

# Biomimicry: An Alternative Way of STEM Education in Biology

**Thanika Vasinayanuwatana\***

Ph.D. (Science Education), Lecturer

Department of Teaching Science and Mathematics, Faculty of Education, Thaksin University

**Arunrut Vanichanon**

Ph.D. (Plant Genetics), Lecturer

Department of Basic Science and Mathematics, Faculty of Science, Thaksin University

\*Corresponding Author: thanika.v@tsu.ac.th

---

**Received:** February 24, 2021 **Revised:** September 17, 2021 **Accepted:** September 23, 2021

## Abstract

Biomimicry involves studying to understand the miracle of life in nature that led to the nature imitating in order to create helpful innovations to solve human problems. Examples of advanced innovations in the present from two approaches of natural study are: 1) The biology-to-design approach is a concept that is driven by animals' problem solving which is imitated to create innovations, and 2) The design-to-biology approach is a concept that is driven by a problem-to-solution approach by animals which is imitated to improve solutions. These are new alternative approaches for science teachers to design biology learning models as a part of STEM education.

**Keywords:** Biomimicry, Biology, STEM Education, Instructional Design, Science Teacher

## นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ: อีกทางเลือก ของสะเต็มศึกษาในชีววิทยา

ธนิกา วศินยานุวัฒน์\*

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), อาจารย์

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

อรุณรัศมี วณิชชานนท์

ปร.ด. (พันธุศาสตร์พืช), อาจารย์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

\*ผู้ประสานงาน: thanika.v@tsu.ac.th

วันรับบทความ: 24 กุมภาพันธ์ 2564 วันแก้ไขบทความ: 17 กันยายน 2564 วันตอบรับบทความ: 23 กันยายน 2564

### บทคัดย่อ

นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ (Biomimicry) เป็นการศึกษาและทำความเข้าใจความมหัศจรรย์ของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมาสู่การเลียนแบบเพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์และสามารถแก้ปัญหาของมนุษย์ ตัวอย่างนวัตกรรมสุดล้ำที่ปรากฏในปัจจุบันได้มาจากการศึกษาธรรมชาติ 2 แนวทาง คือ 1) จากชีววิทยาสู่การออกแบบ (Biology-to-design approach) เป็นแนวทางที่ขับเคลื่อนด้วยวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตและเลียนแบบมาสู่การสร้างนวัตกรรม และ 2) การออกแบบสู่ชีววิทยา (Design-to-biology approach) เป็นแนวทางที่ขับเคลื่อนด้วยปัญหาสู่การศึกษาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เลียนแบบและนำมาแก้ปัญหาให้ดีกว่าเดิม โดยทั้ง 2 แนวทางนี้จะเส้นทางเลือกใหม่สำหรับครูวิทยาศาสตร์มาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

**คำสำคัญ:** นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ชีววิทยา สะเต็มศึกษา การออกแบบการจัดการเรียนรู้  
ครูวิทยาศาสตร์

## บทนำ

ความท้าทายประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครูวิทยาศาสตร์ คือ ความยากในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการมุ่งเน้น โดยเฉพาะสาขาวิชาชีววิทยา (Cimer, 2012; Ab.Wahid & Talib, 2017) แม้ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการส่งเสริมด้านความรู้ความเข้าใจและแนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแก่ครู แต่ความท้าทายที่เกิดขึ้นคือ ครูชีววิทยาส่วนหนึ่งมองว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำได้ยากหรือไม่สามารถทำได้สำหรับห้องเรียนชีววิทยา (Pongsophon, Pinthong, Lerdachapat, & Vasinayanuwatana, 2021) อีกทั้งยังมีข้อจำกัดบางอย่างเกี่ยวกับตัวอย่างกิจกรรมที่เป็นแนวปฏิบัติ (Guidelines) ของครู ซึ่งพบว่าตัวอย่างกิจกรรมสะเต็มส่วนใหญ่มีความจำเพาะกับเนื้อหาฟิสิกส์และเคมี จึงกลายเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจที่ว่าสะเต็มศึกษาเหมาะสมกับเนื้อหาฟิสิกส์และเคมีเท่านั้น แต่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาชีววิทยา (Pongsophon, Pinthong, Vasinayanuwatana, & Lerdachapat, 2018; Chunhom & Ketsing, 2018) แม้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาถูกมองว่าทำได้ยากกับเนื้อหาชีววิทยา แต่เมื่อพิจารณาถึงเทคโนโลยีที่ออกแบบโดยมนุษย์ส่วนใหญ่พบว่าได้รับแรงบันดาลใจจากการศึกษาโครงสร้างระบบต่าง ๆ รวมทั้งการปรับตัวของของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าความเชื่อมโยงของชีววิทยาและศาสตร์ด้านวิศวกรรมที่สามารถบูรณาการกันได้ (Nicholas & Peterson, 2015) การบูรณาการชีววิทยาร่วมกับวิศวกรรมศาสตร์มีรูปแบบใดบ้าง บทความนี้จึงนำเสนอมุมมองของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่จำเพาะกับเนื้อหาชีววิทยาผ่านแนวคิดนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ กล่าวคือ ในมุมมองของนักตรมองว่ามีอะไรในธรรมชาติที่สามารถเลียนแบบเพื่อสร้างนวัตกรรม ขณะที่ในมุมมองของครูมองว่าจะนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างไร ดังนั้น บทความนี้จึงนำเสนอแนวคิด ความหมาย และองค์ประกอบของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ตัวอย่างนวัตกรรม

เลียนแบบธรรมชาติสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่จะสามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาชีววิทยาต่อไป

## นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ

“For all the challenges we face, nature has a solution.”

ทุกความท้าทายที่เราเผชิญ ธรรมชาติมีทางออกให้เราเสมอ

Biomimicry institute (2021)

นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ (Biomimicry) จัดเป็นกระบวนทัศน์เชิงนวัตกรรม (Innovation paradigm) ที่มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคมและความยั่งยืนอันหมายถึงความสามารถในการดำรงสภาพอยู่ได้ต่อไปยังอนาคตภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดตามวงจรการเปลี่ยนแปลงทั้งหลาย (Wanieck, Ritzinger, Zollfrank, & Jacobs, 2020) แนวคิดของการเลียนแบบธรรมชาติไม่ใช่แนวคิดใหม่ แต่เป็นสิ่งที่มียู่แล้วตั้งแต่อดีต เนื่องจากมนุษย์มองธรรมชาติเป็นแหล่งที่ให้ประโยชน์ทางวัตถุดิบชั้นดีมาอย่างยาวนาน ผลของการใช้ประโยชน์เช่นนี้ทำให้เกิดภาวะเสียสมดุลของทรัพยากรจนนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติอย่างที่เห็นในปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนมุมมองในการมองโลกธรรมชาติใหม่ กล่าวคือ จากที่มองเป็นแหล่งที่ให้ประโยชน์เพียงอย่างเดียวเปลี่ยนมาสู่การมองเป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อหาแนวทางเลียนแบบกระบวนการผลิตและการออกแบบที่พบในธรรมชาติ เพราะธรรมชาติมีแต่ผลผลิตจากกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์กับทุกสิ่งในระบบนิเวศ มีการหมุนเวียนของระบบและสามารถรักษาความสมดุลของตนเองได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใด ๆ (Supaka, 2010; Wanieck et al., 2020; Biomimicry Institute, 2021) ดังที่ Benyus (2009) ได้กล่าวว่า ถ้าเราอยากรู้ว่าอะไรคือ

สิ่งที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง คำตอบคือแบบจำลองที่แท้จริงเพียงหนึ่งเดียวที่ใช้งานได้ยาวนานคือโลกธรรมชาติ ดังนั้น หากมนุษย์สามารถเลียนแบบสิ่งที่ปรากฏในธรรมชาติย่อมส่งผลดีทั้งในแง่ของการได้มาซึ่งนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อธรรมชาติด้วย

เมื่อพิจารณาความหมายของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ เราพบว่า “Biomimicry” ในภาษาอังกฤษมีต้นกำเนิดมาจากภาษากรีก โดยคำว่า “Bios” แปลว่า “ชีวิต” และ “Mimicry” แปลว่า “ลอกเลียนแบบ” ทั้ง 2 คำมารวมกันจึงหมายถึงศาสตร์พหุสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติเพื่อเลียนแบบมาสู่การสร้างนวัตกรรม (Benyus, 1997) จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับนิยามของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติจากผลงานต่าง ๆ (Vincent, Bogatyreva, Bogatyrev, Bowyer, & Pahl, 2006; Yurtkuran, Kirli, & Taneli, 2013; Nicholas & Peterson, 2015; Biomimicry Institute, 2021) ต่างให้นิยามที่สอดคล้องกันคือ เป็นการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความมหัศจรรย์ของสิ่งมีชีวิตที่ผ่านการคัดเลือกตามธรรมชาติที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาสู่การลอกเลียนแบบเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สามารถแก้ปัญหาให้กับมนุษย์เช่นเดียวกับสิ่งที่ปรากฏในธรรมชาติ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการมองหาแรงบันดาลใจจากสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติแล้วแปลงกลยุทธ์ของสิ่งมีชีวิตนั้นออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการในการแก้ปัญหาของมนุษย์ จากการศึกษาของ Yurtkuran et al. (2013) พบว่า การเลียนแบบสิ่งมีชีวิตมาสู่การออกแบบสามารถทำได้หลายระดับ ตั้งแต่ระดับโครงสร้าง ระดับสรีรวิทยาไปจนถึงระดับนิเวศวิทยาทั้งเชิงพฤติกรรมและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามการเลียนแบบอยู่ในระดับใดขึ้นอยู่กับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข

สำหรับองค์ประกอบสำคัญที่แทรกอยู่ในแนวคิดนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติมี 3 ประการคือ 1. การเลียนแบบ (Imitation) เป็นลักษณะของการปฏิบัติอาศัยการวิจัย (Research based practice) ในการเรียนรู้จากการสืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์แล้วจึงออกแบบและสร้างหรือจำลอง

รูปแบบของธรรมชาติ กระบวนการหรือระบบนิเวศนั้นออกมาสู่การสร้างนวัตกรรม

2. อุปนิสัย (Ethos) เป็นปรัชญาในการทำความเข้าใจว่าชีวิตที่ดีเป็นอย่างไร (How life works) หรือการออกแบบของสิ่งมีชีวิตที่เอื้อต่อการใช้ชีวิตอยู่ในธรรมชาติได้อย่างอัจฉริยะเป็นอย่างไร

3. ความเชื่อมโยง (Reconnection) เป็นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการตระหนักรู้ที่ว่าเราเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติและมีความสัมพันธ์กัน แนวคิดนี้จึงเป็นการกระตุ้นให้เราสังเกตและใช้เวลาในธรรมชาติเพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติ และเลียนแบบกลยุทธ์ทางชีววิทยามาสู่การออกแบบนวัตกรรม (Biomimicry Institute, 2021) โดยองค์ประกอบทั้งสามมีความสำคัญอย่างยิ่งในทางปฏิบัติตามหลักการของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ

นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติกับการจัดการเรียนรู้ พบว่า การนำแนวคิดของการเลียนแบบธรรมชาติมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อการพัฒนานักเรียนในด้านความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เห็นโครงสร้างและความสัมพันธ์ของกลไกการทำงานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้สามารถพัฒนาทักษะด้านการคิด การสังเกตอย่างละเอียด เพื่อทำความเข้าใจและนำไปสู่การออกแบบและแก้ปัญหา (Coban & Coştu, 2021) ที่ผ่านมานแนวคิดของการเลียนแบบธรรมชาติถูกใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาเป็นหลัก โดยเฉพาะสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ต่อมาได้มีการแนะนำให้ใช้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาให้นักเรียนให้สอดคล้องกับยุคปัจจุบัน (Pongsophon et al., 2021)

ขณะที่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติมีแนวโน้มการวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปี ค.ศ. 1990-2010 โดยมุ่งศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตั้งแต่โครงสร้างและกลไกภายนอกจนถึงกลไกระดับโมเลกุล โดยมีเป้าหมายเพื่อเลียนแบบและผลิตเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ (Shimomura, 2010) สำหรับแนวโน้ม

การวิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติกับการจัดการเรียนรู้ เริ่มมีการศึกษามากขึ้น สืบเนื่องจากการปรับเปลี่ยนแนวทางการเรียนรู้แบบเดิมมาสู่สะเต็มศึกษา จึงได้มีการนำแนวคิดดังกล่าวมาบรรจุในหลักสูตรการเรียนรู้อชีววิทยาศาสตร์ (Coban & Coştu, 2021) สะท้อนให้เห็นว่า นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติกำลังได้รับความสนใจในการนำมาใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และชีววิทยา

## ตัวอย่างนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสู่แนวทางการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แนวทางการเลียนแบบธรรมชาติสู่การสร้างนวัตกรรมมี 2 แนวทาง คือ 1) ชีววิทยาสู่การออกแบบ (Biology-to-design approach) และ 2) การออกแบบสู่ชีววิทยา (Design-to-biology approach) แต่ละแนวทางสามารถนำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่จำเพาะเนื้อหาชีววิทยาได้ (Pongsophon et al., 2018; Pandremenos, Vasiliadis, & Chryssolouris, 2012) โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. แนวทางจากชีววิทยาสู่การออกแบบ (Biology-to-design approach)

จากนวัตกรรมที่เรา รู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดี คือ แกลตตินตุ๊กแก (Velcro) ถือเป็นนวัตกรรมรุ่นแรกๆ ที่ประสบความสำเร็จจากการเลียนแบบสถาปัตยกรรมของธรรมชาติ (Nature's architecture) ประดิษฐ์โดย Georges de Mestral ในปี 1994 ซึ่งมีจุดเริ่มต้นจากการเขาป่าสุนัขไปเดินป่า เมื่อกลับมาถึงบ้านเขาสังเกตเห็นเมล็ดพืชที่ติดที่กางเกงและขนตามลำตัวสุนัข โดยพืชชนิดนี้มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Galium aparine* (มีลักษณะคล้ายๆ กับต้นขี้ครอกของไทย) ทำให้เขาเกิดความสนใจและศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับโครงสร้างของเมล็ดพืชชนิดนี้จนพบว่า มีลักษณะแห้ง แข็ง มีหนามโดยรอบและปลายหนามมีลักษณะงอคล้ายตะขอที่สามารถเกี่ยวกับเส้นใยเสื้อผ้าและขนของสัตว์ ทำให้เขาได้แรงบันดาลใจในการผลิตตัวยัดที่

แข็งแรงและมีประโยชน์อย่างมากต่ออุตสาหกรรมเสื้อผ้า วิทยาศาสตร์และการแพทย์จนถึงปัจจุบัน (Singh, Yoon, & Jackson, 2009; Moyer & Everett, 2015) จากเรื่องราวของแกลตตินตุ๊กแก ทำให้เห็นแนวทางของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติที่ขับเคลื่อนด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่มาจากธรรมชาติ มาสู่การออกแบบและสร้างนวัตกรรม (Solution driven approach) โดยแนวทางนี้เริ่มต้นจากการมองเห็นความมหัศจรรย์ที่มีอยู่ธรรมชาติจนเกิดแรงบันดาลใจ สืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง แล้วจึงเลียนแบบธรรมชาติมาพัฒนาสู่การสร้างนวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหาได้ ฉะนั้นแนวทางลักษณะนี้จึงเรียกว่า ชีววิทยาสู่การออกแบบ

จากตัวอย่างข้างต้นนำมาสู่การปรับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาในชั้นเรียนได้ 6 ขั้นตอน คือ 1) **ขั้นเลือกสิ่งมีชีวิตที่สนใจ** การจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจากการให้ผู้เรียนเลือกสิ่งมีชีวิตที่ตนเองสนใจหรืออาจมาจากครูผู้สอนเป็นผู้เลือกสิ่งมีชีวิตให้กับผู้เรียนขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและบริบทของแต่ละโรงเรียน 2) **ขั้นค้นหาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตที่สนใจ** เมื่อเลือกสิ่งมีชีวิตแล้วจึงให้ผู้เรียนศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่เลือกมาว่าเป็นอย่างไร มีประเด็นใดที่เป็นวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ที่ทำให้สามารถปรับตัวและอยู่ในธรรมชาติได้อย่างอัจฉริยะ หรือมองหาลักษณะของเฉพาะของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ 3) **ขั้นหาแรงบันดาลใจจากสิ่งมีชีวิตที่สนใจ** ให้ผู้เรียนมองหาความเป็นไปได้ของวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตที่สนใจ เพื่อเลียนแบบสู่การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตนเองหรือตามสถานการณ์ที่ครูกำหนด 4) **ขั้นสืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์** เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลจำเพาะเจาะจงเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ก่อนการนำมาเลียนแบบ 5) **ขั้นออกแบบและสร้างแบบจำลอง** ขั้นนี้ให้ผู้เรียนออกแบบโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้เรียนต้องบูรณาการความรู้เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองหรือตัวต้นแบบ และปรับปรุงแบบจำลองที่คิดว่าดีพอที่สามารถตอบโจทย์การแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และ 6) **ขั้นนำเสนอและประเมินผล** ให้ผู้เรียน

ได้นำเสนอผลงานของตนเอง และมีการประเมินร่วมกันตามกรอบที่ครูและผู้เรียนได้กำหนดไว้ ดังภาพประกอบ 1

ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางนี้ เช่น Coban and Coştu (2021) ได้นำแนวคิดการเลียนแบบธรรมชาติมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 การจัดการเรียนรู้เริ่มต้นให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิต ศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตนั้น (Relationship between structure and function) ให้ ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ให้นักเรียนดูตัวอย่าง จากนั้นนักเรียนได้ออกแบบแบบจำลองโดยการวาดรูปและสร้างแบบจำลองของตนเองจากการสังเกตสิ่งมีชีวิตที่สนใจในข้างต้น เป็นต้น

## 2. แนวทางการออกแบบสู่ชีววิทยา (Design-to-biology approach)

นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสุดล้ำที่รู้จักกันทั่วโลกอีกหนึ่งตัวอย่าง คือ ชินคันเซ็นหรือรถไฟหัวกระสุนของญี่ปุ่น ซึ่งเป็นรถไฟที่สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงและมีเสียงเบา ก่อนที่จะได้รับการพัฒนามาถึงจุดนี้รถไฟชินคันเซ็นเคยปล่อยเสียงที่ดังมากเมื่อแล่นออกมาจากอุโมงค์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากแรงดันอากาศที่ถูกอัดภายในอุโมงค์ อีกทั้งอากาศทำให้รถไฟเคลื่อนที่ช้า นักวิศวกรพยายามค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาจนพบวิธีแก้ปัญหาในธรรมชาติ จากการสังเกตเห็นพฤติกรรมการพุ่งลงน้ำเพื่อจับเหยื่อของนกกระเต็น จากการศึกษาทำให้พบว่าลักษณะจะงอยปากที่เหมาะสมต่อการพุ่งลงน้ำที่มีความยาวเรียวยาว แคมและเพรียวลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้นสม่ำเสมอตั้งแต่ปลายจะงอยไปยังส่วนหัวอันเป็นคุณสมบัติที่ช่วยลดแรงกระแทกเมื่อนกพุ่งลงน้ำ เพราะทำให้น้ำสไล่นไหลผ่านส่วนจะงอยปากมากกว่าที่ถูกผลักดันไปข้างหน้า จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้วิศวกรเกิดแรงบันดาลใจและศึกษารูปทรงจะงอยปากนกกระเต็น แล้วจึงเลียนแบบและสร้างหัวรถไฟแบบใหม่ เมื่อทดสอบแล้วพบว่าสามารถแก้ปัญหาได้คือ ไม่มีเสียงดังเมื่อเคลื่อนที่ออกจากอุโมงค์ สมรรถนะของรถไฟดีขึ้นและ

แรงต้านของอากาศลดลง (Wakuda, 1997) จากเรื่องราวของชินคันเซ็นจึงจัดเป็นอีกแนวทางหนึ่งของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติที่ขับเคลื่อนด้วยปัญหาสู่การศึกษาวิธีแก้ปัญหาในธรรมชาติ เพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ดีขึ้น (Problem driven approach) โดยแนวทางนี้จะเริ่มต้นเมื่อมีปัญหาที่ต้องการแก้ไข จึงได้มองหาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ศึกษาแล้วจึงเลียนแบบมาปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ให้กลายเป็นนวัตกรรมสุดล้ำและแก้ไขปัญหา จึงเรียกแนวทางนี้ว่า การออกแบบสู่ชีววิทยา

จากตัวอย่างของนวัตกรรมสุดล้ำนี้ นำมาสู่การปรับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาได้อีกแนวทางหนึ่ง มี 5 ขั้นตอน คือ 1) **ขั้นกำหนดประเด็นปัญหา** การจัดการเรียนรู้จะเริ่มต้นโดยครูให้สถานการณ์ปัญหาแก่ผู้เรียนหรืออาจเป็นสถานการณ์ปัญหาของผู้เรียนเอง 2) **ขั้นสำรวจและสืบค้นวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิต** ขั้นนี้ผู้เรียนมองหาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ พิจารณาความเป็นไปได้ในการเลียนแบบวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตมาสู่การสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาของตนเอง 3) **ขั้นสืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์** ให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลที่จำเพาะเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตนั้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะนำมาเลียนแบบ 4) **ขั้นออกแบบและสร้างแบบจำลอง** ขั้นนี้ผู้เรียนใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม บูรณาการความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ออกแบบและสร้างแบบจำลอง ปรับปรุงแบบจำลองที่คิดว่าสามารถตอบโจทย์การแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ 5) **ขั้นนำเสนอและประเมิน** ให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง และมีการประเมินร่วมกันตามกรอบครูผู้สอนและผู้เรียนได้กำหนดไว้ ดังภาพประกอบ 2

ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางนี้ เช่น ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ โดยสถานการณ์ที่นั่นคือปัญหาเกี่ยวกับการทำความสะอาดหลอดดูดที่มีลักษณะคล้ายแว่นตา สายยาว ทำจากยางและพลาสติก ทรงแข็ง สามารถโค้งงอได้ ให้สามารถเก็บไว้ได้นานและเอากลับมาใช้ได้อีก ให้นักเรียนค้นหา

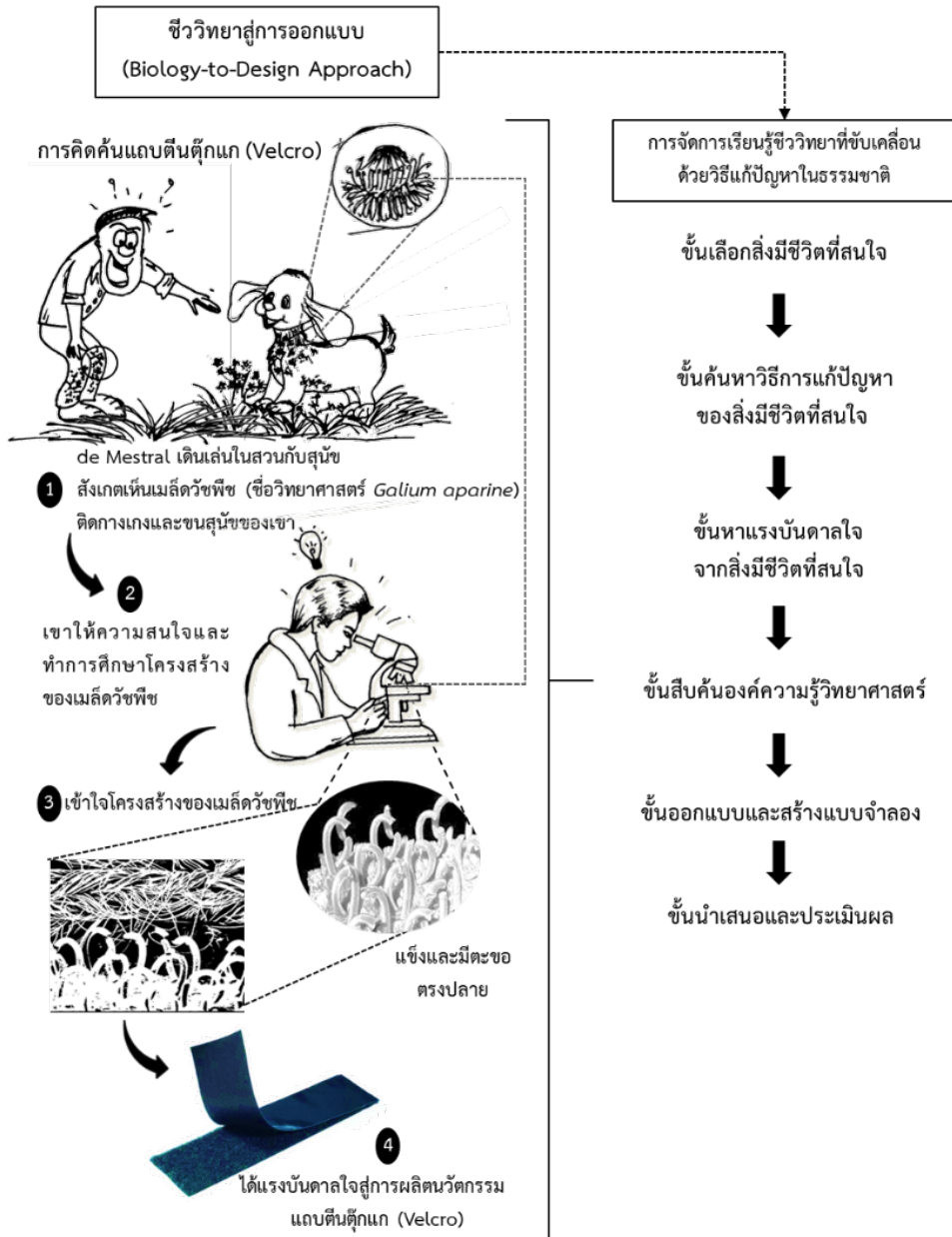


วิธีการและหลักการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แรงบันดาลใจจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่เลือกและนำมา

ออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาตามที่กำหนด (Pongsophon et al., 2021) เป็นต้น

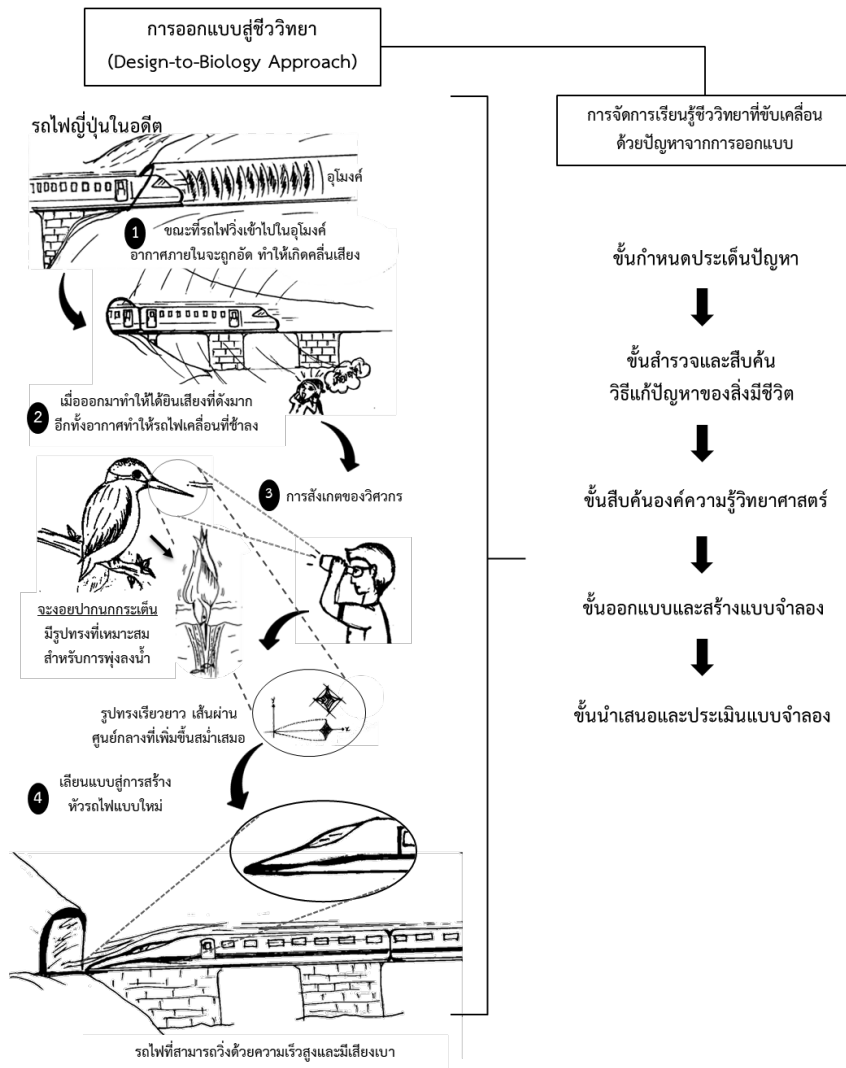
### ภาพประกอบ 1

ตัวอย่างนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสู่การปรับเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ชีววิทยาด้วยวิธีแก้ปัญหาในธรรมชาติ



## ภาพประกอบ 2

ตัวอย่างนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติสู่การปรับเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ชีววิทยาที่ขับเคลื่อนด้วยปัญหา



เมื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แนวทาง (ตาราง 1) พบว่า มีขั้นตอนที่สอดคล้องกันในแง่ของการตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหาสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นเป็นอย่างไร ศึกษาและทำความเข้าใจโดยการสืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ จึงเลียนแบบธรรมชาติมาสู่การออกแบบโดยอาศัยการบูรณาการความรู้ แต่จุดที่แตกต่างกันคือจุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ที่พบว่าแนวทางหนึ่งเริ่มต้นด้วยการระบุลักษณะเฉพาะในสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติแล้วแปลงสิ่งนั้นมาสู่การออกแบบขณะที่อีกแนวทางหนึ่งระบุปัญหาของการออกแบบ

และตรวจสอบว่าสิ่งมีชีวิตหรือระบบนิเวศอื่น ๆ แก้ไขได้อย่างไรที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของการออกแบบได้ ทั้งสองแนวทางนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ แต่ในทางปฏิบัติครูสามารถใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือใช้ทั้งสองรูปแบบพร้อมกัน ขึ้นอยู่กับการพิจารณาถึงความเหมาะสมตามบริบท เช่น ความพร้อมของผู้เรียน ความพร้อมด้านสื่อและอุปกรณ์ ความสอดคล้องกับเนื้อหาที่มุ่งเน้นช่วงเวลา เป็นต้น (Vasinayanuwatana, Ketsing, Pongsophon, & Chattham, 2019)



## ตาราง 1

เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ

ประเด็น	แนวทางการจัดการเรียนรู้	
	แนวทางจากชีววิทยาสู่การออกแบบ	แนวทางการออกแบบสู่ชีววิทยา
นิยาม	แนวทางการขับเคลื่อนด้วยวิธีการแก้ปัญหา	แนวทางการขับเคลื่อนด้วยปัญหา
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	1. กำหนดประเด็นปัญหา	1. คัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่สนใจ
	2. สืบค้นและสืบค้น วิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิต	2. ค้นหาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตที่สนใจ
	3. สืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	3. ค้นหาแรงบันดาลใจจากสิ่งมีชีวิตที่สนใจ
	4. ออกแบบและสร้างแบบจำลอง	4. สืบค้นองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
	5. นำเสนอและประเมินแบบจำลอง	5. ออกแบบและสร้างแบบจำลอง
ตัวอย่าง	แถบตีนตุ๊กแก (Velcro)	รถไฟชินคันเซ็น (Shinkansen)

## บทสรุป

หัวใจสำคัญของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ คือ การเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการออกแบบอันแสนมหัศจรรย์ที่พบในธรรมชาติ เลียนแบบเพื่อสร้างสิ่งใหม่ การเรียนรู้ธรรมชาติเพื่อการลอกเลียนมีทั้งแนวทางที่เริ่มต้นจากการระบุปัญหาที่มาจาก การออกแบบของเรา และตรวจสอบว่าสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอื่น ๆ มีวิธีแก้ปัญหาอย่างไรแล้วจึงเลียนแบบออกมา หรือเป็นการเริ่มต้นจากการระบุลักษณะเฉพาะในสิ่งมีชีวิตหรือวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอื่น ๆ แล้วจึงแปลสิ่งนั้นเป็นการออกแบบที่ตอบสนองต่อการแก้ปัญหา จึงเป็นที่มาของการประยุกต์สู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2 แนวทาง คือ แนวทางหนึ่งเริ่มต้นด้วยการระบุสถานการณ์ปัญหาและมองหาวิธีแก้ปัญหาของสิ่งมีชีวิตกับอีกแนวทางหนึ่งคือเริ่มจากการเลือกสิ่งมีชีวิตที่สนใจและได้แรงบันดาลใจจากสิ่งมีชีวิตนั้นสู่การผลิตหรือสร้างนวัตกรรมใหม่

## ข้อเสนอแนะ

บทความนี้เป็นประโยชน์สำหรับครูวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มที่มีเนื้อหา

ชีววิทยาเป็นแกน เช่น เรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศ วิวัฒนาการ หรือเรื่องอื่น ๆ ของชีววิทยาที่สามารถทำได้ภายใต้หลักการของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ ในทางปฏิบัติครูวิทยาศาสตร์สามารถเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งหรือใช้ทั้งสองแบบพร้อมกันขึ้นอยู่กับเป้าหมายของครูว่าต้องการให้นักเรียนรู้อย่างไร เช่น ถ้าครูได้เจาะจงเนื้อหาชีววิทยาแล้วครูอาจต้องระบุประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่มุ่งเน้นเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ผ่านการเรียนและเลียนแบบธรรมชาติหรือเรียกว่าแนวทางการออกแบบสู่ชีววิทยา แต่ถ้าครูไม่เจาะจงเนื้อหาชีววิทยาสามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนเลือกศึกษาสิ่งมีชีวิตที่สนใจนำมาเลียนแบบเพื่อออกแบบการแก้ปัญหาหรือเรียกว่าแนวทางชีววิทยาสู่การออกแบบ เป็นต้น

สำหรับสถาบันการผลิตครูที่ผลิตนักศึกษาครูสาขาชีววิทยาหรือวิทยาศาสตร์สามารถนำแนวคิดและหลักการของนวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติมาใช้เป็นตัวอย่าง เป็นแนวปฏิบัติ รวมทั้งนำมาสาธิตการสอนแบบบูรณาการการเรียนแบบธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและความสามารถในการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หรือเติมเต็มองค์ความรู้ในด้านวิธีสอนในรายวิชาการสอนเฉพาะสาขาชีววิทยาต่อไป

## References

- Ab. Wahid N-T., & Talib, O. (2017). Stem Integration in Classroom Practices among Biology Teachers in Mara Junior Science College (MJSC). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(4), 1030-1041.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow & Company.
- Benyus, J. M. (2009, August 2). *Biomimicry in action*. Retrieved from <https://www.embeddingproject.org/resources/biomimicry-in-action>
- Biomimicry Institute. (2021). *What is biomimicry?*. Retrieved from <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>
- Chunhom, C., & Ketsing, J. (2018). STEM education by using 6E Learning by DeSIGN™ Model: Genetic diseases; Duchenne Muscular Dystrophy. *IPST Magazine*, 46(212), 32-36. [in Thai]
- Coban, M., & Coştu, B. (2021). Integration of biomimicry into science education: biomimicry teaching approach. *Journal of Biological Education*, 1-24.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Moyer, H. R., & Everett A. S. (2015). Keeping it together—fascinating fasteners. *Science Scope*, 39(1), 12-17.
- Nicholas, C., & Peterson, J. (2015). Biomimicry: The Natural Intersection of Biology and Engineering. *Science Scope*, 38(7), 18-24.
- Pandremenos, J., Vasiliadis, E., & Chryssolouris, G. (2012). Design Architectures in Biology. *Procedia CIRP*, 3, 448 – 452.
- Pongsophon, P., Pinthong, T., Vasinayanuwatana, T., & Lerdachapat, K. (2018). *Biomimicry for STEM Education*. Workshop Document, Division of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University. [in Thai]
- Pongsophon, P., Pinthong, T., Lertdechapat, K., & Vasinayanuwatana, T. (2021). Developing Science Teachers' Understanding of Engineering Design Process through Workshop on Biomimicry for Green Design. *Srinakharinwirot Science Journal*, 37(1), 56-57. [in Thai]
- Shimomura, M. (2010). The New Trends in Next Generation Biomimetics Material Technology: Learning from Biodiversity. *Science & Technology Trends*, 37, 55-75.
- Singh, R. A., Yoon, E. S., & Jackson, L. R. (2009). Biomimetics: The science of imitating nature. *Tribology & Lubrication Technology*, 65(2), 40-47.
- Supaka, N. (2010). Biomimicry. *Bio & Nano*, 37(213), 32-36. [in Thai]
- Vasinayanuwatana, T., Ketsing, J., Pongsophon, P., & Chattham, N. (2019). Current state, problem, need and readiness for STEM education in Islamic private schools. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 30(1), 96-109. [in Thai]
- Vincent, F. V. J., Bogatyreva, A. O., Bogatyrev, R. N., Bowyer, A., & Pahl A-K. (2006). Biomimetics: its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3, 471–482.

- Wakuda, Y. (1997). Railway Modernization and Shinkansen. *Japan railway and transport reviews*, 60-64.
- Wanieck, K. Ritzinger, D., Zollfrank, C., & Jacobs, S. (2020). Biomimetics: teaching the tools of the trade. *FEBS Open Bio*, 10, 2250–2267.
- Yurtkuran, S., Kırılı, G., & Taneli, Y. (2013). Learning from Nature: Biomimetic Design in Architectural Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 89, 633–639.