

การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิต และประชากร

รูปแบบการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิต

1. การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือการกินกันระหว่างสิ่งมีชีวิต

การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือการกินกันระหว่างสิ่งมีชีวิต มี 2 ลักษณะ

- 1) โซ่อาหาร (Food chain)
- 2) สายใยอาหาร (Food web)

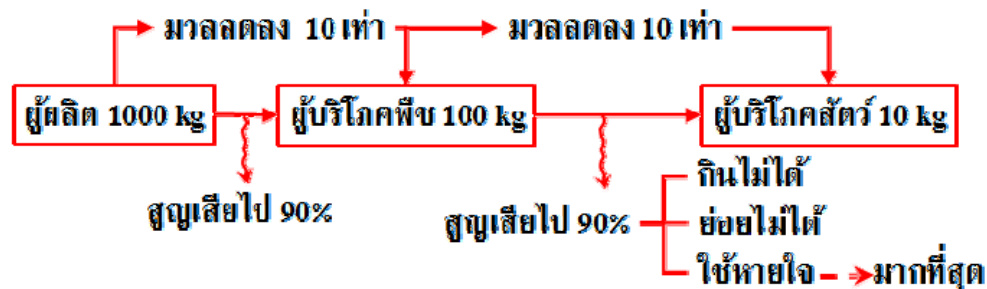
ตารางเปรียบเทียบระหว่างโซ่อาหารกับสายใยอาหาร

สิ่งเปรียบเทียบ	โซ่อาหาร	สายใยอาหาร
1. ทิศทางการกิน	กินกันทางเดียวไม่เกิน 4-5 ขั้นตอน เพราะว่ายิ่งกินกันหลายขั้นตอนมาก ขึ้นเพียงใด อัตราการสูญเสีย พลังงานมากยิ่งขึ้นเพียงนั้น ↓ Open chain หญ้าทะเล → พะยูน → คน สาหร่าย → ไก่ → ฝรั่ง นกอินทรี ← ปลาจาระเม็ด	กินกันหลายทิศทางโดยเกิดจากหลายๆ โซ่อาหาร เชื่อมโยงกันคล้ายใยแมงมุม ↓ Closed chain (Complex food chains) นกอินทรี ← ปลาจาระเม็ด ← ดาวทะเล ← หอย ← สาหร่าย ← ใต้น้ำตาล ← ปลาจาระเม็ด ← ปลาจาระเม็ด ← ปลาจาระเม็ด ← ปลาจาระเม็ด
2. ระดับความซับซ้อน	ต่ำกว่า	มากกว่า
3. ระดับความสมดุล ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต	ต่ำกว่า	สูงกว่า
4. ลักษณะการกินกันในธรรมชาติ	เกิดน้อยกว่า	เกิดมากกว่า

2. อัตราการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหาร

การถ่ายทอดพลังงานในรูปเนื้อเยื่อจากสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นอาหารชั้นหนึ่งไปยังชั้นถัดไปจะเป็นไปตามกฎ 10 เปอร์เซ็นต์ (ten percent law) ซึ่งมีใจความสาระสำคัญ คือ

ปริมาณพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นอาหารชั้นสูง จะมีน้อยกว่าปริมาณพลังงานศักย์ที่สะสมในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตลำดับชั้นอาหารชั้นต่ำกว่าที่ลดลงมาอยู่ 10 เท่า



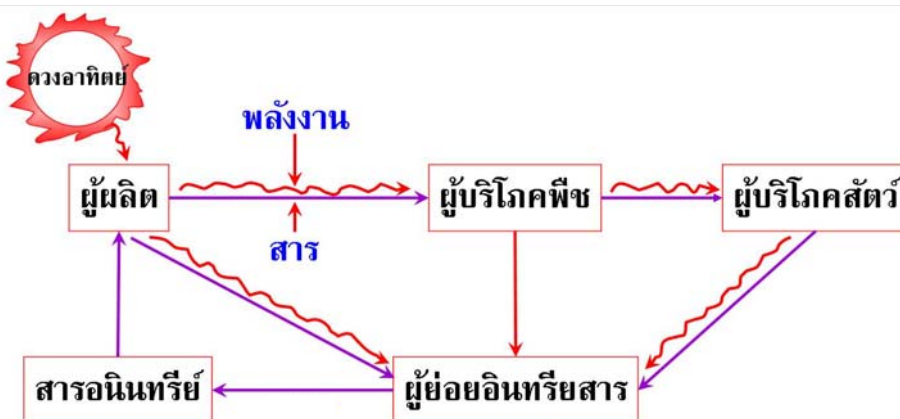
ข้อสรุป

1. โซ่อาหารยิ่งสั้น ประสิทธิภาพการถ่ายทอดพลังงานยิ่งสูงขึ้น โซ่อาหารยิ่งยาวประสิทธิภาพการถ่ายทอดพลังงานยิ่งน้อยลง



2. การกินกันในธรรมชาติ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานไม่เกิน 4 – 5 ขั้นตอน

3. การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรของสาร

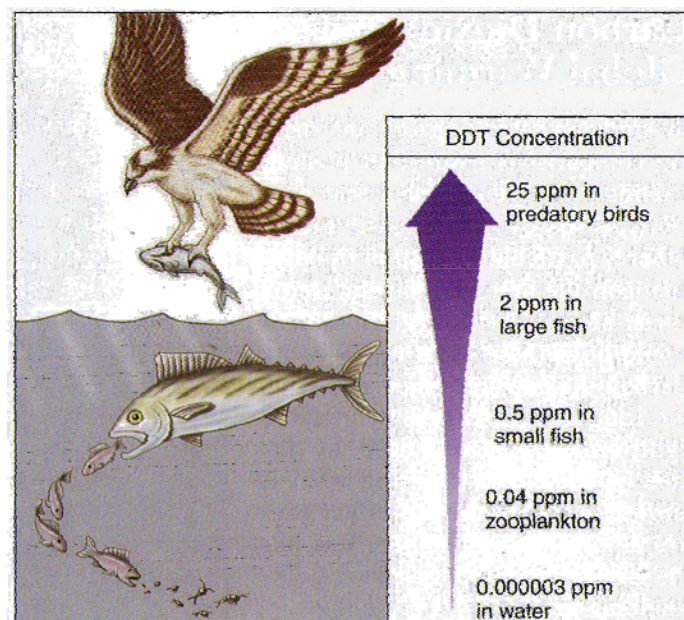
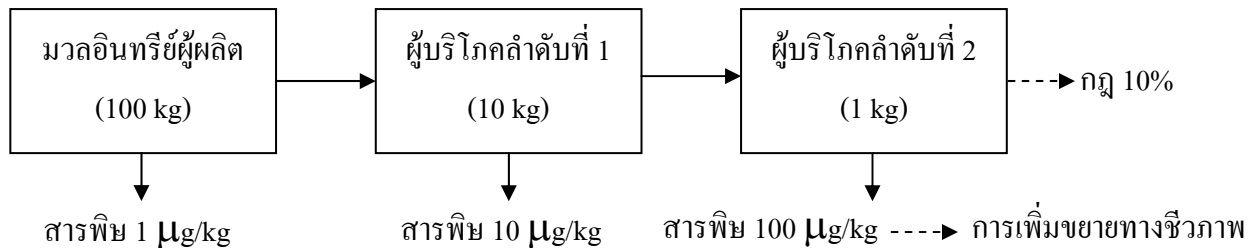


ข้อสรุป

1. ผู้รับพลังงานเป็นลำดับสุดท้าย คือผู้ย่อยอินทรีย์สาร
2. การถ่ายทอดพลังงานเกิดทิศทางเดียว (Unidirection) ไม่เป็นวงจรหรือไม่เป็นวัฏจักร แต่การถ่ายทอดจะเป็นวัฏจักร (Cyclic)

อัตราการถ่ายทอดสารพิษที่ไม่ถูกย่อยสลายในโซ่อาหาร

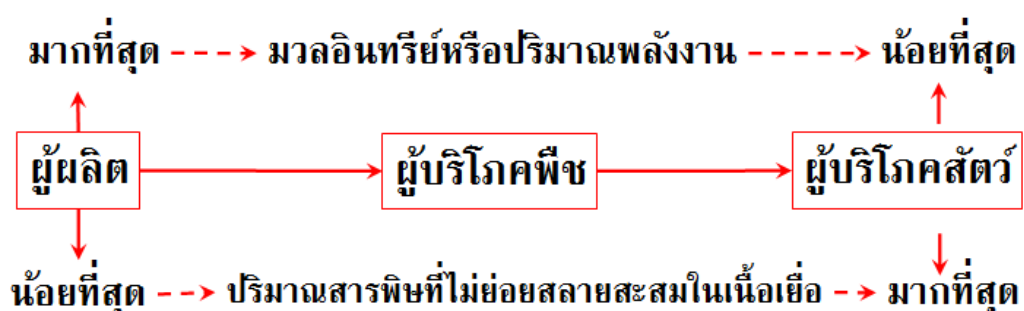
○ สารพิษที่ไม่ถูกย่อยสลาย เช่น โลหะหนัก ได้แก่ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม หรือยาฆ่าแมลงบางชนิดที่สลายตัวยาก เช่น DDT เมื่อเกิดปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจะถูกถ่ายทอดและสะสมในโซ่อาหารเป็นแบบการเพิ่มขยายทางชีวภาพ (Biomagnification) โดยสิ่งมีชีวิตในลำดับท้ายจะเกิดการสะสมเป็นพิษเหล่านี้เป็นทวีคูณ ดังแผนภาพ



Biological magnification of DDT.

เปรียบเทียบการถ่ายทอดพลังงานและสารพิษที่ไม่ถูกย่อยสลาย

ปริมาณพลังงานศักย์ที่สะสมในรูปเนื้อเยื่อ จะลดน้อยลงตามลำดับขั้นการบริโภคขึ้นตอนละ 10% แต่ปริมาณสารพิษที่ไม่ถูกย่อย เช่น DDT และโลหะหนักปริมาณเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณตามลำดับ การบริโภคที่สูงขึ้น (Biomagnification) ดังแผนภูมิ



ความหมายความหนาแน่นของประชากร

ประชากร (Population)

ประชากร (Population) หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (single species) อาศัยและแพร่พันธุ์อยู่ในสถานที่เดียวกัน (same habitat) ในช่วงเวลาหนึ่ง (particular time)

$$\text{ประชากร} = \text{สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน} + \text{สถานที่} + \text{เวลา}$$

1. ตัวอย่างข้อความที่แสดงความหมายของประชากรที่สมบูรณ์ เช่น
 1. ประชากรค้างคาวในถ้ำจอมพล จ. ราชบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2549
 2. ประชากรต้นสักที่ จ. แพร่ เมื่อปีที่แล้วมีจำนวนลดลง
 3. ประชากรหนูที่ท้องนา จ. ปทุมธานี เมื่อปี พ.ศ. 2549
 4. ประชากรต้นกุหลาบที่สวนสามพราน จ. นครปฐม เมื่อเดือนที่แล้ว
 5. ประชากรคนกรุงเทพฯ เมื่อปี พ.ศ. 2545 มีจำนวน 8 ล้านคน



FIGURE 23.1
Life takes place in populations. This population of gannets is subject to the rigorous effects of reproductive strategy, competition, predation, and other limiting factors.

2. ตัวอย่างข้อความที่แสดงความหมายของประชากรอย่างไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้องในทางชีววิทยา เช่น
 1. ประชากร โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร (ความว่า “ประชากร โรงเรียน” นั้น ไม่ถูกต้อง เพราะโรงเรียนไม่ใช่สิ่งมีชีวิต)
 2. ประชากร ต้นลิ้นจี่ (คำว่า “ต้นลิ้นจี่” เป็นประชากรได้ เพราะต้นลิ้นจี่เป็นสิ่งมีชีวิต แต่คำว่า “ประชากรลิ้นจี่” ยังแสดงความหมายของประชากร ไม่ถูกต้องนัก เพราะไม่ได้ระบุสถานที่และเวลาที่แน่นอน)
 3. ประชากร ป่าไม้ภาคเหนือ เมื่อปีที่แล้ว มีจำนวนลดลง (คำว่า “ประชากรต้นไม้” ไม่ได้ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตให้เด่นชัดว่าเป็นป่าสักหรือป่าไม้ชนิดใด ดังนั้นจึงไม่ถูกต้อง แม้ว่าจะระบุสถานที่และเวลาที่แน่นอนแล้วก็ตาม)

1. ความหมายความหนาแน่นของประชากร

ความหนาแน่นของประชากร คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนประชากรทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่งกับพื้นที่หรือปริมาตรที่ประชากรเหล่านั้นอาศัยอยู่

$$\text{ความหนาแน่นของประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่นับได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนพื้นที่หรือปริมาตร}}$$

หน่วยของความหนาแน่น ใช้หน่วยจำนวน(ต้นหรือตัว)/หน่วยพื้นที่หรือปริมาตร

1. ใช้หน่วยพื้นที่ถ้าประชากรอยู่บนพื้นดิน หรือผิวน้ำ เช่น ประชากรหญ้า ต้นสัก เสือ กวาง วัว ควาย ฯลฯ (อยู่บนพื้นดิน) หรือประชากร ผักตบชวา จอก แหน ฯลฯ (อยู่ผิวน้ำ)
2. ใช้หน่วยปริมาตร ถ้าประชากรอยู่ในน้ำ เช่น ประชากร กุ้ง ประชากร ปลา หรือประชากร แบคทีเรีย ฯลฯ ที่อยู่ในน้ำ

การหาความหนาแน่นของประชากรที่แท้จริง กระทำได้หลายวิธี เช่น

1. การนับจำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งหมด (Total count) เป็นวิธีหาความหนาแน่นของประชากรที่มีอยู่ทั้งหมดในพื้นที่หนึ่ง เช่น การหาความหนาแน่นของพืชขนาดใหญ่ในพื้นที่ไม่กว้างนัก สัตว์ขนาดใหญ่ที่เชื่องหรือประชากรมนุษย์โดยวิธีสำมะโนประชากร

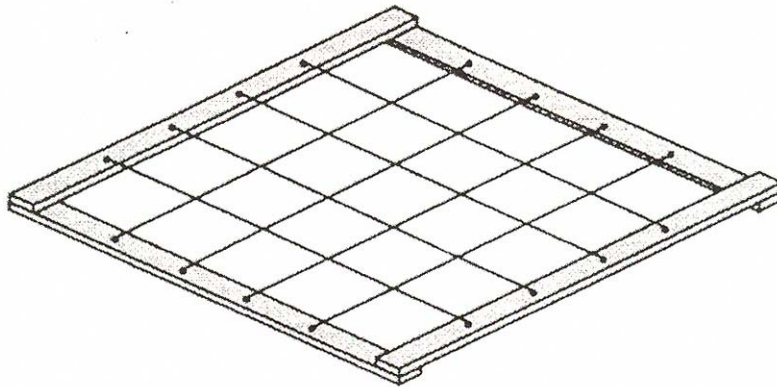
2. การสุ่มตัวอย่าง (Sampling method) เป็นวิธีการหาความหนาแน่นประชากรในพื้นที่หนึ่งๆ โดยเก็บตัวอย่างมาแบบสุ่ม (random) แล้วนับตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อยจากประชากรทั้งหมดจากตัวอย่างที่สุ่มมาได้ เราสามารถใช้คำนวณหาความหนาแน่นของประชากรทั้งหมดได้ วิธีเก็บตัวอย่างแบบสุ่มที่นิยมใช้ มี 2 วิธี คือ

2.1 การใช้ควอดเรต (Quadrat) หรือการสุ่มตัวอย่างแบบวางแปลน (Quadrat sampling method)

ควอดเรต คือพื้นที่ที่จะทำการเก็บตัวอย่าง นิยมทำเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เก็บตัวอย่างมาจากหลายๆ ควอดเรต แล้วนับจำนวนทั้งหมด ค่าความหนาแน่นที่ได้จะถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับ

1. ทราบพื้นที่แน่นอนของควอแดรท
2. นับจำนวนทั้งหมดในแต่ละควอแดรทได้ถูกต้อง
3. ตัวอย่างที่เก็บมาต้องเป็นตัวแทนที่แท้จริงของประชากรในพื้นที่นั้นทั้งหมด ซึ่งกระทำได้โดยการเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม

ควอแดรทเป็นวิธีหาความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับประชากรที่ค่อนข้างอยู่กับที่ เช่น พืช
เพรียงหิน



กรอบนับประชากร

ตัวอย่าง ถ้าเก็บตัวอย่างประชากรต้นหญ้าละอองจากตัวอย่าง 45 ควอแดรท จำนวนทั้งหมดที่นับได้เท่ากับ

$$60 \text{ ต้น} \quad \text{ดังนั้น ต้น/ควอแดรท} = \frac{60}{45} = 1.33 \quad \text{ถ้าพื้นที่ของควอแดรทเท่ากับ } 0.05 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ความหนาแน่นของประชากรจะเป็น } \frac{1.33}{0.05} = 26.6 \text{ ต้น/ตารางเมตร} \quad \text{ดังนั้นความหนาแน่นเฉลี่ยต่อ}$$

$$\text{หน่วยพื้นที่ของประชากรต้นหญ้าละออง} = 26.6 \text{ ต้น/ตารางหน่วย}$$

การศึกษาหาความหนาแน่นของประชากรพืช

มักจะสุ่มตัวอย่างโดยวิธีนี้เป็นส่วนใหญ่

2.2 การทำเครื่องหมายติดปลอกยี่ห้อแล้วจับใหม่ หรือการทำเครื่องหมายและจับซ้ำ (Marking recapture method) วิธีนี้นิยมใช้กับสัตว์ โดยสุ่มตัวอย่างสัตว์มาแล้วนำมาติดเครื่องหมายทั้งหมดจึงปล่อยออกไปยังแหล่งที่อยู่เป็นระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงสุ่มจับสัตว์ตัวอย่างมาใหม่ แล้วนำมาคำนวณหาจำนวนประชากรจากสูตร

$$\text{จำนวนประชากรทั้งหมด} = \frac{\text{จำนวนประชากรตัวอย่างที่จับได้} \times \text{จำนวนประชากรติดเครื่องหมายทั้งหมด}}{\text{จำนวนประชากรติดเครื่องหมายที่จับได้}}$$

การหาจำนวนประชากรวิธีนี้มีข้อระวังคือ

1. ระยะห่างระหว่างการวัดจำนวนประชากรครั้งแรก และครั้งหลังไม่ควรนานเกินไป คือ จำนวนประชากรจะต้องไม่มีการเพิ่มและลดในระหว่างช่วงเวลานั้น
2. ต้องใช้เวลาเพียงพอในการที่ประชากรสัตว์ที่ปล่อยไปกระจายตัวอย่างทั่วไปในฝูงประชากรอย่างสม่ำเสมอ

ตัวอย่าง ทำการวัดจำนวนประชากรของปลานิลในบ่อแห่งหนึ่ง โดยสุ่มตัวอย่างปลามาทำการติดเครื่องหมายจำนวน 140 ตัว แล้วปล่อยกลับลงมาในบ่อ จับใหม่อีกครั้งโดยทั้งระยะเวลาแห่งการจับครั้งแรก 3 วัน ปรากฏว่าปลาที่สุ่มขึ้นมาจำนวน 250 ตัว มีเครื่องหมายอยู่ด้วย 20 ตัว คำนวณหาจำนวนประชากรปลานิลในบ่อทั้งหมดจับได้ดังนี้

วิธีที่ 1 โดยการใชสูตร

$$\text{จำนวนประชากรทั้งหมด} = \frac{250 \times 140}{20} = 1,750 \text{ ตัว}$$

วิธีที่ 2 โดยเทียบบัญญัติไตรยางค์

ปลานิลจับได้ครั้งหลังติดเครื่องหมาย 20 ตัว จากตัวอย่างทั้งหมด 250 ตัว

$$\text{ปลานิลที่จับได้ครั้งแรกที่ติดเครื่องหมาย 140 ตัว จากปลานิลทั้งหมด} = \frac{250 \times 140}{20} = 1,750 \text{ ตัว}$$

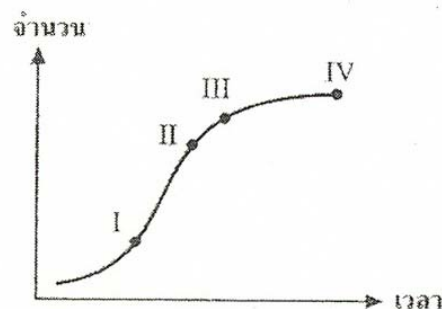
การวัดความหนาแน่นวิธีนี้ มีข้อกำหนดว่า

1. สัตว์ที่ติดเครื่องหมายและไม่มีเครื่องหมายติดต้องมีโอกาสถูกจับได้เท่าๆ กัน
2. เครื่องหมายที่ติดไว้จะต้องไม่หลุด หรือมองเห็นยาก
3. ถ้าหากประชากรที่มีการตายเกิดขึ้น สัตว์ที่ติดเครื่องหมายและไม่มีเครื่องหมายติดต้องมีโอกาสตายเท่ากัน

รูปแบบการเจริญเติบโตของประชากร และการรอดชีวิตของประชากร

รูปแบบการเติบโตของประชากรจึงปรากฏในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การเติบโตรูปตัวเอส (Sigmoid growth curve) เป็นการเติบโตของประชากร โดยมีการเพิ่มประชากรแบบลอจิสติก (Logistics growth) เป็นการเพิ่มประชากรที่ได้รับอิทธิพลจากความต้านทานของสิ่งแวดล้อม



I = อัตราการเพิ่มต่ำ

II = อัตราการเพิ่มสูงสุด โดยเพิ่มทวีคูณหรือเท่าตัว

III = อัตราการเพิ่มประชากรช้าลง

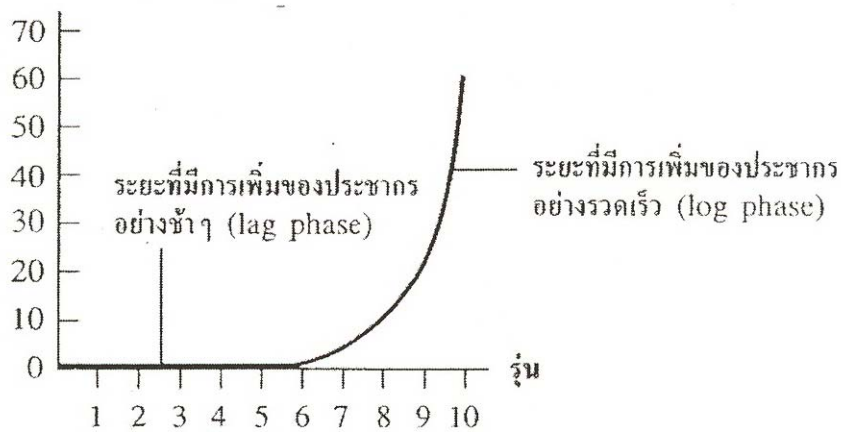
IV = อัตราการเพิ่มต่ำสุด = 0 โดยอัตราการเกิดเท่ากับอัตราการตาย

ทั้งนี้เนื่องจากมีความต้านทานของสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพล

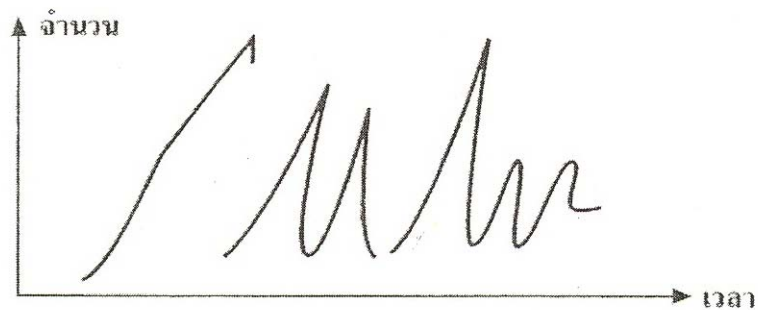
2. การเติบโตแบบรูปตัวเจ (J-curve growth form)

- เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วอย่างรวดเร็วในระยะแรก เป็นการเพิ่มจำนวนระบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential)
- แต่เมื่อถึงจุดอิ่มตัวที่ระยะหนึ่งซึ่งอาจมีตัวจำกัด ทำให้จำนวนประชากรลดลงอย่างกะทันหัน และอาจกลับเพิ่มขึ้นมาอีกจนเท่าเดิม หรือไม่เท่าเดิมแล้วลดลงอีกเช่นนี้เรื่อยไป แต่มักเกิดในระยะเวลาสั้นๆ

จำนวนประชากร (พันตัว)

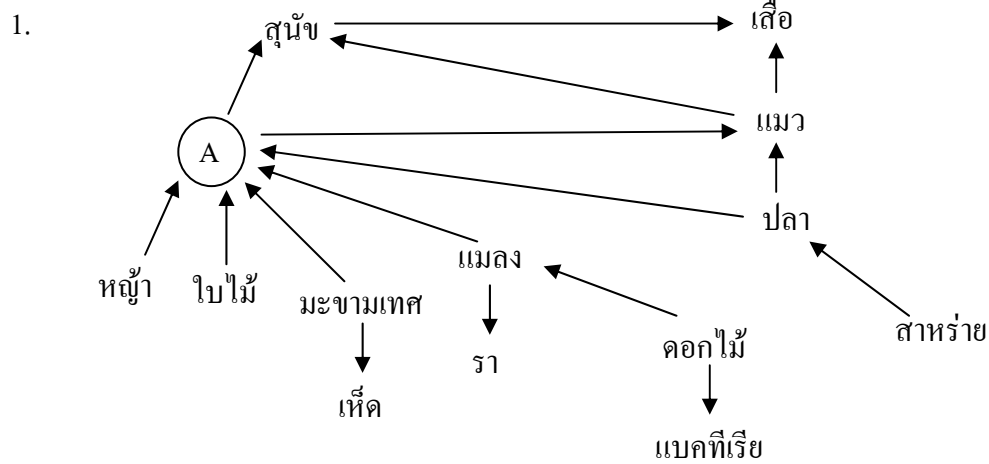


กราฟแสดงการเพิ่มจำนวนของประชากรแบบเอกซ์โพเนนเชียล



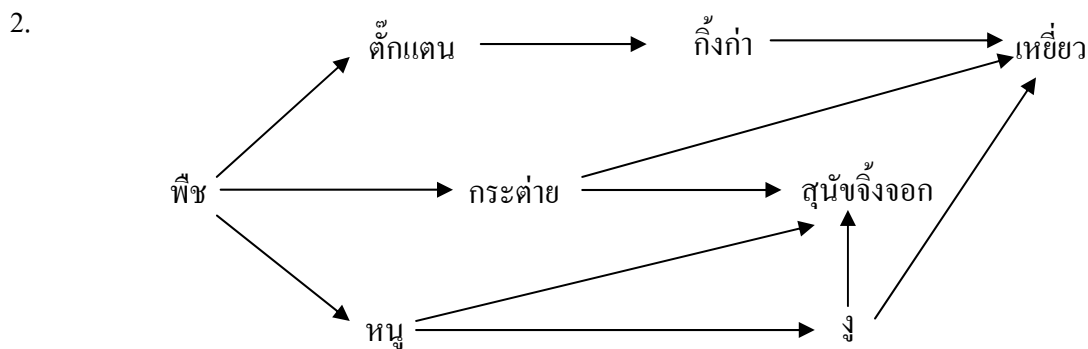
ประชากรที่มีการเพิ่มจำนวนแบบเอกซ์โพเนนเชียลมักเป็นประชากรที่สืบพันธุ์เพียงครั้งเดียว
ในวัฏจักรชีวิต และไม่มีปัจจัยจำกัด

แบบทดสอบวัดทักษะวิชาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) :
การถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตและประชากร



A อยู่ในบทบาทอะไรในสายใยอาหาร

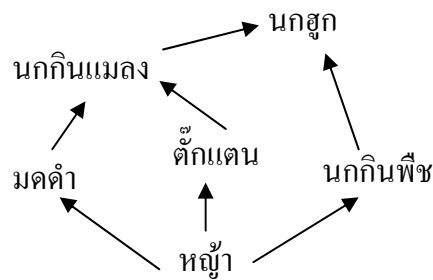
บทบาทในสายใยอาหาร
1. ผู้บริโภคลำดับที่ 2 และ 3
2. ผู้บริโภคลำดับที่ 1 และผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์
3. ผู้บริโภคพืชลำดับที่ 1 และผู้บริโภคพืชลำดับที่ 2
4. ผู้บริโภคสัตว์ลำดับที่ 1 และผู้บริโภคพืช



จำนวนของโซ่อาหารที่ปรากฏในแผนภาพ โดยแต่ละโซ่ไปสิ้นสุดที่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายมีมากที่สุด
คือโซ่อาหาร

1. 3 2. 5 3. 6 4. 7

3. จากสายใยอาหาร ถ้านกกินแมลงถูกกำจัดออกไปจะมีผลอย่างไร



ก = ประชากรของนกกินพืชเพิ่มขึ้น

ข = ประชากรนกกินพืชเพิ่มขึ้น

ค = ประชากรของมดดำ และตั๊กแตนเพิ่มขึ้น

ง = เกิดการแก่งแย่งระหว่างมดดำ ตั๊กแตน และนกกินพืช

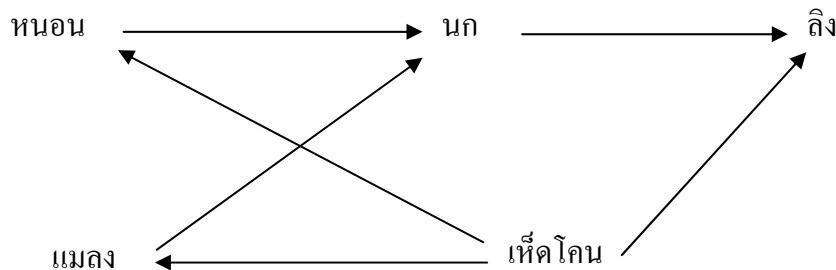
1. ก และ ข

2. ข และ ค

3. ค และ ง

4. ก และ ง

4. การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศหนึ่งที่แสดงด้วยสายใยอาหารนี้ จะดำรงอยู่อย่างยั่งยืนหรือไม่



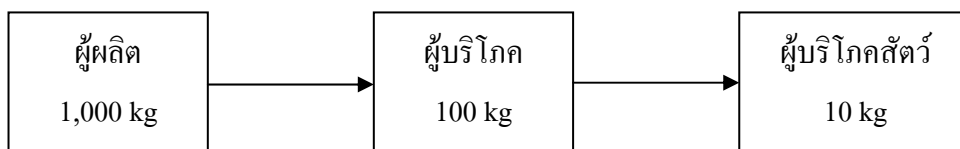
1. ไม่ได้ เพราะไม่มีผู้ผลิต ระบบนิเวศจะเสถียรสมดุลในที่สุด

2. ได้ เพราะมีผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้บริโภครวมกันที่ 1 และ 2 ครอบถ้วน

3. ไม่ได้ เพราะเห็ดถูกกินโดยสิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีผู้บริโภคมากเกินไป จะทำให้ระบบนิเวศเสถียรสมดุลในที่สุด

4. ได้ เพราะสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีอาหารกินและถูกกินด้วยสิ่งมีชีวิตอื่น เป็นการควบคุมสมดุลระบบนิเวศ

5. จากโซ่อาหารซึ่งสิ่งมีชีวิตมีมวลชีวภาพดังแผนภูมิ ถ้าสารพิษที่ไม่ถูกย่อยสลายในผู้ผลิตมี $100\mu\text{g/kg}$ สารพิษประเภทเดียวกันนี้จะพบในผู้บริโภคสัตว์เท่าไร



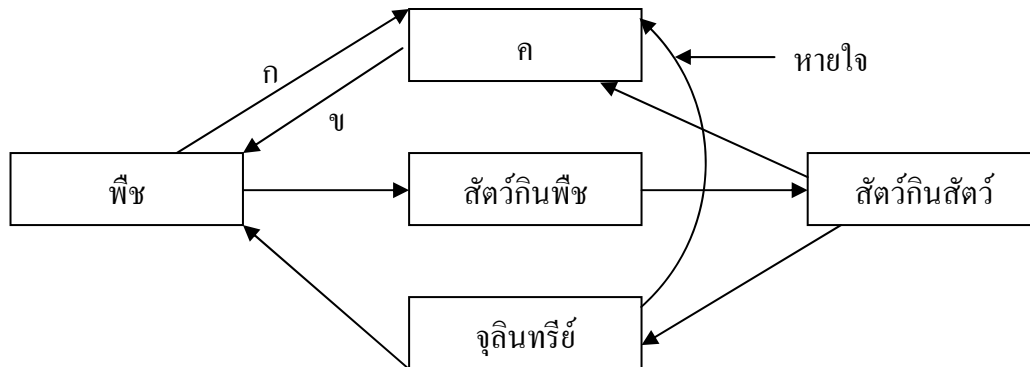
1. $1\mu\text{g/kg}$

2. $10\mu\text{g/kg}$

3. $1,000\mu\text{g/kg}$

4. $10,000\mu\text{g/kg}$

6. จากแผนภาพแสดงการหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศ ก ข ค กืออะไร



ข้อ	ก	ข	ค
1.	การสังเคราะห์ด้วยแสง	การหายใจ	คาร์บอนไดออกไซด์
2.	การหายใจ	การสังเคราะห์ด้วยแสง	คาร์บอนไดออกไซด์
3.	การสังเคราะห์ด้วยแสง	การหายใจ	ออกซิเจน
4.	การหายใจ	การสังเคราะห์ด้วยแสง	ออกซิเจน

7. เมื่อนำกบจำนวน 10 คู่ มาทดลองผสมพันธุ์แล้วนับจำนวนตัวอ่อนได้ผลดังตารางข้างล่างนี้

	จำนวนไข่	จำนวนตัวอ่อนที่ฟักเป็นตัว
การผสมครั้งที่ 1	2,000	1,500
การผสมครั้งที่ 2	1,000	900
การผสมครั้งที่ 3	1,800	1,500
รวม	5,430	3,900

ข้อมูลดังกล่าวจะแสดงปรากฏการณ์ใดได้

1. ความหนาแน่นของประชากร
2. อัตราการเกิดของประชากร
3. อัตราการตายของประชากร
4. growth curve

8. ข้อมูลใดถูกต้อง

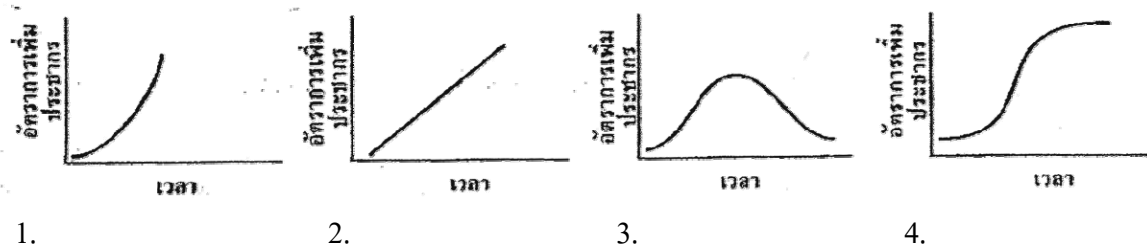
ก = การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก จะได้กราฟแบบซิกมอยด์

ข = ระยะที่มีการเพิ่มของประชากรอย่างรวดเร็วในการเพิ่มแบบลอจิสติกและเอ็กซ์โพเนนเชียล
จะมีอัตราการเพิ่มเท่ากันเสมอ

ค = การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก มีผลเนื่องมาจากมีปัจจัยจำกัดทางสิ่งแวดล้อม

1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ก และ ค
4. ก, ข และ ค

9. ในการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก มีผลเนื่องจากมีปัจจัยจำกัดทางสิ่งแวดล้อมตรงกับกราฟใด

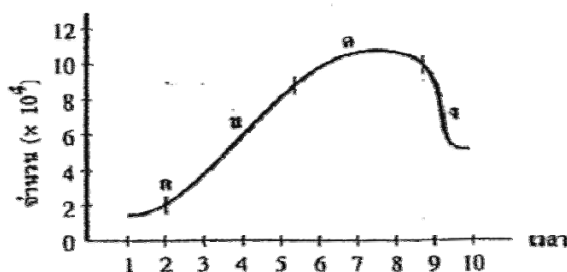


10. จงศึกษาดารานี้ ซึ่งแสดงถึงจำนวนประชากรหนูในเขตท้องที่ 3 แห่ง แล้วตอบคำถาม ผู้ทำการสำรวจประชากรหนูพบว่า ท้องที่หมายเลข 1 มีความหนาแน่นของประชากรหนูน้อยกว่าในเขตอื่นๆ แสดงว่าเขต 1 มี

ท้องที่	จำนวนประชากรหนู (ตัว)
1	3,200
2	2,800
3	7,800

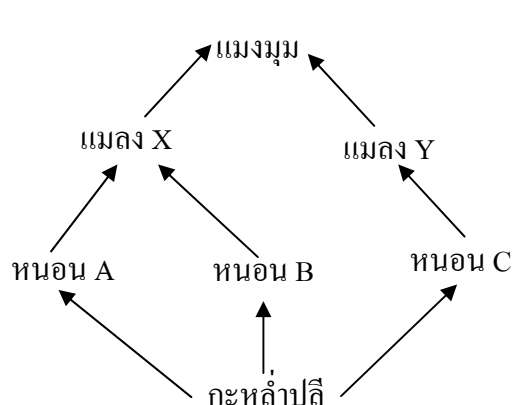
- พื้นที่เท่ากับเขต 2 และ 3
- พื้นที่มากกว่าเขต 2
- พื้นที่เท่ากับเขต 2
- พื้นที่น้อยกว่าเขต 2 และ 3

11. จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ช่วงใดมีอัตราการเพิ่มประชากร



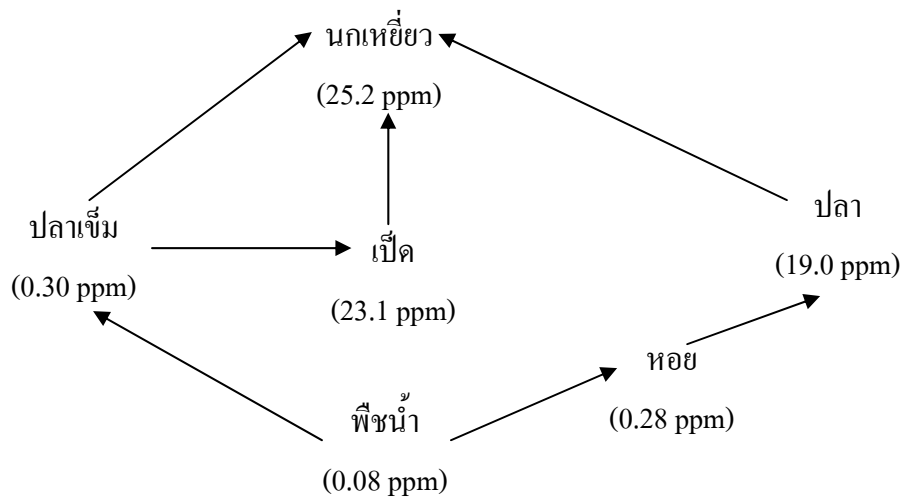
- ก และ ข
- ข และ ค
- ค และ ง
- ค และ ข

12. จาก food web ในสวนผักแห่งหนึ่ง ถ้าแมลง X ถูกกำจัดออกไป จะมีผลกระทบอย่างไร



- ประชากรของหนอน A และ B ลดลง
 - ประชากรของหนอน A และ B เพิ่มขึ้น
 - ประชากรของหนอน C เพิ่มขึ้น
 - เกิดการแก่งแย่งระหว่างประชากรของหนอน A, B และ C
- ก และ ข
 - ก และ ง
 - ข และ ค
 - ข และ ง

13.



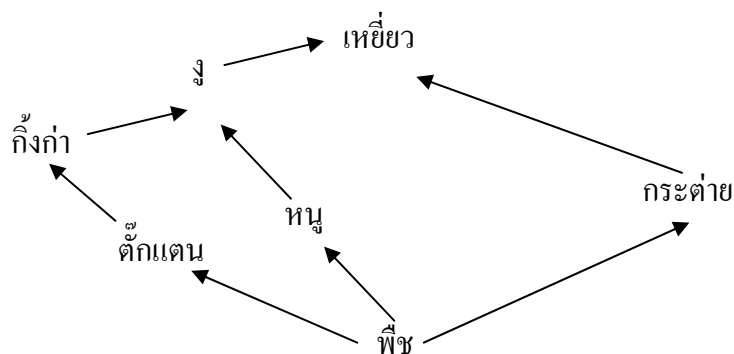
จากสายใยอาหารที่แสดงปริมาณความเข้มข้น DDT ข้อสรุปข้อใดถูกต้อง

1. สัตว์สะสม DDT ได้มากกว่าพืชเนื่องจากไม่มีระบบกำจัด DDT
2. สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคอันดับ 2 และ 3 มีปริมาณ DDT เพิ่มขึ้น
3. DDT ไม่ค่อยพบในพืชเนื่องจากแพร่เข้าสู่พืชได้น้อย
4. ปลาเข็มและหอยมีปริมาณ DDT น้อย เนื่องจากร่างกายสามารถกำจัดออกได้

14. แพลงตอนพืชและสาหร่ายรวมกันมีน้ำหนัก 400 กิโลกรัม ในสระที่มีความจุ 10,000 ลิตร จะพบปลานิลมีน้ำหนักเท่าใดในปริมาณน้ำ 10 ลิตร

1. 40 กรัม
2. 40 กิโลกรัม
3. 10 กิโลกรัม
4. 10 กรัม

15.



ข้อสรุปในข้อใดเป็นจริง

ข้อ	ความสัมพันธ์ระหว่าง หนูกับกระต่าย	ปริมาณชีวมวล น้อยที่สุด	จำนวนน้อยที่สุด
1.	Parasitism	งู	กิ้งก่า
2.	Mutualism	ตั๊กแตน	งู
3.	Predation	กิ้งก่า	หนู
4.	Competition	เหยี่ยว	เหยี่ยว