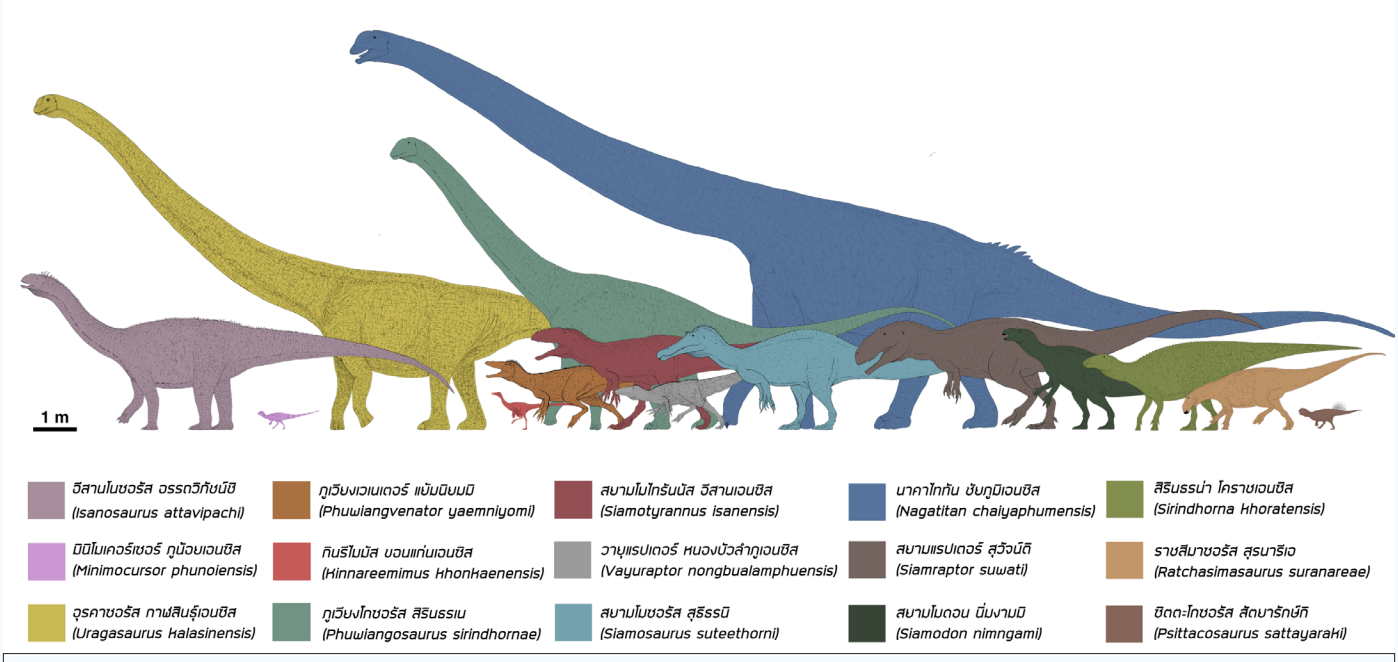
ห้าสิบปีกับสิบห้าชนิดดึกดำบรรพ์ไทย

หลายครั้งการค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่มักเกิดขึ้นจากสิ่งเล็ก ๆ การค้นพบไดโนเสาร์ตัวแรกของไทยก็เช่นกัน ไดโนเสาร์ชนิดแรกของประเทศไทยอย่าง ***"สยามโมซอรัส สุธีธรนิ"*** (*Siamosaurus suteethorni*) ได้รับการตั้งชื่อจากการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ฟันเพียงซี่เดียวที่พบในแหล่งขุดค้นภูเวียง จังหวัดขอนแก่น โดยสยามโมซอรัสยังเป็นไดโนเสาร์กลุ่มสไปโนซอริด (spinosaurid) หรือไดโนเสาร์กินปลาชนิดแรกที่ค้นพบในทวีปเอเชียอีกด้วย

ต่อมาคณะสำรวจโบราณชีววิทยาไทย-ฝรั่งเศสได้ค้นพบกระดูกของไดโนเสาร์เป็นจำนวนมากจากบริเวณหลุมขุดค้นที่ 1 ภูประตูตีหมา และในปี พ.ศ. 2537 ***"ภูเวียงโกซอรัส สิรินธรเน่"*** (*Phuwiangosaurus sirindhornae*) ไดโนเสาร์ซอโรพอดชนิดแรกของประเทศไทยได้รับการตั้งชื่อขึ้นเพื่อเทิดพระเกียรติแด่สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ผู้สนพระราชหฤทัยการศึกษาด้านบรรพชีวินวิทยาของไทย

ตามมาด้วยการค้นพบ ***"สยามโมไทรันนัส อีสานเอนซิส"*** (*Siamotyrannus isanensis*) เทอโรพอดหรือกลุ่มไดโนเสาร์กินเนื้อขนาดใหญ่ในปีพ.ศ. 2539 ซึ่งเคยเชื่อกันว่าเป็นญาติที่เก่าแก่ที่สุดของ*ไทแรนโนซอรัส เร็กซ์* หรือ *ที.เร็กซ์* ราชาไดโนเสาร์ผู้โด่งดังจากทวีปอเมริกา รวมถึง ***"กินรีไมมัส ขอนแก่นเอนซิส"*** (*Kinnareemimus khonkaenensis*) ไดโนเสาร์เทอโรพอดขนาดเล็กคล้ายนกกระจอกเทศ และ ***"ภูเวียงเวเนเตอร์ แย้มนิยมมิ"*** (*Phuwiangvenator yaemniyomi*) ไดโนเสาร์เทอโรพอดนักล่าขนาดกลาง การค้นพบไดโนเสาร์ไทยชนิดใหม่ของโลกถึงห้าชนิดนี้ตอกย้ำให้เห็นความสำคัญของแหล่งขุดภูเวียงว่าเป็นหนึ่งในแหล่งขุดค้นซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย

เรื่องราวการค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทยไม่ได้หยุดลงที่เทือกเขาภูเวียง มีรายงานการพบซากดึกดำบรรพ์จากพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วทั้งประเทศไทย ทำให้มีไดโนเสาร์ไทยอีกนับสิบชนิดได้รับการศึกษาและตั้งชื่อ ไม่ว่าจะเป็น ***"ซิตตะโกซอรัส สัตยารักษ์กิ"*** (*Psittacosaurus sattayaraki*) ไดโนเสาร์กินพืชปากคล้ายนกแก้วชนิดใหม่ของโลก ***"อีสานโนซอรัส อรรถวิภัชน์ชิ"*** (*Isanosaurus attavipachi*) หนึ่งในซอโรพอดที่เก่าแก่ที่สุดในโลกจากจังหวัดชัยภูมิ ***"สยามโมดอน นิ่มงามมิ"*** (*Siamodon nimngami*) ***"ราชสีมาซอรัส สุรนารีเอ"*** (*Ratchasimasaurus suranareae*) และ ***"สิรินธรน่า โคราชเอนซิส"*** (*Sirindhorna khoratensis*) ไดโนเสาร์กินพืชกลุ่มอิกัวโนดอนต์สามชนิดใหม่ของโลก รวมถึง ***"สยามแรปเตอร์ สุวัจน์ติ"*** (*Siamraptor suwati*) ไดโนเสาร์เทอโรพอดกินเนื้อขนาดใหญ่จาก



ไดโนเสาร์ 15 สายพันธุ์ของประเทศไทย
ภาพโดย วงศ์เวชช เชาวน์ชูเวชช

จังหวัดนครราชสีมา และ ***"วายุแรปเตอร์ หนองบัวลำภูเอนซิส"*** (*Vayuraptor nongbualamphuensis*) ไดโนเสาร์เทอโรพอดกินเนื้อขนาดกลางจากจังหวัดหนองบัวลำภู

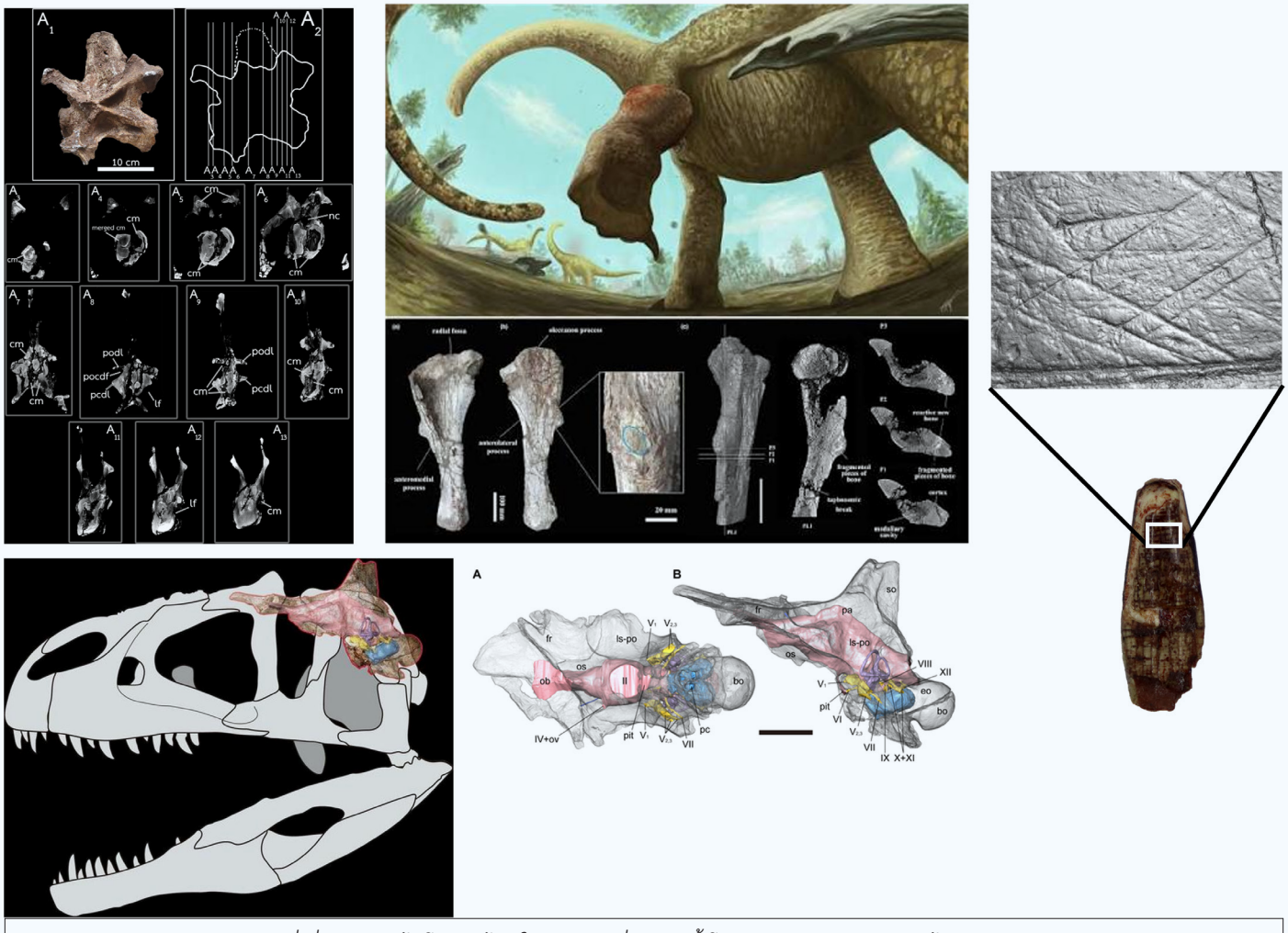
อีกทั้งการค้นพบไดโนเสาร์ไทยในช่วงสามปีที่ผ่านมานี้อย่าง ***"มินิโมเคอร์เซอร์ ภูน้อยเอนซิส"*** (*Minimocursor phunoiensis*) ไดโนเสาร์กินพืชขนาดเล็กและ ***"อุรคาซอรัส กาฬสินธุ์เอนซิส"*** (*Uragasaurus kalasinensis*) ไดโนเสาร์ซอโรพอดขนาดใหญ่ ก็เป็นไดโนเสาร์สองชนิดที่ค้นพบจากแหล่งซากดึกดำบรรพ์ภูน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และ ***"นาคาไททัน ชัยภูมิเอนซิส"*** (*Nagatitan chaiyaphumensis*) เจ้าของตำแหน่งไดโนเสาร์ยักษ์ใหญ่ที่สุดในอุษาคเนย์จากจังหวัดชัยภูมิ

ทั้ง 15 ชนิดนี้ล้วนเป็นหลักฐานที่ทำให้เห็นว่า ไดโนเสาร์ไทยไม่ได้มีความสำคัญแค่ในประเทศของเรา แต่ยังมีความสำคัญต่อการศึกษาบรรพชีวินวิทยาในระดับโลกอีกด้วย

ก้าวต่อไปของบรรพชีวินวิทยาไทย

งานของนักบรรพชีวินวิทยาไม่ได้จบลงแค่การหาคำตอบว่า "สิ่งมีชีวิตนี้คือตัวอะไร" แต่นักบรรพชีวินวิทยายังต้องศึกษาวิจัยเพื่อหาคำตอบว่า "สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เคยมีชีวิตอยู่อย่างไร" ด้วย ถึงแม้ไดโนเสาร์ไทยนับสิบชนิดได้รับการตั้งชื่อ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องนับร้อยได้รับการตีพิมพ์ในห้าทศวรรษที่ผ่านมา แต่คำถามนับพันยังคงรอคอยผู้คนมาหาคำตอบอยู่ เราจะรู้ได้อย่างไรว่าไดโนเสาร์ไทยมีพฤติกรรมอย่างไร ? กินอะไรเป็นอาหาร ? พวกมันเจ็บป่วยเหมือนสัตว์ในปัจจุบันไหม ? ระบบนิเวศและภูมิอากาศบรรพกาลที่พวกมันเคยอาศัยอยู่เป็นอย่างไร ? อะไรคือปัจจัยทำให้สัตว์เหล่านี้ครอบครองแผ่นดินไทยมาได้ตลอดหลายสิบล้านปี ? หรือทำไมพวกมันถึงหายไปจากบ้านของเรา ? ซึ่งบางคำถามเราก็ยังไม่รู้และอาจไม่มีวันรู้เลยก็ได้

อย่างไรก็ตามปัจจุบันนักบรรพชีวินวิทยาทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติจากหลากหลายสถาบันทั่วโลกกำลังศึกษาวิจัยเพื่อไขคำตอบเหล่านี้ผ่านเทคนิคการวิจัยรูปแบบใหม่ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ที่ทันสมัยและหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ที่พบมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่น การใช้เทคนิคซีทีสแกน (CT-scan) แบบเดียวกันกับที่แพทย์ใช้ในโรงพยาบาล เพื่อดูโครงสร้างภายในกระดูกของไดโนเสาร์ การดูโครงสร้างกล่องสมอง เพื่ออธิบายพฤติกรรมของไดโนเสาร์ การนำกระดูกขามาตัดผ่านเครื่องตัดหิน เพื่อดูการเจริญเติบโตของสัตว์เหล่านี้ หรือแม้แต่การวิเคราะห์รอยสึกบนผิวฟันผ่านกล้องจุลทรรศน์ เพื่อบ่งชี้ถึงอาหารที่ไดโนเสาร์เคยกินเมื่อหลายล้านปีที่แล้ว การศึกษาเหล่านี้จึงเปรียบเสมือนกับ "ก้าวต่อไป" ของวงการบรรพชีวินวิทยาไทยที่จะไม่หยุดแค่การค้นพบและตั้งชื่อไดโนเสาร์ชนิดใหม่เพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นการไขความลับเรื่องราวของหนึ่งในกลุ่มสิ่งมีชีวิตดึกดำบรรพ์ที่ประสบความสำเร็จที่สุดในประวัติศาสตร์โลกของเรา



งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไดโนเสาร์ไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมานี้ โดยนักบรรพชีวินวิทยาชาวไทยและต่างชาติ
ที่มา : Kaikaew et al. (2025) Eiamlaor et al. (2025) และ Hattori et al. (2026)

ถึงแม้ 50 ปีที่ผ่านมานี้จะเป็น 50 ปีที่องค์ความรู้บรรพชีวินวิทยาด้านไดโนเสาร์ในประเทศไทยได้ผลิดอก ออกผล และงอกงาม แต่ก้าวต่อไปที่สำคัญนี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยความพยายามของนักบรรพชีวินวิทยาเพียงลำพัง แต่ต้องอาศัย “ผู้คน” มากมาย การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไดโนเสาร์ในประเทศไทยที่ผ่านมาเกือบทั้งหมดล้วนมาจากการรายงานของชาวบ้านหรือผู้คนในพื้นที่ที่พบซากดึกดำบรรพ์เหล่านั้น เด็กตัวเล็ก ๆ ที่กำลังเดินเล่นที่ภูเขาหลังบ้านก็อาจเป็นผู้ค้นพบรอยตีนของยักษ์ใหญ่เหล่านี้ได้เช่นกัน ดังนั้นอนาคตของวงการบรรพชีวินวิทยาในบ้านเราจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากผู้คนทุกส่วน ไม่ว่าจะเป็นการสนับสนุนด้านงบประมาณในการสำรวจศึกษาวิจัยจากทางภาครัฐ ความร่วมมือทางด้านวิชาการในระดับนานาชาติ หรือการสร้างความตระหนักรู้ถึงความสำคัญของซากดึกดำบรรพ์ให้แก่ผู้คนในพื้นที่อีกด้วย

“เพราะไดโนเสาร์ไทยไม่ใช่แค่เรื่องเล่าของนักบรรพชีวินเท่านั้น แต่ยังเป็นเรื่องราวของพวกเรา คนไทยทุกคนบนโลกใบนี้”

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

Eiamlaor, K., Suteethorn, S., Chanthasit, P., Suteethorn, V., & Suraprasit, K. (2025). Pneumatic structures of sauropod cervical vertebrae from the Lower Cretaceous Sao Khua Formation of northeastern Thailand. *Cretaceous Research,* 176, Article 106189. https://doi.org/10.1016/j.cretres.2025.106189

Hattori, S., Chokchaloemwong, D., Kawabe, S., Cuesta, E., Shibata, M., Miyata, K., & Azuma, Y. (2026). Braincase of Siamraptor suwati and insights into the cranial anatomy of Carcharodontosauria. *PLOS ONE,* 21(4), e0345155. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0345155

Kaikaew, S., Suteethorn, S., & Chinsamy, A. (2025). Novel report of an osteogenic tumor in a late Jurassic Mamenchisaurid from Thailand. *Journal of Anatomy,* 247(3–4), 699–711. https://doi.org/10.1111/joa.14266



by อาจารย์เจษฎ์
https://www.facebook.com/OhISeebyAjarnJess/

ไขข้อเท็จจริง ดรามากะเพรา

“จดคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่” ผูกขาดจริงหรือมั่ว ?

จากกระแสความกังวลในโซเชียลมีเดียกรณี “ดรามากะเพรา” เกี่ยวกับการจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ของกะเพราสายพันธุ์ “แก้วจุรี 01 ถึง 04” โดยบริษัทซีพีแรม จำกัด ที่สร้างความเข้าใจผิดว่าอาจส่งผลเสียและผูกขาดตลาดจนกระทบต่อเกษตรกร พ่อค้า แม่ค้า และผู้บริโภคนั้น ข้อเท็จจริงคือเรื่องดังกล่าวไม่ได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไปแต่อย่างใด เนื่องจากกฎหมายตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืชพ.ศ. 2542 มุ่งคุ้มครองเฉพาะ “สายพันธุ์ใหม่” ที่ผ่านการวิจัยและพัฒนาขึ้นมาเฉพาะเท่านั้น ไม่ได้เป็นการผูกขาดพืชทั้งสปีชีส์ ทำให้**ประชาชนและเกษตรกรยังคงเก็บเมล็ด ขยายพันธุ์ ปลูก ซื้อ หรือขายกะเพราสายพันธุ์พื้นเมือง กะเพราแดง และกะเพราขาวทั่วไปที่มีมากกว่า 200 สายพันธุ์ ได้อย่างเสรีร้อยเปอร์เซ็นต์**ครับ • • •

ในแง่การนำไปใช้งาน ประชาชนทุกคนยังคงปลูกกะเพราทุกสายพันธุ์เพื่อรับประทานในครัวเรือน หรือเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกต่อในแปลงของตนเองได้ตามปกติ เช่นเดียวกับร้านอาหารและพ่อค้าแม่ค้าที่ตัดใบกะเพรามาผัดขายได้โดยไม่มีข้อจำกัดใด ๆ ทั้งสิ้น ส่วนการเพาะพันธุ์ขายเชิงพาณิชย์นั้น หากเป็นสายพันธุ์ทั่วไปก็ทำได้ตามปกติ มีเพียงกรณีของสายพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการคุ้มครองอย่าง “แก้วจุรี 01 ถึง 04” เท่านั้นที่ห้ามขยายพันธุ์หรือเพาะขายเชิงพาณิชย์ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากเจ้าของสิทธิ์

สำหรับกะเพราพันธุ์แก้วจุรีพัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อตอบโจทย์อุตสาหกรรมอาหารพร้อมรับประทาน (ready-to-eat) โดยมีคุณสมบัติเด่นคือ กลิ่นหอมเฉพาะ ใบหนา ทนต่อกระบวนการแช่แข็ง และให้ผลผลิตสูง บริษัทซีพีแรมฯ นำมาใช้ในเครือข่ายเกษตรกรพันธสัญญาเพื่อส่งเข้าโรงงานอาหาร ไม่ได้ผลิตมาเพื่อวางจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ทั่วไปหรือยึดครองตลาด การคุ้มครองสิทธิ์ทางปัญญานี้จึงเปรียบเสมือนลิขสิทธิ์ของผลงานศิลปะหรือบทเพลง ที่ช่วยปกป้องงานวิจัยซึ่งต้องใช้นวัตกรรม เวลา และงบประมาณสูง ไม่ให้ถูกขโมยสายพันธุ์ไปก๊อบปี้ขายตัดราคา อีกทั้งยังเป็นแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาพันธุ์พืชคุณภาพสูงภายในประเทศ

ในประเทศไทยมีการจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ไปแล้วกว่า 100 ชนิด ภายใต้การดูแลของกรมวิชาการเกษตร ครอบคลุมทั้งผลงานภาครัฐ เช่น ทุเรียนกลุ่มพันธุ์จันทบุรี, ยางพารา RRIT, มันสำปะหลังพันธุ์ระยองและเกษตรศาสตร์ 50, ข้าวพันธุ์ กข, ข้าวโพดสุวรรณ 5 รวมถึงผลงานของเอกชนและเกษตรกรรายย่อย เช่น ทุเรียนนวลทองจันทร์, ฝรั่งไส้แดงจินดา, ขนุนทองประเสริฐ, มะนาวด่านเกวียน, เมล็ดพันธุ์ผักลูกผสม F1 ชนิดต่าง ๆ

ดังนั้นกระแสความกลัวเรื่องการผูกขาดจึงเกิดจากความเข้าใจผิดและการปั่นกระแส ทั้งที่ในความเป็นจริง กฎหมายคุ้มครองเฉพาะสายพันธุ์ใหม่ที่สร้างสรรค์ขึ้นมา โดยไม่ได้กระทบต่อสิทธิ์ในการใช้ประโยชน์จากสายพันธุ์ดั้งเดิมของประชาชนแต่อย่างใด สบายใจได้ครับ



ดร.ปราโมทย์ ไตรบุญ
ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ



ว่านไก่แสด : *Aeschynanthus garrettii* Craib

Wรรณไม้อิงอาศัยที่พบตามคาคบไม้บริเวณป่าดิบเขาจัดเป็นพรรณไม้หายาก จัดอยู่ในวงศ์ชาฤๅษี (Gesneriaceae)

ลักษณะเป็นไม้อิงอาศัย ลำต้นและกิ่งมักมีสีม่วงอมแดง เกลี้ยง ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม แผ่นใบค่อนข้างหนากึ่งอวบน้ำ รูปรีหรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ดอกออกที่ปลายกิ่งหรือตามซอกใบใกล้ปลายกิ่งหรือด้านข้าง มีดอกเดียวในแต่ละข้างของซอกใบ ก้านดอกรูปทรงกระบอกแคบ ใบประดับรูปแถบแคบ ดอกสีส้มอมแดง ด้านนอกมีลายเป็นแถบสีเหลืองสลับสีแดงเข้ม กลีบเลี้ยง 5 กลีบ แยกอิสระ กลีบคล้ายรูปสามเหลี่ยมกึ่งรูปขอบขนานถึงรูปแถบ กลีบดอก 5 กลีบ โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอดปากเปิดโค้งไปด้านเดียว ปลายแยกเป็น 5 แฉก ด้านในมีขนต่อม เกสรเพศผู้ 5 เกสร มี 4 เกสรจับกันเป็นสองคู่ เกสรเพศเมียอยู่ตรงกลาง ผลแบบผลแห้งแตก รูปทรงกระบอกแคบเรียวยาว มีเมล็ดจำนวนมาก เมล็ดแต่ละด้านมีขนข้างละเส้น

ว่านไก่แสดพบได้เฉพาะในนิเวศป่าดิบเขาสูงทางภาคเหนือ

ตัวอย่างต้นแบบของ *Aeschynanthus garrettii* คือ H.B.G. Garrett 86 เก็บจากบริเวณผาแง่ม ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

อ้างอิง :
Craib, W. G. 1913. Contributions to the Flora of Siam Additamenta IV. Bulletin of Miscellaneous Information Kew 1913(6): 199-204.

ศัพท์ปริศนา ในชื่อวิทยาศาสตร์

ชื่อวิทยาศาสตร์เป็นอะไรที่ชวนปวดหัวกับคนทั่วไปอย่างเรา ๆ มาก แค่รากศัพท์ภาษาละตินที่ยากจะอ่านแล้ว บางครั้งยังมีตัวย่ออะไรก็ไม่รู้ แถมเวลาเขียนยังต้องดูอีกว่าทำตัวเอียงหรือขีดเส้นใต้รึยัง กฎเหล่านี้ดูจะยุ่งยากสำหรับคนทั่วไป แต่สำหรับนักอนุกรมวิธานแล้วมันมีความหมายและช่วยจัดระบบระเบียบในการตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตที่ค้นพบ ไม่ว่ามันจะเป็นชนิดใหม่หรือไม่ใหม่ก็ตาม

ขั้นตอนหลังการค้นพบสิ่งมีชีวิตเริ่มจากการตรวจสอบและจัดจำแนกอย่างละเอียด หากไม่ตรงกับชนิดที่เคยมีอยู่ก็อาจจะเป็นชนิดใหม่และตั้งชื่อวิทยาศาสตร์กัน ถ้าไม่มีปัญหาอะไร สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นก็ถือว่าเป็น **valid taxon** หรือหน่วยอนุกรมวิธานที่ได้รับการยอมรับ คำว่า taxon (พหูพจน์ taxa) เป็นคำรวม ๆ ที่ใช้เรียกหน่วยหรือหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตในระดับใดก็ได้ ไม่เจาะจงว่าจะต้องเป็นชนิด สกุล วงศ์ อันดับ ชั้น หรือไฟลัมไหน ในทางตรงกันข้าม หากหน่วยอนุกรมวิธานไม่ได้รับการยอมรับหรือถูกปฏิเสธก็อาจเรียกได้ว่า **invalid taxon**

ส่วนด้านการตั้งชื่อ มีคำที่คล้าย ๆ กันคือ **invalid name** ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ นอกจากนี้ยังมีคำในตระกูล nomen (name) อีกหลายคำ อย่าง **nomen dubium** หมายถึง ชื่อที่ยังมีข้อสงสัยว่าระบุถึงสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด เนื่องจากหลักฐานไม่สมบูรณ์หรือไม่เพียงพอต่อการจำแนกอย่างชัดเจน

ขณะที่สิ่งมีชีวิตบางชนิดยังจำแนกไม่ได้แน่ชัดว่าอยู่ในกลุ่มไหนก็จะมีคำว่า **indet.** (indeterminate) ต่อท้าย อย่างสยามโมซอรัสที่นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มยังไม่แน่ใจว่าน้องเป็นลูกหลานบ้านไหนในหมู่บ้านไดโนเสาร์กินเนื้อ (theropod) ก็เลยเรียกว่า Theropoda indet.

สองคำนี้ก็ใกล้เคียงจนน่าปวดหัว **cf.** (confer) คือ “เปรียบเทียบกับ...” ใช้กรณีที่พบว่าตัวอย่างมีความใกล้เคียงกับชนิดที่ระบุแบบน่าจะใช่นะ แต่ยังไม่มั่นใจพอที่จะยืนยัน อาจต้องศึกษาเพิ่มเติมอีกเพื่อความชัวร์ ขณะที่ **aff.** (affinis) คือ “มีความใกล้เคียงกับ...” ใช้ในกรณีที่รู้ว่าตัวอย่างใกล้เคียงหรือมีความสัมพันธ์กับชนิดที่ระบุ แต่มีบางอย่างที่บอกได้ว่าน่าจะเป็นคนละชนิด

sp. (species) นี่ก็เห็นบ่อย จะใช้ตอนที่รู้แน่นอนแล้วว่าเป็นสกุลไหน แต่ไม่(อยาก)ระบุชนิด เช่น *Siamosaurus* sp. ส่วน **spp.** (เป็นพหูพจน์) จะใช้เมื่อพูดถึงหลายชนิดในสกุลนั้น ทั้งคู่ไม่ต้องทำตัวเอียง

และตัวอย่างสุดท้าย **nov.** (novum, nova) แปลว่า ใหม่ ใช้เมื่อมีการตั้งชื่อและบรรยายอย่างเป็นทางการ โดยอาจเป็น gen. nov. (สกุลใหม่) หรือ sp. nov. (ชนิดใหม่) หรือ gen. et sp. nov. (สกุลและชนิดใหม่) เช่น นาคาไททัน *Nagatitan chaiyaphumensis* gen. et sp. nov. ที่เพิ่งตีพิมพ์ในวารสาร Scientific Reports เมื่อเดือนพฤษภาคมปีนี้

การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตมีหลักเกณฑ์โดยรวมคล้ายกัน แต่ก็มีรายละเอียดปลีกย่อยอีกมาก และมีหลักเกณฑ์เฉพาะสำหรับสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่ม ได้แก่ สัตว์ (ICZN), พืช สาหร่าย และรา (ICN), โพรแคริโอต (ICNP) และไวรัส (ICTV)





โน้ตความรู้ฉบับย่อจากการพูดคุยกับแขกรับเชิญใน Podcast รายการ Sci เข้าหู ของนิตยสารสาระวิทย์
ซึ่งเป็นรายการที่รวบรวมผู้คนในแวดวงวิทยาศาสตร์มาร่วมพูดคุยและให้ความรู้ในประเด็นที่น่าสนใจ
เกาะติดกระแสวิทยาศาสตร์ไทยและวิทยาศาสตร์โลกไปพร้อมกัน ทุกวันอังคารที่ 2 และ 4 ของเดือน ทางเฟซบุ๊กเพจนิตยสารสาระวิทย์
หรือติดตามย้อนหลังที่ https://www.nstda.or.th/sci2pub/podcast-sci-in-ear/

เราจะมีวิธีส่งเสริมให้เด็กที่เกิดในท้องถิ่นรู้จักท้องถิ่นของตัวเอง และมีความภาคภูมิใจในถิ่นเกิดได้อย่างไร ?

การส่งเสริมให้เด็กที่เกิดในท้องถิ่นรู้จักและมีความภาคภูมิใจในถิ่นเกิดอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องอาศัยความรู้ด้านประสาทวิทยาศาสตร์ร่วมกับการพัฒนาชุมชนจากฐานราก โดยเริ่มต้นจากการปรับลำดับกระบวนการเรียนรู้ การสร้างจิตสำนึกรักบ้านเกิดต้องเริ่มจาก การสร้างความเข้าใจและความตระหนักในคุณค่าของตนเอง ก่อนจะเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เนื่องจากสมองในวัยเด็กมีศักยภาพสูงในการสร้างความผูกพันกับสถานที่ เมื่อเยาวชนมีความเข้าใจและผูกพันกับท้องถิ่นแล้ว จึงค่อยเติมเต็มทักษะสากล เพื่อให้พวกเขาสามารถนำความรู้ระดับสากลกลับมาประยุกต์ใช้พัฒนาบ้านเกิด โดยไม่เกิดปัญหาภาวะสมองไหลเข้าสู่เมืองใหญ่

นอกจากนี้การจัดกระบวนการเรียนรู้จะต้องเน้นประสบการณ์จริงมากกว่าการเรียนจากตำราหรือหน้าจอ การพาเด็กลงพื้นที่จริงจะช่วยกระตุ้นประสาทสัมผัสหลายด้านซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้สมองประมวลผลและสร้างความทรงจำระยะยาวควบคู่กับการจัดให้มีกระบวนการสะท้อนความคิด เพื่อเปิดโอกาสให้เยาวชนได้ทบทวน ตกผลึกความคิด และมองเห็นคุณค่าความหมายของการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ขณะเดียวกันพ่อ แม่ ครอบครัว และโรงเรียนต้องสนับสนุนกระบวนการค้นพบตนเอง ให้เด็กได้ทดลองทำกิจกรรมที่หลากหลายจนค้นพบเป้าหมายชีวิต และมองเห็นแนวทางในการนำศักยภาพตนเองมาช่วยพัฒนาชุมชน

อีกหนึ่งหัวใจสำคัญคือการรื้อฟื้นเรื่องราวและสร้างคุณค่าให้ท้องถิ่น โดยนำวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และโบราณคดีเข้ามาสืบค้นนวัตกรรมในอดีต ดังเช่นกรณีศึกษาของทุ่งกุลาร้องไห้ที่มีประวัติศาสตร์ความรุ่งเรืองด้านนวัตกรรมการต้มเกลือสินเธาว์โบราณและการทำภาชนะดินเผา การถ่ายทอดอัตลักษณ์และภูมิปัญญาอันยิ่งใหญ่ในอดีตจะช่วยเปลี่ยนภาพจำของเยาวชนจากความแห้งแล้งหรือความขาดแคลนไปสู่ความภาคภูมิใจในรากเหง้าทางวัฒนธรรมและเทคโนโลยีของตนเอง

ท้ายที่สุดการสร้างความรักถิ่นเกิดที่แท้จริงต้องเปิดโอกาสให้เกิดการมีส่วนร่วมจากล่างขึ้นบน โดยดึงเด็กและคนรุ่นใหม่เข้ามาทำงานร่วมกับปราชญ์ชาวบ้าน ชุมชน และหน่วยงานท้องถิ่นในการจัดทำแผนพัฒนาชุมชน ให้พวกเขามีบทบาทในการออกแบบพื้นที่และร่วมขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก เมื่อเยาวชนได้รับการยอมรับและเห็นว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างอนาคตให้บ้านเกิด พวกเขาก็พร้อมที่จะเติบโตเป็นกำลังสำคัญในการปกป้องและพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป



ดร.วีระพงษ์ ประสงค์จีน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตร้อยเอ็ด ณ ทุ่งกุลาร้องไห้

รายการ Sci เข้าหู EP. 78
ใช้วิทยาศาสตร์นำทาง
สร้างความรุ่งเรืองสู่ท้องถิ่น
ฟังบทสัมภาษณ์เต็ม https://youtu.be/E8mTrLI_0X0

คำคมนักวิทย์

ดร.นำชัย ชีววิวรรธน์



ที่มา : CJH / Colin Patterson (1933–1998): A Celebration of His Life, The Linnean Society of London, 1999.

ซากดึกดำบรรพ์ (fossil) อาจจะบอกเราได้มากมายหลายเรื่อง แต่มีเรื่องหนึ่งที่พวกมันไม่เคยเปิดเผยให้เราทราบเลยคือ พวกมันเป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตใด

- คอลิน แพตเทอร์สัน -

Fossils may tell us many things, but one thing they can never disclose is whether they were ancestors of anything else.

- Colin Patterson -

คอลิน แพตเทอร์สัน (ค.ศ. 1933-1998)

นักบรรพชีวินวิทยา (palaeontologist) เขาทำงานที่พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาในกรุงลอนดอนช่วงปี ค.ศ. 1962-1993 โดยมีความชำนาญเป็นพิเศษเรื่องซากดึกดำบรรพ์ปลาและอนุกรมวิธาน (systematics) ศัพท์คำว่า Patterson's Gap ที่เป็นช่องว่างไม่พบซากดึกดำบรรพ์ของปลาในช่วงต้นของมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) ตั้งตามชื่อของเขา

สมัครสมาชิก สาระวิทย์ โดยสแกน QR Code



https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/ebook/sarawit-pdf/Sarawit-issue161.pdf



https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/ebook/sarawit/sarawit-issue-162/



https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/ebook/sarawit/sarawit-issue-163/

ติดต่อกองบรรณาธิการสาระวิทย์ :
ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ (MPC)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
111 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
อีเมล sarawit@nstda.or.th

สาระวิทย์เป็นนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ (e-magazine) รายเดือน มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งของไทยและต่างประเทศ ให้แก่กลุ่มผู้อ่านที่เป็นเยาวชนและประชาชนทั่วไปที่สนใจในเรื่องดังกล่าว โดยดาวน์โหลดได้ฟรีที่ www.nstda.or.th/sci2pub/ หรือบอกรับเป็นสมาชิกได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ

จัดทำโดย ฝ่ายสร้างสรรค์สื่อและผลิตภัณฑ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ข้อความต่าง ๆ ที่ปรากฏในนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ฉบับนี้เป็นความเห็นโดยอิสระของผู้เขียน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วย
ภาพประกอบที่ใช้ในเล่มอยู่ภายใต้สิทธิ์ใช้งานจาก Shutterstock.com และ Freepik

Sci Gallery

รอยชีวิน
Ichnofossil

ร่องรอยในชั้นหินที่เกิดจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในอดีต
เช่น รอยตีน รอยทางเดิน รอยชอนไช มูล ร่องรอยเหล่านี้
เป็นหลักฐานที่บ่งบอกตัวตน พฤติกรรม
และสภาพแวดล้อมที่พวกมันอาศัยอยู่

