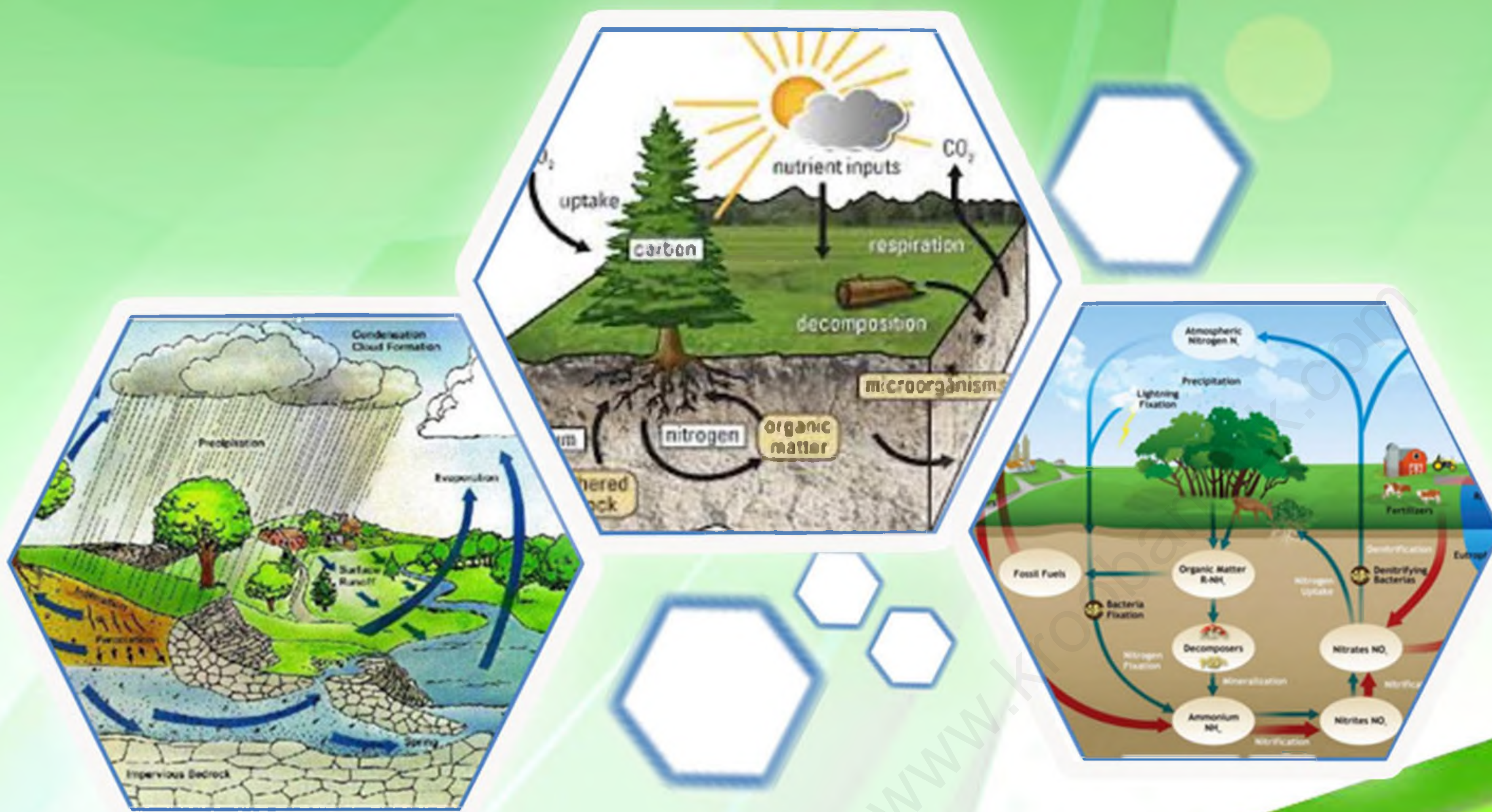


# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ( 7-E Learning Cycle ) หน่วยการเรียนรู้ ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102)  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นางมธุระดา วีระพันธ์  
ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการ

โรงเรียนเชียงกลาง “ประชาพัฒนา”  
อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37



## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E (7-E Learning Cycle) หน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน นำแหล่งเรียนรู้ในห้องเรียนมาบูรณาการจัดการเรียนการสอน กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทำงานกลุ่ม อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น จัดทำทั้งหมด 6 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 5 ความหลากหลายทางชีวภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 ประชากรในระบบนิเวศ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E (7-E Learning Cycle) หน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102) ชุดนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีกระบวนการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาต่อไป

มธุระดา วีระพันธ์



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญตาราง	ง
คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครู)	1
บทบาทของครูผู้สอน	3
คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)	4
บทบาทของนักเรียน	5
มาตรฐานการเรียนรู้	6
ตัวชี้วัด	6
สาระสำคัญ	6
สาระการเรียนรู้	6
จุดประสงค์การเรียนรู้	7
แบบทดสอบก่อนเรียน	8
แบบบันทึกผลการทดสอบก่อนเรียน	11
กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ชวนจำ	12
กิจกรรมที่ 2 สนใจ ใฝ่เรียนรู้	13
กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง	35
กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น	38
กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้	40
กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล คั่นคว้งาน	42
กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด	43
แบบทดสอบหลังเรียน	44
แบบบันทึกผลการทดสอบหลังเรียน	47
บรรณานุกรม	48

## สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1 วัฏจักรน้ำ (1)	15
ภาพที่ 2 วัฏจักรน้ำ (2)	15
ภาพที่ 3 วัฏจักรคาร์บอน (1)	17
ภาพที่ 4 วัฏจักรคาร์บอน (2)	17
ภาพที่ 5 วัฏจักรคาร์บอน (3)	18
ภาพที่ 6 วัฏจักรไนโตรเจน (1)	22
ภาพที่ 7 วัฏจักรไนโตรเจน (2)	22
ภาพที่ 8 วัฏจักรไนโตรเจน (3)	23
ภาพที่ 9 วัฏจักรฟอสฟอรัส (1)	26
ภาพที่ 10 วัฏจักรฟอสฟอรัส (2)	26
ภาพที่ 11 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก	27
ภาพที่ 12 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	30
ภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	30
ในแง่การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร	
ภาพที่ 14 แผนผังแสดงวัฏจักรคาร์บอน	33
ภาพที่ 15 การปล่อยควันพิษของโรงงานอุตสาหกรรม	43



## สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างบันทึกผลการทำกิจกรรมศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ	36
ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ	37



## คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับครู)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E (7-E Learning Cycle) หน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102) ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชุด ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 1 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 3 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 ความหลากหลายทางชีวภาพ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 6 ประชากรในระบบนิเวศ

มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ คือ ชุดที่ 4 เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ประกอบการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ หน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนจัดการเรียนรู้เนื้อหาที่สอนเอกสารชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคำชี้แจงต่าง ๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
3. เตรียมสื่ออุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียนแต่ละกลุ่ม
4. เมื่อมีกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คนจำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้นเรียนโดยคลื่อนักเรียนเรียนเก่งปานกลางและอ่อนให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่มและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบแก่สมาชิกในกลุ่ม
5. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเองแนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจึงให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำกระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นและตอบข้อสงสัยต่าง ๆ ระหว่างเรียนพร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน





7. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำผลทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแจ้งให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าทางการเรียน

8. การวัดและประเมินผลประเมินจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มประเมินผลการปฏิบัติงานตรวจกิจกรรมในแต่ละขั้นกิจกรรม

9. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบเก็บชุดกิจกรรมการเรียนรู้วัสดุสิ่งของและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

10. ถ้านักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เข้าใจ ครูควรแนะนำเพิ่มเติมอาจให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งในและนอกเวลาเรียนจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะและมีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น



### บทบาทของครูผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบที่สำคัญที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วยหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล และการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ครูผู้สอนควรมีบทบาทดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรโรงเรียน วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และศึกษาสาระการเรียนรู้อย่างละเอียดว่าเป็นอย่างไร ต้องการให้ผู้เรียนทราบอะไร ควรดำเนินการอย่างไร จะหาความรู้เพิ่มเติมได้จากแหล่งใดบ้างอย่างไร จะจัดกิจกรรมอย่างไรผู้เรียนจึงจะได้ความรู้มากที่สุด กระตือรือร้นในการเรียนรู้อย่างไม่เบื่อหน่าย
2. ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ วางแผนการจัดการเรียนรู้ และเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อม
3. เตรียมสื่อ อุปกรณ์ ให้พร้อม
4. เตรียมความรู้ หลักฐาน เหตุผล คำถามนำเรื่อง คำอธิบาย คำชี้แจง เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ
5. เตรียมใจ ครูผู้สอนต้องเปิดใจให้กว้าง มองโลกในแง่ดี พร้อมทั้งจะรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของผู้เรียนเสมอ
6. ตั้งเกต ดูแล ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นช่วยเหลือ และแก้ไขในส่วนที่ไม่ถูกต้องในขณะที่เกิดกิจกรรมร่วมกัน
7. สังเกตพัฒนาการของนักเรียน ในเรื่องความเข้าใจในเนื้อหาสาระ ความสามารถในการปฏิบัติตามคำชี้แจงที่กำหนดไว้ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น
8. อธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม โดยการเดินไปดูการทำกิจกรรมตามกลุ่มของนักเรียน ตลอดจนเป็นผู้นำสรุปเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ
9. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ลดบทบาทการเป็นผู้บอกมาเป็นผู้ถามและคอยช่วยเหลือดูแล ให้คำชมแก่นักเรียนที่ทำดี หรือทำกิจกรรมสำเร็จแม้เพียงเล็กน้อย
10. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ควรเน้นกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อการพัฒนาปรับปรุง แก้ไขปัญหาเป็นสำคัญ





## คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน)

### ชุดที่ 4 เรื่อง...วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



1. นักเรียนศึกษา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างละเอียดและปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้
  2. นักเรียนศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้
  3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมภายใต้คำชี้แนะของครู เมื่อมีข้อสงสัยให้ถามและขอคำอธิบายจากครู
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรม	การปฏิบัติ	เวลา	หมายเหตุ
- สอบก่อนเรียน	- สอบ	10 นาที	-
1. ทบทวน ชวนจำ	- การตอบคำถาม	20 นาที	-
2. สนใจ ใฝ่เรียนรู้	- ศึกษาใบความรู้ และตอบคำถาม	30 นาที	-
3. สืบค้น ทดลอง	- ศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ และบันทึกผล	40 นาที	-
4. สรุปได้ อธิบายเป็น	- วิเคราะห์ สรุปผล และตอบคำถาม	20 นาที	-
5. เพิ่มเติม เสริมความรู้	- การตอบคำถาม	20 นาที	-
6. ประเมินผล ค้นคว้า งาน	- จัดทำป้ายนิเทศเรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ	20 นาที	(ทำนอกเวลาเรียนส่ง สัปดาห์ต่อไป)
7. นำไปใช้ ถ่ายโอน ความคิด	- เขียนตอบแสดงความคิดเห็น	10 นาที	
- สอบหลังเรียน	- สอบ	10 นาที	-

4. นักเรียนบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด สมบูรณ์ และเป็นระเบียบเรียบร้อย
5. นักเรียนส่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ครูผู้สอน เพื่อตรวจคำตอบ และบันทึกคะแนน





### บทบาทของนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E (7-E Learning Cycle) หน่วยการเรียนรู้ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรมีบทบาทดังนี้

1. ทำความเข้าใจวิธีการเรียน โดยละเอียดเพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการเรียนรู้
2. ปฏิบัติตามคำชี้แจงในชุดกิจกรรมให้ละเอียด และฝึกปฏิบัติตามคำชี้แจงนั้นให้ครบถ้วนในชุดกิจกรรม
3. นักเรียนได้ทำกิจกรรม โดยเน้นให้เป็นผู้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น
4. เรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
5. สร้างพฤติกรรมและนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกัน เช่น ไม่เสียงดังขณะที่ทุกคนทำงานอยู่ประจำกลุ่ม ไม่เดินไปมา อภิปรายซักถามเกี่ยวกับกิจกรรมเบา ๆ จดจ่อกับงานที่ทำให้เกิดความสำเร็จ รู้จักการรอคอย ให้ความช่วยเหลือเพื่อนในโอกาสที่เหมาะสม ฯลฯ
6. บันทึกการเรียนรู้ และเรียนรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
7. มีความรับผิดชอบ และรักษาวินัยตามกำหนด
8. นักเรียนฝึกการประเมินตนเอง ปรับปรุงผลงาน ตลอดจนเฝ้าหาความรู้อย่างต่อเนื่อง เพราะมีการวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้น







## ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ วิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3

สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสาร และการเปลี่ยนแปลงของประชากร

### ตัวชี้วัด

อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ (ว 2.1 ม.3/3)

### สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศจะใช้แร่ธาตุและสารจากสิ่งแวดล้อมในการดำรงชีวิต ในขณะเดียวกันก็จะปล่อยสารกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารเป็นวัฏจักร (cycle)

### สาระการเรียนรู้

1. ความหมายของวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ (biogeochemical cycle)
2. วัฏจักรน้ำ (water cycle)
3. วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle)
4. วัฏจักรไนโตรเจน (nitrogen cycle)
5. วัฏจักรฟอสฟอรัส (phosphorus cycle)
6. ความสัมพันธ์ระหว่างการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ





## จุดประสงค์การเรียนรู้



### 1. ความรู้ (K)

- 1.1 อธิบายความหมายของวัฏจักรของสารในระบบนิเวศได้
- 1.2 อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรฟอสฟอรัส และ ความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศได้
- 1.3 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศได้

### 2. ทักษะ/กระบวนการ (P)

- 2.1 ทักษะการทำงานกลุ่ม
- 2.2 ทักษะการสรุปผล

### 3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- 3.1 มีวินัย
- 3.2 ใฝ่เรียนรู้
- 3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน







## แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในแบบบันทึกผล  
การทดสอบก่อนการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที (10 คะแนน)

1. ข้อใดกล่าวถึง วัฏจักรหมุนเวียนสาร ถูกต้อง

- ก. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบเป็นวัฏจักร
- ข. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบไม่เป็นวัฏจักร
- ค. เป็นการหมุนเวียนของสารแบบเป็นวัฏจักรอย่างเดียว
- ง. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบเป็นวัฏจักรอย่างเดียว

2. ข้อใด ไม่ใช่ กระบวนการในวัฏจักรน้ำ

- ก. การระเหย
- ข. การคายน้ำ
- ค. การควบแน่น
- ง. การย่อยสลาย



3. ข้อใด ไม่ใช่ กระบวนการในวัฏจักรคาร์บอน

- ก. การระเหยกลายเป็นไอ
- ข. การเผาไหม้
- ค. การย่อยสลาย
- ง. การสังเคราะห์แสง

4. พืชสามารถนำไนโตรเจนไปใช้ได้ไนข้อใด

- ก. แอมโมเนีย
- ข. ไนเตรท
- ค. ไนไตรท์
- ง. ไนโตรเจนในอากาศ





5. แบคทีเรียมีความสำคัญ ในวัฏจักรหมุนเวียนสารอย่างไร

- ก. เป็นตัวสลายสารต่าง ๆ
- ข. ช่วยเก็บสะสมสารเคมี
- ค. ช่วยปล่อยพลังงานที่จำเป็นในการหมุนเวียนสาร
- ง. เปลี่ยนแปลงสารเคมีให้อยู่ในรูปการใช้ประโยชน์ได้

6. สัตว์ได้รับคาร์บอนโดยวิธีใด

- ก. การหายใจ
- ข. การกินพืชเป็นอาหาร
- ค. ขบวนการย่อยสลาย
- ง. การสังเคราะห์แสง

7. พืชได้รับคาร์บอนมากที่สุดโดยวิธีใด

- ก. การหายใจ
- ข. การสังเคราะห์แสง
- ค. การคายน้ำ
- ง. การดูดน้ำแร่ธาตุในดิน



8. สิ่งมีชีวิตใดทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ

- ก. ตั๊กแตน
- ข. ปลวก
- ค. หนอนกินผักกาด
- ง. เห็ด

9. ถ่านหินและน้ำมันเกิดขึ้นในวัฏจักรข้อใด

- ก. วัฏจักรคาร์บอน
- ข. วัฏจักรน้ำ
- ค. วัฏจักรไนโตรเจน
- ง. วัฏจักรฟอสฟอรัส





10. ข้อใดมีการย่อยสลายสารเป็นไปตามลำดับ

- ก. ยูเรีย → แอมโมเนีย → ไนไตรท์ → ไนเตรท
- ข. แอมโมเนีย → ยูเรีย → ไนไตรท์ → ไนเตรท
- ค. ยูเรีย → แอมโมเนีย → ไนเตรท → ไนไตรท์
- ง. ไนไตรท์ → ไนเตรท → แอมโมเนีย → ยูเรีย





## แบบบันทึกผลการทดสอบก่อนการเรียนรู้



### เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

โรงเรียน.....อำเภอ.....จังหวัด.....  
 ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....  
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....



คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

- |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 2.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 3.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 4.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 5.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 6.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 7.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 8.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 9.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 10. | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |





## กิจกรรมที่ 1 ทบทวน ชวนจำ



คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในลักษณะการกินต่อกันเป็นทอด ๆ เรียกว่าโซ่อาหาร
- ..... 2. หนู จัดเป็นผู้ผลิต
- ..... 3. มนุษย์เป็นผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์
- ..... 4. วัว ควาย จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2
- ..... 5. ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายคือปลวก



คำชี้แจง

จงนำคำที่กำหนดให้ ไปเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

การคายน้ำ  
ออกซิเจน

การระเหย

คาร์บอนไดออกไซด์

การควบแน่น

ไนโตรเจน

- 1. การแพร่ของน้ำออกจากใบของพืชโดยผ่านทางปากใบคือ.....
- 2. กระบวนการที่ของเหลว เช่น น้ำเปลี่ยนสภาพโดยธรรมชาติเป็นก๊าซคือ.....
- 3. กระบวนการที่ก๊าซแปรสภาพเป็นของเหลวคือ.....
- 4. ก๊าซที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ.....
- 5. ก๊าซที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชคือ.....





## กิจกรรมที่ 2 สนใจไหมเรียนรู้



### ใบความรู้

#### เรื่อง...วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



คำชี้แจง

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ  
ดังต่อไปนี้แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

สิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ได้แก่ แร่ธาตุและสารต่าง ๆ ในระบบนิเวศ เช่น แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส น้ำ ซึ่งสารเหล่านี้มีสิ่งมีชีวิตสามารถนำมาใช้ในกระบวนการดำรงชีวิตและขณะเดียวกันผลที่เกิดจากการใช้สารบางชนิดก่อให้เกิดสารใหม่ที่มีชีวิตชนิดอื่นนำไปใช้ได้ ทำให้ปริมาณสารในระบบนิเวศค่อนข้างคงที่และสมดุลในธรรมชาติ เนื่องจากการหมุนเวียนสารโดยมีการใช้สารบางอย่างแล้วปลดปล่อยสารบางอย่างกลับคืนสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศเรียกว่า วัฏจักร

### วัฏจักรของสาร (Biogeochemical cycle)

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่ง โดยการ เปลี่ยนแปลง ของสารจากสารหนึ่ง ไปยังอีกสารหนึ่งโดยการเปลี่ยนตำแหน่งจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่งหรือจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่งแต่ในที่สุดจะหมุนเวียนกลับไปยังสภาพเดิมอีก เช่น ออกซิเจนมีอยู่ตามแหล่งต่าง ๆ ทั่วไป

### วัฏจักรของสาร (Biogeochemical cycle) ในระบบนิเวศ

ที่นักเรียนควรรู้มี 4 ชนิด ได้แก่



วัฏจักรน้ำ

วัฏจักรคาร์บอน

วัฏจักรไนโตรเจน

วัฏจักรฟอสฟอรัส



## วัฏจักรน้ำ (Water cycle or Hydrologic cycle)

**วัฏจักรน้ำ** เป็นวัฏจักรที่มีความสำคัญในระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ด้วย พื้นผิวของโลกประกอบด้วยแหล่งน้ำประมาณ 3 ใน 4 ส่วน น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดเพราะน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเซลล์เป็นตัวกลางสำคัญของกระบวนการต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิตและเป็นแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดวัฏจักรของน้ำจึงนับว่ามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก

### วัฏจักรน้ำประกอบด้วย วงจร 2 วงจร คือ

① **วัฏจักรระยะสั้น (Short cycle)** เป็นการหมุนเวียนน้ำโดยไม่ผ่านสิ่งมีชีวิต เกิดจากการระเหยของน้ำ (evaporation) บริเวณผิวโลกเนื่องจากได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นไปรวมตัวกันเป็นกลุ่มเมฆและเกิดการควบแน่น (condensation) จนกลั่นตัว (Precipitation) ลงมาเป็นฝนตกลงสู่ผิวโลกอีกครั้งหนึ่งเป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นโดยอาศัยการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากการรับพลังงานโดยตรง

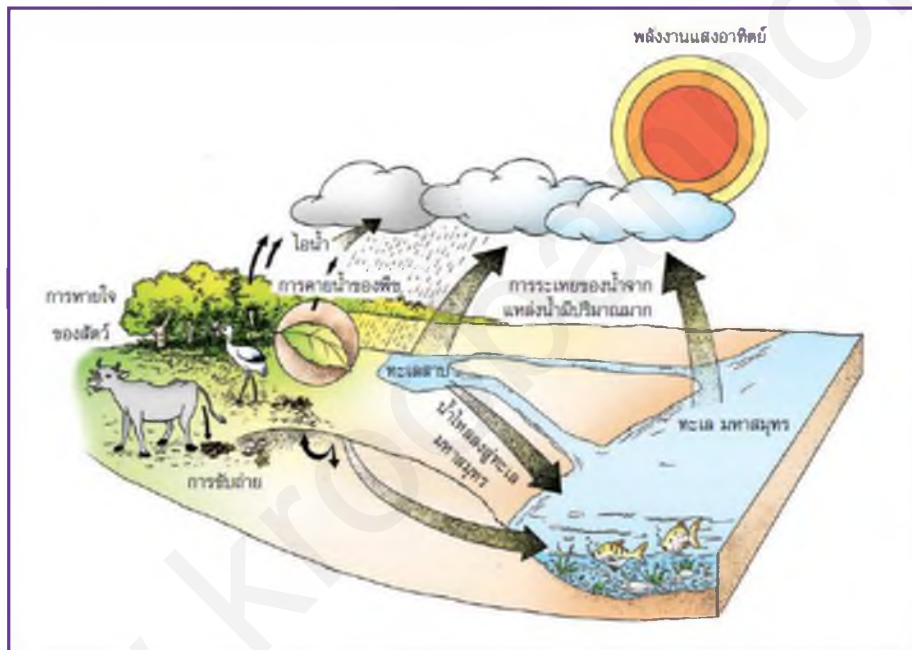
② **วัฏจักรระยะยาว (Long cycle)** เป็นการหมุนเวียนน้ำโดยผ่านสิ่งมีชีวิตสิ่งมีชีวิตรับน้ำเข้าสู่ร่างกายเพื่อใช้ในการรักษาสมดุลและเมตาบอลิซึมต่าง ๆ น้ำที่เหลือจากการนำไปใช้และน้ำที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ จะถูกขับจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น การคายน้ำของพืช (Transpiration) การหายใจ (Respiration) การขับปัสสาวะ การขับเหงื่อ น้ำเหล่านี้จะเข้าสู่ชั้นบรรยากาศในรูปของไอน้ำ (Water vapour) เกิดการควบแน่นและกลั่นตัวเป็นฝนตามลำดับ





## วัฏจักรน้ำตามธรรมชาติแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

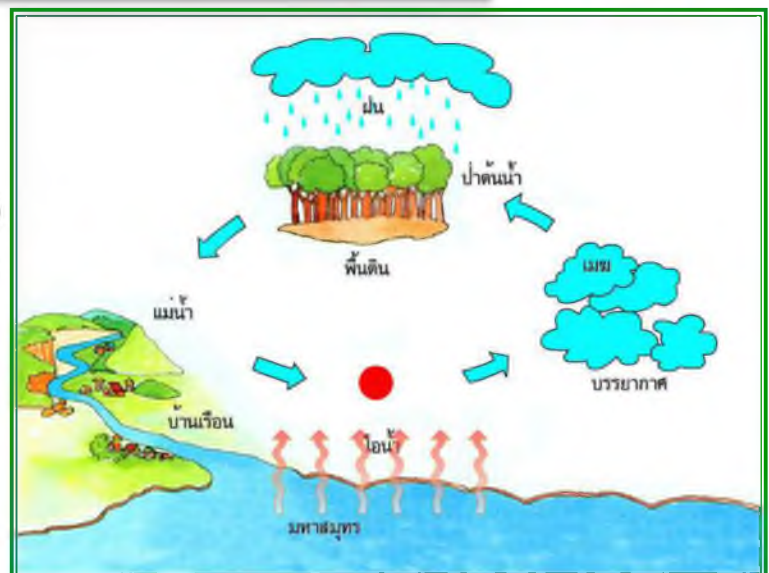
- ❶ การระเหย (evaporation) หมายถึง การที่น้ำในแหล่งน้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์
- ❷ การควบแน่น (condensation) หมายถึง การที่ไอน้ำในบรรยากาศเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวในรูปของเมฆเมื่อได้รับความเย็น
- ❸ การเกิดฝนตก (precipitation) หมายถึง ปรากฏการณ์ของการเกิดการรวมตัวของน้ำในอากาศเกิดเป็นฝนและหิมะตกสู่พื้นโลก
- ❹ การรวมตัวของน้ำ (collection) หมายถึง การที่น้ำไหลรวมกันสู่แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งอุปโภคและบริโภคของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 1 วัฏจักรน้ำ (1)  
ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)



ภาพที่ 2 วัฏจักรน้ำ (2)  
ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)







## วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)



### วัฏจักรคาร์บอน

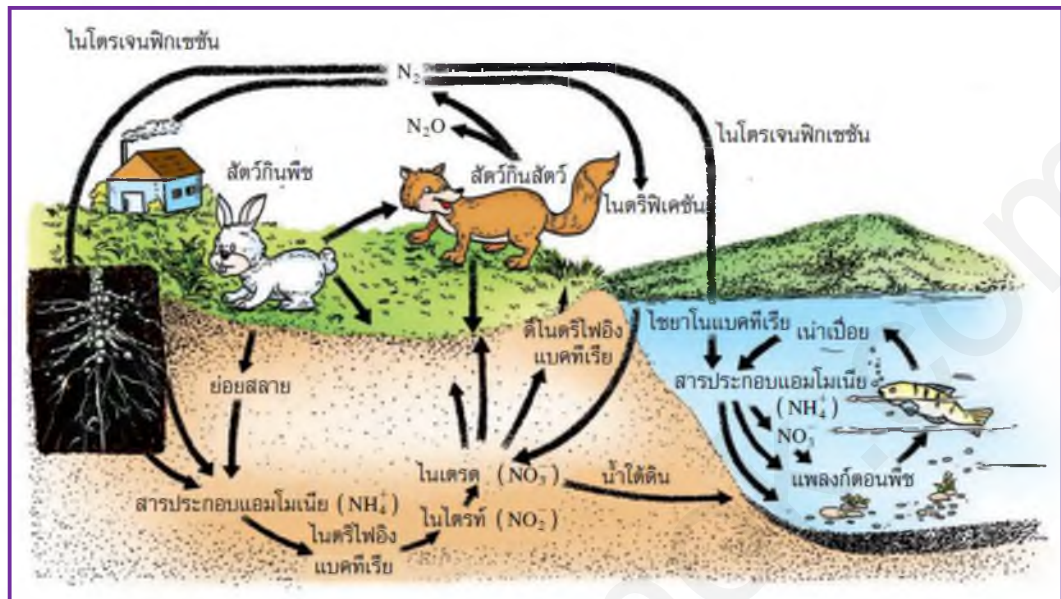
คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของอินทรีย์สารในสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหาร สัตว์ได้รับสารอาหารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบโดยการกินอาหาร ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารได้รับสารที่มีคาร์บอนจากการดูดซึมสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้ว สิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการหายใจพืชจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สิ่งมีชีวิตปล่อยสู่บรรยากาศไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงต่อไป ดังนั้นในระบบนิเวศจึงมีการหมุนเวียนของสารที่มีคาร์บอนตลอดเวลา ซึ่งเรียกว่า “วัฏจักรคาร์บอน”

การหมุนเวียนของธาตุคาร์บอนในระบบนิเวศมีผู้ผลิต คือ พืชเป็นสิ่งสำคัญโดยพืชใช้ธาตุคาร์บอนที่อยู่ในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อสัตว์กินพืช คาร์บอนจะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อเมื่อพืชและสัตว์ตายผู้สลายสารอินทรีย์จะย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ นอกจากนี้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสามารถละลายน้ำได้ทำให้พืชนำไปเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำบางส่วนจะได้สารประกอบไฮโดรเจนคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำโดยแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีแคลเซียมละลายอยู่ด้วยเสมอซึ่งจะสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบไฮโดรเจนคาร์บอนไดออกไซด์ได้และทำให้เกิดหินปูนขึ้นและหินปูนก็สลายให้คาร์บอนไดออกไซด์ได้ เมื่ออยู่ในสภาวะเป็นกรด

ในระบบนิเวศการหมุนเวียนของคาร์บอนต้องผ่านสิ่งมีชีวิตเสมอ แต่คาร์บอนในธรรมชาติเกิดจากการสะสมของตะกอนซากพืชซากสัตว์ใต้ผิวโลกเป็นเวลานานจนมีการเปลี่ยนสภาพเป็นถ่านหินและปิโตรเลียมซึ่งเป็นพลังงานแหล่งใหญ่เมื่อมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงก็จะมีคาร์บอนกลับสู่บรรยากาศในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์และหมุนเวียนกลับให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ดังนั้นคาร์บอนจึงหมุนเวียนเป็นวัฏจักรที่อยู่ในระบบนิเวศอย่างสมดุล

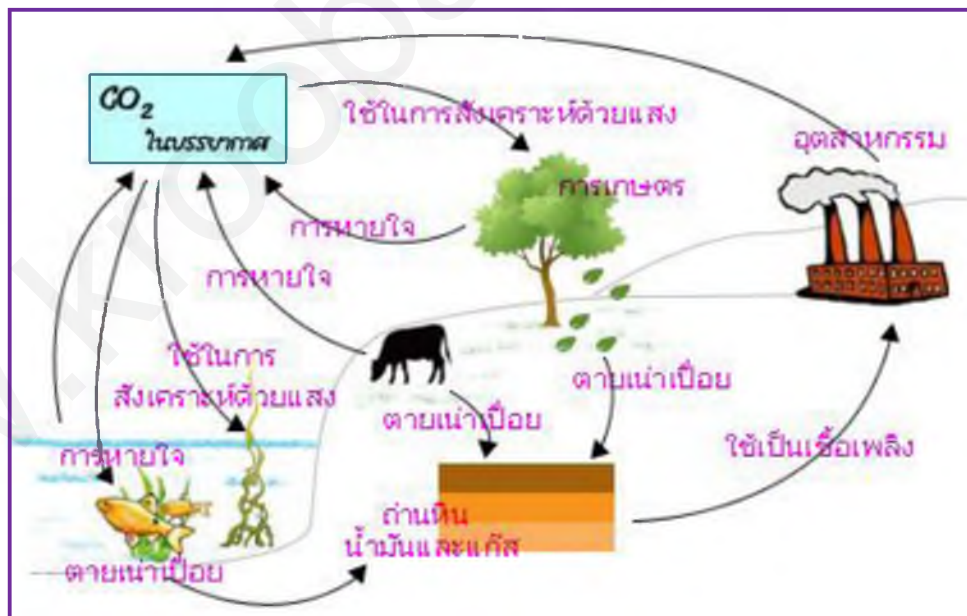






ภาพที่ 3 วัฏจักรคาร์บอน (1)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)

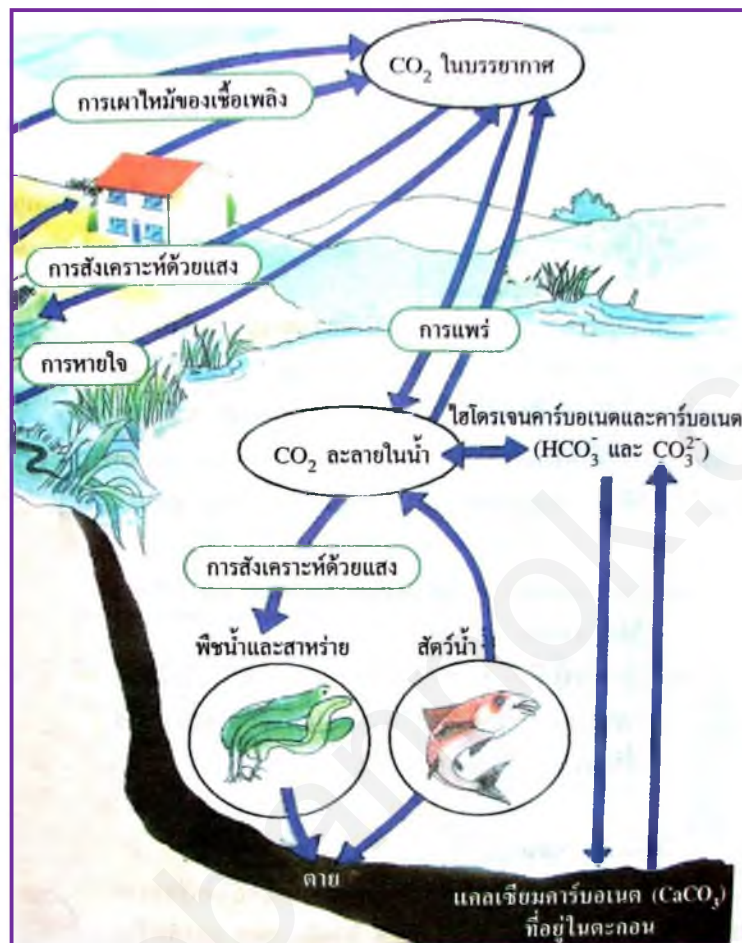


ภาพที่ 4 วัฏจักรคาร์บอน (2)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)







ภาพที่ 5 วัฏจักรคาร์บอน (3)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)

นอกจากนี้การหมุนเวียนธาตุคาร์บอนคืนสู่บรรยากาศ ยังมีอีกหลายทาง

ได้แก่

- ❶ การหายใจของพืชและสัตว์เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของอินทรีย์สารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- ❷ การย่อยสลายสิ่งขับถ่ายของสัตว์และซากพืชซากสัตว์ ทำให้คาร์บอนที่อยู่ในรูปของอาหารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- ❸ การเผาไหม้เชื้อเพลิง น้ำมัน ถ่านหิน จะได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คืนสู่บรรยากาศ พืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศไปใช้ในการสร้างอาหารทำให้ได้ธาตุคาร์บอนหมุนเวียนเป็นวัฏจักรซ้ำแล้วซ้ำอีก



## วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)



➔ ไนโตรเจน เป็นธาตุที่สำคัญที่พบในรูปของแก๊สไนโตรเจน ซึ่งพืชต้องการในปริมาณมากในอากาศ มีแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมากที่สุด ประมาณร้อยละ 78 นอกจากนี้จะพบไนโตรเจนในรูปของโปรตีนในสัตว์ พืช และปุ๋ย ซึ่งอยู่ในดินน้ำตามธรรมชาติ และในปัสสาวะสัตว์จะมีสารประกอบของไนโตรเจนปนออกมากับปัสสาวะ

➔ การหมุนเวียนไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจนในสภาพแวดล้อม เรียกว่า วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle) โดยการหมุนเวียนจะเริ่มต้นจากพืชใช้สารประกอบไนโตรเจนที่ได้จากจุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศและในดินซึ่งอยู่ในรูปของเกลือไนเตรตนำไปสร้างโปรตีนในพืช เมื่อสัตว์กินพืชเข้าไปจะเปลี่ยนไนโตรเจนไปเป็นโปรตีนในสัตว์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อในร่างกายบางส่วนนำไปเผาผลาญเพื่อให้พลังงาน และสัตว์จะขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายทางปัสสาวะไนโตรเจนจึงกลับเข้าสู่ธรรมชาติ เมื่อพืชและสัตว์ตายจะถูกย่อยสลายกลายเป็นเกลือแอมโมเนียกลับคืนสู่พื้นดิน ซึ่งเกลือแอมโมเนียบางส่วนจะถูกพืชนำไปใช้ และบางส่วนจะถูกแบคทีเรียในดินเปลี่ยนให้เป็นไนเตรต ไนเตรตบางส่วนจะถูกพืชนำไปใช้เป็นปุ๋ยและบางส่วนจะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนให้เป็นแก๊สไนโตรเจนปล่อยกลับคืนสู่อากาศและถูกนำมาใช้ใหม่หมุนเวียนต่อไปเรื่อย ๆ เป็นวัฏจักร

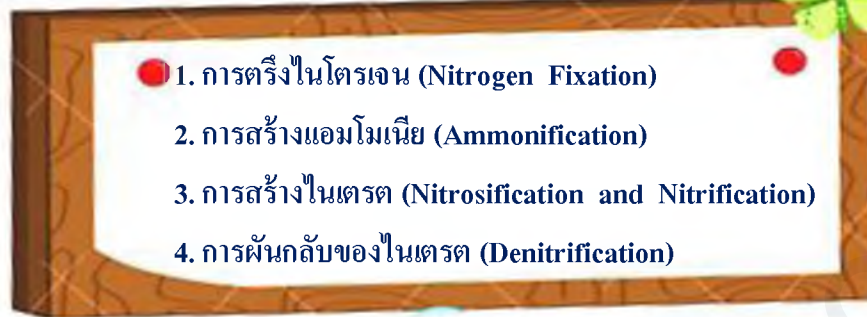
➔ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนทุกชนิดในสิ่งมีชีวิต พืชใช้ไนโตรเจนได้ใน 2 รูป คือ แอมโมเนียม (ammonium หรือ  $\text{NH}_4^+$ ) และไนเตรต (nitrate หรือ  $\text{NO}_3^-$ ) และแม้ว่าในบรรยากาศจะประกอบด้วยไนโตรเจนถึง 80% แต่อยู่ในรูปแก๊สไนโตรเจน ( $\text{N}_2$ ) ซึ่งพืชไม่สามารถนำมาใช้ได้

ไนโตรเจนสามารถเข้าสู่วัฏจักรไนโตรเจนของระบบนิเวศได้ 2 ทางคือ

- ❶ ฝนชะล้างไนโตรเจนกลายเป็นแอมโมเนียมและไนเตรตไหลลงสู่ดินและพืชใช้เป็นธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโต
- ❷ การตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ซึ่งมีเพียงแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้นที่สามารถใช้แก๊สไนโตรเจนในบรรยากาศเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้แบคทีเรียพวกนี้มีทั้งที่อยู่ในดินและที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เช่น ไรโซเบียมในปมรากถั่ว



➔ ในโตรเจนเป็นวัฏจักรที่ซับซ้อนประกอบขึ้นจากหลายขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงสารรูปแบบต่าง ๆ โดยทั่วไปในหนึ่งวัฏจักรจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ



### 1. การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation)

➔ เป็นกระบวนการตรึงไนโตรเจนในอากาศเพื่อชดเชยการสูญเสียไนเตรตในดินเนื่องจากพืชดูดไปใช้ในการพังทลายของดินหรือถูกน้ำชะล้าง และจากกระบวนการผันกลับ (Denitrification) มีความสำคัญต่อพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพราะเป็นกระบวนการเดียวที่ดึงไนโตรเจนจากอากาศมาเปลี่ยนให้เป็นไนเตรตซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ การตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นได้โดยกระบวนการ 2 อย่าง คือ

1.1 เกิดจากการกระทำของพวกจุลินทรีย์ (Biological fixation) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 พวกคือ

ก. Non-Symbiotic N-Fixation เป็นกระบวนการตรึงไนโตรเจนของพวกจุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตอย่างอิสระพลังงานที่ใช้ในการตรึงไนโตรเจนมาจากการสลายซากอินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

ข. Symbiotic N-Fixation เป็นกระบวนการตรึงไนโตรเจนของพวกจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืช ได้แก่ ไรโซเบียม (Rhizobium) เป็นพวกแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ที่รากของพืชตระกูลถั่วทำให้เกิดเป็นปม (Nodule) สามารถตรึง  $N_2$  จากอากาศ แล้วเปลี่ยนรูปไปอยู่ในสภาพที่รากถั่วสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.2 เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ (Electrochemical and Photochemical fixation) ได้แก่ ไฟาแลบ ไฟาร์อง ไฟาผ่า และการตกของอุกกาบาต เมื่อเกิดไฟาแลบอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นเกิดการรวมตัวของออกซิเจนและไนโตรเจน เมื่อฝนตกลงมาออกไซด์ของไนโตรเจนจะละลายน้ำได้เป็นสารละลายกรดอ่อน ๆ เกิดเป็นสารประกอบไนเตรตในดินซึ่งพืชดูดซึมไปใช้ได้

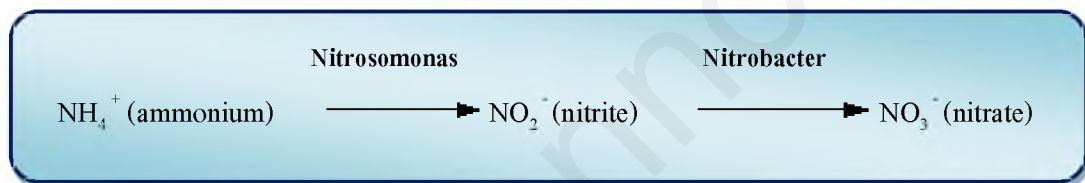


## 2. การสร้างแอมโมเนีย (Ammonification)

➡ เป็นกระบวนการสร้างแอมโมเนียจากการสลายสิ่งขับถ่ายและซากอินทรีย์ต่าง ๆ โดยพวกแอมโมนิไฟอิง แบคทีเรีย (Ammonifying bacteria) นอกจากนี้แอมโมเนียยังได้มาจากแหล่งอื่น ๆ อีก เช่น การระเบิดภูเขาไฟ และกระบวนการไนเตรตรีดักชัน (Nitrate reduction)

## 3. การสร้างไนเตรต (Nitrification)

➡ เป็นกระบวนการสร้างไนเตรต จากการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนีย โดยกระบวนการออกซิเดชันของพวกไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) ตามขั้นตอน คือ

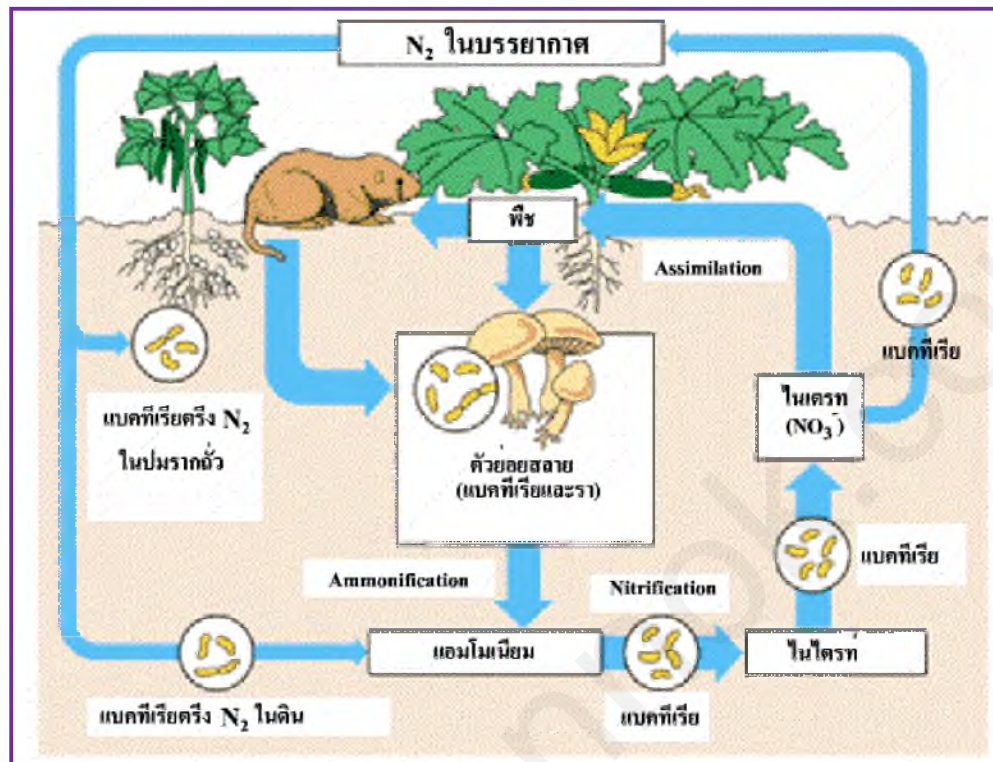


## 4. การผันกลับของไนเตรต (Denitrification)

➡ เป็นกระบวนการผันกลับให้เกิดไนโตรเจนด้วยกระบวนการรีดักชัน โดยพวกดีไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (Denitrifying bacteria) แบคทีเรียพวกนี้อาศัยอยู่ในดินส่วนลึก ๆ และในตะกอนที่ทับถมกันได้แหล่งน้ำ เป็นบริเวณที่มีออกซิเจนน้อย จึงใช้เกลือไนเตรตแทนออกซิเจนในกระบวนการหายใจ โดยรีดิวซ์เกลือไนเตรตให้เป็นไนโตรเจนกลับเข้าสู่วัฏจักรใหม่ กระบวนการเหล่านี้ยังมีความอุดมสมบูรณ์ของดินก็จะลดลง แต่กระบวนการนี้เกิดได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน การพรวนดินให้ร่วนซุยทำให้มีออกซิเจนเพียงพอกระบวนการนี้ก็จะไม่เกิด

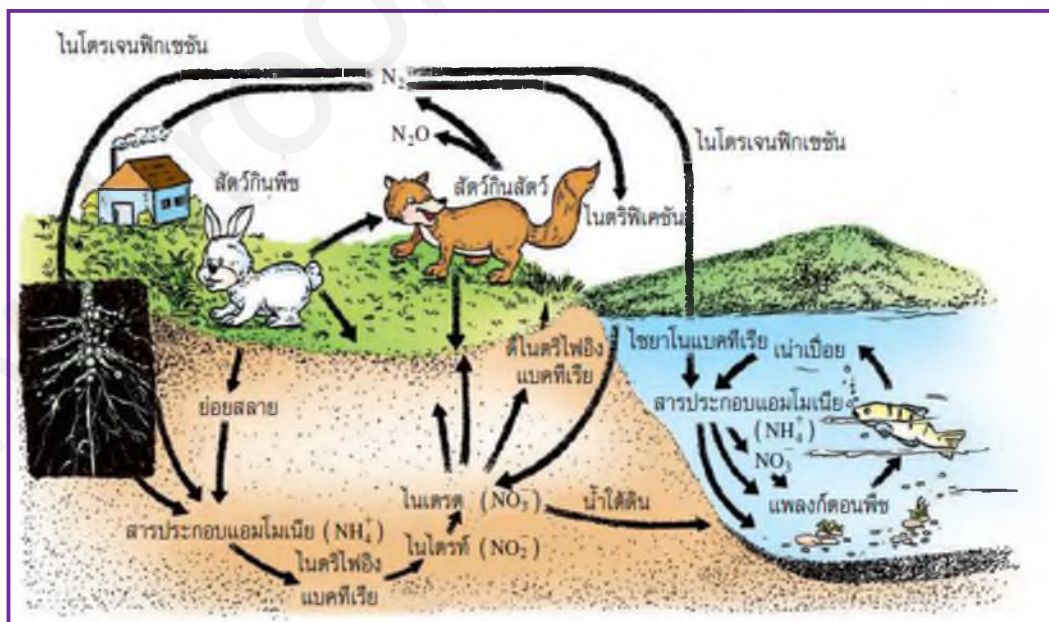






ภาพที่ 6 วัฏจักรไนโตรเจน (1)

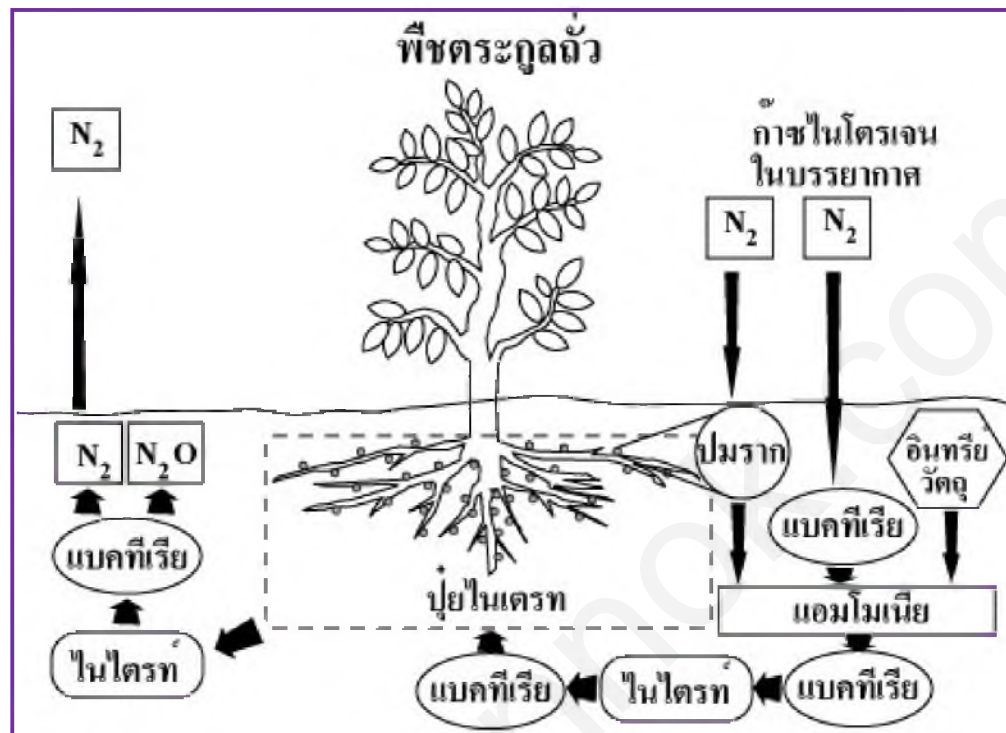
ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)



ภาพที่ 7 วัฏจักรไนโตรเจน (2)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)





ภาพที่ 8 วัฏจักรไนโตรเจน (3)

ที่ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)

➡ รากพืชตระกูลถั่วจะมีปมราก ซึ่งเป็นที่อาศัยของแบคทีเรียไรโซเบียม ที่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศและในดินให้เป็นอาหารของพืชได้

มนุษย์เป็นต้นเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรไนโตรเจน จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 30 ปีมานี้ มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ตัดไม้ทำลายป่า ปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้นล้วนเป็นตัวการที่ทำให้ปริมาณแก๊สไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า และการใช้สารเคมีชื่อคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (อังกฤษ: chlorofluorocarbon, ย่อ :CFC) จากพวกเครื่องเย็น ตู้เย็น อุดสาหกรรมทำโฟม และกระป๋องสเปรย์ ทำให้ชั้นโอโซนซึ่งเปรียบเสมือนม่านบางเป็นเกาะคุ้มกันยังบางลงในชั้นสตราโตสเฟียร์ และเหนือทวีปแอนตาร์กติกาเกิดเป็นรูโหว่ขนาดเท่าประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้โลกของสิ่งมีชีวิตต้องได้รับความรุนแรงจากรังสีอัลตราไวโอเลตและแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านเข้ามายังพื้นโลกได้มากขึ้น มีผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ปริมาณฝนตกมากขึ้น (เพิ่มถึง 11 เปอร์เซ็นต์) อัตราการระเหยของน้ำรวดเร็วขึ้น ทำให้ผิวดินแห้งแล้งกระหายน้ำเป็นผลในการปลูกพืชได้รับความเสียหาย มนุษย์เป็นมะเร็งผิวหนังมากขึ้นและอาจมีผลกระทบต่อพืชและสัตว์หลายประการ



## วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)



➔ ฟอสฟอรัส เป็นแร่ธาตุสำคัญชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด สามารถพบฟอสฟอรัสได้ในโมเลกุลพลังงานระดับเซลล์ และโมเลกุลสำหรับถ่ายทอดพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น พลังงานสะสมที่เก็บเอาไว้ในรูปของ ATP (Adenosine Tri Phosphate) ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นสารพันธุกรรมนั้น สามารถพบได้ใน DNA และ RNA ของสิ่งมีชีวิต ฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อสัตว์มีกระดูกสันหลังเพราะมากถึง 80 % สามารถพบฟอสฟอรัสในกระดูกและฟัน

➔ ฟอสฟอรัสยังมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชเห็นได้จากปุ๋ยต่าง ๆ ที่จะให้แก่พืชจะระบุค่าของ N:P:K เอาไว้ โดยค่า P ก็คือค่าของฟอสฟอรัส กล่าวคือ ฟอสฟอรัสสามารถกระตุ้นทำให้เกิดการออกของราก และการออกดอกในพืชนั่นเอง โดยพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการปริมาณฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันออกไป

➔ การเกิดวัฏจักรฟอสฟอรัสมีความแตกต่างจากการเกิดวัฏจักรอื่น ๆ คือ วัฏจักรฟอสฟอรัส เป็นวัฏจักรที่ไม่มีการหมุนเวียนผ่านในรูปของแก๊สแม้ว่าจะมีฟอสเฟตจำนวนหนึ่งอยู่ในชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นผงและเป็นสาเหตุให้เกิดฝนกรด ฟอสฟอรัสในรูปของแข็งมักจะอยู่ในรูปของหิน และตะกอนแต่ในกรณีที่ละลายอยู่ในน้ำ มักจะจับตัวอยู่ในรูปของฟอสเฟต ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) และไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{HPO}_4^{2-}$ )

➔ วัฏจักรฟอสฟอรัสเป็นวัฏจักรที่มีวงจรที่ช้าที่สุดในบรรดาวัฏจักรของอนินทรีย์สารต่าง ๆ เพราะเป็นวัฏจักรที่ไม่เกิดในรูปของแก๊สการหมุนเวียนจึงต้องผ่านในรูปของสารละลายและของแข็งเท่านั้น จึงต้องใช้เวลามากในการหมุนเวียน วัฏจักรฟอสฟอรัสจะเคลื่อนที่ผ่านสิ่งมีชีวิตเร็วกว่าเคลื่อนที่ผ่านแหล่งน้ำและตะกอน เพราะสิ่งมีชีวิตมีวงจรชีวิตที่สั้นจึงสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้อย่างรวดเร็ว

### การหมุนเวียนของฟอสฟอรัสในวัฏจักรฟอสฟอรัสสามารถเกิดได้ 2 รูปแบบ คือ

- ◆ การหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิต
- ◆ การหมุนเวียนระหว่างมหาสมุทร

➔ จากฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินพืชต่าง ๆ ดูดซึมเอาฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์กินพืชกินพืชเหล่านั้นเป็นการเพิ่มฟอสฟอรัสในร่างกายซึ่งสัตว์นั้นก็สามารถถูกกินโดยสัตว์กินเนื้ออื่น ๆ เช่นกัน แต่ยังมีสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์บางชนิดที่จะกินหินกรวดที่มีส่วนผสมของฟอสฟอรัสอยู่ เช่น ไก่ เป็นต้น



เมื่อพืชและสัตว์เหล่านั้นตายลงผู้ย่อยสลายในกลุ่ม Phosphatizing Bacteria จะทำให้ฟอสฟอรัสกลับกลายเป็นฟอสเฟตในดินอีกครั้ง ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินและตามภูเขาหินฟอสเฟตเมื่อน้ำฝนที่ตกลงมาที่จะชะเอาฟอสฟอรัสให้ลงไปอยู่ในแหล่งน้ำในรูปของสารละลายฟอสเฟตไปเป็นแร่ธาตุของพืชน้ำให้เจริญเติบโต และฟอสฟอรัสก็จะถูกถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารต่อไปเรื่อย ๆ เมื่อมีมากขึ้นในน้ำก็จะเกิดการจับตัวกับสารอื่นทำให้เกิดการตกตะกอนทับถมกันมากขึ้นจนเป็นตะกอนหินชั้นและหินฟอสเฟตตามธรรมชาติ เมื่อเวลาผ่านไปหลายล้านปีฟอสเฟตที่จับตัวกันมากขึ้น และถูกยกตัวกลับขึ้นสู่พื้นดินเป็นภูเขาหินฟอสเฟต หรือที่เรียกว่า การยกตัวของพื้นดิน (Land Lift)

เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช แต่ในพื้นดินกลับมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่จำกัดจึงเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมจึงมีการเพิ่มปุ๋ยที่มีปริมาณของฟอสฟอรัสให้กับดินเพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่แต่ในทางกลับกันถ้ามีการเพิ่มปริมาณของฟอสฟอรัสในดินมากเกินไปฟอสฟอรัสเหล่านั้นจะถูกชะลงสู่แหล่งน้ำทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตรวดเร็วจนเกินไป กล่าวคือ ฟอสฟอรัสคือตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน สาหร่ายและพืชน้ำอื่น ๆ ยังมีการเจริญเติบโตมากเท่าไรปริมาณออกซิเจนที่ต้องนำมาใช้ในการเจริญเติบโตก็เพิ่มสูงขึ้นไปด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น ปลาชนิดต่าง ๆ ที่จะขาดอากาศหายใจและตายในที่สุดแสงแดดที่ไม่อาจส่องถึงพื้นที่ด้านล่างทำให้พืชที่อยู่ใต้น้ำไม่สามารถสร้างอาหารได้จนตาย และส่งผลเชื่อมโยงต่อกันไปเรื่อย ๆ แหล่งน้ำที่มีสิ่งมีชีวิตตายจะเกิดการเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น จนไม่อาจมีสิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตต่อไปได้ในที่สุด ปัญหานี้ส่วนมากมาจากการปล่อยสารเคมีที่มีส่วนผสมของฟอสเฟตลงสู่แหล่งน้ำ เช่น การปล่อยน้ำเหลือจากการซักผ้า ซึ่งมีส่วนผสมของผงซักฟอก หรือ โซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต (Sodium Tripolyphosphate : STPP) ที่ผู้ผลิตผสมลงไปเพื่อลดความกระด้างของน้ำแต่กลับเป็นตัวกระตุ้นอย่างดีในการเจริญเติบโตของพืช การใช้ปุ๋ยที่มีปริมาณฟอสเฟตมากเกินไป

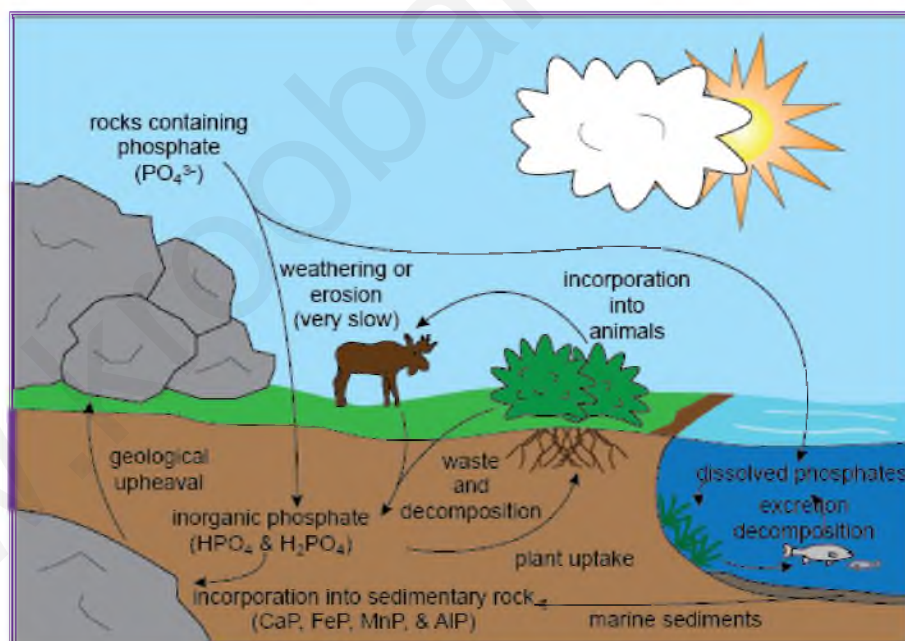






ภาพที่ 9 วัฏจักรฟอสฟอรัส (1)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)



ภาพที่ 10 วัฏจักรฟอสฟอรัส (2)

ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)







คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากภาวะเรือนกระจก หรือที่เราเรียกกันดีในชื่อว่า Green house effect ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ การขนส่งและการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นมนุษย์เรายังได้เพิ่มก๊าซกลุ่มไนตรัสออกไซด์และคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) เข้าไปอีกด้วยพร้อม ๆ กับการที่เราตัดและทำลายป่าไม้จำนวนมากเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทำให้กลไกในการดึงเอาก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากระบบบรรยากาศถูกลดทอนประสิทธิภาพลงและในที่สุดสิ่งต่าง ๆ ที่เราได้กระทำต่อโลกได้หวนกลับมาสู่เราในลักษณะของภาวะโลกร้อน



ภาพที่ 11 แสดงปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา [www.siam1.net](http://www.siam1.net)





## ภาวะโลกร้อนเกิดจากอะไร



ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดีก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัดและในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัดเนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดซับคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในตอนกลางคืนทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันมีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนและถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน และไนตรัสออกไซด์ สาร CFC เป็นต้น

## จะป้องกันภาวะโลกร้อนได้อย่างไร



ได้มีผู้แนะนำวิธีการช่วยป้องกันภาวะโลกร้อนไว้ดังนี้

- ❶ ลดระดับการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าลง เช่น เพิ่มความร้อนของเครื่องปรับอากาศในสำนักงาน หรือที่พักอาศัยลงสักหนึ่งองศา หรือปิดไฟขณะไม่ใช้งาน
- ❷ นำกระดาษหรือภาชนะบรรจุอื่น ๆ กลับไปใช้ใหม่พยายามซื้อสิ่งของที่มีอายุการใช้งานนาน ๆ จะช่วยลดการใช้พลังงานของโลกอย่างมากมาย
- ❸ รักษาป่าไม้ให้ได้มากที่สุดและลดหรืองดการจัดซื้อสิ่งของหรือเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ที่ทำจากไม้ที่ตัดมาจากป่าเพื่อปล่อยให้ต้นไม้และป่าไม้เหล่านี้ได้ทำหน้าที่การเป็นปอดของโลกสืบไป
- ❹ ลดการใช้น้ำมันจากการขับขี่ยานพาหนะ





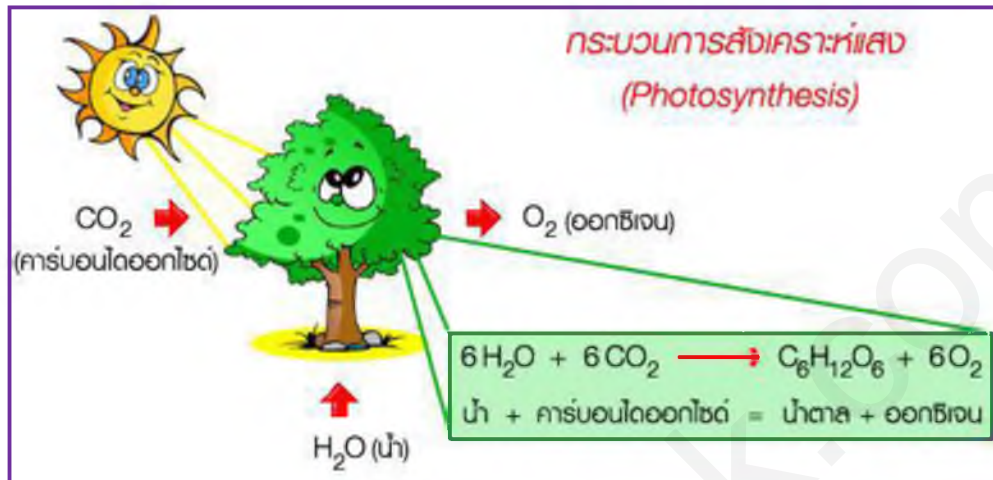


### ความสัมพันธ์ระหว่างการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ

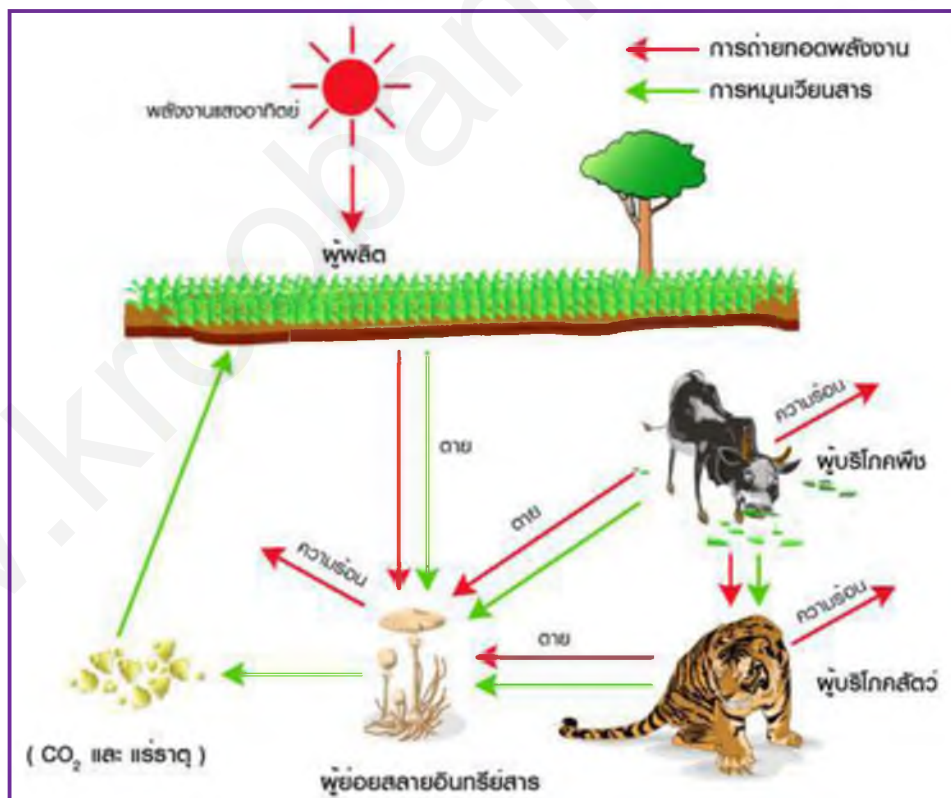
การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเป็นอย่างมากเพราะสารต่าง ๆ ในระบบนิเวศไม่มีการสูญหายแต่มีการหมุนเวียนนำมาใช้ใหม่ในสิ่งมีชีวิตเกิดเป็นวัฏจักรทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุลทางธรรมชาติสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในระบบนิเวศมีกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกร่างกาย กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องใช้พลังงานสำหรับแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของโลกสิ่งมีชีวิตคือ *ดวงอาทิตย์* (ประมาณ 99%) นอกจากนั้นก็มาจากแหล่งอื่น เช่น ดวงจันทร์ การเผาไหม้ เป็นต้น พลังงานแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ระบบนิเวศโดยผู้ผลิตจะนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้เพียงส่วนน้อย คือ ประมาณร้อยละ 1-2 ของพลังงานแสงทั้งหมด ผู้ผลิตซึ่งเป็นพืชที่มีคลอโรฟิลล์นี้จะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีแล้วนำพลังงานเคมีนี้ไปสังเคราะห์สารประกอบที่มีโครงสร้างอย่างง่าย คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ให้เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนและมีพลังงานสูง คือ คาร์โบไฮเดรต ( $\text{CH}_2\text{N}$ ) พลังงานที่ผู้ผลิตรับไว้ได้จากดวงอาทิตย์และเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารอาหารนี้ จะมีการถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของการกินอาหารภายในระบบนิเวศ คือ ผู้บริโภคจะได้รับพลังงานจากผู้ผลิต โดยการกินต่อไปเป็นทอด ๆ ในแต่ละลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงานนี้พลังงานจะค่อย ๆ ลดลงไปในแต่ละลำดับเรื่อย ๆ ไป เนื่องจากได้สูญเสียออกไปในรูปของความร้อนการรับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยผู้ผลิตเป็นจุดแรกที่มีความสำคัญยิ่งต่อระบบนิเวศนั้นระบบนิเวศใดรับพลังงานไว้ได้มากย่อมแสดงให้เห็นว่าระบบนิเวศนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก





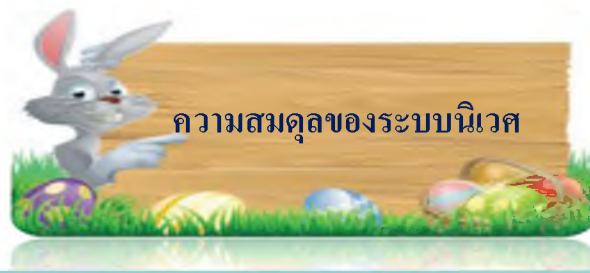


ภาพที่ 12 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง  
ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)



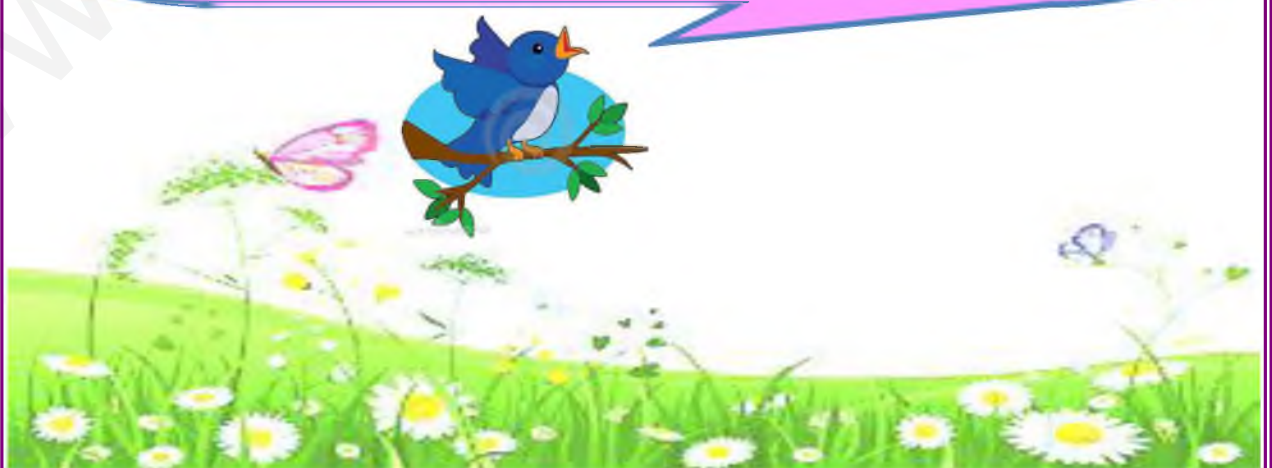
ภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม  
ในแง่การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสาร  
ที่มา [www.google.com](http://www.google.com)





คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของระบบนิเวศ คือ มีกลไกในการปรับสภาวะตัวเอง (self-regulation) โดยมีรากฐานมาจากความสามารถของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดซึ่งเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศนั้น ๆ คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายในการทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารผ่านสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้น ได้รับพลังงานอย่างพอเพียงและไม่มีอุปสรรคขัดขวางวัฏจักรของธาตุอาหารแล้วก็จะทำให้เกิดภาวะสมดุล (equilibrium) ขึ้นมาในระบบนิเวศนั้น ๆ โดยมีองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดทำให้แร่ธาตุและสสารกับสิ่งแวดล้อมนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากซึ่งทำให้ระบบนิเวศนั้นมีความคงตัว ทั้งนี้เพราะการผลิตอาหารสมดุลกับการบริโภคภายในระบบนิเวศนั้นการปรับสภาวะตัวเองนี้ ทำให้การผลิตอาหารและการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนั้นมีความพอดีกัน กล่าวคือ จำนวนประชากรชนิดใด ๆ ในระบบนิเวศจะไม่สามารถเพิ่มจำนวนอย่างไม่มีขอบเขตได้

ถ้าในระบบนิเวศสิ่งมีชีวิตบางชนิดถูกทำลายไปจะทำให้ความสมดุลของระบบนิเวศลดลง เช่น บริเวณทุ่งหิมะและขั้วโลกเป็นระบบนิเวศที่ง่ายและธรรมดาไม่ซับซ้อนเพราะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ไม่กี่ชนิด พืชก็ได้แก่ ตะไคร่น้ำ ไกลเคน หญ้าชนิดต่าง ๆ เพียงไม่กี่ชนิดและต้นหลิวพืชเหล่านี้เป็นอาหารของกวางซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ กวางคาริเบียนกับกวางเรนเดีย กวางเป็นอาหารของสุนัขป่าและคน นอกจากนี้ ก็มีหมีและไก่อปา ซึ่งเป็นอาหารของสุนัขจิ้งจอกและนกเค้าแมวเพราะฉะนั้นในบริเวณหิมะนี้ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนของสิ่งมีชีวิตในระดับหนึ่ง จะมีผลรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิต ในระดับอื่น ๆ ด้วยเพราะมันไม่มีโอกาสเลือกอาหารได้มากนักสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในนี้จึงเปลี่ยนแปลงเร็วจนบางชนิดสูญพันธุ์ ดังนั้นระบบนิเวศที่ไม่ซับซ้อนจึงเสียดุลได้ง่ายมากเหมือนกับการปลูกพืชชนิดเดียว (monocropping) เช่น การเกษตรสมัยปัจจุบันเวลาเกิดโรคระบาดจะทำให้เสียหายอย่างมากและรวดเร็ว







❶ การเพิ่มประชากร ทำให้ความต้องการใช้ที่ดินทำการเกษตรมากขึ้นโดยเฉพาะเขตร้อน ประชากรจะบุกเบิกป่าใหม่ ๆ เพื่อใช้พื้นที่ทำไร่เลื่อนลอยทำให้ดิน ป่าไม้ สภาวะแวดล้อมเสียหายนี้อาจมีจำนวนมาก

❷ การเกษตรสมัยใหม่ การเกษตรในปัจจุบันมุ่งเพื่อการค้ามากขึ้นมีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงจำนวนมากสารเหล่านี้จะตกค้างในดินและอาจถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำทำให้มีผลต่อชีวิตสัตว์ในดินและในน้ำ

❸ การขยายตัวของเมือง การเพิ่มประชากรทำให้ความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นเมืองขยายตัวอย่างรวดเร็วทำให้พื้นที่การเกษตรถูกใช้ไปเพื่อสร้างตึก ศูนย์การค้า ถนน ระบบนิเวศเปลี่ยนไปการถ่ายเทของเสียจากเมืองก่อให้เกิดมลพิษของน้ำและอากาศ

❹ การอุตสาหกรรม การพัฒนาอุตสาหกรรมทำให้ทรัพยากรถูกใช้เป็นวัตถุดิบมากยิ่งขึ้นกระบวนการผลิตทำให้มีของเสีย เช่น น้ำเสีย ไอเสีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในบริเวณที่โรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่และบริเวณใกล้เคียง

ความสมดุลของระบบนิเวศเป็นเรื่องสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาในยุคปัจจุบัน เพราะการพัฒนาที่ขาดความเข้าใจในเรื่องระบบนิเวศจะทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล และจะส่งผลกระทบในทางลบมาสู่มนุษยชาติเอง









2. จากแผนผังนี้  $\text{CO}_2$  ในชั้นบรรยากาศมาจากที่ใดบ้าง

.....

.....

3. สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่ทำให้เกิด  $\text{CO}_2$

.....

.....

4. วัฏจักรไนโตรเจนมีกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่กระบวนการใดบ้าง

.....

.....

.....

5. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจนอย่างไร

.....

.....

.....

6. สารประกอบฟอสเฟตในผู้บริโภคกลายเป็นสารประกอบฟอสเฟตในน้ำได้อย่างไร

.....

.....

.....







### กิจกรรมที่ 3 สืบค้น ทดลอง



#### กิจกรรม : ศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ

##### จุดประสงค์ของกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ
2. เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการหมุนเวียนน้ำในธรรมชาติและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ใช้เวลา 40 นาที

##### ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. นักเรียนเข้ากลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน เลือกประธาน รองประธาน กรรมการ และเลขานุการกลุ่ม
2. ครูอธิบายวิธีการทำกิจกรรมการทดลองให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนเริ่มทำกิจกรรมก่อนถึงเนื้อหาเรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ อย่างน้อย 1-2 สัปดาห์
3. บันทึกผลกิจกรรม

##### วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดโหลใส
2. ดินร่วน
3. พลาสติกใส
4. ต้นพืชสีเขียวขนาดเล็ก





### วิธีดำเนินการ

1. นำดินร่วนที่มีธาตุอาหารของพีชมาใส่ในขวดโหลใส จากนั้นฉีดน้ำลงในดินให้ชุ่ม
2. จัดสวนหย่อมโดยปลูกต้นพีชสีเขียวขนาดเล็ก ๆ นำไปวางในที่ที่มีแสงแดดส่องถึง จากนั้นปิดขวดโหลด้วยพลาสติกใส
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงในขวดโหลเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ แล้วบันทึกผล

### ตัวอย่างผลของกิจกรรม

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างบันทึกผลการทำกิจกรรมศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ

วันที่สังเกต	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	การเจริญเติบโตของพืช	วัฏจักรของน้ำ
2	-	พลาสติกเป็นฝ้าไม่ใสเหมือนตอนปิดครั้งแรก
5	พืชเริ่มเขียวขึ้น แข็งแรง ชูใบได้รูปทรง	พบหยดน้ำเล็ก ๆ ที่ด้านในของพลาสติกที่ปิดปากของขวดโหลในตอนเช้า
7	พืชเริ่มมีใบขยายและลำต้นสูงขึ้น	ตอนเช้าพบหยดน้ำเกาะที่ด้านในของพลาสติกในขวดโหลตอนกลางวันจะหายไป
10	พืชเจริญเติบโตขึ้น	เกิดปรากฏการณ์เช่นในวันที่ 7





บันทึกผลการทำกิจกรรม  
กิจกรรม : ศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ



กลุ่มที่.....วัน/เดือน/ปี.....

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติ (10 คะแนน)

วันที่สังเกต	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	การเจริญเติบโตของพืช	วัฏจักรของน้ำ





คำชี้แจง

## กิจกรรมที่ 4 สรุปได้ อธิบายเป็น



ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมศึกษาวัฏจักร  
ของน้ำในธรรมชาติ (10 คะแนน)



สรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม

---

---

---

---

---



แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนการเกิดวัฏจักรน้ำ







คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมศึกษาวัฏจักรของน้ำในธรรมชาติมาอภิปรายร่วมกันในประเด็นดังต่อไปนี้ (20 คะแนน)

1. พืชเจริญเติบโตได้เนื่องจากสิ่งใด

.....

.....

2. หยดน้ำที่พบด้านในของพลาสติกที่ปิดฝาไว้เกิดจากอะไร

.....

.....

3. วัฏจักรของน้ำในขวดโหลที่ปิดด้วยพลาสติกใสเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่า พืชในขวดโหลจะอยู่ได้นานหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

5. มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้เกิดวัฏจักรของน้ำ

.....

.....



## กิจกรรมที่ 5 เพิ่มเติม เสริมความรู้



คำตั้ง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาความรู้ เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

1. การถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิตและการหมุนเวียนแลกเปลี่ยนสารในระบบนิเวศก่อให้เกิดสมดุลทางธรรมชาติได้อย่างไร

---

---

---

---

---

2. การหมุนเวียนสารและการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

---

---

---

---

---

3. แก๊สไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร

---

---

---

---

---





4. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนเวียนคาร์บอนกับการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์

.....

.....

.....

5. วัฏจักรคาร์บอนเกิดการเสียสมดุลได้อย่างไร และมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. สารประกอบฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

.....

.....

.....

.....



## กิจกรรมที่ 6 ประเมินผล คั่นกว้างงาน



คำชี้แจง

ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนจัดทำผลงาน “จัดป้ายนิเทศ” เรื่องวัฏจักรของสารในระบบนิเวศ (12 คะแนน)



### วิธีการ

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนจับฉลากหัวข้อวัฏจักรของสารในระบบนิเวศที่เรียนมา กลุ่มละ 1 วัฏจักรเพื่อจัดทำป้ายนิเทศ
- ศึกษารูปแบบขั้นตอนการทำจัดป้ายนิเทศ
- สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรของสารในระบบนิเวศจากแหล่งต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด
- นำข้อมูลมาจัดทำ “จัดป้ายนิเทศ” โดยมีเนื้อหาที่ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย และมีภาพประกอบ อย่างหลากหลาย น่าสนใจ สวยงาม
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งชิ้นงานในสัปดาห์ถัดไป







คำชี้แจง

## กิจกรรมที่ 7 นำไปใช้ ถ่ายโอนความคิด



ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และตอบคำถามดังต่อไปนี้ (10 คะแนน)

1. หากมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม และในรถยนต์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่า จะมีผลอย่างไรต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศ



ภาพที่ 15 การปล่อยควันพิษของโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา [www.maticchon.co.th](http://www.maticchon.co.th)

.....

.....

.....

.....

2. ในเมืองใหญ่มีคนจำนวนมากแต่มีต้นไม้ไม่พอ นักเรียนคิดว่าจะมีผลอย่างไรต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

.....

.....

.....

.....





## แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ



เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในแบบบันทึกผล  
การทดสอบหลังการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที (10 คะแนน)

1. ข้อใด ไม่ใช่ กระบวนการในวัฏจักรน้ำ

- ก. การคายน้ำ
- ข. การย่อยสลาย
- ค. การระเหย
- ง. การควบแน่น

2. ข้อใด ไม่ใช่ กระบวนการในวัฏจักรคาร์บอน

- ก. การเผาไหม้
- ข. การระเหยกลายเป็นไอ
- ค. การสังเคราะห์แสง
- ง. การย่อยสลาย



3. ข้อใดกล่าวถึง วัฏจักรหมุนเวียนสาร ถูกต้อง

- ก. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบเป็นวัฏจักรอย่างเดียว
- ข. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบไม่เป็นวัฏจักร
- ค. เป็นการหมุนเวียนของสารแบบเป็นวัฏจักรอย่างเดียว
- ง. เป็นการถ่ายทอดพลังงานแบบเป็นวัฏจักร

4. พืชสามารถนำไนโตรเจนไปใช้ได้ไนข้อใด

- ก. เกลือแอมโมเนีย
- ข. เกลือไนเตรท
- ค. ไนโตรเจนในอากาศ
- ง. เกลือไนไตรท





5. สัตว์ได้รับคาร์บอนโดยวิธีใด

- ก. การหายใจ
- ข. ขบวนการย่อยสลาย
- ค. การกินพืชเป็นอาหาร
- ง. การสังเคราะห์แสง

6. พืชได้รับคาร์บอนมากที่สุดโดยวิธีใด

- ก. การสังเคราะห์แสง
- ข. การหายใจ
- ค. การคายน้ำ
- ง. การดูดน้ำแร่ธาตุในดิน



7. แบคทีเรียมีความสำคัญในวัฏจักรหมุนเวียนสารอย่างไร

- ก. ช่วยปล่อยพลังงานที่จำเป็นในการหมุนเวียนสาร
- ข. เปลี่ยนแปลงสารเคมีให้อยู่ในรูปการใช้ประโยชน์ได้
- ค. เป็นตัวสลายสารต่าง ๆ
- ง. ช่วยเก็บสะสมสารเคมี

8. ข้อใดมีการย่อยสลายสารเป็นไปตามลำดับ

- ก. ยูเรีย → แอมโมเนีย → ไนโตรัส → ไนเตรท
- ข. แอมโมเนีย → ยูเรีย → ไนโตรัส → ไนเตรท
- ค. ยูเรีย → แอมโมเนีย → ไนเตรท → ไนโตรัส
- ง. ไนโตรัส → ไนเตรท → แอมโมเนีย → ยูเรีย

9. ถ่านหินและน้ำมันเกิดขึ้นในวัฏจักรข้อใด

- ก. วัฏจักรคาร์บอน
- ข. วัฏจักรน้ำ
- ค. วัฏจักรไนโตรเจน
- ง. วัฏจักรฟอสฟอรัส



10. สิ่งมีชีวิตใดทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศ

- ก. ตั๊กแตน
- ข. เห็ด
- ค. หนอนกินผักกาด
- ง. ปลวก





## แบบบันทึกผลการทดสอบหลังการเรียนรู้



## เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ

โรงเรียน.....อำเภอ.....จังหวัด.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....



คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

- |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 2.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 3.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 4.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 5.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 6.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 7.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 8.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 9.  | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |
| 10. | (ก) | (ข) | (ค) | (ง) |



## บรรณานุกรม

- ถวัลย์ มาศจรัส และมณี เรืองขำ. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน(Project)เพื่อการพัฒนาการเรียนรู้-  
ผู้เรียน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ธารอักษรจำกัด, 2549.
- ทศนา แคมมณี. 14 วิธีการสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย, 2544.
- ธนัช อุดมพันธุ์. วิทยาศาสตร์ ม.3 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต. คู่มือสาระ  
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.3. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ ๑: โรงพิมพ์ SCIENCE CENTER  
บัญชา แสนทวี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช , 2548.
- ประดับ นาคแก้ว และดาวลัย เติรมบุญสุข. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์เล่ม 5  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด , 2551.
- ภพ เถาไพบุญ. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด ,  
2542.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง, สถาบันส่งเสริมการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดผล-  
ประเมินผลวิทยาศาสตร์, 2548.
- เสียง เชษฐศิริพงษ์. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์-  
พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2551.
- ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ . หนังสือเรียน  
รายวิชาวิทยาศาสตร์ 6. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. 2555.
- ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน.กระทรวงศึกษาธิการ.คู่มือครู รายวิชาวิทยาศาสตร์-  
6. พิมพ์ครั้งที่ 2 ,กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. 2555.





# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E ( 7-E Learning Cycle )

รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ว23102)

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนเชียงกลาง “ประชาพัฒนา”

อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37