



คู่มือกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพ



Active Learning on Biodiversity and Climate Change

คู่มือกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพ



Active Learning on Biodiversity and Climate Change

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ห้ามทำซ้ำรูปเล่มเพื่อจัดจำหน่ายโดยมิได้รับอนุญาต แต่สามารถทำซ้ำเพื่อเป็นวิทยาทาน โดยการขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2567

จำนวนพิมพ์ 2,000 เล่ม

จัดทำโดย

กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
องค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย
บริษัท บลู เรเนซองส์ จำกัด (BLUE RENAISSANCE CO., LTD.)

ที่ปรึกษา

นายพิรุณ สัยยะสิทธิ์พานิช
นายปวิศ เกศวงษ์

อธิบดีกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
รองอธิบดีกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

บรรณาธิการบริหาร

นางสาวระเบียบ ภูผา

ผู้อำนวยการกองขับเคลื่อนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กองบรรณาธิการ

นางสาวนุชนารถ ไกรสุวรรณสาร
ดร. อัศมน ลิ่มสกุล
นายสรายุทธ ขาวพุฒ
นางสาววราภรณ์ รักษาพรหมณ์
นายชินภัทร์ ชิน
นางสาวสุวิมล เสรีเผ่าวงศ์
นายสันติภาพ ศิริวัฒน์ไพบูลย์

เรียบเรียงข้อมูลวิชาการ

นางสาวศิริพร ศรีอร่าม
นายอุเทน ภูมิรินทร์
นางสาวสุทินธร วิริยะปานนท์
นายทรงพล สังข์งาม
นายปกรณ์ คมขำ
นายณพรัตน์ อนันตประยูร
ดร.ประเมศวร์ ตริวาลัยรัตน์
ดร.กฤติยา ตริวาลัยรัตน์
นางสาวเมธิรา เกษมสันต์ ณ ออยุธยา

ที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา

กลุ่มเนเจอร์เพลิร์น (Nature Plearn Club)
มูลนิธิกระต่ายในดวงจันทร์ (Rabbit in The Moon)

ที่ปรึกษาด้านเยาวชน

เครือข่ายเยาวชนระดับโลก เพื่อความหลากหลายทางชีวภาพประจำประเทศไทย (GYBN Thailand)

องค์ประกอบศิลป์ และออกแบบรูปเล่ม

นางสาวภกรกมล ภัคคะชัยโรจน์
นายทวิ สิริจันทกุล
นางสาวมนัสชนก จุ้ยเสี่ยม
นางสาวหัตถยา ทองจีน
นางสาวชมพูนุท สะราคำ

สื่อวีดิทัศน์ประกอบการใช้คู่มือ

นายทวิ สิริจันทกุล



คู่มือกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพ



Active Learning on Biodiversity and Climate Change





การรับรู้ถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ของคนส่วนใหญ่มักจะเป็นการรับรู้ถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ผ่านความรู้สึกถึงความร้อนระอุของสภาพอากาศเพียงเท่านั้น จึงทำให้เกิดการละเลยไม่ใส่ใจต่อความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพราะดูเหมือนเป็นเรื่องเล็กน้อยหรืออาจเป็นการรับรู้ตัวอย่างของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ใกล้ตัวเกินไป จนมองไม่เห็นผลกระทบที่เชื่อมโยงถึงชีวิตและความเป็นอยู่ของตนเอง ทำให้ขาดความกระตือรือร้นในการหาทางป้องกัน ปรับตัว และแก้ไขปัญหา ส่งผลให้ความพยายามในการสร้างจิตสำนึกในระดับปัจเจกบุคคลและการมีส่วนร่วมในการจัดการหรือแก้ไขปัญหาในระดับชุมชน และสังคมส่วนรวมที่ใหญ่ขึ้น เกิดขึ้นได้ยาก และหลายครั้งความพยายามในการแก้ไขปัญหาที่ขาดการตระหนักรู้มักนำพามาซึ่งปัญหาใหม่ที่รุนแรงขึ้นในภายหลัง คำถามที่สำคัญคือ จะทำอย่างไรให้ความ “รู้(สึก)ร้อน” ดังที่กล่าวในเบื้องต้นแปลเปลี่ยนเป็นการ “รู้ร้อนรู้หนาว” ที่หมายถึง การรับรู้ถึงเหตุการณ์ ตระหนักและตื่นตัวต่อเหตุการณ์รอบตัว มีจิตสำนึก ความห่วงใย และพร้อมมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม? เพราะในความเป็นจริงแล้ว หากเราได้พิจารณาและสังเกตความเป็นไปของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว เราจะพบว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความรุนแรงและเป็นวงกว้างมากกว่าเราคิดคิดหลายเท่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ” (loss of biodiversity) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างใกล้ชิด และเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการจัดการไปพร้อมกัน ดังนั้น การพาเด็ก ๆ ออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียน และสังเกตสิ่งรอบตัวจึงถือเป็นจุดเริ่มต้นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การสังเกตและตระหนักรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงเล็ก ๆ น้อย ๆ (อะไรที่มีอยู่ อะไรที่หายไป และอะไรที่กลายพันธุ์) เช่น การเปลี่ยนแปลงของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล และปรากฏการณ์ธรรมชาติต่าง ๆ จะช่วยให้เด็ก ๆ เรียนรู้และเข้าใจถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการลงมือปฏิบัติที่สอดคล้องกับการรักษาสิ่งแวดล้อมและการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ตลอดจนการเพิ่มพูนความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน

กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมในฐานะหน่วยงานหลักระดับประเทศ ด้าน “เสริมพลังความร่วมมือด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” (หรือ Action for Climate Empowerment: ACE) ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nation Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งมีบทบาทหลักในการส่งเสริมให้ประชาชนมีความพร้อมในการตั้งรับปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้พัฒนาและจัดทำ คู่มือการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา Climate Change Education: Biodiversity ขึ้น ภายใต้ความพยายามที่จะสอดแทรกองค์ความรู้และกิจกรรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เชื่อมโยงกับความหลากหลายทางชีวภาพ เข้าไปบูรณาการในหลักสูตรการเรียนการสอนตามปกติ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมหรือการจัดกระบวนการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพให้แก่เด็กได้อย่างเหมาะสมและทันต่อสถานการณ์โลก

กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ และกรุณาสละเวลามาร่วมกันพัฒนาคู่มือการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา Climate Change Education: Biodiversity มา ณ โอกาสนี้ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างพลเมืองเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

สารบัญ

นิยามศัพท์	1
บทนำ	5
ระดับประถมศึกษาตอนต้น	26
กิจกรรม ใบไม้หาคู่	28
กิจกรรม วงล้อแกะรอยสัตว์	32
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	36
กิจกรรม สิ่งมีชีวิตรอบตัวฉัน	38
• ใบงาน	41
กิจกรรม ดินดี สีอะไร?	42
กิจกรรม หุ่นน้อยสร้างป่า	46
กิจกรรม โลกเดือด	52
ระดับประถมศึกษาตอนปลาย	56
กิจกรรม ป่าผืนสุดท้าย	58
• ใบงาน	63
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	64
กิจกรรม แมลงและพองเพื่อน	66
กิจกรรม เจ้ากวางน้อย	70
กิจกรรม พิระมิดสายใยอาหาร	75
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	79
กิจกรรม ทุงหย้ากับป่าไม้	83
• ใบความรู้	87
• ใบงาน	88
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	89
กิจกรรม สายใยแห่งป่า	90
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	94
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	98
กิจกรรม ถ้ำฉันเป็น	100
• ใบงาน	103
กิจกรรม Climate change กว่าที่คิด	105
• ใบงาน	109
กิจกรรม ตะลุมบอนสำรวจธรรมชาติ	110
• ใบงาน	114
กิจกรรม เปลี่ยนที่ตัวเรา	115
กิจกรรม อาหารพื้นถิ่น	119
• ใบงาน	123

สารบัญ

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	124
กิจกรรม เส้นทางอาหาร	126
กิจกรรม แกะรอย... อาชีพในฝัน	132
กิจกรรม ชีวโลกเลียน	136
กิจกรรม เจาะเวลาหาอดีต	140
กิจกรรม นิเวศบริการ	144
• ใบความรู้	148
กิจกรรม สร้างเมืองน่าอยู่	149
• อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม	155
 ภาคผนวก	 160
 เอกสารอ้างอิง	 161
 รายชื่อคณะทำงาน	 165



A large sheet of white paper with horizontal ruling lines, intended for writing or drawing.



นิยามคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

1.ระบบนิเวศ (ecosystem)

ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ทั้งระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

ตัวอย่าง: แบคทีเรียที่กินแร่ธาตุในดิน ปลาที่กินแพลงก์ตอนพืชในน้ำ นกที่อาศัยบนต้นไม้ในป่า มนุษย์ที่สร้างบ้านอาศัยในเมือง

2. ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity)

การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิด นานาพันธุ์ในระบบนิเวศอันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งมีมากมายและแตกต่างกันทั่วโลก หรือง่าย ๆ คือ การที่มีชนิด (species) สายพันธุ์ (genetic) และระบบนิเวศ (ecosystem) ที่แตกต่างหลากหลายบนโลก



3. ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ecosystem diversity)

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอันเกิดจากสภาวะแวดล้อมและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง: ป่าดิบ เป็นป่าเขตร้อนที่มีอยู่บนพื้นที่สูง มีพรรณไม้นานาชนิดและมีความชื้นสูง

ทุ่งหญ้า เป็นป่าในที่ราบที่มีพรรณไม้จำพวกหญ้าปกคลุมหน้าดินเป็นส่วนใหญ่ มีแสงส่องถึงโดยทั่ว

ป่าชายเลน เป็นป่าที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำไปจนถึงชายฝั่งทะเล เป็นรอยต่อระหว่างบกและน้ำ มีความเค็มสูงและได้รับผลกระทบจากทะเลตลอดเวลา

ทะเล เป็นพื้นที่แหล่งน้ำเค็มขนาดใหญ่ ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากแรงดึงดูดระหว่างโลกและดวงจันทร์ และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลนานาชนิด

ชุมชนเมือง เป็นพื้นที่ที่ถูกสร้างโดยมนุษย์มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ตามแต่วัฒนธรรมท้องถิ่น ส่วนใหญ่เป็นระบบนิเวศที่ไม่สมดุลต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติ

4.ความหลากหลายทางชนิด (species diversity)

ความหลากหลายในแง่ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในระบบนิเวศต่าง ๆ ทั้งตามธรรมชาติและระบบนิเวศที่อยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์

ตัวอย่าง: ความหลากหลายของสัตว์ในชุมชนเมือง เช่น สุนัข แมว จิ้งจก ตุ๊กแก อีสา นกพิราบและนกกระจอก เป็นต้น ความหลากหลายของสัตว์ที่อาศัยในป่า เช่น เสือ ช้าง กวาง เก้ง ชะนี หมูป่าและวัวแดง ฯลฯ

5. ความหลากหลายทางสายพันธุ์ (genetic diversity)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทั้งหมดที่อยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ ซึ่งแม้แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็มีความแตกต่างทางพันธุกรรมเช่นกัน

ตัวอย่าง: ความแตกต่างทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียว อาจสะท้อนออกมาถึงความแตกต่างของลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน เช่น หมู่เลือดของมนุษย์ A B AB และ O โดยเกิดจากความแตกต่างของแอนติเจนที่พบบนผิวของเม็ดเลือดแดง ที่สร้างจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน

6.การสูญพันธุ์ (extinction)

ในทางชีววิทยา และนิเวศวิทยา คือ การสิ้นสุดของการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง

7. ชนิดต่างถิ่น (alien species)

ชนิดของสิ่งมีชีวิต (สัตว์ พืช จุลินทรีย์และเชื้อรา) ที่ไม่ได้มีอยู่เดิมในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ได้เข้ามาในพื้นที่ทั้งโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจ แล้วดำรงชีวิตอยู่และสามารถสืบพันธุ์ได้ หรือไม่ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปัจจัยแวดล้อมและการปรับตัวของชนิดนั้น

8. ชนิดต่างถิ่นที่รุกราน (invasive species)

ชนิดต่างถิ่นที่เข้ามาแล้วตั้งถิ่นฐานและมีการแพร่กระจายได้ส่วนใหญ่มักเป็นชนิดเด่นในสิ่งแวดล้อมใหม่ (dominant species) และเป็นชนิดที่อาจทำให้ชนิดพื้นเมืองสูญพันธุ์จากการแย่งแย่ง การใช้ประโยชน์ร่วมกัน รวมไปถึงส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและความเสียหายทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสุขภาพอนามัย จากการรบกวนสมดุลของระบบนิเวศเดิม

ตัวอย่าง: ปลาซักเกอร์ ปลาหมอหางดำ กุ้งก้ามแดง ผักตบชวาและโมยราบยักษ์ ฯลฯ



9. สิ่งมีชีวิตท้องถิ่น (native species)

สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตอยู่ในท้องถิ่นหนึ่งตามธรรมชาติอยู่แล้ว

ตัวอย่าง: ในเมืองกรุงเทพฯ มีกระรอกหลากสี กิ้งก่าคอแดง และอีสา ฯลฯ เป็นสัตว์ท้องถิ่น



10. สิ่งมีชีวิตถิ่นเดียว (endemic species)

สิ่งมีชีวิตที่มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในบริเวณเขตภูมิศาสตร์เขตใดเขตหนึ่งของโลกเท่านั้นโดยมีพื้นที่การกระจายค่อนข้างแคบและจำกัด เฉพาะเจาะจงกับระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่งเท่านั้น

ตัวอย่าง: เภากลางทะเล เขาคินปุ่นและป่าพรุ ฯลฯ เช่น นกจิ้งเหลนสร้อย (Rufous Limestone Babbler / *Gypsophila calcicola*) ที่เป็นหนึ่งในนกเฉพาะถิ่นของประเทศไทยในเมืองไทยพบนกจิ้งเหลนสร้อยได้เฉพาะแนวเทือกเขาคินปุ่นในจังหวัดสระบุรี ลพบุรีและนครราชสีมาเท่านั้น

11. นิเวศบริการ (ecosystem services)

คือประโยชน์ที่ระบบนิเวศส่งมอบให้แก่มนุษย์ เพื่อให้มีความเป็นอยู่ที่ดีทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งเป็นประโยชน์ที่จับต้องได้ และจับต้องไม่ได้

ตัวอย่าง: ป่าชายเลนทำหน้าที่เก็บตะกอนไม่ให้ไปกับลมจนบริเวณปากอ่าวตื้นเขิน ตลอดจนป้องกันการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งจากกระแสน้ำและคลื่น พื้นที่ชุ่มน้ำทำหน้าที่เป็นกันชนป้องกันไม่ให้น้ำท่วมในพื้นที่เมืองและการผสมเกสรผลไม้โดยผึ้งและสัตว์อื่น ๆ ที่กินน้ำหวานดอกไม้เป็นอาหาร มีส่วนช่วยในการขยายพรรณไม้และผลิตอาหาร

12. การสูญเสียแหล่งอาศัย (habitat destruction)

ภาวะความเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัยตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต จากทั้งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศภัยพิบัติทางธรรมชาติ มลพิษและการปนเปื้อนที่มีสาเหตุมาจากกิจกรรมและการกระทำมนุษย์

ตัวอย่าง: การถางป่าเพื่อเปลี่ยนเป็นชุมชนเมือง นับว่าเป็นการทำลายแหล่งอาศัยที่สำคัญที่เกิดขึ้นทั่วโลก และทำให้สัตว์ป่าสูญเสียที่อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก



13. การแบ่งแยกแหล่งอาศัย (habitat fragmentation)

กระบวนการที่ทำให้พื้นที่ถิ่นอาศัยต่อเนื่องขนาดใหญ่ลดลงและเกิดเป็นส่วนย่อยของถิ่นอาศัยจำนวนมากตั้งแต่ 2 หย่อมขึ้นไป

ตัวอย่าง: การตัดถนนผ่านผืนป่า ทำให้ป่าทั้งสองฝั่งแยกออกจากกัน หากถนนนั้นกว้างเกินไปอาจทำให้ชีวิตของชนิดนี้เกิดปัญหา เพราะชนิดนี้เป็นสัตว์ที่หากินบนเรือนยอดต้นไม้แทบตลอดเวลาและจะเชื่องช้ามากเมื่อลงมาเดินบนพื้นดิน ทำให้เสี่ยงต่อสัตว์ผู้ล่า การแบ่งแยกแหล่งอาศัยจึงทำให้ประชากรชนิดของป่าสองฝั่งไปมาหาสู่กันไม่ได้ ส่งผลให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง หรืออาจไปลดพื้นที่หากินของบางครอบครัวชนิดนี้

14. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change)

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ไม่เป็นไปตามฤดูกาลจากการรบกวนสมดุลธรรมชาติของโลก

ตัวอย่าง: ในระยะยาวจะทำให้ชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร และพื้นดินอุ่นขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศที่เชื่อมต่อการดำรงชีวิตและความหลากหลายทางชีวภาพและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรงมากขึ้น เช่น เกิดพายุที่รุนแรงและบ่อยครั้ง น้ำท่วม คลื่นความร้อนและความแห้งแล้ง ฯลฯ



15. สภาวะโลกร้อน (global warming)

การที่อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก เมื่อก๊าซเรือนกระจกดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ได้มากขึ้นและดักจับความร้อนได้มากขึ้น จึงทำให้โลกร้อนขึ้น การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล การตัดไม้ทำลายป่า และการทำฟาร์มปศุสัตว์ เป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันมีส่วนทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

16. ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect)

ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะถูกคลื่นรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อน ให้กระจายอยู่ภายในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก

17. รูปร่างทางสัณฐานวิทยา (morphological character)

รูพรรณและโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

18. การสืบพันธุ์เลือดชิด (inbreeding)

การผสมพันธุ์เลือดชิดคือ การผสมพันธุ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีพ่อแม่ท้องเดียวกัน หรือเป็นเครือญาติสายเลือดใกล้เคียงกันมากและมีผลต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตที่เกิดมา อาจเกิดความพิการหรืออัตราการมีชีวิตรอดต่ำ หากในกลุ่มประชากรมีการสืบพันธุ์เลือดชิดเกิดขึ้นบ่อยครั้ง จะส่งผลต่อจำนวนประชากรเนื่องจากประชากรมีอัตราการรอดชีวิตต่ำ จนในที่สุดอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ของประชากรสิ่งมีชีวิตนั้นได้

ตัวอย่าง: การผสมเลือดชิดสัตว์เพื่อให้เกิดภาวะผิวเผือก (albinism) จากการแสดงออกของยีนด้อย แม้ว่าจะมีมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจของตลาดการค้าสัตว์เลี้ยง แต่ในทางธรรมชาติสัตว์ที่มีภาวะผิวเผือกจะมีโอกาสรอดชีวิตต่ำทั้งจากการที่ผู้ล่าสังเกตเห็นได้ง่ายและทนต่อแสงได้น้อย เพราะผิวหนังไม่สร้างรงควัตถุ

19. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction)

ปฏิกิริยาหนึ่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาอื่นต่อไปและนำไปสู่การเพิ่มจำนวนตนเองของปฏิกิริยาเหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง

20. อนุภาคพลาสติก (plastic particle)

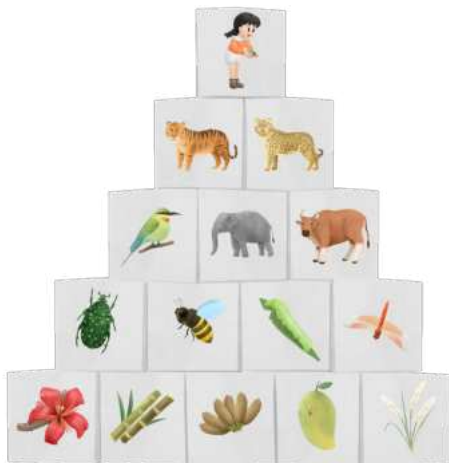
อนุภาคพลาสติกที่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร มักเกิดจากการย่อยสลาย หรือแตกหักของขยะพลาสติกขนาดใหญ่

21. ห่วงโซ่อาหาร (food chain)

การกินของสิ่งมีชีวิตแสดงถึงการถ่ายทอดพลังงาน ผู้ผลิตถ่ายทอดพลังงานให้กับผู้บริโภคผ่านการกิน ผู้บริโภคถ่ายทอดพลังงานให้ผู้ย่อยสลายผ่านการตาย และผู้ย่อยสลายก็ถ่ายทอดพลังงานกลับไปให้ผู้ผลิตโดยผ่านกระบวนการย่อยสลาย กลายเป็นวงจรห่วงโซ่อาหาร

22. สายใยอาหาร (food web)

วงจรการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศมีห่วงโซ่อาหารหลาย ๆ ห่วงโซ่สลับซับซ้อนกันไปกันมา เราเรียกห่วงโซ่ที่มีความซับซ้อนนี้ว่า สายใยอาหาร



23. ร่องรอยคาร์บอน (carbon footprint)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

24. การลดก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas mitigation)

การดำเนินการใด ๆ ของรัฐบาล ธุรกิจและประชาชน เพื่อลดการกักเก็บ หรือป้องกันการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

25. การปรับตัว (adaptation)

แผน กระบวนการ และพฤติกรรมที่เป็นการปรับตัว หรือปรับเปลี่ยนทั้งในระบบของมนุษย์และธรรมชาติ เพื่อตอบสนองและลดความเสี่ยงจากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

26. ภูมิปัญญาท้องถิ่น / ภูมิปัญญาดั้งเดิม (indigenous knowledge / local wisdom)

องค์ความรู้ของกลุ่มชาติพันธุ์และชนเผ่าพื้นเมือง หรือชุมชนท้องถิ่นดั้งเดิมที่ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น และอ้างอิงจากชุมชนอันเป็นแหล่งความรู้ที่ดีในการแก้ไขปัญหา ลดผลกระทบ และปรับตัว / สร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เพื่อสนับสนุนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อมูลจากพื้นที่ที่แม่นยำ ซึ่งมีความสำคัญต่อการประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

27. ความมั่นคงทางอาหาร (food security)

การเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ และปลอดภัยในปริมาณที่เพียงพอ ที่ทุกคนในทุก “ฐานะ” เข้าถึงได้ตามความต้องการบริโภคในทุกเมื่อ แม้ว่าเผชิญกับภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจหรือภัยพิบัติก็ตาม ประชาชนทุกคนก็ยังสามารถเข้าถึงแหล่งอาหารที่มีคุณภาพ และมีคุณค่าได้อยู่

28. ชีวลอกเลียน (biomimicry)

การเลียนแบบธรรมชาติ โดยการศึกษาลักษณะรูปแบบของสิ่งมีชีวิตและทำความเข้าใจเพื่อสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิงจากลักษณะที่พบในธรรมชาติ นำมาประยุกต์ใช้เพื่อความยั่งยืนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตัวอย่าง : ปากนกกระเต็นน้อยยรรธนา เป็นต้นแบบของหัวรถไฟชินคันเซ็นเพื่อการลดแรงต้านลม



29. ชีวตะลุมบอน (bioblitz)

การสำรวจธรรมชาติโดยเน้นไปที่การค้นหา และจำแนกสิ่งมีชีวิตทุกกลุ่มรอบ ๆ ตัว โดยวงขอบเขตพื้นที่สำรวจ และช่วงเวลาที่กำหนดไว้

30. กลุ่มอาชีพสีเขียว (green jobs)

กลุ่มงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นงานที่มีส่วนช่วยในการปกป้องและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ งานสีเขียวพบได้ทั้งในการผลิตผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานหมุนเวียน นักชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ติดตามระบบนิเวศในเมือง ฯลฯ

31. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS)

ระบบที่ทำงานโดยการป้อนข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เช่น ภาพแผนที่ ภาพถ่ายผ่านดาวเทียม ตัวเลข ตัวอักษร และระยะทาง เข้าไปวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องสูง นำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายด้าน GIS มีประโยชน์หลายด้านโดยเฉพาะการจัดการสิ่งแวดล้อม การวางผังเมืองและระบบสาธารณสุข โดยคำนวณหาพื้นที่บริเวณที่จะใช้งานจากภาพแผนที่

32. ขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ที่กำหนด (ecological carrying capacity : ECC)

หมายถึงระดับความสามารถสูงสุดของพื้นที่ (threshold level) ในการรองรับต่อกิจกรรมและความเปลี่ยนแปลง ตัวอย่าง: ในคู่มือนี้ มีกิจกรรม “เจ้ากวางน้อย” ในระดับชั้นประถมปลาย ที่ใช้แนวคิดนี้ในประเด็นของการจัดการสัตว์ป่าและทุ่งหญ้า โดยพิจารณาจากจำนวนประชากรสูงสุดของกวางในถิ่นอาศัยใด ๆ ที่สามารถรองรับได้ในช่วงเวลาที่กำหนด

33. สิ่งแวดล้อมศึกษา (environmental education)

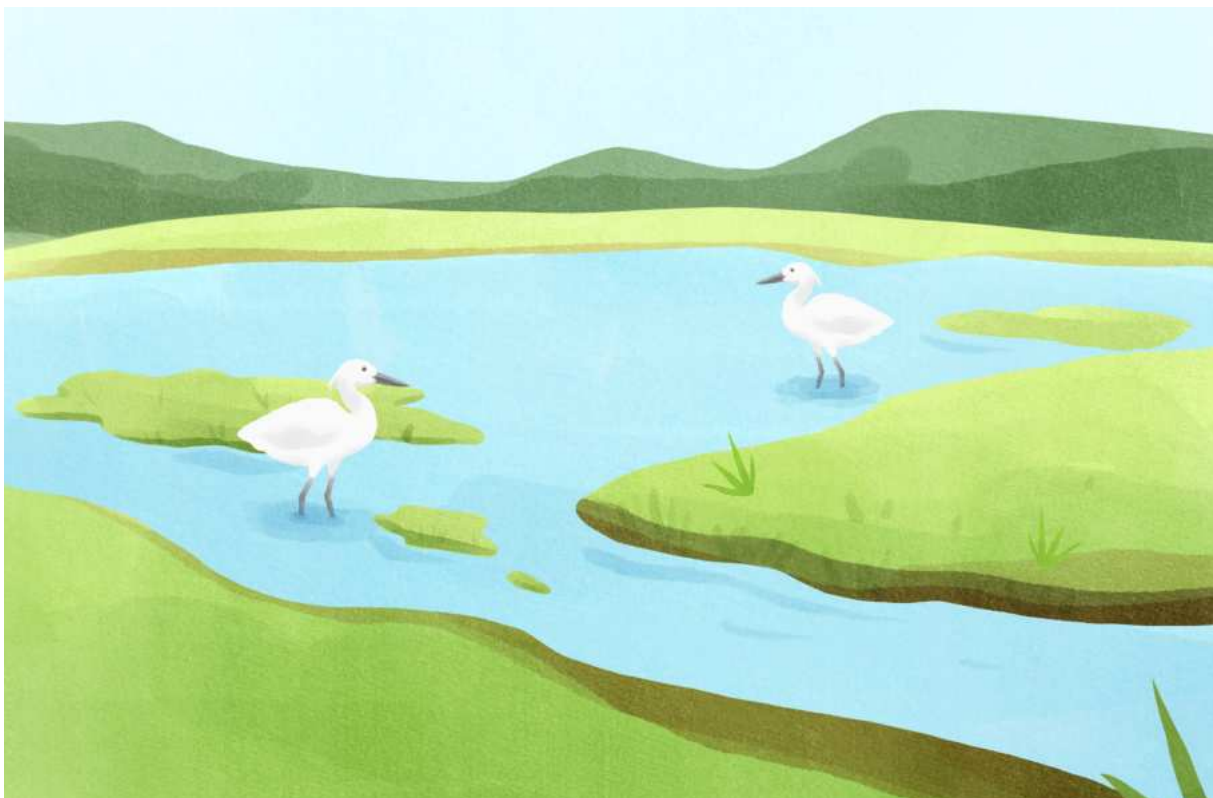
สิ่งแวดล้อม (environment) เป็นสิ่งที่ช่วยหล่อเลี้ยงชีวิตบนโลก ทั้งเป็นแหล่งอาหาร ที่อยู่ และสิ่งจำเป็นจิตใจของมนุษย์เราอันเชื่อมโยงไปถึงจิตใจ อัตลักษณ์ส่วนบุคคล และวัฒนธรรมที่เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ในด้านเศรษฐกิจและสังคมที่เติบโตได้ดีก็เพราะมีสภาพแวดล้อมที่ดี และเหมาะสมต่อความต้องการที่เกิดขึ้น (Rani & Sangwan, 2022)

อย่างไรก็ตาม คงจะเป็นไปได้ยากที่จะไม่เกิดความกังวลในปัจจุบันต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างกระหน่ำ ตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การสูญเสียสายพันธุ์ และถิ่นอาศัย ไปจนถึงการมีส่วนร่วมของพลเมืองที่ลดลง และการเข้าถึงธรรมชาติที่ลดลง ซึ่งช่องว่างที่เพิ่มมากขึ้นนี้อาจเป็นจุดเล็ก ๆ ที่ทุกคนมองข้ามจนสุดท้ายอาจนำไปสู่ภัยคุกคามทางธรรมชาติที่ไม่อาจหวนคืนได้ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมศึกษา (environmental education, EE) จึงเป็นอีกหนึ่งขั้นตอนหรือกระบวนการให้การศึกษาแก่ประชาชน สังคมและองค์กรต่าง ๆ ให้เกิดการตระหนัก

ต้นรู้ถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเล็งเห็นและเข้าใจปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน เสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้เรียนรู้ได้ตัดสินใจแก้ปัญหาและป้องกันมิให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตและมุ่งหวังให้เกิดการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจที่ยั่งยืนต่อไป (Stapp, 1969)

กระบวนการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษาจะดำเนินการผ่านการพบเจอสิ่งที่เกิดขึ้นในแวดลอมจริง ๆ และอาจรวมไปถึงเหตุการณ์สำคัญ หรือผู้ที่มีอิทธิพลต่อสาขา หรือสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ที่มุ่งเน้นให้ประชาชนทุกวัยเข้าถึงได้ ตั้งแต่เด็กไปจนถึงวัยอาวุโส ด้วยการให้ความสำคัญกับการศึกษาแบบสหวิทยาการจากประสบการณ์และช่วยให้ผู้เรียนทุกคนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ทำความเข้าใจวิธีการเป็นพลเมืองที่มีส่วนร่วมกับสังคมและวิธีสร้างสังคมที่มีความหลากหลาย ครอบคลุมและเท่าเทียมกันมากขึ้นได้ (Carleton-Hug & Hug, 2010; National Association for Environmental Education, n.d.)

อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้ประชาชนมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมจะต้องมีการจุดประกายให้ผู้คนเกิดความรู้สึกห่วงใย เชื้ออาหารและรับรู้ถึงความรับผิดชอบของตนเองต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ สิ่งแวดล้อมศึกษาจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้ริเริ่มเปลี่ยนแปลงจากสิ่งแวดล้อมรอบตัว ไปจนถึงการนำพาประเทศบรรลุสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ร่วมกันกับนานาชาติได้ (กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม, 2563; Hák และคณะ, 2016; Srinivas, n.d.)



บทนำ (Introduction)

1. ระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ ภูมิอากาศ และมนุษย์ (ecosystem, biodiversity, climate, and human)

ในสายใยแห่งชีวิตที่ซับซ้อนบนโลก ระบบนิเวศ (ecosystem) ทำหน้าที่เป็นรากฐานสำคัญ สำหรับการดำรงอยู่อันหลากหลายทั้งทางชีวภาพ (biological) ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต และทางกายภาพ (physical) ทั้งสสารและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จับต้องได้และเกิดการเปลี่ยนแปลงตามสมดุล หรือวัฏจักรในธรรมชาติ หรือแม้แต่สิ่งที่จับต้องไม่ได้ อย่าง อุณหภูมิ แสง ความชื้น และอากาศ และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างทั้งสองปัจจัยทางชีวภาพ และกายภาพทำให้เกิดระบบอันซับซ้อน และปราณีตที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ต่อสรรพสิ่งบนโลกใบนี้ ระบบนิเวศไม่อาจเกิดขึ้นได้ด้วยสิ่ง ๆ เดียว คนกลุ่มเดียว พรรณไม้ชนิดเดียว สัตว์เพียงชนิดเดียวไม่ทำให้เกิดระบบนิเวศได้

ดังนั้น ทุกชีวิตและความหลากหลายที่เกิดขึ้นภายใต้ระบบนิเวศจึงไม่เพียงแต่ช่วยคงอยู่ของระบบนิเวศนั้น ๆ แต่ยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น (resilience) และความสามารถในการปรับตัว (adaptation) ของระบบนิเวศให้ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นด้วยตัวของพวกมันเอง (Oguh et al., 2021; Rani & Sangwan, 2022)

ระบบนิเวศจะขาดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปไม่ได้ โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เพราะสิ่งมีชีวิตคือจุดเริ่มต้นของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นบนโลกใบนี้ และความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่แบคทีเรียขนาดเล็กไปจนถึงต้นไม้สูงตระหง่าน หรือสัตว์เลื้อยใหญ่ที่สง่างาม ล้วนเป็นผลพวงจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ทั้งจากความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) จากการแปรผันของยีน (gene) ทั้งภายใน และระหว่างประชากรทั้งสายพันธุ์เดียวกัน และต่างสายพันธุ์ อันเป็นวัตถุดิบสำหรับการวิวัฒนาการไปสู่การปรับเปลี่ยนสรีระ (anatomy) และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางสัณฐานวิทยา (morphological character) ที่แตกต่างกันตามการปรับตัวในแต่ละระบบนิเวศ เพื่อเหตุผลเดียวกันคือ การอยู่รอด (survive) ให้ได้ในระบบนิเวศนั้น ๆ เช่น นกแก้วโม่งที่มีจะงอยปากใหญ่และแข็งแรงเพื่อช่วยกัดกินเมล็ดไม้แข็ง ๆ เสือที่มีลายพรางเพื่อซ่อนตัวขณะล่าเหยื่อ หรือแม้กระทั่งในผลของพรรณไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ที่มีปีกยาวช่วยให้เมล็ดปลิวไปตกได้ไกลขึ้น และขึ้นเป็นกล้าไม้ที่ไม่โดนบดบังแสงแดดจากต้นแม่ (Crawford et al., 2021; Lopezosa et al., 2023)



ภาพที่ 1 นกแก้วโม่ง (*Psittacula eupatria*) มีจะงอยปากที่แข็งแรง จึงกัดกินลูกไม้รวมถึงผลไม้เปลือกแข็งได้
ที่มา: Sumanta Pramanick (2013)

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในภูมิภาคยังเป็นสิ่งที่กำหนด และคงสภาวะแวดล้อมของระบบนิเวศนั้น ๆ อีกเช่นกัน เช่น นิเวศปะการังที่เติบโตอย่างหนาแน่นเพื่อเป็นแนวกันคลื่น และอนุบาลสัตว์น้ำ และปะการังวัยอ่อนให้เติบโตต่อไป หรือนิเวศป่าไม้ที่พืชรากกันระหว่างพืชและสัตว์โดยพืชเป็นอาหาร ความร่มรื่น และแหล่งหลบภัยให้กับสัตว์ สัตว์ก็เพิ่มแร่ธาตุทั้งจากมูล และซากหลังหมดอายุขัย รวมถึงการช่วยกระจาย และผสมเกสรคืนให้แก่พืช ยิ่งความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศมีมากขึ้น ความซับซ้อน และการคำนวณของระบบนิเวศก็มีมากขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งยังให้ประโยชน์มากมายแก่มนุษย์ ทั้งเป็นแหล่งอาหาร แหล่งน้ำ ยารักษาโรค แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ กิจกรรมทางวัฒนธรรม และแหล่งทรัพยากรอันมีค่าสำหรับในภาคธุรกิจ แต่ด้วยกิจกรรม และการใช้ทรัพยากรของมนุษย์ที่มีมากเกินไป (overexploitation) ทำให้ทั้งความหลากหลายทางชีวภาพ และพื้นที่ได้หายไปอย่างไม่เว้นหวนคืนในหลายแห่ง จนเกิดเป็นความเสื่อมโทรมไปทั่วโลก และยังไม่มีแนวทางการจัดการที่จะหยุดยั้งการคุกคามนี้ได้อย่างสมบูรณ์

ปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั่วโลกได้ก่อตัวขึ้นอย่างรวดเร็วเกินกว่าระบบของโลกจะคืนสมดุลได้ทัน เมื่อระบบนิเวศหนึ่งได้พังทลาย ปฏิกริยาลูกโซ่ (chain reaction) นี้ ก็ได้ส่งผลต่อเป็นทอด ๆ ไปยังระบบนิเวศอื่นด้วย เช่น การตัดไม้ทำลายป่าที่ทำลายระบบนิเวศป่าไม้ อันเป็นแหล่งเก็บกักน้ำ และดูดซับความร้อนสำคัญแหล่งหนึ่ง เมื่อป่าแห่งหนึ่งสูญสิ้นไป แหล่งเก็บน้ำ และดูดซับความร้อนก็หายไปทีหนึ่งเช่นกัน ป่าถัดไปบริเวณใกล้เคียงก็จำเป็น

ต้องทำหน้าที่ทดแทนเพื่อการคงอยู่ของระบบนิเวศในภาพรวม แต่มีขีดจำกัด (limitation) ในการทำงาน เมื่อนิเวศป่าไม่ฟื้นลงไปเรื่อย ๆ จนสุดท้ายป่าไม้ที่เหลือไม่สามารถรักษาสมดุลภาพรวมได้แล้วนั้นมันจะส่งผลออกมาในรูปแบบของสิ่งที่ปลดปล่อยออกมาอย่างควบคุมไม่ได้ อย่างความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น หรือการสะสมน้ำจืดในป่าไม้ที่ไถ่หายไปอย่างมหาศาลจนทำให้เกิดภัยแล้งตามมา เมื่อภาพรวมของระบบนิเวศพังทลาย สิ่งก็ตามมาคือสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น ๆ หากปรับตัวได้ทันก็จะอยู่รอดต่อไปได้ในระบบนิเวศใหม่ เช่น จิงโจ้น้ำทะเล (rocket bug) ที่อาศัยบนผิวน้ำในมหาสมุทร ได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากการมีแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยจากแพลงก์ตอนที่มีมากขึ้น หรือหอยสังข์ที่มีขนาดเล็กลงเพื่อลดพื้นที่ผิวจากการกัดกร่อนของน้ำทะเลที่เป็นกรดมากขึ้น (Garilli et al., 2015; Mahadik et al., 2020)

แต่หากสิ่งมีชีวิตปรับตัวไม่ได้ จนไม่อาจอยู่รอดได้ในท้ายที่สุดอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ (extinction) และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน (climate change) จากผลกระทบของสภาวะโลกร้อน (global warming) ที่ได้ยกระดับขึ้นเป็นโลกเดือด (global boiling) แล้วนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในวงกว้างเร็วกว่าปกติ จนประชากร และชนิดของสิ่งมีชีวิตปรับตัวตามไม่ทัน และหายไปเป็นจำนวนมาก ทั้งจากการสูญเสียแหล่งอาศัย (habitat destruction) การจำกัดพื้นที่ (habitat limitation) ในปลาที่น้ำจืดที่แหล่งน้ำได้แห้งแล้ง และหายไปจากการระเหยที่มากขึ้น การสูญเสียอาหาร (food loss) ในสัตว์กินผล (frugivore) บางชนิดที่อุณหภูมิส่งผลต่อการออกผลของพืช หรือแม้แต่การขาดคู่ผสมพันธุ์ (mating loss) โดยเฉพาะในสัตว์เลื้อยคลาน อย่างเต่าทะเลที่อุณหภูมิเป็นตัวกำหนดเพศ เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้น จำนวนลูกเต่าที่ออกมาจะมีแต่เพศเมีย จนทำให้ในไม่ช้า ประชากรเต่าทะเลรุ่นถัด ๆ ไป จะขาดเพศผู้ในการสืบทอดสายพันธุ์ และนำไปสู่การสูญพันธุ์ในที่สุด (Stirling, 2012)

ท้ายที่สุดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และระบบนิเวศของโลกนี้ ก็ยังไม่มีทีท่าว่าจะชะลอตัวแต่อย่างใด กลับกันมีแต่จะเพิ่มขึ้นจากกิจกรรม และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่ขาดการตระหนักรู้ถึงผลกระทบในเรื่องราวของระบบนิเวศเหล่านี้

ในการดำเนินไปอันซับซ้อนของชีวิตบนโลก กิจกรรมของมนุษย์มีอิทธิพลอย่างมากเหนือความเป็นไปของระบบนิเวศในทุกมิติ ทั้ง



1) การทำลายที่อยู่อาศัย (habitat destruction) และการจำกัดการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต (migrate limitation) จากการขยายตัว และพัฒนาชุมชนเมืองของมนุษย์ ตั้งแต่การตัดไม้ในป่าเขตร้อนเพื่อสร้างบ้าน และการเกษตร ไปจนถึงการทำลายแนวปะการังเพื่อสร้างท่าเรือ การคุกคามอย่างไม่หยุดยั้งนี้ ได้ทำให้เกิดการแบ่งแยกแหล่งอาศัย (habitat fragmentation) ที่ส่งผลต่อการแยกประชากร และการแลกเปลี่ยนความหลากหลายทางพันธุกรรมอันนำไปสู่การสืบพันธุ์เลือดชิด (inbreeding) เช่น การแบ่งแยกพื้นที่ป่าพรุโต๊ะแดงที่ทำให้ประชากรนกเงือกไปหาสุกกันไม่ได้ ท้ายที่สุดความสูญเสียที่มากขึ้นก็นำไปสู่การหายไปของระบบนิเวศนั้น ๆ (habitat loss)

2) การก่อมลภาวะ (pollution) จากกิจกรรมทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การขยายตัวของเมือง หรือแม้แต่กิจกรรมในชีวิตประจำวันของมนุษย์ อันก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีที่เป็นพิษต่อระบบนิเวศทั้งในอากาศ แหล่งน้ำ และดิน โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ที่ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเกิดขึ้นเร็วยิ่งขึ้น รวมไปถึงขยะและอนุภาคพลาสติก (plastic particle) ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต เช่น เต่าทะเลจากการอุดตันลำไส้ของพลาสติกที่เฝ้าคิดว่าเป็นแมงกะพรุน หรือโล้นที่ติดการอักเสบของผิวหนังจากไมโครพลาสติกของยางล้อรถที่วิ่งไปมา ฯลฯ (Klok & Plum, 2008) และท้ายที่สุด

3) การขยายตัวของเมืองและการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (expansion and exploitation) ที่เพิ่มขึ้น ได้ทำให้ระบบนิเวศต่าง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงและพังทลายลงจากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ที่ต้องการถิ่นอาศัย และแหล่งอาหารที่มากขึ้น

ดังนั้น กิจกรรมของมนุษย์ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อระบบนิเวศ ซึ่งคุกคามความสมบูรณ์ และความยืดหยุ่นของระบบนิเวศอย่างลึกซึ้ง การจัดการกับผลกระทบเหล่านี้ต้องอาศัยการดำเนินการร่วมกันในทุกภาคส่วน ทั้งในภาคการเมือง และภาคประชาชน เพื่อหาแนวทางแก้ไขที่เป็นรูปธรรมร่วมกัน รวมไปถึงสร้างการตระหนักรู้ให้เกิดขึ้นในชุมชนเพื่อเชื่อมโยงความเป็นอยู่ของมนุษย์กับระบบนิเวศให้เรารสร้างเส้นทางสู่อนาคตที่ยั่งยืนมากขึ้นที่ระบบนิเวศจะสามารถฟื้นฟูและเติบโตต่อไปได้

2. ความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity)

“Biodiversity is our most valuable but least appreciated resource.” (ความหลากหลายทางชีวภาพ คือทรัพยากรที่มีคุณค่าสูงสุด แต่ถูกให้ความสำคัญน้อยที่สุด)

– Edward O. Wilson (นักชีววิทยา) –

2.1 ความหลากหลายทางชีวภาพคืออะไร (What is biodiversity?)

แต่เดิมนั้นคำว่าความหลากหลายทางชีวภาพ หรือ Biodiversity มาจากคำเต็มว่า Biological diversity โดยเลิฟจอย (Lovejoy, 1980) หมายถึงความหลากหลายในทาง

ชีววิทยา ต่อมาในปี ค.ศ. 1996 เดอลอง (DeLong, 1996) ได้อธิบายความหมายเพิ่มเติมของคำว่า ความหลากหลายทางชีวภาพ ไว้ถึงบริเวณใดบริเวณหนึ่งที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นสายพันธุ์เดียวกัน หรือแตกต่างกัน มีการอยู่ร่วมกัน จนเป็นระบบนิเวศ หรือหมายถึง การมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด แตกต่างสายพันธุ์ในระบบนิเวศที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และระบบนิเวศต่างก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ (รภัทร, 2558)

หากยกตัวอย่างของการมีความหลากหลายทางชีวภาพ ลองให้จินตนาการถึงพื้นที่เกษตรกรรม 2 แห่งที่มีขนาดเท่ากัน โดยพื้นที่ของนาย ก. มีเพียงต้นยางพาราขึ้นเรียงกันเป็นแถว ส่วนพื้นที่ของนาย ข. นั้นเป็นสวนเกษตรแบบผสมผสาน มีพืชพรรณหลายชนิดตั้งแต่ไม้ยืนต้นสูง เช่น ต้นยางนา ต้นสัก ไม้ยืนต้นที่ออกผล เช่น ทุเรียน ขนุน มะม่วง ฯลฯ ไม้พุ่ม เช่น พริก มะเขือ มะนาว และยังมีพืชหัวใต้ดิน พืชน้ำ รวมไปถึงหญ้าที่ขึ้นปกคลุมหน้าดิน ฯลฯ

จากข้อความข้างต้นจะบ่งชี้ได้ว่า พื้นที่ของนาย ข. มีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่า หรืออธิบายได้ว่ามีความหลากหลายในแง่ของ “ประเภท” สิ่งมีชีวิตมากกว่า ซึ่งหากพิจารณารายละเอียดอย่างถี่ถ้วนแล้ว ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพรรณที่นาย ข. ปลูก ยังนำไปสู่ความหลากหลายของสัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์ใต้ดินได้อีกมาก ดังนั้น เมื่อเราเดินเข้าไปในสวนของนาย ข. อาจจะได้ยินเสียงนกหลายชนิด พบเห็นผีเสื้อบินผ่าน พบใยแมงมุม กิ้งก่า กระรอก กระแต และแมลงปอ หรือหากเราขุดดินมา กำมือหนึ่งก็อาจพบเจอไส้เดือน หรือพบเห็นแมลงเล็ก ๆ ได้อีกหลายชนิด ในขณะที่ในสวนยางของนาย ก. อาจจะมีโอกาสพบเจอความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตดังที่ปรากฏในพื้นที่ของนาย ข. ได้ยาก

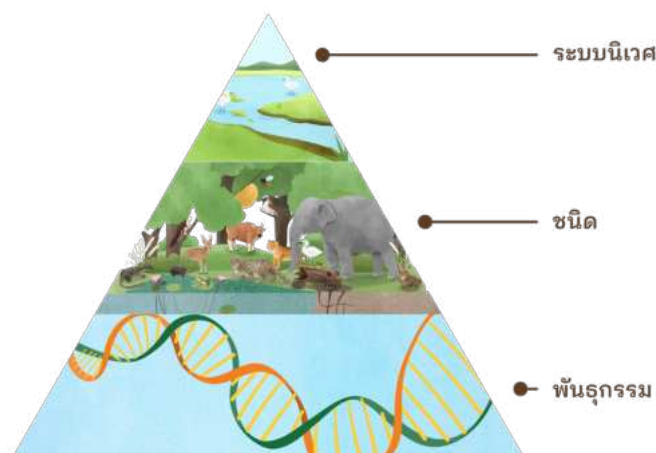
นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งระดับของความหลากหลายทางชีวภาพเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ecosystem diversity) หมายถึง การที่ระบบนิเวศในแต่ละบริเวณ แต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันหรือเป็นความซับซ้อนของพื้นที่ที่แตกต่างกันไป รวมไปถึงสภาพภูมิอากาศในแต่ละบริเวณ

และภูมิภาคของโลก เช่น ประเทศไทยมีทั้งระบบนิเวศป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ระบบนิเวศลำธาร ระบบนิเวศทุ่งหญ้า เขาสินปูน ป่าพรุ ป่าชายเลน บึงน้ำจืด ทะเลสาบ ถ้าแนวหญ้าทะเล และแนวปะการัง ฯลฯ ในแต่ละระบบนิเวศก็จะเป็นบ้านของสิ่งมีชีวิตต่างกลุ่มกัน ระบบนิเวศบางแห่ง เช่น ถ้า ลำธารบนภูเขา และเขาสินปูน อาจมีสิ่งมีชีวิตเฉพาะถิ่น (endemic species) ที่พบได้เฉพาะพื้นที่นั้นแห่งเดียว แปลว่าหากระบบนิเวศนั้นถูกทำลายสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอาจสูญพันธุ์ไปตลอดกาล เช่น นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร (*Pseudochelidon sirintarae*) ที่พบได้ในบริเวณบึงบอระเพ็ดที่เดียวเท่านั้น (ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2562) และสมัน (*Rucervus schomburgki*) ที่มีการแพร่กระจายอยู่เฉพาะในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทยเท่านั้น ด้วยเขาที่มีการแตกกิ่งก้านสาขามากมาย ดุสยงาม ทำให้ในอดีต มีสมันถูกล่าเป็นจำนวนมาก จนมีจำนวนประชากรลดน้อยลง ประกอบกับการมีเขาที่แตกกิ่งก้านก็ทำให้สมันต้องอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เป็นทุ่งโล่งเท่านั้น เมื่อมีการขยายตัวของชุมชนและเมือง ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของสมันสูญหายไป และประชากรของสมันก็สูญพันธุ์ไปในที่สุด (สุทธาสินี, 2567)

2) ความหลากหลายทางสปีชีส์ (species diversity) หมายถึง ความหลากหลายของชนิดหรือการที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง มีกลุ่มประชากรหลายกลุ่มที่มีความแตกต่างกันในระดับสายพันธุ์ (species) อาศัยอยู่ร่วมกัน เช่น ในป่าแห่งหนึ่งอาจมีทั้งเสือโคร่ง สมเสร็จ ชะนีมือขาว เต่าหกดำ นกเงือกกรามช้าง กิ้งก่าแก้ว ค่างแว่นถิ่นใต้ ฯลฯ

3) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) หมายถึง ความหลากหลายที่เกิดขึ้นกับกลุ่มยีนที่กลุ่มประชากรนั้น ๆ ใช้ร่วมกัน (Ricee, 2022) หรือการที่สิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นมีพันธุกรรมที่หลากหลาย เช่น นาข้าวแห่งหนึ่งมีทั้งข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมนิล ข้าวหอมอน ข้าวค้ายหาย ข้าวเหนียวลิ้มผัว ฯลฯ โดยข้าวทั้งหมดที่กล่าวมานั้นถูกจัดให้เป็นพืชสปีชีส์เดียวกัน แต่มีความต่างในด้านสายพันธุ์ คือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า มีความต่างทางด้านพันธุกรรมนั่นเอง



ภาพที่ 2 พีระมิดความหลากหลายทางชีวภาพทั้ง 3 ระดับ โดยมียอดพีระมิดแสดงถึงความหลากหลายทางระบบนิเวศที่มีจำนวนน้อยที่สุดแต่เป็นหน่วยใหญ่ที่สุด ถัดลงมาเป็นชั้นแสดงถึงความหลากหลายทางสปีชีส์ที่พบในทุกระบบนิเวศ และฐานของพีระมิดแสดงถึงความหลากหลายทางพันธุกรรมที่มีความหลากหลายมากที่สุด ที่มา: ดัดแปลงจาก Environment Southland Regional Council (2024)

2.2 ความหลากหลายทางชีวภาพสำคัญอย่างไร ?

ลองจินตนาการถึงพื้นที่ของนาย ก. และนาย ข. อีกครั้ง คิดว่าพื้นที่แบบไหนเอื้อให้เจ้าของพื้นที่มีชีวิตที่มั่นคงมากกว่ากัน ?

เมื่อพิจารณาสวนยางพาราของนาย ก. รายได้จากสวนแห่งนี้มีที่มาจากยางเพียงอย่างเดียว แม้ว่านาย ก. อาจขายยางได้ราคาดีมากในปีนี้ แต่ถ้าปีหนึ่งราคายางตกต่ำ หรือมีโรคระบาดสักอย่างที่ทำให้ต้นยางป่วย นาย ก. ก็อาจไม่เหลืออะไรเลย ในขณะที่สวนผสมผสานของนาย ข. ถ้าปีหนึ่งทุเรียนราคาตก หรือความแห้งแล้งทำให้ทุเรียนยืนต้นตาย เขาก็ยังมีมะม่วง ขนุน พริก มะเขือที่เขาเก็บไปขาย หรือเก็บมากินได้ ดังนั้น นาย ข. จึงปรับตัวรับความเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่า

ในระบบนิเวศตามธรรมชาติก็เช่นกัน หากผืนป่าแห่งหนึ่งมีพืชแค่ชนิดเดียว แล้ววันหนึ่งภาวะโลกร้อนทำให้เกิดโรคระบาดจนพืชชนิดนั้นตายไป 90 เปอร์เซ็นต์ สิ่งก็ตามมาก็คือ ดอกไม้ที่อาศัยพืชผสมเกสรจะหายตามไปด้วย แต่ในพื้นที่ที่มีความหลากหลายสูง มีพืชหลายชนิดก็อาจมีพืชบางชนิดที่ทนทานต่อโรคแล้วอยู่รอด เพื่อผสมเกสรดอกไม้ต่อไป

จะเห็นได้ว่า ประโยชน์ที่สำคัญประการแรกของความหลากหลายทางชีวภาพ คือ ช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่า มีศักยภาพในการฟื้นฟูตัวเองได้มากกว่าเมื่อเจอภาวะวิกฤต หรือที่เรียกว่า “Resilience”

นอกจากประโยชน์ที่ว่ามาแล้ว สวนของนาย ข. ยังมีข้อได้เปรียบตรงที่เขาไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยหรือพ่นยาฆ่าแมลง เพราะมีพืชธรรมชาติจากใบไม้หลายชนิดที่ร่วงหล่น มีเห็ดรา มีไส้เดือน มีจุลินทรีย์ในดินช่วยย่อยสลายใบไม้ให้กลับกลายเป็นดิน หมุนเวียนแร่ธาตุให้พืชดูดซึมไปใช้ ส่วนบนฟ้าก็มีนก มีแมลงปอช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืช มีผึ้ง มีผีเสื้อ มีค้างคาวช่วยผสมเกสร บนหน้าดินยังมีพืชคลุมดินที่ช่วยไม่ให้หน้าดินถูกกัดเซาะยามฝนตกหนัก ทำให้แร่ธาตุไม่ถูกพัดพาหายไป น้ำฝนที่เต็มไปด้วยแร่ธาตุก็ซึมลงดินได้มากกว่า ดังนั้นนาย ข. มีผู้ช่วยดูแลสวนมากมายที่เขาไม่ต้องจ่ายเงินจ้าง

ในระบบนิเวศตามธรรมชาติก็เช่นกัน ผืนป่าจะอุดมสมบูรณ์ได้ก็ต้องอาศัยสัตว์ป่าหลากหลายชนิดช่วยกันทำงาน เช่น นกเงือกช่วยกระจายเมล็ดพืช ชะนีช่วยกระจายเมล็ดขนาดใหญ่ที่นกเงือกกินไม่ได้ แมลงผสมเกสรดอกไม้ นกหัวขวานช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืชในเนื้อไม้ หมิที่ตะกวดหาไม้ผุในเปลือกไม้ช่วยสร้างโพรงให้นกเงือกได้ทำรังวางไข่ เสือช่วยควบคุมกวางไม่ให้มากเกินไปจนกินต้นอ่อนพืชเสียหาย ช้างที่มีกำลังมากช่วยขุดดินโป่งให้ส่วนซุย ทำให้สัตว์กินพืชชนิดอื่นได้กินดินโป่งด้วย แร้งช่วยกินซากสัตว์ตายก่อนที่จะเน่า และเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค เห็ดราช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ และหมุนเวียนแร่ธาตุสู่ระบบนิเวศ ฯลฯ จะเห็นว่า ประโยชน์ประการที่สองของความหลากหลายทางชีวภาพคือ มีผู้ทำหน้าที่ต่าง ๆ กันในระบบนิเวศ ทำให้ระบบดำเนินต่อไปได้ หรือที่เรียกว่า “Functional Ecosystem”



หากเปรียบกับสังคมมนุษย์ อาจพูดได้ว่าสังคมจะดำเนินไปเป็นปกติได้ก็จำเป็นต้องมีคนหลากหลายอาชีพในโลกธรรมชาติก็ไม่ต่างกัน ระบบนิเวศต้องการสิ่งมีชีวิต “หลากหลายอาชีพ” หากกล่าวโดยสรุปแล้ว ความหลากหลายทางชีวภาพก็เหมือนเกมเจเนกา (เกมตีก้อน) ที่ขึ้นไม้แต่ละชิ้นคือสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ยิ่งเราดึงไม้ออกมากเท่าไรตีกก็จะสั้นลงจนไอออนเอนมากเท่านั้น และเมื่อเราดึงออกมากถึงจุดหนึ่ง ตีกหรือระบบนิเวศนั้นก็ก็จะล่มลงมา



ชวนคิด

ในอดีตประเทศไทยมีข้าวพื้นเมืองหลายหมื่นสายพันธุ์ แต่ทุกวันนี้เราปลูกกันแค่ไม่กี่สายพันธุ์ การหายไปของข้าวพื้นเมืองส่งผลอย่างไร? และนาข้าวที่ปลูกข้าวหลากหลายสายพันธุ์กับนาข้าวที่ปลูกข้าวสายพันธุ์เดียว มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร?

2.3 นิเวศบริการ (ecosystem services)

นิเวศบริการ หมายถึงการที่ระบบนิเวศต่าง ๆ ที่รายล้อมอยู่รอบตัวเราเอื้อเพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ให้กับมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นทั้งทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อการดำรงชีวิต การอยู่รอดและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (Pearce, 2023)



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของนิเวศบริการในด้านต่าง ๆ
ที่มา: ดัดแปลงจาก WWF (2016)

หากต้องการยกตัวอย่างของนิเวศบริการที่ใกล้ตัวเรานั้น ให้ผู้เรียนนึกถึงข้าวกะเพราไก่ 1 จาน คิดว่ามีระบบนิเวศไหน หรือสัตว์ป่าชนิดใดเกี่ยวข้องบ้าง?

ส่วนข้าวนั้น ได้มาจากระบบนิเวศนาข้าวที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทหนึ่ง และต้นข้าวจะเติบโตจนให้ผลผลิตได้โดยไม่ถูกแมลงศัตรูพืชทำลาย หรือกัดกินไปต้องอาศัยความช่วยเหลือจากสัตว์ผู้ล่า เช่น แมงมุม แมลงปอ กบ เขียด ต่อแตน ที่ช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืชเหล่านั้น (มีเขื่อนนั้นอาจต้องใช้สารเคมีเข้ามาช่วย แต่ผลผลิต หรือข้าวที่ได้นั้นจะปนเปื้อนยาฆ่าแมลง ย่อมเป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนได้)

ส่วนดินที่ใช้ปลูกข้าวนั้นก็พบว่า มีจุลินทรีย์มากมายช่วยดูดซึมแร่ธาตุ รวมไปถึงไส้เดือนที่มีส่วนช่วยให้ดินร่วนซุย

อีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการปลูกข้าวนั้นก็คือน้ำ เรามีแหล่งน้ำได้ก็จะเป็นผลพวงมาจากทรัพยากรป่าไม้ แต่ป่าจะสมบูรณ์ไปไม่ได้เลย หากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น เช่น การมีแมลง หรือสัตว์อื่นช่วยผสมเกสร และช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์ไปยังพื้นที่อื่น ฯลฯ

ถัดมา เป็นส่วนของเนื้อไม้ที่เป็นโปรตีนหลักในจานอาหาร แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการนำไม้ที่ถูกเลี้ยงในฟาร์มมาประกอบอาหารเป็นหลัก แต่เมื่อคำนึงถึงอาหารไก่ พบว่าส่วนหนึ่งทำมาจากข้าวโพด โดยไร่ข้าวโพดนั้นจำเป็นต้องอาศัยแมลงเป็นผู้ช่วยในการผสมเกสร และกำจัดศัตรูพืชเช่นกัน ส่วนประกอบของอาหารไก่ยังประกอบไปด้วยเศษปลาตัวเล็ก ตัวน้อยที่ได้จากท้องทะเล ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ไม้ที่นำมาบริโภค แม้ว่าจะเป็นไม้จากฟาร์มเลี้ยงแต่ก็ยังเชื่อมโยงไปถึงระบบนิเวศต่าง ๆ ที่สำคัญ รวมไปถึงระบบนิเวศทางทะเลด้วย

จากข้อความข้างต้นนั้น เมื่อลองวิเคราะห์ดูแล้วจะพบว่าข้าวจะเพราะไม้หนึ่งจานเชื่อมโยงเข้ากับระบบนิเวศที่มีความหลากหลายได้มาก แม้ยังไม่รวมกับระบบนิเวศอื่นเป็นต้นกำเนิดของใบกะเพรา พริก กระเทียม และระบบนิเวศต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำปลา และซอสปรุงรสที่ใช้ประกอบอาหารจานนี้

นอกจากนี้ นิเวศบริการยังแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก (สุริดา, ม.ป.ป.; National Wildlife Federation, n.d.) คือ

1) บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (provision services) หรือระบบนิเวศให้บริการด้านวัตถุดิบที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น แหล่งอาหาร ยารักษาโรค น้ำจืด รวมไปถึงแหล่งกำเนิดออกซิเจน และวัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้สำหรับการสร้างบ้าน และปูนที่ใช้สร้างถนน ฯลฯ

2) บริการด้านการควบคุม (regulating services) หรือระบบนิเวศทำหน้าที่ช่วยในการควบคุม ดูดซับและแลกเปลี่ยนสารเคมีจากชั้นบรรยากาศ รวมไปถึงสกัดกั้นเชื้อโรค ฯลฯ เช่น ต้นไม้ช่วยดูดซับปริมาณคาร์บอน พืชน้ำช่วยกรองสารพิษที่ละลายอยู่ตามแหล่งน้ำ พืชริมตลิ่งช่วยยึดหน้าดินไม่ให้พังทลาย หรือนกช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืช และกระจายเมล็ดพืชไปตามพื้นที่ต่าง ๆ ผึ้งทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรของดอกไม้ ฯลฯ

3) บริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) จัดว่าเป็นประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศในแง่ของการคงคุณค่าทางสังคม วัฒนธรรมในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการนันทนาการ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ หรือในด้านศาสนา และจิตวิญญาณ อีกทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้ได้ด้วย เช่น แนวปะการังที่จัดให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ หรือการมีอยู่ผืนป่าเป็นที่มาของความเชื่อทางจิตวิญญาณ รวมถึงพิธีกรรมของชนเผ่าพื้นเมืองที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น นอกจากนี้ พื้นที่อนุรักษ์ทางธรรมชาติยังเป็นสถานที่ที่ให้ผู้คนมาพักผ่อนได้ด้วย

4) บริการด้านการสนับสนุน (supporting services) คือ กระบวนการที่ระบบนิเวศ หรือธรรมชาติให้การสนับสนุนเพื่อก่อให้เกิดบริการทางด้านอื่น ๆ ต่อ เช่น เห็ดราช่วยย่อยสลายใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมาสะสมอยู่ตามพื้นให้กลายเป็นดิน การทำงานของแบคทีเรียในลำไส้ปลวก

ที่ช่วยย่อยสลายขอนไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง รวมไปถึงการหมุนเวียนของแร่ธาตุกลับสู่พื้นดิน ฯลฯ

ฟรอสต์ (Frost, 2023) เคยเปรียบเทียบความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพไว้ว่า เป็นระบบที่พยุงชีวิตของโลกใบนี้ (life support systems) และเปรียบเทียบมนุษย์ว่า เป็นผู้ป่วยในห้องไอซียูที่มีสายระโยงระยางพยางพยางเอาไว้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องช่วยหายใจ สายยางให้อาหาร ฯลฯ โดยมีสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในธรรมชาติทำหน้าที่เหมือนเครื่องพยุงชีพเหล่านั้น แต่เป็นเรื่องที่น่าเสียดาย เนื่องจากการกระทำของมนุษย์ในทุกวันนี้เป็นเหมือนการปิดสวิตช์เครื่องพยุงชีวิตเหล่านั้นลงทีละชิ้น หากกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ยังคงเป็นการทำลายระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป มนุษย์ที่เปรียบเป็นผู้ป่วยในห้องไอซียูก็ไม่อาจกู้ชีพกลับมาได้



3. สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (causes of climate change)

"We are the first generation to feel the impact of climate change and the last generation that can do something about it." (พวกเราคือคนรุ่นแรกๆ ที่รู้สึกถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเป็นคนรุ่นสุดท้ายที่สามารถลงมือทำอะไรบางอย่างเพื่อแก้ไข)

– Barack Obama (อดีตประธานาธิบดีสหรัฐฯ) –

3.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect)

ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร เป็นดาวเคราะห์สี่ดวงในระบบสุริยะ (solar system) ที่มีระยะห่างใกล้เคียงกับดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีระยะ 57.9 108.2 149.6 และ 227.9 ล้านกิโลเมตร ตามลำดับ แต่โลก ที่แม้จะมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ใกล้เคียงกับดาวศุกร์ แต่กลับมีอุณหภูมิพื้นผิวดวงดาวใกล้เคียงกับดาวอังคารที่ห่างออกไปเกือบเท่าตัว (178.75 452.85 36.85 และ 36.85 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) (Windows to the Universe, 2008) สาเหตุสำคัญที่ทำให้โลกที่แม้จะมีระยะห่างใกล้เคียงกับดวงอาทิตย์มากกว่าดาวอังคาร แต่กลับยังมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันได้นั้นก็คือ ชั้นบรรยากาศ (atmosphere) ที่ปกคลุมหนาแน่นรอบโลก โดยดาวอังคารมีชั้นบรรยากาศเบาบางมาก ทำให้กักเก็บรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ไว้ไม่ได้ ขณะที่ดาวศุกร์มีชั้นบรรยากาศหนาแน่นสุด ๆ (หนาแน่นกว่าโลก 92 เท่า) ทำให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ถูกกักไว้ในชั้นบรรยากาศเหล่านี้กักเก็บไว้

หรือพูดง่าย ๆ ว่า ชั้นบรรยากาศเป็นเหมือนหลังคาโลกที่ป้องกันไม่ให้รังสีความร้อนทะลุลงมาสู่พื้นโลกมากเกินไปและไม่ให้รังสีสะท้อนกลับออกสู่อวกาศมากเกินไปเช่นกัน เพื่อใช้กักเก็บความร้อนในชั้นบรรยากาศของพื้นผิวดาวอันเป็นปัจจัยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการพลังงานในการดำรงชีวิต โดยก๊าซที่ทำหน้าที่เป็นผ้าห่มนี้คือ ก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไอน้ำ (H_2O) ก๊าซโอโซน (O_3) ฯลฯ

แม้ว่าปัจจุบันก๊าซเหล่านี้ที่มีปริมาณสูงเกินไปจะทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้นอย่างเลี่ยงไม่ได้ แต่ในอดีตหลังการเกิดของโลก และการปะทุของภูเขาไฟเป็นเวลาช้านาน ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นในปริมาณที่เหมาะสมในชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) ช่วยทำให้โลกมีช่วงอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการกำเนิดชีวิตได้ (origin of life) จนพัฒนากลายเป็นดวงดาวแห่งชีวิต (living planet) แต่หลังจากยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา มนุษย์ได้พัฒนาเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด จนทำให้ก๊าซเหล่านี้ถูกปล่อยออกมาอย่างมหาศาล ส่งผลให้หลังคาบางส่วนเริ่มมีรูรั่ว โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีโอโซนหนาแน่น เนื่องจากโอโซนเป็นก๊าซที่แตกตัวกลายเป็นออกซิเจน และอะตอมออกซิเจน และกลับมาเป็นก๊าซโอโซนด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ไม่รู้จบ แต่ด้วยความสามารถที่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารได้ทุกชนิด เมื่อบริเวณนั้นมีสารอื่น ๆ โดยเฉพาะ สาร CFCs (Chlorofluorocarbons) เป็นปริมาณมาก ก็จะทำให้อโอโซนแตกตัวและไปจับกับสารอื่นจนไม่สามารถกลับมาเป็นโอโซนได้อีก จนเกิดรูรั่วที่ไม่สามารถป้องกันรังสีความร้อนที่ตกลงมาสู่โลกได้มากพอ และยังทำให้หลังคาบางส่วนหนาขึ้นเรื่อย ๆ จากก๊าซกลุ่ม คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ จนรังสีความร้อนบนพื้นโลกไม่สามารถทะลุออกไปนอกชั้นบรรยากาศได้ และยังสะท้อนกลับลงมาบนพื้นผิวโลก ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรือที่เรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก

หลักฐานจากการขุดค้นน้ำแข็งในขั้วโลกใต้ซึ่งเป็นเหมือนแคปซูลกาลเวลา (time capsule) ได้แสดงให้เห็นว่า สภาพอากาศในอดีตตลอดประวัติศาสตร์กว่า 400,000 ปีที่ผ่านมา ไม่มียุคไหนเลยที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะสูงอย่างทุกวันนี้ (Lawie, 2023)

นักวิทยาศาสตร์เคยประเมินไว้ว่า หากอยากให้โลกปลอดภัย เราไม่ควรปล่อยให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกิน 350 ppm แต่จากข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2567 พบว่า ระดับคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยพุ่งสูงถึง 423.6-425.6 ppm ไปแล้ว ซึ่งเทียบกับหลายแสนปีที่ผ่านมามีช่วงที่คาร์บอนไดออกไซด์สูงเกิน 300 ppm เลย สาเหตุของการที่คาร์บอนไดออกไซด์พุ่งพรวดขึ้นขนาดนี้ก็มิใช่จากสาเหตุอื่นใด นอกจากกิจกรรมของมนุษย์เราเอง เช่น

- การเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel combustion) ไม่ว่าจะเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในภาคอุตสาหกรรมจากการผลิต เช่น สารทำความเย็น ที่ก่อให้เกิดก๊าซในกลุ่มฟลูออรีนเตอริส (F-gas) ที่มีศักยภาพกักเก็บความร้อนได้ดีกว่า คาร์บอนไดออกไซด์หลายพันเท่า

ภาคการผลิตพลังงานจากการผลิตไฟฟ้า ภาคประชาชนจากการใช้ก๊าซหุงต้ม หรือภาคขนส่งจากยานพาหนะต่าง ๆ ล้วนทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากปฏิกิริยาทั้งเผาไหม้สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์

- กระบวนการทางอุตสาหกรรม (industrial processes) กิจกรรมทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ ผลิตเหล็ก การแปรรูปทางเคมี หรือการกลั่นใด ๆ ก็ตาม มักจะได้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้จากการเผาไหม้ และปฏิกิริยาทางเคมี โดยในปี ค.ศ. 2022 นักวิจัย คิมและคณะ (Kim et al., 2022) ได้ประเมินและรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอุตสาหกรรมเหล็ก และเหล็กกล้าพบว่า มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 2.6 Gt CO_2e ต่อปี คิดเป็น 7% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลกจากการใช้พลังงาน ต่อมา คาเอมและคณะ (Khayum et al., 2023) ได้รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ไว้ในปี ค.ศ. 2023 พบว่ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็น 5-8% ของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากทั่วโลก



- ตัดไม้ทำลายป่าและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ (deforestation and land use change) การแผ้วถางป่าเพื่อการเกษตร การพัฒนาชุมชน การสร้างเมือง หรือโครงสร้างพื้นฐานใด ๆ ก็ตาม มักทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในต้นไม้ และดินออกสู่ชั้นบรรยากาศ โดยร้อยละ 80 มาจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าให้เป็นพื้นที่เพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ (Carbon Brief, 2022)



- เกษตรกรรมและปศุสัตว์ (agriculture and livestock) การปลูกข้าว ผลไม้ หรือผลผลิตทางการเกษตร ใด ๆ ก็ตามในปัจจุบัน มักใช้ปุ๋ย หรือสารเคมีในการบำรุงพืช ทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกนานาชนิด ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ หรือแม้แต่จากการเผาไร่หลังหมดรอบการปลูกพืช รวมไปถึงการเลี้ยงปศุสัตว์ที่มักมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนออกมาในปริมาณมาก ทั้งจากการผลิตอาหารของสัตว์และจากตัวสัตว์เองผ่านการเรอ และผายลม หรือมูลของสัตว์ โดยวัวหนึ่งตัว ผลิตมีเทนราว 250-500 ลิตรต่อวัน คาร์บอนไดออกไซด์ 5,000-7,500 ลิตรต่อวัน และไนตรัสออกไซด์ 0.3-0.5 กรัมต่อวัน (Gerlach et al., 2018; Kinsman et al., 1995) ในขณะที่ทั่วโลก มีวัวรวมแล้วกว่า 1,500 ล้านตัว เท่ากับว่า ในหนึ่งวันจะมี มีเทนถูกปล่อยออกมาจากวัวทั่วโลก ประมาณ 375-750 พันล้านลิตรต่อวัน คาร์บอนไดออกไซด์ 7,500-10,500 พันล้านลิตรต่อวัน และไนตรัสออกไซด์ 450-750 เมตริกตันต่อวันเลยทีเดียว ทั้งนี้ ยังมีรายงานปริมาณคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตร ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนถึงการนำไปใช้มากกว่า 2% ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากทั่วโลก (University of Exeter, 2022) และรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไร่หลังการทำเกษตรแค่เพียงในประเทศอินเดียประเทศเดียวถึง 33,834 จิกะกรัมต่อปี และยังมีแนวโน้มว่า จะเพิ่มขึ้นในปีต่อ ๆ ไปอีกด้วย (Deshpande et al., 2023)

- การจัดการของเสีย (waste management) การฝังกลบ เผาขยะ และการสลายตัวของอินทรีย์ในหลุมฝังกลบ ทำให้ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนออกมากิจกรรมเหล่านี้ คือกิจกรรมหลักบางส่วนของมนุษย์ที่มีส่วนปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันจะส่งผลกระทบต่อไปในสิ่งแวดล้อมและสังคม

3.2 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทั่วโลก (rise in global temperatures)

ในคนปกติ อุณหภูมิร่างกายเฉลี่ยอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส การที่เรามีไข้ หรือมีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นมา 1 องศาเซลเซียส อาจหมายถึงร่างกายเราอาจมีความผิดปกติเกิดขึ้น เช่น การติดเชื้อ หรือการได้รับสารพิษเป็นกลไกการป้องกันตัวของมนุษย์ในการสร้างสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อเชื้อ หรือการเร่งกระบวนการกำจัดสารพิษ เพื่อให้ร่างกายกลับสู่สภาวะปกติ แต่หากเมื่อไรก็ตามที่อุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นสูงมากถึง 40 องศาเซลเซียสจนระบบต่าง ๆ ไม่อาจทำงานด้วยตัวเองได้ เมื่อนั้น อาจเกิดอันตรายถึงชีวิตเกิดขึ้น และเมื่อไรก็ตามที่ขึ้นไปถึง 42 องศาเซลเซียส สมอคนเราอาจได้รับความเสียหาย และเสียชีวิตในที่สุด



จะเห็นได้ว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเพียงแค่นี้ ไม่ก็องศาเซลเซียสกลับส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์เราอย่างมาก แล้วสุขภาพของโลกที่กำลังเผชิญปัญหาอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างรุนแรงจากภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) ด้วยฝีมือของมนุษย์ที่ทำให้รังสีความร้อนสะท้อนกลับมายังพื้นโลกมากขึ้น จะแก้ปัญหาได้อย่างไร ในเมื่อระบบนิเวศที่คอยทำหน้าที่ป้องกันสุขภาพของโลกก็ได้ถูกมนุษย์ทำลายไปอย่างมหาศาลแล้ว



เมื่ออุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แม้จะดูเหมือนว่า โลกมีใช้ร้อน ๆ ที่พื้นฟูกลับไปสู่สภาวะปกติ ได้ด้วยระบบนิเวศบนโลกเอง แต่การเพิ่มของอุณหภูมิที่เหนือระดับก่อนยุคอุตสาหกรรมนี้ (pre-industrial revolution age) ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ของรูปแบบสภาพอากาศ ระบบนิเวศ และสังคมมนุษย์ โดยเฉพาะในภูมิภาคที่เปราะบางอย่างขั้วโลกเหนือ (arctic region) ที่เกิดการละลายของยอดน้ำแข็ง (ice caps) และชั้นดินเยือกแข็ง (permafrost) อย่างรวดเร็ว รวมถึงการเกิดสภาวะภูมิอากาศสุดขั้ว (extreme weather) อย่างพายุเฮอริเคน (hurricane) กระแสลมวนขั้วโลก (polar vortex) ความแห้งแล้งและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น จนก่อให้เกิดความเสียหายเป็นวงกว้างต่อโครงสร้างพื้นฐาน เกษตรกรรม และการย้ายถิ่นฐานของมนุษย์ (Paltan et al., 2018; Gagnon, 2022; Yang, 2022) ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่อ่อนไหว เช่น เกิดมรสุมในแอฟริกา จะทำให้เกิดฝนตกในบริเวณทะเลทรายซาฮารามากขึ้น หิมะบนภูเขาคิรีมันจาโร และเทือกเขาแอลป์ละลาย น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ปะการังในเขตร้อนลดลง ทะเลเป็นกรดมากขึ้นจากการผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสัตว์เสี่ยงลูกด้วยนมจะเสียพื้นที่อยู่อาศัยไปร้อยละ 4

หลายปีก่อน นักวิทยาศาสตร์ได้กำหนดขีดจำกัดของอุณหภูมิที่ปลอดภัยไว้ว่า เราไม่ควรปล่อยให้โลกอุณหภูมิสูงเกิน 1.5 องศาเซลเซียส เทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรม เพราะหากเลยจุดนั้น ความรุนแรงของผลกระทบจะเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด แต่เมื่อปี พ.ศ. 2566 โลกก็ได้ก้าวผ่านจุดนั้นไปแล้ว และผลกระทบดังกล่าว ได้เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ และสังคมมนุษย์ไปอย่างถาวร เช่น แนวปะการังที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การที่อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นถึง 1.5 องศาเซลเซียสนั้น ส่งผลให้ปะการังทั่วโลกเกิดการฟอกขาว (coral bleaching) และตายลงเป็นวงกว้าง โดยอาจมากถึง

ร้อยละ 70-90 ในทั่วโลก อันจะส่งผลต่อสัตว์น้ำต่าง ๆ ที่ใช้ปะการังเป็นแหล่งอนุบาล หรือแม้แต่การป้องกันชายฝั่งที่เคยมีปะการังเป็นแนวกันคลื่น รวมไปถึงระดับน้ำทะเล (sea level) ที่เพิ่มสูงขึ้นจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก จนทำให้เกิดความท้าทายของมนุษย์ต่อการปรับตัวของมนุษย์ในการเสาะหาที่อยู่อาศัยกับภัยพิบัติที่เริ่มต้นขึ้นไปแล้ว (Liu et al., 2017; Paltan et al., 2018; Li et al., 2022; Mirand et al., 2023)

เมื่ออุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียสจะทำให้ฤดูร้อนทุก ๆ ปีของทวีปยุโรป มีความร้อนสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียนอาจต้องเผชิญกับคลื่นความร้อนยาวนานถึง 6 สัปดาห์ต่อปี และปริมาณฝนตกอาจจะลดลงถึง 1 ใน 5 ของปัจจุบัน อัตราการเกิดไฟป่าเพิ่มสูงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกจะละลายเกือบหมด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำลายแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ สัตว์เสี่ยงสูญพันธุ์ด้วยนจะเสียพื้นที่อยู่อาศัยไปร้อยละ 8 ปะการังหายไปถึงร้อยละ 99 และจะนำไปสู่การสูญพันธุ์

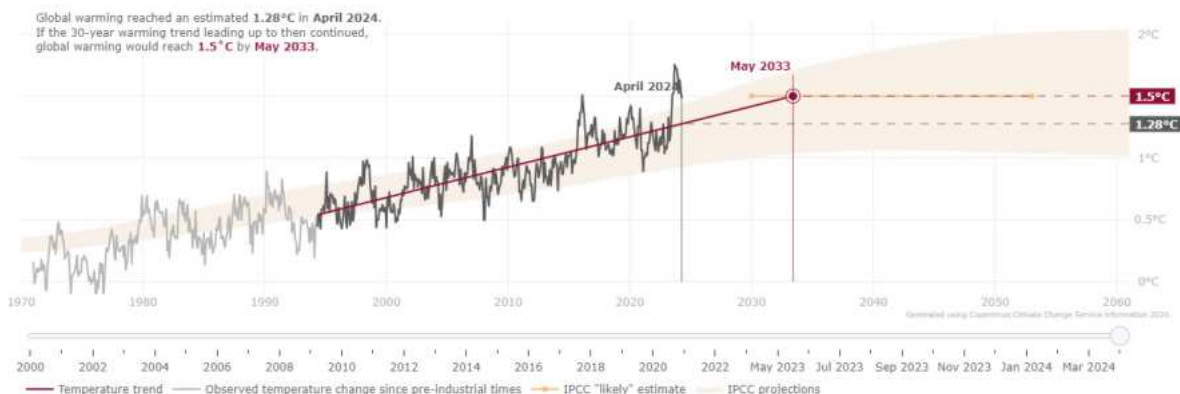
เมื่ออุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้น 3 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดไฟป่าในป่าอมซอน ทวีปออสเตรเลียจะไม่มีฝนตกต้องตามฤดูกาลอีกต่อไป ความรุนแรงของพายุเฮอริเคนจะเพิ่มมากขึ้นจนถึงระดับ 5 ปริมาณอาหารในโลกจะขาดแคลนถึงขั้นรุนแรง จนอาจทำให้เกิดผู้ลี้ภัยจากสภาพภูมิอากาศ (climate refugees) โดยต้องอพยพจากเขต subtropical (ละติจูด 23.5-35 องศา) ไปยังเขต middle latitude (ละติจูด 35-65 องศา) ทางตอนเหนือของทวีปยุโรปจะมีฤดูร้อนที่แห้งแล้ง และฤดูหนาวที่มีน้ำท่วมรุนแรงจากฝนตกหนักและน้ำทะเลหนุนจากพายุ และสัตว์เสี่ยงสูญพันธุ์ด้วยนจะเสียพื้นที่อยู่อาศัยไปร้อยละ 41

เมื่ออุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้น 4 องศาเซลเซียสจะทำให้ก๊าซเรือนกระจกหลายแสนล้านตันซึ่งถูกเก็บกักไว้ในชั้นดินเยือกแข็งในภูมิภาคอาร์คติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไซบีเรียเริ่มละลาย และปล่อยก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมหาศาลออกมา น้ำแข็งทั้งหมดในมหาสมุทรอาร์คติกจะละลายหายไปจนหมด ทำให้ขั้วโลกเหนือจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด แผ่นน้ำแข็งทางตะวันตกของแอนตาร์คติก (ขั้วโลกใต้) อาจละลายหลุดออกจากแผ่นหินที่มันยึดเกาะอยู่และพังทลายลงเนื่องจากอุณหภูมิที่ทะเลที่สูงขึ้น นำไปสู่ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นอีก 5 เมตร ทะเลทรายซาฮาราจะขยายอาณาเขตไป

จนข้ามช่องแคบยิบรอลตาร์ (the Straits of Gibraltar) เพื่อเกาะแอลป์จะไม่มีน้ำแข็ง และหิมะเหลืออยู่อีก

เมื่ออุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้น 5 องศาเซลเซียสโลกจะกลับไปเหมือนสมัยยุคอีโอซีน (Eocene) และจะทำให้เกิดสารมีเทนไฮเดรต (methane hydrate) ระเบิดออกมาจากใต้ทะเลได้ ในปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ทะเลเฮอร์” (ocean burp) ที่จะกระตุ้นให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นอย่างรุนแรง และพื้นสมุทรอาจล่มลงเมื่อมันปล่อยก๊าซมีเทนออกมาแล้ว จะทำให้เกิดคลื่นยักษ์สึนามิขนาดมหึมาพุ่งตรงเข้าสู่แนวชายฝั่ง

ท้ายที่สุด เมื่ออุณหภูมิโลกเพิ่มไปถึง 6 องศาเซลเซียสโลกจะกลับไปเหมือนสมัยยุคเพอร์เมียน (Permian) ซึ่งมีภาวะเสมือนการ “ล้างโลก” จะทำให้ 95% ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกจะสูญพันธุ์ในสภาวะนี้ เราไม่สามารถย้อนกลับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ๆ ได้แล้ว ทั้งสภาวะโลกร้อน ธารน้ำแข็งละลาย น้ำทะเลเพิ่มสูง การกัดเซาะชายฝั่ง ภัยแล้ง และน้ำท่วม อันจะมีแต่แรงกระตุ้นการมากขึ้นทุกวัน รวมไปถึงความไม่เสถียรในระบบนิเวศต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทั้งความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต การเสียพื้นที่อยู่อาศัย และการหยุดชะงักการทำงานของระบบนิเวศ (ecological functions) นอกจากนี้ในแง่ของระบบนิเวศแล้ว ในด้านสังคม และเศรษฐกิจ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้เกิดความไม่เท่าเทียมทางสังคม และเศรษฐกิจรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มคนเปราะบาง เช่น คนยากจน เด็ก คนสูงอายุ และชุมชนชายขอบ ฯลฯ ที่ไม่ได้เป็นบุคคลหลักในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยซ้ำ กลับประสบปัญหาการขาดแคลนอาศัยและแหล่งทรัพยากรที่ใช้ทำมาหากิน จากภัยพิบัติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยการเพิ่มของอุณหภูมิเพียงครึ่งองศาเซลเซียส จาก 1.5 เป็น 2 องศาเซลเซียส กลับทำให้ประชากรมนุษย์ที่ประสบปัญหาเหล่านี้เพิ่มขึ้นจาก 350 ไปถึง 410 ล้านคน ดังนั้น การจัดการกับผลกระทบของอุณหภูมิโลกที่เพิ่มขึ้น จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน และจริงจังอย่างมากในการดำเนินการ เพื่อให้ระบบนิเวศในธรรมชาติที่ยังคงเหลือสามารถฟื้นฟู และขยายตัวออกไปได้ รวมไปถึงการแสวงหาวิถีทางที่ช่วยให้กลุ่มชุมชนเปราะบางได้รับการบรรเทาต่อสภาวะที่เลวร้ายนี้ (The Guardian, 2007; Liu et al., 2017; Paltan et al., 2018; Li et al., 2022; Mirand et al., 2023; Tsirogiannis & Angelidis, 2023)



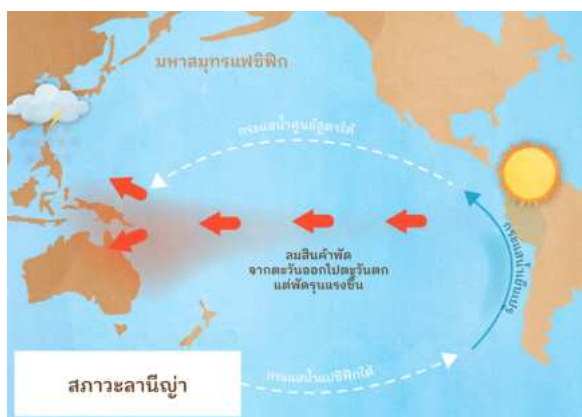
ภาพที่ 4 การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 – 2034 ที่มา:Tsirogiannis & Angelidis (2023)



ภาพที่ 5 สิ่งมีชีวิตจะเป็นอย่างไรเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส
ที่มา: ดัดแปลงจาก Thai Climate Justice for All (2021)

3.3 เอลนีโญและลานีญา (El Niño and La Niña)

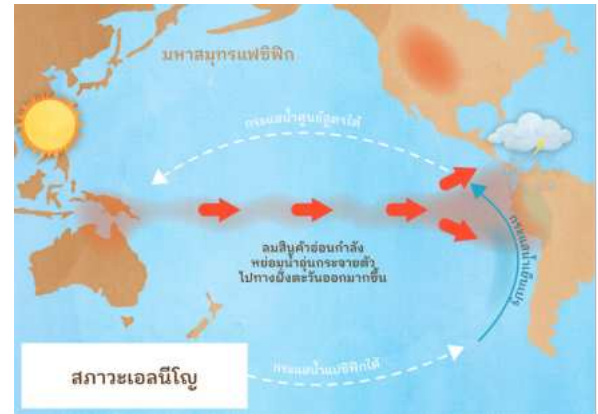
เหนือกว่าภาวะโลกร้อน (global warming) คือ สภาวะโลกรวน (climate change) เพราะอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นไม่ได้ส่งผลแค่อากาศร้อนเพียงอย่างเดียว แต่ผลกระทบต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปยังทำให้ภูมิอากาศทั่วโลกเกิดความแปรปรวน พื้นที่แห้งแล้งก็มีแนวโน้มแห้งแล้งรุนแรงขึ้น พื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมก็มีโอกาสน้ำท่วมรุนแรงขึ้น ไฟป่ามีแนวโน้มรุนแรงขึ้น พายุมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น และเกิดบ่อยขึ้น โดยผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นนั้น เกิดมาจากการปรากฏการณ์ 2 อย่าง คือ เอลนีโญ และลานีญาที่เป็นปรากฏการณ์สภาพภูมิอากาศที่เชื่อมโยงถึงกัน และเกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน โดยมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อรูปแบบสภาพอากาศทั่วโลก El Niño ในภาษาสเปนแปลว่า “เด็กชาย” หรือ “เด็กของพระคริสต์” ส่วน La Niña แปลว่า “เด็กหญิง” จากการพบเจอของกลุ่มชาวประมงในเปรูเป็นครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ. 1600 (Fitriana et al., 2022; Sahu et al., 2022; Josh, n.d.)



ภาพที่ 6 ปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña)
ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2021)

ในสภาวะ “ปกติ” น้ำที่ผิวทะเลในกลางมหาสมุทรแปซิฟิกจะเย็นกว่าทางตะวันออกจากการที่กระแสน้ำ gulf stream พัดพากระแสน้ำอุ่นมาใกล้ที่แถบชายฝั่งอเมริกาใต้และอุ่นกว่าทางตะวันตก (แถบชายฝั่งออสเตรเลีย และ

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้) ความต่างของอุณหภูมิจากสูง (ฝั่งตะวันออก) ไปต่ำ (ฝั่งตะวันตก) จึงทำให้เกิดกระแสลมที่เรียกว่า “ลมสินค้า” (trade winds) ที่มีพัดจากฝั่งตะวันออกไปตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ผสมกับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะค่อย ๆ ทำให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลอุ่นขึ้นขณะที่มันเคลื่อนไปในทิศทางนี้ เมื่อผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้นนี้ไปถึงชายฝั่งตะวันตกของแปซิฟิก ไอน้ำที่เกิดขึ้นจากความร้อนของผิวน้ำจะลอยตัวขึ้นจากผิวน้ำที่ต่ำและเมื่อปะทะเข้ากับไอเย็นจากการไหลของมวลความกดอากาศต่ำจากแผ่นดิน จึงทำให้เกิดฝนตกขึ้นในแถบชายฝั่งนี้



ภาพที่ 7 ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño)
ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2021)

แต่ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่เป็นส่วนหนึ่งของ “ความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้เอลนีโญ” (El Niño-Southern Oscillation, ENSO) นั้น พบว่าลมสินค้าที่เคยพัดจากฝั่งตะวันออกไปตะวันตกของแปซิฟิกได้อ่อนกำลังลง ส่งผลให้ผิวน้ำทะเลกลางมหาสมุทรที่อุ่นไหลกระจายตัวย้อนกลับไปยังฝั่งตะวันออกแทน และส่งผลกระทบเป็นวงกว้างออกไปในหลาย ๆ พื้นที่ เช่น

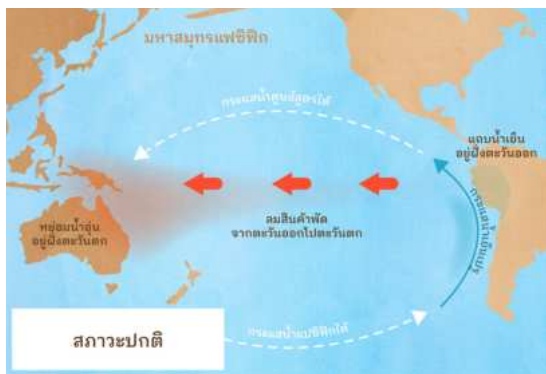
- ฝนตกหนัก (heavy rain) เมื่อความร้อนผิวน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการไหลย้อนในแถบชายฝั่งอเมริกาใต้ และรอบ ๆ เช่น เปรู เอกวาดอร์ และโคลอมเบีย ส่งผลให้ไอน้ำระเหยขึ้นมากกว่าเดิมจนเมื่อไปปะทะกับไอเย็นจากชายฝั่ง จึงทำให้ในแถบนั้นจากที่มีฝนตกน้อยก็กลายเป็นฝนตกหนักไป อีกทั้งยังส่งผลกระทบในหลาย ๆ พื้นที่อีกด้วย จนอาจทำให้เกิดน้ำท่วมได้

- ความแห้งแล้ง (drought) เมื่อกระแสน้ำที่อุ่นกว่าค่าเฉลี่ยไม่ได้ถูกพัดพามายังทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผิวน้ำในบริเวณนั้นจึงเย็นกว่า ส่งผลให้มวลอากาศเย็นจากแผ่นดิน ไม่เกิดการปะทะกับไอน้ำที่ควรจะต้องเกิดจากการระเหยที่ชายฝั่ง แต่ไหลไปถึงกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและปะทะกันในบริเวณนั้น จนเกิดการควบแน่น และเกิดเป็นฝนนอกชายฝั่งแทน เมื่อไม่มีฝนในแถบชายฝั่ง จึงทำให้พื้นที่ในบริเวณนั้นอาจประสบปัญหาภัยแล้ง และฝนทิ้งช่วงได้ และอาจเกิดคลื่นความร้อนจนเกิดไฟป่ารุนแรงได้เช่นกัน

- ทะเลเดือด (rising sea temperature) การพัดพาที่ผิดปกติของผิวน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิสูงมายังแถบ

ตะวันตกของแปซิฟิก ส่งผลให้ระบบนิเวศตามแนวปะการังในแถบนั้น ได้รับผลกระทบอย่างมากจนอาจเกิดการฟอกขาวและพังทลายลงจนสัตว์น้ำวัยอ่อนอุปโภคบริโภคไม่ได้ และยังส่งผลต่อชายฝั่งที่ขาดแนวกันคลื่น จึงทำให้เกิดการกัดเซาะ และการรุกรานของชายฝั่งไปเรื่อย ๆ รวมไปถึงเมื่อไม่มีแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ ปริมาณสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจจึงลดลงตามไปด้วยอันจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมประมงชายฝั่ง

เมื่อพื้นผิวน้ำทะเลได้รับผลกระทบจากอิทธิพลจากความร้อนของโลกที่เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำทะเลในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนกลาง และตะวันออก โดยเฉพาะนอกชายฝั่งของอเมริกาใต้ มีค่าเฉลี่ยอุ่นกว่าในบริเวณอื่น ๆ น้ำทะเลที่อุ่นขึ้นนี้จะไปขัดขวางรูปแบบการไหลเวียนปกติของบรรยากาศจากผลของการปล่อยความร้อนจากทะเลขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของลมจากความกดอากาศที่เบาบางลง จึงทำให้อากาศขยายตัวและลอยตัวขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศพร้อมกับนำพาความร้อนขึ้นไปมากขึ้นจนเมฆฝนไม่สามารถก่อตัวได้ ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าว ยังส่งผลต่อตำแหน่ง และความรุนแรงของฝนที่เกิดขึ้น การไหลของความร้อน และความกดอากาศ รวมไปถึงการก่อตัวของพายุทั่วโลก



ภาพที่ 8 ภูมิอากาศ ในสภาวะปกติ
ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2021)

3.4 การอ่อนแรงของกระแสน้ำมหาสมุทร (weakening ocean currents)

มหาสมุทรเปรียบดังเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ของโลก โดยมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสภาพอากาศจากการกระจายความร้อน แร่ธาตุ และสารอาหารไปทั่วโลก ระบบการไหลในมหาสมุทรที่รู้จักกันดี คือกระแสน้ำพลิกกลับของมหาสมุทรแอตแลนติก (Atlantic meridional overturning circulation, AMOC) ซึ่งเป็นระบบหมุนเวียนขนาดใหญ่ที่ลำเลียงน้ำอุ่นผิวน้ำจากเขตร้อนไปยังมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ และมีกระแสน้ำเย็นที่นำพาความเย็นจากขั้วโลกมาสู่แถบเส้นศูนย์สูตร ทำให้อุณหภูมิโลกเหมาะแก่การอยู่อาศัย กระแสน้ำเหล่านี้จะควบคุมความร้อน และความชื้นออกในชั้นบรรยากาศ ซึ่งส่งผลต่อสภาพอากาศ รูปแบบและความแปรปรวนของสภาพอากาศ (Vecchi & Soden, 2007; Piecuch, 2020; Zhang et al., 2023)

กระแสน้ำนี้ทำงานเหมือนสายพานที่ไม่เคยหยุดนิ่ง เริ่มต้นจากน้ำทะเลบริเวณขั้วโลกที่มีความเย็นจัดและความเค็มสูงจมตัวลง (น้ำเย็นมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำอุ่น

น้ำที่มีความเค็มสูงมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำที่ความเค็มต่ำ) เมื่อกระแสน้ำที่เย็นและเค็มนี้จมลง มันก็จะไหลไปกับกระแสน้ำใต้มหาสมุทรออกสู่เขตเส้นศูนย์สูตร เมื่อกระแสน้ำเย็นมาถึงบริเวณนี้ อุณหภูมิก็จะเพิ่มสูงขึ้น และลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ แล้วไหลเวียนกลับมาสู่ขั้วโลกอีกครั้งผ่านการพัดพาของผิวน้ำ ซึ่งก็จะเย็นตัว และจมลงอีกครั้ง เกิดเป็นวัฏจักรหมุนเวียนไปเรื่อย ๆ แต่เมื่ออุณหภูมิโลกสูงขึ้น ส่งผลให้น้ำแข็งละลายมากขึ้น ทำให้น้ำทะเลขั้วโลกมีความเค็มน้อยลง และอุณหภูมิสูงขึ้น จึงส่งผลให้การจมตัวของกระแสน้ำน้อยลง สายพานนี้จึงอ่อนแรงลงเรื่อย ๆ เมื่อ AMOC อ่อนแอลงเรื่อย ๆ จึงทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนและการขนส่งสารอาหารลดลงตามไปด้วย เมื่อถึงจุดหนึ่งอาจเกิดการชะงักของสภาพภูมิอากาศรอบโลก เช่น

- การหมุนเวียนสารอาหารและแร่ธาตุที่ลดลง อาจส่งผลต่อการกระจายตัวของแพลงก์ตอนที่เป็

- ห้วงโซ่อาหารลำดับแรก จนส่งผลกระทบต่อประชากรสัตว์น้ำในลำดับถัดมา และท้ายที่สุดอาจส่งผลกระทบต่อประมงที่จับปลาได้น้อยลง

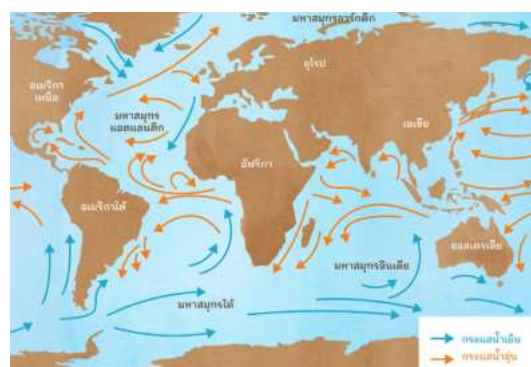
- การถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากกระแสน้ำเย็นเข้ามาดูดซับความร้อนในเขตเส้นศูนย์สูตรทำได้น้อยลง ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศในแถบนี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

- ความหนาวที่ก่อตัวมากขึ้นจากการที่น้ำอุ่นไม่ถูกพัดพาขึ้นไป อาจส่งผลให้พื้นที่ในแถบใกล้กับขั้วโลกมีสภาพติดลบจนไม่อาจอยู่อาศัยได้

- การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำที่เกิดขึ้น อาจ

- ส่งผลต่อการไหลเวียนของบรรยากาศ และระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นจนอาจส่งผลต่อให้เกิดพายุที่รุนแรง และถี่ขึ้น รวมทั้งเกิดภัยแล้งในบางพื้นที่

ณ ขณะนี้กระแสน้ำที่ไหลเวียนรอบโลกยังมีการไหลเวียนอยู่ แต่แค่ชะลอตัว และอ่อนแรงลง แต่ผลกระทบจากความร้อนของโลกที่เพิ่มขึ้นได้ส่งผลให้ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเร็วมากยิ่งขึ้น แม้มนุษย์ไม่อาจบังคับการไหลของกระแสน้ำได้ แต่ในการแก้ไขที่ต้นตอของปัญหาอย่างการจัดการเรื่องโลกร้อน เรายังแก้ไขได้ เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสน้ำนี้หยุดลง เพราะถ้าวันนั้นมาถึงก็อาจทำให้บางพื้นที่ของยุโรปหนาวมากจนไม่เหมาะแก่การอยู่อาศัย หรือประเทศในแถบเส้นศูนย์สูตรร้อนแรงยิ่งกว่าเดิมหลายเท่า แม้ยังไม่นับรวมผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในทะเลที่หุดหายไปหากกระแสน้ำนี้หยุดลงอีกด้วย



ภาพที่ 9 แบบจำลองการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวน้ำในมหาสมุทร
ที่มา: ดัดแปลงจาก สันติ ภัยหลบลี้ (2021)

3.5 ปรากฏการณ์ทะเลกรด (ocean acidification)

ความเป็นกรดของกระแสน้ำในมหาสมุทรเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมเร่งด่วน ที่ส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อระบบนิเวศทางทะเล และระบบภูมิอากาศโลก เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล และการตัดไม้ทำลายป่า คาร์บอนไดออกไซด์ส่วนหนึ่งจะละลายลงสู่มหาสมุทร และทำปฏิกิริยากลายเป็นกรดคาร์บอนิก (carbonic acid, H_2CO_3) และทำให้ค่า pH ในมหาสมุทรมีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเทียบกับคนเราแล้ว แค่เราโดนกรดจากน้ำยาฟอกน้ำเพียงไม่กี่หยด เรายังทรมานและปวดแสบปวดร้อน แต่สัตว์น้ำที่ต้องอาศัยในมหาสมุทรที่มีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นทุกวันจะต้องทนทุกข์ทรมานแค่ไหน โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่มีโครงสร้างแข็งจากหินปูน (calcium carbonate, $CaCO_3$) อย่างหอยและปะการังจะถูกกัดกร่อนจากความเป็นกรดเหล่านี้อย่างมาก ส่งผลให้โครงสร้างอ่อนแอไม่อาจเจริญเติบโตได้ เสี่ยงต่อการติดเชื้อ และอาจถึงตายในที่สุด เช่น เปลือกของหอย *Cyclope neritea* และ *Nassarius corniculus* ที่อาศัยในพื้นที่ที่มี pH แตกต่างกันเพียงแค่ 0.8 (pH 7.2 และ 8.0) กลับทำให้การฟุ้งกระจายของเปลือกแตกต่างกันอย่างมาก และถึงแม้หอยบางชนิดอาจจะอยู่รอดในสภาพแวดล้อมใหม่ แต่ก็อาจจะมีขนาดตัวที่เล็กลงเพื่อลดพื้นที่ผิวที่จะโดนกัดกร่อน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “Lilliput effect” การฟุ้งกระจายของเปลือกหอยนี้ยังส่งผลต่ออุตสาหกรรม และการประมงเกี่ยวกับหอยหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาเช่นกัน ในบางที่ถึงขั้นล่มสลาย และปิดตัวลงเพราะหอยไม่รอดไปถึงระยะโตเต็มวัย



อีกผลกระทบที่เด่นชัดที่สุดในมหาสมุทร คือ การกัดกร่อนของแนวปะการัง เนื่องจากปะการังมีโครงสร้างแข็งที่สร้างจากหินปูน และเมื่อผนวกกับความร้อนที่สูงขึ้นยิ่งส่งผลให้ปะการังเหล่านี้ค่อย ๆ ตายลงจากการสลายของโครงสร้างหินปูน และการเกิดการฟอกขาวมากยิ่งขึ้นนำไปสู่ผลกระทบต่อการกัดเซาะชายฝั่งต่อไป นอกเหนือจากสัตว์สองกลุ่มนี้ ความเป็นกรดยังส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น การหาอาหารลดลง การสืบพันธุ์ลดลง และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้น้อยลง อันนำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในมหาสมุทร (Crawford et al., 2003; Doney, 2006; Solomon et al., 2009; Dupont et al., 2010; Garilli et al., 2015; Clements & Chopin, 2017)

3.6 วงจรย้อนกลับ (feedback loop)

โลก ระบบนิเวศ หรือแม้แต่สิ่งมีชีวิต ต่างก็มีระบบระบบหนึ่งที่ทำหน้าที่รักษาสมดุล เราเรียกระบบนี้ว่า ระบบวงจรย้อนกลับแบบยับยั้ง (negative feedback loop) ที่ทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้สมดุลเกิดการพังทลายลง เช่น ในคนเรา เมื่อผิวหนังที่มีเซลล์รับสัมผัสการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตรวจจับได้ว่าสิ่งเร้าจากอากาศรอบข้าง (stimulus) ทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น เซลล์เหล่านี้ก็จะส่งสัญญาณผ่านกระแสประสาทไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) เพื่อตอบสนองย้อนกลับแบบยับยั้ง (negative feedback) โดยการขยายหลอดเลือด และการหลั่งเหงื่อ เพื่อระบายความร้อนในร่างกาย (response) เพราะถ้าไม่มีการตอบสนองย้อนกลับแบบยับยั้ง ร่างกายอาจเสียสมดุลจากความร้อนที่มากเกินไปจนทำให้เสียชีวิตได้ในธรรมชาติก็เช่นกัน ความร้อนของป่าฝนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้มีการระเหยของไอน้ำเป็นจำนวนมาก และเมื่อไอน้ำควบแน่นเพียงพอก็จะกลั่นตัวลงมาเป็นฝนทำให้ฝนป่าเย็นตัวลงเป็นวัฏจักร สภาวะโลกร้อนก็เป็นอีกหนึ่งสิ่งเร้าที่โลกต้องเผชิญ และเคยเกิดขึ้นมาก่อนแล้วในอดีต

เมื่อโลกร้อนจนถึงจุดหนึ่งจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกนานนับล้านปี ความร้อนที่สูงขึ้นทั่วโลกจะทำให้น้ำแข็งขั้วโลกเกิดการละลาย และทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น แต่โลกก็มีการตอบสนองย้อนกลับแบบยับยั้ง เพื่อให้โลกกลับไปสู่สมดุลเช่นกัน (Bajželj & Richards, 2014; Obradovich & Rahwan, 2019; Kumar et al., 2021; UCAR Center for Science Education, n.d.) เช่น

- ไอน้ำที่ระเหยจากการที่โลกร้อนขึ้น จะลอยขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น ส่งผลให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านลงมาได้น้อยลง เมื่อไอน้ำในอากาศมีมากขึ้นก็จะเกิดฝนตกลงมามากขึ้นเช่นกัน ทำให้เกิดการชะล้างก๊าซเรือนกระจกที่ค้างอยู่ในชั้นบรรยากาศให้ลงมาถึงสะสมในพื้นดินอีกครั้ง

- ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น แม้จะส่งผลกระทบต่อชีวิตบนบก แต่น้ำทะเลที่สูงก็ทำให้พื้นที่ทะเลมีความมืดมิดมากขึ้นเช่นกัน ส่งผลให้น้ำทะเลดูดซับช่วงคลื่นของรังสีความร้อนได้มากขึ้น และเมื่อน้ำทะเลดูดซับความร้อนเข้าไปมากพอจะทำให้อุณหภูมิในอากาศลดต่ำลงไปด้วย

นอกจากการตอบสนองย้อนกลับทางกายภาพแล้ว ทางชีวภาพอย่างพืช และแพลงก์ตอนพืชก็มีส่วนช่วยในการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่เป็นก๊าซเรือนกระจกให้ลดน้อยลงเช่นกัน



ปฏิริยาการตอบสนองของย้อนกลับแบบยับยั้งนี้
กว่าจะเกิดขึ้นจนโลกกลับไปสู่สมดุลได้นั้น อาจกินเวลานาน
เกินกว่าอายุขัยของมนุษย์จะคงอยู่ได้ สิ่งที่มีมนุษย์กำลังเผชิญ
และกระทำในปัจจุบัน ไม่ใช่ปฏิริยาการตอบสนองของย้อนกลับ
แบบยับยั้ง แต่เป็นปฏิริยาการตอบสนองของย้อนกลับแบบ
เพิ่มพูน (positive feedback loop) เช่น

- ความแห้งแล้งทำให้เกิดไฟป่าบ่อย และรุนแรงขึ้น
ส่งผลให้คาร์บอนที่สะสมในเนื้อไม้ และดิน ถูกปลดปล่อย
ออกสู่บรรยากาศในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็น
ก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น พบว่าทุกที่โลกเหลือต้นไม้ดูดซับ
ก๊าซเหล่านี้น้อยลง ผลคือโลกจะยิ่งร้อนขึ้น แห้งแล้ง
มากขึ้น ไฟป่าเกิดบ่อย และมากขึ้น ๆ

- สิ่งที่เร่งปฏิริยาให้มากขึ้นไปอีกก็คือ มนุษย์
เพราะเมื่อโลกร้อนขึ้น สิ่งที่เราทำคือ การเปิดแอร์ หาระไร
เย็น ๆ กิน หรือแม้แต่เดินทางไปที่อื่นเพื่อคลายร้อน กิจกรรม
เหล่านี้ แม้จะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นกับตัวมนุษย์ แต่
ไม่ได้ช่วยลดความร้อนของโลกเลย แถมยังกระตุ้นให้ร้อน
ยิ่งขึ้นไปอีก เพราะทุกกิจกรรมที่กล่าวมานั้น ล้วนก่อให้เกิด
สภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น

ดังนั้น หากเราไม่หยุดวงจรการตอบสนองแบบ
เพิ่มพูนนี้ อีกหน่อยเราจะมีแต่ร้อนขึ้น ร้อนขึ้น และร้อนขึ้น
จนท้ายที่สุดโลกอาจจะกลับมาสู่สมดุล และเย็นขึ้นเหมือนกัน
จากการตอบสนองแบบยับยั้ง แต่กว่าจะเกิดขึ้นคงอีกหลาย
ล้านปี คงไม่มีมนุษย์หลงเหลืออยู่แล้วในเวลานั้น

4. การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งที่ 6 (sixth mass extinction)

“อัตราการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน คิดเป็นหลายสิบ
หรือหลายร้อยเท่าของค่าเฉลี่ย ในช่วง 10 ล้านปี
และเรากำลังสูญเสียด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ”

- IPBES, 2019 -

ในช่วงไม่ถึงร้อยปีที่ผ่านมาประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้น
อย่างก้าวกระโดด จนในปี ค.ศ. 2024 พบว่าจำนวนประชากร
โลกพุ่งไปถึง 8 พันล้านคน ผลที่ตามมาคือ ความต้องการ
ทรัพยากรที่มากขึ้น สวนทางกับความสมบูรณ์ของธรรมชาติ
ที่ค่อย ๆ เสื่อมถอย และสูญพันธุ์ไปอย่างรวดเร็ว โดย
บาร์นอสกีและคณะ (Barnosky et al., 2011) ได้บรรยาย
ไว้ถึงสถานการณ์ปัจจุบันไว้ว่า โลกกำลังเข้าสู่ยุคแห่ง
“การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งที่ 6” (The 6th Mass
Extinction) ซึ่งสาเหตุคราวนี้ไม่ใช่อุกกาบาต แผ่นดินไหว
หรือภูเขาไฟระเบิด แต่มาจากฝีมือของมนุษย์ทั้งสิ้น

จากรายงานของ IPBES ในปี ค.ศ. 2019 (IPBES,
2019) ที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากนักวิจัยทั่วโลก
และสรุปสาเหตุของการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่นี้ และพบว่ามี
สาเหตุหลัก 5 ประการด้วยกัน คือ

4.1 การทำลายถิ่นอาศัยและทำให้ถิ่นอาศัยกระจัดกระจายเป็น เสี่ยง ๆ (habitat destruction and fragmentation)

เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การขยายตัวของเมืองที่
รุกรานพื้นที่ธรรมชาติ การเปลี่ยนผืนป่าให้เป็นพื้นที่สำหรับ

การเกษตรเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์ การทำเหมืองแร่ โรงงาน
อุตสาหกรรม ทำเรื่อน้ำลึก การสร้างกำแพงกันคลื่นที่
ริมชายฝั่งทะเล การตัดถนนผ่านผืนป่า สร้างเขื่อน และ
ฝายชะลอน้ำ ส่งผลให้เกิดการปิดกั้นเส้นทางอพยพของ
ปลา รวมไปถึงเปลี่ยนทางไหลของน้ำ ทำให้บริเวณดังกล่าว
เปลี่ยนแปลงจากระบบนิเวศน้ำไหลกลายเป็นระบบนิเวศน้ำนิ่ง
สัตว์น้ำหลายชนิดไม่อาจดำรงชีวิตในระบบนิเวศที่เปลี่ยนไป
ได้ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นการทำลายถิ่นอาศัยของสิ่งมีชีวิต
อื่น ๆ และยังส่งผลให้ถิ่นอาศัยเหล่านั้นถูกแยกออกจากกัน
ทำให้สัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในแต่ละบริเวณของพื้นที่ธรรมชาติ
นั้นถูกแยกออกจากกัน ส่งผลต่อความหลากหลายทาง
พันธุกรรมที่จะลดลง รวมไปถึงพื้นที่สำหรับการออกหากิน
ลดลง และเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากมนุษย์มากขึ้น
เช่น การถูกล่า (hunt) หรือรถชน (roadkill) นั่นเอง
(Singh, 2023)

กรณีศึกษา

- ปัญหาปะการังฟอกขาว โดยในปี พ.ศ. 2564
มีรายงานพบการฟอกขาวของปะการังเป็นจำนวนมากที่
หาดพลา อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง บ่งชี้ได้ถึงวิกฤต
สิ่งแวดล้อมที่เริ่มลุกลามเข้ามาในประเทศไทย การฟอกขาว
ของปะการังทำให้สัตว์น้ำอีกหลายชนิดที่อาศัยประโยชน์จาก
ปะการังเหล่านี้หายไปด้วยการสูญเสียแหล่งอาหาร
และที่อยู่อาศัย โดยชาวประมงที่หาकिनบริเวณหาดพลาฯยังได้
รับผลกระทบจากการหายไปของสัตว์น้ำแนวปะการังอีกด้วย
ในปัจจุบันแนวปะการังที่หาดพลาเกิดการฟอกขาวอย่างต่อเนื่อง
มาเป็นเวลา 4 ปีแล้ว ก่อให้เกิดความเสียหายไปเกือบ 80%
ของแนวปะการังที่บริเวณดังกล่าว (PPTV Online, 2021)



ภาพที่ 10 แนวปะการังฟอกขาว ที่ท่า: ศิริพร ศรีอร่าม (2567)

- ปรากฏการณ์ทะเลเดือด จากการเปลี่ยนแปลง
ของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่ออย่างหนักในประเทศไทย
โดยในปี พ.ศ. 2567 มีรายงานสถานการณ์ของหญ้าทะเล
ในทางตอนใต้ของประเทศไทย อ้างอิงจากข้อมูลของ
ผศ.ดร.ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ (2567) รองคณบดีคณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ในปัจจุบันหญ้าทะเลในภาคใต้
บริเวณฝั่งอ่าวไทยยังอยู่ในสภาพที่ดี แต่เริ่มมีการลดลงบ้าง
ในขณะที่หญ้าทะเลบริเวณอันดามันใต้ ในแถบจังหวัดตรัง
และกระบี่ตอนล่าง พบว่าได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจาก
การที่อุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นรวมถึงการสร้างเขื่อน
จนทำให้ตะกอนที่ก้นทะเลถูกพัดพาไปแล้วกับหญ้าทะเล
ไปจนหมด การหายไปของหญ้าทะเลนั้นยังส่งผลกระทบต่อ
สัตว์ชนิดอื่น ๆ เช่น พะยูนที่ถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าสงวนของไทย
เริ่มหายไป

จากพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากหญ้าทะเลที่เป็นแหล่งอาหารของพะยูน หายไป ทำให้พะยูนต้องออกไปหาอาหารที่บริเวณอื่น หรือบางตัว อาจอดอาหารจนเกยตื้นตาย (ธรรณ, 2567; Spring, 2024)

- สำหรับเต่ามะเฟืองนั้นเป็นเต่าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกซึ่งดำรงเผ่าพันธุ์มาอย่างยาวนานกว่า 100 ล้านปี ทั้งยังถูกจัดให้เป็นสัตว์ทะเลหายากที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ การเติบโตของเต่ามะเฟืองตัวหนึ่งต้องใช้เวลาระยะเวลานาน จากลูกเต่าสู่วัยเจริญพันธุ์อาจต้องใช้ระยะเวลา 13-14 ปี นอกจากจะใช้เวลานานกว่าจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว ในปัจจุบัน จำนวนประชากรของเต่ามะเฟืองอยู่ในขั้นที่น่าเป็นห่วง นอกจากอัตราการตายที่สูงขึ้นจากการที่เต่ามะเฟืองกินถุงพลาสติกใส ที่หลุดรอดออกไปยังทะเล ด้วยความเข้าใจผิดว่าเป็นแมงกะพรุน ที่เป็นอาหารโปรดของเต่ามะเฟืองเองแล้ว พวกมันยังต้องพบกับภัยคุกคามอื่น ๆ เช่น การบริโภคไข่เต่าของมนุษย์ หรือ แม้แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเอง ก็ส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อจำนวนประชากรเต่ามะเฟืองเช่นกัน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561; ReReef, 2018)

ในปี พ.ศ. 2567 ได้มีการรายงานสถานการณ์การวางไข่ของเต่ามะเฟืองเอาไว้ว่า ไข่เต่ามะเฟืองรังสุดท้ายในฤดูกาลได้มีการฟักออกมา และมีลูกเต่ารอดชีวิตกลับลงสู่ทะเลทั้งสิ้น 64 ตัว โดยมีอัตราการรอด 80% แต่เนื่องจากการเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิโลกส่งผลต่อการกำหนดเพศของลูกเต่าที่อยู่ในไข่ ดังนั้น เมื่อลูกเต่าฟักออกมาก็พบว่า มีอัตราส่วนของเพศเมียมากกว่าเพศผู้ ส่งผลต่อประชากรเต่ามะเฟือง ที่มีอัตราส่วนของเต่าเพศผู้น้อยลง ดังนั้น เมื่อเต่าตัวเมียขึ้นมาวางไข่บนชายหาด ไข่เหล่านั้นก็อาจจะไม่ได้รับการผสม ท้ายที่สุดก็กลายเป็นไข่ลมไป หากสถานการณ์อุณหภูมิของโลกยังสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องไปอีกเรื่อย ๆ คาดว่า ประชากรเต่ามะเฟือง ในอนาคตคงจะลดน้อยลง และสูญพันธุ์ไปในที่สุด (Climate Center, 2024)

4.2 การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเกินพอดี (overexploitation of natural resources)

เช่น การทำประมงอย่างผิดกฎหมายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เกินพอดี (Singh, 2023) การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพต่ำ ทำให้สินค้านั้น ๆ เสียหายได้ง่าย หรือตกเรือเร็ว เพื่อกระตุ้นการซื้อใหม่ รวมไปถึงการที่ร้านอาหาร หรือร้านอาหารแฟรนไชส์ใช้ภาชนะแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งแทนภาชนะที่ใช้ซ้ำได้อีกทั้งยังมีโลกแฟชั่นที่ก่อกำเนิด Fast Fashion โดยรูปแบบของแฟชั่นประเภทดังกล่าวเกิดมาจากการออกแบบ ผลิต และจำหน่ายในตลาดเสื้อผ้าอย่างรวดเร็ว ด้วยดีไซน์ที่ใกล้เคียงกับเสื้อผ้าแบรนด์ดัง แต่ผลิตในราคาที่ถูก ทำให้เกิดความต้องการในตัวสินค้ามากขึ้น ส่งผลต่อปริมาณการผลิตที่ต้องเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ฯลฯ (Maiti, 2024)

แต่อย่างไรก็ตาม กระแสความนิยมของดีไซน์ที่มีการเปลี่ยนผ่านไปอย่างรวดเร็ว ทำให้สินค้ากลุ่มประเภท Fast Fashion ถูกทิ้งกลายเป็นขยะไปเป็นจำนวนมาก วงจรดังกล่าวส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการที่ฉาบฉวย และสร้างขยะมากในเวลาอันสั้น รวมถึงระบบเศรษฐกิจแบบเส้นตรงที่เป็นการ “ผลิต ใช้ ทิ้ง” โดยไม่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

รู้หรือไม่

การผลิตเสื้อยืดผ้าฝ้าย 1 ตัว ต้องใช้น้ำถึง 2,700 ลิตร และฝ้ายถือเป็นพืชที่มีการใช้สารเคมีในการเพาะปลูกมากเป็นอันดับต้น ๆ ในโลกเกษตรกรรม ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตฝ้ายนั้นเคยสร้างผลกระทบอย่างมากต่อธรรมชาติมาแล้ว โดยทำให้ทะเลสาบ Aral ในทวีปเอเชียกลางที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลกเหือดแห้งจนเกือบหมดไป ความสำคัญของทะเลสาบดังกล่าว นอกจากจะเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ล้อมรอบไปด้วยชุมชนประมงแล้ว ยังเป็นที่อยู่อาศัยของปลา 24 สายพันธุ์อีกด้วย โดยพื้นที่สำหรับเพาะปลูกฝ้ายกว่า 9 ล้านไร่ในได้สูบน้ำออกจากแม่น้ำต้นทางจนส่งผลให้ทะเลสาบแห้ง การสูญเสียดังกล่าว Aral ไป นอกจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศแล้วยังนับว่า อาจจะเป็นการสูญเสียบปลา หรือสิ่งมีชีวิตประจำถิ่นที่อาศัยทั้งในทะเลสาบและบริเวณรอบ ๆ ทะเลสาบอีกด้วย (Hoskins, 2014)



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบสภาพภูมิประเทศจากการแห้งเหือดของทะเลสาบ Aral ระหว่างปี ค.ศ. 1989 (ภาพซ้าย) และปี ค.ศ. 2014 (ภาพขวา) ที่มา: NASA Earth Observatory (2014)

4.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change)

ประเทศไทยจัดเป็นหนึ่งในประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ในอันดับต้น ๆ ของโลก โดยในทางภูมิศาสตร์นั้น ประเทศไทยอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นมาเล็กน้อย และยังมีพื้นที่ติดกับทะเล ทำให้ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตลอดทั้งปี และยังมี ความสูงต่ำของพื้นที่ที่ค่อนข้างหลากหลาย ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง และดับพลันเหมือนประเทศในเขตร้อน ประเทศไทยจึงไม่มีข้อจำกัด เช่น การมีฤดูหนาวที่รุนแรงจนส่งผลต่อการดำรงชีวิต และขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ฯลฯ

(มูลนิธิไทยรักษ์ป่า, 2565) โดยองค์มาและคณะ (2563) ได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในประเทศไทย พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวของประเทศไทยตลอดปี พ.ศ. 2562 นั้นอยู่ในช่วง 20 – 29 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิพื้นผิวของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 สูงขึ้น 0 – 3 องศา ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศย่อมส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เหมือนกับห่วงโซ่ที่ส่งผลต่อ ๆ กันไป เริ่มตั้งแต่

การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นตาม น้ำที่เป็นปัจจัยหลักของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะสัตว์และพืชที่อาศัยอยู่ในน้ำเริ่มปรับตัวให้เข้ากับน้ำที่ร้อนขึ้นไม่ได้ พืชน้ำเริ่มทยอยตายส่งผลต่อสัตว์น้ำในแง่ของการขาดแคลนอาหารต่อไปเป็นทอด ๆ สัตว์หลายชนิดเริ่มหายไปจากธรรมชาติ เนื่องจากการลดลงของแหล่งอาหาร และสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย ในบางพื้นที่ได้รับผลกระทบหนัก เกิดภัยแล้งเป็นเวลานานอันเนื่องมาจากฝนตกในปริมาณน้อยอย่างต่อเนื่อง แม่น้ำสำคัญหลายสาย เช่น แม่น้ำปิงเหือดแห้ง (ThaiPBS, 2024) ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแม่น้ำที่ค่อย ๆ หายไปจากพื้นที่นั้น จนบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปเลยก็เป็นได้ ฯลฯ

4.3.1 สัตว์หลายชนิดสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย ไม่ว่าจะเป็นการฟอกขาวของปะการังที่เป็นแหล่งอนุบาลของลูกสัตว์ทะเล หรือการตายของหญ้าทะเลทำให้แหล่งอาหารของพะยูนหมดไป พื้นดินเกิดความแห้งแล้ง และเสื่อมโทรมหาดทรายที่เคยเป็นที่วางไข่ของเต่าทะเลถูกน้ำท่วม หรือถูกกัดเซาะไปจนหมด พื้นป่าหายไปเพราะได้รับผลกระทบจากไฟป่า ฯลฯ

4.3.2 อัตราส่วนเพศของสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดผิดเพี้ยนไป เนื่องจากเพศของสัตว์เลื้อยคลานถูกกำหนดหลังการวางไข่โดยความร้อนของอุณหภูมิรอบข้าง เช่น เต่าทะเลมีพฤติกรรมวางไข่บนชายหาด ทำให้เพศของลูกเต่าที่อยู่ภายในไข่ถูกกำหนดด้วยความร้อนของทรายที่ฝังกลบไข่เหล่านั้นเอาไว้ (Welch, 2018) จากงานวิจัยของเจนเซน และคณะ ในปี ค.ศ. 2018 (Jensen et al., 2018) ที่ทำการศึกษาหนึ่งในกลุ่มประชากรของเต่าตนุที่ใหญ่ที่สุดในโลกซึ่งอาศัยอยู่บริเวณแนวปะการัง Great Barrier Reef พบว่าประชากรของเต่าตนุฝูงดังกล่าวประมาณ 99% เป็นเต่าเพศเมียมานานกว่าสองทศวรรษ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มประชากรของเต่าตนุกำลังตกอยู่ในอันตรายและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

4.3.3 ความผิดเพี้ยนของฤดูกาล จากงานวิจัยของหวางและคณะ (Wanget et al., 2021) พบว่า ระยะเวลาของแต่ละฤดูมีการเปลี่ยนแปลงไปภายใต้สภาวะโลกร้อน โดยฤดูร้อนมีระยะเวลายาวนานขึ้น ในขณะที่ฤดูใบไม้ผลิ ฤดูใบไม้ร่วง และฤดูหนาวมีระยะเวลาสั้นลง ซึ่งทางนักวิจัยคาดการณ์ไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจยังทวีความรุนแรงขึ้นในอนาคต ฤดูร้อนจะกินระยะเวลายาวนานเกือบครึ่งปี แต่ฤดูหนาวกลับมีระยะเวลาเพียงสองเดือนเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลเป็นอย่างมากกระทบต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะทั้งพืชหรือสัตว์ก็ตาม เช่น เกษตรกรรม การปลูกพืชอาจจะได้ผลผลิตที่ช้าลง หรือผิดเพี้ยนฤดูกาลไป หรือการผลิติดอกของต้นไม้อาจล่าช้าขึ้นมากจึงส่งผลกับผึ้งที่อพยพมาช่วงในเวลาปกติขาดแหล่งอาหารไป ทั้งนี้ ความผิดเพี้ยนของฤดูกาลนอกจากจะส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของสัตว์และพืชตามธรรมชาติแล้ว สิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาจากการเกิดคลื่นความร้อนที่ถี่ และยาวนานขึ้น อาจก่อให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เพิ่มขึ้นได้ เช่น ไฟป่า และพายุที่รุนแรงขึ้น ฯลฯ

4.3.4 อากาศที่ร้อนขึ้นส่งผลให้สัตว์หลายชนิดมากกว่า 12,000 ชนิดตั้งแต่แบคทีเรีย เห็ดรา พืช และสัตว์เริ่มมีการอพยพจากถิ่นอาศัยเดิม โดยมุ่งไปในทิศทางสู่ขั้วโลกมากขึ้น (Cassella, 2020) ซึ่งพบเห็นได้ชัดในกลุ่มของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล หรือมหาสมุทร เนื่องจากสภาพแวดล้อม

ของน้ำทะเลนั้นมีการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ มาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ (ค.ศ. 1850) การอุ่นขึ้นของน้ำในมหาสมุทรนั้นส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด บ่งชี้ได้จากการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดของความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นที่บริเวณขั้วโลก ส่วนทางกับความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแถบเส้นศูนย์สูตร การที่สิ่งมีชีวิตมีการอพยพไปอาศัยอยู่บนอย่างหนาแน่นนั้นอาจจะส่งผลให้เกิดการแข่งขันแย่งชิงถิ่นอาศัย และอาหารมากขึ้น รวมไปถึงส่งผลต่อประชากรของสิ่งมีชีวิตประจำถิ่นที่อาจถูกแย่งชิงทั้งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารจนนำไปสู่การสูญพันธุ์ในที่สุด (Hastings et al., 2020)

4.4 มลพิษ (pollution)

การปลดปล่อยมลพิษเข้าสู่ชั้นบรรยากาศเป็นอีกหนึ่งในสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่เราทราบกันดี ส่งผลต่อการสูญเสียความหลากหลายของสายพันธุ์ต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้ นอกจากมลพิษทางอากาศแล้ว นักวิทยาศาสตร์ยังพบว่ามลพิษทางน้ำและมลพิษทางดินก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น แหล่งน้ำก็เป็นสาเหตุของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพที่นำไปสู่การสูญพันธุ์ครั้งยิ่งใหญ่ได้เช่นกัน การใช้สารเคมีในการเกษตร หรือสารเคมีจากครัวเรือนที่มีการประมาณการเอาไว้ว่า มีปริมาณกว่า 14,000 ตัน ละลายอยู่ในน้ำทะเลจากการลงเล่นน้ำของผู้ที่ใช้ครีมกันแดด และถูกน้ำชะออกไป ฯลฯ (Hall, 2022)



ทั้งนี้ดาโนวาโรและคณะ (Danovaro, 2008) ได้ค้นพบข้อเท็จจริงของโทษจากครีมกันแดดที่มีต่อปะการัง โดยพบว่าสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของครีมกันแดดส่งผลต่อการฟอกขาวของปะการัง โดยปกติที่เนื้อเยื่อของปะการังนั้นจะพบว่า มีสาหร่าย Zooxanthellae ดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันอยู่ โดยสาหร่ายดังกล่าวจะนำของเสียที่ได้รับจากปะการังนั้นมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่งผลให้ปะการังที่สาหร่ายอาศัยอยู่ได้รับพลังงานที่สาหร่าย Zooxanthellae สร้างขึ้น นับว่าเป็นแหล่งพลังงานหลักของปะการังเลยทีเดียว (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2565) แต่สาหร่ายดังกล่าวได้รับผลกระทบจากสารเคมีของครีมกันแดดที่ละลายในแหล่งน้ำจนเกิดการอ่อนแอ และติดเชื้อไวรัสได้ง่ายจนตายไปในที่สุด ด้วยเหตุนี้ ปะการังจึงขาดแหล่งอาหาร และพลังงานจนทำให้เกิดการฟอกขาวตามมา นอกจากนี้ ยังพบว่าเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว การปนเปื้อนขยะพลาสติก มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ หรือ

แม้แต่มลพิษทางเสียง เช่น การขุดเจาะในทะเลเพื่อค้นหาพลังงานจากแหล่งฟอสซิลก่อให้เกิดคลื่นรบกวนการสื่อสารของวาฬ และโลมา (Ashworth, 2022) และมลพิษทางแสงอย่างที่ได้บรรยายไว้ในผลงานตีพิมพ์ของ วาซและคณะ (Vaz et al., 2021) พบว่ามลพิษทางแสง จากแสงไฟที่เกิดจากการขยายของตัวเมืองส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมหาคู่ของหิ่งห้อย ที่ตัวเมียจะไล่ตามแสงไฟที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในตัวของหิ่งห้อยตัวผู้ ฯลฯ

4.5 ชนิดต่างถิ่นที่รุกราน (invasive species)

การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่น่าพาดพิงถึงต่างถิ่นเข้าสู่สิ่งแวดล้อมนั้น ๆ จนก่อให้เกิดการรุกราน และสร้างความเสียหายให้กับประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นแต่เดิม เช่น การเกิดน้ำท่วมใหญ่ส่งผลให้เกิดโอกาสที่น้ำพาสิ่งมีชีวิตจากต่างถิ่นเข้ามารุกรานในบริเวณอื่น นอกจากนี้ ยังมีการละลายของน้ำแข็งจากบริเวณขั้วโลกอันเนื่องมาจากการเกิดสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้กระแสน้ำจืดเพิ่มขึ้น และอาจก่อให้เกิดเส้นทางใหม่ ๆ จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำจนกลายมาเป็นช่องทางให้สิ่งมีชีวิตจากต่างถิ่นเดินทางเข้ามารุกรานได้ (Invasive Species Centre, n.d.) รวมไปถึงการรุกรานของสายพันธุ์ต่างถิ่นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การปล่อยปลาอุกกรัสเซียลงในแหล่งน้ำธรรมชาติทำให้ปลาท้องถิ่นในแหล่งน้ำนั้นถูกปลาอุกกินจนหมด (ภัสราภรณ์, 2566) การระบาดของต้นรูปไข่ที่ไปแย่งชิงพื้นที่ของพืชน้ำท้องถิ่น (เมธิรา, 2565) การรุกรานของต้นสาบเสือ และต้นผกากรองเข้าไปในพื้นที่ป่าจนทำให้พืชอาหารของสัตว์ป่าลดลง ฯลฯ (สถิตย์และคณะ, 2562)



ภาพที่ 12 ตัวอย่างชนิดต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย : ปลาซักเกอร์ครีสูง (*Pterygoplichthys sp.*) ที่มา: Wajarin Phacharoen (2023)



ภาพที่ 13 ชนิดต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย : ปลาไน (*Oreochromis niloticus*) ที่มา: Utain Pummarin (2017)

รู้หรือไม่

แมวกูจัดให้เป็นหนึ่งในสัตว์ต่างถิ่นรุกรานที่เป็นสาเหตุการตายอันดับต้น ๆ ของนกในเมือง และยังไมรวมถึงสัตว์ขนาดเล็กอื่น ๆ ที่แมวล่าได้ โดยเคยมีรายงานสถิติการล่าของแมว โดยการศึกษาเพียงแค่นี้ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เดียวพบว่า มีสถิติการตายของนกจากถูกแมวล่านับพันล้านตัวต่อปี (Silets, 2017)

5. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (impact of climate change and biodiversity loss)

"If you really think that the environment is less important than the economy, try holding your breath while you count your money." (หากคุณคิดว่าสิ่งแวดล้อมสำคัญน้อยกว่า เศรษฐกิจจริง ๆ ลองกลืนหายใจพร้อม ๆ กับนับเงินไปด้วยสิ)

– Guy McPherson (นักนิเวศวิทยา) –

ทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ คือสองปัญหาใหญ่ที่เกี่ยวข้องกัน และส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร (impact on food security)

5.1.1 การลดลงของผลผลิตทางการเกษตร : ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้น และลดลงของอุณหภูมิอย่างสุดโต่ง ไม่ว่าจะเป็นร้อนจัด หรือหนาวจัด การเกิดน้ำท่วม ภัยแล้ง ล้วนส่งผลต่อผลผลิตพืชอาหารหลายชนิด อีกทั้งในแง่ของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ก็ยังส่งผลกระทบตั้งแต่แมลงที่ช่วยผสมเกสรตลอดไปจนถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น ก้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อความอยู่รอดของพืชเช่นกัน หากพืชอยู่ในสภาวะที่อ่อนแอก็จะยิ่งเสี่ยงต่อการติดโรค และศัตรูพืชมากขึ้น โดยในรายงานของ IPCC ระบุว่า ผลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ในช่วงเวลาที่ผ่านมานั้น ส่งผลกระทบต่อผลผลิตหลักสามชนิด ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าว โดยพบว่า ผลผลิตของพืชทั้งสามนั้นลดลงไปแล้วราว 5% และถ้าหากเรายังคงปล่อยให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น 1.5 องศา ในอนาคตนั้นพื้นที่เพาะปลูกราว 10% ก็จะไม่เหมาะสมต่อการทำเกษตรอีกต่อไป (Chamsa, 2022)

5.1.2 การลดลงของผลผลิตทางการประมง : ท่ามกลางสภาพอากาศที่แปรปรวน การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิของโลกส่งผลให้ระบบนิเวศทางน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ไม่ว่าจะเป็นด้วยสาเหตุทางธรรมชาติ เช่น การฟอกขาวของปะการัง หลุมทะเลที่เป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์น้ำหลายชนิดลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์ทะเลกรดที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเลจำพวก กุ้ง หอยนางรม หรือปะการังที่จะเริ่มปรับตัวโดยการสร้างโครงสร้างแข็งขึ้นมาปกคลุมร่างกาย เกิดการสะสมของหินปูนมากยิ่งขึ้น ปรากฏการณ์ทะเลกรดที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล

สัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์ทะเลอีกหลายชนิดก็พบว่า สะสมแคลเซียมจนก่อตัวกลายเป็นหินปูนได้ กระบวนการทั้งหมดนี้ส่งผลต่อระบบห่วงโซ่อาหารทางทะเลทั้งสิ้น อีกทั้งยังรวมไปถึงสาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำประมงเกินขนาดที่เป็นลักษณะของการทำประมงที่ยั่งยืน เนื่องจากการทำประมงเกินขนาดนั้นส่งผลต่อประชากรของสัตว์น้ำโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นการจับสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยใช้อวนลาก อวนรุน การจับปลาในฤดูวางไข่ ไปจนถึงการล่าฉลาม และการกินปลานกแก้ว ล้วนแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลเช่นเดียวกับการสร้างเขื่อน และสร้างฝายที่ปิดกั้นเส้นทางอพยพของปลา ทำให้ปลาหลายชนิดลดจำนวนลง (Yazdi & Shakouri, 2010)

5.1.3 การทำปศุสัตว์เกิดปัญหา: ในปัจจุบันประชากรมนุษย์มีอัตราการเพิ่มสูงขึ้น ความต้องการในผลิตภัณฑ์จากการทำปศุสัตว์ก็มากขึ้นเช่นกัน แต่ด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลต่อการทำปศุสัตว์ในหลายด้าน ตั้งแต่คุณภาพ และปริมาณของอาหารสัตว์ที่ลดลงและต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพาะปลูกพืชที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้ง หรือตัวพืชที่อ่อนแอจนให้ผลผลิตได้น้อยลงรวมไปถึงอัตราการติดโรคระบาดในสัตว์ที่เพิ่มมากขึ้นจากการแพร่กระจาย และปรับตัวได้ดีของเชื้อหลายชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะอากาศร้อนขึ้น ฯลฯ (Rojas-Downing et al., 2017)

5.2 โรคระบาดเพิ่มขึ้น (rising epidemic)

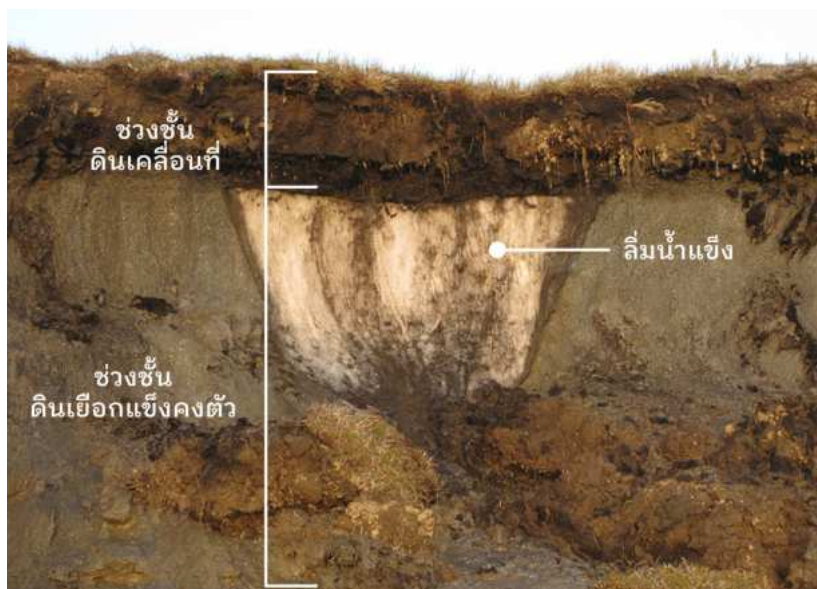
5.2.1 การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิในหลายพื้นที่ ทำให้ยูงที่เป็นพาหะนำโรคของไวรัสหลายชนิดที่ก่อโรคอันตรายต่อมนุษย์ ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น และมีโอกาสแพร่กระจายไปในพื้นที่ทางเหนือ หรือพื้นที่ในเขตหนาวได้มากขึ้น ในปัจจุบันมีการรายงานพบว่าหลายพื้นที่ในทวีปยุโรปที่เคยมีอากาศหนาวเย็น ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของยูง จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ฤดูร้อนที่ยาวนาน

และร้อนขึ้น การเกิดคลื่นความร้อน และน้ำท่วมในอัตราที่ถี่ขึ้น จึงทำให้หลายประเทศในทวีปยุโรปประสบปัญหาจากยูงที่เริ่มแพร่กระจายเข้าไปยังพื้นที่ดังกล่าว เนื่องจากสภาวะโลกร้อน ทำให้พื้นที่เหล่านั้นเริ่มเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของยูงมากยิ่งขึ้น โดยผลที่ตามมาจากการแพร่กระจายของยูงคือ การนำพาโรคต่าง ๆ ที่มียูงเป็นพาหะและแต่เดิมพบได้ในพื้นที่เขตร้อนอย่างทวีปแอฟริกา เอเชีย และอเมริกาใต้ เช่น โรคไข้เลือดออก โรคไข้เหลือง โรคชิคุนกุนยา และโรคที่เกิดจากการติดไวรัสซิกา ฯลฯ (ECDC, 2023)

5.2.2 การละลายของชั้นดินเยือกแข็งคงตัว หรือ Permafrost ที่เป็นชั้นของหิน หรือดินที่ถูกแช่แข็งอยู่ลึกลงไปใต้ชั้นดิน ส่วนมากมักพบได้ในบริเวณพื้นที่เขตหนาวใกล้ขั้วโลก โดยในชั้นดินแต่ละชั้นจะมีการสะสมของแบคทีเรีย หรือจุลินทรีย์ขนาดเล็กเป็นจำนวนมากอยู่แล้ว ดังนั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ชั้นดินเยือกแข็งนั้นเริ่มละลาย และทำให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเห็ดราที่ถูกแช่แข็งอยู่ในชั้นดังกล่าว

ได้ฟื้นฟืน้ำแข็งพื้นดินชั้น (EPA, 2021; Rance, n.d.) เช่น ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 2016 พบรายงานการเสียชีวิตของเด็กชายวัย 12 ปีที่อาศัยอยู่ในเขตทุนดราทางแถบไซบีเรีย จากนั้นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันก็เริ่มล้มป่วย (Iberdrola, 2024) ด้วยสาเหตุติดเชื้อแอนแทรกซ์ที่พิสูจน์พบในซากกวางเรนเดียร์ เหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตกว่า 20 ราย และกวางเรนเดียร์ติดเชื้อแอนแทรกซ์อีกจำนวนมาก

ลิซโควาและคณะ (Liskova et al., 2021) จึงได้สรุปสาเหตุของเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคแอนแทรกซ์นี้ไว้ว่า เกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงหน้าร้อน ทำให้ชั้นดินเยือกแข็งคงตัวเกิดการละลาย สปอร์ของเชื้อ *Bacillus anthracis* ที่ก่อให้เกิดโรคแอนแทรกซ์นั้นมีโอกาสสัมผัสสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ส่งผลให้เกิดการระบาดในเวลาต่อมา



ภาพที่ 14 ลักษณะของชั้นดินเยือกแข็ง Permafrost ที่มา: NASA Climate Kids (2023)

5.2.3 ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการขาดสมดุลทางอาหาร หรืออาจกล่าวได้ว่า ในอนาคตอาจเกิดภาวะขาดแคลนอาหาร มีแนวโน้มที่จะทำให้นุญย์เริ่มมีการล่าสัตว์ป่า เพื่อนำมาบริโภคเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการเพิ่มความเสี่ยงในเชื้อโรคจากสัตว์ป่าที่ติดต่อสู่มนุษย์ได้ เช่น เชื้อไวรัสอีโบล่า และไข้หวัดนก ฯลฯ (Kassié et al., 2015)

5.2.4 ความหลากหลายทางชีวภาพที่ลดลง เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยไม่เหมาะสมและขาดแคลนแหล่งอาหาร ส่งผลให้เกิดการระบาดของโรคมากขึ้นจากการลดลงของสัตว์ที่บทบาทควบคุมสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคลดลง เช่น การขยายตัวของเมืองส่งผลให้ประชากรหรือสัตว์อื่น ๆ ที่กินสัตว์เลื้อยอย่างหนูลดลง ทำให้ประชากรของหนูที่เป็นพาหะนำโรคติดต่อจากสัตว์มาสู่มนุษย์เพิ่มมากยิ่งขึ้น หรือพื้นที่ชุ่มน้ำที่ลดลงจากภัยแล้ง ส่งผลให้แมลงปอ และแมลงน้ำที่ช่วยควบคุมประชากรยุง โดยการกินลูกยุงนั้นหายไป ทำให้ปริมาณยุงที่เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก มีจำนวนมากขึ้น ฯลฯ (Keesing & Ostfeld, 2021)

5.3 ความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำ (risks of drought and water scarcity)

5.3.1 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ส่งผลให้ธารน้ำแข็งบนยอดเขาละลายอย่างต่อเนื่อง ทำให้น้ำจืดที่ควรละลายลงมาจากยอดเขาในทุกฤดูร้อนก็หายไป ในที่สุดคือแหล่งน้ำสำคัญที่สิ่งทีหล่อเลี้ยงชีวิต เช่น ธารน้ำแข็งบนยอดเขา Hindu Kush Himalaya เป็นแหล่งน้ำจืดธรรมชาติให้กับผู้คนในทวีปเอเชียกว่า 2 พันล้านคนเลยทีเดียว ฯลฯ (Wester et al., 2023)

5.3.2 เมื่อพื้นที่ชุ่มน้ำถูกทำลาย และผืนป่าที่ทำหน้าที่คอยดูดซับน้ำหายไป ทำให้น้ำหลากลงทะเลอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำใต้ดินเหลือน้อยลง ก่อให้เกิดความเสียหายกับการเพาะปลูก และเกษตรกรรมได้ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 จนถึงปี ค.ศ. 2015 พบว่ากว่า 35% ของพื้นที่ชุ่มน้ำบนโลกนั้นได้หายไปแล้ว (United Nations, 2018)

5.3.3 สภาพอากาศแปรปรวนจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้ภาวะเอลนีโญและลานีญาเกิดบ่อยขึ้น จนทำให้ฝนไม่ตกตามฤดูกาล หรือฤดูร้อนมีระยะเวลายาวนานขึ้น พื้นดินแห้งแล้งส่งผลเสียกับการทำเกษตรกรรม และผลผลิตเช่นกัน

5.4 การขยายตัวของทะเลทราย (desertification)

เมื่อความแห้งแล้งเพิ่มขึ้นจากฤดูกาลที่แปรปรวน ฝนตกน้อยลง ประกอบกับการเสื่อมสภาพที่มากขึ้น และเป็นระยะเวลานานของพื้นดิน ทำให้พื้นดินที่สมบูรณ์ค่อย ๆ เปลี่ยนสภาพไปเป็นทะเลทราย และส่งผลย้อนกลับไปยัง 5.1 นั่นคือพื้นที่นั้นกลายเป็นบริเวณที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกอีกต่อไป และส่งผลต่อเนื่องไปถึงข้อ 5.5 (Africanews, 2022)

5.5 การอพยพย้ายถิ่นครั้งใหญ่ (mass migration)

5.5.1 หลายพื้นที่ของทวีปแอฟริกากำลังประสบปัญหาการขยายตัวของพื้นที่ที่เป็นทะเลทรายและขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง ทำให้ผู้คนจำนวนมากต้องอพยพย้ายถิ่นฐาน ซึ่งผู้คนเหล่านี้ถูกเรียกว่า ผู้ลี้ภัยทางสภาพภูมิอากาศ (climate refugee) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี 2022 มีจำนวนถึง 32.6 ล้านคน โดยในกรณีที่เลวร้ายที่สุดได้ถูกคาดการณ์เอาไว้ว่าในปี ค.ศ. 2050 ตัวเลขผู้อพยพย้ายถิ่นฐานอาจเพิ่มจำนวนขึ้นมากถึง 1,200 ล้านคน (GMDAC, 2023)

5.5.2 ในอนาคตเมื่อน้ำทะเลท่วมสูงขึ้นจากการละลายอย่างต่อเนื่องของแผ่นน้ำแข็งในบริเวณขั้วโลก หลายพื้นที่ทั่วโลกจะจมอยู่ใต้น้ำ โดยนักวิจัยได้คาดการณ์เอาไว้ว่า หากเราไม่มีการปล่อยคาร์บอนแบบเดิมต่อไป ภายในปี 2100 จะพบว่าประชากรกว่า 96% ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ จะต้องสูญเสียที่อยู่อาศัยจากเหตุน้ำท่วม (Greenpeace, 2021)

5.5.3 หากวันหนึ่งกระแสน้ำในมหาสมุทรหยุดนิ่ง หลายพื้นที่ของยุโรป และทวีปอเมริกาเหนืออาจหนาวเย็นจนอยู่อาศัยไม่ได้ เนื่องจากกระแสน้ำนี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยควบคุมสภาพภูมิอากาศของโลกด้วยเช่นกัน จากการขนส่งน้ำอุ่นจากเขตร้อนไปยังพื้นที่เขตหนาวอย่างแอตแลนติกเหนือจะช่วยให้ควบคุมอุณหภูมิของกระแสน้ำในแถบยุโรปไม่ให้หนาวเย็นจนเกินไปได้ (Cooper, 2023)

เมื่อภัยธรรมชาติรุนแรงขึ้น ปัจจัยสี่เริ่มขาดแคลน ย่อมส่งผลให้ค่าครองชีพแพง ยิ่งเมื่อเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติก็ยิ่งเห็นได้ชัดว่า ประเทศที่ยากจน และผู้คนที่ยากจนกว่า มีโอกาสที่จะฟื้นฟูความเสียหายที่ได้รับจากภัยพิบัติทางธรรมชาติได้ยากกว่า และได้รับความสูญเสียมากกว่าอีกทั้งโอกาสการเข้าถึงทรัพยากรก็น้อยกว่าอีกด้วย ดังนั้น ปัญหาสภาวะโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติจึงเป็นอีกปัจจัยและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และโครงสร้างสังคมได้โดยตรง (ปิยรส, 2564)



5.7 สงครามแย่งชิงทรัพยากร (resource war)

ปัญหาการแย่งชิงทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์นั้นมีมานาน และส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของโลกมาตลอด และจะรุนแรงขึ้นหลังโลกต้องเผชิญกับสภาวะแวดล้อมที่ส่งผลโดยตรงต่อธรรมชาติ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ วิกฤตสิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรง ทรัพยากรขาดแคลนอย่างหนัก ความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ และสังคมจะพุ่งทะยานสูงขึ้น ผู้คนจึงต้องพยายามต่อสู้เพื่อเอาชีวิตรอดสิ่งที่ตามมาอาจเป็นความขัดแย้งจากการแย่งชิงทรัพยากรธรรมชาติที่เริ่มลดน้อยลง และอาจนำไปสู่สงครามได้ในที่สุด (Hennessy & Maphungphong, 2011)

“We have a single mission: to protect and hand on the planet to the next generation.”
(ภารกิจเดียวของเราทุกคน คือการปกป้องและส่งต่อโลกใบนี้สู่คนรุ่นถัดไป)

– Francois Hollande (อดีตประธานาธิบดีฝรั่งเศส) –

ชะตากรรมของโลกจะเป็นอย่างไรขึ้นกับการตัดสินใจของมนุษย์ในยุคนี้

6. ขีดจำกัดความปลอดภัยของโลก (planetary boundaries)

ทุกสิ่งทุกอย่างล้วนมีขีดจำกัด เครื่องจักรที่เดินเครื่องติดต่อกันนาน ๆ ก็อาจพัง เรือที่บรรทุกสินค้าจนน้ำหนักเกินพิกัดก็อาจล่ม หรือแม้กระทั่งสิ่งมีชีวิตใด ๆ เมื่ออยู่ในสภาวะไม่เหมาะสมนานเข้า ๆ ก็อาจเสียชีวิต ดังนั้น ขีดจำกัดเปรียบเสมือนเส้นแบ่งที่สิ่ง ๆ หนึ่งจะแบกรับสภาวะที่ไม่เหมาะสมนั้นได้ ก่อนที่จะพังทลายลง โลกของเราก็เช่นกัน แม้ว่าโลกจะมีความยืดหยุ่นที่สูง มีศักยภาพในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดี หรือฟื้นฟูตัวเองจากความเสื่อมโทรมได้ (Jepson, 2019; Sornette & Wu, 2023)

แต่ด้วยการใช้ทรัพยากร และกิจกรรมของมนุษย์ที่เพิ่มวิวัฒนาการขึ้นมาเพียง 11,000 ปี นั้น กลับทำให้ระยะเวลาที่โลกต้องดำเนินไปสู่การข้ามขีดจำกัดอย่างการเกิดภัยพิบัติใหญ่ (big disaster) หรือการสูญพันธุ์ครั้งยิ่งใหญ่ (mass extinction) ที่ต้องใช้เวลาเป็นล้าน ๆ ปี ย่นลงมาเหลือเพียงไม่ถึงหนึ่งหมื่นปี (Iqbal & Sarfraz, 2022) ซึ่งขีดจำกัดของโลกนั้น ไม่ได้หมายความว่าเมื่อข้ามไปแล้ว โลกจะแตกแต่อย่างใด แต่หมายถึงในแง่ของระบบนิเวศที่เริ่มพังทลายลง และมีสภาวะไม่เหมาะสมที่จะอยู่อาศัยต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้น การยับยั้งการเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้นนั้นอาจจะไม่ทันแล้ว แต่การเข้าใจถึงขีดจำกัดของโลก ณ เวลานี้ เป็นสิ่งสำคัญที่เราทุกคนควรทราบ เพื่อจะได้ชะลอเวลาที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอันไม่เหมาะสมที่ไม่อาจคาดคะเนได้นี้ ออกไป

เพื่อชะลอการก้าวผ่านเส้นขีดจำกัดของโลกนั้น นักวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ได้ช่วยกันศึกษา และพัฒนากกรอบแนวคิดที่ชื่อว่า “ขีดจำกัดความปลอดภัยของโลก” (planetary boundaries) เพื่อประเมินว่า โลก ณ ปัจจุบันยังอยู่ในขีดจำกัดของความปลอดภัย หรือทะลุขีดจำกัดไปมากน้อยแค่ไหน โดยกรอบแนวคิดนี้ ได้ระบุไว้ว่า หากพื้นที่ใดยังเป็นสีเขียว แสดงว่าพื้นที่นั้นยังอยู่ในระดับปลอดภัยสำหรับสิ่งมีชีวิต กลับกัน ถ้าพื้นที่ใดมีสีแดงเข้มขึ้นมากเท่าไรแสดงว่า

พื้นที่นั้นได้เกินขีดจำกัดของโลกไปมากเท่านั้น จากการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทั้ง 9 ขอบเขต ดังนี้ (Richardson et al., 2023)

- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) จากการประเมินผลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ concentration) ที่มีผลต่อการแผ่รังสี (radioactive forcing) และความร้อนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละพื้นที่ (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015)

- มลภาวะจากสารเคมีใหม่ (novel entities) จากการประเมินผลสิ่งปนเปื้อนที่ไม่เคยมีอยู่เดิมในธรรมชาติ เช่น สารเคมีชนิดใหม่ หรือสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่รุกรานระบบนิเวศโดยไม่มีการควบคุม ฯลฯ (Melymuk et al., 2022)

- การลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศ (stratospheric ozone depletion) จากการประเมินผลการเบาบางลงของชั้นโอโซน (ozone layer) ในบรรยากาศระดับสูงที่คอยปกป้องสิ่งมีชีวิตบนโลกโดยการดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) ที่มาจากดวงอาทิตย์ (Nair et al., 2015)

- การเปลี่ยนแปลงของละอองในบรรยากาศ (atmospheric aerosol loading) จากการประเมินผลอนุภาคขนาดเล็กที่ลอยลอยอยู่ในบรรยากาศ (เช่น PM10 และ 2.5 ฯลฯ) ละอองลอยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต รวมถึงทำให้แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านบรรยากาศมีค่าลดลง เรียกว่า “ภาวะโลกมืด” (global dimming) (Carslaw et al., 2017)

- ปรากฏการณ์ทะเลกรด (ocean acidification) จากการประเมินผลความเป็นกรดที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรจากการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมหาศาลจนทำให้มหาสมุทรมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เปลือกและกระดูกของสัตว์น้ำบางชนิดเปราะบาง สึกกร่อน เติบโตอย่างผิดปกติ หรืออาจตายได้ (Jiang et al., 2015)

- มลภาวะจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (biochemical flows) จากการประเมินผลของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มาจากปุ๋ยเคมีในการเกษตร และไหลลงสู่ผืนดิน จนถึงมหาสมุทร แล้วทำให้แพลงก์ตอนพืชเติบโตอย่างรวดเร็ว (plankton bloom) จนกินไม่ทันแสงอาทิตย์ส่องลงไปยังแหล่งน้ำได้ ในขณะที่เดียวกันเมื่อแพลงก์ตอนพืชตายลง ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายทำให้เกิดภาวะออกซิเจนในน้ำลดลง (eutrophication) และแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สัตว์น้ำที่ใช้ออกซิเจนตายเป็นจำนวนมาก จนเกิดเขตมรณะที่ปราศจากสิ่งมีชีวิต (dead zone)

- การใช้ น้ำ จัดแบบไม่ยั่งยืน (unsustainable use of water) จากการประเมินปริมาณการใช้ น้ำ จัดเพื่ออุปโภคและบริโภค ที่ทำให้การไหลของน้ำจืดเสียสมดุลจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แหล่งน้ำสีฟ้า (blue water) ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร บึง ทะเลสาบ น้ำใต้ดิน หรือน้ำแข็งขั้วโลก ที่มนุษย์นำไปใช้ และแหล่งน้ำสีเขียว (green water) ได้แก่ ความชื้นใต้ดิน ไร่ หรือผืน ที่พืชนำไปใช้ได้ ฯลฯ (Gleeson et al., 2020)

- การเปลี่ยนแปลงสภาพผืนดิน จากการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นกับป่าธรรมชาติ (natural forest)

ไปเป็นป่าปลูก (artificial forest) พื้นที่เกษตรกรรม ทุ่งหญ้า เลี้ยงสัตว์ และเขตเมือง ผ่านการทำลายป่า (deforestation) และการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน อันส่งผลให้ระบบ นิเวศ ค่าการสะท้อนแสงอาทิตย์บนพื้นผิวโลก (albedo) และค่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแผ่นดิน เปลี่ยนแปลงไป (Steffen et al., 2015)

- การสูญเสียความสมบูรณ์ของชีวมณฑล (biosphere integrity) จากการประเมินผลด้านการสูญเสียหน้าที่ (functional) ไม่ว่าจะเป็นในเชิงพื้นที่ (habitat) หรือระบบนิเวศ (ecosystem) และการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic) อันเกิดจากการลดจำนวน หรือการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (Rockström et al., 2009).

จากข้อมูลของ ริชาร์ดสันและคณะ (Richardson et al., 2023) ชี้ให้เห็นว่า ตั้งแต่เริ่มต้นการประเมินขีดจำกัดของโลกในปี พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) โลกก็ได้ก้าวข้ามขีดจำกัดไปแล้วถึง 3 จาก 7 ขอบเขต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลภาวะจากไนโตรเจน และการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ (ในปี พ.ศ. 2552 และ 2558 (ค.ศ. 2015) นั้น ขอบเขตด้านมลภาวะจากสารเคมีใหม่ และการเปลี่ยนแปลงของละอองในบรรยากาศ ยังไม่ได้ถูกรวบรวมเข้าไปในการประเมิน) และในปี พ.ศ. 2558 ได้เพิ่มขึ้นเป็น 4 ขอบเขต โดยเพิ่มในส่วนของการเปลี่ยนสภาพผืนดิน และขีดขึ้นในด้านมลภาวะจากฟอสฟอรัส รวมไปถึงการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรม ล่าสุดในปี พ.ศ. 2566

(ค.ศ.2023) โลกได้ก้าวข้ามขอบเขตขึ้นไปถึง 6 จาก 9 ขอบเขตภายในระยะเวลาเพียง 8 ปี จากการเพิ่มขึ้นของปัญหาทางด้านมลภาวะจากสารเคมีใหม่ และการใช้น้ำจืดแบบไม่ยั่งยืน ทั้งในส่วนของการน้ำที่มนุษย์ และธรรมชาติ และไม่รู้ ว่าในอนาคต โลกเราจะก้าวข้ามผ่านทั้ง 9 ขอบเขตภายในกี่ปี แต่อันใด สิ่งหนึ่งที่ตระหนักได้จากแต่ละขอบเขตในการประเมินขีดจำกัดของโลกนี้นั้น ล้วนเป็นสิ่งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ทวีคูณยิ่งขึ้นทุกวัน และไม่มีแนวโน้มจะลดน้อยลงแต่อย่างใด แม้ว่าวันนี้ จะมีถึง 6 ขอบเขตที่โลกได้ก้าวผ่านไปแล้ว แต่ 2 ปัญหาสำคัญที่มนุษย์ทุกคนสัมผัสได้จากผลกระทบของการพังทลายขีดจำกัดเหล่านี้ คือ

- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) อย่างรุนแรงจนทำให้สภาวะโลกร้อน (global warming) ได้ถูกยกระดับเป็นภาวะโลกเดือด (global boiling) แล้วเมื่อปี พ.ศ. 2566 จากการประกาศของสหประชาชาติ (United Nation, UN) (Guardian, 2023)

- การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity loss) เกิดจากการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ (biosphere integrity) ไม่ว่าจะเป็นทางตรงอย่างการล่า หรือทางอ้อมอย่างการทำลายหน้าที่ของระบบนิเวศเหล่านั้น จนสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอยู่ได้ และอาจนำไปสู่บทสรุปของสิ่งมีชีวิตบนโลกที่ไม่อาจปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้คือ การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ (mass extinction) ครั้งที่ 6



ภาพที่ 15 ขีดจำกัดความปลอดภัยของโลก (planetary boundaries) ที่ประเมินใน ค.ศ. 2023
ที่มา: ดัดแปลงจาก ริชาร์ดสันและคณะ (Richardson et al., 2023)

การเผชิญหน้าต่อการเปลี่ยนแปลงอันเกินขีดจำกัดบนโลกใบนี้ ทำให้สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องปรับตัว (adaptation) ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างกะทันหัน เพื่อรักษาเผ่าพันธุ์ของตัวเองให้อยู่รอด ตั้งแต่แบคทีเรียไปจนถึงต้นไม้สูงใหญ่ที่อยู่มานับร้อยปี หรือแม้แต่มนุษย์เรายังต้องปรับเปลี่ยนเพื่อให้อยู่รอด ซึ่งมนุษย์ไม่ได้ปรับตัวเอง แต่ปรับสภาพแวดล้อมให้สะดวกสบายขึ้นด้วยนวัตกรรม โดยเฉพาะการใช้เครื่องปรับอากาศที่ทำงานอย่างหนักทั้งวันทั้งคืน ส่งผลให้โลกร้อนจากการระบายลมปรับอากาศมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติเป็นผลประกอบการของการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ในร่างกายเพื่อให้ยืดหยุ่นพอที่จะอยู่รอดในสภาวะใหม่ที่รูปร่าง สรีระ และพฤติกรรมเดิมไม่อาจอยู่รอดได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดเพียงชั่วรุ่นเดียวหากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมเกิดอย่างกะทันหันเพียงชั่วคราว แต่ในขณะที่ภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่ย้อนกลับ อย่างน้อยก็หลายชั่วรุ่นของชีวิต การปรับตัวที่เกิดขึ้นอาจถ่ายทอดผ่านพันธุกรรมไปยังรุ่นถัด ๆ ไปจนท้ายที่สุด การตกตะกอนของการปรับตัวที่ย้อนกลับไม่ได้ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดิมหายหรือสูญพันธุ์ไปเพราะอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมนี้ไม่ได้ และมีสิ่งมีชีวิตใหม่ที่ปรับตัวอยู่รอดเข้ามาแทนที่ในที่สุด การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตจำแนกได้ 3 ประเภท (Schmidt-Nielsen, 1997) ดังนี้

1) การปรับตัวด้านสัณฐานวิทยา (morphological adaptation) คือ ปรับเปลี่ยนรูปลักษณ์ หรือโครงสร้างภายนอกของร่างกายเพื่อให้เหมาะสมต่อการอยู่รอด เช่น

- พืชชายเลน (mangrove) แถบปากแม่น้ำในหลาย ๆ ที่ไม่ว่าจะทั้งฝั่งอ่าวไทย หรืออันดามัน มักมีรากหายใจ (pneumatophores) ที่ยาว และแตกแขนงจำนวนมากเพื่อช่วยให้ลำต้นอยู่เหนือน้ำทะเล และกักเก็บตะกอนเพื่อให้เกิดการขยายของผืนดินมากขึ้น ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลให้น้ำทะเลสูงขึ้นจากน้ำแข็งขั้วโลกละลายนั้น ทำให้ต้นโกงกางบางส่วนมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง ด้วยการเพิ่มความสูงของรากเพื่อให้พ้นน้ำ และสร้างรากเพิ่มมากขึ้นเพื่อช่วยให้มีการกักเก็บตะกอนให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความถี่ให้ทันกับระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วัน อีกทั้งรากที่เพิ่มขึ้นยังทำให้ป้องกันคลื่นกัดเซาะได้เป็นอย่างดี (MacKenzie & Friss, 2015)



- นกตีดสีน้ำเงิน (Blue Tit) ที่อาศัยในแถบยุโรปและเอเชียตะวันตก เป็นนกที่มีสีขนสวยงาม แต่เมื่อเกิดสภาวะโลกร้อน กลับทำให้นกเหล่านี้มีสีขนจางลง (Kitanovska, 2022) คาดว่า เพื่อลดการดูดกลืน และเพิ่มการสะท้อนกลับของแสงแดดทำให้อุณหภูมิร่างกายต่ำลง แม้จะมีการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป แต่การปรับตัวนี้ก็อาจทำให้นกชนิดนี้สูญพันธุ์ได้เช่นกัน เพราะนกชนิดนี้ใช้ความสวยงามของสีขนในการดึงดูดคู่ในฤดูผสมพันธุ์ (sexual selection) เมื่อนกมีสีจางลง สุดท้ายอาจไม่เกิดการเข้าคู่กัน และนำไปสู่การลดจำนวนประชากรและสูญพันธุ์ได้ หรือถ้ายังจับคู่กันได้ อยู่ในอนาคต นกชนิดนี้อาจจะมีสีจางลงเรื่อย ๆ แทน

2) การปรับตัวด้านสรีรวิทยา (physiological adaptation) คือ การปรับเปลี่ยนกลไก โครงสร้างภายใน และหน้าที่ต่าง ๆ ของอวัยวะ รวมไปถึงปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย เพื่อให้ปรับตามสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปได้ เช่น

- ลูกอ๊อดปาดเขี้ยวชนิดต่าง ๆ (*Rhacophorus* spp.) ที่มีกวางไขเป็นโพมตามใบไม้เหนือแอ่ง เมื่อแหล่งน้ำได้รับอิทธิพลจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น แหล่งน้ำจึงกลายเป็นเหมือนห้องซังที่นับวันรอประหารลูกอ๊อดอย่างช้า ๆ เพราะความร้อนได้ส่งผลให้น้ำมีการระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว อีกทั้งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไม่กักเก็บออกซิเจนในน้ำได้ดีพอ จึงทำให้อ๊อดเหล่านี้ ต้องเร่งกระบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกายเพื่อให้ออกซิเจน (metamorphosis) ได้ทันก่อนที่แหล่งน้ำจะระเหยไปหมด อีกทั้งในกบบางชนิดแมกบยังลดจำนวนไขของตัวเองลง เพื่อให้ลูกอ๊อดที่เกิดมาไม่แย่งอาหาร และออกซิเจนในน้ำกันจนเกินไป (Bickford et al., 2010)

- หอยน้ำจืดที่อาศัยในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาหลายชนิด มีการปรับตัวให้ทนต่อความเค็มของระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ (Lloyd et al., 1989)

3) การปรับตัวด้านพฤติกรรม (behavioral adaptation) เป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เหมาะสมต่อทั้งสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ หรือปรับเข้าหาแวดล้อมใหม่ที่เหมาะจะอยู่อาศัยอย่างการอพยพ (migration) การเปลี่ยนพฤติกรรมนี้อาจเป็นไปได้ทั้งเปลี่ยนเพียงชั่วคราว หรือถาวรก็ขึ้นอยู่กับการดำรงอยู่ของแต่ละสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เช่น

- ปลาน้ำจืดบางชนิด เช่น ปลาสลิดในไฟปลาสลิดหางกระรอก ปลาก้างอินเดีย และปลาค้างคาวทะเลใหญ่ในแม่น้ำแควน้อย ทางฝั่งตะวันตกของประเทศไทย แม้จะมีการปรับตัวให้ทนต่อน้ำที่ร้อนขึ้นแล้ว แต่ในบางครั้งที่น้ำร้อนขึ้นกว่าปกติมากก็ว่ายดำลงไปลึกขึ้นในชั้นของน้ำที่เย็น และเหมาะจะอยู่อาศัยกว่าผิวน้ำ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมนี้อาจเป็นการปรับเพียงชั่วคราว หากอุณหภูมิในแม่น้ำยังไม่เปลี่ยนแปลงถาวร (Tongnunui et al., 2023)

- นกหลายชนิดมีการอพยพจากเขตหนาวมาในประเทศไทย (horizontal migration) เพื่อสืบพันธุ์ และวางไข่ก่อนจะบินกลับไป แต่เมื่ออุณหภูมิโลกสูงขึ้นโดยเฉพาะในประเทศไทย บางครั้งนกก็ไม่อพยพลงมาจากเขตหนาว และทำรังอยู่ในแถบนั้น เนื่องจากมีอุณหภูมิที่เหมาะสม (Zalakevicius, 2000) อย่างไรก็ตาม นกบางชนิดก็ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจากอพยพกลายเป็นการอยู่อาศัยถาวร เช่น นกปากห่างที่เดิมเคยอพยพมาจากเขตหนาว

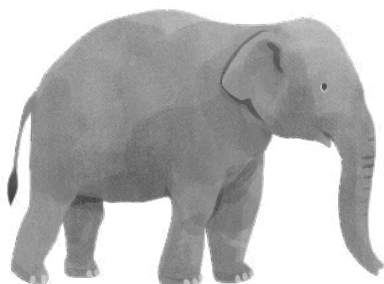
แต่ด้วยประเทศไทยเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์จึงทำให้นกเหล่านี้ปรับพฤติกรรมให้ดำรงชีวิต และสืบพันธุ์ได้ในเขตนี้ และไม่อพยพกลับอีกเลย ฯลฯ (McClur & Applied Scientific Research Corp of Thailand Bangkok, 1969)

- กบและสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยช่วงกลางของภูเขาหลายแห่งในประเทศไทย ทั้งดอยอินทนนท์ เขาใหญ่ ภูกระดึง หรือที่ต่าง ๆ มีการอพยพขึ้นจากระดับความสูงที่ต่ำไปสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ (vertical migration) เพราะความร้อนของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้สัตว์ในกลุ่มนี้ไม่สามารถอยู่อาศัยได้จากการที่น้ำในร่างกายระเหยเป็นจำนวนมาก และด้วยความที่เป็นสัตว์เลือดเย็นที่ไม่สามารถรับอุณหภูมิด้วยตัวเองได้ จึงทำให้ง่ายต่อการมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าจะอยู่ได้ หากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงเกินไป นอกจากนี้ ในกบยังมีโรคที่มาพร้อมกับความร้อนคือโรคขาแดง หรือ red leg disease ที่เกิดขึ้นจากเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* เมื่อกบติดเชื้อจะทำให้เกิดการอักเสบแดงที่ผิวหนัง เมื่ออาหาร เคลื่อนไหวช้าและอาจเสียชีวิตได้ ดังนั้น การที่อุณหภูมิโลกสูงขึ้น จึงทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดทยอยอพยพขึ้นในแนวตั้งมากขึ้นเรื่อย ๆ (Bickford et al., 2010)



แม้ว่าสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ กำลังเร่งปรับเปลี่ยนตัวเองเพื่อให้อยู่รอดในสภาวะที่กำลังวิกฤติขึ้นเรื่อย ๆ ท่ามกลางความพยายามของมนุษยชาติที่พยายามบรรเทา (mitigation) และคงสภาวะโลก (conserve) ไม่ให้ร้ายแรงไปกว่านี้ แต่ไม่ได้มีเพียงแค่มนุษย์ที่ช่วยคืนสมดุลให้กับระบบของโลกผ่านทางพฤติกรรมไปจนถึงวิศวกรรมระบบนิเวศ แม้จะไม่ได้เป็นไปเพราะความตั้งใจ แต่ทั้งหมด คือสมดุลของระบบโลกที่วางแผนมาแล้วอย่างยาวนาน (Fawzy et al., 2020) เช่น

สัตว์หลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นช้าง นกเข็ญ ชะนี ลิง ค่างคาวแม่ไก่ หรือสัตว์กินพืชใด ๆ ก็ตาม มีส่วนช่วยในการกระจายเมล็ดพันธุ์ของต้นไม้ รวมไปถึงสัตว์ที่ช่วยผสมเกสรต่าง ๆ ทั้งผีเสื้อ ค่างคาว หรือนกกินปลีต่างก็ทำให้เกิดการฟื้นฟูของป่าและระบบนิเวศที่ช่วยกักเก็บคาร์บอนและแหล่งน้ำสีเขียว (green water) เพื่อบรรเทาต้นเหตุของก๊าซเรือนกระจกอย่างคาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงความชุ่มชื้นของป่ายังช่วยลดอุณหภูมิของพื้นที่ที่สูงให้ต่ำลงอีกด้วย (McConkey et al., 2012)



สัตว์กินซาก (scavenger) เช่น เหี้ย หมานใน แร้ง หรือสัตว์ที่เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) อย่างไส้เดือน แมลงหน้าดิน หรือเห็ดรา ฯลฯ ต่างก็เป็นผู้ช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหาร และแร่ธาตุที่ช่วยลดผลกระทบจากการปลดปล่อยสารเหล่านี้ในรูปแบบของก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน หรือไนตรัสออกไซด์ ผ่านการหมัก (ferment) และเน่าเสีย (rot) ของซากสัตว์เมื่อตายลง (Trogadas et al., 2008; Bradford, 2013)



ปะการัง มีส่วนช่วยในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งจากโครงสร้างของมันที่เป็นหินปูนเคลือบคาร์บอเนต อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด และแหล่งอาหารโดยเฉพาะของปลานกแก้วที่กินปะการังที่ตายแล้ว และขับถ่ายออกมาเป็นทรายที่เป็นองค์ประกอบของหาดทราย อันเป็นอีกหนึ่งระบบนิเวศชายฝั่งที่สำคัญ (Morgan & Kench, 2016; Hong et al., 2019)



ท้ายสุดนี้ แม้ว่าการตระหนักรู้ถึงขีดจำกัดของโลกอาจไม่ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือยับยั้งภัยพิบัติที่กำลังจะมาถึงในเร็ว ๆ นี้ ได้ทันที แต่สิ่งเหล่านี้อาจเป็นจุดเริ่มต้นให้เราจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่จะต้องปรับปรุงในชีวิตประจำวันของตนเอง หรือริเริ่มทำอะไรสักอย่างร่วมกันในสังคม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงออกไปในวงกว้างก่อนที่จะถึงจุดที่ไม่อาจย้อนกลับได้ (point of no return)

“นี่คือข้อความจากโลก การกิจนี้ ไม่ใช่การกิจบังคับที่คุณจะต้องทำเพื่อเต่าทะเล เสือโคร่ง นกเข็ญ หรือต้นไม้ใหญ่ใด แต่เป็นความสมัครใจของคุณในการรับภารกิจโปรจงตัดสินใจให้ดี”

“โลกจะถูกทำลายใน 5... 4... 3... 2... 1...”



รู้หรือไม่ว่า ?

ใบไม้มีรูปร่างที่หลากหลายเพราะวิวัฒนาการเอาตัวรอดจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
แน่นอนว่า “ต้นไม้ไม่มีขา” จะเดินหนีไปขึ้นที่ที่เหมาะสมต่อการเติบโตก็ทำไม่ได้ จึงต้อง
ปรับรูปร่างใบของตัวเองแทน เช่น ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง พืชกินแมลง ปรับใบ
เป็นถุงดักจับแมลงเพื่อทดแทนสารอาหารเพราะมันขึ้นในพื้นที่ที่มีธาตุอาหารต่ำ ฯลฯ



ระดับประถมศึกษาตอนต้น

- กิจกรรม ใบไม้หาคู่
- กิจกรรม วงล้อแกะรอยสัตว์
- กิจกรรม สิ่งมีชีวิตรอบตัวฉัน
- กิจกรรม ดินดี สืออะไร?
- กิจกรรม หนูน้อยสร้างป่า
- กิจกรรม โลกเดือด

กิจกรรม

ใบไม้หาคู่



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น
กลุ่มสาระการเรียนรู้: กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์: สาระที่ 1
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที
สถานที่: นอกห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.2

แนวคิดกิจกรรม

ใบไม้เป็นอวัยวะที่มีหน้าที่สำคัญของพืช ใช้ในการสร้างอาหารผ่านการสังเคราะห์แสง หายใจ คายน้ำ และแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยลักษณะใบของพืชแต่ละชนิด จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของพรรณพืชนั้น ๆ สอดคล้องกับถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น ผักตบชวาที่มีก้านใบพองโตใช้แทนพองน้ำช่วยพยุงให้ลอยน้ำได้ หรือตำลึงที่ใบเปลี่ยนไปเป็นมือยึดเกาะพุ่มลำต้น ช่วยให้เจริญเติบโตแบบเลื้อยพันได้ ลักษณะของพืชจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิอากาศ ทั้งเรื่องอุณหภูมิ ปริมาณแสงแดดและปริมาณน้ำฝน

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น หรือต่ำลง รวมทั้งปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงอย่างต่อเนื่องยาวนาน ส่งผลให้มีสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชและส่งผลให้พืชต้องปรับตัว โดยพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้งจะลดการสูญเสียน้ำ เช่น ลดรูปใบไปเป็นหนามของกระบองเพชร หรือเก็บสะสมน้ำไว้ในใบ หรือลำต้น เช่น ว่านหางจระเข้ นอกจากนี้ พืชบางชนิดที่อยู่ในบริเวณที่มีน้ำท่วมขัง จนขาดแคลนธาตุไนโตรเจน ก็มีการปรับตัวโดยเปลี่ยนรูปใบไปเป็นถุงดักจับแมลง เช่น หม้อข้าวหม้อแกงลิง กาบหอยแครง หากพืชชนิดใดไม่สามารถปรับตัวต่อภาวะการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้ก็อาจจะต้องสูญพันธุ์ไปในที่สุด

วัตถุประสงค์

นักเรียนได้เรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในบริเวณโรงเรียน ผ่านการสังเกตและจำแนกด้วยรูปร่างของใบไม้ ตามรูปทรงเรขาคณิต



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



ใบไม้

2



กระดาษแข็งหรือฟิวเจอร์บอร์ด

3



เทปกาวหรือสก็อตเทป

4



ตะกร้า หรือ ถุงผ้า
หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถบรรจุใบไม้ได้

5



หรือ



ตัวอย่างแหล่งสืบค้นเรื่องลักษณะรูปร่างใบไม้ จากคู่มือ
พฤกษศาสตร์สำหรับเยาวชน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และ
พันธุ์พืช <https://www.dnp.go.th/botany/BFc/leaf.html>
หรือสแกน QR CODE

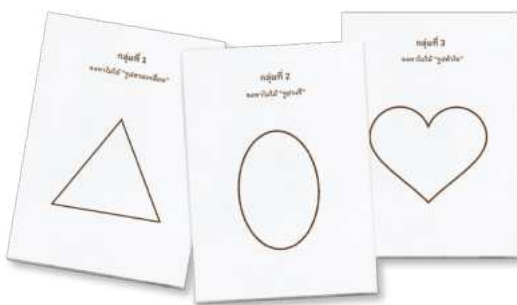


ขั้นนำ

- 1 คุณครูตั้งคำถามปลายเปิด “ใบไม้ที่นักเรียนรู้จักมีรูปร่างและสีสีนอย่างไรบ้าง”
- 2 ชักชวนให้นักเรียนออกไปลองสำรวจรอบบริเวณโรงเรียน ลองสังเกตรูปร่างและสีสีนของใบไม้ภายในโรงเรียน

ขั้นสอน

- 1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน
- 2 คุณครูแจกโจทย์เป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น วงรี, สามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม, รูปหัวใจ ฯลฯ ให้แต่ละกลุ่ม



- ③ มอบหมายภารกิจให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกไปสำรวจและหาใบไม้ที่มีรูปทรงตามโจทย์ที่ได้รับและเก็บตัวอย่างใบไม้ให้ได้มากที่สุด ใส่ตะกร้าหรือถุงผ้าที่เตรียมไว้ให้ โดยกติกาคือต้องเก็บจากพื้นเท่านั้น



- ④ กำหนดเวลา ภายใน 5 นาที ให้นักเรียนกลับมายังจุดเริ่มต้น และนับจำนวนใบไม้ที่แต่ละกลุ่มเก็บมาได้ โดยคุณครูตรวจสอบความถูกต้องของโจทย์เรื่องรูปทรงที่แต่ละกลุ่มได้รับ



- ⑤ จากนั้นจัดเรียงใบไม้แปะด้วยเทปกาว หรือสก็อตเทปลงบนฟิวเจอร์บอร์ด หรือกระดาษแข็ง แยกตามรูปทรงแต่ละแบบ



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูล ได้แก่ สถานที่ที่นักเรียนเก็บใบไม้มา จำนวนใบไม้ที่เก็บมาได้ ลักษณะของใบไม้ที่เก็บมาได้ ความรู้สึกหลังจากที่ได้เข้าร่วมกิจกรรม
- ② คุณครูอธิบายเรื่องความหลากหลายของพืชและรูปร่างของใบ รวมถึงประโยชน์ของพืช เช่น การสร้างร่มเงา ดูดซับแสง หรือกรองฝุ่น

การประเมินผล

- ① นักเรียนจำแนกใบไม้ตามรูปร่างที่กำหนดได้ถูกต้อง
- ② นักเรียนเข้าใจประโยชน์พื้นฐานของใบไม้
- ③ นักเรียนมีความเข้าใจว่าในระบบนิเวศมีชนิดพืชที่หลากหลาย แตกต่างกันไปตามภูมิศาสตร์

TIPS:

- ① คุณครูต่อยอดกิจกรรม โดยให้นักเรียน สังเกตลักษณะอื่น ๆ ของใบเพิ่มเติม เช่น ใบมีขน / ไม่มีขน สีของใบ
ชวนตั้งคำถามว่า “คิดว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น?” และ “คิดว่าที่ใบไม้มีลักษณะแบบนี้มีประโยชน์อย่างไร?”
- ② คุณครูเชื่อมโยงรูปร่างของใบไม้กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ และลักษณะทางกายภาพของโรงเรียน (ดิน หิน แร่ อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ) ที่เกี่ยวข้องโดยตรงในการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
- ③ หากนักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้เร็ว หรือมีเวลามากพอ คุณครูสามารถพูดคุยกับพวกเขาเรื่อง ความจำเพาะของพืชกับพื้นที่ได้ เป็นการปูพื้นฐานเรื่องพืชถิ่นเดียว (endemic species) ที่พบได้จากพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะทางนิเวศวิทยา เช่น เกาะ ยอดเขา ภูเขาหินปูน หรือแอ่งพยุหะ ถิ่นที่อยู่เหล่านี้อาจมีความจำเพาะในเรื่องสภาพอากาศระดับเล็ก ๆ (microclimate) ยกตัวอย่างของพืชถิ่นเดียวในประเทศไทย ที่พบขึ้นเฉพาะบนภูเขาหินปูน เช่น กว๋มเขียงดาว หรือกาญจนาภิเษก เป็นต้น



กิจกรรม

วงล้อแกะรอยสัตว์



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น
กลุ่มสาระการเรียนรู้: กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ระยะเวลาที่ใช้: 50 นาที
สถานที่: ในห้องเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.2

- ☐ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ☒ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ☒ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ☒ กลไกของ Climate Change
- ☒ Climate Action

แนวคิดกิจกรรม

รอยตีนของสัตว์แต่ละชนิด มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งการศึกษารอยตีนของสัตว์ จะทำให้สามารถคาดเดาถิ่นที่อยู่อาศัย พฤติกรรม ไปจนถึงอาหารของสัตว์ชนิดนั้น ๆ ได้ กิจกรรมนี้เน้นการเรียนรู้ผ่านการสืบค้นรอยตีนของสัตว์ที่แตกต่างกัน และการเชื่อมโยงกับอาหารที่สัตว์กิน เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงหน้าที่ของสัตว์ในระบบนิเวศ

ผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถเกิดขึ้นได้หลากหลาย เช่น ฤดูแล้งที่ยาวนานขึ้น ที่จะส่งผลให้สัตว์สูญเสียน้ำที่อยู่อาศัยเดิมและย้ายไปยังสถานที่ที่มีแหล่งอาหารน้อยลง ซึ่งในภายหลังสัตว์ป่าเหล่านี้อาจมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไป ในการออกมาหากิน จนเข้าใกล้กับชุมชนเมืองหรือเขตที่อยู่อาศัยของมนุษย์มากขึ้น นำไปสู่การเพิ่มโอกาสที่นำไปสู่ความอันตราย และความขัดแย้งต่อกัน

วัตถุประสงค์

1. นักเรียนได้เรียนรู้และรู้จักสัตว์ชนิดต่าง ๆ รวมถึงอาหารที่สัตว์บริโภค
2. นักเรียนเข้าใจและตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3. นักเรียน ได้เรียนรู้สายใยอาหาร ห่วงโซ่อาหารแบบเบื้องต้น



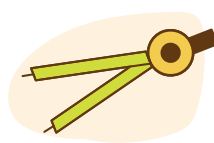
วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



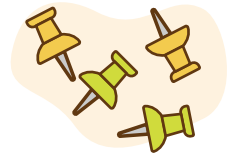
กระดาษแข็ง หรือกระดาษลัง

2



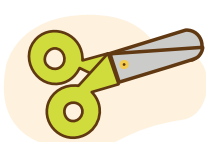
วงเวียน หรืออุปกรณ์สำหรับเจาะรู

3



หมุดสำหรับยึดวงล้อตรงกลาง

4



กรรไกร

5



อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม
สำหรับทำวงล้อแกะรอยสัตว์ท้ายบท
หรือสแกน QR code

6



กระดาษวาดเขียน อุปกรณ์เครื่อง
เขียน (ให้นักเรียนเตรียมอุปกรณ์
ประจำตัวมาเองได้)

ขั้นนำ

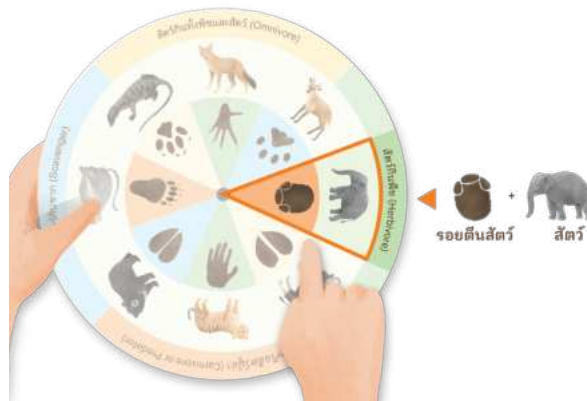
- 1 คุณครูตั้งคำถามปลายเปิด “นักเรียนรู้จักสัตว์อะไรบ้าง? เคยเห็นรอยตีนสัตว์เหล่านั้นหรือไม่?” และลองให้นักเรียนวาดรอยตีนสัตว์ที่นักเรียนบอกว่ารู้จัก
- 2 คุณครูเริ่มสำรวจว่าสัตว์ที่นักเรียน ๆ รู้จัก กินอะไรเป็นอาหารบ้าง?
- 3 คุณครูชวนนักเรียนจัดทำเครื่องมือวงล้อ โดยทำการตัดกระดาษแผ่นภาพ “วงล้อแกะรอยสัตว์” ทั้ง 3 แผ่น และนำกระดาษทั้ง 3 แผ่นมาซ้อนกัน โดยเรียงลำดับให้แผ่นที่เป็นประเภทการกินอาหารของสัตว์อยู่ด้านล่างสุด แผ่นที่เป็นรูปภาพสัตว์อยู่ตรงกลาง และแผ่นที่เป็นรูปรอยตีนสัตว์อยู่บนสุด จากนั้น นำหมุดเจาะตรงกลางเพื่อเป็นจุดหมุนของวงล้อ

ขั้นสอน

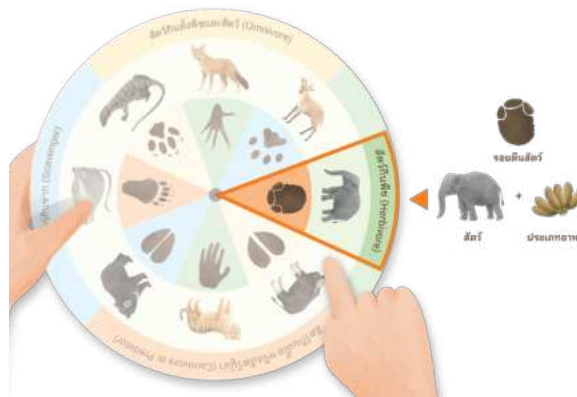
- 1 คุณครูชวนนักเรียน ดูภาพสัตว์ในวงล้อ แล้วให้ทายว่า สัตว์แต่ละชนิดน่าจะมีรอยตีนแบบใด และกินอะไรเป็นอาหารบ้าง



- ② คุณครูลองให้นักเรียนหมุนวงล้อจับคู่ระหว่างสัตว์กับรอยตีน



- ③ คุณครูลองให้นักเรียนหมุนวงล้อจับคู่ระหว่างสัตว์กับประเภทของอาหารที่กิน



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูเฉลยการจับคู่รอยตีนสัตว์ ตามแผนภาพอุปกรณ์
- ② คุณครูอธิบายเรื่องความหลากหลายของสัตว์ ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศของสัตว์แต่ละกลุ่มผ่านการกินกันเป็นทอด ๆ (สายใยอาหาร)

การประเมินผล

- ① นักเรียนจับคู่สัตว์กับรอยตีนสัตว์ได้ถูกต้อง

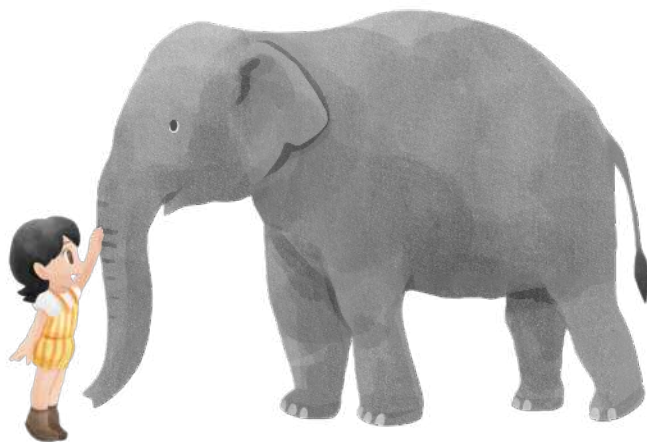


TIPS:

- ① คุณครูสามารถสร้างวงล้อเพิ่มเติมได้เองโดยใช้สัตว์ชนิดอื่น ๆ เพื่อเพิ่มจำนวนวงล้อ หรือจำนวนกลุ่มของนักเรียน และให้แข่งขันกัน โดยอ้างอิงข้อมูลจากคู่มือจำแนกรอยตีนสัตว์ป่าเมืองไทย สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช <https://fliphtml5.com/xlzsfi/qajo/basic> หรือสแกน QR code

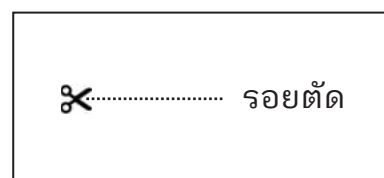
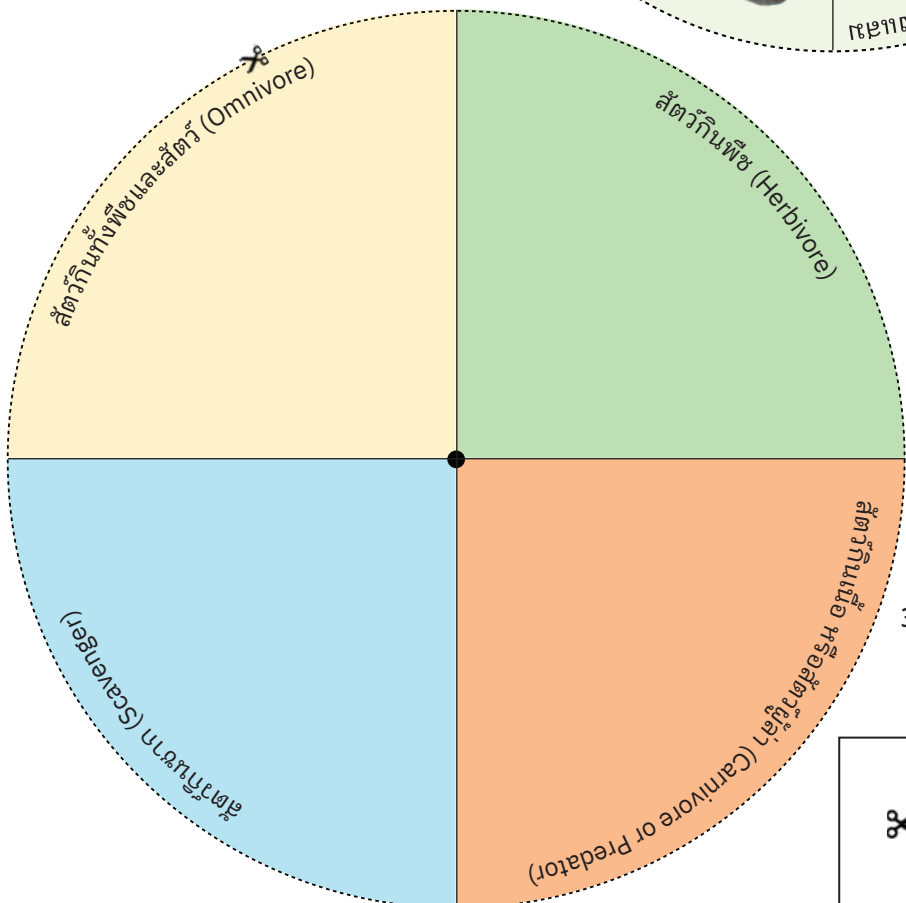
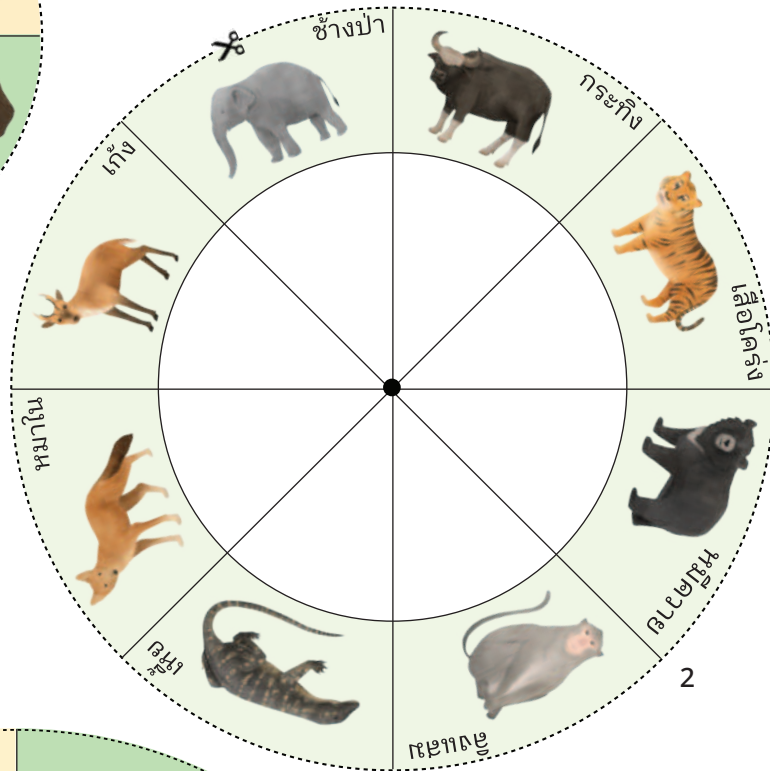
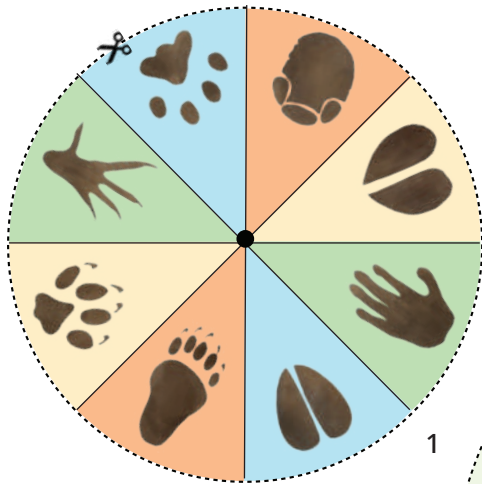


- ② คุณครูเสริมความรู้เพิ่มเติมได้ว่าการศึกษารอยตีนของสัตว์ในสภาพธรรมชาติ หรือในถิ่นที่อยู่อาศัยสามารถบอกถึงอาหารของสัตว์ชนิดนั้น ๆ ได้ เช่น การพบรอยเท้าของสัตว์ในพื้นที่ใต้ต้นไม้หรือรอบ ๆ ต้นกล้วยป่า ซึ่งเป็นพฤติกรรมของสัตว์กินพืช นอกจากนี้ ร่องรอยของสัตว์ เช่น เศษซากของขนหรือขา ทำให้สามารถระบุถึงกลุ่มสัตว์ที่เป็นผู้ล่าที่มีพฤติกรรมกินสัตว์อื่นเป็นอาหารในพื้นที่นั้น ๆ ได้ (การสังเกตว่ามีชิ้นส่วนของสัตว์อะไรตกอยู่บ้าง เช่น มีขาของแมลงที่ไม่ได้เกิดจากการลอกคราบตกอยู่ และแมลงนั้นเป็นอาหารของกิ้งก่า ก็สามารถคาดเดาได้ว่าในระบบนิเวศบริเวณนั้นน่าจะมีกิ้งก่าอาศัยอยู่)
- ③ จากข้อ 2. คุณครูสามารถต่อยอดให้ชวนคิดและเชื่อมโยงกับการสูญเสียถิ่นอาศัยของสัตว์ในธรรมชาติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเน้นการเล่าเรื่องที่ใกล้ตัว ยกตัวอย่างสัตว์ในท้องถิ่น
- ④ คุณครูสามารถต่อยอดชวนนักเรียนช่วยกันคิดวิธีการลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้สัตว์ในธรรมชาติมีอาหารอุดมสมบูรณ์ โดยให้เป็นการบ้านเพิ่มเติม หรือทำงานกลุ่มในช่วงโมงเรียนครั้งต่อไปได้



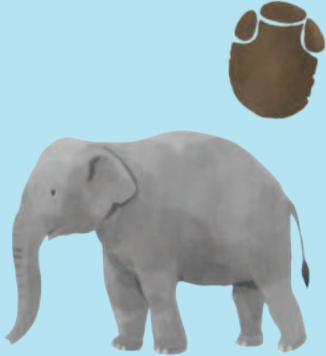
กิจกรรมวงล้อแกะรอยสัตว์

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม



กิจกรรมวงล้อแกะรอยสัตว์

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

เสือโคร่ง สัตว์กินเนื้อ หรือสัตว์ผู้ล่า (Carnivore or Predator) 	หมีควาย สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) 	ช้างป่า สัตว์กินพืช (Herbivore) 
เหี้ย สัตว์กินซาก (Scavenger) 	กวาง สัตว์กินพืช (Herbivore) 	กระทิง สัตว์กินพืช (Herbivore) 
หมาใน สัตว์กินเนื้อ หรือสัตว์ผู้ล่า (Carnivore or Predator) 	ลิงแสม สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) 	

กิจกรรม

สิ่งมีชีวิตรอบตัวฉัน



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้: 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 50 นาที

สถานที่: รอบบริเวณโรงเรียน

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.2, ว 1.2, ว 1.3, ส 5.1

แนวคิดกิจกรรม

สิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตต้องการอาหาร มีการหายใจ เจริญเติบโต ขับถ่าย เคลื่อนไหว ตอบสนองต่อสิ่งเร้า และสามารถสืบพันธุ์ได้ลูกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับพ่อแม่ ซึ่งรอบตัวเรามีสิ่งมีชีวิตมากมายอาศัยอยู่ เช่น พืช และสัตว์ต่าง ๆ ส่วนสิ่งที่ไม่มีชีวิตจะไม่มีลักษณะดังกล่าว อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตอยู่ได้ ก็จำเป็นต้องอาศัยอยู่ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพเช่นกัน เช่น ไล่เดือน หรือมดที่อยู่ใต้ดิน ปลาที่อยู่ในน้ำ เป็นต้น กิจกรรมนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้สังเกต ค้นหาและทำความรู้จักสิ่งมีชีวิตรอบตัว รวมถึงรู้จักถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น โดยเริ่มจากสิ่งมีชีวิตในบริเวณโรงเรียน

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจพืชและสัตว์ที่พบในบริเวณโรงเรียน
- ② เพื่อให้นักเรียนฝึกสังเกตถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
- ③ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตมีความหลากหลาย อยู่ด้วยกันอย่างสมดุล และอยู่อาศัยในพื้นที่ ๆ เหมาะสมของตนเอง



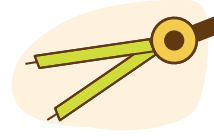
วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



ใบงานท้ายบท หรือสแกน QR code

2



วงเวียน หรืออุปกรณ์สำหรับเจาะรู

ขั้นนำ

คุณครูอธิบายความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในโรงเรียน เช่น สนามหญ้า แหล่งน้ำ โรงอาหาร สวนหย่อม แปลงผัก โดยยกตัวอย่างพืชและสัตว์ที่อาจพบในบริเวณนั้น **ข้อควรระวัง : หลีกเลี่ยงการสำรวจพืช หรือสัตว์ที่มีพิษ**

ขั้นสอน

- 1 คุณครูแจกใบงานคนละ 1 ชุด นำนักเรียนออกสำรวจสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนตามบริเวณที่กำหนด
- 2 ให้นักเรียนสังเกตพืชและสัตว์ที่พบแล้วทำเครื่องหมายสิ่งที่พบในใบงาน หรือหากพบชนิดที่ไม่มีในใบงาน สามารถจดหรือวาดเพิ่มเพิ่มเติมได้



ขั้นสรุปกิจกรรม

คุณครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่พบในโรงเรียนและแหล่งที่พบสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น

การประเมินผล

- 1 ประเมินทักษะในการสังเกตและจดบันทึก
- 2 พฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการตอบคำถาม
- 3 นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้ว่าพึ่งพากันอย่างไร

TIPS:

- ① คุณครูอาจแนะนำให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมอื่นที่นักเรียนสนใจ เช่น บริเวณบ้าน ชุมชน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของบริบทในแต่ละพื้นที่ หากพื้นที่มีความปลอดภัย และหากคุณครูมีอุปกรณ์ที่เหมาะสม อาจชวนนักเรียนขุดดินสำรวจเพิ่มเติมได้
- ② คุณครูสามารถชวนนักเรียนคุยและตั้งคำถามถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดตามที่พบจากการสำรวจได้ รวมถึงสามารถยกตัวอย่างพื้นที่อื่น ๆ เพิ่มเติมได้เช่นกัน เช่น นกยางที่กินกบและปลาในแหล่งน้ำเป็นอาหาร หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจนทำให้เกิดภาวะแห้งแล้งจัด ส่งผลให้น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติแห้งตาม ก็จะมีผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของกบและปลาเหล่านั้นในไม่ช้า นกยางก็ไม่สามารถที่จะอาศัยต่อในพื้นที่นั้นได้เพราะขาดแคลนอาหาร รวมถึงมนุษย์เองก็มีปลาให้กินน้อยลง ต้องซื้อปลาในราคาที่แพงขึ้น เป็นต้น

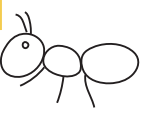
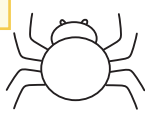
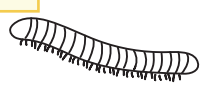


กิจกรรมสิ่งมีชีวิตรอบตัวฉัน

ใบงานประกอบกิจกรรม

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมของสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบ และระบายสีให้สวยงาม

☒  มด	☐  ตั๊กแตน	☐  ผีเสื้อ	☐  ผึ้ง	☐  แมงมุม
☐  ไส้เดือน	☐  กิ้งกือ	☐  หมา	☐  แมว	☐  นก
☐  ปลา	☐  วัว	☐  ควาย	☐  ไก่	☐  เป็ด
☐  หอยทาก	☐  เต่า	☐  กบ	☐  จิ้งจก	☐  หมู
☐  หญ้า	☐  เมฆ	☐  กล้วย	☐  ผัก	☐  ผลไม้
☐  ต้นไม้ใหญ่	☐  เห็ด	☐  มอส	☐  ดอกบัว	☐  ไม้ออก
☐	☐	☐	☐	☐
☐	☐	☐	☐	☐

กิจกรรม

ดินดี สีอะไร?



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น
กลุ่มสาระการเรียนรู้: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
ระยะเวลาที่ใช้: 50 นาที
สถานที่: รอบบริเวณโรงเรียน

- **ศึกษา** สำนวความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ**
- ✓ **การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง**
- ✓ **กลไกของ Climate Change**
- **Climate Action**

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

ดินเกิดจากการสลายตัวทางกายภาพ และเคมีของหินและแร่ ร่วมกับสารอินทรีย์จากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ ซึ่งนั้นทำให้ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเป็นแหล่งผลิตอาหารและน้ำ รวมทั้งนิเวศบริการอื่น ๆ ทั้งนี้ภูมิอากาศและดินมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งผลโดยตรงต่อการเกิดฝน การเกิดคลื่นความร้อน และคุณภาพอากาศ โดยได้รับอิทธิพลจากภูมิอากาศของโลกและระดับภูมิภาค รวมทั้งความแปรปรวนของสภาพอากาศตามฤดูกาล ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงภาคพื้นดินก็ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศโลก อุณหภูมิที่ผิวดิน วัฏจักรน้ำ และภูมิอากาศของท้องถิ่น ภูมิภาค และโลก เช่นกัน

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบก ร้ายสุดคือการแปรสภาพเป็นทะเลทราย แรก ๆ จะเกิดดินเสื่อมโทรม และส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทำการเกษตร นำไปสู่ผลผลิตที่ลดน้อยลงและสร้างความไม่มั่นคงทางอาหารให้แก่มนุษย์ ซึ่งพบได้มากในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เมื่อรวมกับผลกระทบจากภัยแล้งที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ความชื้นในดินลดลง และความแห้งแล้งขยายอาณาเขตออกไป นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น เปลี่ยนแปลงช่วงฤดูกาลและรูปแบบการเกิดฝน จนนำไปสู่การแปรสภาพเป็นทะเลทรายในที่สุด

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนรู้จักความแตกต่างของดิน
- ② นักเรียนสามารถจำแนกประสิทธิภาพของดินที่มีผลต่อการเพาะปลูก



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



ช้อน หรืออุปกรณ์อื่น ๆ
ที่ใช้ขุดดินได้

2



ถุงเก็บดิน

3



กระดาษ A4

4



กาว

5



ดินสอ
(ใช้เขียนแบ่งช่อง
และระบุสถานที่)

6



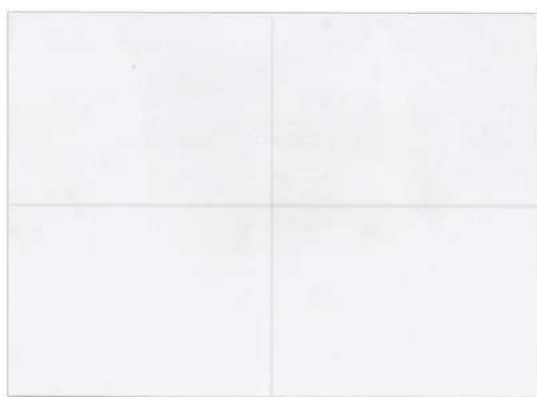
ตัวอย่างแหล่งสืบค้นข้อมูลเรื่องดิน จากคู่มือความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน
http://oss101.idd.go.th/web_soils_for_youth/chapter4.htm หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- 1 คุณครูชวนนักเรียนคิด “นักเรียนรู้หรือไม่ ดินเกิดจากอะไรและมีสีอะไรบ้าง”
- 2 คุณครูชวนนักเรียนคิดต่อ “นักเรียนคิดว่าดินแต่ละสถานที่ มีสีเหมือนกันหรือไม่”
- 3 คุณครูชวนคิดว่า ดินเสียด้วยอะไรได้บ้าง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ดินเสียได้ไหม อย่างไร

ขั้นสอน

- 1 คุณครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3-5 คน
- 2 แจกกระดาษ A4 กลุ่มละ 1 แผ่น และพับครึ่งกระดาษ A4 เพื่อแบ่งเป็นช่องเท่า ๆ กัน อย่างน้อย 4 ช่อง



- ③ มอบหมายให้แต่ละกลุ่มออกไปเก็บตัวอย่างดินจากจุดต่าง ๆ ในโรงเรียน อย่างน้อย 4 จุด พร้อมแจกอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน



- ④ เมื่อนักเรียนเก็บตัวอย่างดินเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนตากไว้ในช่องบนแผ่นกระดาษที่เตรียมไว้ (ถ้าทีละช่อง) และนำตัวอย่างดิน โรยบนช่องที่ตากไว้ โดย 1 ช่อง จะต้องโรยตัวอย่างดินที่เก็บมาจากจุดเดียวเท่านั้น พร้อมใช้ดินสอเขียนระบุสถานที่ที่เก็บตัวอย่างดินมา



- ⑤ คุณครูให้นักเรียนสังเกตสีของดินในแต่ละจุด จำแนกลักษณะทางกายภาพของดินเบื้องต้น และความสามารถในการเพาะปลูกของดินแต่ละชนิด โดยใช้คู่มือความรู้เรื่องดินสำหรับเยาวชน ในวัสดุอุปกรณ์ เป็นแหล่งอ้างอิง



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานขั้นเรียน โดยให้นักเรียนนำเสนอลักษณะทางกายภาพของดิน สี ขนาด ผิวสัมผัส สถานที่ที่เก็บตัวอย่างดิน เป็นต้น
- ② คุณครูอธิบายประสิทธิภาพในการเพาะปลูกของดินแต่ละชนิด (เช่น ความสามารถของดินเหนียวที่อุ้มน้ำได้ดีเหมาะกับการปลูกข้าว ดินทรายเหมาะกับกระบองเพชร หรือพืชทนแล้งอื่น ๆ และดินร่วนที่อุ้มน้ำและให้โพรงอากาศกำลังดีที่เหมาะสมพืชผลผลิตทางการเกษตรทั่วไป ยกตัวอย่าง มะม่วงกับลำไย เป็นต้น) โดยอาจเลือกอธิบายในจุดเก็บที่น่าสนใจ กลุ่มละ 1-2 จุด

การประเมินผล

การตอบคำถามและการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูอาจแนะนำให้ให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมอื่นที่นักเรียนสนใจ เช่น บริเวณบ้าน ชุมชน ตามความเหมาะสมและความพร้อมของบริบทในแต่ละพื้นที่ หากพื้นที่มีความปลอดภัย และคุณครูมีอุปกรณ์ที่เหมาะสม อาจชวนนักเรียนขุดดินสำรวจเพิ่มเติมได้
- ② ให้นักเรียนนำดินมาโรยในช่องของแผ่นกระดาษที่เตรียมไว้ 3-5 ช่อง ตามจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่ม และเขียนระบุชื่อของแต่ละคน
- ③ ในการนำเสนอหน้าชั้น ครูให้นักเรียนอภิปรายอย่างอิสระเพื่อให้นักเรียนได้แสดงมุมมอง เช่น เก็บมาจากส่วนไหนของบ้าน ทำไมถึงเก็บดินจากจุดนั้นมา
- ④ คุณครู หรือผู้สอนให้นักเรียนเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินของแต่ละคนในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจ และสามารถเลือกปลูกพืชในดินที่ความเหมาะสมได้ รวมทั้งสามารถต่อยอดไปเรื่องของ การทำเกษตรกรรมแบบหมุนเวียน หรือปลูกพืชกลุ่มถั่ว เพื่อเป็นแนวทางในการฟื้นฟูสภาพดินได้ในระยะยาว
- ⑤ คุณครูอาจเพิ่มการทดลองให้นักเรียนทั้งห้องเทียบการปลูกพืชในดินทราย และดินร่วนในกระบะเล็ก ๆ เช่น ผักกาด ผักบุ้ง เพื่อจำลองเหตุการณ์ว่า หากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ดินเสียกลายเป็นดินทราย อยู่ในภาวะทะเลทราย จะเป็นอย่างไร



กิจกรรม

หนูน้อยสร้างป่า



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

○ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง

✓ กลไกของ Climate Change

○ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.2, ว 3.2, ว 4.2, ส 5.1

แนวคิดกิจกรรม

ป่าไม้ให้ประโยชน์ต่อครอบครัวนักเรียนและชุมชนท้องถิ่น ในการเป็นแหล่งอาหารตามธรรมชาติ เปรียบเสมือนร้านสะดวกซื้อหรือซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีอาหารหมุนเวียนตามฤดูกาล เช่น หน่อไม้ เห็ดโคน และผักหวาน การที่ป่าไม้หายไปหรือเสื่อมสภาพลงจากภาวะโลกร้อน ไม่ว่าจะเป็น ฝนแล้ง ไม่ตกตามฤดูกาล หรือเกิดน้ำป่าไหลหลาก จะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ผลผลิตจากธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งอาหารสดลง ต้องซื้อในราคาที่แพงขึ้น

วัตถุประสงค์

- 1) นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้
- 2) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้
- 3) นักเรียนเห็นผลกระทบเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพในป่า เช่น ฝนแล้ง หรือน้ำท่วม ฯลฯ แล้วส่งผลอย่างไร



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



กล่องลังกระดาษลูกฟูก หรือกล่องกระดาษ A4
กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร
สูงประมาณ 2 เซนติเมตร (ขนาดเปลี่ยนแปลง
ได้ตามความเหมาะสม)

2



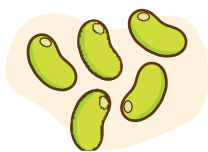
แท่นหมุนเพื่อให้พื้นผิวลาด
เอียงประมาณ 45 องศา

3



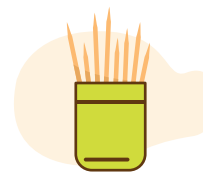
ดินน้ำมัน หรือ วัสดุอื่นที่
สามารถหาได้
(แทนพื้นผิวดิน)

4



เมล็ดถั่วเขียว
(แทนน้ำและหน้าดินที่ถูกชะลงมา)

5



ไม้จิ้มฟัน

6



อุปกรณ์วาดรูป
และระบายสี

7



เทปกาวสองหน้าอย่าง
บาง หรือกาวลาเท็กซ์

8



กระดาษ A4



ชั้นนำ

- ① คุณครูชวนให้นักเรียนเล่าถึงความรู้สึกเกี่ยวกับธรรมชาติพร้อมกับเสนอความคิดเห็นว่าป่าไม้กับตัวเราเชื่อมโยงกันอย่างไร แล้วถ้าป่าไม้หายไปจะส่งผลต่อตัวเราอย่างไร
- ② คุณครูชวนนักเรียนแลกเปลี่ยนกันว่า สาเหตุอะไรบ้างที่ทำให้ป่าไม้ในธรรมชาติลดจำนวนลง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ทำให้น้ำท่วมเพราะเกิดพายุมากขึ้น หรือฝนแล้งติดต่อกัน เป็นสาเหตุหนึ่งหรือไม่

ชั้นสอน

- 1 คุณครูเตรียมกล่องกระดาษที่เปรียบเสมือนพื้นดินที่มีความลาดเอียง 45 องศา แล้วใช้ดินน้ำมันปูบนพื้นกล่อง โดยเว้นส่วนล่างเพื่อเป็นที่รองรับถั่วเขียว



- 2 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 - 5 คน ช่วยกันวาดภาพต้นไม้ และสัตว์ป่าที่นักเรียนรู้จัก แล้วนำไปแปะกับไม้จิ้มฟัน



- 3 ในการทดลองรอบแรก ครูให้นักเรียนจำลองผืนป่าที่อุดมสมบูรณ์ โดยให้นักเรียนปักไม้จิ้มฟันที่เป็นตัวแทนต้นไม้และสัตว์ป่าอย่างหนาแน่น ให้เหลือช่องว่างระหว่างไม้จิ้มฟันน้อยที่สุด



- ๔ คุณครูชวนนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ป่าธรรมชาติว่ามีลักษณะเป็นเช่นไร โดยครูใช้คำถามชวนคิดถึงหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่า เช่น ป่าควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง พร้อมให้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์แต่ละชนิดที่นักเรียนวาด เช่น อาหาร ถิ่นอาศัย ฯลฯ
- ๕ คุณครูจำลองสถานการณ์ฝนตก โดยให้นักเรียนใช้เมล็ดถั่วเขียวโรยจากด้านบนสุดของป่าจำลอง โดยจำลองปริมาณน้ำฝนทั้งแบบฝนตกน้อย (ปล่อยถั่วเขียวน้อย ๆ อย่างช้า ๆ) ฝนตกมาก (ปล่อยถั่วเขียวเยอะขึ้น) และพายุ (ปล่อยถั่วเขียวลงมาในปริมาณที่เยอะขึ้น และเร็วขึ้น)



- ๖ คุณครูตั้งคำถามชวนให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็น เช่น
- นักเรียนสังเกตว่า เมล็ดถั่วเขียวที่เป็นตัวแทนของน้ำไหลลงมาอย่างไร
 - นักเรียนสังเกตว่า พื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์ที่จำลองขึ้น ซึมซับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากน้อยเพียงใด
- ๗ ในการทดลองครั้งที่ 2 จำลองสถานการณ์การสูญเสียสมดุลในระบบนิเวศ โดยให้บทบาทสมมติแก่นักเรียน เช่น คนหนึ่งต้องการถางป่าเพื่อทำไร่ อีกคนต้องการตัดไม้ไปขาย อีกคนจะถางป่าเพื่อทำเขื่อน ฯลฯ โดยให้นักเรียนเหล่านั้นนำหมุดที่เป็นตัวแทนของต้นไม้ออกไป จากนั้น คุณครูชวนคิดว่าในสภาพแวดล้อมแบบนี้ จะมีสัตว์อะไรหายไปบ้างและให้นักเรียนนำหมุดเหล่านั้นออก



- ๘ จำลองสถานการณ์ฝนตกหนักในวันที่ป่าไม้และสัตว์ป่าเหลือน้อยลง โดยให้นักเรียนปล่อยเมล็ดถั่วเขียวจำนวนมาก เพื่อแทนฝนตกหนัก เกิดพายุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



- ๙ คุณครูตั้งคำถามชวนให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็น เช่น
- นักเรียนสังเกตว่า เมล็ดถั่วเขียวที่เป็นตัวแทนของน้ำไหลลงมาอย่างไร
 - นักเรียนสังเกตว่า พื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์ที่จำลองขึ้น ซึมซับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากน้อยเพียงใด
- ๑๐ คุณครูชวนให้เปรียบเทียบความแตกต่างของการไหลของเมล็ดถั่วเขียวในสองสถานการณ์ พร้อมตั้งคำถามเชื่อมโยง เช่น หากพื้นที่ป่าลดลง แต่ฝนตกเท่าเดิม ก็จะส่งผลต่อที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและมนุษย์ที่อาศัยรอบ ๆ ป่า โดยทำให้เกิดดินถล่ม น้ำป่าไหลหลากจนท่วมพื้นที่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดโดยรอบ

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ๑ คุณครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากทั้ง 2 กรณีร่วมกัน (กรณีป่าที่มีต้นไม้มากและน้อย) เช่น ป่าที่สมบูรณ์ (ที่มีต้นไม้มากกว่า) จะช่วยปกป้องที่อยู่อาศัยของทั้งมนุษย์และสัตว์ได้ดีกว่า
- ๒ ให้นักเรียนแต่ละคนวาดภาพระบายสี ‘ป่าในฝัน’ ลงบนกระดาษ A4 พร้อมเขียนข้อดีของการมีป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์

การประเมินผล

- ๑ พิจารณาชิ้นงาน ภาพระบายสี “ป่าในฝัน” พร้อมบรรยาย ว่ามีแนวคิดอย่างไรบ้าง พร้อมตรวจสอบความเข้าใจในความสัมพันธ์ของระบบนิเวศและหน้าที่ของมัน
- ๒ นักเรียนมีความเข้าใจในความสัมพันธ์และผลกระทบของสภาวะโลกร้อนต่อระบบนิเวศป่าไม้



TIPS:

- ① คุณครูอาจให้นักเรียนใช้ต้นไม้หลากหลายระดับในการออกแบบป่าจำลองเพื่อให้มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ เช่น

- ระดับพื้นดิน เช่น กลุ่มหญ้า ไม้พุ่มขนาดเล็ก
- ระดับกลาง ไม้อยู่ในช่วงกำลังเจริญเติบโต เช่น ไม้ตะแบก สะเดา เพกา ฯลฯ
- ระดับยอด ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เช่น ไม้ประดู่ ไม้มะค่าโมง ไม้ชิงชัน ไทร ฯลฯ

* คุณครูแนะนำชนิดป่าที่มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ เช่น ป่าในเมืองของกรุงเทพฯ และปริมณฑล ป่าชายเลนของภาคตะวันออก (จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง และตราด) ป่าต้นน้ำของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (จังหวัดเชียงใหม่) ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง (ในอุทยานแห่งชาติไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี) ป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา (ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา) รวมทั้งป่าอื่น ๆ ที่เป็นที่รู้จัก พอให้นักเรียนนึกภาพป่าไม้ตามได้ โดยคุณครูสามารถสืบค้นข้อมูลและรูปภาพของชนิดป่าทุกประเภทที่พบในประเทศไทยเพิ่มเติมได้จาก “ป่าของประเทศไทย โดยศาสตราจารย์พิเศษ ดร. ธวัชชัย สันติสุข, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช www.dnp.go.th/botany/PDF/publications/vegetation2.pdf หรือสแกน QR Code



- ② คุณครูให้นักเรียนวาดภาพสัตว์เพิ่มเติมทั้งที่อาศัยอยู่บนพื้นดินและบนต้นไม้ (แสดงถึงความหลากหลายทางชีวภาพในป่าเพื่อจำลองว่า หากต้นไม้ถูกทำลาย สัตว์ก็จะได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน)
- ③ คุณครูสามารถสืบค้นข้อมูลและรูปภาพของสัตว์ป่าและต้นไม้เพิ่มเติมได้ที่

• คลังข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย
<https://thbif.onep.go.th/> หรือสแกน QR Code



• เว็บไซต์ iNaturalist www.inaturalist.org/places/thailand
หรือสแกน QR Code



กิจกรรม

โลกเดือด



ระดับ: ประถมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

○ **ศึกษา** สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ**

✓ **การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง**

✓ **กลไกของ Climate Change**

✓ **Climate Action**

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.2, ว 3.2, ว 4.2, ส 5.1

แนวคิดกิจกรรม

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดความแปรปรวน อุณหภูมิที่เพิ่มสูงสุดในประวัติศาสตร์ ทำให้เลขาธิการสหประชาชาติกล่าวว่า ปัจจุบันโลกของเราได้สิ้นสุด 'ยุคโลกร้อน' (global warming) และกำลังเข้าสู่ 'ยุคโลกเดือด' (global boiling) แล้ว ถ้าอธิบายง่าย ๆ ก็หมายถึงน้ำที่เดือดปุด ๆ เหมือนถูกตั้งอยู่บนไฟตลอดเวลา

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ทวีความรุนแรงมากขึ้น นอกจากจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อเราแล้วยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเกษตร การดำรงชีวิต และความหลากหลายทางชีวภาพ ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิความร้อนสูง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทำให้อาเจียนป่วยจากอากาศร้อนซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิของร่างกาย ร้อนแล้งระยะยาวและอากาศแปรปรวน ดอกไม้ไม่ออกดอกตามช่วงเวลาเดิม แมลงผสมเกสรก็หลงทางหาดอกไม้ไม่เจอ ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังทั้งเศรษฐกิจการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร

วัตถุประสงค์

นักเรียนสามารถบอกความสำคัญ ความเชื่อมโยงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และการปรับตัวอย่างง่ายได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



ภาชนะสำหรับใส่น้ำ จำนวน 3 ใบ

2



กาต้มน้ำร้อน 1 ใบ

3



ผักชี 3 ต้น

4



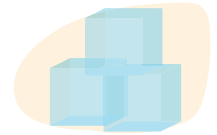
ผ้าสะอาดสำหรับปิดตา 3 ผืน

5



เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน

6



น้ำแข็ง 500 กรัม

ขั้นนำ

- 1 คุณครูตั้งคำถามว่า “ตอนนี้นักเรียนรู้สึกอย่างไร ร้อน หนาว หรือปกติ”
- 2 คุณครูตั้งคำถามว่า หากฤดูร้อนประเทศไทยนานขึ้นมากกว่าเดิม และร้อนขึ้นมาก ๆ หรือมีพายุฝนตลอดปี นักเรียนจะรู้สึกอย่างไร จะยังใช้ชีวิตปกติได้หรือไม่

ขั้นสอน

- 1 คุณครูเตรียมน้ำอุณหภูมิปกติ น้ำเย็น หรือน้ำอุณหภูมิ ประมาณ 10 องศาเซลเซียส และน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส (ถ้าไม่มีเทอร์โมมิเตอร์ให้เตรียมน้ำอุ่นที่ไม้อันตรายต่อนักเรียน)



น้ำเย็น

น้ำอุณหภูมิปกติ

น้ำร้อน

- 2 คุณครูขอตัวแทนนักเรียน 6 คน แล้วให้นักเรียนจับคู่เป็น 3 คู่ เมื่อได้คู่แล้วให้เป่ายางลบ ใครแพ้ต้องถูกปิดตาด้วยผ้า



- ③ คุณครูเทน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ ลงในภาชนะทั้ง 3 ใบ แบ่งให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม



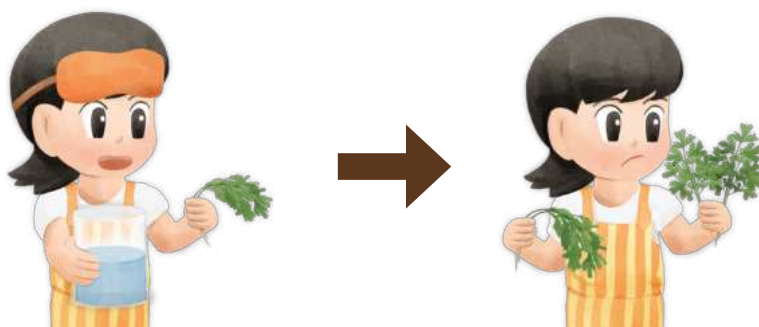
- ④ นักเรียนที่ถูกผ้าปิดตาลองสัมผัสภาชนะเพื่อระบุความรู้สึก แล้วบอกว่าอุณหภูมิของน้ำเป็นอย่างไร



- ⑤ นักเรียนที่ไม่มีผ้าปิดตานำผักชีลงไปจุ่มในน้ำ โดยทิ้งไว้ แล้วจับเวลา 1 นาที แล้วหยิบผักชีขึ้นมาจากภาชนะทั้ง 3



- ⑥ ให้นักเรียนที่ถูกปิดตานำผ้าออก แล้วลองระบุว่าผักชีต้นไหนถูกจุ่มลงในน้ำที่อุณหภูมิแบบใด



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① ให้นักเรียนวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผักชี
- ② คุณครูชวนสังเกตและเปรียบเทียบผักชีที่จุ่มในแต่ละภาชนะ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- ③ นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อสิ่งมีชีวิต
- ④ คุณครูชวนนักเรียนช่วยกันคิดว่า หากโลกเดือดจริง ๆ นักเรียนจะมีวิธีปรับตัวอย่างไรบ้าง
- ⑤ นักเรียนและครูร่วมกันวิเคราะห์อะไรเป็นสาเหตุทำให้โลกเดือด
- ⑥ นักเรียนและครูแลกเปลี่ยนกันว่า พวกเขาจะทำอะไรหรือปรับตัวอย่างไร หากเจอกับสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินผล

ประเมินผลจากทักษะความเชื่อมโยง เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่สังเกตได้ รวมทั้งวิธีการปรับตัวที่นักเรียนได้นำเสนอ

TIPS:

- ① คุณครูสามารถสืบค้นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพิ่มเติมได้จากคู่มือกิจกรรม สิ่งแวดล้อมศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม <https://url.in.th/EsKkK> หรือสแกน QR Code



- ② คุณครูชวนนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่า ในชีวิตประจำวันของเราจะปรับตัว เพื่อช่วยลดการเกิดโลกเดือดได้อย่างไรบ้าง
 - การประหยัดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้
 - เดินทางโดยใช้รถขนส่งสาธารณะ หรือหากเดินทางระยะทางใกล้ๆ สามารถเลือกใช้จักรยาน, การเดินแทนการขับรถจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนฯ ได้เช่นกัน
 - ลดการสร้างขยะให้โลก ไม่ว่าจะเป็น ถุงพลาสติกที่ได้เพียงครั้งเดียว เศษอาหารที่ทานเหลือหรือแม้แต่สิ่งของตามกระแสที่มาไวไปไว เราควรเลี่ยงพฤติกรรมที่จะมีแนวโน้มสร้างขยะให้โลกมากขึ้น หันมาใช้ถุงผ้า พกกล่องอาหาร รวมถึงใส่เสื้อผ้าให้นานยิ่งขึ้น เพื่อลดการผลิตใหม่ ซึ่งต้องใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมหาศาล กระบวนการใช้น้ำในภาคส่วนอื่น ๆ
 - เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับโรงเรียนหรือบ้านของเราที่มีส่วนช่วยลดความร้อนได้ อาจจะมีกิจกรรมง่าย ๆ อย่างการไปสัมผัสสถานที่จริง (อาคารที่เป็นปูน ที่โล่งแจ้งลานดิน และในสวนที่มีหญ้าและต้นไม้ใหญ่) นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนกันได้ว่าพวกเขารู้สึกสบาย หรือรู้สึกชอบสถานที่แห่งไหนมากที่สุด



รู้หรือไม่ว่า ?

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกระทบแมลงผสมเกสรในบ้านเราถึง 49% จากจำนวนแมลงทั้งหมดที่ช่วยเราผลิตอาหาร เช่น กาแฟ ลำไย และพืชผัก ฯลฯ ผึ้งจะตายได้ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิถึง 45 องศาเซลเซียส ผึ้งจะตายยกรัง



ระดับประถมศึกษาตอนปลาย

- กิจกรรม ป่าผืนสุดท้าย
- กิจกรรม แมลงและพองเพื่อน
- กิจกรรม เจ้ากวางน้อย
- กิจกรรม พิธีมิดสายใยอาหาร
- กิจกรรม กุ้งหย้ากับป่าไม้
- กิจกรรม สายใยแห่งป่า

กิจกรรม

ป่าฝนสุดท้าย



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ

อวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: สนามหญ้า หรือโรงยิม

○ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง

✓ กลไกของ Climate Change

✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.3, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

ความต้องการอันไม่มีที่สิ้นสุดของมนุษย์ก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียทรัพยากรทางธรรมชาติอย่างใหญ่หลวง การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละชนิด เช่น การตัดต้นไม้เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย หรือเฟอร์นิเจอร์ การใช้น้ำในแม่น้ำเพื่อครัวเรือน หรือโรงงานอุตสาหกรรม หรือแม้แต่การเปลี่ยนพื้นที่ธรรมชาติให้เป็นพื้นที่อยู่อาศัย ฯลฯ

กิจกรรมนี้จึงชวนให้นักเรียนตระหนักถึงปัญหาและเข้าใจว่าทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด จะทำให้มนุษย์ไม่อาจสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกหรือปัจจัย 4 เพื่อการดำรงชีวิตได้ ผ่านกิจกรรมที่สร้างปฏิสัมพันธ์กับความหลากหลายทางชีวภาพและยกตัวอย่างความเสียหายทางธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพได้
- ② เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจถึงประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อตนเองและชุมชน
- ③ เพื่อปรับพฤติกรรมกรรมการดำรงชีวิตประจำวันที่ส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



เชือก 10 เส้น โดยความยาวของเชือก 2, 3 และ 4 เมตร ไล่ความยาวกัน

2



หรือ



ใบงาน และอุปกรณ์ประกอบกิจกรรมท้ายบท
(การ์ดสถานการณ์ที่แสดงผลเชิงบวกและเชิงลบต่อธรรมชาติ)
หรือสแกน QR Code นี้ได้

ขั้นนำ

- 1 คุณครูทบทวนความเข้าใจเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติก่อนทำกิจกรรม
- 2 คุณครูสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ ความแตกต่างระหว่างธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ขั้นสอน

- 1 คุณครูทำเชือกให้เป็นรูปวงกลมที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งเป็นสิ่งกำหนดแทน “พื้นที่ผืนป่าจำกัด” ที่มีอยู่ แล้วให้นักเรียนเลือกเข้าไปอยู่ในเชือก ทั้ง 10 วง



- 2 รอบที่ 1 คุณครู สุ่มการ์ดสถานการณ์



วงกลมสีน้ำตาล = เชือก

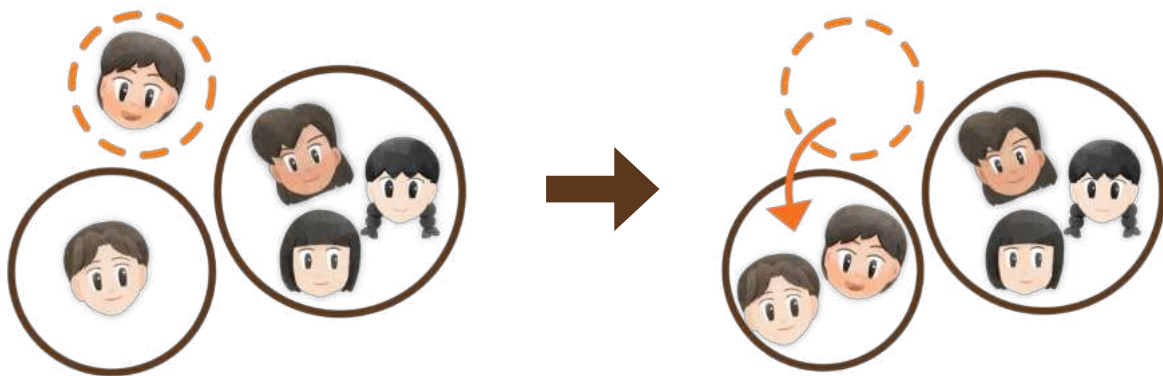


วงกลมเส้นประสีส้ม = เชือกที่หายไป

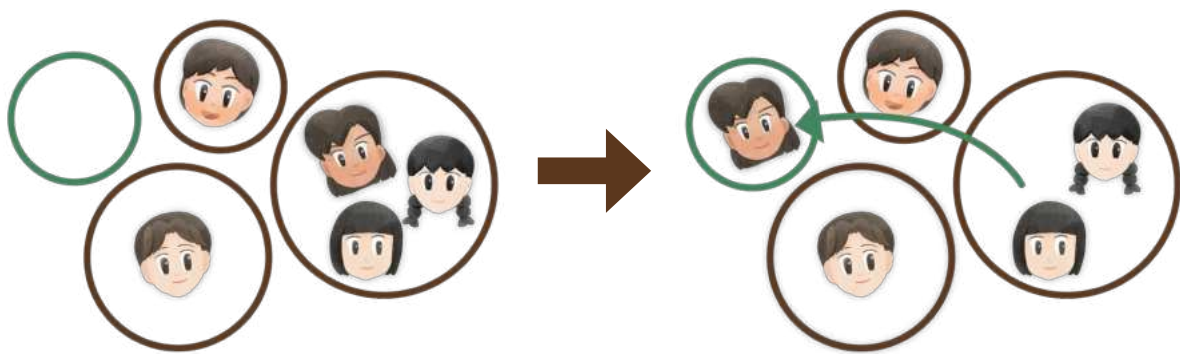


วงกลมสีเขียว = เชือกที่เพิ่มเข้ามาใหม่

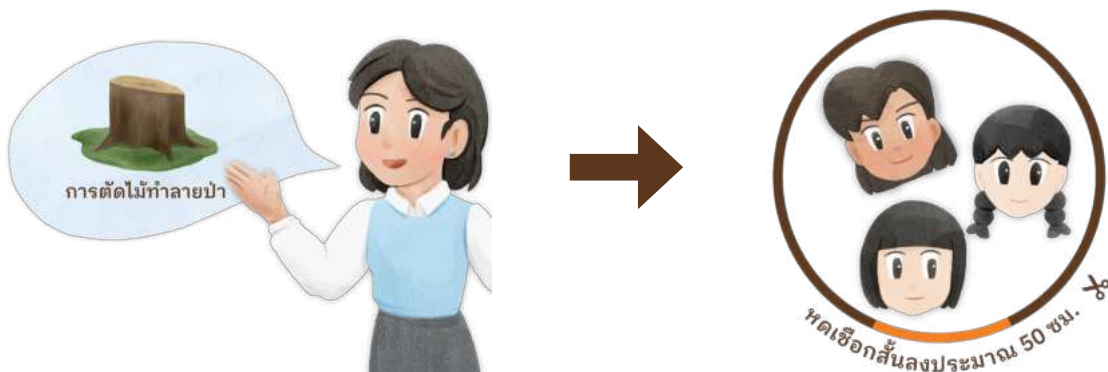
- หากเลือกได้การ์ดที่ทำให้ทรัพยากรหายไป ต้องทำให้เชือกหายไป 1 วง นักเรียนในวงเชือกนั้นต้องกระจายไปอยู่วงอื่น ๆ



- หากเลือกได้การ์ดที่ทำให้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น คุณครูจะเพิ่มเชือกวงใหม่ได้ 1 วง นักเรียนสามารถกระจายมาอยู่ในพื้นที่เชือกใหม่ได้



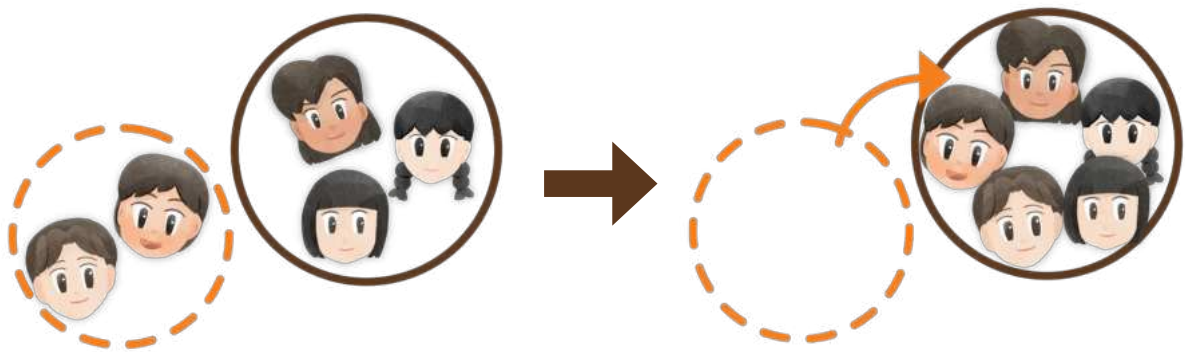
- 3 รอบที่ 2 คุณครูจำลองเหตุการณ์ว่า มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำเขื่อนกักเก็บน้ำ ทำให้พื้นที่ป่าไม่มีขนาดเล็กลงไป จึงต้องลดขนาดวงของเชือกให้เล็กลงทุกวง วงละ 50 ซม.



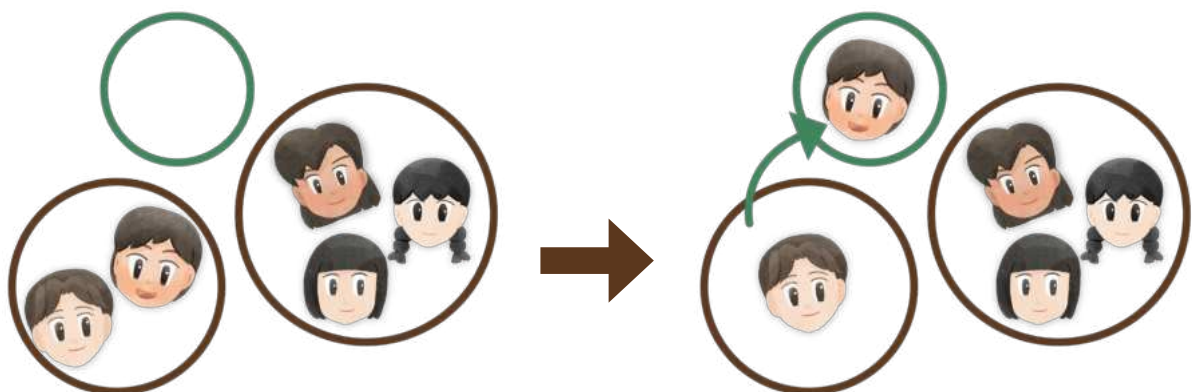
④ รอบที่ 3 คุณครูสุ่มการ์ด



- หากเลือกได้การ์ดที่ทำให้ทรัพยากรหายไป ต้องทำให้เชือกหายไป 1 วง นักเรียนในวงเชือกนั้นต้องกระจายไปอยู่วงอื่น ๆ



- หากเลือกได้การ์ดที่ทำให้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น คุณครูจะเพิ่มเชือกวงใหม่ได้ 1 วง นักเรียนสามารถกระจายมาอยู่ในพื้นที่เชือกใหม่ได้



- ⑤ รอบที่ 4 และ 5 คุณครูเลือกสุ่มการ์ดจากกองที่ทำให้ทรัพยากรหายไปเท่านั้น ซึ่งจะทำให้จำนวนวงเชือกหายไปเรื่อย ๆ เปรียบเทียบว่านี่คือการจำลองเหตุการณ์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้อากาศแปรปรวน พื้นที่ป่าไม้เสียหายอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง
- ⑥ คุณครูปิดกิจกรรมด้วยการแจ้งจำนวนวงเชือกที่เหลือว่า นี่คือป่าผืนสุดท้ายที่เหลืออยู่
- ⑦ นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมนี้ลงในใบงาน

ขั้นสรุปกิจกรรม

คุณครูตั้งคำถามจากกิจกรรม โดยใช้ลักษณะท่าทางของนักเรียนตอนทำกิจกรรม เพื่ออธิบายซึ่งเหตุการณ์ที่สิ่งมีชีวิตต้องเจอ เช่น (1) ท่าทางที่นักเรียนมีการกอดกัน เพื่อยืนยันให้ได้อยู่ในวงกลม ซึ่งแสดงถึงความพยายามเอาตัวรอดของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ที่จำกัดและอาจมีการแย่งทรัพยากรกันเกิดขึ้น หรือ (2) การที่นักเรียนในกลุ่มไม่สามารถเข้าไปอยู่ในเชือกวงกลมด้วยกันได้ ก็แสดงถึงการเอาตัวรอดไม่ได้ จนอาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ และ (3) สีหน้าและการแสดงออกของผู้เรียนเมื่อได้รับการจัดสถานการณ์ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีรายงานว่า การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตจะรุนแรง มักจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัยครั้งใหญ่ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์และความพยายามของสิ่งมีชีวิตในการมองหาสถานที่อยู่อาศัยใหม่ขนาดแทน

การประเมินผล

- ① นักเรียนเข้าใจถึงผลกระทบต่าง ๆ ที่นักเรียนคิดได้ ไปจนถึงผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและภาวะโลกร้อน (ชวนให้คิดเชื่อมโยง)
- ② นักเรียนแสดงความคิดเห็นและเสนอวิธีการที่ตนเองเข้าไปมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงข้อเสนอแนะเรื่องการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Climate Change Mitigation และพฤติกรรมที่เป็นการปรับตัว (adaptation) เพื่อลดผลกระทบด้วย

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

ภายหลังจากกิจกรรม คุณครูอธิบาย หรือเล่าเหตุการณ์ง่าย ๆ ที่ส่งผลให้เกิดและเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ เช่น การทำลายพื้นที่ป่า ส่งผลให้ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนลดลง ชั้นบรรยากาศยังคงร้อนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขนาดย่อม ทั้งสร้างปัญหาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตามมา ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนถิ่นที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารและน้ำ รวมไปถึงการสูญเสียชีวิตหลากหลายทางชีวภาพในเวลาต่อมา อย่างไรก็ตาม การอธิบายเหตุการณ์เหล่านี้ควรอาศัยภาพประกอบและระยะเวลาในการเล่าเรื่องหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม



กิจกรรมป่าฝันสุดท้าย

ใบงานประกอบกิจกรรม

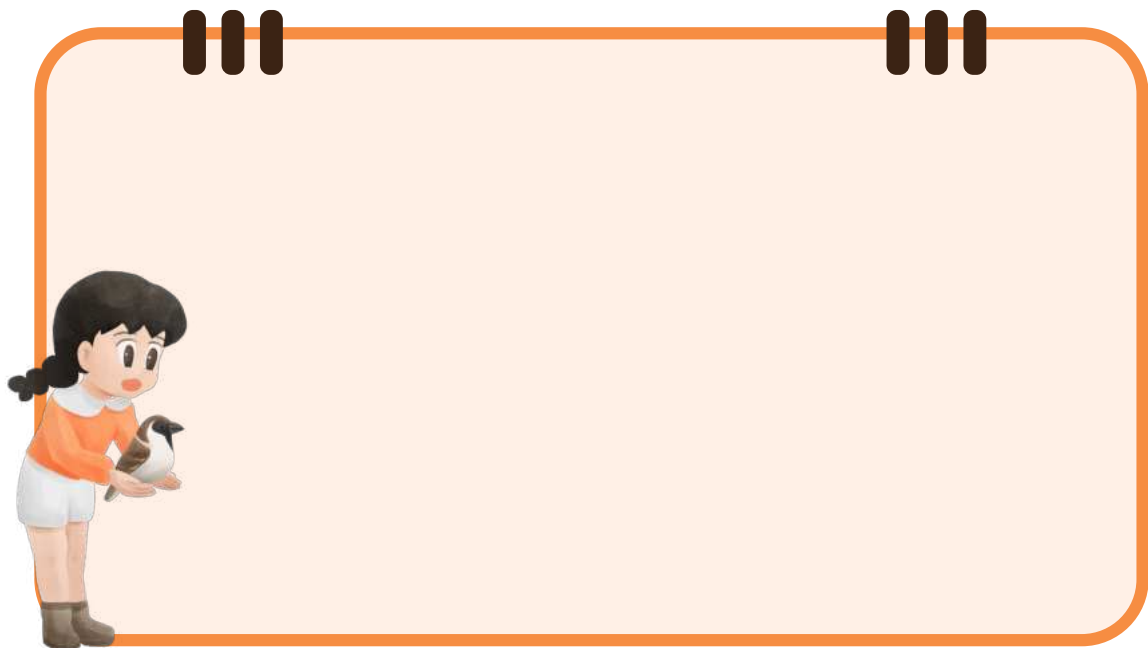
ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : จงตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่าการกระทำใดบ้างที่ส่งผลให้ระบบนิเวศถูกทำลาย ?



2. นักเรียนจะมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างไร ?



กิจกรรมป่าฝนสุดท้าย

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การ์ดสถานการณ์ที่ทำให้พื้นที่ทรัพยากรป่าไม้หายไป



สภาพภูมิอากาศแปรปรวน
ฝนตกหนักและพายุมากขึ้น
ทำให้น้ำท่วม

☐ *เชือกหายไป



อากาศร้อนขึ้นฤดูแล้งยาวนาน
ไม่มีน้ำใช้

☐ *เชือกหายไป



การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิ
อากาศ ทำให้น้ำทะเลหนุนสูง
ท่วมพื้นที่ชายฝั่งทะเล

☐ *เชือกหายไป



พื้นที่ถูกนำไปสร้างที่อยู่อาศัย

☐ *เชือกหายไป



อากาศร้อนขึ้น ทำให้เกิดไฟป่า
บ่อยขึ้น พื้นที่ป่าถูกทำลาย

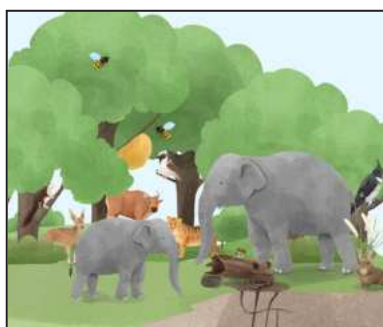
☐ *เชือกหายไป



การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อสร้าง
เขื่อนทำให้พื้นที่ป่าไม่มีขนาด
เล็กลงไป

☐ *เชือกหายไป

การ์ดสถานการณ์ที่ทำให้พื้นที่ทรัพยากรป่าไม้เพิ่มขึ้น



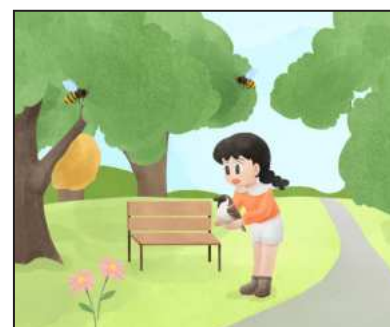
ประกาศเป็นพื้นที่อนุรักษ์ความ
หลากหลายทางชีวภาพ

☐ *เชือกเพิ่มขึ้น



เจ้าของโรงงานอุตสาหกรรม
ฟื้นฟูพื้นที่ใหม่ ความหลากหลาย
ทางชีวภาพกลับคืนมา

☐ *เชือกเพิ่มขึ้น



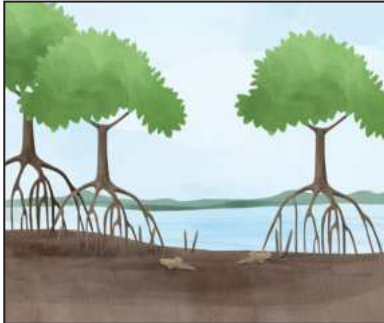
เปลี่ยนแปลงสนามกอล์ฟเป็น
สวนสาธารณะให้คนและสิ่งมี
ชีวิตอยู่ร่วมกันได้

☐ *เชือกเพิ่มขึ้น

กิจกรรมป่าฝันสุดท้าย

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การ์ดสถานการณ์ที่ทำให้พื้นที่ทรัพยากรป่าไม้เพิ่มขึ้น



พื้นที่ป่าได้รับการคุ้มครองจาก
ชุมชนทำให้ป่ายังบริการนิเวศ
และปัจจัย 4 ต่อผู้คน

☐ *เชือกเพิ่มขึ้น



มีพื้นที่สีเขียวในเมืองให้คนพัก
ผ่อน สิ่งมีชีวิตในเมืองอยู่ได้

☐ *เชือกเพิ่มขึ้น



กิจกรรม

แมลงและผองเพื่อน



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา

ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5

ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน และรอบบริเวณ
โรงเรียน

✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง

✓ กลไกของ Climate Change

○ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.3, ส 5.1

แนวคิดกิจกรรม

โลกของเรามีแมลงประมาณ 1 ล้านชนิดที่ได้รับการบรรยายตั้งชื่อแล้ว แต่ละชนิดก็ล้วนแต่มีความสำคัญแตกต่างกันออกไป ทั่วทุกวันนี้จำนวนประชากรแมลงกำลังลดลงอย่างน่าตกใจจากการขยายตัวของเมืองโดยมนุษย์ ซึ่งประเทศไทยที่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจสำคัญด้านหนึ่ง คือ เกษตรกรรม ก็อาศัยแมลงเป็นผู้ผสมเกสร ไม่ว่าจะเป็นพืชผักผลไม้ นอกจากนี้แมลงยังเป็นอาหารหลักของสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ รวมทั้งเป็นอาหารทางเลือกของมนุษย์อีกด้วย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงไม่เพียงส่งผลกระทบต่อพืชผลผลิตทางการเกษตร แต่ยังมีผลต่อเหล่าสมาชิกในอาณาจักรแมลงที่ขาดความสามารถในการปรับตัวลงอุณหภูมิในร่างกายของพวกเขาเอง ที่น่ากังวลเป็นพิเศษ คือ แมลงผสมเกสรที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารให้กับมนุษย์ นอกจากนี้แมลงยังเป็นผู้ควบคุมศัตรูพืชตามธรรมชาติ ย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ และของเสียในสิ่งแวดล้อม สร้างธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุในดินเป็นวัฏจักรให้ผืนดินอุดมสมบูรณ์ หรืออาจกล่าวได้ว่าแมลงจึงเป็นตัวชี้วัดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพชั้นดี รวมทั้งช่วยเป็นดัชนีทางธรรมชาติเพื่อสังเกตความเป็นมลพิษในสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนรู้จักแมลงและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ
- ② เพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแมลงและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่มีบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศ
- ③ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องของแมลงที่เป็นดัชนีชี้วัดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และมลพิษในสิ่งแวดล้อม

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1 ตัวอย่างแหล่งสืบค้น



เรื่อง แมลงสัตว์มหัศจรรย์ ตอน 1 ช่อง Animals Speak
[by Mahidol] <https://www.youtube.com/watch?v=ONjnA5YmkN4> หรือสแกน
QR Code



เรื่อง แมลงสัตว์มหัศจรรย์ ตอน 2 ช่อง Animals Speak
[by Mahidol] <https://www.youtube.com/watch?v=QZ6Y895Va6o> หรือสแกน QR Code



เรื่อง แมลง...อาหารอนาคต ช่อง Animals Speak [by
Mahidol] <https://www.youtube.com/watch?v=z-bz-i-eefqk> หรือสแกน QR Code



เมื่อ 'แมลง' สูญหายจากภัย 'โลกร้อน' ความน่ากังวล
ที่ส่งผลต่อมนุษย์ โดยกรุงเทพธุรกิจ ออนไลน์, 2567
www.bangkokbiznews.com/environment/1123497 หรือสแกน QR CODE

2



คอมพิวเตอร์

3



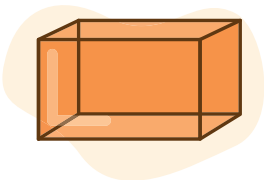
แว่นขยาย

4



กล้องถ่ายภาพ
หรือโทรศัพท์มือถือ (ถ้ามี)

5



กล่องสำหรับเก็บตัวอย่างแมลง

ขั้นนำ

- 1 คุณครูใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้ / ประสบการณ์เดิมของนักเรียน เช่น เคยเห็นแมลงอะไรบ้าง เคยพบแมลงที่ไหนบ้าง
- 2 คุณครูใช้คำถามชวนจินตนาการถึงปัจจัยที่เหมาะสมที่เป็นถิ่นอาศัยของแมลง เช่น ถ้านักเรียนเป็นแมลงจะอยากรู้อย่างไร

ชั้นสอน

- ① คุณครูเปิดวิดีโอทัศน์สื่อการสอน (กรณีเรียนในห้องเรียน) หรือ พานักเรียน ออกไปสำรวจแมลง นอกห้องเรียนเพื่อสังเกตจากสภาพแวดล้อมจริง
- ② วาดภาพระบายสีสิ่งที่เห็นจากวิดีโอทัศน์ หรือจากการสังเกตสภาพแวดล้อมในพื้นที่จริงโดยคุณครูให้นักเรียนวาดหรือจดรายละเอียดสภาพแวดล้อมที่พบในขณะที่สังเกตไปด้วย เช่น ผีเสื้อกำลังผสมเกสรดอกไม้ นกบินไปโฉบกินผึ้งที่กำลังบินบนท้องฟ้า



- ③ ลากลูกศรเชื่อมโยงห่วงโซ่อาหารในภาพที่วาด (สิ่งที่ถูกกิน → ผู้บริโภค)



- ④ นำสิ่งที่วาดมาเขียนเป็นโซ่อาหารหรือสายใยอาหารด้านล่าง ภาพวาด เช่น ดอกไม้ → ผีเสื้อ → นกจาบคาหัวเขียว



- ⑤ คุณครูให้ความรู้เกี่ยวกับถิ่นอาศัยของแมลงชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เห็นความหลากหลายของระบบนิเวศที่เป็นถิ่นอาศัยของแมลง เช่น แมลงปอบ้านและแมลงปอเขี้ยวไขว่ในแหล่งน้ำ ตึกแตนตำข้าวบนต้นไม้จับแมลงอื่น เช่น แมลงวัน ยุงและผีเสื้อ กินเป็นอาหาร ฯลฯ
- ⑥ คุณครูเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับของความหลากหลายทางชีวภาพ (พันธุกรรม ชนิด และระบบนิเวศ) รวมถึงความเชื่อมโยงของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① นักเรียนร่วมกันสะท้อนการเรียนรู้จากกิจกรรม โดยใช้ลักษณะคำถามตัวอย่าง เช่น นักเรียนรู้สึกอย่างไรบ้าง จากกิจกรรมนี้ นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง
- ② คุณครูสรุปผลสิ่งที่นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ และเชื่อมโยงสาระสำคัญ เน้นการสรุปที่สองประเด็น ดังนี้ (1) นิยามและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ (เช่น แมลงที่นักเรียนพบเจอมีความหลากหลายสูงมาก ๆ และแต่ละชนิดมีบทบาทไม่เหมือนกัน แม้จะมาจากในระบบนิเวศเดียวกัน) และ (2) ความเชื่อมโยงของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (การลดลงของแมลง ส่งผลต่อความสามารถในการผสมเกสรของพืช และทำให้ประชากรพืชลดลง สุดท้ายเมื่อพืชลดลงก็เท่ากับ ลดความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนบนบก หรืออุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเองก็เช่นกันที่ส่งผลต่อความสามารถในการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของแมลง ทำให้ความสมบูรณ์ในระบบนิเวศลดลง และนำไปสู่วงจรที่เป็นลบกับธรรมชาติ)

การประเมินผล

- ① การเขียนแผนผังภาพ เพื่ออธิบายถึงการเชื่อมโยงชนิดแมลงที่พบกับถิ่นที่อยู่อาศัย หรือบทบาททางนิเวศของแมลง
- ② เขียนห่วงโซ่อาหาร (food chain) และสายใยอาหารของแมลง (food web)

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูสามารถเชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านแมลงมาช่วยสอนนักเรียนได้ ซึ่งจะช่วยให้เสริมความเข้าใจเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและบทบาทของแมลงในระบบนิเวศได้ดีขึ้น พร้อมทั้งเป็นการช่วยสนับสนุนอาชีพสีเขียวได้อีกด้วย
- ② ยกตัวอย่างแมลงอื่น ๆ เช่น ผีเสื้อ แมลงปอ ตัวเต่า ผึ้ง และตึกแตน ฯลฯ เพื่อให้เข้าใจถึงความหลากหลายในระบบนิเวศมากขึ้น
- ③ คุณครูควรเตรียมพร้อมองค์ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพก่อนเริ่มสอน หรือทำกิจกรรม โดยศึกษาได้จากเนื้อหาในบทนำของคู่มือฉบับนี้ รวมทั้งการเล่าเรื่องประสบการณ์ตรง เพื่อให้มีตัวอย่างที่นักเรียนเข้าใจได้ง่ายและเชื่อมโยงกับตนเองได้มากขึ้น



กิจกรรม

เจ้ากวางน้อย



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

- 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ
อวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ใสนามหญ้า หรือโรงยิม

- ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

สิ่งมีชีวิตมีความผันผวนด้านประชากรตลอดเวลา และต้องใช้ปัจจัยในการดำรงชีวิต เช่น อาหาร น้ำ แหล่งที่พักหลบภัย แต่เมื่อเกิดสถานการณ์วิกฤติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น เกิดความแห้งแล้งจนแหล่งน้ำลดลง เกิดไฟป่าจนแหล่งที่พักหลบภัยลดลง เกิดน้ำป่าไหลหลากฉับพลัน ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้ปัจจัยในการดำเนินชีวิตลดลง จนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

เจ้ากวางน้อย เป็นกิจกรรมจำลองสถานการณ์ที่จะให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นกวาง และปัจจัยพื้นฐานในการอยู่อาศัย ได้แก่ อาหาร น้ำ และที่พักหลบภัย โดยปัจจัยเหล่านี้จำเป็นและสำคัญต่อสัตว์ในการดำรงชีวิตและอยู่รอดในธรรมชาติ เกมนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวนสัตว์ป่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงได้อย่างไรและเชื่อมโยงถึง ปัจจัยจำกัด เช่น อาหาร แหล่งน้ำ ที่พักหลบภัย ผู้ล่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร

วัตถุประสงค์

- 1) นักเรียนสามารถระบุและอธิบายเกี่ยวกับ 3 ปัจจัย ได้แก่ อาหาร น้ำ และที่พักหลบภัย ที่มีความจำเป็นต่อการอยู่อาศัยของสัตว์ป่า
- 2) นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสัตว์ป่า การเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากรเมื่อถูกกำหนดด้วย 'ปัจจัยจำกัด' เช่น อาหาร น้ำ ที่พักหลบภัย โรคติดต่อ ผู้ล่า มลพิษ การล่าสัตว์ ที่อยู่อาศัยถูกทำลาย สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ฯลฯ ซึ่งส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากร
- 3) นักเรียนเรียนรู้ปัจจัยจำกัดที่ส่งผลต่อความผันผวนของประชากรสัตว์ป่า
- 4) นักเรียนเรียนรู้ว่าแหล่งที่อยู่อาศัยหรือสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการอยู่รอดของสัตว์ป่า

ชั้นนำ

- ① คุณครูตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตของนักเรียน (น้ำ อาหาร ที่อยู่อาศัย เป็นต้น) และร่วมอธิบายว่า เพราะเหตุใดปัจจัยที่นักเรียนเสนอมาจึงมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต
- ② คุณครูอาจยกตัวอย่างสัตว์ที่อยู่ใกล้ตัว เช่น นก และตั้งคำถามแก่นักเรียนเช่นเดียวกับข้อ 1 (นักเรียนจะพบว่า สิ่งที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของเรากับนกคล้ายกัน)
- ③ คุณครูอธิบายความรู้พื้นฐานเรื่องปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตในการอยู่อาศัย โดยแบ่งเป็น ปัจจัยทางกายภาพ หรือสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน น้ำ อากาศ แสง แร่ธาตุ ฯลฯ และปัจจัยทางชีวภาพ หรือสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ มนุษย์ เห็ดรา จุลินทรีย์ ฯลฯ
- ④ คุณครูชวนนักเรียนช่วยกันคิดว่า ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะส่งผลอย่างไรต่อปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของเรา และหากปัจจัยเหล่านั้นลดน้อยลง หรือหายไป จะส่งผลอย่างไรต่อเราได้บ้าง (อาจยกตัวอย่างต้นไม้ที่ขาดน้ำเพราะภัยแล้ง ทำให้ไม่ออกดอก หรือพืชผักท้องขึ้น หรือผลไม้ ที่ได้รับผลกระทบและไม่ให้ผลผลิตตามฤดูกาล)

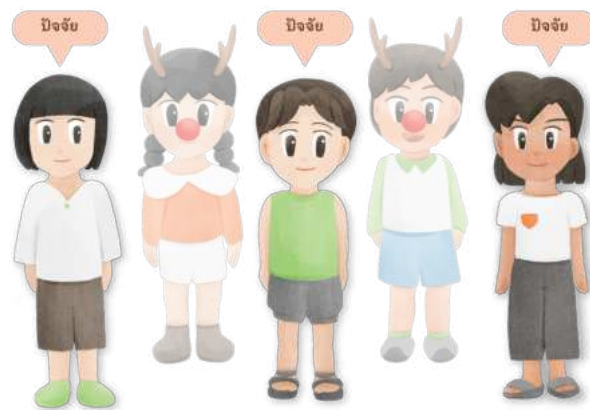


ชั้นสอน

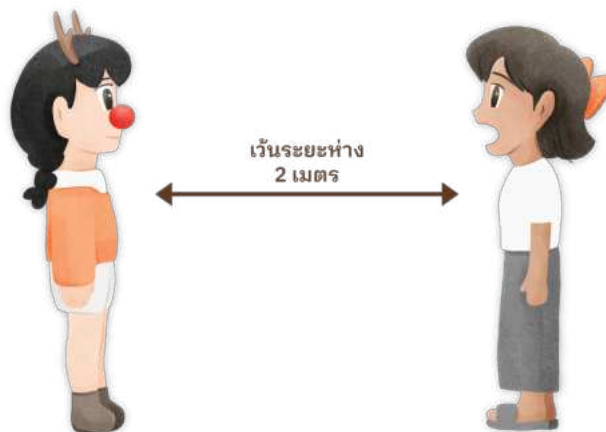
- ① กำหนดให้นักเรียน 2 คนเป็นกวาง สำหรับจำนวนนักเรียน 15-20 คน ในชั้นเรียน (โดยให้มีอัตราส่วนของกวางต่อจำนวนนักเรียนประมาณ 1 คน ต่อจำนวนนักเรียนทั้งหมด 10 คน เช่น หากมีนักเรียน 30-40 คน สามารถเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เป็นกวางได้ 3-4 คน)



- ๒ กำหนดให้นักเรียนคนที่เหลือเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของกวาง ได้แก่ อาหาร น้ำ และที่พักหลบภัย



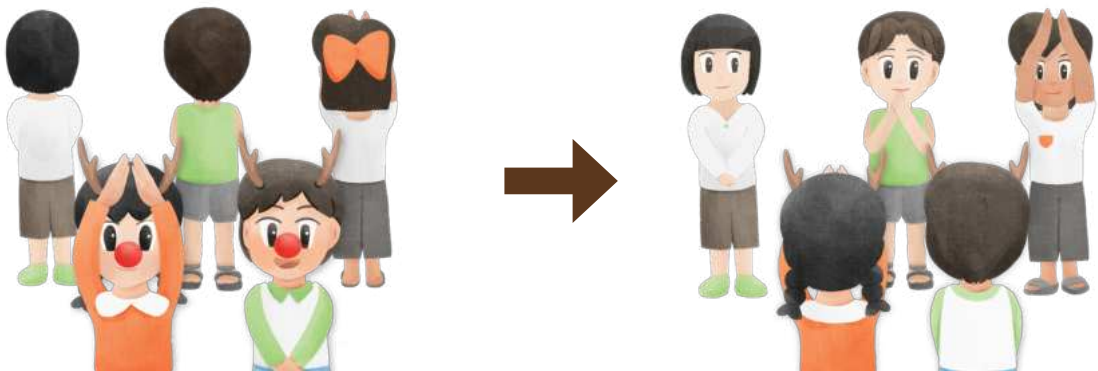
- ๓ แบ่งนักเรียนเป็น 2 ฝั่ง โดยให้นักเรียนที่เป็นกวางอยู่ฝั่งหนึ่ง และนักเรียนที่เป็นปัจจัยอยู่อีกฝั่งหนึ่งตรงข้ามกัน เว้นระยะห่างระหว่าง 2 ฝั่ง เพื่อให้สามารถวิ่งไปมาได้ อย่างน้อย 2 เมตร



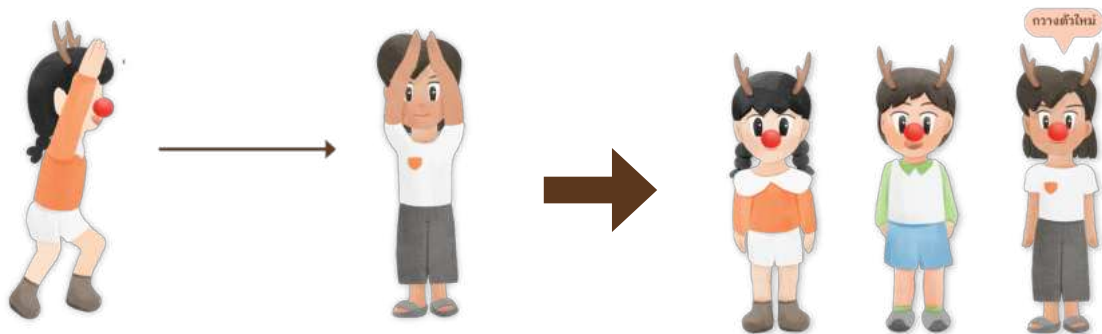
- ๔ กำหนดลักษณะท่าทางของปัจจัยให้นักเรียนเข้าใจร่วมกัน เช่น อาหาร ให้นำสองมือมาจับที่ท้อง น้ำ ให้นำมือสองข้างมาวางที่ปาก และที่พักหลบภัย ให้ประสานมือแทนสัญลักษณ์บ้านไว้เหนือศีรษะ



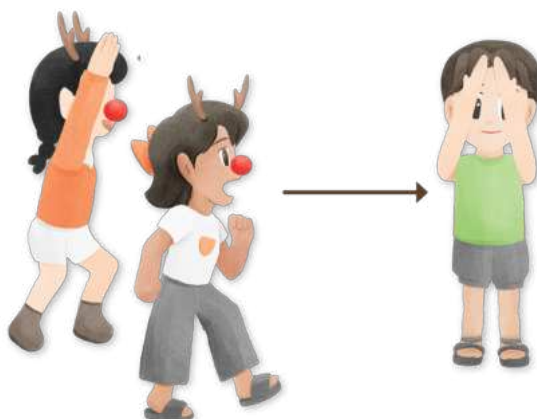
- ๕) ให้นักเรียนทั้ง 2 ฝั่งกลับหลังหัน และเลือกแสดงท่าทางเป็นอาหาร น้ำ หรือที่พื้กหลบภัย ก็ได้ และเมื่อคุณครูให้สัญญาณนับ 1-3 แล้ว ให้นักเรียนหันหน้ากลับมาเจอกัน ซึ่งการแสดงท่าทางฝั่งของกวางจะหมายถึงปัจจัยที่กวางตัวนั้นต้องการ ส่วนการแสดงท่าทางของฝั่งปัจจัยจะหมายถึงนักเรียนคนดังกล่าวสมทบมากเป็นปัจจัยนั้น ๆ



- ๖) ให้นักเรียนฝั่งกวางวิ่งไปหาเพื่อนในฝั่งปัจจัยที่แสดงท่าทางตรงกับปัจจัยที่ตัวเองต้องการ เช่น หากนักเรียนที่เป็นกวางคนที่ 1 แสดงท่าทางเป็นอาหาร ก็ให้วิ่งไปหาเพื่อนฝั่งปัจจัยที่แสดงท่าทางเป็นอาหารเช่นกัน แล้วพาเพื่อนคนนั้นกลับมาอยู่ฝั่งกวางด้วยกัน โดยในรอบถัดไปนักเรียนคนที่ถูกพาไปฝั่งกวางก็ต้องสมทบมากเป็นกวาง (ขั้นตอนนี้ แสดงถึงกวางที่ได้รับปัจจัยในการดำรงชีวิต และเพิ่มจำนวนขึ้น)



- ๗) ทำข้อ 5. และ 6. ซ้ำอีกอย่างน้อย 2-3 รอบ (ขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียน) เมื่อทำกิจกรรมซ้ำ ๆ ฝั่งปัจจัยจะมีจำนวนน้อยลง เพราะถูกเปลี่ยนเป็นกวางที่มีจำนวนมากขึ้น ดังนั้นเมื่อเริ่มกิจกรรม รอบที่ 3-4 ขึ้นไป นักเรียนฝั่งกวางจะมีจำนวนมากกว่า ฝั่งปัจจัย และจะมีกวางที่มีความต้องการ (แสดงท่าทาง) เหมือนกัน 2 คน ขึ้นไป แต่ในฝั่งปัจจัยเหลือผู้ที่แสดงท่าทางเป็นปัจจัยนั้น แค่คนเดียว ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนฝั่งกวางจะต้องแข่งขันวิ่งไปหาเพื่อฝั่งปัจจัย หากนักเรียนฝั่งกวางคนใดสามารถวิ่งไปถึงเพื่อนที่เป็นฝั่งปัจจัยได้ก่อน ถือว่าสามารถหาปัจจัยที่ต้องการได้ และมีชีวิตรอดในรอบถัดไป ส่วนกวางที่หาปัจจัยที่ตัวเองต้องการไม่ได้ จะต้องตายและออกจากกิจกรรม



- ⑧ คุณครูสามารถกำหนดสถานการณ์พิเศษที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น เกิดสภาวะแล้งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยนัดแนะให้นักเรียนฟังปัจจัยไม่แสดงท่าทางเป็นน้ำเสียง (ไม่บอกฟังกว้าง) ดังนั้นหากนักเรียนที่เป็นกว้างแสดงท่าทางถึงความต้องการน้ำก็จะตายลง และเห็นการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เปลี่ยนไป
- ⑨ คุณครูดำเนินกิจกรรมไปจนกว่าฟังกว้างจะไม่มีสมาชิกเหลืออยู่ จากนั้นลองเล่นใหม่ตั้งแต่ต้น (อาจเล่นซ้ำ 2-3 รอบ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม) เพื่อย้ำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างกว้างและปัจจัยจำกัด โดยให้นักเรียนสลับบทบาทกันบ้าง จนสมาชิกฟังกว้างตายหมดอีกครั้ง จึงสรุปผล

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูชวนนักเรียนคิดว่า ปัจจัยจำกัดมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีความรุนแรงขึ้นไหมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แล้วจะส่งผลต่อสมดุลประชากรอย่างไร ยกตัวอย่างสักหนึ่งสิ่งมีชีวิต
- ② คุณครูชวนนักเรียนคิดว่าปัจจัยจำกัด นอกจากอาหาร น้ำ ที่พืกลบภัย กว้างยังถูกจำกัดด้วยปัจจัยอื่นใดอีกบ้างที่ ทำให้จำนวนประชากรมีการเปลี่ยนแปลง และที่อยู่อาศัย ที่เหมาะสมมีความสำคัญกับกว้างอย่างไร

การประเมินผล

- ① นักเรียนสามารถอธิบายองค์ประกอบ 3 ปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า
- ② นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง 3 ปัจจัยจำกัด ในการควบคุมประชากรของสัตว์ได้
- ③ นักเรียนเข้าใจว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับปัจจัยจำกัดที่สร้างผลกระทบต่อสมดุลประชากร

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① เพื่อส่งเสริมด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คุณครูสามารถให้นักเรียนสลับบทบาทเป็นสัตว์ชนิดอื่นได้
- ② ในขั้นสรุป คุณครูสามารถอธิบายเพิ่มเติมเรื่องขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ (carrying capacity) คือความสามารถในการรองรับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง จากหลักสมดุลประชากร เช่น หลุม 100 ต้นหรือกอ ก็จะรองรับวัวได้หนึ่งตัว ให้มีชีวิตอยู่ หรือหากินได้เฉลี่ยแล้วไม่เกินครึ่งวัน เป็นต้น หรือสามารถอ่านข้อมูลเพิ่มเติมได้จากบทนำของคู่มือนี้



กิจกรรม

พีระมิดสายใยอาหาร



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย
กลุ่มสาระการเรียนรู้:
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที
สถานที่: ในห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำนวความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

ทุกสิ่งมีชีวิตบนโลกล้วนแล้วแต่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ โดยเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรของธรรมชาติ ในการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ผ่านการถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหาร จากการกินกันเป็นทอด ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ กล่าวคือ อาจทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์ไป ซึ่งหมายความว่าสายใยอาหารที่สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ทำหน้าที่อยู่ ก็เกิดความไม่สมดุล และกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมได้

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสายใยอาหารและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
- ② เพื่อให้นักเรียนเข้าใจผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ③ เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



หรือ



อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม
ชุดลูกบาศก์พีระมิดสายใยอาหาร
และการ์ดสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสายใยอาหาร
หรือสแกน QR Code นี้ได้

2



ตัวอย่างแหล่งสืบค้นเรื่องห่วงโซ่อาหารและ
สายใยอาหาร จาก สถาบันนวัตกรรมการ
เรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล <https://il.mahidol.ac.th/e-media/ap-biology2/chapter5/eco4.htm>
หรือสแกน QR Code

ชั้นนำ

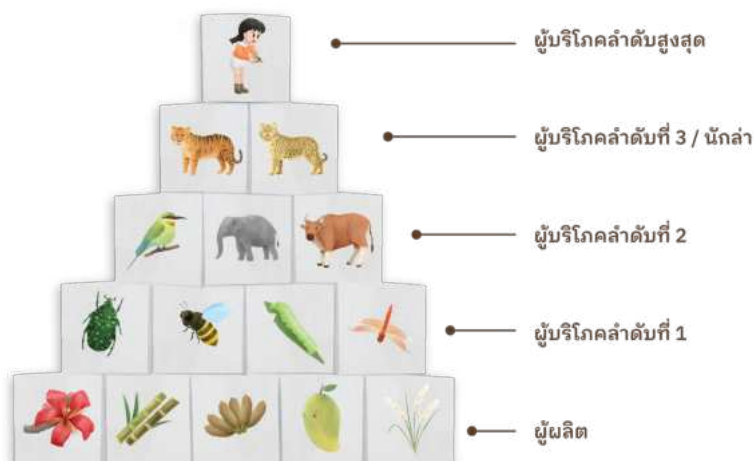
คุณครูเปิดวิดีโอ เรื่อง แอนิเมชัน ห่วงโซ่อาหาร จากศูนย์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: <https://www.youtube.com/watch?v=yeSpTVpSv-8> หรือสแกน QR code



จากนั้น ชวนนักเรียนนำเสนอความรู้เรื่องห่วงโซ่อาหาร ตามความเข้าใจ

ขั้นสอน

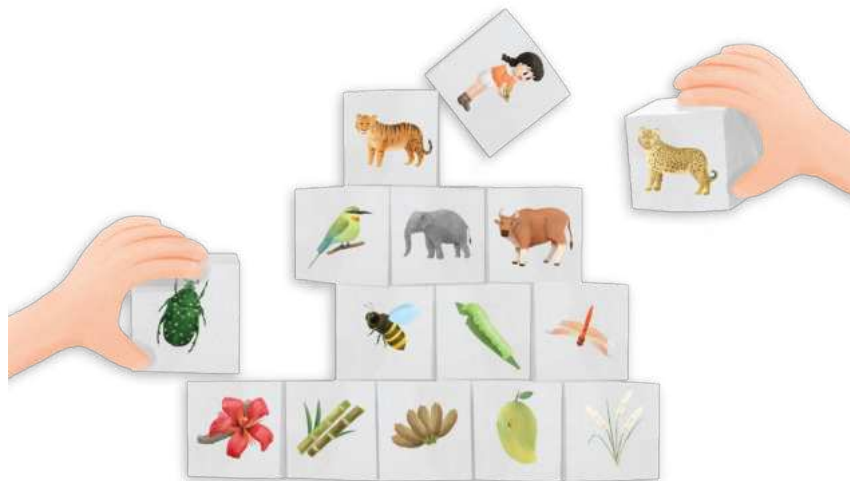
- 1 คุณครูแบ่งกลุ่มนักเรียนทำกิจกรรม กลุ่มละ 4-5 คน
- 2 คุณครูแจกชุดพีระมิดสายใยอาหาร กลุ่มละ 1 ชุด
- 3 ให้นักเรียนช่วยกันต่อพีระมิดสายใยอาหารของกลุ่มตนเอง ภายในเวลา 10-15 นาที



- ④ ให้นักเรียนนำเสนอพิธีมิดสายใยอาหารของกลุ่มตนเอง
- ⑤ คุณครูสรุปความรู้เกี่ยวกับสายใยอาหารเพิ่มเติม ตามเอกสารจากตัวอย่างแหล่งสืบค้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
- ⑥ คุณครูสุ่มการ์ดสถานการณ์ แล้วบอกผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์นั้น ตามที่ระบุในการ์ด



- ⑦ หากปัจจัยหรือสิ่งมีชีวิตใดได้รับผลกระทบ ให้แต่ละกลุ่มดึงลูกบาศก์นั้นออก



- ⑧ ทำเช่นนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีกลุ่มที่โครงสร้างของพิธีมิดไม่สามารถคงตัวอยู่ได้ และกล่อมลงมา ถือเป็นอันจบกิจกรรม



ขั้นสรุปกิจกรรม

- 1 คุณครูชวนนักเรียนพิจารณาคำอธิบายสถานการณ์ทั้งหมด และสรุปร่วมกันว่า เหตุการณ์ใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อพืชมีดสายใยอาหาร
- 2 คุณครูและนักเรียนร่วมกันระดมความคิดว่า เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ต่าง ๆ เราจะทำอย่างไรเพื่อลดผลกระทบนั้น โดยเฉพาะสถานการณ์ที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้พืชมีดสายใยอาหารของเรายังสามารถคงตัวอยู่ได้

การประเมินผล

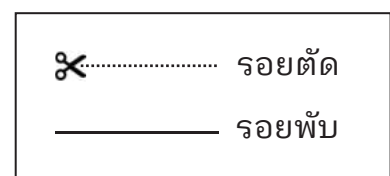
- 1 นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหา เรื่อง “สายใยอาหาร” ตามวิดีโอที่ให้อ่าน และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารและต่อพืชมีดสายใยอาหารได้ถูกต้อง
- 2 นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืชมีดสายใยอาหารและความหลากหลายทางชีวภาพ

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- 1 คุณครูสามารถบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปทรงเรขาคณิตเข้าไปได้
- 2 คุณครูสามารถบูรณาการวิชาศิลปะ และการทำงานเป็นทีม โดยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้ตัดปะพืชมีดเองก่อนถึงคาบกิจกรรม
- 3 คุณครูสามารถต่อยอดบทสนทนา เรื่อง ห่วงโซ่อาหาร (food chain) หรือ สายใยอาหาร (food web) โดยใช้หลักการอธิบายระบบนิเวศทั้งระบบ ว่าหากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความรุนแรงขึ้นจนรบกวนต่อความหลากหลายทางชีวภาพ แม้จะแค่ชนิดใดชนิดหนึ่ง แต่สามารถเกิดผลกระทบให้โครงสร้างที่ซับซ้อนของห่วงโซ่อาหาร หรือสายใยอาหารดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปได้ทั้งระบบ จนถึงตัวมนุษย์ หรือพวกเราเอง ได้ในที่สุด



อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม



กิจกรรมพีระมิดสายใยอาหาร

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

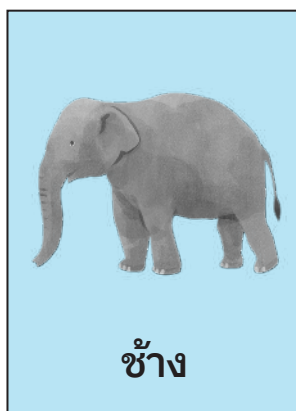
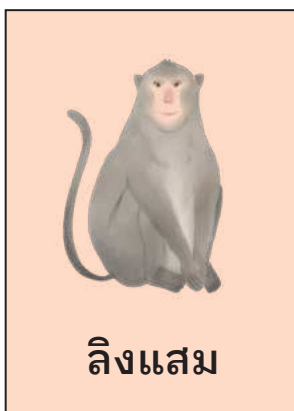
การ์ดภาพสิ่งมีชีวิต



กิจกรรมพีระมิดสายใยอาหาร

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

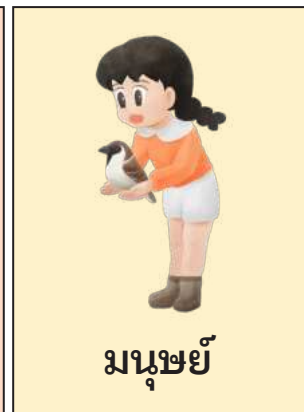
การ์ดภาพสิ่งมีชีวิต



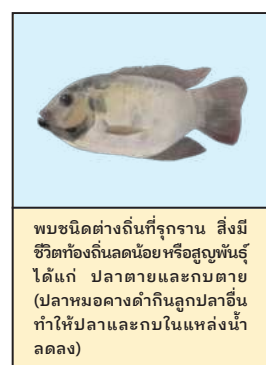
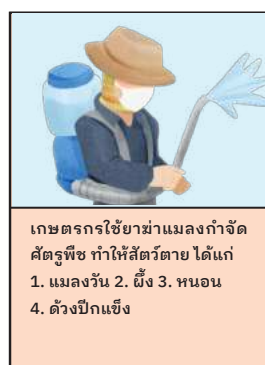
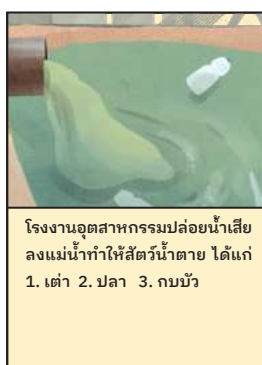
กิจกรรมพีระมิดสายใยอาหาร

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การ์ดภาพสิ่งมีชีวิต



การ์ดสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสายใยอาหาร



กิจกรรม

ทุ่งหญ้ากับป่าไม้



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

- 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ
อวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.3, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

กิจกรรมนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้ ได้เรียนรู้พรรณไม้เด่นและความสำคัญของทั้งสองระบบนิเวศ รวมทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เป็นอีกภัยคุกคามหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้และทุ่งหญ้า ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ คือ การกระจายตัวของสายพันธุ์ต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไป

นอกจากนี้ ยังมีภัยคุกคามอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยมนุษย์ เช่น การเผาป่าและการตัดไม้เพื่อปรับพื้นที่มาเป็นพื้นที่สำหรับเกษตรกรรมและการปศุสัตว์เพื่อการอุตสาหกรรม รวมทั้งการรุกรานเพื่อสร้างรีสอร์ทท่องเที่ยว การระเบิดภูเขาเพื่อทำเหมือง ก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้ด้วยเช่นกัน

วัตถุประสงค์

- ① นักเรียนได้เรียนรู้ระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้ โดยสามารถบอกลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างของสองระบบนิเวศได้
- ② นักเรียนยกตัวอย่างพรรณไม้ที่อยู่ในแต่ละระบบนิเวศได้
- ③ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงภัยจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทุ่งหญ้ากับป่าไม้ได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



เชือก

2



ใบความรู้ ใบงาน และอุปกรณ์ทำยอก
(การ์ดเหตุการณ์ภัยธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศ) หรือสแกน QR code

หรือ



3



ตัวอย่างแหล่งสืบค้น เรื่อง ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศ จาก ส่วนการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้ <http://reddplus.dnp.go.th/?p=4997> หรือสแกน QR Code

4



ตัวอย่างแหล่งสืบค้น เรื่อง ภัยในพื้นที่อนุรักษ์
จากสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช <https://url.in.th/ScVcI> หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

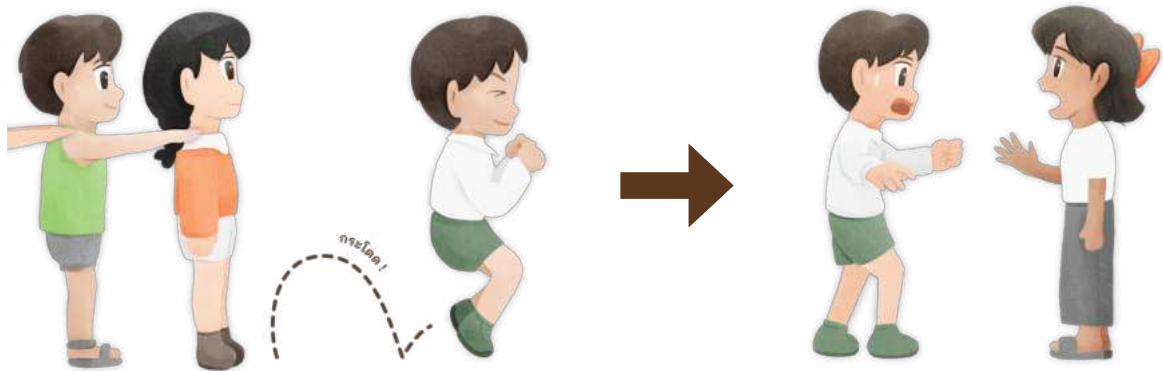
- 1 คุณครูเล่าข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าไม้และทุ่งหญ้าจากใบความรู้
- 2 คุณครูเล่าเรื่องภัยพิบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่อาจจะรุนแรงขึ้น และเกิดบ่อยขึ้น
- 3 นักเรียนสรุปความแตกต่างของสองระบบนิเวศ และเขียนตัวอย่างของพรรณไม้เด่นที่อยู่ในแต่ละระบบนิเวศ ลงในใบงาน จากนั้นจึงเริ่มอธิบายกติกาของเกม

ขั้นสอน

- 1 แบ่งนักเรียนเป็นสองฝั่ง จำนวนเท่า ๆ กัน ให้ฝั่งหนึ่งเป็นทีมทุ่งหญ้า และอีกฝั่งเป็นทีมป่าไม้ โดยคุณครูใช้เชือกวางเป็นเส้นสำหรับแบ่งเขตแดนของฝั่งทุ่งหญ้าและป่าไม้ ให้แต่ละฝั่งอยู่ห่างจากเส้นกั้นอย่างน้อย 1 เมตร



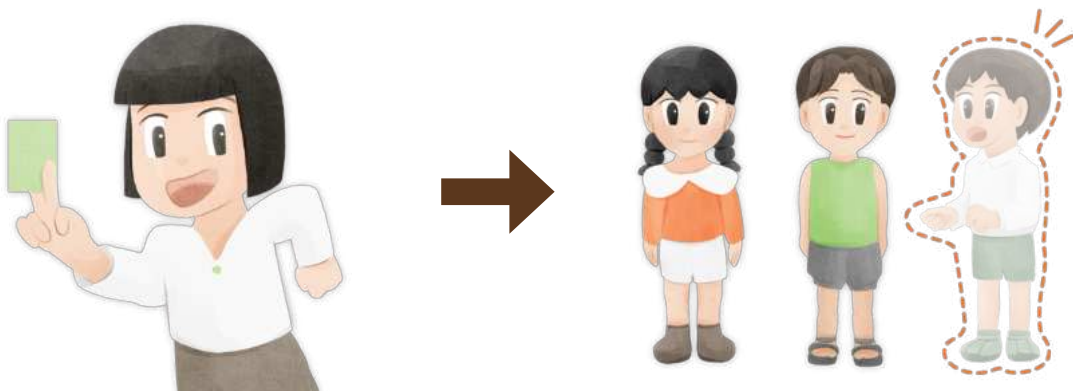
- ② นักเรียนแต่ละฝั่งตั้งแถวเรียงหนึ่ง (เกาะไหล่คนข้างหน้า) โดยคนแรกของแต่ละฝั่งเริ่มกระโดดด้วยขาคู่ไปเรื่อย ๆ จนไปเจอกับเพื่อนอีกฝั่งหนึ่ง แล้วเป่ายิงฉุบกัน



- ③ คนที่เป่ายิงฉุบชนะจะมีสิทธิ์เล่นต่อ ส่วนคนแพ้ต้องรีบวิ่งไปแตะมือเพื่อนฝั่งตัวเอง แล้วออกไปนั่งรอ (ออกจากเกม) ให้คนในลำดับถัดไปกระโดดมาเป่ายิงฉุบกับผู้เล่นต่อ



- ④ ทำเช่นนี้จนกว่าจะมีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่สมาชิกแพ้หมดทั้งกลุ่ม แล้วอีกกลุ่มหนึ่งถือเป็นผู้ชนะในรอบนั้น
- ⑤ หลังจบเกมรอบแรก ให้ครูชวนแลกเปลี่ยนว่ามีความเปลี่ยนแปลงใดบ้างที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้ได้ โดยครูสามารถอธิบายถึงภัยพิบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อารลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าไม้ (ดูตัวอย่างผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรป่าไม้ได้ในใบความรู้)
- ⑥ ฝ่ายที่ชนะในรอบแรกสุ่มจับการ์ดเหตุการณ์ภัยธรรมชาติ หากเกิดขึ้นกับทีมไหนทีมนั้นจะต้องเสียสมาชิกในทีมไป 1 คน



- ⑦ ทำข้อ 2-6 ซ้ำ อีก 2 รอบ จนครบ 3 รอบ และประกาศผลฝั่งที่ชนะ

ขั้นสรุปกิจกรรม

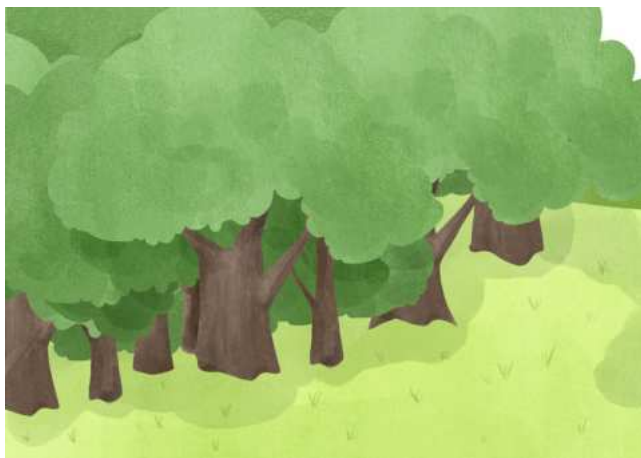
- ① คุณครูอธิบายถึงความสัมพันธ์ของทุ่งหญ้าและป่าไม้ที่มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่กันตามธรรมชาติ
- ② คุณครูอธิบายและสรุปถึงภัยพิบัติ และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้า และป่าไม้

การประเมินผล

- ① นักเรียนตอบคำถามได้ว่าระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้มีลักษณะอย่างไร
- ② นักเรียนเข้าใจว่าภัยพิบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อการลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้า และป่าไม้

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① ระหว่างกิจกรรมควรแบ่งระยะห่างให้มีพื้นที่กระโดดที่พอดี เพิ่มความระมัดระวัง โดยกำชับให้แต่ละฝ่ายพยายามกระโดดขีดซ้ายหรือขวาไว้เพื่อป้องกันการชนกัน
- ② เมื่อจบกิจกรรมนี้แล้ว สามารถต่อยอดไปสู่กิจกรรมการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ ในสองระบบนิเวศต่อได้ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสิ่งมีชีวิตในแต่ละระบบนิเวศมากขึ้น
- ③ สามารถปรับเปลี่ยนทีมทั้งสองฝั่งเป็นระบบนิเวศอื่น ๆ หรือ ปัจจัยอื่น ๆ ได้ เช่น สิ่งมีชีวิตท้องถิ่นกับ สิ่งมีชีวิตถิ่น สัตว์ป่ากับสัตว์เมือง เป็นต้น เพื่อทำให้นักเรียนสนุก และกระตุ้นความอยากรู้จักสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพิ่มเติม
- ④ คุณครูสามารถอธิบายให้นักเรียนฟังถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และชวนนักเรียนช่วยกันคิดวิธีการปรับตัว และบรรเทาผลกระทบอย่างง่าย ที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง



กิจกรรมทุ่งหญ้ากับป่าไม้

ใบความรู้ประกอบกิจกรรม

ระบบนิเวศทุ่งหญ้าและป่าไม้

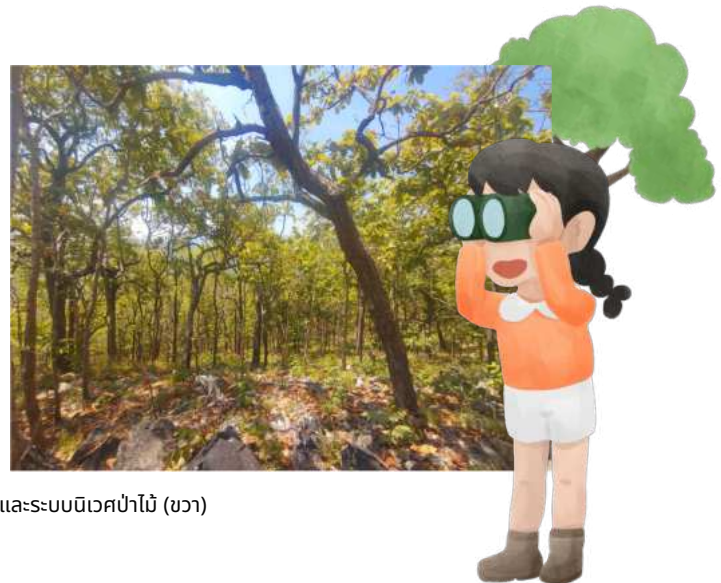
ระบบนิเวศทุ่งหญ้า

เป็นระบบนิเวศที่มีพืชตระกูลหญ้าเป็นพืชเด่น โดยทุ่งหญ้าหรือทุ่งสะวันนาอยู่ในเขตร้อนแห้งแล้งที่เกิดขึ้นหลังจากป่าธรรมชาติอื่น ๆ ถูกทำลาย เช่น ไฟป่า มีลักษณะเป็นทุ่งหญ้าปนกับ ป่าโปร่งขนาดเล็ก โดยมีพืชหลัก คือ หญ้าชนิดต่าง ๆ มีไม้ยืนต้นทนไฟแทรกอยู่ห่าง ๆ พื้นป่าโล่งเตียนสามารถ พบทุ่งหญ้าได้บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง พืชที่พบมากที่สุดในป่าหญ้า ได้แก่ หญ้าชนิดต่างๆ เนื่องจากมีวงจรชีวิตสั้น เมล็ดเบา มีขนาดเล็ก สามารถกระจายตัวลมได้รวดเร็ว หญ้าจึงเข้าครอบครองความใหญ่ในสังคมพืชชนิดนี้เช่น หญ้าคา หญ้าขนตาช้าง หญ้าไวมอง หญ้าเพ็ก หญ้าแฝกหอม หญ้า ขจรจบ สาบเสือ สาบแมว สาบแร้งสาบกา โคลงเคลง ฯลฯ

ระบบนิเวศป่าไม้

เป็นระบบนิเวศที่พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าไม้โดยป่าไม้ในประเทศไทย แยก ออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ ป่าไม่ผลัดใบ (evergreen forest) และป่าผลัดใบ (deciduous forest)

- ป่าไม่ผลัดใบ เป็นป่าที่ประกอบไปด้วยต้นไม้ที่ส่วนใหญ่เขียวชอุ่มตลอดปีประเภทต้นไม้หลักในป่าไม่ผลัดใบได้แก่ ตะเคียนทอง ยางนา กระบาก พันจำ เป็นต้น
- ป่าผลัดใบ เป็นป่าไม้ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศ ยกเว้นบริเวณภาคใต้ที่เริ่มตั้งแต่ปลายฤดูหนาวแล้วเริ่มผลัดใบใหม่หลังจากถึงใบไม้ไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบที่เด่นได้แก่ ประดู่ มะค่าโมง พะยูง เต็ง รัง แดง ฯลฯ และมักพบไฟทั้งไฟป่าและไฟรอกขึ้นผสมในป่าประเภทนี้



ระบบนิเวศทุ่งหญ้า (ซ้าย) และระบบนิเวศป่าไม้ (ขวา)

แหล่งสืบค้นเพิ่มเติม

1. ภูเขาและป่าไม้

จากกลุ่มงานประสานงานกลางอนุสัญญา กองจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <https://url.in.th/shirU>

2. ทุ่งหญ้า ทุ่งไม้พุ่ม และทุ่งหญ้าสะวันนา (grasslands, shrublands and savannahs)

จากกลุ่มงานประสานงานกลางอนุสัญญา กองจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <https://url.in.th/fDPnu>

3. ความหลากหลายของถิ่นที่อยู่

จากสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล <https://url.in.th/OoVox>



ภูเขาและป่าไม้



ทุ่งหญ้า ทุ่งไม้พุ่ม และทุ่งหญ้าสะวันนา



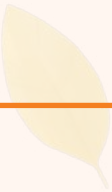
ความหลากหลายของถิ่นที่อยู่

กิจกรรมทุ่งหญ้ากับป่าไม้

ใบงานประกอบกิจกรรม

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบในตารางเปรียบเทียบระหว่างระบบนิเวศป่าไม้และทุ่งหญ้า

รายละเอียด	ป่าไม้	ทุ่งหญ้า
ลักษณะทั่วไป		
ประโยชน์		
ยกตัวอย่างพืชที่พบมา 3 ชนิด		

คำชี้แจง : จงระบุภาพพรรณพืชในรูปต่อไปนี้อยู่ในระบบนิเวศป่าไม้หรือทุ่งหญ้า

หญ้าคา



ตะเคียนทอง



สาบเสือ



เต็ง



มะค่าโมง



หญ้าขจรจบ



อ้างอิง* ภาพถ่าย โดย Nature Plearn Club

กิจกรรมทุ่งหญ้ากับป่าไม้

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

ทุ่งหญ้า



ทุ่งหญ้า

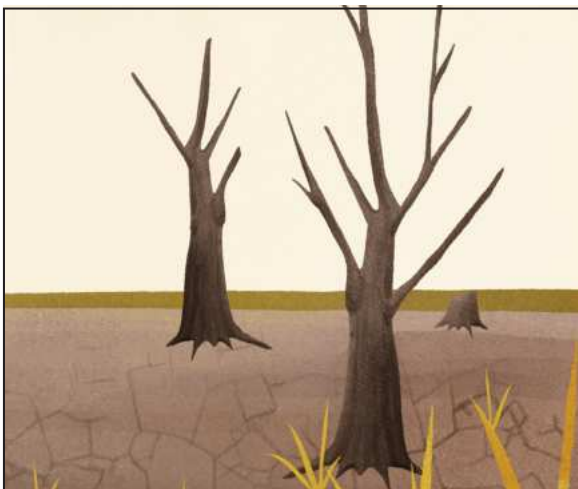
สภาพภูมิอากาศแปรปรวนมีปริมาณน้ำฝนมากขึ้น ทำให้ไม้ป่าเติบโตได้ดีจนรุกเข้าไปในทุ่งหญ้า ขนาดพื้นที่ทุ่งหญ้าจึงลดลง



ทุ่งหญ้า

อากาศร้อนขึ้น ความแห้งแล้งทำให้เกิดไฟป่ารุนแรงขึ้น จึงทำลายสิ่งมีชีวิตในทุ่งหญ้า

ป่าไม้



ป่าไม้

ฝนแล้งยาวนานจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ต้นไม้ป่าชะงักการเติบโตและตายในที่สุด



ป่าไม้

อากาศร้อนขึ้นทำให้ต้นไม้ในป่าไม่ออกดอก ออกผลตามฤดูกาล จึงไม่มีเมล็ดแล้วเกิดเป็นกล้าไม้ต้นใหม่ได้

กิจกรรม

สายใยแห่งป่า



ระดับ: ประถมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ
อวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

ระบบนิเวศ คือ กลไกทางธรรมชาติที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันโดยมีความสัมพันธ์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น พืชอาศัยกัน เกื้อกูลกัน อาศัยอยู่ด้วยกันแต่ได้ประโยชน์อยู่ฝ่ายเดียว ล่ากันในพื้นที่จำกัด หรือแม้แต่อาศัยอยู่ข้างในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ก็มีเช่นกัน ในการพัฒนาความสัมพันธ์เหล่านี้อาศัยระยะเวลานาน แต่การมาถึงของยุคโลกร้อนและโลกเดือด กลับสร้างผลกระทบให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไม่เท่ากัน และค่อย ๆ ปลายความสัมพันธ์ในโลกของชีวภาพลงอย่างช้า ๆ

กิจกรรมนี้จึงต้องการให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ตั้งแต่ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย โดยมองภาพใหญ่ของทั้งระบบ รวมถึงเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

วัตถุประสงค์

- 1) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในระบบนิเวศได้
- 2) อธิบายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



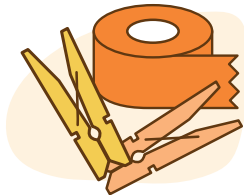
เชือกไหมพรม

2



กรรไกร

3



ไม้หนีบผ้า หรือเทปกาว

4



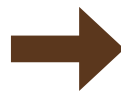
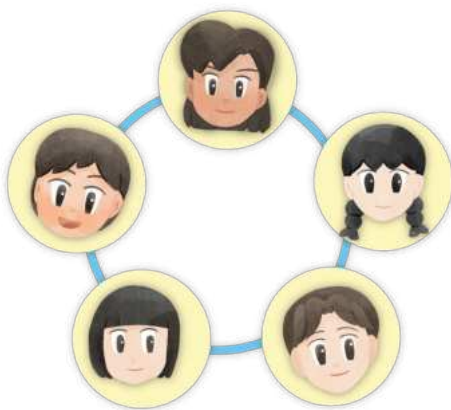
อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ถ่ายบท (รูปภาพ หรือการ์ดสิ่งมีชีวิต ที่มีหน้าที่ในระบบนิเวศ ครบทั้ง ผู้ผลิต ผู้บริโภคทุกระดับ และผู้ย่อยสลาย) หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

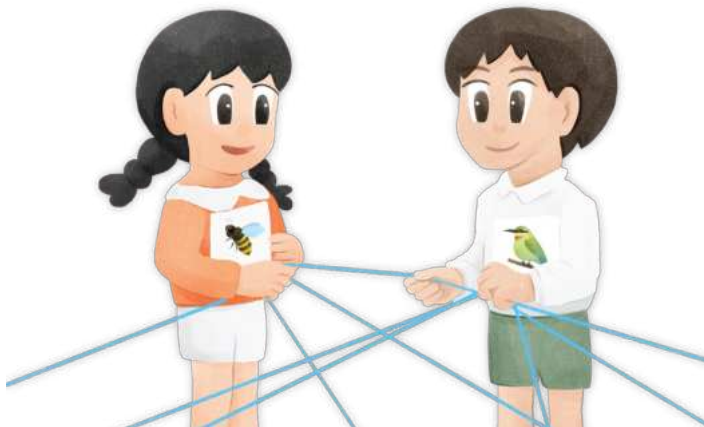
คุณครูสุ่มการ์ดสิ่งมีชีวิตให้นักเรียนแต่ละคน เพื่อสวมบทบาทสมมติ หรืออาจให้นักเรียนเลือกเองตามความสนใจก็ได้เช่นกัน

ขั้นสอน

- 1 ให้นักเรียนยืนเป็นวงกลม โดยนักเรียนคนใดคนหนึ่งถือไหมพรมไว้และส่งต่อให้คนที่มีความสัมพันธ์กัน (ยกตัวอย่างเช่น พืชกับหนอนในฐานะผู้ผลิตกับผู้บริโภค แผลงกับนกในฐานะผู้บริโภคกับผู้บริโภคลำดับถัด ๆ ไป) โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจบทบาทที่ระบุไว้ในการ์ดภาพสิ่งมีชีวิตที่ได้รับ หรือเลือกไป



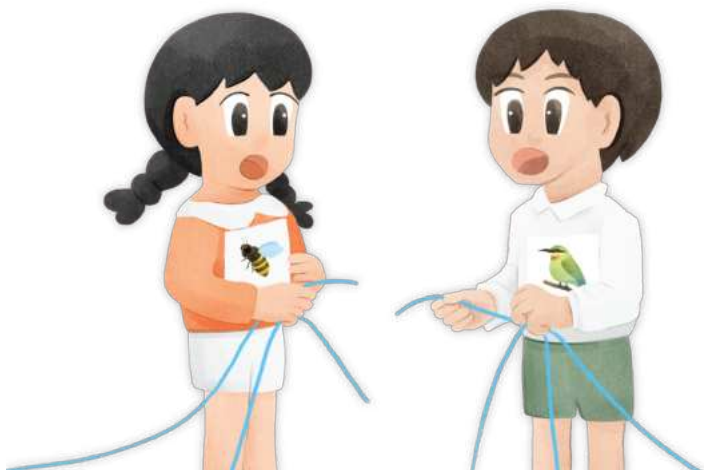
- ๒ ส่งไหมพรมต่อไปเรื่อย ๆ ตามบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศที่ระบุในการ์ด จนครบทั้งวง ทั้งนี้ขณะดำเนินกิจกรรมนักเรียนต้องช่วยกันดึงให้ไหมพรมตึงอยู่ตลอดเวลา



- ๓ คุณครูนำกรรไกรมาตัดไหมพรม เมื่อตัด 1 ครั้ง จะมีบางส่วนที่ไหมพรมเริ่มหย่อน หรือนักเรียนบางคนจะถูกตัดขาดจากวงไหมพรม (ขั้นตอนนี้ ไม่ต้องให้นักเรียนออกจากกิจกรรม ให้คงตำแหน่งตนเองและถือไหมพรมไว้เหมือนเดิม)



- ๔ คุณครูสมมติสถานการณ์ที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น น้ำแล้ง ฝนตกหนัก ป่าถูกเผา ฯลฯ แล้วตัดไหมพรมอย่างน้อย 3 ครั้ง หรือตามความเหมาะสม (จนกว่าจะเห็นภาพของการที่วงไหมพรมขาดความเชื่อมโยงกันระหว่างนักเรียนที่รับบทบาทเป็นสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้ชัดเจน)



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูอธิบายว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กันและอยู่ร่วมกันอย่างสมดุล ซึ่งเกี่ยวกับสายใยของไหมพรมได้ว่า ในระบบนิเวศปกติ สิ่งมีชีวิตจะอยู่ร่วมกันอย่างสมดุล เหมือนกับไหมพรมที่ถูกส่งต่อและดึงตลอดเวลา
- ② คุณครูชวนนักเรียนสังเกตเชือกของตนเอง ว่ายังอยู่ หรือถูกตัดออกจาก “สายใยแห่งป่า” ไปแล้ว และอธิบายต่อว่า ในกิจกรรมนี้ “การตัดของกรรไกร” เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ที่เข้ามารบกวนความสัมพันธ์ในระบบนิเวศที่ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดหายไป ซึ่งจะส่งผลกระทบไปถึงสิ่งมีชีวิตอื่นตามลำดับทั้งระบบนิเวศในระยะยาว จากการที่มีปัญหาเข้ามารบกวนมากขึ้น หรือเปรียบได้กับการที่เชือกถูกตัดไปเรื่อย ๆ นั่นเอง และ “การที่เชือกหย่อนลง” หรือขาดความเชื่อมโยงกันสามารถสื่อได้ถึงผลกระทบจากการบุกรุกพื้นที่ป่า หรือจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ฤดูแล้งที่นานผิดปกติ ภาวะน้ำท่วมซ้ำซาก ที่ทำให้พืชบางชนิดให้มีจำนวนลดลง หรือหายไปจากพื้นที่ สัตว์ที่กินพืชนั้นเป็นอาหารก็จะได้รับผลกระทบตามมา และสัตว์ที่เป็นผู้บริโภคสัตว์กินพืชก็จะได้รับผลกระทบต่อไป กันไปเป็นทอด ๆ ตาม “สายใย” ของไหมพรมที่เชื่อมโยงกัน

การประเมินผล

นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศได้

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูสามารถใช้เชือกชนิดอื่น ๆ แทนไหมพรมก็ได้
- ② หากไม่มีพื้นที่กว้างพอสำหรับการโยนไหมพรม คุณครูอาจปรับวิธีการเล่นจากการส่งต่อไหมพรมเป็นนำภาพสิ่งมีชีวิตมาแปะบนกระดาน แล้วให้นักเรียนช่วยกันลากเส้นโยงตาม ลำดับการบริโภคก็ได้
- ③ คุณครูควรกำชับว่ากิจกรรมนี้เป็นบทบาทสมมติเท่านั้น เน้น ฝึกละเอียดในการเลือกตัวละคร หรือสิ่งมีชีวิตสมมติในกิจกรรม เพื่อลดความเสี่ยงว่านักเรียนจะถูกล้อ หรือมีความขัดแย้งบางอย่างในอนาคต



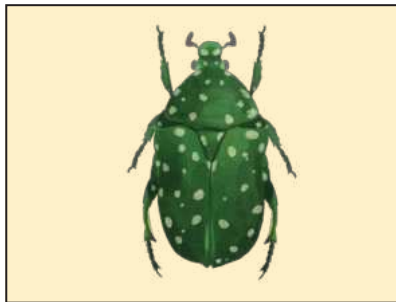
กิจกรรมสายใยแห่งป่า

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

		
ต้นไม้ไทรย้อย (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินผลไม้ไทรย้อยได้แก่ 1.นกปรอดหัวโขน 2.ลิง	ผักกูดขาว (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินผักกูดขาว ได้แก่ 1.แก้ง 2.กวางป่า 3.กระทิง 4.วัวแดง	กระบก (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินกระบกได้แก่ 1.แก้ง 2.กวาง 3.ลิง 4.กระทิง 5.ช้างป่า 6.วัวแดง
		
กล้วยป่า (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินกล้วยป่าได้แก่ 1.ลิง 2.กระทิง 3.วัวแดง 4.ช้างป่า 5.กวาง 6.แก้ง	หญ้าคา (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินหญ้าคา ได้แก่ 1.ช้างป่า 2.กวาง 3.วัวแดง 4. กระทิง	จิ้งป่า (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินน้ำหวานจากดอกจิ้งป่าได้แก่ 1.ผีเสื้อ 2.ลิง 3.นกปรอดหัวโขน 4.นกยางเขนดง
		
มะขามป้อม (ผู้ผลิต) สัตว์ที่กินผลมะขามป้อม ได้แก่ 1.แก้ง 2.กวาง 3.ลิง 4.กระทิง 5.ช้างป่า 6.วัวแดง	ไส้เดือน (ผู้ย่อยสลาย) • อาหารที่กินได้แก่ 1.ใบกระบก 2.ใบไทรย้อย 3. ใบมะขามป้อม 4.ใบจิ้งดอกป่า 5.มูลสัตว์ทุกชนิด • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.ลิง 2.นกปรอดหัวโขน 3.นกยางเขนดง	เห็ด (ผู้ย่อยสลาย) ย่อยสลายซากต้นไม้ทั้งหมด ได้แก่ 1.จิ้งป่า 2.ไทรย้อย 3.กล้วยป่า 4.หญ้าคา 5.กระบก 6.มะขามป้อม

กิจกรรมสายใยแห่งป่า

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม



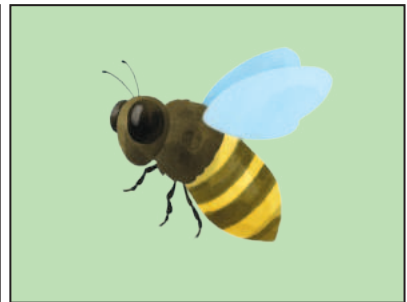
ด้วงดอกไม้
(ผู้บริโภคลำดับที่ 1)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. ฝักระเบก 2. ฝักร 3. ฝักรมะขามป้อม 4. น้ำหวานดอกจิวป่า 5. น้ำผึ้ง
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. เหยี่ยว 2. ลิง 3. นกปรอดหัวโขน 4. กิ้งก่า 5. นกยางเขนดง



หนอนผีเสื้อ
(ผู้บริโภคลำดับที่ 1)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. ใบกระเบก 2. ใบไทรย้อย 3. ใบมะขามป้อม 4. ใบจิวป่า
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. นกยางเขนดง 2. นกปรอดหัวโขน



ผึ้ง
(ผู้บริโภคลำดับที่ 1)

- ผึ้งกินน้ำหวานจากดอกไม้ของต้นไม้ทุกชนิด ได้แก่ 1. มะขามป้อม 2. จิวป่า 3. กระเบก 4. กล้วยป่า 5. ไทรย้อย
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ นกจากคาวหัวเขียว



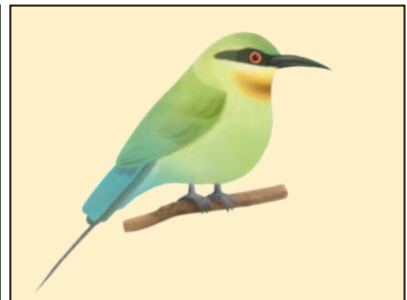
นกยางเขนดง
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. หนอนผีเสื้อ 2. ไส้เดือน 3. กิ้งก่า 4. ด้วงดอกไม้
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. ลิง (กินไข่นก) 2. เหยี่ยว



นกปรอดหัวโขน
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. หนอนผีเสื้อ 2. ไส้เดือน 3. กิ้งก่า 4. ด้วงดอกไม้
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. ลิง (กินไข่นก) 2. เหยี่ยว



นกจากคาวหัวเขียว
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ ผึ้ง
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. ลิง (กินไข่นก) 2. เหยี่ยว



เก้ง
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. หญ้าคา 2. กระเบก 3. มะขามป้อม 4. ไทรย้อย 5. กล้วยป่า 6. ดอกจิวป่า
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. เสือโคร่ง 2. หมาใน 3. ชูเห่ล้อม 4. เสือดาว



กระทิง
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. หญ้าคา 2. กระเบก 3. มะขามป้อม 4. กล้วยป่า
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. เสือโคร่ง 2. หมาใน



วัวแดง
(ผู้บริโภคลำดับที่ 2)

- อาหารที่กิน ได้แก่ 1. หญ้าคา 2. กระเบก 3. มะขามป้อม 4. กล้วยป่า
- ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1. เสือโคร่ง 2. หมาใน

กิจกรรมสายใยแห่งป่า

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

		
ช้างป่า (ผู้บริโภคลำดับที่ 2) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.หญ้าคา 2.กระบก 3.มะขามป้อม 4.กล้วยป่า • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ เสือโคร่ง	กวาง (ผู้บริโภคลำดับที่ 2) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.หญ้าคา 2.กระบก 3.มะขามป้อม 4.กล้วยป่า 5.ดอกจี่วป่า 6.ไทรย้อย • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.เสือโคร่ง 2.เสือดาว 3.งูเห่า 4.หมาใน	ลิงแสม (ผู้บริโภคลำดับที่ 2) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.ด่างดอกไม้ 2.ไข่มุก 3.มะขามป้อม 4.กระบก 5.ดอกจี่วป่า 6.ไทรย้อย 7.กล้วยป่า • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.งูเห่า 2.เสือดาว 3.เสือโคร่ง 4.หมาใน

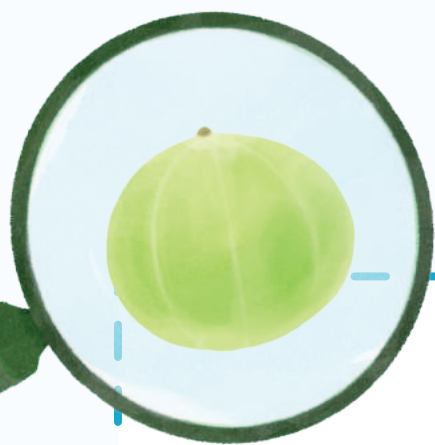
		
กิ้งก่า (ผู้บริโภคลำดับที่ 2) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.ด้วงดอกไม้ 2.หนอนผีเสื้อ • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.เหยี่ยว 2.นกปรอดหัวโขน	งูเห่า (ผู้ล่า / ผู้บริโภคลำดับที่ 3) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.กิ้ง 2.กวาง 3.ลิง 4.เหยี่ยว • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.หมาใน 2.เสือดาว 3.เสือโคร่ง	เสือดาว (ผู้ล่า / ผู้บริโภคลำดับที่ 3) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.กิ้ง 2.กวาง 3.กระต่าย 4.วัวแดง 5.ลิง • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ เสือโคร่ง

		
หมาใน (ผู้ล่า / ผู้บริโภคลำดับที่ 3) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.กิ้ง 2.กวาง 3.กระต่าย 4.วัวแดง 5.ลิง • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ เสือโคร่ง	เสือโคร่ง (นักล่าสูงสุด / ผู้บริโภคลำดับที่ 3) • อาหารที่กิน ได้แก่ 1.กิ้ง 2.กวาง 3.กระต่าย 4.วัวแดง 5.ลิง 6.เสือดาว • ไม่มีใครล่าได้ ยกเว้นมนุษย์	เหยี่ยว (ผู้กินซาก) • กินซากสัตว์ ได้แก่ 1. กิ้ง 2. กวาง 3.ลิง 4.กระต่าย 5.วัวแดง 6.เสือดาว 7.เสือโคร่งและล่าสัตว์ ได้แก่ 1.เหยี่ยว 2.นกปรอดหัวโขน 3.นกกาชเชนดง • ถูกสัตว์อื่นกิน ได้แก่ 1.งูเห่า 2.เหยี่ยว



Twelve horizontal lines for writing, evenly spaced across the middle section of the page.





รู้หรือไม่ว่า ?

ก้างมั่งและปลาเกอยอ สองชาติพันธุ์ในไทย ใช้พืชถึง 491 ชนิดเป็นยาเพื่อรักษาไข้ ปวดกล้ามเนื้อและปวดศีรษะ ท้องร่วง ไอและเจ็บคอ ฯลฯ จากพืชสมุนไพร 491 ชนิดมีถึง 60 ชนิดที่ใช้กันบ่อยที่สุด ไว้รักษาอาการไม่รุนแรงของโรคโควิด-19 เช่น ฝรั่ง มะขามป้อม และผักกาดน้ำ ฯลฯ



ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- กิจกรรม ถ้ำจันเป็น
- กิจกรรม climate change กว่าที่คิด
- กิจกรรม ตะลุมบอนสำรวจธรรมชาติ
- กิจกรรม เปลี่ยนที่ตัวเรา
- กิจกรรม อาหารพื้นถิ่น

กิจกรรม

ถ้าฉันเป็น



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้: 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 1.3, ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

กิจกรรมนี้ชักชวนให้นักเรียนได้ลองคิดและออกแบบบทบาทที่ตัวเองสามารถทำได้ โดยบูรณาการความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้เห็นแนวทางสร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับบุคคล สังคม และการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ หรือนโยบาย ที่นักเรียนอาศัยอยู่ได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ② เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจและมีมุมมองในการแก้ไขปัญหาที่เป็นระดับต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น
- ③ เพื่อให้นักเรียนมีเครื่องมือสำหรับออกแบบการลงมือทำเพื่อสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม



ใบงานที่ 1 และ 2 ก้ายบท หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- ① คุณครูบรรยายเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและผลกระทบในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับชุมชนท้องถิ่นและระดับประเทศ
- ② คุณครูชวนให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นว่า พวกเขาสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างไรบ้าง
- ③ คุณครูชวนนักเรียนตั้งข้อสังเกตว่าการแก้ไขปัญห หรือการลงมือทำประเด็นด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับวิถีชีวิตประจำวันในมิติใดบ้าง

ขั้นสอน

- ① คุณครูให้นักเรียนเลือกประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ตนเองสนใจมากที่สุด มาคนละ 1 ปัญหา แล้วแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนระบุ “ประเด็น หรือปัญหาที่เราสนใจ” พร้อมกับตอบคำถามในตารางช่องแรกว่า “ตัวเรา” จะแก้ไขปัญหาประเด็นดังกล่าวอย่างไร
- ② จากนั้น ให้นักเรียนจับคู่ (หรือจับกลุ่ม 3-5 คน ตามความเหมาะสม) แลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ไขปัญหาระหว่างกันและลองสวมบทบาทสมมติเสนอความคิดว่า หากเราได้เป็น “ผู้นำชุมชน” หรือ “นายกรัฐมนตรี” จะมีแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นอย่างไร โดยคุณครูให้ข้อมูลเพิ่มเติมถึงแนวทางที่ช่วยให้การลงมือทำในแต่ละระดับเป็นจริงได้ตามเหมาะสม



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหน้าห้อง
- ② คุณครูให้นักเรียนทั้งห้อง ช่วยกันโหวตเลือกประเด็นปัญหาตามที่เพื่อนเสนอ แล้วนำเสนอใจมากที่สุดขึ้นมา 1 ประเด็น จากนั้น แจกใบงานที่ 2 ให้นักเรียนช่วยกันทบทวน วิเคราะห์ระดับของประเด็นปัญหาที่เลือกมาและแนวทางการสร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับบุคคล ระดับกลุ่มสังคม และระดับระบบ หรือนโยบาย จากนั้น ให้ร่วมกันออกแบบขั้นตอนในการลงมือทำเพื่อแก้ไขปัญหาคืออะไรตามทีระบุในใบงาน

การประเมินผล

นักเรียนมีความคิดริเริ่มและนำกิจกรรมต่อยอดหลังบทเรียน เข้าใจผลของการลงมือทำในแต่ละระดับ ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① กิจกรรมนี้ควรทำหลังจากที่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา และผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้มีข้อมูลในการตัดสินใจว่า นักเรียนจะสามารถลงมือทำในระดับใดได้บ้าง และที่สำคัญ เครื่องมือนี้ไม่ใช่กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ แต่เป็นเครื่องมือสำหรับเชื่อมความรู้ที่ได้สู่กระบวนการคิดสู่การลงมือทำในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม
- ② คุณครูอาจมีการตั้งเกณฑ์เสริมง่าย ๆ เพื่อสังเกตว่า นักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยแค่ไหนใน 3 ประเด็นเหล่านี้
 - เข้าใจขีดความสามารถและขอบเขตของการลงมือทำได้จริง
 - รู้จักมาตรการในการลดและป้องกันกาเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
 - จำแนกภัยคุกคามที่ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลงได้



กิจกรรมถ้าฉันเป็น

ใบงานประกอบกิจกรรมที่ 1

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมตามข้อประเด็นที่กำหนดดังนี้

ประเด็นหรือปัญหาที่เราสนใจ

.....

การแก้ปัญหา	
“ตัวเรา” จะแก้ปัญหาประเด็นดังกล่าวอย่างไร	
หากนักเรียนเป็น “ผู้นำชุมชน” จะแก้ปัญหาประเด็นดังกล่าวอย่างไร	
หากนักเรียนเป็น “นายกรัฐมนตรี” จะแก้ปัญหาประเด็นดังกล่าวอย่างไร	



กิจกรรมถ้าฉันเป็น

ในงานประกอบกิจกรรมที่ 2

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนออกแบบขั้นตอนการลงมือทำ

1. ปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Problems) ให้นักเรียนระบุปัญหาด้านความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นมา 1-3 ประเด็น เช่น 1. พื้นที่สีเขียวของชุมชนลดลง 2. สัตว์ตามธรรมชาติลดลง หรือหายไป 3. มีสัตว์ต่างถิ่นรุกรานมากขึ้นในพื้นที่ชุมชน ฯลฯ	
2. ทำอะไรเพื่อแก้ปัญหานี้ได้บ้าง (Brainstorming) นักเรียนระดมไอเดียผ่านการเขียนลงโพสต์อิทแยกของแต่ละคน เช่น 1. สำรวจและบันทึกความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน 2. สำรวจชนิดสัตว์ต่างถิ่นรุกรานในชุมชน 3. ปลูกพืชผักสวนครัวและไม้ดอกไม้ประดับและแมลง	
3. วิธีแก้ปัญหาก็เลือก (Selected Solution) ผสมวิธีการแก้ปัญหาจากการระดมไอเดีย เขียนสรุปวิธีแก้ปัญหาก็เลือก	
4. ขั้นตอนที่ต้องทำ เพื่อให้วิธีแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้จริง (Actions Required) ระบุขั้นตอนวิธี หรือทางเลือกที่สามารถทำได้จริง	
5. เรา(เยาวชน)มีบทบาทหรือทำอะไรบ้าง เพื่อให้วิธีแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นได้จริง (Youth Role) ให้นักเรียนระบุบทบาทหรือสิ่งที่สามารถทำได้	
6. แต่ละขั้นตอนที่ระบุมา ต้องทำกับใครบ้าง (Stakeholders) ระบุหน่วยงานหรือบุคคลที่จะสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาก็ระบุไว้ให้เกิดขึ้นจริง เช่น หน่วยงานภาครัฐ บริษัทและภาคเอกชน นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม นักเรียน คุณครู และประชาชนในชุมชน ฯลฯ	

กิจกรรม

Climate Change กว่าที่คิด

ระดับ: มัธยมศึกษาตอนต้น
กลุ่มสาระการเรียนรู้: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาสารที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
ระยะเวลาที่ใช้: 150 นาที
สถานที่: ในห้องเรียน และชุมชนรอบบริเวณโรงเรียน

- ✓ **ศึกษา** สำนวความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ**ความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ **การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง**
- ✓ **กลไกของ Climate Change**
- ✓ **Climate Action**

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 3.2

แนวคิดกิจกรรม

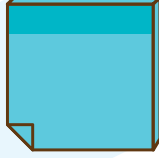
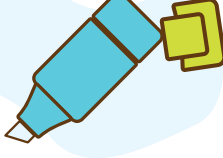
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเริ่มส่งผลกระทบตั้งแต่มานานในยุคนิวไคโตเจนิก เมื่อมนุษย์เริ่มเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นจำนวนมาก ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ค่อย ๆ สูงขึ้น รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ก็ก่อให้เกิดมลพิษและการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัย ได้ส่งผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อความหลากหลายทางชีวภาพจำนวนมากลดลงอย่างน่าวิตก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับครัวเรือน ชุมชน สังคม ภูมิภาค และประเทศ เมื่อนักเรียนได้ทำการสำรวจท้องถิ่นผ่านกิจกรรมนี้ที่ประกอบด้วย กระบวนการสังเกตและกระบวนการคิด การทำงานร่วมกันของนักเรียนจะช่วยให้ปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาชีวิตของนักเรียนถูกสังเคราะห์ออกมา และขยายความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความหลากหลายทางชีวภาพ

วัตถุประสงค์

- ① นักเรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่มีต่อสุขภาพของนักเรียนและชุมชน
- ② เพื่อให้นักเรียนสามารถร่วมกันหาแนวทางในการรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามมาตรการ Climate Action ได้
- ③ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์และผลกระทบระหว่างสภาวะโลกร้อน และความหลากหลายทางชีวภาพได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

- 1  ใบงาน ท้ายบท
หรือสแกน QR Code
- 2  ตัวอย่างสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง ย้อนดู
5 ภัยพิบัติใหญ่จากภาวะโลกรวนปี 2023
จาก The Standard
<https://www.youtube.com/watch?v=QpMHZ66i9NFo>
หรือสแกน QR Code
- 3  กระดาษพรุฟ
(หรือกระดาษอื่น ๆ ก็ได้)
- 4  กระดาษโพสต์อิท
- 5  ปากกาเคมี
- 6  ภาพถ่ายสภาพแวดล้อมในชุมชน

ขั้นนำ

- 1 คุณครูเปิดวีดิทัศน์ให้นักเรียนดู
- 2 คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้คำถามต่อไปนี้ "นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในวีดิทัศน์ มีสาเหตุจากอะไร"
- 3 คุณครูให้นักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และเขียนลงในกระดาษโพสต์อิทและติดบนกระดาษพรุฟ โดยคุณครูและนักเรียนร่วมกันจำแนกและสรุปสาเหตุที่เหมือนและต่างกัน
- 4 คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากคำถาม "นักเรียนคิดว่าในชุมชนที่เราอาศัยอยู่กำลังประสบปัญหาแบบเดียวกับเหตุการณ์ในวีดิทัศน์หรือไม่?" และร่วมกันสรุปคำตอบปัญหาในชุมชน



ขั้นสอน

- 1 คุณครูแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับนักเรียน และคุณครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถาม
 - การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคืออะไร?
 - จุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคืออะไร?
 - ภาวะโลกร้อนคืออะไร?
 - ก๊าซเรือนกระจกคืออะไร? มาจากไหน?
 - การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางธรรมชาติในชีวิตประจำวันส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างไร?
 - การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลอย่างไรต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน?

- ② คุณครูนำภาพถ่ายสภาพแวดล้อมในชุมชนให้นักเรียนดู และร่วมกันอภิปรายด้วยคำถาม เช่น
- จากภาพถ่ายที่นักเรียนเห็นสิ่งผิดปกติที่เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่? (หากไม่มีภาพถ่ายสภาพแวดล้อมในชุมชน ให้คุณครูร่วมพูดคุยกับนักเรียน ถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในชุมชนที่สังเกตได้แทน)
 - นักเรียนมีส่วนที่ทำให้เกิดผลกระทบกับความหลากหลายทางชีวภาพหรือไม่?
 - นักเรียนมีส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่?
 - นักเรียนจะอย่างไร เพื่อจะลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



- ③ คุณครูให้นักเรียนทำกิจกรรม "Climate Change กว่าที่คิด" โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เพื่อเก็บข้อมูลสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในชุมชน
- ④ นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบงาน วางแผนการทำงาน และกำหนดหน้าที่ก่อนออกไปสำรวจ ตัวอย่างคำถามสัมภาษณ์
- ผู้ให้สัมภาษณ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในชุมชนมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร?
 - ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมในชุมชนมีอะไรเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตช่วง 10 ปี ที่ผ่านมาบ้าง? และส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนในชุมชนอย่างไร? (เช่น แหล่งกักเก็บน้ำที่แห้งแล้งเนื่องจากฝนไม่ตกตามฤดูกาล พืช หรือสัตว์ที่เคยพบในอดีตแต่ปัจจุบันหายไป ที่ดินเสื่อมโทรมเพาะปลูกไม่ขึ้น ฯลฯ)
 - ผู้ให้สัมภาษณ์รู้สึกอย่างไรกับสภาพแวดล้อมในชุมชนตอนนี้ และกังวลอะไรมากที่สุด?
 - ผู้ให้สัมภาษณ์คิดว่าอะไรคือสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อม หรือสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน และสามารถทำอะไรได้บ้างเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้?
 - ชุมชนในฝันของผู้ให้สัมภาษณ์เป็นอย่างไร ? (อยากเปลี่ยนแปลงอะไร อยากให้อะไรดีขึ้นบ้าง)
- ⑤ คุณครูพานักเรียนออกสำรวจชุมชน โดยให้นักเรียนถ่ายภาพ สัมภาษณ์คนในชุมชน หรือเก็บตัวอย่างที่นักเรียนพบภายในชุมชนของนักเรียนได้



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแผนผังความคิดลงในกระดาษพรูฟตามหัวข้อที่กำหนดให้
 - ปัญหาที่พบ
 - สาเหตุของปัญหา
 - ผลกระทบ
 - วิธีการรับมือ
- ② นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสำรวจชุมชนและนำเสนอวิธีการรับมือ
- ③ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้
- ④ คุณครูและนักเรียนร่วมกันสรุป เรื่อง “Climate Change ใกล้ตัวกว่าที่คิด” จากคำถาม
 - เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือไม่?
 - เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกี่ยวข้องกับใครบ้าง?
 - เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสิ่งใดบ้าง?
 - นักเรียนมีวิธีการอย่างไร ที่จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกได้บ้าง?
 - นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตนเองได้อย่างไร? เพื่อจะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกได้
 - นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และผลกระทบระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างไร?

การประเมินผล

- ① นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องของการเกิดก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และภาวะโลกร้อน
- ② ผลการทำใบงานและการนำเสนอ
- ③ ความสามารถในการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูสามารถนำผลไปจากการสำรวจสิ่งแวดล้อมในชุมชน จัดกิจกรรมผลิตชุดสื่อเผยแพร่ทั้งในโรงเรียน และในชุมชน เพื่อให้ทั้งนักเรียนและคนภายในชุมชนมีความตระหนักรู้เรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากยิ่งขึ้น
- ② คุณครูสามารถแนะนำนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง ชนิดพันธุ์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในประเทศไทย กลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <https://www.onep.go.th/ebook/bio/bio60-red-list.pdf> หรือสแกน QR Code



และให้นักเรียนเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลของสัตว์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ กับผลจากการสัมภาษณ์เรื่องสัตว์ที่เคยพบในอดีต แต่ปัจจุบันหายไป และวิเคราะห์ว่าเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือไม่ อย่างไร

กิจกรรม Climate Change กว่าที่คิด

ใบงานประกอบกิจกรรม

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นย้อนรอยอดีตของชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่

1. ในอดีต 10 ปีที่ผ่านมา / ปัจจุบัน ชุมชนของนักเรียนมีสภาพแวดล้อมต่างๆ ดังนี้

 พืชท้องถิ่นในอดีต	→	พืชท้องถิ่นในปัจจุบัน
 สัตว์ท้องถิ่นในอดีต	→	สัตว์ท้องถิ่นในปัจจุบัน
 สภาพดิน/หินในอดีต	→	สภาพดิน/หินในปัจจุบัน
 สภาพน้ำในอดีต	→	สภาพน้ำในปัจจุบัน

2. ประเด็นอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ผู้ให้สัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์..... ผู้บันทึก.....

กิจกรรม

ตะลุมบอนสำรวจธรรมชาติ

ระดับ: มัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ระยะเวลาที่ใช้: 120 นาที

สถานที่: รอบบริเวณโรงเรียน หรือชุมชนใกล้เคียง

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1

แนวคิดกิจกรรม

การสำรวจธรรมชาติแบบตะลุมบอน (bioblitz) จะพานักเรียนไปสำรวจและระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เจอให้ได้มากที่สุด ในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนดไว้ กิจกรรมนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถ่ายรูปสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ชุมชน (local biodiversity) เป็นกิจกรรมเพื่อวางแผนอนุรักษ์เชิงพื้นที่และสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่จะเป็นกุญแจสำคัญในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากระบบนิเวศที่มีความหลากหลายจะสามารถปรับตัวได้ดีกว่า

กิจกรรมสามารถจัดขึ้นที่ไหนและสนใจในสิ่งมีชีวิตกลุ่มใดก็ได้ โดยระยะเวลาของกิจกรรมอาจเป็นกิจกรรมระยะสั้นไม่กี่ชั่วโมงหรือเป็นสัปดาห์ก็ได้เช่นกัน ภายใต้แนวคิดของวิทยาศาสตร์พลเมือง

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศด้วยวิธีการอย่างง่ายได้
- ② เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศได้
- ③ เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกันได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจธรรมชาติ
เช่น แว่นขยาย สวิง เชือก ตลับเมตร

2



แผนผังโรงเรียน หรือชุมชนสำหรับสำรวจ
ทรัพยากรธรรมชาติรอบ ๆ

3



อุปกรณ์เครื่องเขียน เช่น สี
ดินสอ ปากกา กระดาษ

4



หรือ



ใบงาน ถ่ายบท หรือสแกน QR Code

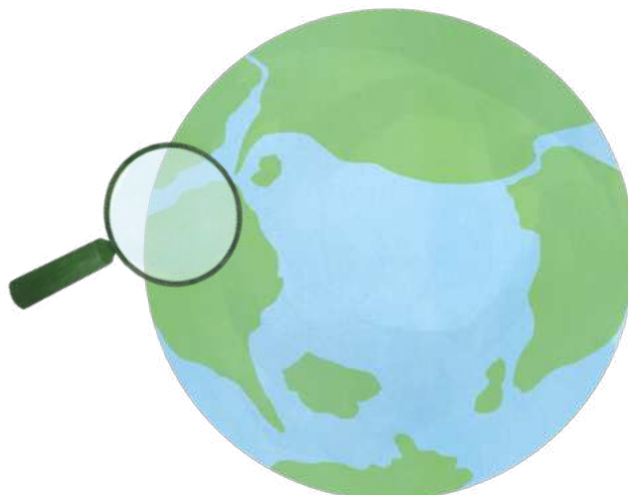
5



ตัวอย่างสื่อวีดิทัศน์ เรื่อง “ป่าชายเลนกับระบบนิเวศน้ำตื้น”
<https://www.youtube.com/watch?v=Z0C-b99qDn-k> ของ ThaiPBS Kids หรือสแกน QR Code

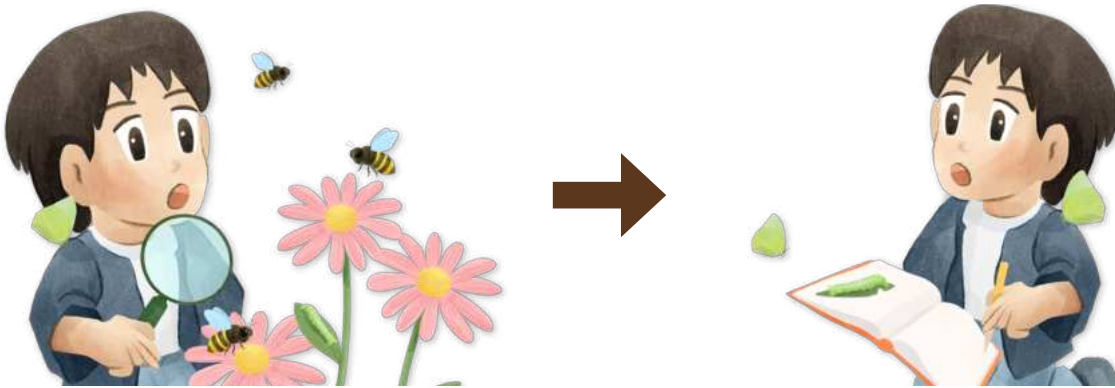
ขั้นนำ

- ① ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์ และใช้คำถาม ดังนี้
 - จากวีดิทัศน์พบสัตว์อะไรบ้างในพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย?
 - นักเรียนคิดว่าสัตว์ที่พบในป่าชายเลนจะพบเจอในพื้นที่อื่น ๆ ได้หรือไม่?
- ② นักเรียนและคุณครูร่วมกันทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่เกี่ยวกับการเลือกและสร้างแผนผังธรรมชาติที่นักเรียนสนใจ และใช้คำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้
 - พื้นที่ธรรมชาติที่นักเรียนสนใจมีลักษณะเป็นอย่างไร?
 - นักเรียนคิดว่าในพื้นที่ธรรมชาติจะมีสิ่งมีชีวิตใดบ้าง?
- ③ นำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรม “ตะลุมบอนสำรวจธรรมชาติ”



ชั้นสอน

- ① แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน (หรือตามความเหมาะสม) โดยละตามความสามารถทางวิชาการและเพศของนักเรียน
- ② ชี้แจงวิธีการสำรวจพื้นที่ธรรมชาติโดยใช้วิธีการอย่างง่าย รวมไปถึงมาตรการความปลอดภัยที่ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัด
- ③ ให้นักเรียนลงพื้นที่สำรวจธรรมชาติ โดยให้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับชนิด และจำนวนสิ่งมีชีวิตให้ได้มากที่สุด



- ④ ให้นักเรียนระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตลงในแบบบันทึกกิจกรรม และนำข้อมูลที่ได้เขียนลงในแผนผังโรงเรียน หรือชุมชน เพื่อทำเป็นแผนผังสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ โดยบันทึกตำแหน่งตามจุดที่พบเห็น และระบุปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ เช่น พืชต้องการแสง สัตว์ต้องการอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัย



- ⑤ ให้นักเรียนเขียนรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกันลงในแผนผังธรรมชาติ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยื่อกับผู้ล่า และภาวะปรสิต



ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและอภิปรายร่วมกัน
- ② คุณครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมสั้น ๆ เกี่ยวกับภัยคุกคามความหลากหลายทางชีวภาพในปัจจุบัน เน้นตัวอย่างที่จัดเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น กรณีศึกษาของปะการังฟอกขาวจากอุณหภูมิของน้ำทะเลสูง หรือภัยแล้งและไฟป่าที่รุนแรงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยและสรุปผลการทำกิจกรรม

การประเมินผล

- ① นักเรียนเข้าใจรูปแบบความสัมพันธ์ในธรรมชาติ เช่น ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะเหยื่อกับผู้ล่าและภาวะปรสิตได้
- ② ประเมินด้านทักษะจากการใช้วิธีการสำรวจที่ถูกต้องและกระบวนการทำงานรายกลุ่ม

TIPS:

- ① คุณครูอาจต่อยอดเพื่อส่งเสริมกระบวนการวิทยาศาสตร์พลเมืองและการทำโครงการ สร้างฐานข้อมูลในพื้นที่อย่างง่ายด้วยแอปพลิเคชัน iNaturalist (มีให้ดาวน์โหลดฟรีทั้งระบบ iOS และ Android) และหากต้องการติดต่อผู้เชี่ยวชาญการจำแนกสิ่งมีชีวิตในกลุ่มต่าง ๆ ติดต่อได้ผ่าน FB: เครือข่ายธรรมชาติวิทยาไทย - ThaiNaturalist Network <https://www.facebook.com/ThaiNaturalistNetwork> หรือสแกน QR Code



- ② หากเกิดเหตุสุดวิสัย เช่น พื้นที่สำรวจปิด หรือฝนตกรุนแรง หรือในวันที่อากาศมี PM 2.5 สูงเกินค่ามาตรฐาน คุณครูอาจปรับเป็นกิจกรรมในอาคาร โดยช้อนภาพถ่ายพืชและสัตว์ หรือตุ๊กตาสัตว์ไว้ตามที่ต่าง ๆ หรือปรับลักษณะของกิจกรรมเป็นการใช้สับค้นข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบได้ในท้องถิ่น ผ่านหมวดแผนที่ของ iNaturalist แทนได้เช่นกัน โดยค้นหาจาก www.inaturalist.org/places/thailand หรือสแกน QR Code



ในงานประกอบกิจกรรม



.....

กิจกรรม

เปลี่ยนที่ตัวเรา



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้: 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้: 60 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว.1.2, ว 1.3, ว.3.2

แนวคิดกิจกรรม

ภูมิประเทศ สภาพดิน แหล่งน้ำ ขนาดและการกระจายของพื้นที่ สิ่งเหล่านี้คือลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละพื้นที่ เมือง และประเทศ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมที่เคยเหมาะสมเปลี่ยนแปลงไป ทุกชีวิตในระบบนิเวศนั้น ๆ จำเป็นต้องมี “การปรับตัว” หรือไม่เช่นนั้น “การอพยพย้ายถิ่น” ของสิ่งมีชีวิตก็จะเกิดขึ้นในเวลาต่อมา

กิจกรรมนี้ต้องการสร้างความเข้าใจพื้นฐานเรื่องลักษณะทางกายภาพและปัจจัยแวดล้อม โดยสามารถปรับระยะเวลาและความเข้มข้นในการเรียนรู้ได้ ผ่านการกำหนดหัวข้อการเรียนรู้และขอบเขตของผลกระทบ และในช่วงท้ายสุดของกิจกรรม ที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมในระดับท้องถิ่น ซึ่งส่งผลให้สิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้น ๆ ดีขึ้นได้ ผ่านทักษะ “การปรับตัว” ตลอดจนการแก้ปัญหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ในระดับท้องถิ่น หรือโรงเรียนของตนเองได้
- ② เพื่อให้นักเรียนสามารถอภิปรายสาเหตุและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้
- ③ เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม มองเห็นแนวทางและตัวอย่างของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



กระดาษ A4 เครื่องเขียน

2



สแกน QR CODE

แผนที่ภูมิภาค เช่น ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก
ออกเฉียงเหนือ หรือภาคใต้และแผนที่รายจังหวัด
จากมิตรเอิร์ธ www.mitrearth.org
หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- 1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านคำถามต่อไปนี้
 - นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อตนเองและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร?
 - นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความเชื่อมโยงกับความหลากหลายทางชีวภาพหรือไม่? อย่างไร?
- 2 คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกทั้งทางตรงและทางอ้อม อาจเพิ่มเติมเรื่อง ความแปรปรวนของสภาพอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในระยะเวลาเดียวกัน อันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณหยาดน้ำฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ พร้อมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพ



- 3 คุณครูและนักเรียนร่วมแลกเปลี่ยนความเห็น ว่า หากสิ่งมีชีวิตไม่สามารถปรับตัวกับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ คิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม และการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต?

ขั้นสอน

- ① คุณครูให้นักเรียนศึกษาแผนที่ภูมิประเทศภูมิภาคของตนเอง และร่วมกันวิเคราะห์พื้นที่ รวมถึงอภิปรายผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ท้องถิ่นว่า มีลักษณะอย่างไร จากนั้น ครูอธิบายเกี่ยวกับเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ เช่น
- ภาคกลาง มีลักษณะพื้นที่ที่เป็นที่ราบลุ่ม มีทางออกถึงทะเล พื้นที่โดยรวมเหมาะแก่การเพาะปลูกพืชชอบน้ำ และมีเมืองหลวงของประเทศตั้งอยู่ในภูมิภาค ทำให้ประชากรในภาคกลางมีความหลากหลายกว่าทุกภาค ทั้งอาชีพเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว การค้า และการบริการนันทนาการ
 - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะพื้นที่ที่เป็นที่ราบสูง ดินส่วนมากเป็นดินทรายไม่อุดม น้ำ พื้นที่โดยรวมเหมาะแก่การปลูกพืชทนแล้ง หรือปลูกพืชที่ไม่ต้องการน้ำยังเป็นเวลานาน โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่มากที่สุดของประเทศ ประชากรกระจายตัวตามจุดศูนย์รวมของพื้นที่ ทำให้พื้นที่ในภูมิภาคนี้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น ข้าวหอมมะลิ และเลี้ยงปศุสัตว์ เช่น เลี้ยงโค และกระบือ ฯลฯ
 - ภาคเหนือ มีลักษณะพื้นที่เป็นภูเขาสูงส่งผลให้มีอุณหภูมิหนาวเย็น มีการกระจายตัวของประชากรอยู่ในแอ่งที่ราบระหว่างหุบเขา และมีดินตะกอนแม่น้ำสะสม ทำให้ประชากรในภาคเหนือเพาะปลูกพืชเมืองหนาวได้ รวมถึงอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวต่าง ๆ ก็ทำได้เช่นกัน
 - ภาคใต้ มีลักษณะพื้นที่เป็นแนวเทือกเขาและทะเลล้อมรอบทั้งทางทิศตะวันออกและตะวันตก รวมถึงมีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ส่งผลให้ปลูกพืชที่ชอบน้ำได้ เช่น ทุเรียนและยางพารา ฯลฯ อีกทั้งยังมีทะเลที่สวยงามจึงทำให้อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของภูมิภาคนี้



- ② คุณครูให้นักเรียนศึกษาแผนที่ในจังหวัดของตนเองและร่วมกันอภิปราย เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของจังหวัดตนเอง โดยมีครูอธิบายเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ (เช่น จังหวัดสุพรรณบุรี มีภูมิประเทศส่วนใหญ่ เป็นที่ราบต่ำติดชายฝั่งแม่น้ำ มีทิวเขาขนาดเล็กอยู่ทางเหนือและทางตะวันตกและทิศเหนือ มีอุทยานแห่งชาติพุเตย แหล่งน้ำสำคัญ คือ เขื่อนกระเสียว ด้านตะวันออกเฉียงใต้เป็นที่ราบลุ่มของแม่น้ำท่าจีนใช้เป็นพื้นที่ปลูกข้าว ฯลฯ)



- ③ คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบอย่างไรกับท้องถิ่นของเราและส่งผลอย่างไรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้เวลาในการอภิปราย 10 นาที โดยใช้ประเด็นคำถามต่อไปนี้
 - ภูมิภาคใดในภูมิภาคที่มีการทำการเกษตรเป็นเวลานาน มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร?
 - ภูมิภาคใดในภูมิภาคที่มีภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร?
 - ภูมิภาคใดในภูมิภาคที่มีแหล่งน้ำแห้งแล้งและมีการเลี้ยงสัตว์บริเวณกว้าง มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร?
- ④ คุณครูแจกกระดาษ A4 และเครื่องเขียนให้นักเรียนจับคู่ (หรือหากจำนวนนักเรียนในห้องเยอะ อาจรวมกลุ่มกัน 3-5 คน) แล้วร่วมกันระดมความเห็น สรุปตามหัวข้อต่อไปนี้ ภายในเวลา 15 นาที
 - ระบุปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
 - สาเหตุของปัญหา
 - แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญห โดยตกแต่งให้สวยงาม
- ⑤ เมื่อครบ 15 นาที คุณครูให้นักเรียนเลือกตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนทีละกลุ่ม

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในชุมชน โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดขึ้นในชุมชนของนักเรียนหรือไม่?
 - ถ้าเกิดขึ้น ปัญหานี้มีสาเหตุและแนวทางแก้ปัญหายังไง? (พิจารณาจากคำตอบของนักเรียนและคุณครูอธิบายเพิ่มเติมให้สมบูรณ์)
- ② คุณครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - หลังจากเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนักเรียนคิดว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบอย่างไรต่อมนุษย์ (เช่น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น อาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนักเนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมนหายไปอย่างถาวร ฯลฯ)
 - นอกจากส่งผลกระทบต่อมนุษย์แล้ว ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร? (เช่น มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ จะค่อย ๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด ซึ่งส่งผลกระทบต่อพืชและสัตว์ ฯลฯ)
 - นักเรียนคิดว่าปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญหรือไม่ อย่างไร? (เช่น เป็นปัญหาสำคัญ เพราะส่งผลกระทบต่อทุกสิ่งบนโลก ฯลฯ)
 - จากปัญหานี้ เรามีแนวทางในการดำเนินชีวิตอย่างไรจึงจะแก้ปัญหาและอยู่ร่วมกับปัญหานี้ได้? (เช่น ทุกคนต้องร่วมมือกันป้องกันและเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นที่จะนำไปต่อยอดเรื่องของ Climate Adaptation ได้ในอนาคต ฯลฯ)

การประเมินผล

- ① การตอบคำถามที่ตรงประเด็น
- ② พฤติกรรมของนักเรียนในการทำงานเป็นทีม
- ③ การนำเสนอหน้าชั้นเรียน

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

กิจกรรมนี้สามารถให้นักเรียนต่อยอดการวิเคราะห์พื้นที่ ตั้งแต่ระดับประเทศ ระดับภาค ระดับจังหวัด ระดับอำเภอ ระดับตำบล ระดับชุมชน ตลอดจนระดับโรงเรียนได้ ถ้าต้องการให้นักเรียนลงลึกในรายละเอียดมาก อาจจะทำให้เวลาผู้เรียนในการสืบค้นข้อมูลมากขึ้นตามประเด็นและหัวข้อที่สนใจ

กิจกรรม

อาหารพื้นถิ่น



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้: 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว
ระยะเวลาที่ใช้: 180 นาที

สถานที่: โรงอาหาร หรือห้อง
คหกรรมของโรงเรียน

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ง 1.1

แนวคิดกิจกรรม

พืชท้องถิ่นส่วนใหญ่จะเติบโตขึ้นเองตามธรรมชาติ บางชนิดมีความคงทนต่อสภาพอากาศ และบางชนิดเติบโตได้ง่ายตามริมรั้วบ้าน ไม่ว่าจะเป็น มะขามป้อม มะเฒ่า มะกอกป่า เปราะป่า หน่อไม้ กระทือ และส้มคบ รวมไปถึงผักพื้นบ้านที่เป็นไม้ยืนต้นและไม้พุ่มบางชนิด เช่น ตั้ว พุทธรักษา สะตอ ผักเหลียง และผักหวานป่า เป็นต้น ยังมีเมนูอาหารจากพืชท้องถิ่นมากเท่าใด ย่อมแสดงถึงความหลากหลายทางชีวภาพในท้องที่มากเท่านั้น ทั้งยังสื่อถึงความมั่นคงทางอาหารของท้องถิ่นที่เข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ และทุกคนสามารถเข้าถึงได้ตามความต้องการบริโภคในทุกเมื่อ ไม่ว่าจะเผชิญกับภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจ หรือภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กิจกรรมนี้ต้องการชี้ให้เห็นว่า ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่สะท้อนให้เห็นหรือเกี่ยวข้องอย่างไรกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผ่านพืชท้องถิ่นในหลากหลายมิติ ทั้งความทนทานที่ได้มาจากสภาพแวดล้อม การปรับตัวและกระจายความเสี่ยง และแนวทางบริโภคที่ลดการขนส่งและลดรอยเท้าคาร์บอน

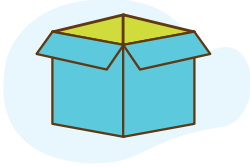
วัตถุประสงค์

- ① นักเรียนรู้จักพืชท้องถิ่นของชุมชนตัวเอง และยกตัวอย่างชนิดที่พบได้บ่อยในเมนูอาหารได้
- ② นักเรียนรู้จักแนวทางใช้ประโยชน์พืชท้องถิ่นด้านอาหาร และการฟื้นฟูพื้นที่ธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อคงไว้ซึ่งความหลากหลายของพืชท้องถิ่น



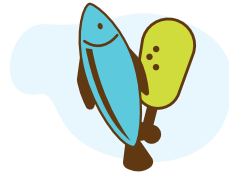
วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



กล่องวัตถุดิบปริศนา Secret Box
ภายในประกอบไปด้วยฉลากรายชื่อชนิด
พืชท้องถิ่นที่หาได้ในพื้นที่ชุมชน เช่น
ทางภาคใต้ เป็นลูกสะตอ ผักเหลียง
ต้นออติบ ผักกูด และผักหนาม ฯลฯ

2



วัตถุดิบอื่น ๆ เช่น เนื้อหมู
เนื้อไก่ ปลา ฯลฯ

3



เครื่องปรุง และอุปกรณ์
ประกอบอาหาร

4



ภาพถ่ายอย่างของพืชอาหารท้องถิ่น
ตามที่คุณครูรู้จัก

5



ใบงาน ถ่ายบท หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- 1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาจับฉลาก เพื่อรับ Secret Box ที่จะนำมาประกอบอาหาร
พร้อมวัตถุดิบประกอบอาหารและเครื่องปรุงต่าง ๆ
- 2 คุณครูเปิดภาพของพืชผักอาหารพื้นบ้านประกอบการบรรยายให้นักเรียนฟัง โดยอาจเริ่มจากการถามว่า “นักเรียนรู้จัก
และเคยรับประทานผักชนิดนี้หรือไม่” หากมีคนตอบว่าเคย ให้นักเรียนลองแลกเปลี่ยนให้เพื่อน ๆ ฟัง โดยเล่าถึงรสชาติ
หรือเมนูอาหารที่ได้เคยรับประทานผักชนิดนั้นนั้น
- 3 ต่อเนื่องจากข้อ 3. หากมีภาพของผักชนิดใดที่นักเรียนทั้งห้องไม่รู้จักเลย ให้คุณครูอธิบายว่า “พืชผักท้องถิ่นมักเกิดเอง
ตามธรรมชาติ เติบโตตามแต่ละช่วงของฤดูกาล ผลผลิตจึงอาจมีไม่มาก ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ในปัจจุบัน ที่ส่งผลให้น้ำท่วมฉับพลัน หรือมีภัยแล้งยาวนาน ส่งผลให้ผักพื้นบ้านที่ขาดความสามารถในการทนทานต่อ
สภาพแวดล้อมดังกล่าว หรือไม่สามารถปรับตัวได้ จึงค่อย ๆ หายไปจากธรรมชาติ”

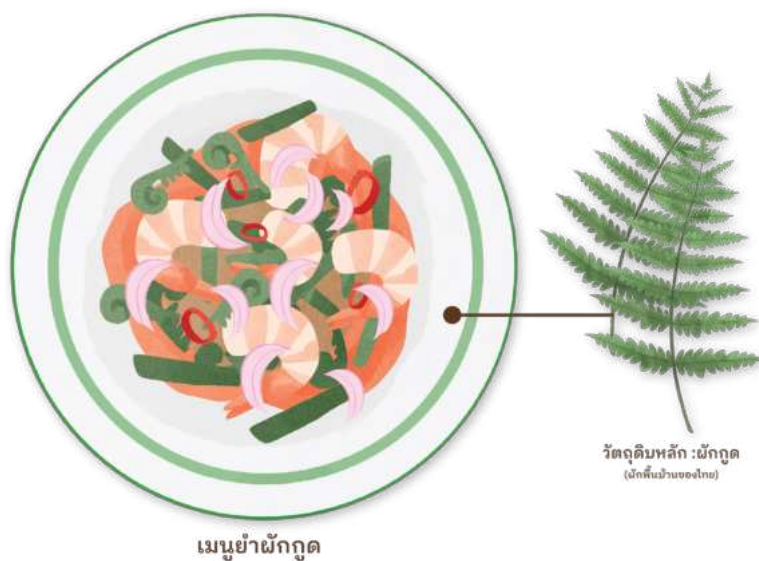


ขั้นสอน

- ① คุณครูแจก Secret Box พร้อมวัตถุดิบ เครื่องปรุง พร้อมอุปกรณ์ประกอบอาหารให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ตามที่จับสลากได้



- ② คุณครูแจกใบงานให้นักเรียน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับพืชอาหารของไทย และพืชอาหารท้องถิ่นในจังหวัด หรือชุมชนของตน เท่าที่รู้จัก จากนั้น ให้นักเรียนหาข้อมูลของวัตถุดิบที่ได้รับ พร้อมตอบคำถามในใบงาน ภายใน 30 นาที
- ③ คุณครูให้นักเรียนลงมือประกอบอาหาร พร้อมตั้งชื่อเมนูที่สอดคล้องกับวัตถุดิบที่ได้รับ โดยมีเวลาในการประกอบอาหาร 60 นาที
- ④ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเมนูอาหารของกลุ่มตนเอง พร้อมผลสรุปใบงาน



- ⑤ หากมีเวลาเหลือพอ คุณครูอาจลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันชิมอาหารของกลุ่มอื่น และเสนอแนะเมนูเพิ่มเติม

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูตั้งคำถามเกี่ยวกับ Secret Box ที่นำมา เช่น นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เป็นพืชชนิดใดบ้าง และมีรสชาติแบบใด (เช่น ขม หรือ หวาน)
- ② คุณครูตั้งคำถามกับนักเรียนทราบว่า ทราบหรือไม่ ว่าพืชท้องถิ่นที่นำมาประกอบอาหารนั้น มีสรรพคุณทางสมุนไพรอย่างไรบ้าง
- ③ คุณครูชวนนักเรียนแลกเปลี่ยนว่าภัยพิบัติตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมใดของมนุษย์ที่อาจส่งผลให้พืชผักท้องถิ่นของเราหายไปบ้าง
- ④ คุณครูชวนนักเรียนแลกเปลี่ยนว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะส่งผลกระทบต่ออาหารท้องถิ่นของเราหรือไม่ อย่างไร

การประเมินผล

- ① นักเรียนรู้จัก และเห็นความสำคัญของพืชอาหารท้องถิ่นในชุมชนของตน
- ② เมนูอาหารมีความเป็นเอกลักษณ์และรับประทานได้จริง

TIPS:

- ① คุณครูอาจชวนนักเรียนต่อยอดอภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพกับความมั่นคงทางอาหาร โดยใช้แนวความคิดจากแหล่งสืบค้นเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพกับความมั่นคงทางอาหาร โดย รศ.ดร.สมโภชน์ ศรีโกสามาตร จากมูลนิธิชีววิถี <https://biothai.net/ecological-agriculture/1749> หรือสแกน QR Code



- ② คุณครูอาจต่อยอดเรื่องรอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) ที่เกิดจากการประกอบอาหาร รวมถึงการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเมนูอาหารที่พัฒนาขึ้นมา โดยให้นักเรียนลองคำนวณรอยเท้าคาร์บอนได้ผ่านแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ เช่น <https://www.thefloopapp.com> หรือ สแกน QR Code



- ③ คุณครูต่อยอดร่วมกับนักเรียนพัฒนาเมนูอาหาร เพื่อสร้างเป็นสูตรอาหารประจำโรงเรียน สำหรับออกร้านในงานโรงเรียนได้

กิจกรรมอาหารพื้นถิ่น

ใบงานประกอบกิจกรรม

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อมูลชื่อวัตถุดิบ แหล่งที่มา และข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นในตารางให้ครบถ้วน

Secret box			
ลำดับ	ชื่อวัตถุดิบ	แหล่งที่มา	ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น
วัตถุดิบประกอบอาหารและเครื่องปรุงต่าง ๆ			
ลำดับ	ชื่อวัตถุดิบ	แหล่งที่มา	ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น





รู้หรือไม่ว่า ?

ตึกสำนักงานและห้างสรรพสินค้าอีสต์เกต (Eastgate Centre) ที่ซิมบับเวย์ในทวีปแอฟริกา ถูกออกแบบอาคารให้เย็นตามธรรมชาติด้วยตัวมันเอง เหมือนตึกแอร์ 25-26 องศา เพราะสถาปนิกได้ไปศึกษาต้นแบบมาจากรังปลวก



ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- กิจกรรม เส้นทางอาหาร
- กิจกรรม แกะ...รอยอาชีพในฝัน
- กิจกรรม ชีวโลกเลี่ยน
- กิจกรรม เจาะเวลาหาอดีต
- กิจกรรม นิเวศบริการ
- กิจกรรม สร้างเมืองน่าอยู่

กิจกรรม

เส้นทางอาหาร



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ

อวกาศ

3) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา

ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5

ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

● ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง

✓ กลไกของ Climate Change

✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงทางอาหารของโลก ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทางชีวภาพอย่างพาหะถ่ายเรณู (pollinators) และความหลากหลายระดับชนิดที่จะทำให้พืชและสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารของสรรพชีวิตในโลกสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงในสภาพแวดล้อมและโรคภัยต่าง ๆ ได้มากกว่า แต่ในขณะเดียวกันหากความหลากหลายของสิ่งในสิ่งหนึ่งลดลง สมการของระบบนิเวศจะเปลี่ยนไปและทำให้แหล่งอาหารของทุกชีวิตเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมนี้มีความตั้งใจที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าอาหารที่เราบริโภคในชีวิตประจำวันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร โดยพิจารณาจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ที่มาของวัตถุดิบและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ด้วยการประเมินผลกระทบตามหลักการรอยเท้านิเวศ (ecological footprint) และรอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) ควบคู่ไปพร้อม ๆ กัน

วัตถุประสงค์

- ① นักเรียนรู้จักอาหารและแหล่งที่มาของวัตถุดิบ
- ② นักเรียนสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของการบริโภคอาหารต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพ
- ③ นักเรียนได้ฝึกการใช้เครื่องมือในการสืบค้นข้อมูลและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



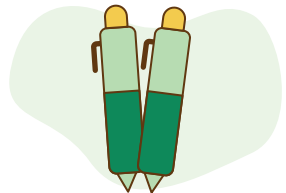
กระดานฟลิปชาร์ต

2



การ์ดสี 4 สี

3



ปากกา

4

ตัวอย่างแหล่งสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรอยเท้าคาร์บอนจากอาหาร



สแกน QR CODE

(1) เรื่อง “รู้ไหม !! เนื้อสัตว์สร้างก๊าซคาร์บอนฯ มากแค่ไหน?” จากพลังงานบางอย่าง <https://www.whaleenergystation.com/environment/9259/> หรือสแกน QR Code



สแกน QR CODE

(2) เรื่อง “รู้จัก Foodprint รอยเท้าที่เราฝากไว้ จากการเลือกบริโภค” จาก greenery.org <https://www.greenery.org/wordofwhy-food-print/> หรือสแกน QR Code



สแกน QR CODE

(3) เรื่อง “Change your food change the world : 5 วิธี หลีกเลียงการสร้างรอยเท้าคาร์บอนจากอาหาร” จากกรีนพีซ ประเทศไทย <https://www.greenpeace.org/thailand/story/2723/change-your-food/> หรือสแกน QR Code

5



สแกน QR CODE

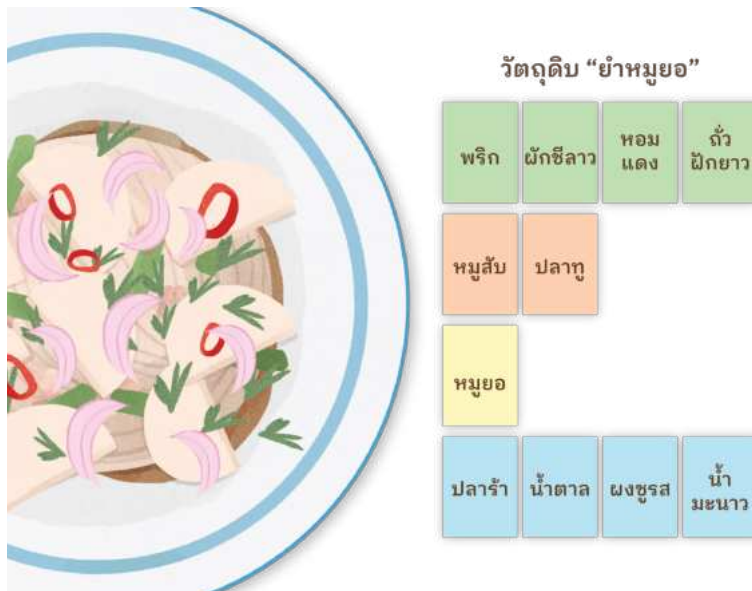
(4) เครื่องมือคำนวณปริมาณคาร์บอนจากวัตถุดิบแต่ละประเภท “Foodprint Calculator” จากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) <https://harvard-foodprint-calculator.github.io/> หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- 1 แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน เขียนเมนูอาหารที่สมาชิกแต่ละคนรับประทานในช่วง 1 สัปดาห์ ที่ผ่านมาลงในกระดานฟลิปชาร์ต
- 2 คุณครูตั้งคำถามนักเรียนว่า มีปัจจัยอะไรที่ทำให้เมนูอาหารเหล่านั้นมีความเหมือนหรือแตกต่างกัน เช่น
 - ที่มาของวัตถุดิบที่ทำอาหาร
 - ชนิดของวัตถุดิบที่นำมาทำอาหาร โดยแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ 1) พืชหรือผัก, 2) เนื้อสัตว์, 3) อาหารแปรรูป และ 4) เครื่องปรุงรส
 - ลักษณะเฉพาะตัว หรือสรรพคุณของวัตถุดิบที่นำมาทำอาหาร ได้แก่ มีกลิ่นหอม เป็นเครื่องเทศ หรือมีกากใยอาหาร ฯลฯ
- 3 คุณครูสรุปเรื่องความหลากหลายของเมนูอาหารที่นักเรียนรับประทานเชื่อมโยงกับความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ ซึ่งในเมืองมีข้อจำกัดที่ทำให้วัตถุดิบมีความหลากหลายน้อย เมนูอาหารมักจะมีคล้ายกัน หรือซ้ำกันมากกว่าพื้นที่นอกเมือง
- 4 คุณครูชวนนักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า ความหลากหลายของอาหารจะส่งผลต่อสุขภาพของเราอย่างไร เช่น เมนูที่มีวัตถุดิบในอาหารหลากหลายมากกว่า จะได้รับโภชนาการสูงกว่าการใช้วัตถุดิบชนิดเดียว เช่น ในผักบางชนิดมีวิตามินอีและซี ผักบางชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระ ในเนื้อสัตว์และไข่มีโปรตีน ฯลฯ ทำให้เราสุขภาพดี และแข็งแรงกว่า เป็นต้น

ชั้นสอน

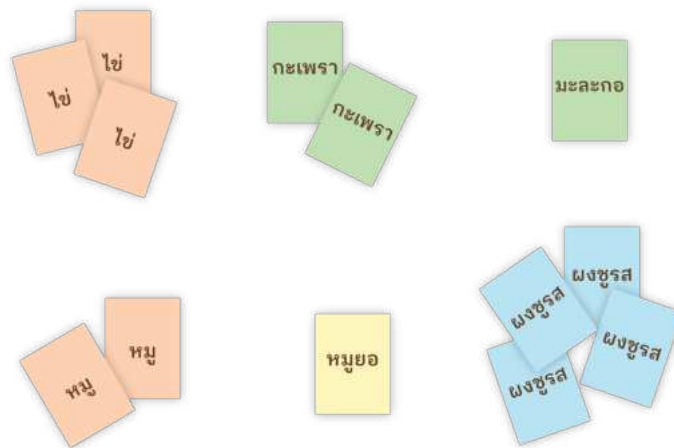
- ① ให้นักเรียนเลือกเมนูอาหารกลุ่มละ 1 เมนู และช่วยกันเขียนวัตถุดิบและเครื่องปรุงที่ใช้ในการประกอบอาหารลงในการ์ดสีที่แตกต่างกัน ได้แก่
- สีที่ (1) พืชหรือผัก เช่น ผักกาดแก้ว ตำลึง ฯลฯ
 - สีที่ (2) เนื้อสัตว์ เช่น ปลากระพง ปลานิล หมู ไก่ ฯลฯ
 - สีที่ (3) อาหารแปรรูป เช่น ปลากระป๋อง ผักกาดดอง ฯลฯ
 - สีที่ (4) เครื่องปรุงรส เช่น น้ำปลา น้ำตาล ผงชูรส ผงปรุงรส ฯลฯ



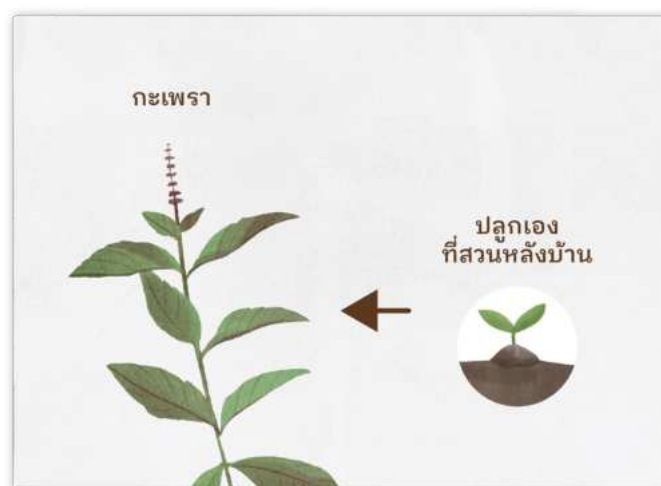
- ② คุณครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอเมนูที่เลือก จากนั้นให้แต่ละกลุ่มพิจารณาว่า เมนูของกลุ่มตนเอง ต้องใช้วัตถุดิบชนิดใดที่ซ้ำกับกลุ่มของเพื่อนบ้าง และอภิปรายร่วมกัน เช่น นักเรียนกลุ่มที่ (1) เลือกเมนูยำหมุยอ และนักเรียนกลุ่มที่ (2) เลือกยำผักกูด จะมีวัตถุดิบที่เหมือนกัน เช่น พริก หอมแดง น้ำตาล และน้ำมะนาว เป็นต้น



- ③ หลังจากอภิปรายเรื่องชนิดของวัตถุดิบแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำการ์ดสีไปวางแยกตามชนิดที่หน้าห้อง โดยแยกเป็นกองตามประเภทของวัตถุดิบ เช่น มีเมนูที่ต้องใช้ไข่ทั้งหมด 3 เมนู, ใช้กระเพรา 2 เมนู, ใช้มะละกอ 1 เมนู
- การ์ดสีที่ระบุเป็นไข่ จะถูกรวมกัน 1 กอง จำนวนรวม 3 ใบ
 - การ์ดสีที่ระบุเป็นกระเพรา จะถูกรวมกัน 1 กอง จำนวน 2 ใบ
 - การ์ดสีที่ระบุเป็นมะละกอ จะถูกรวมกัน 1 กอง จำนวน 1 ใบ
- เป็นต้น แล้วให้นักเรียนสรุปร่วมกันว่าในห้องเรียนของเรามีความหลากหลายของวัตถุดิบจากทุกเมนูรวมกันจำนวนเท่าไร (นับจำนวนการ์ดสีว่ามีกี่กอง)



- ④ จากนั้น คุณครูสรุปเรื่องความหลากหลายของวัตถุดิบที่นำมาประกอบอาหาร โดยอาจยกตัวอย่างถึง
- เมนูอาหารเดียวกันที่มีการใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน เช่น ต้มเลือดหมูเหมือนกัน แต่กลุ่มหนึ่งใส่ผักกาดแก้ว ส่วนอีกกลุ่มใส่ใบตำลึง เกิดจากความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในท้องถิ่นหรือบางเมนูใช้วัตถุดิบที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น
 - บางเมนูที่มีวัตถุดิบที่มาจากต่างประเทศ เชื่อมโยงกับเรื่องชนิดต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาในประเทศ ซึ่งบางชนิดเป็นชนิดต่างถิ่นที่รุกรานและสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศในท้องถิ่น พร้อมยกตัวอย่างได้ เช่น เมล็ดปลาหมอคางดำ ส้มตำใส่หอยเชอร์รี่ น้ำปลาจากปลาหมอคางดำ เป็นต้น
- ⑤ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุแหล่งที่มาของวัตถุดิบแต่ละประเภท เช่น ใบกระเพราปลูกที่บ้าน, หมูซื้อจากซูเปอร์มาร์เก็ต โดยให้ทำในรูปแบบแผนผังความคิดบนกระดาษฟลิปชาร์ต



- ⑥ ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลกระทบด้านความหลากหลายทางชีวภาพ โดยครูอาจช่วยยกตัวอย่าง เช่น การซื้อกะเพราจากตลาด บัดอาจมาจากสวนที่ใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี ส่วนกะเพราที่ปลูกเองในครัวเรือนอาจมีสารเคมีน้อยกว่าหรือไม่มีการใช้สารเคมี ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ หรือการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชเป็นการทำลายแมลงที่มีประโยชน์ออกไปด้วย รวมทั้งตกค้างสร้างผลเสียในสิ่งแวดล้อมในระยะยาว หรือการบริโภคเนื้อหมูจากฟาร์มที่มีการใช้อาหารสัตว์ ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือข้าวโพด ที่ใช้พื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก จนทำให้ภูเขาหลายแห่งกลายเป็นเขาหัวโล้น รวมถึงส่วนประกอบจากปลาทะเลปน ที่ได้จากสัตว์น้ำติดอวนที่ชาวประมงไม่ต้องการ นอกจากนี้ คุณครูอาจชวนเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์จากทะเลที่มาจากการประมงพื้นบ้านเทียบกับประมงเชิงพาณิชย์ ว่ามีผลกระทบต่อความยั่งยืนแตกต่างกันอย่างไร



- ⑦ ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์เมนูอาหารว่าอาจมีผลกระทบอย่างไรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยครูเป็นผู้สรุปความแตกต่างในแต่ละกลุ่ม พร้อมสรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ
- ⑧ ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลกระทบของอาหารที่รับประทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยวิเคราะห์จากก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากวัตถุดิบแต่ละชนิด จากเครื่องมือคำนวณตามที่ระบุในวัสดุอุปกรณ์ฯ โดยอ้างอิงข้อมูลจากตัวอย่างแหล่งสืบค้น หรือคุณครูอาจเพิ่มเติมแหล่งสืบค้นที่มีความน่าเชื่อถืออื่น ๆ เพิ่มเติม
- ⑨ ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์เมนูอาหารว่า มีผลกระทบอย่างไรต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีคุณครูเป็นผู้สรุป และเปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละกลุ่ม พร้อมสรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบริโภคอาหารแต่ละกลุ่ม เช่น ที่มาของวัตถุดิบ การขนส่ง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำที่ใช้ และการกำจัดขยะอาหาร

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① ให้นักเรียนวิเคราะห์และเสนอทางเลือกในการช่วยลดการผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและรอยเท้าคาร์บอนในชีวิตประจำวัน รวมถึงข้อจำกัดในการนำไปปฏิบัติจริง
- ② คุณครูสรุปความเชื่อมโยงผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบริโภคผ่านวัตถุดิบที่นักเรียนเลือกมาในแต่ละเมนูอาหาร ยกตัวอย่างเมนูอาหารที่มีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพสูง และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมอธิบายสาเหตุและความเชื่อมโยงเข้ากับผลกระทบระยะยาวจากก๊าซเหล่านี้ต่อภาพใหญ่ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศและระดับโลก

การประเมินผล

นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบริโภคในด้านความหลากหลายทางชีวภาพได้ โดยแบ่งเป็นประเด็น ๆ ตามเนื้อหาที่วิเคราะห์ร่วมกัน และต้องเชื่อมโยงกับปัญหาสภาวะโลกร้อนได้ เช่น พืชผักท้องถิ่นมีรอยเท้าคาร์บอนน้อยกว่าพืชที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นต้น

TIPS:

- ① คุณครูสามารถปรับเพิ่ม หรือลดรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมให้เหมาะสมกับกรอบเวลาได้
- ② คุณครูเพิ่มรายละเอียดตามจุดเด่นของแต่ละท้องถิ่นได้ เช่น อาหารเฉพาะถิ่น วัตถุดิบหายาก ชนิดท้องถิ่น รวมทั้งให้ความรู้เรื่องควรส่งเสริมการบริโภคตามฤดูกาล การปลูกและบริโภคชนิดท้องถิ่นที่ช่วยเอื้อต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพได้ และอาจชวนคุยต่อยอดถึงประโยชน์ของการปลูกและบริโภคพืชผักตามฤดูกาลนั้น มีผลต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างไร



กิจกรรม

แกะรอย...อาชีพในฝัน

ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

- 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ
อวกาศ
- 3) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา
ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5
ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

ทุกอาชีพล้วนสามารถส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ สภาพภูมิอากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งนักเรียนเลือกได้ว่า จะประกอบอาชีพในฝันอย่างไร เพื่อให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

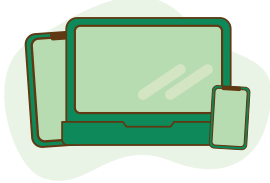
วัตถุประสงค์

- ① สร้างความตระหนักเกี่ยวกับผลกระทบของอาชีพต่าง ๆ ต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ② เข้าใจบทบาทของตนในฐานะผู้ที่สามารถลดผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



อุปกรณ์เพื่อการสืบค้นบน
อินเทอร์เน็ต

2



กระดานฟลิปชาร์ต

3



เครื่องเขียน

ขั้นนำ

นักเรียนจับกลุ่มตามกลุ่มอาชีพ ดังนี้ ผู้ประกอบการ เกษตรกรรม เทคโนโลยี อุตสาหกรรม ท่องเที่ยว วิศวกรรม พร้อมวิเคราะห์ว่าแต่ละกลุ่มมีอาชีพอะไรบ้าง อภิปรายภายในกลุ่มถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาชีพที่เลือกและเตรียมตัวนำเสนอ โดยคุณครูตั้งคำถามนำ เช่น “กว่าจะได้ทรัพยากรนั้นมา สร้างก๊าซเรือนกระจกไปมากแค่ไหน” หรือ “กว่าจะได้วัตถุดิบนั้นมา สร้างความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไรบ้าง”

ขั้นสอน

- 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกหนึ่งอาชีพจากกลุ่มอาชีพนั้น ๆ จากนั้นวิเคราะห์บทบาทหน้าที่และเป้าหมายโดยทั่วไปของอาชีพที่เลือก
- 2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นทรัพยากรที่จำเป็นต่อการปฏิบัติบทบาทหน้าที่และเป้าหมายของอาชีพที่เลือก เช่น เจ้าของคาเฟ่ มีทรัพยากรที่ต้องใช้ คือ ไฟฟ้า น้ำ แก๊วกาแฟ จาน วัตถุดิบ (กาแฟ ชา ช็อคโกแลต น้ำตาล และนม ฯลฯ) เครื่องทำกาแฟ โต้ะ แก้ว และอาคาร ฯลฯ



- ③ นักเรียนวิเคราะห์ที่มาของทรัพยากรเหล่านั้น อย่างน้อย 5 อย่าง โดยวาดเป็นแผนผังความคิดในกระดาษฟลิปชาร์ต เพื่อย้ายรายละเอียด



- ④ นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาชีพที่เลือก
- ⑤ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายหน้าห้อง เปรียบเทียบและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ของอาชีพต่าง ๆ โดยคุณครูตั้งคำถามนำ เช่น “กว่าจะได้ทรัพยากรนั้นมา สร้างก๊าซเรือนกระจกไปมากแค่ไหน” หรือ “กว่าจะได้วัตถุดิบนั้นมา สร้างความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไรบ้าง”

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูนำเสนอตัวอย่างบุคคล หรือบริษัทที่มีแนวทางประกอบอาชีพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถสืบค้นได้จากอินเทอร์เน็ต หรือจากบุคคลและบริษัทที่รู้จักก็ได้เช่นกัน
- ② จากการนำเสนอ คุณครูนำนักเรียนสืบค้นและหาแนวทาง เพื่อลดผลกระทบเชิงลบ และสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม โดยคุณครูตั้งคำถามนำ เช่น “นักเรียนจะลดผลกระทบ หรือช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศจากอาชีพของตัวเองได้อย่างไรบ้าง?”
- ③ แต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการที่อาชีพของตนจะสร้างผลกระทบเชิงบวก และลดผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินผล

- ① ความครบถ้วนและครอบคลุมของการวิเคราะห์
- ② ความคิดสร้างสรรค์และทำได้จริงของวิธีการที่นักเรียนนำเสนอ
- ③ แต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการที่อาชีพของตนจะสร้างผลกระทบเชิงบวก และลดผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อม



TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① นำข้อมูลจากกิจกรรมมาประกอบการแนะนำนักเรียน การนำนักเรียนไปทัศนศึกษา หรือเชิญชวนวิทยากร ผู้ประกอบอาชีพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สืบค้นเนื้อหาและกิจกรรมเรื่องอาชีพสีเขียว เช่น รุกขกร (นักวิชาชีพที่มีหน้าที่จัดการและดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่) นักสิ่งแวดล้อม นักนิเวศวิทยา หรือสถาปนิกสิ่งแวดล้อม
- ② แนะนำนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มเนื้อหากลไกเศรษฐศาสตร์ในการตัดสินใจประกอบอาชีพ โดยเสริมเนื้อหาเรื่อง

กลุ่มอาชีพสีเขียว (Green Jobs) หรืองานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นลักษณะงาน หรืออาชีพที่มีส่วนช่วยในการปกป้องฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งยังไม่มี การจำกัดความในด้านของระดับการสร้างผลกระทบ เพราะฉะนั้นจึงเรียกได้กว้างเริ่มจากระดับบุคคล ไปจนถึงระดับองค์กรของรัฐและเอน งานสีเขียวพบได้ทั้งในการสร้างเป็นผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการผลิตผลงานหมุนเวียน ไปจนถึงนักวิจัยด้านชีววิทยา เชิงอนุรักษ์ที่มานำนักเรียนในการฟื้นคืนระบบนิเวศในเมือง

ธุรกิจเพื่อสังคม

วัตถุประสงค์ของกิจการมีเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงของธุรกิจในการแก้ไขปัญหาสังคม หรือสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาขยะ ปัญหาความมั่นคงทางอาหาร โดยการใช้แนวคิดทางธุรกิจ หลายครั้งที่นักเรียนจะเห็น ธุรกิจเพื่อสังคมที่เป็นกรณีศึกษาสามารถมีกำไร มีการประกอบการเหมือนธุรกิจ แต่องค์กรของเขาตั้ง ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาสังคม หรือสิ่งแวดล้อม

หลักการ Environment, Social, and Governance (ESG)

แนวคิดดำเนินธุรกิจอย่างยั่งยืน คำนึงถึง “สิ่งแวดล้อม-สังคม-ธรรมาภิบาล” เป็นหนึ่งในแนวคิดที่ได้ รับความนิยม หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า “ESG” นั้น เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในแวดวงการเงินและการ ลงทุน เนื่องจากถูกระบุไว้ในหลักปฏิบัติการลงทุนที่มีความรับผิดชอบขององค์การสหประชาชาติ (United Nation หรือ UN) และมักถูกใช้เป็นปัจจัยเพื่อประเมินด้านความยั่งยืนและผลกระทบทาง จริยธรรมของการลงทุนในกลุ่มธุรกิจ หรือบริษัท



กิจกรรม

ชีวลอกเลียน



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำนวความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

“ชีวลอกเลียน” (biomimicry) คือ การที่มนุษย์สังเกตรูปแบบความหลากหลายที่เกิดจากการปรับตัว หรือวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และนำมาปรับใช้เป็นนวัตกรรมทางวิศวกรรม สถาปัตยกรรม แพทยศาสตร์ การวางแผนเมือง และการขนส่ง เพื่อแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น การออกแบบรถไฟชิงคันเซ็นให้ลดแรงต้านลมจากจะงอยปากของนกกระเต็นธรรมดา เข็มฉีดยาที่เจ็บน้อยลงจากปากงูลาย หรือพัดลมและกังหันที่มีประสิทธิภาพจากครีบบาฟหลังค่อม

วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของชีวลอกเลียนได้
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจต่อความหลากหลายทางชีวภาพและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์หลักการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ หรือนวัตกรรมตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตต้นแบบได้
4. นักเรียนสามารถออกแบบนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ภายใต้แนวคิดของ “ชีวลอกเลียน” ได้



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



อินเทอร์เน็ต และอุปกรณ์การสืบค้นข้อมูล
(คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือโทรศัพท์มือถือ)

2



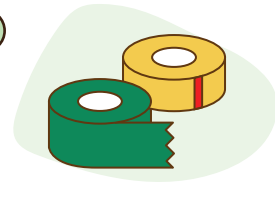
กระดานฟลิปชาร์ต

3



ปากกาเมจิก อุปกรณ์เครื่องเขียน

4



เทปใส หรือกระดากาว

5

ภาพประกอบของนวัตกรรมชีวลอกเลียน และสิ่งมีชีวิตที่เป็นต้นแบบของนวัตกรรมนั้น ตัวอย่างแหล่งสืบค้น



สแกน QR CODE

(1) วิดีทัศน์ เรื่อง ชีวลอกเลียน: นวัตกรรมเลียนแบบธรรมชาติ - สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ จากโรงเรียนไทร https://www.youtube.com/watch?v=S2s4y_0t0Bg หรือสแกน QR Code



สแกน QR CODE

(2) วิดีทัศน์ เรื่อง Top 10 สิ่งประดิษฐ์เลียนแบบธรรมชาติที่คุณคิดไม่ถึง | WOKE EP.4 #bio-mimicry จาก KND Studio <https://www.youtube.com/watch?v=eUy-BJNeYeEk> หรือสแกน QR Code

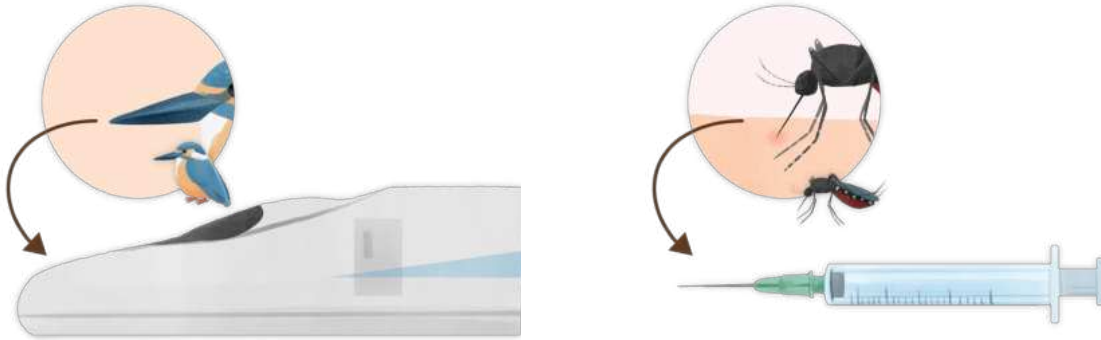


ขั้นนำ

- 1 คุณครูแปะภาพสิ่งมีชีวิตที่เป็นต้นแบบของนวัตกรรม ไว้รอบ ๆ ห้องเรียน
- 2 คุณครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม (หรือตามความเหมาะสม) แจกภาพนวัตกรรมชีวลอกเลียน กลุ่มละ 5 ภาพ (ภาพระหว่างกลุ่มสามารถซ้ำกันได้) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลองคาดเดาแรงบันดาลใจของนวัตกรรมที่กลุ่มตนเองได้รับว่ามาจากสิ่งมีชีวิตต้นแบบชนิดใด

ชั้นสอน

- 1 คุณครูอธิบายแนวคิดและความหมายของ “ชีวลอกเลียน” พร้อมเฉลยว่านวัตกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม มีแรงบันดาลใจมาจากสิ่งมีชีวิตต้นแบบชนิดใด และอธิบายว่าส่วนไหน หรือลักษณะใดจากธรรมชาติที่เป็นแรงบันดาลใจในการคิดค้นนวัตกรรม และสิ่งนั้นช่วยแก้ปัญหาให้กับมนุษย์อย่างไร โดยสามารถเปิดสื่อวิดีโอที่ค้นพบได้



- 2 คุณครูให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมในหัวข้อชีวลอกเลียน โดยศึกษาตัวอย่างนวัตกรรมเพิ่มเติมและแนวทางการประยุกต์จนเกิดเป็นนวัตกรรม จากนั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลองออกแบบนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้หลักการของชีวลอกเลียน เพื่อแก้ปัญหการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปัญหการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยวาดภาพและเขียนอธิบายลงในกระดาษฟลิปชาร์ต



ขั้นสรุปกิจกรรม

- 1 คุณครูให้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่น ร่วมแสดงความคิดเห็น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนลงคะแนนให้กับนวัตกรรมที่น่าสนใจและมีโอกาสเกิดขึ้นจริงได้ โดยห้ามโหวตผลงานของกลุ่มตนเอง
- 2 คุณครูสรุปผลงานที่ได้รับคะแนนมากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่า นวัตกรรมของกลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดนั้นมีจุดเด่นอะไร และวิเคราะห์โอกาส รวมถึงข้อจำกัดของการสร้างนวัตกรรมนี้ เช่น งบประมาณ วัสดุ เทคโนโลยี องค์ความรู้ เวลา ฯลฯ

- ③ คุณครูสรุปกิจกรรมด้วยคำถาม เช่น
- นักเรียนคิดว่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตช่วยมนุษย์ได้อย่างไร ในแง่การพัฒนาเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ?
 - ชีวลอกเลียน เชื่อมโยงกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างไร โดยมีแนวคำตอบดังนี้
 - การออกแบบตามหลักการระบบนิเวศธรรมชาติ เพื่อการระบายอากาศและลดการใช้พลังงาน
 - การนำกลไกการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตมาประยุกต์ เพื่อออกแบบวัสดุกันความร้อน
 - การนำกระบวนการทางชีวภาพมาใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อย่อยสลายของเสียในโรงงานโดยอาศัยจุลินทรีย์แทนการเผา ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ถ้าความหลากหลายทางชีวภาพหายไป จะส่งผลต่อความก้าวหน้าในการพัฒนานวัตกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร?

การประเมินผล

- ① การมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม
- ② ผลงานที่น่าสนใจ (เนื้อหาครบถ้วน ตรงกับวัตถุประสงค์ และความเป็นไปได้จริง)
- ③ แนวคิดและวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจและดึงดูด

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูอาจต่อยอดให้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาในโรงเรียน และประดิษฐ์นวัตกรรมสำหรับแก้ไขปัญหา นั้น ด้วยแนวคิดของชีวลอกเลียน
- ② คุณครูสามารถสร้างเครือข่ายนักประดิษฐ์ตามแนวคิดของชีวลอกเลียน ระหว่างโรงเรียน หรือเขตพื้นที่ การศึกษา และจัดแข่งขันประกวดแนวคิดใหม่ ๆ ได้
- ③ คุณครูสามารถยกตัวอย่างนวัตกรรมที่เป็นผลงานเยาวชนไทย จากข่าว “เด็กไทยเจ๋ง คว่ำรางวัลรองชนะเลิศระดับโลกจาก Biomimicry Global Design Challenge 2015” ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี <https://url.in.th/QztZf> หรือสแกน QR Code



เพื่อเป็นแรงบันดาลใจ และสนับสนุนให้นักเรียนต่อยอดโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่งเข้าประกวด “BIO-MIMICRY YOUTH DESIGN CHALLENGE” โดยสามารถดูรายละเอียดโครงการเพิ่มเติมได้ที่ <https://www.youthchallenge.biomimicry.org/> หรือสแกน QR Code



กิจกรรม

เจาะเวลาหาอดีต



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

- 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 4 เทคโนโลยี
- 3) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา
ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5
ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน หรือห้อง
คอมพิวเตอร์

- ✓ ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 4.2, ส 5.1, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

ในปัจจุบัน การพัฒนาพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ สร้างผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ ไม่ว่าจะเป็นการขยายตัวของเมือง (urbanization) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม เกษตรกรรม (agriculture) และปศุสัตว์ (farming) แบบไม่ยั่งยืน ที่ส่งผลให้สภาพพื้นที่ธรรมชาติในอดีตถูกทำลาย หรือทำให้สิ่งมีชีวิตนานาชนิดค่อย ๆ สูญพันธุ์ไป การเฝ้าติดตามและสร้างความตระหนักจึงเป็นสิ่งจำเป็น และสามารถพัฒนาได้ด้วยทักษะด้านเทคโนโลยีของเยาวชนที่มีความสนใจ

วัตถุประสงค์

- ① เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และผลกระทบของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
- ② เพื่อให้นักเรียนสามารถหาความเชื่อมโยงของการลด หรือเพิ่มขึ้นของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

1



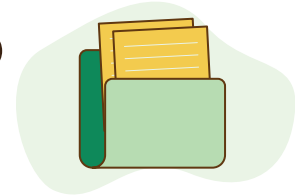
ภาพถ่ายดาวเทียมของพื้นที่ศึกษา
โดยสืบค้นจากสำนักงานพัฒนา
เทคโนโลยีอวกาศและภูมิ
สารสนเทศ (องค์การมหาชน)
<https://www.gistda.or.th>
หรือสแกน QR Code

2



แผนที่ของพื้นที่ศึกษา
โดยสืบค้นจากมิตรเอิร์ธ
<https://www.mitrearth.org/>
หรือสแกน QR Code

3



ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ของพื้นที่
ศึกษา (จากการสืบค้น หรือจาก
การสัมภาษณ์)

4

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system: GIS) เช่น



Google Earth <https://earth.google.com/web/>
หรือสแกน QR Code



QGIS <https://www.qgis.org/en/site/>
หรือสแกน QR Code

5



คอมพิวเตอร์

ขั้นนำ

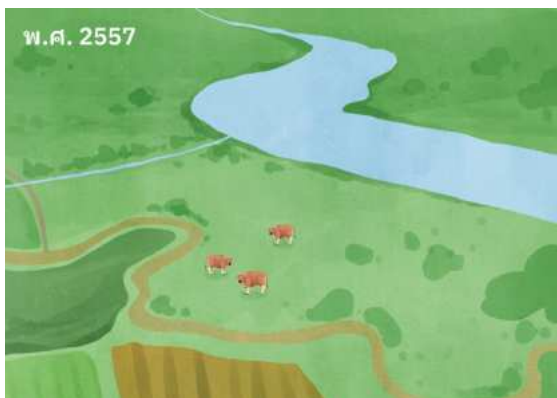
- 1 คุณครูวางแผนกิจกรรมและกำหนดพื้นที่ที่ต้องการศึกษา เช่น ชุมชนโดยรอบบริเวณโรงเรียน และประสานงานกับ
ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับพื้นที่นั้น ๆ เช่น ปรากฏชาวบ้าน และเจ้าหน้าที่ผู้มีประสบการณ์ด้าน GIS ทั้งนี้ อาจมีการประสานงาน
ร่วมกับเจ้าหน้าที่สังกัดกรมป่าไม้ หรือกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- 2 คุณครูจัดเตรียมภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่โบราณ แผนที่ปัจจุบัน ที่จำเป็น พร้อมทั้งแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน โดยมอบหมาย
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่กำหนด

ชั้นสอน

- 1 คุณครูเชิญปราชญ์ชาวบ้านและเจ้าหน้าที่งานด้าน GIS มาให้ความรู้ และข้อมูลเกี่ยวกับเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ทั้งในเชิงกายภาพ ภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม และการใช้ประโยชน์ในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนท้องถิ่น



- 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
- 3 คุณครูแจกสื่อที่เตรียมไว้ให้นักเรียน เช่น แผนที่ หรือภาพถ่ายดาวเทียม
- 4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งสัตว์ พืช จุลินทรีย์ (เช่น เห็ดรา หรือไลเคน ฯลฯ) ในท้องถิ่น อาจครอบคลุมการเปลี่ยนแปลงในการใช้ประโยชน์ของที่ดิน สิ่งแวดล้อม และสภาพทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ได้เช่นกัน



ขั้นสรุปกิจกรรม

- 1 คุณครู ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่งานด้าน GIS และนักเรียน สรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ได้แลกเปลี่ยน หรือเรียนรู้ร่วมกัน
- 2 คุณครูและนักเรียน ร่วมวิเคราะห์ ร้อยเรียงเรื่องราวทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทั้งการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและองค์ความรู้พื้นฐานของชุมชน ประเมินผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศว่ามีความเชื่อมโยงกันหรือไม่ อย่างไร
- 3 คุณครูและนักเรียน ร่วมแลกเปลี่ยนและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา ทั้งในระดับส่วนบุคคล ชุมชน และนโยบาย

การประเมินผล

- ① นักเรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในพื้นที่
- ② นักเรียนเข้าใจการทำงานของเครื่องมือ GIS พอสังเขป
- ③ นักเรียนเข้าใจแนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทรัพยากรท้องถิ่น ต่อภาครัฐ

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูสามารถนำข้อสรุปและประเด็นที่น่าสนใจไปเผยแพร่ หรือต่อยอดเป็นกิจกรรมในโรงเรียนหรือชุมชน ตามศักยภาพและความสนใจของนักเรียน
- ② กิจกรรมนี้อาจมีข้อจำกัดทางด้านเทคนิค ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์และโปรแกรม หรือเครื่องมือต่าง ๆ คุณครูอาจเตรียมความพร้อมด้วยการประสานติดต่อหน่วยงานรัฐ และ / หรือมหาวิทยาลัยในพื้นที่ใกล้เคียง ที่มีองค์ความรู้ในการจัดการที่ดิน และการใช้งานระบบ GIS มาเป็นวิทยากรพิเศษ บรรยายความรู้เบื้องต้น ให้นักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม
- ③ คุณครูอาจเชิญบุคลากร หรือวิทยากรที่มีความรู้เฉพาะทางและชำนาญ โดยเน้นกลุ่มอาชีพสีเขียวและทักษะเพื่ออาชีพสีเขียว (green jobs and green skills) มาสนับสนุนผู้ดำเนินกิจกรรมและนักเรียน
- ④ กิจกรรมนี้สามารถมีส่วนช่วยให้ข้อมูลจากประชาชนในเรื่องการพัฒนาวิธีเก็บข้อมูลระดับท้องถิ่น หรือต่อยอดไปเป็นฐานข้อมูลในการพยากรณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในระดับพื้นที่ (area-based prediction) ได้



กิจกรรม

นิเวศบริการ



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

- 1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ
อวกาศ
- 3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สาระที่ 4 เทคโนโลยี
- 4) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา
ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5
ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

- ✓ ศึกษา สำนวความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ
- ✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง
- ✓ กลไกของ Climate Change
- ✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 4.2, ส 5.1, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีสาเหตุหลักจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ได้แก่ พายุที่รุนแรงขึ้น น้ำท่วมฉับพลัน ภาวะภัยแล้ง ผลผลิตทางการเกษตรลดลง การขาดแคลนอาหาร อุณหภูมิที่ทะเลสูงขึ้น และระดับน้ำทะเลสูงขึ้น สิ่งมีชีวิตสูญพันธุ์จากไฟป่า โรคระบาดของสัตว์ การย้ายถิ่นฐานของสัตว์และแมลง เกิดโรคระบาดในคน เช่น โควิด-19 ที่ทำให้มนุษย์เสียชีวิตจำนวนมาก ตลอดจนการอพยพย้ายถิ่น ของประชากร เพื่อหนีภัยแล้ง ภาวะน้ำท่วม และความยากจน

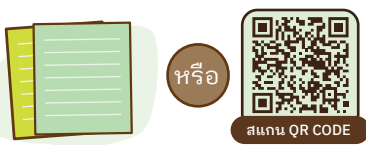
ดังนั้น การเรียนรู้ถึงภัยจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้เราเกิดความตระหนัก ความเข้าใจ และเห็นความสำคัญของปัญหา เห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในชุมชน และนำไปสู่การสร้างความร่วมมือในการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้เกิดความสมดุลกับความมั่นคงทางอาหารและการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ

วัตถุประสงค์

- 1) นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับนิเวศบริการ ความหลากหลายทางชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงแนวโน้ม หรือผลกระทบและการเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- 2) นักเรียนสามารถวางแผนและปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชนได้

- ① นักเรียนสามารถออกแบบและนำเสนอข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชน ด้วยการใช้เทคโนโลยีของสื่อได้อย่างสร้างสรรค์
- ② นักเรียนเกิดความตระหนัก เห็นคุณค่า และแนวทางในการริเริ่มเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

- ①  ข้อมูลภูมิศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ จากกิจกรรม “เจาะเวลาหาอดีต”
- ②  ใบความรู้ประกอบกิจกรรม ถ่ายบท หรือสแกน QR Code
- ③  คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับสืบค้นและจัดทำสื่อ

- ④ ตัวอย่างแหล่งสืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น



(1) วิดีทัศน์เรื่อง “เมื่อโลกอยู่ในภาวะโลกเดือด และเกิดเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง เราจะมีแนวทางการรับมืออย่างไร?” จากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม <https://url.in.th/jwmgl> หรือสแกน QR Code



(2) วิดีทัศน์เรื่อง “Climate Action : 2 ความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” จากสถาบันวิทยาการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CAA) <https://url.in.th/RxccQ> หรือสแกน QR Code



(3) วิดีทัศน์เรื่อง “การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ”จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <https://url.in.th/FkRSe> หรือสแกน QR Code



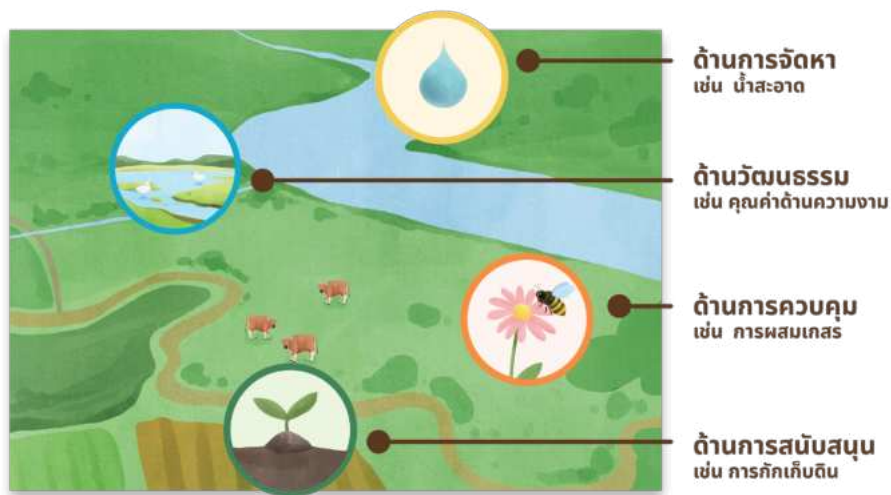
(4) วิดีทัศน์เรื่อง “Ecosystem Services” จาก California Academy of Sciences (สามารถเลือกคำบรรยายในวิดีโอขณะรับชมเป็นภาษาไทย) <https://url.in.th/JVZzY> หรือสแกน QR Code

ขั้นนำ

- ① คุณครูและนักเรียนตั้งคำถามร่วมกันเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในรอบ 1 ปีในพื้นที่ของตนเองว่า “ในแต่ละฤดูกาลมีช่วงระยะเวลานานเท่าใด? และมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมหรือไม่? อย่างไร?”
- ② คุณครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเนื้อหาของวิดีโอ ให้แต่ละกลุ่ม รับชมและทำความเข้าใจสื่อที่ตนเองได้รับมอบหมาย จากนั้นตัวแทนกลุ่มเป็นผู้สรุปประเด็นให้กับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น

ชั้นสอน

- ① คุณครูบรรยายเรื่อง “นิเวศบริการ” ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้เนื้อหาจากใบความรู้
- ② คุณครูและนักเรียน แบ่งปันเนื้อหาและประสบการณ์จากการรับชมวิดีโอที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมาย อภิปรายร่วมกันว่าเราสามารถเชื่อมโยงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับนิเวศบริการได้อย่างไรบ้าง
- ③ คุณครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความเห็น ช่วยกันตอบคำถามว่าเราจะมีวิธีการปรับตัวให้อยู่รอดภายใต้วิกฤติการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างไรบ้าง
- ④ คุณครูนำข้อมูลภูมิศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ จากกิจกรรม “เจาะเวลาหาอดีต” มาให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่า ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนของเรามีประโยชน์อย่างไรบ้าง? (โดยแนวคำตอบต้องสอดคล้องกับหลักการนิเวศบริการ 4 ด้าน)



- ④ คุณครูมอบหมายให้แต่ละกลุ่มวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนจากข้อมูลในกิจกรรม “เจาะเวลาหาอดีต” กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน จากนั้นให้สรุปออกมาเป็นสื่อแบบหน้าเดียว (one page) ในรูปแบบที่ถนัด เช่น อินโฟกราฟิก (infographic) หรือแผนผังความคิด (mind map) เป็นต้น



ขั้นสรุปกิจกรรม

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการวิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะร่วมกัน โดยเน้นการสะท้อนถึงประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติภายใต้แนวคิดของนิเวศบริการและความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุมชนของตนเอง ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ไม่มีการอนุรักษ์และฟื้นฟูโดยชุมชนจากการใช้ประโยชน์ร่วมกัน และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลต่อพืช สัตว์ และทรัพยากรธรรมชาติในชุมชน กระตุ้นความมั่นคงทางอาหาร และวิถีการดำรงชีวิตของชุมชน

การประเมินผล

- ① พฤติกรรมการทำงานเป็นทีม
- ② ความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการที่เลือกใช้ในการผลิตสื่อ และประสิทธิภาพในการสื่อสาร
- ③ การประเมินองค์ความรู้ที่ได้จากสื่อที่นักเรียนผลิตออกมา โดยคำนึงถึงความถูกต้องเป็นหลักสำคัญ
 - ประเมินจากการถาม-ตอบ
 - ประเมินความถูกต้องของชิ้นงาน

TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① คุณครูสามารถนำชิ้นงาน หรือสื่อที่ผลิตออกมาได้ของนักเรียน เผยแพร่ผ่านช่องทางประชาสัมพันธ์ต่างๆ ของโรงเรียน เช่น วารสาร เว็บไซต์ เพจ หรือสื่อสังคมออนไลน์ต่างๆ ของโรงเรียน ในโอกาสอันสำคัญต่างๆ เช่น วันสิ่งแวดล้อมโลก และต่อยอดเป็นการประกวดเพื่อสร้างแรงจูงใจในการร่วมกิจกรรมของนักเรียนได้
- ② สามารถนำชิ้นงาน หรือสื่อของนักเรียน ไปบูรณาการสำหรับการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ และใช้เป็นฐานข้อมูลในแหล่งเรียนภายในท้องถิ่นได้
- ③ กิจกรรมนี้ควรทำต่อเนื่องจากกิจกรรม “เจาะเวลาหาอดีต” เพื่อให้นักเรียนเข้าใจรอบการทำงานในมิติที่กว้างขึ้นเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



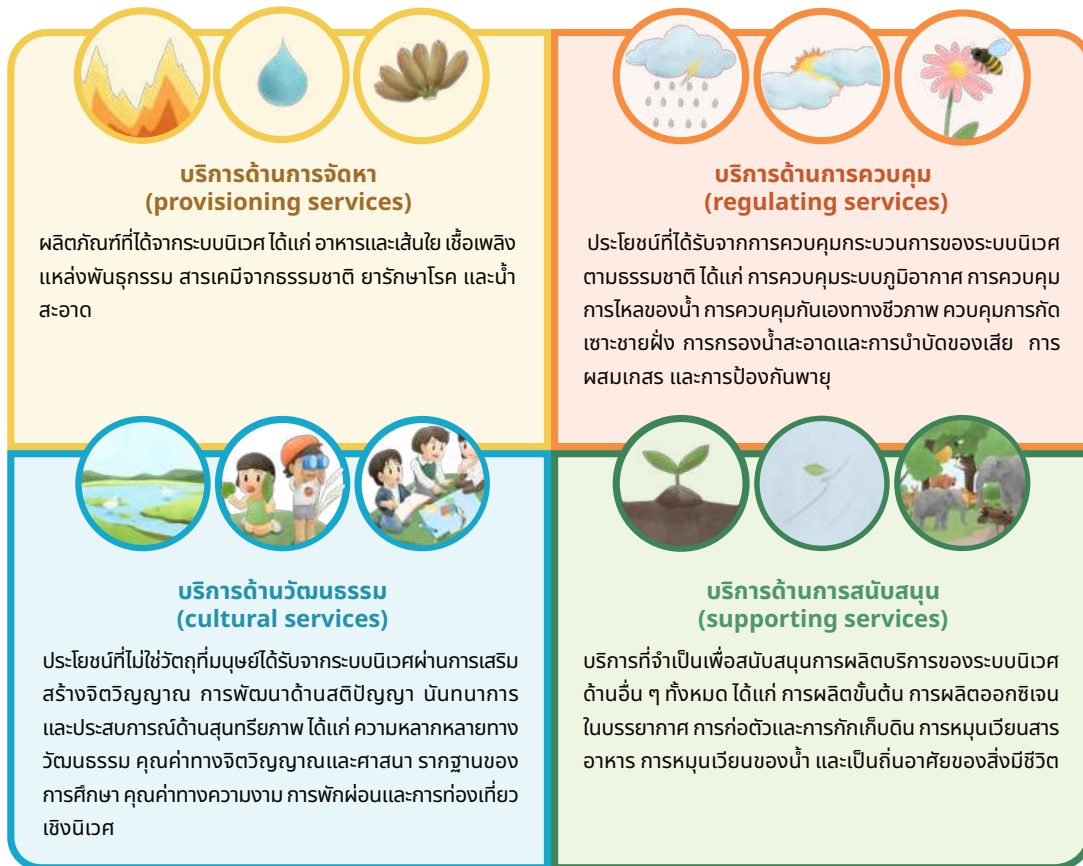
กิจกรรมนิเวศบริการ

ใบความรู้ประกอบกิจกรรม

นิเวศบริการ

นิเวศบริการ (ecosystem Services) หรือบริการจากระบบนิเวศ คือ ประโยชน์ที่ระบบนิเวศส่งมอบให้แก่มนุษย์ หรือประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศเพื่อให้มีความเป็นอยู่ที่ดีทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การผสมเกสรของพืชโดย ผึ้งและสัตว์อื่น ๆ มีส่วนช่วยในการผลิตอาหาร หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetlands) ทำหน้าที่เป็นแนวกันชนไม่ให้น้ำท่วมในพื้นที่ ชุมชน ฯลฯ

รูปแบบของนิเวศบริการ โครงการการวิเคราะห์ผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ต่อระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของ มนุษย์ (Millennium Ecosystem Assessment) ที่ได้รับการสนับสนุนจากองค์การสหประชาชาติ เมื่อปี 2005 ได้นิยาม นิเวศบริการ โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่



หากยกตัวอย่างในระบบนิเวศป่าชายเลนที่ผลิตบริการทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ เป็นแหล่งไม้เพื่อใช้ทำถ่าน (บริการด้านแหล่งผลิต) ป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง (บริการด้านการควบคุม) เป็นแหล่งท่องเที่ยวชมธรรมชาติ (บริการด้านวัฒนธรรม) และเป็นพื้นที่ปลอดภัยสำหรับสัตว์น้ำทะเลวัยอ่อน (บริการด้านการสนับสนุน)

ดังนั้น บริการทางระบบนิเวศ คือ สิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างมนุษย์และธรรมชาติอย่างขาดกันเสียไม่ได้ โดยความสามารถของระบบนิเวศในการบริการเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ขึ้นอยู่กับสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศโดยตรง และการเรียนรู้ถึงภัยจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้เราเห็นความสำคัญของปัญหา เห็นคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในชุมชน และนำไปสู่การสร้างความร่วมมือในการอนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพให้เกิดความสมบูรณ์ได้

เอกสารอ้างอิง

รพีพัฒน์ อิงคสิทธิ์ ; ผู้เรียบเรียงและปรับปรุง (2558). คู่มือคุณค่าของระบบนิเวศและนิเวศบริการสำหรับภาคธุรกิจ. กรุงเทพฯ : Enhancing the Economics of Biodiversity and Ecosystem services in Thailand/Southeast Asia

Janell Smith. An Introduction to Ecosystem Services. Island Nature Trust, Retrieved June 15, 2024, from <https://islandnaturetrust.ca/introduction-to-ecosystem-services/>

กิจกรรม

สร้างเมืองน่าอยู่



ระดับ: มัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มสาระการเรียนรู้:

1) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ

อวกาศ

3) กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา

ศาสนา และวัฒนธรรม สาระที่ 5

ภูมิศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้: 90 นาที

สถานที่: ในห้องเรียน

🕒 ศึกษา สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

✓ การวิเคราะห์ความเชื่อมโยง

✓ กลไกของ Climate Change

✓ Climate Action

มาตรฐานการเรียนรู้: ว 1.1, ว 3.2, ส 5.2

แนวคิดกิจกรรม

นักเรียนได้เรียนรู้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จำลอง ผ่านการสวมบทบาทเป็นนักลงทุนที่ต้องการเปลี่ยนพื้นที่ธรรมชาติให้กลายเป็นพื้นที่การเกษตรและการเกษตรเพื่อการค้า การทำอุตสาหกรรม ต่าง ๆ ให้เข้าใจถึงปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เช่น การขยายพื้นที่เพื่อการเกษตรที่ทำให้ป่าไม้และระบบนิเวศถูกทำลาย ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติหลายชนิดเสี่ยงสูญพันธุ์ การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่อาจปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำและดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างหนักหน่วงที่อาจทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ)

โดยกิจกรรมนี้ จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเรื่องการพัฒนาเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน

วัตถุประสงค์

- 1) นักเรียนสามารถเรียนรู้และอธิบายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ส่งผลต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- 2) ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจหลักการพัฒนาที่ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในภาพใหญ่

วัสดุอุปกรณ์ และสื่อประกอบการทำกิจกรรม

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ท้ายบท ประกอบด้วย



การ์ดธนบัตร การ์ดลงทุน การ์ดสถานการณ์ภัยพิบัติ การ์ดระบบนิเวศ
และการ์ดขอบเขตที่ดินท้ายบท หรือสแกน QR code



ขั้นนำ

- 1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จำนวน 5-6 กลุ่ม หรือตามจำนวนนักเรียน โดยมีคุณครูรับบทบาทเป็นธนาคารกลาง คอยแจกเงิน ประเมินราคาซื้อ-ขายการ์ด
- 2 คุณครูนำการ์ดระบบนิเวศ และการ์ดสถานการณ์ภัยพิบัติมาแสดง พร้อมอธิบายว่าระบบนิเวศแต่ละแบบมีคุณสมบัติป้องกันภัยพิบัติอะไรได้บ้าง และภัยพิบัติแต่ละแบบจะส่งผลกระทบต่อการทำปศุสัตว์ การทำเกษตรเพื่อการค้า หรืออุตสาหกรรมชนิดไหนบ้าง ตามข้อมูลที่ระบุอยู่บนการ์ดแต่ละแบบ

การ์ดระบบนิเวศ

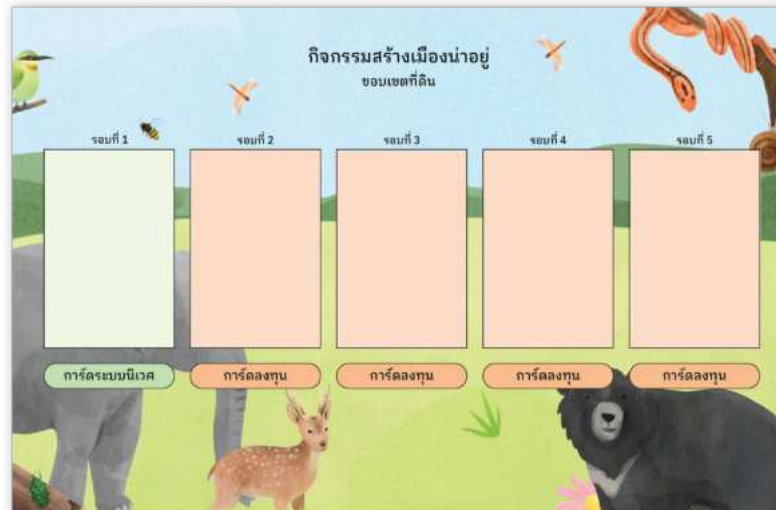


การ์ดสถานการณ์ (ภัยพิบัติ)

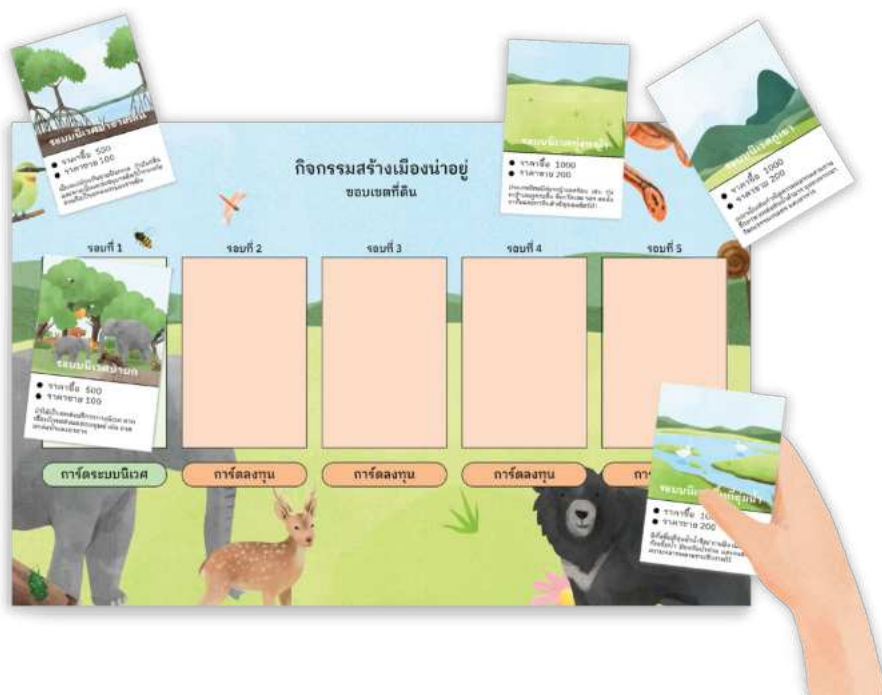


ชั้นสอน

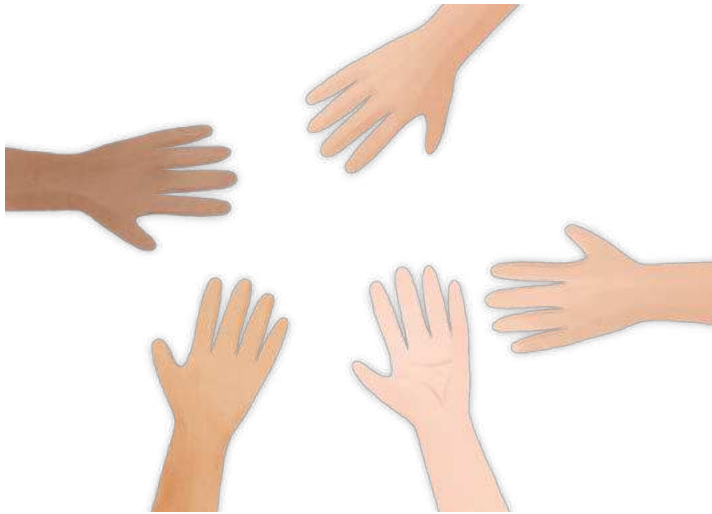
- 1 คุณครูเริ่มกิจกรรมโดยแจก “การ์ดขอบเขตที่ดิน” ให้ทุกกลุ่ม กลุ่มละ 1 แผ่น (ในการ์ดจะมีช่องสำหรับวางการ์ดได้อีก 5 ใบ โดยเป็นช่องสำหรับวาง “การ์ดระบบนิเวศ” ได้ 1 ใบ และสำหรับวาง “การ์ดการลงทุน” ได้อีก 4 ใบ) และแจกงบประมาณจากธนาคารกลางให้กลุ่มละ 2,000 บาท



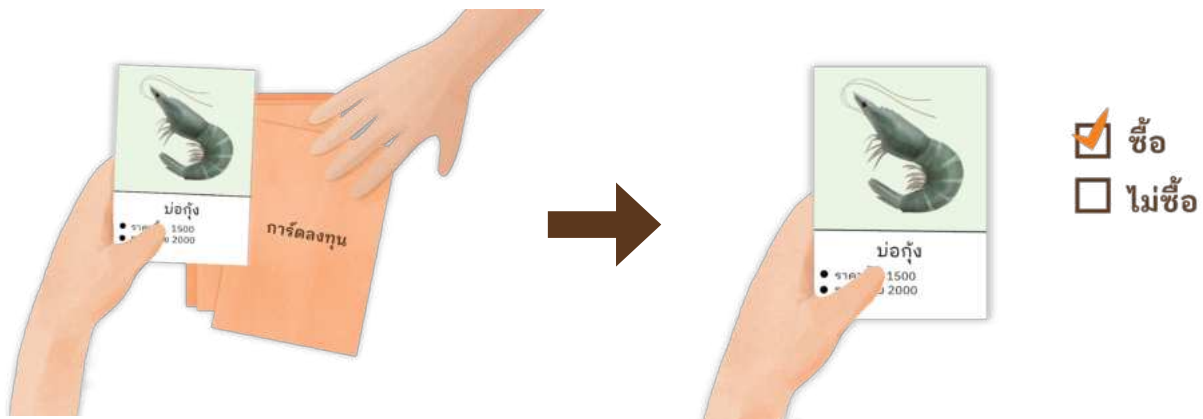
- 2 การเล่นเกมในแต่ละเกมจะมีทั้งหมด 5 รอบ โดยรอบแรก ให้แต่ละกลุ่มปรึกษากันว่าต้องการเลือก “การ์ดระบบนิเวศ” แบบไหนมาเป็นระบบนิเวศจำลองบน “การ์ดขอบเขตที่ดิน” ของกลุ่ม โดยพิจารณาจากประโยชน์ในการป้องกันภัยพิบัติที่สามารถลดผลกระทบจากการสูญเสียผลตอบแทนจากการลงทุนได้จากนั้น ส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มไปซื้อ “การ์ดระบบนิเวศ” นั้นกับธนาคารกลาง แล้วนำไปวางใน “การ์ดขอบเขตที่ดิน” บนช่องสำหรับวาง “การ์ดระบบนิเวศ” (ขั้นตอนนี้จะให้สิทธิในการซื้อแบบมาก่อนได้ก่อน หากกลุ่มใดตัดสินใจช้า แล้วเข้ากับที่เพื่อนซื้อไปแล้ว ให้ทำการเลือกใหม่อีก “การ์ดระบบนิเวศ” แบบอื่นที่เหลืออยู่)



- ③ ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มมา “โอน้อยออก” กัน ว่ากลุ่มไหนจะเป็นผู้เริ่มเล่นลำดับแรก เมื่อเหลือตัวแทน 2 กลุ่มสุดท้ายให้เป่ายิ้งฉุบกัน (หรือวิธีอื่น ๆ ก็ได้ เช่น จับฉลาก) เพื่อจัดลำดับการเล่น



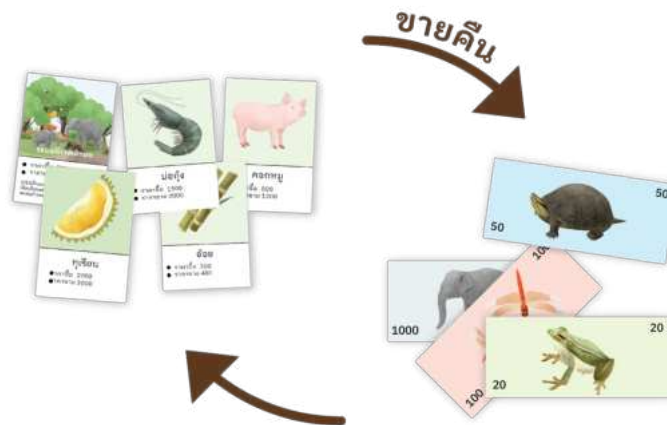
- ④ ในรอบที่ 2-5 ให้คุณครูนำ “การ์ดการลงทุน” มาสลับ คว่ำหน้า และให้แต่ละกลุ่มผลัดกันหยิบการ์ดที่อยู่ด้านบนสุดขึ้นมาวนไปตามลำดับการเล่นที่จัดไว้ในข้อ 3. ซึ่งสมาชิกในแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันระดมความคิดว่าจะนำเงินที่มีอยู่ ชื่อ “การ์ดการลงทุน” ที่เปิดได้ไหม เพื่อให้เกิดผลตอบแทนสูงสุด (ตามราคาซื้อและขายที่ระบุอยู่บนการ์ด) หากกลุ่มที่เป็นผู้หยิบการ์ดนั้นไม่ต้องการซื้อ กลุ่มอื่นสามารถขอประมูล (โดยต้องเสนอราคาที่สูงกว่าหน้าการ์ด) เพื่อซื้อ “การ์ดการลงทุน” นั้นแทนได้ โดยกลุ่มที่เสนอราคาประมูลสูงที่สุด จะได้รับ “การ์ดการลงทุน” ใบนั้นไป



- ⑤ เมื่อครบ 5 รอบแล้ว คุณครูสุ่มหยิบ “การ์ดสถานการณ์ภัยพิบัติ” ขึ้นมา 1 ใบ แล้วอ่านผลกระทบที่เกิดจากภัยพิบัตินั้น รวมทั้งการคุณสมบัติของระบบนิเวศ (การ์ดที่เลือกไว้ในข้อที่ 3) ที่สามารถป้องกันผลกระทบจากภัยพิบัตินั้นได้ ตามที่ระบุบนการ์ด



- ⑥ ให้แต่ละกลุ่มคำนวณว่าจาก “การ์ดระบบนิเวศ” และ “การ์ดการลงทุน” ที่มีในขอบเขตที่ดินของตน เมื่อได้รับผลกระทบจาก “การ์ดสถานการณ์ภัยพิบัติ” แล้ว จะทำให้ราคาขายการ์ดทั้งหมดเหลือเท่าไรบ้าง แล้วนำการ์ดทั้งหมดไปขายที่ธนาคารกลาง เพื่อประเมินความเสียหายจากสถานการณ์ภัยพิบัติ ที่ส่งผลกับการลงทุนของกลุ่ม



- ⑦ จากนั้นให้เริ่มการเล่นตามขั้นตอนข้อ 2-5 ใหม่ ซ้ำประมาณ 3-5 รอบ โดยในรอบที่ 4-5 ให้เพิ่มกติกาพิเศษคือ แต่ละกลุ่มห้ามขาย “การ์ดระบบนิเวศ”
- ⑧ เมื่อคุณครูสังเกตว่านักเรียนเริ่มมีความเข้าใจในกลไกด้านความหลากหลายทางชีวภาพแล้ว สามารถยุติกิจกรรมได้ทันที โดยกำหนดผู้ชนะด้วยการนับคะแนนจากจำนวนเงินที่เหลือ และอาจมีข้อกำหนดที่ให้คะแนนพิเศษตามหัวข้อที่คุณครูอยากสอนหรือพิจารณา เช่น เมืองที่เกิดความเสียหายกับการลงทุนน้อยที่สุด เมืองที่มีระบบนิเวศที่ป้องกันภัยพิบัติได้ดีที่สุด ฯลฯ

ขั้นสรุปกิจกรรม

- ① คุณครูชวนนักเรียนร่วมแลกเปลี่ยนกันด้วยคำถามต่อไปนี้
 - ในกลุ่มของนักเรียนมีแนวทางหรือวางแผนการใช้งบประมาณที่ได้จากธนาคารกลางอย่างไร?
 - ในกลุ่มของนักเรียนมีการเลือก “การ์ดระบบนิเวศ” โดยใช้เทคนิค หรือมองปัจจัยอะไรเป็นหลัก?
 - ในกลุ่มของนักเรียนใช้หลักเกณฑ์อะไรในการตัดสินใจว่าจะเลือก “การ์ดการลงทุน” ที่คุ้มขึ้นมาได้หรือไม่?
- ② คุณครูสรุปประเด็นความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยนำปัญหาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาอธิบายร่วมกันเพื่อความเข้าใจที่มากขึ้น
- ③ คุณครูอธิบายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เห็นตัวอย่างที่ชัดเจน โดยอาจยกตัวอย่างเป็นปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น พืชและสัตว์ ที่ได้รับผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และผลกระทบนั้นส่งต่อมาถึงตัวนักเรียนได้อย่างไรบ้าง

การประเมินผล

- ① นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพได้
- ② นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปัญหาด้านความหลากหลายทางชีวภาพได้
- ③ นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

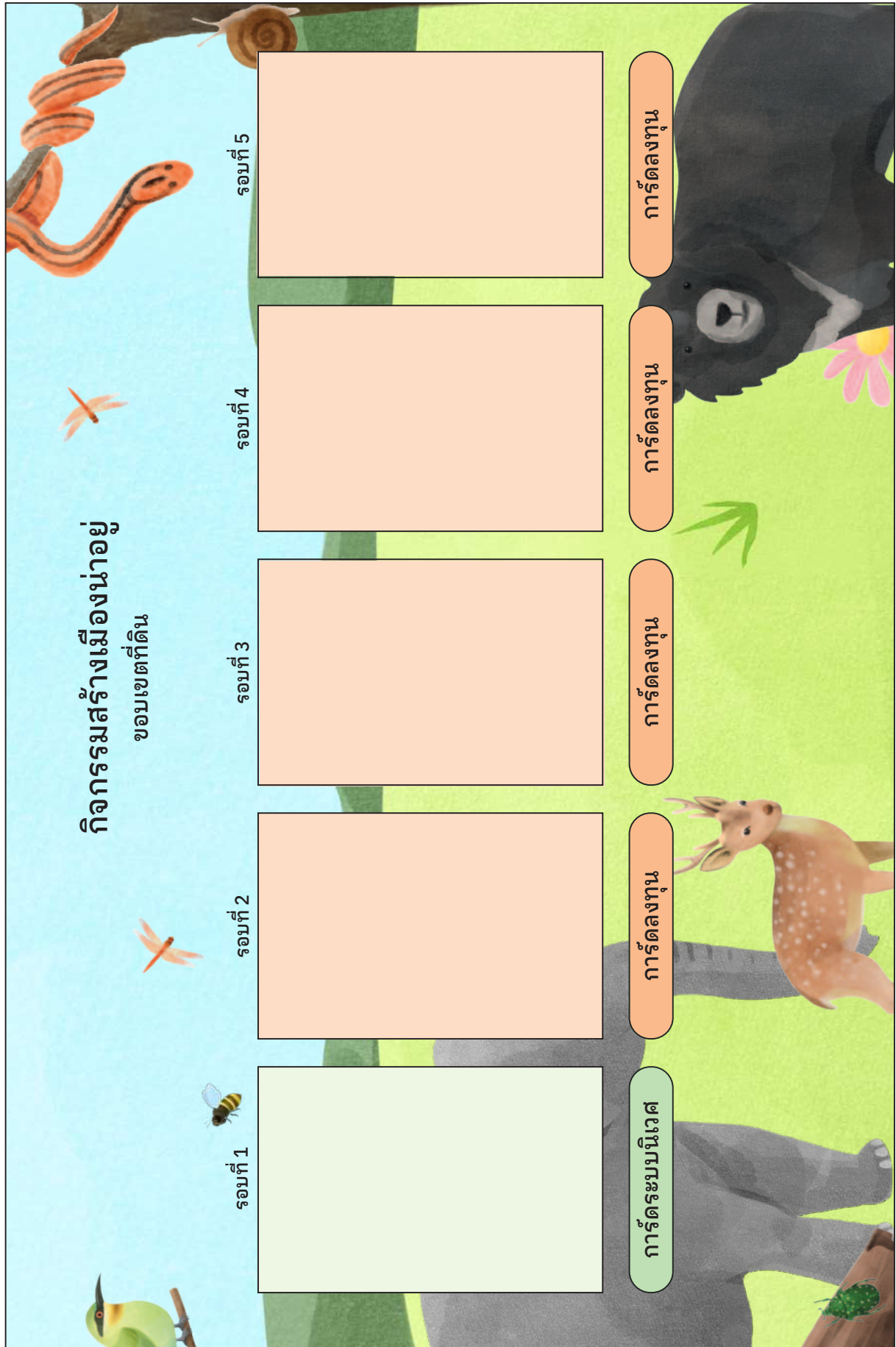
TIPS: (คำแนะนำสำหรับการต่อยอดกิจกรรม การบูรณาการ และอื่น ๆ)

- ① เพื่อให้นักเรียนมีมุมมองหลากหลายมากยิ่งขึ้น คุณครูอาจชวนตั้งสมมติฐานจากกิจกรรม หรือโครงการระดับประเทศ ที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติวงกว้าง เช่น โครงการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกต่าง ๆ กำแพงกันคลื่น การสร้างเขื่อนขนาดใหญ่สำหรับการผลิตไฟฟ้า เส้นทางคมนาคม การขยายตัวของพื้นที่เมือง การทำเหมืองแร่ การพัฒนาพื้นที่ชายหาดและเกาะต่าง ๆ ฯลฯ ว่าจะเกิดผลกระทบอะไรขึ้นบ้างทั้งในระยะสั้นและยาวจากโครงการเหล่านี้
- ② คุณครูชวนนักเรียนวิเคราะห์ว่า ในโลกยุคปัจจุบันหากไม่มีการพัฒนาพื้นที่เป็นอุตสาหกรรมใด ๆ ทั้งสิ้น แล้วสงวนพื้นที่ให้เป็นระบบนิเวศธรรมชาติดั้งเดิมอย่างเดียว จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อระบบเศรษฐกิจได้บ้าง
- ③ คุณครูชวนนักเรียนอภิปรายต่อจากข้อ 2. ว่า “แล้วเราควรทำอย่างไรเพื่อให้เกิดการพัฒนาไปพร้อมๆ กับการอนุรักษ์ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ” ซึ่งในส่วนนี้ คุณครูสามารถเปิดประเด็นแลกเปลี่ยน เพื่อนำไปสู่การให้นักเรียนได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับมาตรการในการทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA), มาตรการในการทำรายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Monitoring Report) , เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) และหลักปฏิบัติการลงทุนที่มีความรับผิดชอบ (Principles for Responsible Investment: PRI)



กิจกรรมสร้างเมืองน่าอยู่

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม



กิจกรรมสร้างเมืองน่าอยู่

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การ์ดระบบนิเวศ



ระบบนิเวศภูเขา

- ราคาซื้อ 1000
- ราคาขาย 200

ภูเขาเป็นต้นกำเนิดความหลากหลายทางชีวภาพ แหล่งต้นน้ำลำธาร ชุมชนชาวเขา วัฒนธรรมเกษตร และอาหาร



ระบบนิเวศป่าบก

- ราคาซื้อ 500
- ราคาขาย 100

ป่าไม้เป็นแหล่งบริการทางนิเวศ หากเสื่อมโทรมจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ เช่น ขาดแหล่งน้ำและอาหาร



ระบบนิเวศทุ่งหญ้า

- ราคาซื้อ 1000
- ราคาขาย 200

ประเทศไทยมีทุ่งหญ้าเขตร้อน เช่น ทุ่งหญ้าบนภูกระดึง จังหวัดเลย ฯลฯ แหล่งอาศัยและหากินสำคัญของสัตว์ป่า



ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

- ราคาซื้อ 1000
- ราคาขาย 200

มีทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำน้ำจืด/ ชายฝั่ง เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ ป้องกันน้ำท่วม และคงสมดุลความหลากหลายทางชีวภาพไว้



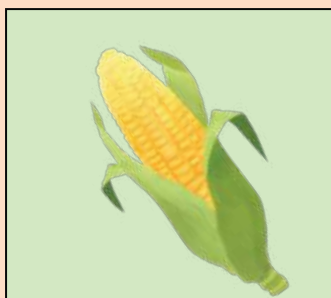
ระบบนิเวศป่าชายเลน

- ราคาซื้อ 500
- ราคาขาย 100

เป็นแนวป้องกันชายฝั่งทะเล กำบังคลื่นและพายุ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำทะเลวัยอ่อน จึงเป็นแหล่งประมงชายฝั่ง

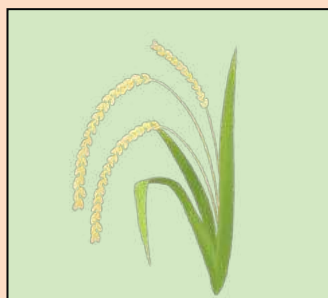


การ์ดลงทุน



ข้าวโพด

- ราคาซื้อ 200
- ราคาขาย 800



นาข้าว

- ราคาซื้อ 500
- ราคาขาย 700



ทุเรียน

- ราคาซื้อ 2000
- ราคาขาย 3000

กิจกรรมสร้างเมืองน่าอยู่

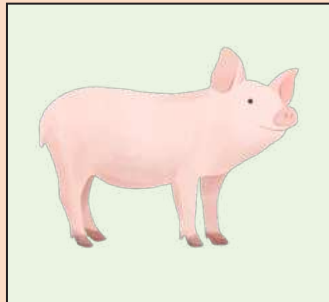
อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม

การ์ดลงทุน



ป๋อู้ง

- ราคาซื้อ 1500
- ราคาขาย 2000



คอกหมู

- ราคาซื้อ 800
- ราคาขาย 1200



อ้อย

- ราคาซื้อ 300
- ราคาขาย 400

การ์ดสถานการณ์



น้ำท่วม

ภาวณ้ำท่วมส่งผลให้อ้อย นาข้าว และผลผลิตเสียหาย 100% ผลผลิตการเกษตรอื่นๆ 50%

การป้องกัน

หากมีระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่จะได้รับผลกระทบ 30% หากมีระบบนิเวศป่าบกในพื้นที่จะได้รับผลกระทบ 20%



ภาวณ้ำแล้ง

ภาวณ้ำแล้งทำให้ผลผลิตทางการเกษตรทุกชนิดลดลง 80%

การป้องกัน

หากมีระบบนิเวศเขาในพื้นที่ จะได้รับผลกระทบเพียง 50% และหากมีพื้นที่ชุ่มน้ำจะไม่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งเลย



ฤดูกาลเห็ด

ผู้ที่รักษาระบบนิเวศป่าบกในพื้นที่จะได้รับรายได้จากรณากลาง ครั้งละ 200



แมลงศัตรูพืชระบาด

แมลงศัตรูพืชระบาดทำให้ผลผลิตข้าวและทุเรียนเสียหาย 100%

การป้องกัน

หากมีระบบนิเวศป่าบกในพื้นที่ นักควบคุมศัตรูพืชในพื้นที่ผลิตข้าวและทุเรียน ลดผลกระทบได้ถึง 80% และหากมีระบบนิเวศทุ่งหญ้าและสัตว์กินแมลงจะช่วยกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ ลดผลกระทบได้ 60%

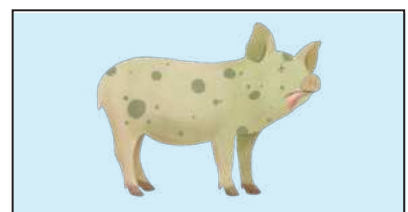


มลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำส่งผลให้การลงทุนพืชเกษตรเสียหาย 70% ปศุสัตว์เสียหาย 90%

การป้องกัน

หากมีระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่ ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยการตกตะกอนและดูดซับสารพิษในแหล่งน้ำ จะลดผลกระทบนี้ 50% และหากมีทั้งระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศป่าชายเลน ลดผลกระทบได้ 80%



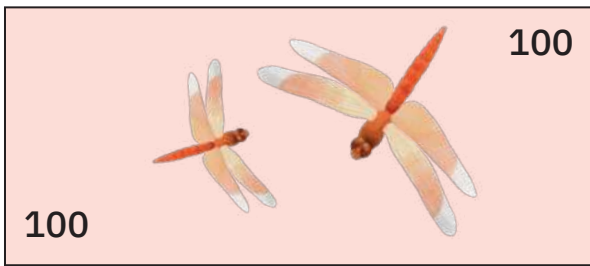
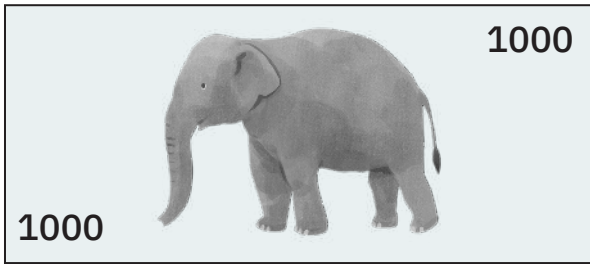
โรคระบาดในสัตว์เศรษฐกิจ

การป้องกัน

หากมีระบบนิเวศป่าบกในพื้นที่ จะช่วยป้องกันต้นเหตุของโรคติดต่อจากสัตว์ป่าสู่สัตว์เศรษฐกิจได้ เช่น ป้องกันโรคไข้สมองอักเสบจากค้างคาวสู่ฟาร์มสุกรและแกะ โดยลดผลกระทบได้ 80% และหากมีระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ จะลดผลกระทบจากโรคติดต่อใช้หวัดนกสู่ฟาร์มไก่และเป็ดไปได้ถึง 70%

กิจกรรมสร้างเมืองน่าอยู่

อุปกรณ์ประกอบกิจกรรม





A series of horizontal lines for writing, spanning the width of the page.



ภาคผนวก

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- **มาตรฐาน ว 1.1** เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- **มาตรฐาน ว 1.2** เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- **มาตรฐาน ว 1.3** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

- **มาตรฐาน ว 3.2** เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมถึงผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

- **มาตรฐาน ว 4.1** เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- **มาตรฐาน ว 4.2** เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม



สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์

- **มาตรฐาน ส 5.1** เข้าใจลักษณะของโลกทางกายภาพ และความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งซึ่งมีผลต่อกันและกันในระบบของธรรมชาติ ใช้แผนที่และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ในการค้นหาวิเคราะห์ สรุปและใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ
- **มาตรฐาน ส 5.2** เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วัฒนธรรมมีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ



สาระที่ 1 การดำรงชีวิตและครอบครัว

- **มาตรฐาน ง.1.1** เข้าใจการทำงาน มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะการจัดการทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน และทักษะการแสวงหาความรู้ มีคุณธรรมและลักษณะนิสัยในการทำงาน มีจิตสำนึกในการใช้พลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม เพื่อการ ดำรงชีวิตและครอบครัว

- Africanews. (2022, June 19). *Climate change is causing an increase in desertification*. <https://www.africanews.com/2022/06/19/climate-change-is-causing-an-increase-desertification/>
- Al-Faisal, A.J., & Mutlak, F.M. (2015). First record of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), from the Shatt Al-Arab River, Southern Iraq. *Mesopotamian Journal of Marine Sciences*, 29(1), 45-50. <https://doi.org/10.58629/mjms.v29i1.139>
- Ashworth, J. (2022, July 14). *Underwater noise pollution is risking the lives of whales and dolphins*. <https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2022/july/underwater-noise-pollution-risking-lives-whales-dolphins.html>
- Bajželj, B., & Richards, K. S. (2014). The positive feedback loop between the impacts of climate change and agricultural expansion and relocation. *Land*, 3(3), 898-916. <https://doi.org/10.3390/land3030898>
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O. U., Swartz, B., Quental, T. B., Marshall, C., McGuire, J. L., Lindsey, E. L., Maguire, K. C., Mersey, B., & Ferrer, E. A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51-57. <https://doi.org/10.1038/nature09678>
- Bickford, D., Howard, S.D., Ng, D.J.J., & Sheridan, J. A. (2010). Impacts of climate change on the amphibians and reptiles of Southeast Asia. *Biodiversity and Conservation*, 19(4), 1043-1062. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9782-4>
- Bradford, M. A. (2013). Thermal adaptation of decomposer communities in warming soils. *Frontiers in Microbiology*, 4, 560. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00560>
- Carleton-Hug, A., & Hug, J. W. (2010). Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs. *Evaluation and Program Planning*, 33(4), 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005>
- Carslaw, K. S., Gordon, H., Hamilton, D. S., Johnson, J. S., Regayre, L. A., Yoshioka, M., & Pringle, K. J. (2017). Aerosols in the pre-industrial atmosphere. *Current Climate Change Reports*, 3, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s40641-017-0061-2>
- Cassella, C. (2020, May 31). *Thousands of Species Are Fleeing to Earth's Poles en Masse, And a Pattern's Emerging*. <https://www.sciencealert.com/as-the-world-gets-hotter-thousands-of-species-are-fleeing-to-earth-s-poles>
- Chandrasekhar, A., Dunne, D., Viglione, G. (2022, April 27). UN land report: Five key takeaways for climate change, food systems and nature loss. <https://www.carbon-brief.org/un-land-report-five-key-takeaways-for-climate-change-food-systems-and-nature-loss/>
- Chen, J., Zhu, H., Huang, Y., Chen, G. C., & Ye, Y. (2022). Potential effects of sea level rise on decomposition and nutrient release of dead fine roots in a *Kandelia obovata* forest. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 268, 107809. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107809>
- Clements, J. C., & Chopin, T. (2017). Ocean acidification and marine aquaculture in North America: Potential impacts and mitigation strategies. *Reviews in Aquaculture*, 9(4), 326-341. <https://doi.org/10.1111/raq.12145>
- Crawford, C. M., Macleod, C. K., & Mitchell, I. M. (2003). Effects of shellfish farming on the benthic environment. *Aquaculture*, 224(1-4), 117-140. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00210-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00210-2)
- Crawford, M., Barry, K. E., Clark, A. T., Farrior, C. E., Hines, J., Ladouceur, E., Lichstein, J. W., Maréchal, I., May, F., Mori, A., Reineking, B., Turnbull, L. A., Wirth, C., & Rüger, N. (2021). The function-dominance correlation drives the direction and strength of biodiversity-ecosystem functioning relationships. *Ecology Letters*, 24(9), 1762-1765. <https://doi.org/10.1111/ele.13776>
- Danovaro, R., Bongiorno, L., Corinaldesi, C., Ginovannelli, D., Damiani, E., Astolfi, P., Greci, L., & Pusceddu, A. (2008). Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections. *Environmental Health Perspectives*, 116(4), 441-447. <https://doi.org/10.1289/ehp.10966>
- De Silva, W., Cao, T., Wen, Z., Zhang, X., & Ni, L. (2019). Potential spreading risk of an invasive snail species (*Pomacea canaliculata*) in freshwater habitats of Asia. *Current Science*, 117(6), 1071-1078. <https://doi.org/10.18520/cs/v117/i6/1071-1078>
- DeLong, D. C. (1996). Defining biodiversity. *Wildlife Society Bulletin*, 24(4), 738-749.
- Deshpande, M. J., Kumar, N., Pillai, D., Krishna, V. V., & Jain, M. (2023). Greenhouse gas emissions from agricultural residue burning have increased by 75 % since 2011 across India. *Science of the Total Environment*, 904, 16694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166944>
- Doney, S. C. (2006, March). The dangers of ocean acidification. *Scientific American*, 294(3), pp. 58-65.
- Dupont, S., Ortega-Martínez, O., & Thorndyke, M. (2010). Impact of near-future ocean acidification on echinoderms. *Ecotoxicology*, 19, 449-462. <https://doi.org/10.1007/s10646-010-0463-6>
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2023, June 22). *Increasing risk of mosquito-borne diseases in EU/EEA following spread of Aedes species*. <https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/increasing-risk-mosquito-borne-diseases-eueea-following-spread-aedes-species#:~:text=Europe%20is%20experiencing%20a%20warming,Aedes%20albopictus%20and%20Aedes%20aegypti>
- Environment Southland Regional Council. (2024). *Biodiversity*. <https://www.es.govt.nz/environment/biosecurity-and-biodiversity/biodiversity>
- EPA. (2023, November 1). *Climate Change Indicators: Permafrost*. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-permafrost#ref7>
- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18(4), 2069-2094. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w>
- Fitriana, R., Siregar, H., & Anggraeni, L. (2022). The Impact of El Nino and La Nina Towards The Prices of Cabbage and Shallot in Indonesia. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 19(2), 195-204. <https://doi.org/10.17358/jma.19.2.195>
- Frost, R. (2023, September 14). *'The patient is sick': Human activity is putting Earth's life support systems at risk*. <https://www.euronews.com/green/2023/09/14/the-patient-is-sick-human-activity-is-putting-earths-life-support-systems-at-risk>
- Gagnon, J.-S. (2022). *Significance of a one-degree Celsius increase in global temperature*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.04920>
- Garilli, V., Rodolfo-Metalpa, R., Scuderi, D., Brusca L., Parrinello D., Rastrick S. P. S., Foggia A., Twitchett R. J., Hall-Spencer J. M., & Milazzo M. (2015). Physiological advantages of dwarfing in surviving extinctions in high-CO2 oceans. *Nature Climate Change*, 5, 678-682. <https://doi.org/10.1038/nclimate2616>
- Gerlach, K., Schmithausen, A. J., Sommer, A. C. H., Trimborn, M., Büscher, W., & Südekum, K. H. (2018). Cattle Diets Strongly Affect Nitrous Oxide in the Rumen. *Sustainability*, 10(10), 3679. <https://doi.org/10.3390/su10103679>
- Gleeson, T., Wang-Erlandsson, L., Zipper, S. C., Porkka, M., Jaramillo, F., Gerten, D., & Famiglietti, J. S. (2020). The water planetary boundary: Interrogation and revision. *One Earth*, 2(3), 223-234. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.009>
- Guest Author. (2023, August 29). *Longer El Niño and La Niña events could become more common: ANU*. <https://www.beefcentral.com/weather/longer-el-nino-and-la-nina-events-could-become-more-common/>
- Hák, T., Janoušková, S. & Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecological Indicators*, 60, 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>
- Hall, D. (2022, September). *The Truth About Corals and Sunscreen*. <https://ocean.si.edu/ecosystems/coral-reefs/truth-about-corals-and-sunscreen>
- Hastings, R. A., Rutterford, L. A., Freer, J. J., Collins, R. A., Simpson, S. D., & Genner, M. J. (2020). Climate change drives poleward increases and equatorward declines in marine species. *Current Biology*, 30(8), 1572-1577. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.02.043>
- Homero, P., Myles, R. A., Allen, H., Karsten, H., Lena, I. F., & Simon, D. (2018). Global implications of 1.5 °C and 2 °C warmer worlds on extreme river flows. *Environmental Research Letters*, 13, 094003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AAD985>
- Hong, S., Choi, Y., Kim, T., Lee, G. S., Hur, D. S., & Kwon, S. (2019). The enhanced mitigation of coastal erosion using the artificial coral reefs. In Lee, J.L.; Yoon, J.-S.; Cho, W.C.; Muin, M., & Lee, J. (eds.), *The 3rd International Water Safety Symposium*. Journal of Coastal Research Special Issue No. 91 (pp. 11-15). Coconut Creek (Florida). <https://doi.org/10.2112/SI91-003.1>
- Hoover, J. J., Murphy, C. E., & Killgore J. (2014). Ecological Impacts of Suckermouth Catfishes (Loricariidae) in North America: A Conceptual Model. *Aquatic Nuisance Species Research Program Bulletin*, 14(1), 1-20.
- Hoskins, T. (2014, October 1). *Cotton production linked to images of the dried up Aral Sea basin*. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/2014/oct/01/cotton-production-linked-to-images-of-the-dried-up-aral-sea-basin?fbclid=IwAR3KArMBaxi8MIQXd5ipdJMp3qGs6O2YRvU7IH9DN60CGqST-Vtr6U-wU>
- Iberdrola. (2024). *What is permafrost Melting permafrost: why is it a serious threat to the planet?*. <https://www.iberdrola.com/sustainability/what-is-permafrost#:~:text=In%20August%202016%2C%20in%20the,a%20reindeer%20carcass%20was%20lying>

- Invasive Species Centre. (n.d.). *Invasive species in a changing climate*. <https://www.invasivespeciescentre.ca/invasive-species/what-is-at-risk/climate-change/>
- IPBES. (2019). *IPBES global assessment report on biodiversity and ecosystem services Chapter 2.2 Status and Trends – Nature*. [https://www.ipbes.net/system/files/2021-06/2020%20IPBES%20GLOBAL%20REPORT%20\(CHAPTER%202.2\)_V3_SIN-GLE_0.pdf](https://www.ipbes.net/system/files/2021-06/2020%20IPBES%20GLOBAL%20REPORT%20(CHAPTER%202.2)_V3_SIN-GLE_0.pdf)
- Itô, F., Bernard, E., & Torres, R. A. (2016). What is for Dinner? First Report of Human Blood in the Diet of the Hairy-Legged Vampire Bat *Diphylla ecaudata*. *Acta Chiropterologica*, 18(2), 509–515. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2016.18.2.017>
- Jagranjosh. (2017, December 4). *What are the differences between El Nino and La Nina?* <https://www.jagranjosh.com/general-knowledge/what-are-the-differences-between-el-nino-and-la-nina-1511951289-1>
- Jean-Sébastien, G. (2022). Significance of a 1 °C increase in global temperature. *European Journal of Physics*, 43, 065101. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac812a>
- Jensen, M. P., Allen, C. D., Eguchi, T., Bell, I. P., LaCasella, E. L., Hilton, W. A., Hof, C. A. M., & Dutton, P. H. (2018). Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. *Current Biology*, 28(1), 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.11.057>
- Jepson, P. (2019). Recoverable Earth: A twenty-first century environmental narrative. *Ambio*, 48, 123–130. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1065-4>
- Jiang, L., Feely, R. A., Carter, B. R., Greeley, D. J., Gledhill, D. K., & Arzayus, K. M. (2015). Climatological distribution of aragonite saturation state in the global oceans. *Global Biogeochemical Cycles*, 29(10), 1656–1673. <https://doi.org/10.1002/2015GB005198>
- Karp, D., Mendenhall, C., Sandi, R., Chaumont, N., Ehrlich, P., Hadly, E., & Daily, G. (2013). Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*, 16(11), 1339–1347. <https://doi.org/10.1111/ele.12173>
- Kassie, D., Bourgarel, M., & Roger, F. L. (2015, July). *Climate Change and Ebola Outbreaks: Are they connected?* [Poster presentation]. Our Common Future Under Climate Change International Scientific Conference, Paris, France.
- Keesing, F., & Ostfeld, R. (2021). Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(17) e2023540118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023540118>
- Khaiyum, M.Z.; Sarker, S., & Kabir, G. (2023). Evaluation of Carbon Emission Factors in the Cement Industry: An Emerging Economy Context. *Sustainability*, 15(21), 15407. <https://doi.org/10.3390/su152115407>
- Kim, J., Sovacool, B. K., Bazilian, M., Griffiths, S., Lee, J., Yang, M., & Lee, J. (2022). Decarbonizing the iron and steel industry: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options. *Energy Research & Social Science*, 89, 102565. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102565>
- Kinsman, R., Sauer, F. D., Jackson, H. A., & Wolynetz, M. S. (1995). Methane and carbon dioxide emissions from dairy cows in full lactation monitored over a six-month period. *Journal of Dairy Science*, 78(12), 2760–2766. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76907-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76907-7)
- Kitanovska, S., & Zenger News. (2022, August 05). *Climate Change Making Birds Less Colorful, Scientists Say*. <https://www.newsweek.com/climate-change-making-birds-less-colorful-scientists-say-1731396>
- Klok, C., & Plum, N. . (2008). Does *Lumbricus rubellus* (Lumbricidae) adapt to flooding in wetlands by early maturation? Support from field data. *Peckiana*, 5, 41–51.
- Kumar, V., Ranjan, D., & Verma, K. . (2021). Global climate change: The loop between cause and impact. In S. Singh, P. Singh, S. Rangabhashiyam, & K. K. Srivastava (Eds), *Global Climate Change* (pp. 187–211). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00002-2>
- Kuo, L., Jie, P., Wei, X., & Tariq, A. (2022). The impact of 1.5 °C and 2.0 °C global warming on global maize production and trade. *Scientific Reports*, 12, 17268 . <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22228-7>
- Lawie, M. (2023). *Analyzing the Impact of CO2 Emissions from the Largest Artificial Intelligence Systems and its Consequences for Global Warming*. Preprints. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24138.95680>
- Liskova, E. A., Egorova, I. Y., Selyaninov, Y. O., Razheva, I. V., Gladkova, N. A., Toropova, N. N., Zakharova, O. I., Burova, O. A., Surkova, G. V., Malkhazova, S. M., Korennoy, F. I., Iashin, I. V., & Blokhin, A. A. (2021). Reindeer Anthrax in the Russian Arctic, 2016: Climatic Determinants of the Outbreak and Vaccination Effectiveness. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 668420. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668420>
- Lloyd, J. E., Wing, S. R., & Hongtrakul, T. (1989). Ecology, flashes, and behavior of congregating Thai fireflies. *Biotropica*, 21(4), 373–376. <https://doi.org/10.2307/2388290>
- Lopezosa, P., Berdugo, M., Morales-Márquez, J. A., Pastor, E., Delgado-Baquerizo, M., Bonet, A., Wang, J.-T., Singh, B. K., & Soliveres, S. (2023). On the relative importance of resource availability and habitat connectivity as drivers of soil biodiversity in Mediterranean ecosystems. *Journal of Ecology*, 111(7), 1455–1467. doi: 10.1111/1365-2745.14106
- Lovejoy, T. E. (1980). Global-Scale Environmental Impacts. In G. O. Barney (Ed.), *The Global 2000 Report to the President: The Technical Report*, vol. 2 (pp. 327–332). Penguin, New York.
- Lüliu, L., Hongmei, X., Yong, W., & Tong, J. (2017). Impacts of 1.5 and 2 °C global warming on water availability and extreme hydrological events in Yiluo and Beijing River catchments in China. *Climatic Change*, 145, 145–158. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2072-3>
- Lynas, M. (2007, April 23). *Six steps to hell*. <https://www.theguardian.com/books/2007/apr/23/scienceandnature.climatechange>
- Mahadiq, G. A., Hernandez-Sanchez, J. F., Arunachalam, S., Gallo Jr, A., Cheng, L., Farinha, A. S., Thoroddsen, S. T., Mishra, H., & Duarte, C. M. (2020). Superhydrophobicity and size reduction enabled Halobates (Insecta: Heteroptera, Gerridae) to colonize the open ocean. *Scientific Reports*, 10, 7785. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64563-7>
- Maiti, R. (2004, January 5). *Fast Fashion and Its Environmental Impact*. <https://earth.org/fast-fashions-detrimental-effect-on-the-environment/>
- McClure, H. E. (1969). *Migratory animal pathological survey*. (Accession Number: AD0732508) <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0732508>
- McConkey, K. R., Prasad, S., Corlett, R. T., Campos-Arceiz, A., Brodie, J. F., Rogers, H., & Santamaria, L. (2012). Seed dispersal in changing landscapes. *Biological Conservation*, 146(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.09.018>
- Melymuk, L., Carter, L., Ng, C. A., Liu, Q., Vijver, M. G., Fantke, P., & Baun, A. (2022). Knowns and unknowns of novel entities. *One Earth*, 5(10), 1067–1069. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.08.017>
- Michael, C., Barry, K. E., Clark, A. T., Farrior, C. E., Hines, J., Ladouceur, E., Lichstein, J. W., Maréchaux, I., May, F., Mori, A. S., Reineking, B., Turnbull, L. A., Wirth, C., & Rüger, N. (2021). The function-dominance correlation drives the direction and strength of biodiversity-ecosystem functioning relationships. *Ecology Letters*, 24(9), 1762–1775. <https://doi.org/10.1111/ele.13776>
- Miranda, N., Lizana, J., Sparrow, S., Zachau-Walker, M., Wallom, D., & Kholsa, R. (2023). *From 1.5°C to 2.0°C: the global increase in cooling degree days*. Preprints. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2401990/v1>
- Mitra, A. (2020). Mangroves: A Potential Vegetation Against Sea Level Rise. In A. Mitra (Ed). *Mangrove Forests in India* (pp. 157–187). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20595-9_6
- Morgan, K. M., & Kench, P. S. (2016). Parrotfish erosion underpins reef growth, sand talus development and island building in the Maldives. *Sedimentary Geology*, 341, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.05.011>
- Mundo.es, E. (2022, February 28). *IPCC: Crop losses from drought and extreme heat have tripled in Europe in the last 50 years*. <https://grupochamartin.com/en/noticias/ipcc-las-perdidas-de-cosechas-por-la-sequia-y-el-calor-extremo-se-han-triplicado-en-europa-en-los-ultimos-50-anos/>
- Murdiyarto M., Kolka R., & Kauffman B. (2015). *Mangrove and sea-level rise (Powerpoint presentation)*. <https://www2.cifor.org/swamp-toolbox>
- NASA Climate Kids. (2023, June 26). *What Is Permafrost?*. <https://climatekids.nasa.gov/permafrost/>
- NASA Earth Observatory. (2014, September 26). *The Aral Sea Loses Its Eastern Lobe*. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/84437/the-aral-sea-loses-its-eastern-lobe#:~:text=Summer%202014%20marked%20another%20milestone,Aral%20Sea%20has%20completely%20dried.>
- National Wildlife Federation. (n.d.). *Wildlife is important to the heritage, culture, and heart of America, and we want to preserve it as a legacy for our children*. <https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Understanding-Conservation/Ecosystem-Services>
- NOAA. (n.d.). *Climate Feedback Loops and Tipping Points*. <https://scied.ucar.edu/learning-zone/earth-system/climate-system/feedback-loops-tipping-points>
- North American Association for Environmental Education (NAAEE). (n.d.). *About Environmental Education (EE)*. [https://naaee.org/about/ee#:~:text=Environmental%20education%20\(EE\)%20is%20a,It%20informs%20and%20inspires.](https://naaee.org/about/ee#:~:text=Environmental%20education%20(EE)%20is%20a,It%20informs%20and%20inspires.)
- Obradovich, N., & Rahwan, I. (2019). Risk of a feedback loop between climatic warming and human mobility. *Journal of the Royal Society Interface*, 16(158), 20190058. <https://doi.org/10.1098/rsif.2019.0058>
- Oguw, C.E., Obiwulu, E. N. O., Umezwinwa, O. J., Ameh, S. E., Ugwu, C. V., & Sheshi, I. M. (2021). Ecosystem and Ecological Services; Need for Biodiversity Conservation-A Critical Review. *Asian Journal of Biology*, 11(4), 1–14. <https://doi.org/10.9734/ajob/2021/v11i430146>
- Paula, L., Berdugo, M., Morales-Márquez, J., Pastor, E., Delgado-Baquerizo, M., Bonet, A., Wang, J., Singh, B. K., & Soliveres, S. (2023). On the relative importance of resource availability and habitat connectivity as drivers of soil biodiversity in Mediterranean ecosystems. *Journal of Ecology*, 111(7), 1455–1467. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14106>

- Pearce, R. (2023, Jan 3). Explainer: *What Are Ecosystem Services?*. <https://earth.org/what-are-ecosystem-services/#:-:text=Ecosystem%20services%20are%20defined%20as,regulating%2C%20cultural%20and%20supporting%20services>
- Piecuch, C. G. (2020). Likely weakening of the Florida Current during the past century revealed by sea-level observations. *Nature Communications*, 11(1), 3973. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17761-w>
- PPTV Online. (2021, June 6). *วิกฤต ปะการังฟอกขาว ระบบนิเวศทางทะเลใกล้ล่มสลาย*. <https://www.pptvhd36.com/news/สังคม/148928>
- Pensoft Publishers. (2019). *Invasive parrots have varying impacts on European biodiversity, citizens and economy*. <https://phys.org/news/2019-07-invasive-parrots-varying-impacts-european.html>
- Rance, L. (2023, February 6). *What Does Glacial Melting Tell Us About Our Changing Planet?* <https://earth.org/glacial-melting/>
- Rani, N., & Sangwan, S. (2022). Advantages of ecosystem services to human beings. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 41(17), 19–24. <https://doi.org/10.9734/cjast/2022/v41i1731730>
- Rice, S. (2022). *What are Biodiversity and Ecosystem diversity? The Ultimate Guide*. <https://diversity.social/biodiversity/>
- Richard A. Betts, R. A., Jones, C. D., Knight, J. R., Pope, J. O., & Sandford, C. (2024, January 18). *Atmospheric CO2 rise predicted to exceed IPCC 1.5°C scenarios*. <https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/forecasts/co2-forecast>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummer, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Weber, L., & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances* 9 (37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.01.005>
- Sahu, R. K., Choudhury, G., Vissa, N. K., Tyagi, B., & Nayak, S. . (2022). The Impact of El-Niño and La-Niña on the Pre-Monsoon Convective Systems over Eastern India. *Atmosphere*, 13(8), 1261. <https://doi.org/10.3390/atmos13081261>
- Schmidt-Nielsen, K. (1997). *Animal physiology: Adaptation and environment*. Cambridge University Press.
- Selah Hennessy, Nittaya Maphungphong. (2011, June 8). *การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่รุนแรงขึ้นทำให้ภัยพิบัติทางธรรมชาติเพิ่มขึ้น*. <https://www.voathai.com/a/climate-change-and-global-security-the-risks-voathai-nm-8jun11-123511249/924748.html>
- Silets, A. (2017, February 1). *Report: Outdoor Cats Are Killing Billions of Birds*. <https://news.wttw.com/2017/02/01/report-outdoor-cats-are-killing-billions-birds>
- Singh, S. (2023, September 23). *The Sixth Mass Extinction: Causes, Effects, and Possible Solutions*. https://thinkwildlifeoundation.com/the-sixth-mass-extinction-causes-effects-and-possible-solutions/#google_vignette
- Solmon, F., Chuang, P. Y., Meskhidze, N., & Chen, Y. . (2009). Acidic processing of mineral dust iron by anthropogenic compounds over the north Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114(D2), D02305. <https://doi.org/10.1029/2008JD010417>
- Springnews. (2024, April 18). *ทะเลเดือด ทำเกิดปรากฏการณ์ “หญ้าแห้ง” พะนังในพื้นที่ริมชายหาด*. https://www.springnews.co.th/keep-the-world/climate-change/849577#google_vignette
- Srinivas, H. (n.d.). *Defining Environmental Education*. <https://www.gdrc.org/uem/ee/1-1.html>
- Stapp, W. (1969). The concept of environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 1, 30–31. <https://doi.org/10.1080/00139254.1969.10801479>
- Stirling, I., & Derocher, A. E. (2012). Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. *Global Change Biology*, 18(9), 2694–2706. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02753.x>
- Sumanta Pramanick. (2023). *Alexandrine Parakeet at Saltlake Kolkata, West Bengal, INDIA*. <https://www.flickr.com/photos/photosumanta/>
- Thai climate justice for all. (2021, January 18). *หากโลกร้อนขึ้น 1-6 องศาเซลเซียส*. <https://www.thaiclimatejusticeforall.com/archives/940>
- Thai PBS. (2015, June 21). *แก้ปัญหาชาวมาตุพรบุรีเร่งน้ำท่า*. <https://www.thaipbs.or.th/news/content/%202900>
- Thai PBS. (2024, March 1). *โลกร้อนทำพิษ ไทยเผชิญวิกฤต “ภัยแล้ง” จวกร้างนานกว่า 10 ปี*. <https://www.thaipbs.or.th/news/content/337542>
- Trogadas, P., Parrondo, J., & Ramani, V. (2008). Degradation mitigation in polymer electrolyte membranes using cerium oxide as a regenerative free-radical scavenger. *Electrochemical and Solid-State Letters*, 11(7), B113. <http://dx.doi.org/10.1149/1.2916443>
- Tongnunui, S., Sooksawat, T., Chotwiwatthanakun, C., Supiwong, W., Wattanakorn-siri, A., & Beamish, F.W.H. (2023). Seasonal Changes in Upper Thermal Tolerances of Freshwater Thai Fishes. *Water*, 15(2), 350. <https://doi.org/10.3390/w15020350>
- Tsirogiannis, E., & Angelidis, P. (2023). The Impact of Climate Change on the Stratification of Coastal Areas of the Euboean Gulf and the Diffusion of Urban Wastewater in Them. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering*, 12(3), 1–26. <https://doi.org/10.4236/cweee.2023.123001>
- UN Climate Change News. (2018, October 1). *Wetlands Disappearing Three Times Faster than Forests*. <https://unfccc.int/news/wetlands-disappearing-three-times-faster-than-forests>
- University of Exeter. (2022, September 21). *Fertilizers cause more than 2% of global emissions*. https://phys.org/news/2022-09-fertilizers-global-emissions.html#google_vignette
- Utair Pummarnin. (2017). *ปลาอุกา (Oreochromis niloticus)*. <https://www.inaturalist.org/observations/51209958>
- Vaz, S., Manes, S., Gama-Maia, D., Silveira, L., Mattos, G., Paiva, P., & Lorini, M. L. (2021). Light pollution is the fastest growing potential threat to firefly conservation in the Atlantic Forest hotspot. *Insect Conservation and Diversity*, 14(2), 211–224. <https://doi.org/10.1111/icad.12481>
- Vecchi, G. A., & Soden, B. J. (2007). Global warming and the weakening of the tropical circulation. *Journal of Climate*, 20(17), 4316–4340. <https://doi.org/10.1175/JCLI4258.1>
- Wang, J., Guan, Y., Wu, L., Guan, X., Cai, W., Huang, J., Dong, W., & Zhang, B. (2021). Changing lengths of the four seasons by global warming. *Research Letter*, 48(6), e2020GL091753. <https://doi.org/10.1029/2020GL091753>
- Wajarin Phacharoen. (2023). *ปลาฉลามหัวค้อน (ปลา Pterygoplichthys)*. <https://www.inaturalist.org/observations/194486521>
- Welch, C. (2018, January 9). 99% of These Sea Turtles Are Turning Female—Here's Why. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/australia-green-sea-turtles-turning-female-climate-change-raine-island-sex-temperature>
- Wester, P., Chaudhary, S., Maharjan, A., Steiner, J. F., Chettri, N., Chettri, R., Jackson, M., Nepal, S., & Wang, X. (2023). Water, ice, society, and ecosystems in the Hindu Kush Himalaya: An introduction. In ICIMOD (Eds.), *Water, ice, society, and ecosystems in the Hindu Kush Himalaya*. (pp. 1–15). ICIMOD. <https://doi.org/10.53055/ICIMOD.1029>
- WWF. (2016). *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. Gland, Switzerland: WWF International.
- Yazdi, S. K., & Shakouri, B. (2010). The Effects of Climate Change on Aquaculture. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1(5), 378–382. <http://dx.doi.org/10.7763/IJESD.2010.V1.73>
- Zalakevicius, M. (2000). Global climate change, bird migration and bird strike problems. In J. van Nugteren, *International Bird Strike Committee : Proceedings of the 25th Conference of the International Bird Strike Committee*, (pp.509-525). Amsterdam, Netherlands.
- Zhang, R., Sun, S., Chen, Z., Yang, H., & Wu, L. (2023). Rapid 21st century weakening of the Agulhas current in a warming climate. *Geophysical Research Letters*, 50(4), e2022GL102070. <https://doi.org/10.1029/2022GL102070>
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556, 7 กรกฎาคม). *ปะการัง-ปัจจัยเสี่ยงแวดล้อมในแนวปะการัง*. https://km.dmcr.go.th/c_3/d_916
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2561, 12 มิถุนายน). *เต่ามะเฟือง (Leatherback Turtle)*. https://www.dmcr.go.th/detailAll/23827%20nws/188#:-:text=%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%9F%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%87&rlz=1C1CHBF_thTH864TH864&-sourceid=chrome&ie=UTF-8
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2564, 1 กรกฎาคม). *พบปะการังโคมะนาวาตายจากการฟอกขาว*. เข้าถึงได้จาก กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: <https://www.dmcr.go.th/detailAll/51403/nws/22>
- กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม. (2563). *คู่มือกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)*. http://164.115.46.29/media/details?media_group_code=10&media_type_id=7&media_id=2614
- คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กพฐ.). (2566). *คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กพฐ.) ปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2566*. <https://www.ptnpe.go.th/ednews/7191/>
- ฐานเศรษฐกิจ. (2567, 20 เมษายน). *‘เต่ามะเฟือง’ สัตว์เสี่ยงสูญพันธุ์ ระวังภัยจากขยะพลาสติก*. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thansettakij.com/climatecenter/environment/598727>

รภัทร ศิลาเลิศรักษา. (2558, มีนาคม-เมษายน). *ความหลากหลายทางชีวภาพและตัวชี้วัดในการประเมินความยั่งยืนตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์* [เอกสารนำเสนอในที่ประชุม]. การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11. ปทุมธานี, ประเทศไทย.

ปิยธรรมา ปานยงค์. (30 เมษายน 2564). *ภาวะโลกร้อนจะเข้าเต็มความยากจนและความเหลื่อมล้ำ*. <https://www.thaiclimatejusticeforall.com/archives/2020>

ภัทรารักษ์ ล้อปรภาณต์สิทธิ์. (2566, 7 มิถุนายน). *ปลาตก กับเรื่องที่เราควรรู้*. <https://www.seub.or.th/blogging/knowledge/2023-155/>

ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2019). *Bird Exhibition 2019: นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร*. <https://zmku.sci.ku.ac.th/bird.html>

มาร์ก พอยน์ทิง, และเจสมี สโตลลาร์ด. (2567, 25 เมษายน). *เอลนีโญ-ลานีญา คืออะไร และส่งผลต่อสภาพอากาศอย่างไร?* <https://www.bbc.com/thai/articles/cp9gj9xvkrzo>

มูลนิธิไทยรักษ์ป่า. (2565, 28 ตุลาคม). *ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรชีวภาพหลากหลายมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก*. <https://www.facebook.com/100064404023906/posts/2071324626409115>

เบริรา เทชนันต์. (2565, 24 มิถุนายน). *ความลับพันธุ์ระหว่าง พืช สวน และโลก*. <https://readthecloud.co/flora-benchakitti-park/>

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (2021). *ปรากฏการณ์ ENSO (เอลนีโญและลานีญา)*. <https://www.thaiglob.org/articles/612daaa53264682dd1585a26>

ศิริพร ศรีอร่าม (2567). *ภาพที่ 6 แนวปะการังฟอกขาว*. การติดต่อส่วนตัว

สตีลตี พินวิลา, จรัญ ประจินาภา, และวิชัย ปทุมชาติพัฒน์. (2562). ลักษณะเชิงปริมาณของพืชถิ่นเดียวและสถานการณ์ของชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นรุกรานในป่าชุมชนบ้านศรีสรรเพชญ์ อำเภออุ้มถ้อง จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(2), 272-287.

สันติ ภัยหลบลี้ (2564, 21 กุมภาพันธ์). *ชั้นน้ำและการเคลื่อนที่ของมวลน้ำในมหาสมุทร*. <https://www.mitrearth.org/10-2-ocean-layer-and-current/>

สุทธาสินี จิตกรรณไทย เขียวจักรพงษ์. (2567, 30 เมษายน). *"สนับสนุน" สุนัขพันธุ์จากโลก เหตุเพราะชุด "คลองรังสิต" กับพื้นที่กว่า 1 ล้านไร่*. https://www.silpa-mag.com/history/article_131792

สุธิดา มณีเอกกุล. (น.ป.ป.). *การบริการของนิเวศ (Ecosystem services)*. [https://agri.stou.ac.th/UploadedFile/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%A8%E0%20\(Ecosystem%20services\).pdf](https://agri.stou.ac.th/UploadedFile/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%A8%E0%20(Ecosystem%20services).pdf)

อังคณา พุ่มพวง, สรวิศ สุกเวชัย, และอนุเผ้า อมแพทย. (2563, กรกฎาคม). *การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของประเทศไทยในรอบ 10 ปี [เอกสารนำเสนอในที่ประชุม]*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25. จังหวัดชลบุรี, ประเทศไทย.



รายชื่อคณะทำงานขับเคลื่อนโครงการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา Climate Change Education: Biodiversity

กรรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

- นายพัชรุณ สัยยะสิทธิ์พานิช
- นายปวิศ เกศวงษ์
- นางสาวระเนียบ ภูผา
- นางสาวนุชนารถ ไกรสุวรรณาส
- นายสรารุณ ขาวพุฒ
- นางวรรณางค์ พรรณาไพโร
- นายพิทักษ์พงษ์ หอมบาน

องค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย

- นางสาววารุภรณ์ รักษาพราหมณ์

คณะกรรมการที่ปรึกษาเยาวชน องค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย

- นายอนุวัฒน์ เหมะหมัด
- นางสาวณัฐธิดา พิเศษฐพันธ์
- นายธรรพัชร นามิผล

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

- นางสาวแก้ววิภา จิตธรรมมา
- นางกิตติมา ดั่งงเค
- นางสาวดารารัตน์ สงลา

กรมป่าไม้

- นางสาววิธนา สมพิรวงศ์
- นางสาวชลิตา คำสกุล

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- นางสาวพัชรพร นาคะกุลพัฒนา
- นางสาวดาสิดา เส้นทอง
- นางสาวณัฐวิชัย ชัยสนิก
- นางสาวสาวิตรี บุญญลักษณ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 1

- นางสาววารุภรณ์ เป็นแจ้ง
- นายชัยศักดิ์ ตั้งนิตพิฐจักร

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

- นางสาวธนิตน์ ธนวัฒน์
- นางสาวพวงผกา ขาวกระโทก

มูลนิธิสืบนาคะเสถียร

- ดร.ชวลิต วิกยานนท์

มูลนิธิรักษ์ตัวป่า

- นางสาวแนนซี่ กืบสัน
- นางสาวศุภสิริ นุตตามระ

มูลนิธิสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (ประเทศไทย)

- ดร.พงษ์ศักดิ์ พลเสนา

มูลนิธิไทยรักษ์ป่า

- นางสาวมานนิจ พากยาชีวะ

สมาคมเครือข่ายสภาองค์กรชุมชนลุ่มน้ำโขง 7 จังหวัดภาคอีสาน

- นางอ้อมบุญ ทัพย์สุนา

สมาคมสัตววิทยาแห่งลอนดอน (ZSL) ประเทศไทย

- นางสาวจิราภา เจริญผาติ

บริษัท บลู เรนของส์ จำกัด (30x30 Thailand Coalition)

- นางสาวศิริพร ศรีธรรมา

บริษัท เซลล์อีท เอ็นเทอร์เทนเมนท์ จำกัด

- นายคณิน แก้วอินทร์

ห้องเรียนสุดขอบฟ้า

- ดร.จารุภา พานิชภักดิ์
- นายพิทพ พานิชภักดิ์

กลุ่มเนเจอร์ เฟลิม

- นายอุเทน ภูมิรินทร์
- นางสาวยุตินธร วัชรยานนท์
- นายกรรพล สังข์งาม

กระบวนการอิสระ

- นางสาวพิชญา กองจำปา

เครือข่ายเยาวชนเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ ประจำภูมิภาค เอเชีย

- นายกิตติคุณ ศักดิ์สูง

เครือข่ายเยาวชนเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ ประจำประเทศไทย

- นางสาวจิตธนา เก่งการนา
- นายสิปปกัย เกตุจินดา
- นายปฐุต ไตยง

สภาเด็กและเยาวชนแห่งประเทศไทย

- นายอิสรพันธ์ ดอเลาะ



รายชื่อผู้ร่วมพัฒนาและให้การสนับสนุนการขับเคลื่อนโครงการพัฒนาคู่มือการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมศึกษา Climate Change Education: Biodiversity

กรรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

- ดร.อัศมน ลิ้มสกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

- นายสันติภาพ ศิริวัฒน์ไพฑูรย์

ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

- ดร. ภควิทย์ ทวีปวรเดช
- นายปกรณ คุมขำ

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

- นางสาวณัฐธิดา เขียวบ้านยาง
- นายพัชรวิฐ สมพงษ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 ระยอง

นางสาวกัญจน์ณิชา ผสมทรัพย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบุรีรัมย์

- นางสาวพัชรพร สาสิริรัมย์
- นางสาวสมนึก นกรวงศ์

โรงเรียนคันคาพิทยาคม

- นางสาวนิรมล รอดไฟ

โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ

- นางสุพิชญ์นันท์ พวงประทีน

โรงเรียนห้วยน้ำหอมวิทยาการ

- นางสาวพัชรินทร์ พูลสวัสดิ์

วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

- นางสาวดาวเรือง แสงคำ

โรงเรียนกบินทร์วิทยา

- นางสาววิพร รุณจักร

โรงเรียนธัญรัตน์

- นายผดุงศักดิ์ ระภาสุสิทธิ์

โรงเรียนอนุบาลวัดป่าเลไลยก์

- นางสาวปาริชาติ พวงพยอม

มูลนิธิโลกสีเขียว

- นายสมนึก ชันประสิทธิ์

มูลนิธิไทยรักษ์ป่า

- นางสาวจุฑามณี แก่นมงคลมาศ

สมาคมสัตววิทยาแห่งลอนดอน (ZSL) ประเทศไทย

- นางสาวศรวิทย์ นามสุกข์

School of Arborist

- นายนิติ ธรรมจิตต์
- นางสาวกรกัญญา วงศ์นายไทย

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

- นายณัฐพงษ์ ไส้กิตตา

เครือข่ายเยาวชนเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพประจำประเทศไทย

- นางสาวสุชาดา ไชยะวิสุทธิ
- นายภูมิต งามเผือก
- นางสาวพิทยากรณ์ พุทธิสินธุ์
- นางสาวนาลดา ตระจงจิตต์
- นายกันต์พจน์ วัฒนชลสิทธิ์
- นายชิตะ จิรานุรัตน์
- นายอุกฤษฏ์ พุ่มนวล



วิดีโอคู่มือการใช้งานหนังสือคู่มือสิ่งแวดล้อมศึกษา



สแกน QR Code





unicef 
for every child



จัดทำโดย

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อมศึกษา กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เลขที่ 49 ถนนพระรามที่ 6 ซอย 30 แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 022985628 โทรสาร 0 2298 5629

สนับสนุนโดย

องค์การยูนิเซฟ ประเทศไทย

19 ถนน พระอาทิตย์ แขวงชนะสงคราม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

โทรศัพท์ 023569499 โทรสาร 022803563

