



ชีววิทยา

ระบบนิเวศ และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิต และประชากร

ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

ระบบนิเวศและรูปแบบความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ (Ecosystem)

ระบบนิเวศ หมายถึง หน่วยของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์เหล่านี้กับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย โดยมีการถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสารระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันกับสิ่งแวดล้อม ซึ่ง 2 ประการหลังนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของระบบนิเวศดำรงสภาพอยู่ได้

$$\begin{array}{lcl} \text{ระบบนิเวศ} & = & \text{กลุ่มสิ่งมีชีวิต} + \text{แหล่งที่อยู่} \\ \text{(Ecosystem)} & & \text{(Community)} \quad \text{(Habitat)} \end{array}$$

ตัวอย่างระบบนิเวศ

- ป่าชายเลนมีนกนางนวลกินปลาเป็นอาหาร ปูก้ามดาบตามหน้าดินกินกุ้งในแอ่งน้ำ และมีหอยหลายชนิดกินเศษอินทรีย์
- สระน้ำ มีต้นตะพาบอยู่กันสระ มีบัวเจริญเป็นหย่อมๆ กบดักจับแมลงอยู่บนใบบัว มีปลานิลกินสาหร่ายเป็นอาหาร

ข้อควรทราบพิเศษ

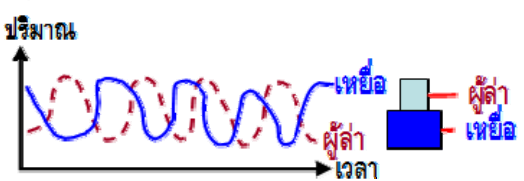
การระบุหน่วยที่เป็นระบบนิเวศนั้นต้องกล่าวถึง การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของสาร เช่น การกินกันระหว่างสิ่งมีชีวิตซึ่งถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของระบบนิเวศ

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

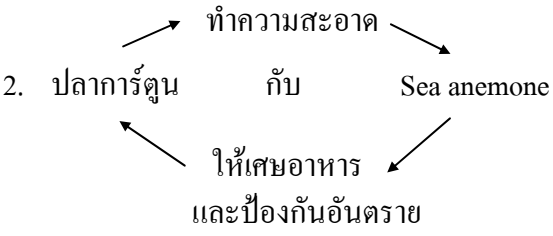
สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จะมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ กัน โดยถ้ากำหนดให้

- เครื่องหมาย + หมายถึง การได้ประโยชน์ การเจริญดีขึ้น
- หมายถึง การเสียประโยชน์ การเจริญเลวลง
- 0 หมายถึง ไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ การเจริญปกติ

ตารางและตัวอย่างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (A และ B หมายถึง สิ่งมีชีวิต)

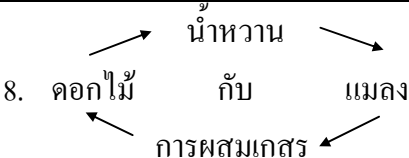
รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
1. ภาวะมีปรสิต (Parasitism)	+	-	-	0	- A เป็นปรสิต จะค่อย ๆ เบียดเบียน B ซึ่งเป็นตัวให้อาศัย (host) - วัฏจักรของปรสิตจะสมบูรณ์ได้ต้องอาศัย host ตัวอย่าง :- - กาฝาก ฝอยทอง บนต้นไม้ - ยุง หมัด พยาธิ ซึ่งเป็นปรสิตของคนและสัตว์ - รา แบคทีเรีย ไวรัส ซึ่งเป็นของคน และสัตว์ และพืช โดยถ้าปรสิตใดก่อให้เกิดโรครกับ host ด้วยเรียกเป็นเชื้อโรค (pathogen)
2. การล่าเหยื่อ (Predation)	+	-	-	0	- A เป็นผู้ล่า (Predator) จะทำให้ B ที่เป็เหยื่อ (Prey) ตายอย่างรวดเร็วเพื่อกินเป็นอาหาร - ผู้ล่าจะใช้โครงสร้างร่างกายของตัวเองเท่านั้นในการล่าเหยื่อไม่ใช้อาวุธนอกกาย - ผู้ล่าและเหยื่อต่างมีอิทธิพลควบคุมปริมาณของกันและกัน ซึ่งเป็นกลไกก่อให้เกิดสมดุลธรรมชาติมากที่สุด ดังกราฟ  - นอกจากนี้การล่าเหยื่อจะช่วยให้ประชากรเหยื่อมีวิวัฒนาการไปในทางที่ดีขึ้น เพราะเหยื่อที่ไม่เหมาะสม จะถูกผู้ล่าจัดออกไป ตัวอย่าง :- - สัตว์กินสัตว์เป็นการล่าที่เด่นชัด - สัตว์กินพืชเป็นอาหาร เช่น ตั๊กแตนป่าทั้งกานิน ข้าวโพด พะยูงกินหญ้าทะเล แต่ภาวะนี้นักนิเวศวิทยาบางท่านจัดเป็นภาวะการกินพืชเป็นอาหาร (Herb ivory)

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
					3. พืชดักจับแมลงเช่น ต้นกาบหอยแครง และ หม้อข้าวหม้อแกง ซึ่งมักเจริญในแหล่งที่มี ไนโตรเจนต่ำ จึงต้องบริโภคนิวโปรตีนจากสัตว์ เล็กๆ
3. ภาวะอิงกัน หรือภาวะเกื้อกูล (Commensalism)	+	0	-	0	A เป็นตัวให้อาศัย (host) ไม่ได้เสียประโยชน์ B เป็นตัวอาศัย (Commensal) ได้ประโยชน์ ตัวอย่าง :- 1. Epiphyte (พืชอาศัยบนพืชต้นอื่นๆ เช่น กล้วยไม้ ชายผ้าสีดาที่อยู่บนต้นไม้ใหญ่) 2. เหาฉลามกับปลาฉลาม หรือปลาวาฬ 3. นก ผีเสื้อ ต่อ แตน ที่ทำรังบนต้นไม้ 4. แบคทีเรียบนผิวหนังคน 5. ลูกกุ้ง ลูกปู ลูกปลา อาศัยอยู่ในโพรงลำตัวของ ฟองน้ำ 6. ตั๊กแตนใบไม้หรือตั๊กแตนกิ่งไม้ ที่เกาะอยู่บน ใบไม้และ กิ่งไม้ 7. ตัวงูที่อาศัยกับควาย โดยตัวงูอาศัยกินมูลของ ควาย 8. เสือกับนกแร้ง โดยเสือฆ่าเหยื่อทิ้งเศษไว้เป็น อาหารของนกแร้ง 9. ไส้เดือนที่เจริญเติบโตอยู่บนเปลือกไม้ต้นไม้ใหญ่ 10. รากับยีสต์ในการย่อยแป้ง <pre> graph LR A[แป้ง] -- "(0) ยีสต์" --> B[น้ำตาลกลูโคส] B -- "(+) ยีสต์" --> C[Ethyl alcohol + CO2] </pre> 11. จักจั่นอาศัยบนต้นไม้ และกบบนใบบัว

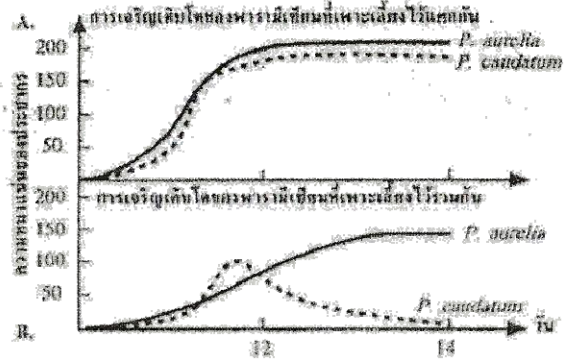
รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
4. การได้ประโยชน์ ร่วมกัน (Protocooperation)	+	+	0	0	A และ B ต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน แต่แยกกันได้ ไม่เกิดผลเสีย ไม่ต้องสัมผัสกันตลอดไม่เป็น สถานการณ์ผูกมัดประจำ ตัวอย่าง :- 1.   FIGURE 24.10 Commensalism between cattle egrets and an African cape buffalo. The egrets eat insects off the buffalo. 2.   FIGURE 24.1 Commensalism involve interactions between disparate groups. This clownfish is one of the few species that can reside safely among the stinging tentacles of the sea anemone—a classic example of a symbiotic relationship.

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
					3. ปูเสฉวน ให้การเคลื่อนที่ กับ Sea anemone ป้องกันภัย และช่วยพรางตัว 4. นก จิกเศษอาหาร ตามซอกหินกระซี้ กับ จระเข้ลุ่มแม่น้ำไนล์ ให้เศษอาหาร
5. ภาวะที่ต้องพึ่งพา (Mutualism)	+	+	-	-	A และ B ต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน แยกกันไม่ได้ จะเกิดผลเสีย เป็นสถานการณ์ผูกมัดประจำ และ สัมพันธ์กันตลอด ตัวอย่าง :- 1. โพรโทซัว ให้ที่อยู่และอาหาร ใน ลำไส้ปลวก Trichonympha ย่อย cellulose 2. Bacteria <i>E. coli</i> ให้ที่อยู่และอาหาร ใน ลำไส้ใหญ่ของคน ย่อยกากอาหารและสร้าง B₁₂ 3. Bacteria Rhizobium ให้ที่อยู่ ใน ปมรากพืชตระกูลถั่ว ตรึง N₂ -> NO₃⁻

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
					ให้อาหารและที่อยู่ 4. Bacteria และ Protozoa ใน กระเพาะอาหาร ของ วัว-ควาย ย่อยหญ้า, สร้างโปรตีน ให้ที่อยู่และอาหาร 5. รา Mycorrhiza ใน รากพืชตระกูลสน และรากกล้วยไม้ ช่วยแปรรูปแร่ธาตุ ให้อยู่ในสภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ดูดความชื้นและแร่ธาตุ 6. Lichen เป็นสิ่งมีชีวิต กับ สาหร่าย ที่อยู่ร่วมกันระหว่างรา สังเคราะห์ด้วยแสง ให้อาหารและ O_2 สังเคราะห์ด้วยแสง ให้อาหาร O_2 7. สาหร่าย ใน เนื้อเยื่อปะการัง dinoflagellate CO_2 ของเสีย, ที่อยู่

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
					8.   FIGURE 24.8 Pollination by bat. Many flowers have coevolved with other species to facilitate pollen transfer. Insects are widely known as pollinators, but they're not the only ones. Notice the cargo of pollen on the bat's snout. 9.   FIGURE 24.11 Mutualism: ants and aphids. These ants are searching for yellow aphids, feeding on the "honeydew" that the aphids excrete continuously, making the aphids difficult place to place to place, and protecting them from potential predators.

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
6. ภาวะการย่อย สลาย (Saprophytism)	+	0	-	0	- A เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) เช่น แบคทีเรีย เห็ด รา ดำรงชีพบนซากสิ่งมีชีวิต (B) โดยการหลั่งน้ำย่อยออกมาจากร่างกาย (exoenzyme) เพื่อย่อยซากสิ่งมีชีวิตให้กลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก และสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น แร่ธาตุ CO_2 ฯลฯ - สารเหล่านี้ — สะสมในสิ่งมีชีวิตเพื่อความอุดมสมบูรณ์ให้กับสิ่งแวดล้อม — เป็น environmental hormone — ถูกดูดซึมไปใช้โดยผู้ย่อยสลายเอง — ถูกดูดซึมไปใช้โดยผู้ผลิต - ภาวะนี้จึงช่วยให้สารเกิดการหมุนเวียนของสารเป็นวัฏจักร จึงเกี่ยวข้องกับวัฏจักรของสารมากที่สุด
7. ภาวะหลังสาร ยับยั้งการเจริญ (Antibiosis)	0	-	0	0	A จะหลั่งสารเคมีออกมา ไปมีผลยับยั้งการเจริญของอีกฝ่ายหนึ่ง (B) ตัวอย่าง :- - ราสีเขียว Penicillium หลั่งสาร Antibiotic (0) ออกมาให้ Bacteria ไม่เจริญ (-) - สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Microcystis จะหลั่งสาร Hydroxylamine ออกมาในน้ำ (0) ทำให้สัตว์น้ำตาย (-)
8. ภาวะแข่งขัน (Competition)	-	-	0	0	A และ B ต้องการปัจจัยเดียวกันแต่ปัจจัยนั้นมีจำกัด จึงต้องแก่งแย่งแข่งขันเพื่อให้ได้ปัจจัยที่ต้องการนั้น การแข่งขัน จะมี 2 ลักษณะ — ภายในชนิดเดียวกัน (Intraspecific competition) — การแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตเดียวกันจะรุนแรงกว่า — ระหว่างต่างชนิดกัน (Interspecific competition)

รูปแบบ ความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่อแยกกัน		ลักษณะสำคัญและตัวอย่าง
	A	B	A	B	
					ตัวอย่าง :- - บัวกับผักตบชวาในสระน้ำ - จอกกับเห่นในแหล่งน้ำ - ต้นถั่วที่ปลูกมากมายในกระป๋องเล็ก ๆ - พารามีเซียม ชนิด <i>Paramecium caudatum</i> กับ <i>P. aurelia</i>  กราฟการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของพารามีเซียม <i>P. caudatum</i> และ <i>P. aurelia</i> ที่เลี้ยงแยกกัน (กราฟ A) และรวมกันโดยสองประชากรนี้มีการแข่งขันกันถึงกราฟ B

แบบทดสอบวัดทักษะวิชาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) :
ระบบนิเวศและรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

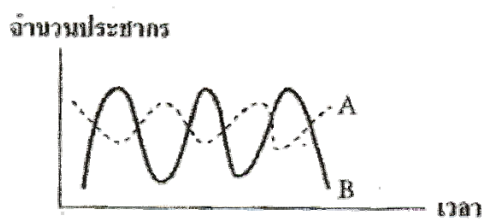
1. ข้อใดไม่จัดเป็นระบบนิเวศ
 1. ขอนไม้ที่ล้อมอยู่ป่ามีเฟิร์นและเห็ดขึ้นอยู่หลายชนิด
 2. ต้นไทรใหญ่ในป่ามีนกอยู่หลายชนิด เพราะเป็นแหล่งอาหารของนก
 3. ต้นข้าวในนาข้าวเป็นผู้ผลิต ส่วนหนุнаและผู้บริโภคลำดับที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
 4. หมู่บ้านพฤษภา มีบ้านอยู่ 80 หลัง มีสวนสาธารณะ และสโมสรกีฬากลาง สำหรับคนในหมู่บ้านราว 30 คน
2. สิ่งประกอบที่จำเป็นและสำคัญที่สุดในระบบนิเวศได้แก่ตัวเลือกใด
 1. ผู้ผลิตและผู้บริโภค
 2. พลังงานแสงและผู้ผลิต
 3. แบคทีเรียและพืชสีเขียว
 4. วัฏจักรสารและการถ่ายทอดพลังงาน
3. ปัจจัยจำกัดสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อชนิดสิ่งมีชีวิต และสภาพพื้นที่ของไบโอมบนบก คือปัจจัยใด
 1. อุณหภูมิและความชื้น
 2. สภาพดินและอุณหภูมิ
 3. ความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุและความชื้น
 4. pH อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน
4. “สาหร่ายชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ในเซลล์ของปะการังสร้างหินปูนห่อหุ้มร่างกายได้เร็วกว่าปกติ และสาหร่ายได้รับแอมโมเนียจากปะการัง” การดำรงชีวิตร่วมกันของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิดนี้ จัดเป็นประเภทใด
 1. การได้ประโยชน์ร่วมกัน
 2. ภาวะที่พึ่งพากัน
 3. ภาวะอิงอาศัย
 4. ภาวะปรสิต
5. ข้อใดแสดงลักษณะการเกิดสมดุลธรรมชาติในระบบนิเวศ
 1. สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแต่เฉพาะภาวะพึ่งพาอาศัยได้ประโยชน์ร่วมกัน
 2. สิ่งมีชีวิตมีอัตราการเกิดเท่ากับอัตราการตาย
 3. สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม แต่ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ
 4. ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ มีความพอเหมาะพอดี ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
6. ป่าเต็งรังแห่งหนึ่ง ถูกตัดเพื่อทำไร่เลื่อนลอย ต่อมาปล่อยทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน 40 – 50 ปี จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นไปตามข้อใด
 1. พุ่มหญ้าคาและสาบเสือ
 2. พุ่มหญ้าที่มีพืชหลากหลายชนิด
 3. ป่าไม้เบญจพรรณ
 4. ป่าเต็งรังที่สมบูรณ์

7. ถ้าให้เครื่องหมาย + เป็นผู้ได้ประโยชน์
- เป็นผู้เสียประโยชน์
0 เป็นผู้ไม่ได้รับหรือไม่ได้ประโยชน์

A และ B คือ สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ข้อใดถูกต้อง

ข้อ	ชนิดความสัมพันธ์	เมื่ออยู่ร่วมกัน		เมื่ออยู่แยกกัน	
		A	B	A	B
1.	ผู้ล่า และเหยื่อ	+	-	-	-
2.	ภาวะพึ่งพา	+	0	0	+
3.	ภาวะอิงอาศัย	+	0	-	0
4.	ภาวะปรสิต	+	-	-	+

8. จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต A และ B ในระบบนิเวศ A และ B คือข้อใด



ข้อ	A	B
1.	หญ้า	ควายป่า
2.	กล้วยไม้	ต้นมะม่วง
3.	แบคทีเรียไรโซเบียม	ต้นถั่ว
4.	เห็บ	สุนัข

9. นกกกกินลูกไทรเป็นอาหาร เมื่อมูลตกลงดินเมล็ดไทรก็งอกได้ ความสัมพันธ์ของนกกกและไทรเป็นแบบเดียวกันกับข้อใด

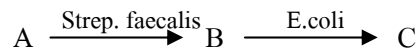
1. ต้นกล้วยไม้เกาะอยู่บนต้นไม้
2. เหาฉลามเกาะอยู่บนปลาฉลาม
3. ไลเคนส์
4. พยาธิใบไม้ในสุนัข

ลักษณะความสัมพันธ์	
ผู้เสียประโยชน์	ผู้รับประโยชน์
ต้นไม้	ต้นกล้วยไม้
ปลาฉลาม	เหาฉลาม
รา	สาหร่าย
สุนัข	พยาธิใบไม้

10. ในการทดลองครั้งหนึ่งพบว่า “ราชนิด A เมื่อเจริญบนมันฝรั่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล maltose ได้โดยการใช extracellular enzyme m ชื่อ amylase แล้วจะทำให้แบคทีเรียชนิด B ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาลได้ สามารถนำเอา maltose มาใช้ได้ ทำให้แบคทีเรียชนิด B เจริญได้” ความสัมพันธ์แบบนี้เรียกว่า

1. การได้ประโยชน์ร่วมกัน
2. ภาวะมีการเกื้อกูล
3. ภาวะที่ต้องพึ่งพา
4. ภาวะมีการย่อยสลาย

11. จากการศึกษาในลำไส้ของมนุษย์ พบว่ามีแบคทีเรีย 2 ชนิด เจริญอยู่ได้คือ *Escherichia coli* และ *Streptococcus faecalis* แบคทีเรีย 2 ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนสาร A ไปเป็นสาร C ได้ ดังไดอะแกรม



ความสัมพันธ์ของแบคทีเรีย 2 ชนิดนี้เป็นแบบที่เรียกว่า

1. การได้ประโยชน์ร่วมกัน
 2. ภาวะมีการเกื้อกูล
 3. ภาวะที่ต้องพึ่งพา
 4. ภาวะมีการย่อยสลาย
12. “ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ สัตว์มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตอยู่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตมากกว่าพืช”
ข้อความนี้ถูกหรือผิด เพราะเหตุใด
1. ถูก เพราะสัตว์บางชนิดไม่จำเป็นต้องกินพืชเป็นอาหาร
 2. ถูก เพราะสัตว์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าพืช
 3. ผิด เพราะทั้งสัตว์และพืชต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
 4. ผิด เพราะไม่สามารถเป็นจริงตามสภาพในธรรมชาติ
13. ระบบนิเวศ ในธรรมชาติดำรงอยู่ได้เพราะ
1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในเชิงการถ่ายทอดพลังงาน
 2. มีสายใยอาหารเชื่อมโยงในลักษณะพีระมิด
 3. ความสัมพันธ์เชิงนิเวศ ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน
 4. แหล่งพลังงานที่ป้อนเข้าสู่ระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศต่างๆ ดำเนินไปเป็นวัฏจักรที่สมดุล
14. ข้อใดที่มีได้อธิบายถึงระบบนิเวศ
1. แอ่งน้ำรอยแตกกระบือ มีมวลกรรเชียง และสาหร่ายพวกเททาน้ำ
 2. ขอนไม้ผู้ได้ต้นมะม่วง มีเห็ดโคน แมลงหางหนีบ และมด
 3. แนวหินปะการังชายฝั่งบริเวณอ่าวสตึก มีปลาการ์ตูน ปูหิน และหนอนดอกไม้
 4. ฝั่งทะเลบริเวณอ่างศิลา มีความเร็วของกระแสน้ำ 10 กม./ชม. ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 8.5 อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส
15. “ปัจจัยทางกายภาพ มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่งๆ”
ข้อความใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กับข้อความดังกล่าว
1. เสือดำใช้วิธีขุดบนดิน ไม้ในกินเดือนมืด เพื่อดักจับเหยื่อ
 2. ผักตบชวาชอบขึ้นในน้ำที่มีซิลิเคตปริมาณมาก
 3. หมูขาวใช้อาหารที่สะสมในรูปไขมัน ในช่วงจำศีล
 4. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความสามารถใช้ไนโตรเจนในอากาศเป็นสารอาหาร

16. “แหล่งที่อยู่อาศัย” มีความหมายตรงกับข้อความใดต่อไปนี้
 1. ปลาซ่อนชอบอาศัยอยู่ตามริมบ่อ หนอง บึงที่มีพืชน้ำขึ้นปกคลุม และมีอาหารอุดมสมบูรณ์
 2. กระบองเพชรเป็นพืชทะเลทราย ใบเปลี่ยนแปลงเป็นหนามเพื่อช่วยลดอัตราการคายน้ำ
 3. นกปากห่างอพยพมาอาศัยทำรังอยู่ชั่วคราว (4 – 6 เดือน) ที่วัดไผ่ล้อม จังหวัดปทุมธานี
 4. สหราชอาณาจักรเป็นพืชน้ำที่มีดอก รากดูดอาหารจากดินโดยตรง ใบเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสำหรับจับสัตว์น้ำเล็กๆ เป็นอาหาร
17. “ในการสำรวจป่าชายเลนแห่งหนึ่ง พบพืชประเภทโกงกาง แสม เสม็ด ลำพู ขึ้นปะปนกัน ส่วนในร่องน้ำและพื้นดิน โคลนมีลูกปลา หอย ปู ก้ามดาบ กระจายอยู่โดยทั่วไป การศึกษาต่อมาพบว่าหอยกินใบไม้ที่ร่วงเป็นอาหาร ส่วนปู ก้ามดาบ กินหอยและลูกปลา” ข้อมูลนี้ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับ
 1. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 2. แหล่งที่อยู่อาศัย
 3. ระบบนิเวศ
 4. โซ่ออาหาร
18. ผู้ผลิตนอกจากจะมีความสำคัญต่อผู้บริโภคในเชิงของอาหารแล้ว ผู้ผลิตยังมีบทบาทสำคัญอย่างไร
 1. ในการหมุนเวียนของแก๊สออกซิเจนกลับสู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจ
 2. ในการหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจ
 3. ในการหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 4. ในการหมุนเวียนของแก๊สออกซิเจนกลับสู่วัฏจักรใหม่ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
19. การเพิ่มปริมาณการใช้น้ำมันเป็นพลังงานของโลกปัจจุบัน มีผลกระทบอย่างไร
 1. การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นทุกแห่งเพื่อเพิ่มพลังงาน
 2. อุณหภูมิพื้นผิวโลกเพิ่มขึ้น
 3. ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น
 4. สัดส่วนของบริเวณที่เป็นทะเลทรายเพิ่มมากขึ้น
20. ความสัมพันธ์ระหว่างแอนิโมนีที่เกาะติดบนเปลือกปูเสฉวนและความสัมพันธ์ระหว่างนกเอี้ยงกับควาย ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 คู่นี้ เรียกว่าอะไร
 1. ภาวะมีปรสิตและการได้ประโยชน์ร่วมกันตามลำดับ
 2. ภาวะต้องพึ่งพา และภาวะการเกื้อกูลตามลำดับ
 3. ทั้ง 2 คู่ เป็นการได้ประโยชน์ร่วมกัน
 4. ทั้ง 2 คู่ เป็นภาวะมีการเกื้อกูล