

สิ่งมีชีวิตกับสภาวะแวดล้อม

นิเวศวิทยาและระบบนิเวศ

- นิเวศวิทยา (Ecology) คือ วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และ สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ประกอบกันเป็นแหล่งที่อยู่แหล่งใดแหล่งหนึ่ง
- ระดับความสัมพันธ์ (การอยู่ร่วมกัน) ของสิ่งมีชีวิต มี 3 ระดับ คือ
 1. ระดับประชากร (Population) หมายถึง การอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวในสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง -ในธรรมชาติเราจะไม่พบสิ่งมีชีวิตตัวใดตัวหนึ่ง (organism) ซึ่งอยู่เพียงตัวเดียวโดยไม่สัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรือเรียกว่า ระดับสิ่งมีชีวิตตัวใดตัวหนึ่ง (organism)
 2. ระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิต (community) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด (หลาย ๆ population) ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหนึ่ง
 3. ระดับระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง ระบบที่รวมความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ กลุ่ม หลาย ๆ ชนิด และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตในบริเวณหนึ่งทำให้เกิดการหมุนเวียนของสสารและพลังงานเป็นวงจรหรือเป็นวัฏจักร
- ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง หน่วยของความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ กลุ่ม ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่แหล่งใดแหล่งหนึ่ง และความเกี่ยวข้องของสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่อยู่นั้น
- ระดับความสัมพันธ์ และการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต

organism → population → communities ↘

→ ecosystem → biomes → biosphere

environment (กายภาพ + ชีวภาพ) ↗
- ชีวภูมิภาค (Biomes) หมายถึง บริเวณ หรือ สถานที่ใดสถานที่หนึ่งที่ประกอบด้วยระบบนิเวศหลาย ๆ ระบบ นิเวศมาสัมพันธ์กัน
- โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere) หมายถึง ชีวภูมิภาคหลาย ๆ แบบที่มาประกอบกันเข้าเป็นระบบเดียวกัน ซึ่งรวมความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทุก ๆ ชนิดในโลก (ถือเป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด)
- ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความเกี่ยวโยงพึ่งพากัน หรือ การส่งผลต่อกันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งหลายอยู่รอดได้ ชีวิตหนึ่งจะอยู่ได้ก็ต่อเมื่อมีสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และองค์ประกอบอื่น ๆ อยู่ด้วย
- สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) หมายถึงองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในสภาพแวดล้อมซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

- สภาพแวดล้อมทางกายภาพนับว่ามีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต

องค์ประกอบของระบบนิเวศ ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

- **สิ่งมีชีวิต (living)** หรือหมายถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนั้น ๆ เรียกว่า Community
1. **ผู้ผลิต (Producer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง (autotrophs) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ คือ นำพลังงานแสงจากนอกโลกเข้าสู่ระบบนิเวศ และเป็นจุดเริ่มต้นของพลังงานที่จะถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ (ผู้ผลิตมีหน้าที่เปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์) ได้แก่ พืชต่าง ๆ สาหร่าย แบคทีเรียบางชนิด
 2. **ผู้บริโภค (Consumer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องบริโภคสิ่งอื่นเป็นอาหาร ได้แก่ สัตว์ต่าง ๆ และพวก Zooplankton (พวกสัตว์เล็ก ๆ เช่น ไรน้ำ ลูกกุ้ง ลูกปู และสัตว์ทะเลเล็ก ๆ)

จำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. สัตว์กินพืช (Herbivore)
 2. สัตว์กินสัตว์ (Carnivore)
 3. สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) เช่น นกเป็ดน้ำ ปลานิล ไก่ นก แมว คน ฯลฯ
 4. ผู้บริโภคซากอินทรีย์ (Scavenger หรือ Detritivore) เช่น นกแร้ง ปลวก กิ้งกือ ไส้เดือนดิน แมลงสาบ ฯลฯ
- ☒ พืชบางชนิด เช่น ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง สาหร่ายข้าวเหนียว กาบหอยแครง มีใบเปลี่ยนโครงสร้างไปเป็นกับดัก ดักจับแมลง แต่เนื่องจากสามารถสร้างอาหารได้เองโดยการสังเคราะห์แสง จึงจัดได้ว่าเป็นผู้ผลิต (producer) หรือ จัดได้ว่าเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค
3. **ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร (Decomposer)** หรือ **ผู้แปรสภาพสาร (Transformer)** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่จะได้อาหารจากการย่อยสลายซากพืช และซากสัตว์ (สารอินทรีย์) ให้กลายเป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม (ถือได้ว่าเป็นตัวเชื่อมโยงการหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศระหว่างโครงสร้างทางชีวภาพ (สิ่งมีชีวิต) และโครงสร้างทางกายภาพ (สิ่งไม่มีชีวิต) ได้แก่ เห็ด รา และแบคทีเรีย

- **สิ่งที่ไม่มีชีวิต (nonliving)**

หมายเหตุ

☒ มีปัญหาเร่งด่วนเกี่ยวกับการอนุรักษ์แหล่งน้ำจืด คือ ... การรวบรวมข้อมูลพื้นที่เกี่ยวกับพันธุ์พืชและสัตว์ที่มีอยู่ รวมทั้งความสำคัญของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมต่อการดำรงอยู่สิ่งมีชีวิตนั้น

☒ มีข้อสังเกตพบว่า ปริมาณของปลาพื้นเมืองที่เคยอุดมสมบูรณ์ลดปริมาณลง ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ คือ การจับปลามากเกินไป ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ

☒ ควรมีนโยบายศึกษา และการแก้ไขปัญหาเหล่านี้อย่างเร่งด่วน และ ควรแพร่ขยายพันธุ์สัตว์น้ำชนิดใหม่ซึ่งแพร่พันธุ์ได้เร็ว เช่น ปลานิล ซึ่งเป็นมาตรการเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำสำหรับบริโภค ข้อมูลพื้นฐานทางด้านระบบนิเวศนั้นมีความสำคัญอย่างมากที่จะนำมาใช้ในการวางแผนจัดการแหล่งน้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ระยะยาวและการอนุรักษ์

ระบบนิเวศแบบต่าง ๆ

ระบบนิเวศทางทะเล เป็นที่อยู่อาศัยแบบต่าง ๆ เช่น บริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำ (น้ำกร่อย) ป่าชายเลน แนวปะการัง หาดหิน หาดทราย ทะเลเปิด พื้นทะเล ทะเลลึกเป็นไหล่ทวีป

- ระบบนิเวศหาดหิน ประกอบด้วย ชายฝั่งทะเลซึ่งมีทั้งหาดทรายและหาดหิน มีน้ำทะเลซัดสาดขึ้นมาตลอด พื้นผิวจึงเปียกและแห้งสลับกัน ในช่วงวันหนึ่ง ๆ ที่เป็นเวลาน้ำขึ้น น้ำลง อุณหภูมิของบริเวณดังกล่าวแตกต่างกัน

✍ สัตว์ที่อยู่ในบริเวณนี้ ได้แก่ ปู กุ้ง หอย และ Echinoderm

✍ ปัจจุบัน การพัฒนาการท่องเที่ยว ทำให้มีการขยายตัวของชุมชนตามบริเวณหาดต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ซึ่งนับว่ามีผลกระทบต่อเต่าทะเล เพราะรบกวนแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล ทั้งสิ่งปฏิกูลลงสู่ทะเล ซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณดังกล่าว

- ระบบนิเวศแนวปะการัง อาจเรียกว่าเป็นป่าหรืออุทยานใต้ทะเล เป็นที่อยู่อาศัย แหล่งอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เป็นแหล่งที่ให้ความอุดมสมบูรณ์ด้านอาหาร เป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและผลผลิตสูงมากในทะเล ใช้เป็นแหล่งสันถนาการในการท่องเที่ยว เช่น แนวปะการังขนาดเล็กบริเวณน้ำตื้นที่เกาะสมุย แนวปะการังขนาดใหญ่ (อยู่ลึกกว่า 30 เมตร) ที่บริเวณเกาะสุรินทร์ เกาะสิมิลันต์ (ในทะเลอันดามันมีมาก)

✍ สาเหตุที่ทำให้แนวปะการังถูกทำลาย

- 1.การทำลายแนวปะการัง โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การระเบิดปลา การจับสัตว์น้ำมากเกินไป
- 2.การใช้ประโยชน์ในด้านการท่องเที่ยวอย่างไม่ถูกวิธี หรือมากเกินไป
- 3.ปัญหามลภาวะบริเวณชายฝั่ง เช่น ตะกอน ความเสื่อมโทรมของแนวปะการังอันเกิดจากการระบาดของ

ปลาดาวหนาม

✍ ควรหาทางแก้ไข เช่น ป้องกันการทำลายแนวปะการัง ทำแผนแสดงแนวเขตให้ชัดเจน จัดทำแนวปะการังเทียม ศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนปะการังในระยะยาว หรือ อาจวางทุ่นรอบ ๆ แนวปะการัง เพื่อป้องกันคนเข้าไปรบกวนหรือทำลาย (สัตว์น้ำขนาดเล็ก ๆ ขาดที่อยู่อาศัย) ไม่ทิ้งถุงพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำ

- ระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศน้ำกร่อย มีสภาพแวดล้อมที่ต่างจากป่าบกหลายอย่าง เช่น สภาพดิน (ดินเลน เกิดจากการทับถมของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ) pH ความสมบูรณ์ของดิน (N,P,K) ระดับน้ำทะเลในช่วงต่าง ๆ ของแต่ละวันจะแตกต่างกัน จึงต้องปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงวัน

✍ กลุ่มพืชในป่าชายเลน เช่น แสม โกงกาง ลำพู ลำแพน มีรากแบบค้ำจุน ช่วยในการพยุงลำต้น มีรากหายใจ โพล์พื้นดิน ใบมีลักษณะอวบน้ำ ผลของพืชมีเมล็ดซึ่งงอกได้ตั้งแต่ออยู่บนต้นแม่ เจริญได้ดีในที่เมื่อหล่นลงสู่พื้นชายเลน ผลยาวเรียวยาวเสียบลงไปในเลนได้ และงอกได้

✍ จัดได้ว่าเป็นบริเวณที่มีผลผลิตทางชีวภาพสูง มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งเลี้ยงตัวอ่อนของสัตว์น้ำ สำคัญต่อระบบนิเวศในทะเลมากที่สุด (อยู่ภายใต้การดูแลของกรมป่าไม้)

✍ ไม้ต่าง ๆ เช่น โกงกาง ใช้เป็นเชื้อเพลิง เป็นฉากกำบังลม ป้องกันการทำลายชายฝั่ง รากช่วยกรองสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในน้ำ ลดความเน่าเสียของน้ำ เป็นสถานที่ศึกษาหาความรู้และพักผ่อนหย่อนใจ

- ☒ สาเหตุของการสูญเสียน้ำจากพืช (2532 เหลือ 1 ล้านไร่ จาก 2504 มี 2 ล้านไร่)
 - การนุกรุกพื้นที่ป่า เพื่อตัดไม้ทำฟืนและถ่าน ซึ่งเกินกำลังของป่าจะรับหรือปรับสภาพทัน
 - การนุกรุกและเปลี่ยนสภาพป่าไปเป็นนาทุ่ง เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และทำนาเกลือ
 - การขยายพื้นที่เมือง ชุมชนอุตสาหกรรมเพื่อตั้งโรงงาน สร้างท่าเรือ เป็นที่อยู่อาศัย บางแห่งทำถนนตัดผ่านเนื้อที่ป่า ทำให้ป่าเสื่อมโทรมหมดสภาพ
 - การทำเหมืองแร่ในป่าชายเลน และสร้างเขื่อน

☒ แนวคิดในการรักษาป่าชายเลน

- ควรมีการวางมาตรการสงวน และคุ้มครองป่าชายเลนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ มีแผนการใช้ทรัพยากรบริเวณชายฝั่ง โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ประกอบกับคำนึงถึงหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรควบคู่ไปด้วย

ระบบนิเวศป่าไม้ เป็นแหล่งรวมพันธุ์ และสัตว์ป่าต่าง ๆ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ช่วยควบคุมอุณหภูมิจากอากาศ ออกซิเจน และใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยให้ฝนตกตามฤดูกาลและกักเก็บน้ำ ช่วยลดความรุนแรงของน้ำป่าและการพังทลายของหน้าดิน ช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวดินและอากาศ เป็นแหล่งสะสมปุ๋ยธรรมชาติ

- ☒ เนื้อที่ป่าของประเทศไทย (2532) มีประมาณ 1.5 แสน ตารางกิโลเมตร

ข้อควรทราบเพิ่มเติม

- ป่าสนเขา เป็นระบบนิเวศที่มีต้นสน 2 ใบ สน 3 ใบ พลวง มักจะขึ้นอยู่ในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ น้ำมันจากไม้สนเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี จึงต้องมีการป้องกันไฟอย่างรัดกุมและเข้มงวด
- ป่าพลู หรือ ป่าบึงน้ำจืด เป็นระบบนิเวศที่อยู่ถัดจากชายฝั่งทะเลเข้ามา มีน้ำท่วมหรือขึ้นแฉะตลอดปี ดินมักเป็นทราย หรือโคลน พันธุ์ไม้ที่พบคือ ลำโพง กะเบาไม้ กันเกรา หงอนไก่ ฯลฯ

ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งมีชีวิต

- ☒ สิ่งแวดล้อม (Environment) ถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต คือ เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาในร่างกาย การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และ การแพร่พันธุ์

- ☒ ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่อำนวยแล้ว จะมีผลไปยับยั้งกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย (สิ่งมีชีวิตต้องพยายามปรับตัวให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับตัวมัน)

- ☒ ปัจจัยที่มีผลไปจำกัดการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า ปัจจัยที่มีจำกัด (limiting factors)

การศึกษาในระบบนิเวศในธรรมชาติ ควรเข้าใจว่า

- สภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยแห่งหนึ่ง ๆ มีส่วนช่วยชี้ว่า ควรจะมีสิ่งมีชีวิตใดอาศัยอยู่บ้าง
- สถานที่แต่ละแห่งจะพบสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน เนื่องจากองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน หากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลกระทบต่อกลุ่มของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น ๆ อาจทำให้เกิดระบบนิเวศขึ้นใหม่แทนก็ได้

- สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ จึงทำให้กลุ่มสิ่งมีชีวิตต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วย
- สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างกันไป หากสามารถปรับตัวได้มาก จะพบได้แทบทุกแห่ง เช่น หญ้าแห้วหมู แมลงต่าง ๆ ฯลฯ หรือบางชนิดอยู่ได้บนสิ่งแวดล้อมที่จำกัด จะพบในบางแห่งเท่านั้น เช่น หมิวาแถบขั้วโลกเหนือ จิงโจ้ในออสเตรเลีย ฯลฯ

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมทางกายภาพกับสิ่งมีชีวิต

Abiotic factors ที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต

ปัจจัย	อิทธิพล
Physical	
อุณหภูมิ	<ul style="list-style-type: none"> ● ช่วงการแปรเปลี่ยนของอุณหภูมิตนบกมีความแปรปรวนมากกว่าในน้ำ ดังนั้น สิ่งมีชีวิตบนบก จึงมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดีกว่าอยู่ในน้ำ ● อุณหภูมิมีผลกระทบต่อสัตว์เลือดเย็น มากกว่าสัตว์เลือดอุ่น เพราะ อุณหภูมิของสัตว์เลือดเย็น แปรตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมาก ● อิทธิพลต่อขบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต Van't Hoff พบว่าอัตราของขบวนการเปลี่ยนแปลงภายในของสิ่งมีชีวิต จะเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิม 10 องศาเซลเซียส ● อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ขนาด รูปร่าง รูปพรรณสัณฐาน และทางสรีระของสิ่งมีชีวิต ● อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต ● อิทธิพลต่อการอพยพของสัตว์ ● อิทธิพลต่อการกระจายของ พืช และ สัตว์ตามบริเวณต่าง ๆ ของพื้นโลก จะเป็นตัวกำหนดชนิดของ พืช และ สัตว์ ตลอดจนการแพร่กระจายในแต่ละท้องถิ่น (เมืองหนาว,เมืองร้อน) ● อิทธิพลต่อการอยู่รอด การสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต และ การแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิต ● เป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้เกิดการแบ่งระบบนิเวศ ออกเป็นเขตต่าง ๆ ● อุณหภูมิ แปรผกผันกับ ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำ ● อิทธิพลต่อการพักตัว (dormancy) หรือจำศีล
น้ำ	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นสารที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต ● เป็นตัวกลางในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ในร่างกาย ● เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น ● มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> ● กระตุ้นกิจกรรมบางอย่างของสิ่งมีชีวิต เช่น การเคลื่อนไหว การสืบพันธุ์ ● เป็นตัวจำกัดการแพร่กระจายของพืชและสัตว์ ● มีผลต่อการปรับรูปร่างของพืช ● การปรับตัวของสัตว์ เพื่อดำรงชีวิตในความชื้นต่ำ
ดิน (soil)	<ul style="list-style-type: none"> ● ลักษณะของดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของพืชในแหล่งที่อยู่ นั้น ซึ่งมีผลสืบเนื่องมาถึงสัตว์ที่อาศัยพืชในด้านการเป็นอาหารและแหล่งที่อยู่
แสงสว่าง (Light)	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับขบวนการสังเคราะห์แสงของผู้ผลิต โดย ความเข้มแสงแปรผันตามการสังเคราะห์แสง ● กำหนดเวลาการออกหากินของสัตว์ ● เป็นปัจจัยสำคัญ ในการจำกัดฤดูผสมพันธุ์ของสัตว์บางชนิด เช่น นก กวาง ● มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืช ● มีผลต่อการกระตุ้นให้พืชออกดอก (พืชวันสั้น, พืชวันยาว) ● มีผลต่อปริมาณ ชนิด และ ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ถ้าลึกมากแสงส่องไม่ถึง) ● มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของพืชและสัตว์
กระแสน้ำและกระแสนลม	<ul style="list-style-type: none"> ● มีผลต่อการกระจายพันธุ์ และการผสมพันธุ์ของพืชไปได้ในบริเวณกว้าง ● มีผลต่อรูปพรรณสัณฐาน ทางสรีระของสิ่งมีชีวิต ● มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชที่อยู่ในบริเวณลมแรงจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าบริเวณลมสงบ เพราะได้รับคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า
ความกดดัน (Pressure)	<ul style="list-style-type: none"> ● พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ใต้ทะเลลึก จะต้องมีการปรับตัวให้มีโครงสร้างที่แข็งแรง มีระบบสรีระที่ทนต่อความกดดันได้ ● มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่และการเจริญเติบโต ● มีอิทธิพลต่อระบบทางสรีระวิทยา
Chemical	
เกลือแร่ (Biogenic salt)	<ul style="list-style-type: none"> ● มหาโภชนะ (macronutrient) เช่น N P K Ca S Mg ● จุลโภชนะ (micronutrient) เช่น Fe Mn Cl Zn Mo B Co Cu Si ● เป็นตัวจำกัดชนิด และ ปริมาณของพืช และสัตว์ที่อาศัยพืชเป็นแหล่งหลบภัย เลี้ยงตัวอ่อน และผสมพันธุ์
pH	<ul style="list-style-type: none"> ● มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และ จำกัดชนิดของพืช ที่จะเจริญในแหล่งที่อยู่หนึ่ง ๆ ● มีผลต่อการควบคุมการหายใจ และ ระบบการทำงานของเอนไซม์ภายในร่างกาย ● มีผลต่อความสามารถของพืชในการนำเอาแร่ธาตุในดินไปใช้

ออกซิเจน	<ul style="list-style-type: none"> ● สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ จะมีปัญหาในการขาดแคลนออกซิเจนมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนบก ● สัตว์พวกปลาบางชนิดจะอ้าปากตลอดเวลา เพื่อให้น้ำไหลผ่านเหงือกได้มาก ● สิ่งมีชีวิตในน้ำจะว่ายขึ้นสู่ผิวน้ำ เพื่อรับอากาศติดไว้ใช้ในการหายใจใต้น้ำ ● มีการปรับตัวทางสรีระเพื่อให้สามารถรับออกซิเจนได้ดี
คาร์บอนไดออกไซด์	<ul style="list-style-type: none"> ● ทำให้พืชเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น ● ทำให้สัตว์มีกระดูกสันหลังรับออกซิเจนได้น้อยลง
ความเค็ม	<ul style="list-style-type: none"> ● ความเค็มแปรผกผันกับการละลายของออกซิเจน ● มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของพืช ● มีผลต่อการควบคุมสมดุลน้ำของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นปัจจัยในการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต

ข้อควรรู้

- ✗ ไรน้ำ (*Daphnia* sp.) จะเปลี่ยนรูปร่างไปตามฤดูกาล ทำให้มีรูปร่างหลายแบบ (Cyclomorphosis)
- ✗ จีว (*Bombyx* sp.) และทองหลวงป่า (*Erythrina* sp.) บนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จะมีการบานของดอกช้าลงกว่าเดิม ถ้าปีใดอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ
- ✗ นกนางแอ่นบ้าน (*Hirundo rustica*) อพยพจากประเทศจีนมาหากินในประเทศไทยราวเดือนกันยายนทุกปี
- ✗ การอพยพของนกปากห่าง (*Anastomus oscitans*) จากอินเดีย บังกลาเทศ พม่า มาอยู่ที่ที่วัดไผ่ล้อม จังหวัดปทุมธานี เพื่อมาผสมพันธุ์ เมื่อผสมพันธุ์เสร็จก็จะอพยพจากถิ่นเดิม
- ✗ การอพยพของนกเป็ดน้ำ
- ✗ พืชในทะเลทรายจะปรับตัวโดย มีลำต้นอวบน้ำ ราก ลำต้นใต้ดินมีขนาดใหญ่ สะสมน้ำ ใบเล็ก หนา ดอกบานตอนกลางคืน ปากใบเปิดตอนกลางคืน ปิดตอนกลางวัน ต้นเดี่ยว มีกิ่งสาขามาก และมีสารพวก Cutin เคลือบตามผิวใบเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ
- ✗ เรามักจะพบกล้วยไม้ตามภูเขาที่มีอากาศชุ่มชื้น หรือมีน้ำตก แต่ไม่ค่อยพบตามชายทุ่ง เลย แม้จะนำมาเลี้ยงอย่างดีโดยรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ แต่ก็มักจะตายหรือไม่ออกดอก เพราะความชื้นในอากาศต่ำไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโต
- ✗ เมื่อ CO_2 ละลายในน้ำ จะแปรสภาพไปอยู่ในรูป HCO_3^- หรือ CO_3^{2-} ซึ่งจะช่วยควบคุมความเป็นกรด เบสของน้ำให้คงที่ เพราะถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรด เบส มาก ๆ จะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น ทำให้เมือกปลาที่สกัดออกมาจากไตผิวหนัง เกิดการจับตัวเป็นก้อน เส้นเหงือกมีการบิดงอ ทำให้สัตว์น้ำหายใจไม่สะดวก ในน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในอากาศมาก
- ✗ ในพืชประเภทถั่วนั้น ถ้าลดความเข้มข้นของออกซิเจนให้เหลือเพียง 5 % การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นถึง 50 %
- ✗ การสร้างสปอร์ หรือเกราะ หรือมีระยะพักตัว ซึ่งต้านทานอุณหภูมิได้ดี
- ✗ หญ้าจะมีง่าในกรณีที่อุณหภูมิไม่เหมาะสม จะทิ้งส่วนอื่น ๆ หมด เหลือแต่ง่า และรากที่สามารถเจริญเติบโตได้ถ้าอุณหภูมิเหมาะสม

- ✗ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเขตหนาว จะมียางค์สั้นกว่าในเขตร้อน เช่น หาง หู ขา
- ✗ นกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเขตหนาวจะมีขนาดใหญ่กว่าในเขตร้อน
- ✗ สัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืน (nocturnal) เช่น ค้างคาว นกฮูก นกเค้าแมว นกแสก สุนัขป่า หิ่งห้อย ผีเสื้อกลางคืน
- ✗ สัตว์บางชนิดหนีแสง เช่น ไส้เดือนดิน ค้างคาว กุ้งเต้น ตัวอ่อนของด้วง
- ✗ ข้าว อ้อย ข้าวโพด ต้องการแสงแดดจ้า กล้วยไม้ ชายผ้าสีดา เฟิร์นหลาย ๆ ชนิดต้องการแสงแดดรำไร
- ✗ พืชที่ขึ้นในที่แห้งแล้ง → Xerophyte พืชที่ขึ้นในที่ที่มีน้ำมาก → Hydrophyte พืชที่ขึ้นในที่ที่มีน้ำปานกลาง →

Mesophyte

- ✗ เขตทะเลทราย → 10 นิ้ว/ปี เขตทุ่งหญ้า → 10-30 นิ้ว/ปี เขตป่าดงดิบ → 80 นิ้ว/ปี
- ✗ Fe Al Mn ละลายได้ดีเมื่อสภาวะเป็นกรด Ca Mg ละลายได้ดีเมื่อสภาวะเป็นเบส
- ✗ ไส้เดือนดิน ชอบอาศัยอยู่ในดินที่เป็นเบสอ่อน ๆ
- ✗ สัม มะม่วงชอบดินเป็นกรด
- ✗ สัตว์ได้ทะเลลึกมักเรืองแสงได้ (bioluminescence)
- ✗ Phytoplankton (สาหร่ายและแพลงตอนพืช) จะอยู่ใน Photic zone (ระดับความลึกที่แสงส่องลงไปถึง) ส่วนในระดับ Aphotic zone (แสงส่องไม่ถึง) จะไม่พบพืชพวกนี้
- ✗ แม่เพรียง (Palolo worm) แห่งหมู่เกาะแปซิฟิกตอนใต้ จะออกมาผสมพันธุ์กันในวันเพ็ญ ในช่วงสัปดาห์สุดท้ายระหว่างเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนทุกปี โดยมีการปล่อยสารเรืองแสง สเปิร์มและไข่ออกมาผสมกันใต้น้ำทะเล ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อแสงจันทร์คืนวันเพ็ญ เรียกว่า lunar orientation
- ✗ แสงมีอิทธิพลต่อการเอนเข้าหาแสงของยอดอ่อนพืช โดยแสงไปมีอิทธิพลต่อการกระจายของออกซิน โดยออกซินจะเคลื่อนไปอยู่ด้านที่มีแสงน้อย ทำให้ด้านที่มีแสงน้อยแบ่งเซลล์ได้มากกว่า ยอดอ่อนจึงโค้งเข้าหาแสง
- ✗ ออกซิเจนในอากาศมักไม่ขาดแคลน แต่ ออกซิเจนในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำขนาดเล็กมีโอกาสขาดแคลนมาก
- ✗ พืชจำพวกมอสส์และลิเวอร์เวิร์ท ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการสืบพันธุ์
- ✗ หนูทะเลทราย หรือ หนูจิงโจ้ เป็นหนูที่ไม่ต้องกินน้ำเลยตลอดชีวิต ทั้งนี้ก็เนื่องจากมีไตที่มีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถดูดน้ำกลับได้มาก ทำให้มีน้ำออกมากับปัสสาวะน้อย ปัสสาวะจึงข้นมากด้วย นอกจากนี้ยังได้รับน้ำจากการหายใจด้วย
- ✗ ดอกไม้ที่ใช้ลมในการพาละอองเรณูไปจะต้องมีละอองเรณูที่เบาและเล็กมาก ๆ สามารถปลิวไปกับลมได้ง่าย ๆ ดอกประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีสีสวย มีกลิ่นหอม หรือมีน้ำหวานเพราะไม่ต้องใช้ในการล่อแมลง ได้แก่ ดอกหญ้า ดอกข้าว สนภูเขา สำหรับสนภูเขา ละอองเรณูจะมีปีก 2 ข้าง ทำให้ลมหอบไปได้ไกล ๆ ด้วย การใช้ลมเป็นสื่อในการพาละอองเรณูไปนี้เรียกว่า Anemophily

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

Adaptation	ตัวอย่าง
------------	----------

<p>Morphological</p> <p>การปรับตัวทางรูปร่างลักษณะเป็นการปรับตัวด้านรูปร่าง โครงสร้างของร่างกายหรือสีขน</p>	<p>การปรับตัวที่มีถิ่นคุ่ม เป็นการปรับตัวอย่างถาวร ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ตั๊กแตนใบไม้ไม่มีสีขนและรูปร่างเหมือนใบไม้ ● ผีเสื้อมีปากเป็นหลอดยาวเพื่อใช้ดูดน้ำหวานและมิวนเก็บได้เมื่อไม่ใช่ ● กระบองเพชรเป็นพืชในเขตแห้งแล้ง (Xerophyte) เปลี่ยนใบเป็นหนามเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ● ผักกะเฉดมีท่อนลม (นม) ลักษณะหย่นตัวคล้ายลำลีขาว หุ้มอยู่รอบลำต้นช่วยให้อพยพน้ำได้ ● ผักตบชวาที่มีก้านใบเป็นกระเปาะเพื่อเก็บอากาศเป็นท่อนลอยน้ำ ● แมลงกระซอนมีขาคู่หน้าใหญ่ แข็งแรง เพื่อใช้ขุดดิน ● ต้นโกก้างและต้นแสมที่อยู่ตามชายทะเลมีรากค้ำจุนช่วยให้ลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ● ผีเสื้อใบไม้มีรูปร่างของปีกคล้ายใบไม้ ● ปลาที่มีรูปร่างเพรียวแบน เพื่อลดการเสียดทาน เหมาะสมที่จะเคลื่อนที่ในน้ำ ● สุนัขในเขตหนาวมีขนยาวเพื่อลดการสูญเสียความร้อนออกจากร่างกาย ● ปากนก และ ปากแมลงมีปากที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะกับชนิดของอาหาร ● ถ้าพิจารณาส่วนเท้าจะเห็นว่าแตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการทำงาน ● การเปลี่ยนรูปร่างหรือ โครงสร้างของใบพืชบางชนิด จากการดำรงชีวิตในน้ำขึ้นมาอยู่บนบก ● สุนัขไทย มีขนสั้นเกรียน เหมาะสมที่จะอยู่ในเขตร้อน ● สุนัขในเขตหนาว มีการสะสมไขมันในร่างกาย (เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อน) ● จระเข้และงู มีเกล็ดหนาหุ้มผิวหนัง ป้องกันการระเหยของน้ำ ● สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ ต้องมีรูปร่างเพรียว เพื่อลดการเสียดทานกับโมเลกุลของน้ำ และมีอวัยวะที่เหมาะสมในการว่ายน้ำ เพื่อให้มีความคล่องตัวในการเคลื่อนตัวไปในน้ำ ● สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวเพื่อป้องกันตัว เช่น การมีกระดองของเต่า การมีขนแข็งของเม่น การมีหูยาวฟังเสียงได้ดีและการกระโดดได้ไกลของกระต่าย <p>การปรับตัวชั่วคราว (Adjustment)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การเปลี่ยนสีตัวของกิ้งก่า เมื่อมันตกใจ หรือพรางตัวให้กลมกลืนกับธรรมชาติ ● การเปลี่ยนสีตัวอย่างรวดเร็วของจิ้งจก และ ตั๊กแก เพื่อให้กลมกลืนกับพื้นที่มันเกาะ
--	--

<p>Physiological</p> <p>การปรับตัวทาง</p> <p>สรีระ เป็นการ</p> <p>ปรับหน้าที่การ</p> <p>ทำงานหรือกลไก</p> <p>การทำงานของ</p> <p>อวัยวะภายใน</p> <p>ร่างกายให้เหมาะ</p> <p>สม</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายคนเราให้คงที่ โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมาก ๆ ต่อมเหงื่อจะขับเหงื่อออกมาเพื่อระบายความร้อน ● คนที่อาศัยอยู่ที่ระดับสูง เช่นบนเขาซึ่งมีความหนาแน่นของออกซิเจนในบรรยากาศ ร่างกายจะสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น ● สัตว์จำพวกปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม หรือพวกนกทะเล จะมีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายภายในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติโดยจะมีวิธีกำจัดเกลือและแร่ธาตุส่วนที่เกินออกจากร่างกาย เช่น ปลาน้ำเค็ม มีต่อมสำหรับขับเกลือส่วนเกินจากน้ำทะเล ที่เข้าสู่ร่างกาย ● ปลาน้ำเค็ม (กระดูกแข็ง) เสียน้ำออกจากร่างกายตลอดเวลา จึงแก้ปัญหาโดยการดื่มน้ำทะเลเข้าไป แล้วใช้เซลล์พิเศษที่เหงือก (Chloride secretory cell) สูบเลี้ยงทางเหงือก ● สัตว์เลือดอุ่น มีกลไกการรักษาระดับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิภายนอกร้อนมาก ๆ ต่อมเหงื่อจะขับเหงื่อออกมาลดอุณหภูมิของร่างกายลง ● พืชจะผลัดใบทิ้งเพื่อลดการทำงาน หรือลดการเจริญเติบโตในช่วงฤดูที่ไม่เหมาะสม ● ปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อย หรือพวกที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม จะมีการควบคุมความเข้มข้นของสารละลายในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ ● ร่างกายคนเรามีการปรับตัวที่แตกต่างกันเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอกเปลี่ยนแปลงไป เช่น ถ้าอากาศหนาวเย็น ขนลุก กล้ามเนื้อสั่น เป็นการเร่งการทำงาน หัวใจเต้นแรงเพื่อสูบฉีดโลหิตไปเลี้ยงร่างกาย เส้นเลือดตามผิวหนังหดตัว เพื่อลดพื้นที่ผิว ให้เลือดมาเลี้ยงผิวหนังน้อยลง เสียความร้อนน้อยลง แต่ถ้าหน้าร้อน ต่อมเหงื่อจะขับเหงื่อออกมา เส้นเลือดตามผิวหนังขยายตัวให้เลือดมาเลี้ยงมากขึ้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว เป็นที่ระบายความร้อนจากร่างกายได้ดีขึ้น ทำให้อุณหภูมิในร่างกายคงที่
---	--

<p>Behavioral การปรับตัวทางพฤติกรรม เป็นการปรับอุปนิสัยหรือกิจกรรมในการดำเนินชีวิต</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● กบจะหนีความหนาวเย็นของอากาศไปจำศีลในฤดูหนาว (Hibernation) ● สัตว์ในทะเลทรายจะออกหากินเวลากลางคืนเพื่อหลบหลีกเลี่ยงความร้อนระอุของอากาศในเวลากลางวัน ● สัตว์ในทะเลทรายทนสภาพความรุนแรงของอากาศร้อนไม่ได้จะจำศีลเพื่อหนีร้อน (Estivation) ● นกและกวางบางชนิดจะอพยพย้ายถิ่นชั่วคราว (migration) ในฤดูหนาว เพราะแหล่งที่อยู่เดิมมีหิมะหรือน้ำแข็งปกคลุมทำให้ขาดแคลนอาหาร จึงอพยพไปแหล่งที่อุ่นกว่า เช่น นกนางแอ่น นกปากห่าง ● สัตว์บางชนิดอาจอพยพออกจากถิ่นเดิมโดยไม่กลับมาอีก (Emigration) ● สัตว์บางชนิดอาจอพยพเข้าไปอยู่ที่ใดที่หนึ่งอย่างถาวร โดยไม่ย้ายออกไปอีก (immigration) ● การปรับตัวของยูงก้นปล่องโดยไม่เกาะบนฝาผนังบ้านที่ได้รับการพ่นดีดตีแล้ว ● พฤติกรรมการสืบพันธุ์ของพารามีเซียม ในฤดูที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศซึ่งจะได้จำนวนตัวเพิ่มขึ้น ส่วนในฤดูแล้งจะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งได้จำนวนเพิ่มขึ้นน้อย ● สัตว์จำพวกแมลงจะมีการฟักตัว ในลักษณะที่เป็นดักแด้ ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ● กวางต้องมีพฤติกรรมในการระแวดระวัง ● เสือมีพฤติกรรมที่ปราดเปรียว ● พฤติกรรมการใช้แสงเป็นสิ่งล่อเหยื่อของปลาตกเบ็ด ซึ่งเป็นปลาทะเลลึก
---	--

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน

Interspecific Relationship

ชนิดของความสัมพันธ์	ผลของสิ่งมีชีวิตในแบบต่าง ๆ				ลักษณะทั่วไปของความสัมพันธ์	ตัวอย่าง
	g.njvvp*jjj;.d yo		g.njvcpd0kdd yo			
	A	B	A	B		
Symbiosis						

<p>Protocooperation การได้ประโยชน์ร่วมกัน</p>	+	+	0	0	<p>ทั้งสิ่งมีชีวิต A และ B ต่างได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ร่วมกันเสมอไป</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● นกเอี้ยงกับควาย,แรด ● ดอกไม้ทะเล (sea anemone) กับปูเสฉวน ● แมลงกับดอกไม้ ● มดกับเพลี้ย ● ปลาพยาบาลและปลาใหญ่ในแนวหินปะการัง ● นกกับจระเข้ ● ตัวกะปิกับมดแดง ● ปลาการ์ตูน กับดอกไม้ทะเล ● กุ้งพยาบาลกับปลาผีเสื้อ ● นกกระจอกเทศกับม้าลาย ● (นกกับผลไม้)
<p>Mutualism ภาวะที่ต้องพึ่งพา</p>	+	+	-	-	<p>ทั้งสิ่งมีชีวิต A และ B ต่างได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน จะขาดฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งไม่ได้ และสัมพันธ์กันตลอด</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ปลวกและโปรโตซัวชนิด flagellate ในทางเดินอาหารของปลวก ● Lichens (รา+สาหร่าย) ● สาหร่าย (Zooxanthellae) กับปะการัง ● แบคทีเรีย Escherichia coli ที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของคน ● แบคทีเรียในทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ● รา Mycorrhiza และรากสน และพืชบางชนิด เช่น เฟิร์น มะเขือเทศ สตอเบอร์รี่ ข้าว ● แหนแดง (เฟินน้ำ) กับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Anabaena, Nostoc sp.) ● แบคทีเรีย Rhizobium ที่อาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่ว ● ไฮดรา กับสาหร่ายสีเขียว ● ปะการังกับสาหร่าย dinoflagellate

Commensalism ภาวะอิงอาศัย, ภาวะเกื้อกูล	+	0	-	0	สิ่งมีชีวิต A เป็นฝ่ายได้ประโยชน์ (Commensal) แต่สิ่งมีชีวิต B ไม่ได้รับ และไม่เสียประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> ● ฉลามกับเหาฉลาม ● พืชเล็ก ๆ ที่เกาะตามต้นไม้ใหญ่ ● ปลาเล็ก ๆ กับฟองน้ำ,ปะการัง ● การทำรังของนกบนต้นไม้ ● เพรียงหิน,หนอนดอกไม้ ที่เกาะอยู่ตามเปลือกหอย, แมงดาทะเล,ปลาวาฬ,กระดองเต่าทะเล ● หนอนตัวแบนที่อาศัยอยู่ตามเหงือกของแมงดาทะเล ● แบคทีเรียบนผิวหนังคน ● Lichens เกาะอยู่บนเปลือกไม้ ● แร้งกับเสือ,สิงโต,ไฮยีนา
Antagolism						
Parasitism ภาวะมี Parasite	+	-	-	0	สิ่งมีชีวิต A เป็นปรสิต มักมีขนาดเล็กกว่าสิ่งมีชีวิต B ซึ่งเป็นผู้ถูกอาศัย	<p>endoparasite</p> <ul style="list-style-type: none"> ● พยาธิต่าง ๆ ● เชื้อ ไข้จับสัน, ไข้มาเลเรีย ● ไวรัส (เป็นปรสิตถาวร (Obligated parasite) เพราะต้องอาศัยอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น) ● แบคทีเรีย ● วิกเก็ตเซีย <p>exoparasite</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ยุง,เหา,เห็บ, โลน,เลือด,หมัด,ไร,เห็บ ● ปลิงน้ำจืด,ทากดูดเลือด ● กาฝาก,ฝอยทอง ● เพลี้ย
Predation ภาวะล่าเหยื่อ	+	-	-	0	สิ่งมีชีวิต A เป็นผู้ล่า สิ่งมีชีวิต B ซึ่งเป็นเหยื่อ	มักแข็งแรงและมีโครงสร้างที่เหมาะสมเพื่อใช้ล่าสิ่งมีชีวิต
Competition ภาวะมีการแข่งขัน	-	-	0	0	ทั้งสองฝ่ายต่างเสียประโยชน์ด้วยกัน แต่เมื่อแยกกันไม่มีผลอะไรต่อกัน	<ul style="list-style-type: none"> ● การแข่งขันเป็นหัวหน้าฝูงในฤดูผสมพันธุ์ ● การแย่งกันเกาะหินของหอยนางรมและเพรียงหิน ● การแย่งกันของพืชที่เจริญในบริเวณเดียวกัน ● การแย่งกันของสัตว์เพื่อครอบครองที่อยู่อาศัยหรือแย่งชิงอาหาร

Antibiosis ภาวะการต่อต้าน, การสร้างสารทำลายกัน	0	-	0	0	สิ่งมีชีวิต A หลั่งสาร ออก เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต B	<ul style="list-style-type: none"> ● การอยู่ร่วมกันของรา Penicillium หลั่งสาร Penicilin กับแบคทีเรีย ● สาหร่ายสีเขียว (หลั่งสารยับยั้งการเจริญเติบโต) กับไดอะตอม (หลั่งสารลดการแบ่งตัว) ● สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลั่งสาร Hydroxylamine ออกมา ทำให้สัตว์ที่ไปดื่มน้ำหรือปลาในบ่อตาย ● ต้นดาวเรืองปล่อยสารเคมีออกมาทำให้หนอนตัวกลมไม่เข้าใกล้ ● พืชชั้นสูงหลั่งสารยับยั้งการเจริญเติบโตของราเมือกและแบคทีเรีย
Amensalism ภาวะกระทบกระเทือน	0	-	0	0	สิ่งมีชีวิต A มีผลต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต B แต่ไม่มีการหลั่งสารออกมายับยั้ง	<ul style="list-style-type: none"> ● ต้นไม้ใหญ่บังแสงต้นไม้เล็ก
Neutralism						
Neutralism ภาวะเป็นกลาง	0	0	0	0	สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดไม่ได้รับและไม่เสียประโยชน์เมื่ออยู่ร่วมกันหรือแยกจากกัน	

Saprophytism ภาวะการย่อยสลาย

1. Decomposer = ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
2. Scavenger = ผู้บริโภคซากสัตว์

หมายเหตุ

- Host
 - 1.Principal Host = Host ที่ตัวอ่อนของปรสิต เจริญเป็นตัวเต็มวัย มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
 - 2.Intermediate Host = Host ที่ปรสิตไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เพียงแต่อยู่เพื่อดำรงชีพเท่านั้น (เป็นแหล่งเจริญเติบโต)

Parasitic-Host specificity = ปรสิต-Host ที่มีความจำเพาะแต่ละชนิด

สมดุลธรรมชาติ

- โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere) หมายถึง ระบบที่รวมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในโลกและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสารต่าง ๆ ตลอดจนพลังงานที่หมุนเวียน และถ่ายทอดกันในระบบนิเวศนั้น (ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนผิวโลก)
- สมดุลธรรมชาติ (Balance of nature) หมายถึง สภาพแห่งความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิต

สามารถทำงานหรือทำหน้าที่ร่วมกันได้อย่างเหมาะสมในสภาพแวดล้อมปกติ โดยที่จำนวนหรือปริมาณของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีอยู่ในธรรมชาติอย่างพอเหมาะ

- ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยการกินกันเป็นทอด ๆ
- ลำดับขั้นอาหาร, ลำดับการเป็นอาหาร (Trophic level) หมายถึง ลำดับการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งบอกให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตนั้นอยู่ในลำดับขั้นของการเป็นอาหารอันดับเท่าใด
- $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$

อธิบายได้ว่า

- A เป็นผู้ผลิต (trophic level 1)
- B เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 (primary consumer, trophic level 2)
- C เป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 (secondary consumer, trophic level 3)
- D เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย (top consumer, trophic level สุดท้าย)

- ห่วงโซ่อาหาร แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ
 1. แบบบริโภค (Grazing food chain) หมายถึง ห่วงโซ่อาหารที่มีการกินกันเป็นทอด ๆ ซึ่งเริ่มจากพืช (ผู้ผลิต) ไปยังสัตว์ (ทั้งประเภทกินพืชและกินเนื้อสัตว์ด้วยกัน)
 2. แบบย่อยสลาย (Detritus food chain) หมายถึง ห่วงโซ่อาหารที่ซากพืชและสัตว์ถูกย่อยสลายให้เน่าเปื่อยผุพัง
 3. แบบปรสิต (Parasitic food chain) หมายถึง ห่วงโซ่อาหารที่มีสิ่งมีชีวิตพวกปรสิตมาอยู่ร่วมด้วย และทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ถูกอาศัย (host) ไปยังปรสิตนั้น
- การถ่ายทอดพลังงานสามารถแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เป็นปิรามิดได้ 3 แบบ
 1. ปิรามิดแสดงจำนวน (Pyramid of number) มีทั้งยอดตั้ง และ ยอดต่ำ
 2. ปิรามิดแสดงมวลชีวะ (Pyramid of biomass) มีทั้งยอดตั้งและยอดคว่ำ
 3. ปิรามิดแสดงพลังงาน (Pyramid of Energy) จะเป็นแบบยอดตั้งเท่านั้น
- การถ่านทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร
 1. พลังงานศักย์ที่มีในพืช 100 %
 2. พลังงานศักย์ของพืชซึ่งถูกกินโดยสัตว์กินพืช 50 %
 3. อัตราส่วนของพลังงานศักย์ซึ่งนำไปเสริมสร้างเป็นเนื้อเยื่อของสัตว์กินพืช 12.5 %
 4. อัตราส่วนของสัตว์กินพืชที่ถูกกินโดยสัตว์กินสัตว์ 8.75 %
 5. อัตราส่วนของพลังงานศักย์จากเนื้อเยื่อของสัตว์กินพืชที่นำไปเสริมสร้างเป็นเนื้อเยื่อในสัตว์กินสัตว์ 2.625 %
- การเพิ่มขยายทางชีวภาพ (Biological magnification) หมายถึง การเพิ่มสะสมของปริมาณสารพิษ (DDT, ตะกั่ว, ปรอท, แคดเมียม) ที่ถ่ายทอดไปในห่วงโซ่อาหารในปริมาณที่สูงขึ้นตามลำดับ ทำให้พิษรุนแรงขึ้น จึงทำให้จำนวนประชากรของนกและสัตว์บางอย่างลดลงอย่างรวดเร็ว
- สายใยอาหาร (Food webs) หมายถึง ความสัมพันธ์ของ food chain ต่าง ๆ หลาย ๆ ชนิดในชุมชน (community) หนึ่ง ๆ (ต้องมีสิ่งมีชีวิตอยู่หลายชนิด ซึ่งอาจกินเหยื่อหรือถูกกินด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ทำให้เกิดสายแห่งการ

กินยุ่งเหยิงเป็นสายใยอาหาร)

- องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบนิเวศทุก ๆ ระบบ คือ การถ่ายทอดหมุนเวียนของสสารและพลังงาน
- ปริมาณสารที่มีอยู่มาก
 - ผิวโลก (รวมบรรยากาศ) $O > Si > Al > Fe$
 - ในสิ่งมีชีวิต $O > C > H > N$
- การถ่ายทอดสสาร มีทั้งแบบเป็นวัฏจักรและไม่เป็นวัฏจักร การถ่ายทอดพลังงานจะเป็นแบบไม่เป็นวัฏจักรเท่านั้น
- วัฏจักรที่ไม่หมุนเวียนสู่บรรยากาศ เช่น วัฏจักรของ Ca, วัฏจักรของ P
- วัฏจักรของไนโตรเจน
 1. Nitrogen fixing bacteria ($N_2 \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) เช่น Rhizobium
 2. Ammonifying bacteria (สสารประกอบ $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4^+$)
 3. Nitrifying bacteria ($NH_3 \rightarrow NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$) เช่น Nitrosomonas, Nitrobacter
 4. Denitrifying bacteria ($NH_3, NO_2, NO_3 \rightarrow N_2$) เช่น Micrococcus
- สิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับ Nitrogen fixation
 - 1.แบคทีเรียพวกดำรงชีวิตอิสระในดิน ชื่อ Azotobacter
 - 2.แบคทีเรียในปมรากถั่ว ชื่อ Rhizobium
 - 3.สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชื่อ Anabaena, Nostoc, Oscillatoria
- ชนิดของแบคทีเรียตามการสร้างอาหาร
 - 1.พวกสังเคราะห์แสง -Green sulphur bacteria
-Purple sulphur bacteria
 - 2.พวกสังเคราะห์เคมี -Nitrite bacteria
-Nitrate bacteria

ได้พลังงานจากการสันดาป (Oxidise) สารอนินทรีย์ แล้วนำพลังงานไปสังเคราะห์สารอินทรีย์
- วัฏจักรที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ (water pollution) คือ วัฏจักร N ,P
- วัฏจักรของ S เป็นวัฏจักร -แบบไม่สมบูรณ์ (โปรตีน)
-แบบสมบูรณ์ (SO_2, H_2S)
- ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตขั้นสูงสุด (Climax community) เช่น ทะเลทราย พุ่มหญ้า ป่าดงดิบ
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่จากน้ำมาก \rightarrow นำน้อย

สาหร่าย \rightarrow จอก, แหน \rightarrow บัว, กก, อ้อ \rightarrow หญ้า \rightarrow ไม้พุ่ม \rightarrow ไม้ยืนต้น \rightarrow ป่าไม้
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่จากแห้งแล้ง \rightarrow ชุ่มชื้น

ครัสโตสไลเคนส์ \rightarrow โพลีโอสไลเคนส์ \rightarrow มอส \rightarrow เฟิร์น \rightarrow หญ้า \rightarrow ไม้พุ่ม \rightarrow ป่าไม้
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (pH เป็นตัวการ)

แบคทีเรีย \rightarrow ยูกลีนา \rightarrow พารามีเซียม \rightarrow อะมีบา

- การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของบ่อน้ำ

 1. Sandy bottom
 2. Partial silting with submerged vegetation
 3. Increased silting with emerging vegetation
 4. Temporary pond and prairie
 5. (climax stage) Beech and maple forest

ประชากร

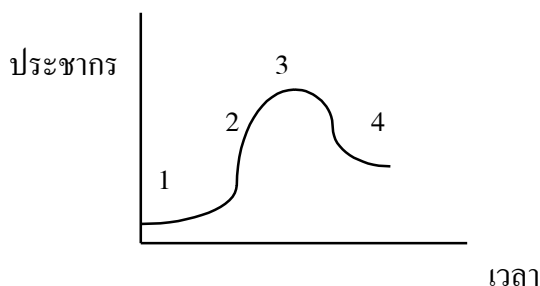
- ประชากร (Population) หมายถึง จำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่เป็นชนิดเดียวกัน อาศัยอยู่ในที่แห่งเดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
- ประชากร ตามความหมายทางชีววิทยา จะต้องประกอบด้วย สิ่งมีชีวิต (ชนิดเดียวกัน) สถานที่ ระยะเวลา
- การวัดขนาดประชากร มีหลายวิธี คือ
 1. การนับจำนวนจริงของประชากร (สมาชิก) วิธีนี้ใช้สำหรับสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่และไม่เคลื่อนที่ แต่วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยม เพราะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก เพราะสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ มีจำนวนมาก
 2. การสุ่มตัวอย่าง (random sampling) โดยการสุ่มตามจุดต่าง ๆ แล้วคิดเทียบพื้นที่ทั้งหมด (วิธีนี้นิยมมาก)
 3. วิธีทำเครื่องหมายเพื่อปล่อยไปแล้วจับใหม่ วิธีนี้ใช้กับสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่และกระจายกว้างขวาง
$$\text{จำนวนประชากร} = \frac{\text{จำนวนที่ติดเครื่องหมาย} \times \text{จำนวนที่จับได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนสัตว์ติดเครื่องหมายที่จับได้}}$$
- ความหนาแน่นของประชากร = $\frac{\text{จำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันทั้งหมด}}{\text{จำนวนพื้นที่หรือปริมาตร}}$

ความหนาแน่นของประชากรบนบก จะบอกเป็นจำนวน/พื้นที่ ถ้าเป็นของสิ่งมีชีวิตในน้ำบอกเป็นจำนวน/ปริมาตร
- วิธีการสุ่มตัวอย่าง มีหลักการสำคัญ คือ ประชากรที่ได้ ควรได้มาจากการสุ่มจริง ๆ ไม่ลำเอียง หมายถึงว่า ทุกหน่วยสมาชิกมีโอกาสได้รับเลือกเท่า ๆ กัน กลุ่มตัวอย่างที่ได้จึงจะถือว่าเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด เป็นค่าที่เชื่อถือได้ มีหลายวิธี เช่น
 1. ถ้าพื้นที่ที่ศึกษามีสิ่งมีชีวิตสม่ำเสมอ เราหาจำนวนประชากรทั้งหมดโดยการเขียนแบบจำลองแบ่งพื้นที่เป็นส่วน ๆ สุ่มจำนวนพื้นที่ออกมาเท่าที่ต้องการ (จับสลาก) นับจำนวนประชากรตามหมายเลข (อาจใช้ไม้นับประชากร quadrant) รวมแล้วหาค่าเฉลี่ย จากนั้นจึงเทียบคำนวณจากพื้นที่ทั้งหมด
 2. ถ้าพื้นที่ที่ศึกษามีสิ่งมีชีวิตไม่สม่ำเสมอ จะต้องแบ่งพื้นที่เป็นส่วน ๆ (หนาแน่นมาก หนาแน่นปานกลาง หนาแน่นน้อย) แล้วสุ่มออกมาให้ได้ตัวแทนของแต่ละส่วนเฉลี่ยแล้วรวมกัน จากนั้นจึงคำนวณจากพื้นที่ทั้งหมด
 3. การหาจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย) นำเชื้อมาละลาย สุ่มมา 1 ส่วน จากนั้นใช้วิธีเลี้ยง ลดความเข้มข้นตามลำดับ เป็น 1/10 , 1/100 , 1/1000 , 1/10000 ฯลฯ

จากนั้นจึงนับจำนวนประชากรในหลอดสุดท้าย โดยสุ่มมาหลอดละ 1 c.c. สมมติแต่ละหลอดมีปริมาตร 10 c.c.)

- หากทำการเลี้ยงเชื้อลดความเข้มข้น 4 หลอด ดังตัวอย่าง
- สมมตินับจำนวนแบคทีเรียได้จำนวน 5 เซลล์ ใน 1 c.c. (หลอดที่ 4)
- ดังนั้นในหลอดที่ 4 (ปริมาตร 10 c.c.) จะมีจำนวน 5×10 เซลล์
- แต่เนื่องจากทำการเลี้ยงโดยลดความเข้มข้นลงหลอดละ $1/10$ (รวมหลอดแรก (stock) เป็น 5 หลอด) ดังนั้นความเข้มข้นของประชากรแบคทีเรีย = 5×10^4

- Thomas Malthus นักเศรษฐศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้เขียนเกี่ยวกับทฤษฎีประชากรไว้ว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิด มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนอาหารที่มีอยู่ โดยอาหารจะมีอัตราเพิ่มแบบอนุกรมเลขคณิต (1,2,3 ...) ในขณะที่จำนวนประชากรจะมีอัตราเพิ่มแบบอนุกรมเรขาคณิต (1,2,4,8 ...)



- ตามธรรมชาติ การเจริญเติบโตของประชากรจะเป็นส่วนโค้งรูปตัวเอส (S) ดังรูป
 1. Lag Phase เป็นระยะพักตัว เตรียมพร้อม ยังไม่มีการแบ่งเซลล์ จนกระทั่งปลายระยะจึงมีการแบ่งเซลล์
 2. Logarithmic phase เป็นระยะที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
 3. Stationary phase เป็นระยะที่จำนวนของประชากรมากที่สุด จนถึงช่วงหนึ่งจะมีอัตราการเกิดและอัตราการตายเท่า ๆ กัน
 4. Phase of decline เป็นระยะที่ประชากรเริ่มมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนประชากรลดลง ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่ดีขึ้น
- ตามปกติแล้ว การเจริญอย่างรวดเร็ว (แบบอันดับเรขาคณิต) จะเกิดขึ้นเพียงชั่วระยะหนึ่งเท่านั้น (ช่วง 2) เมื่อประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากจนถึงจุดอิ่มตัว (ที่สภาวะแวดล้อมจะอำนวยให้) แล้ว อัตราการเพิ่มของประชากรจะค่อย ๆ ลดลง (จนเข้าสู่ระดับที่เกือบคงที่ (ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร))
- เมื่อจำนวนประชากรมีจำนวนมากที่สุด (ถึงจุดอิ่มตัว) แล้ว หากสิ่งแวดล้อมเหมือนเดิมจะมีผลทำให้จำนวนประชากรลดลง และสูญพันธุ์ในที่สุด หากสิ่งแวดล้อมดีขึ้น (อาหารอุดมสมบูรณ์ขึ้น) จำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
- ความผันแปรของประชากร หมายถึง การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ในช่วงเวลาที่ระบุไว้ ขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการ คือ
 1. อัตราการเกิด (Natality) ความสามารถที่จะถ่ายทอดพันธุกรรม ให้มีจำนวนมากขึ้น
 2. อัตราการตาย (Mortality) การตายในประชากรกลุ่มหนึ่ง ๆ

3. อัตราการอพยพเข้า (immigration) การเคลื่อนย้ายเข้ามาอยู่ในกลุ่ม

4. อัตราการอพยพออก (emigration) การเคลื่อนย้ายออกไปจากกลุ่ม

-การอพยพ (migration) = การออกไปจากกลุ่มและกลับเข้ามาอยู่ตามฤดูกาลของสัตว์บางชนิด

- สาเหตุที่ทำให้เกิดการอพยพ (migration) ของสัตว์บางชนิด คือ
 1. หลีกหนีจากสภาพอากาศและฤดูกาล
 2. หาแหล่งอาหารและน้ำที่อุดมสมบูรณ์
 3. หาแหล่งสืบพันธุ์
- เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น ปัญหาการขาดแคลนอาหาร ปัญหาแหล่งที่อยู่อาศัย ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ปัญหาสุขภาพอนามัย ปัญหาการว่างงาน ปัญหาประชากรมีคุณภาพต่ำ ปัญหาอาชญากรรม ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาการศึกษาเป็นต้น
- การแก้ปัญหาอัตราการเพิ่มของประชากรไทย ใช้วิธีการวางแผนครอบครัว ซึ่งหมายถึง การเว้นระยะการมีบุตรให้เหมาะสมกับฐานะครอบครัวและสุขภาพอนามัยของมารดา การวางแผนครอบครัวของประเทศไทยมีโครงการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2529
- สิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปัจจัยทางกายภาพกับปัจจัยทางชีวภาพ สิ่งแวดล้อมทั้ง 2 ประเภทนี้ทำให้ความหนาแน่นของประชากรเปลี่ยนแปลงไป โดยการเพิ่มหรือลดของอัตราการเกิด การตาย การอพยพเข้า และการอพยพออก
- นักวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน คือ เอ็ม.จี.แอนดรูวธา และ แอล.ซี.เบิร์ช ได้ทดสอบพบว่า การเพิ่มหรือลดของประชากรของแมลงชนิดหนึ่ง เช่น เพลี้ยไฟ มิได้ถูกจำกัดโดยอาหารซึ่งเป็นปัจจัยทางชีวภาพเท่านั้น แต่ถูกจำกัดโดยปัจจัยทางกายภาพหรือสภาวะดินฟ้าอากาศด้วย
- John Emlen นักชีววิทยาแห่งมหาวิทยาลัยคอนซิน ได้ทำการทดลองถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อประชากรหนูในคีกัว พบว่าปริมาณอาหารและเนื้อที่ที่อยู่อาศัยสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิด อัตราการอพยพออก และอัตราการตาย เพื่อให้ประชากรสมดุลกับปริมาณอาหารและเนื้อที่ที่อยู่อาศัย คือ

การทดลองครั้งแรก ซึ่งให้เห็นว่า การขาดแคลนอาหารทำให้เกิดการอพยพออก (ประชากรเพิ่ม-อาหารขาดแคลน-การอพยพออก-ประชากรสมดุล)

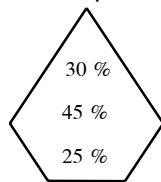
การทดลองครั้งที่สอง ซึ่งให้เห็นว่า การขาดแคลนอาหารทำให้อัตราการเกิดลดลง (ประชากรเพิ่ม-อาหารขาดแคลน-ไม่ให้อพยพออก-อัตราการเกิดลดลง-ประชากรสมดุล)

การทดลองครั้งที่สาม ซึ่งให้เห็นว่าอิทธิพลของเนื้อที่ต่อประชากรของหนู คือ เมื่ออยู่กันหนาแน่น อัตราการตายจะเพิ่มขึ้น (ประชากรเพิ่ม-ไม่ให้อพยพ-ที่อยู่อาศัยแออัด-อัตราการตายเพิ่ม-ประชากรสมดุล)
- จากการศึกษาพบว่า
 1. ประชากรของกระต่ายป่าจะเพิ่มขึ้นสูงสุดและลดลงต่ำสุดประมาณทุก ๆ 10 ปี (ประชากรของแมวป่าซึ่งเป็นผู้ล่าก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกัน)
 2. สรุปได้ว่า ประชากรของแมวป่าเปลี่ยนแปลงตามประชากรของกระต่ายป่า

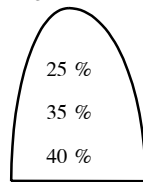
3. สรุปได้ว่า จำนวนประชากรของกระต่ายป่า ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารในบริเวณนั้นและศัตรู (ผู้ล่า)
 - การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในสภาพธรรมชาติ จะแตกต่างกับการเปลี่ยนแปลงของประชากรในห้องทดลอง เพราะในสภาพธรรมชาติมีการอพยพเข้า อพยพออกมาเกี่ยวข้องด้วย
 - ความสัมพันธ์และปฏิกริยาความเกี่ยวข้องกันของสิ่งมีชีวิต มีบทบาทสำคัญในการควบคุมชนิด ปริมาณการกระจาย และความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิต

ช่วงอายุของประชากร แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

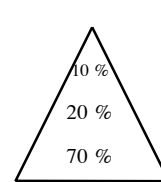
1. ระยะก่อนสืบพันธุ์ ช่วงอายุประมาณ 1-14 ปี
 2. ระยะสืบพันธุ์ ช่วงอายุประมาณ 15-44 ปี
 3. ระยะหลังสืบพันธุ์ ช่วงอายุประมาณ 45 ปีขึ้นไป
- โครงสร้างของประชากร หมายถึง จำนวนประชากรในช่วงอายุต่าง ๆ กัน (สามารถใช้คาดคะเนอัตราการเกิดและจำนวนประชากรในปัจจุบันและอนาคต) ทั้งนี้เพราะโครงสร้างของประชากรยังมีความสัมพันธ์กันความสามารถในการสืบพันธุ์และการอยู่รอดของประชากรนั้น
 - ทฤษฎีปีรามิดอายุ (age pyramid) ที่สำคัญมี 3 แบบ คือ



แบบ ก.



แบบ ข.



แบบ ค.

ระยะหลังสืบพันธุ์
ระยะสืบพันธุ์
ระยะก่อนสืบพันธุ์

1. แบบประชากรกำลังลด (Declining) ได้แก่ แบบ ก. หมายความว่า จำนวนประชากรในระยะก่อนสืบพันธุ์และระยะหลังสืบพันธุ์ มีจำนวนน้อยกว่าในระยะสืบพันธุ์ ปีรามิดแบบนี้จะมีอัตราการเกิดและอัตราการตายต่ำ ได้แก่ ประเทศที่พัฒนาแล้ว (แสดงว่าสามารถคุมอัตราการเกิดได้) เป็นแบบที่ดีที่สุด
2. แบบประชากรในระดับคงที่ (stable) ได้แก่แบบ ข. หมายความว่าจำนวน ประชากรก่อนสืบพันธุ์มีจำนวนมากที่สุด และจำนวนประชากรในระยะอื่น ๆ ก็มีลดหลั่นลงไปตามลำดับอย่างเป็นสัดส่วนกัน ปีรามิดแบบนี้จะมีอัตราการเกิดและอัตราการตายใกล้เคียงกัน
3. แบบประชากรกำลังเพิ่ม (Increasing) ได้แก่ แบบ ค. หมายความว่า จำนวนประชากรก่อนสืบพันธุ์มีจำนวนมากที่สุด แต่จำนวนประชากรในระยะสืบพันธุ์ได้มีน้อยมิได้ลดหลั่นลงไปอย่างเป็นสัดส่วน (เหมือนอย่างแบบ ข. เป็นสัดส่วน) ปีรามิดแบบนี้จะมีอัตราการเกิดสูงมาก อัตราการตายลดลง ได้แก่ ประเทศด้อยพัฒนาหรือกำลังพัฒนาทั้งหลาย (แสดงว่าการวางแผนครอบครัวยังไม่ได้ผล)

หมายเหตุ ถ้าการวางแผนครอบครัวได้ผลและความเจริญทางการแพทย์ดี ปีรามิดอายุจะเปลี่ยนโครงสร้างจากแบบ ค.เป็น ข. และเป็นแบบ ก. ในที่สุด

- การหาการเจริญของประชากรจุลินทรีย์

$$\text{สูตร } N = N_0 \times 2^{kt}$$

N = จำนวนเซลล์ขั้นสุดท้าย

N_0 = จำนวนเซลล์เริ่มต้น

k = อัตราการเจริญ (เท่า/ชม.)

ชั่วอายุของประชากร = $60/k$

สภาวะแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

- มลภาวะ,มลพิษ (Pollution) หมายถึง พิษที่เกิดจากความมัวหมองหรือความสกปรก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมหรือเป็นพิษเป็นภัยต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

หรือ หมายถึง สภาวะของธรรมชาติซึ่งเปลี่ยนแปลงไปจนไม่สามารถกลับคืนสู่สภาวะเดิมได้ หรือยากที่จะปรับคืนสู่สภาพเดิม ซึ่งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

- มลภาวะทางน้ำ (Water pollution) มี 6 ชั้น
 1. ชั้นก่อความรำคาญและทำให้เสียความงาม (กลิ่นเหม็น,สีเปลี่ยนไป)
 2. ชั้นทำอันตรายต่อทรัพย์สินและทัศนียภาพ (ขยะกองเต็ม,ลอยในน้ำ)
 3. ชั้นทำอันตรายต่อพืชและสัตว์ (เกิด Eutrophication หรือ Algal blom)
 4. ชั้นทำอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ (มีเชื้อโรค โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง)
 5. ชั้นทำอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์ (สารพันธุกรรมผิดปกติ)
ชั้นเกิดความล้มเหลวในระบบนิเวศ (เห็นผลชัดในเวลา 3 ปี)

- ภาวะน้ำเสีย มีคุณสมบัติดังนี้
 1. DO (dissolved oxygen) < 3 ppm.
 2. BOD > 100 mg/ลิตร
 3. pH < 5
 4. อุณหภูมิ > 40°C
 5. คราบน้ำมัน > 5 mg/ลิตร
 6. ฟอสเฟต > 15 ppm. เกิด Eutrophication หรือ Algal bloom
 7. โปรท > 0.005 mg/l ตะกั่ว > 0.2 mg/l สารหนู > 0.25 mg/l
 8. มีเชื้อโรค (เชื้ออหิวาต์,บิด ฯลฯ)
 9. มีกลิ่นเหม็น สีคล้ำ ขุ่น

- บทบาทของแบคทีเรียต่อคุณภาพของน้ำ

สารอินทรีย์ที่ประกอบ	aerobic bacteria ทำให้เกิด	anaerobic bacteria ทำให้เกิด
C	CO ₂	CH ₄ , CO ₂
N	NH ₃ , HNO ₃	NH ₃ , Amines
P	PO ₄ , H ₃ PO ₄	PH ₃
S	SO ₄ , H ₂ SO ₄	H ₂ S

- กลิ่นเหม็นในกรณีน้ำเน่า เกิดจาก สาร Amines และ ก๊าซ H₂S ส่วนสีดำของน้ำค้ำ เกิดจากสารประกอบซัลไฟด์ของโลหะหนักบางตัว เช่น เหล็ก [ตัวการที่ทำให้เน่าเสียคือ aerobic bacteria ส่วนตัวการที่ทำให้เน่ามีกลิ่นเหม็น คือ anaerobic bacteria]
- ตารางสรุปสารต่าง ๆ ที่กำจัดออกจากโรงงานต่าง ๆ

โรงงาน	สารที่กำจัดออก
โรงกลั่นปิโตรเลียม	ฟินอล สารประกอบไฮโดรคาร์บอน กรด สารประกอบของกำมะถัน
โรงงานชุบโลหะ	สารประกอบไซยาไนด์ สารประกอบโครเมต โลหะแกลเมียม ทองแดง นิกเกิล เงิน ดีบุก สังกะสี
โรงงานทำผ้าฝ้าย	สีย้อม กรด เบส คลอรีน สารประกอบซัลไฟด์
โรงงานทำกระดาษและกระดาษแข็ง	เซลลูโลส ไฟเบอร์ คลอรีน เรซิน ไทเทเนียมไดออกไซด์ ดินเหนียว
โรงงานทำนม อาหารกระป๋อง	สารประกอบอินทรีย์ไขมัน ฟอสเฟต
โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า	ฟินอล กรด น้ำมัน สารหล่อลื่น
โรงงานโซดาแอซ	ของแข็งที่ละลายน้ำและสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์

- การเพิ่มขยายทางชีวภาพ มีรายงานว่ นกนางนวลที่หากินแถวปากแม่น้ำ มี DDT ในร่างกายสูงถึง 100,000 เท่าของในน้ำ และหอยนางรม มี DDT สูงถึง 70,000 เท่าของในน้ำที่อาศัยอยู่
- ภาวะฝนกรด (Acid rain) มีสาเหตุเกิดจาก ก๊าซ SO₂ และ NO₂ เป็นสำคัญ (CO₂ มีส่วนเล็กน้อย) ทำให้น้ำฝนมี pH ประมาณ 4.5 - 5.7 ซึ่งมีผลต่อ การเจริญของพืช ต้นอ่อนถูกทำลาย ปลาตาย โลหะฟลูออรีน ยางเปื่อยยุ่ย สิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยเหล็ก หินอ่อน และหินปูน โดยเฉพาะอุโบสถต่าง ๆ ผุพังเร็ว
- สารกัมมันตรังสีและปริมาณที่ร่างกายได้รับ (ปกติร่างกายจะกำจัดสารกัมมันตรังสีออกจากร่างกายได้ประมาณครึ่งหนึ่งใช้เวลา 44 วัน)

ปริมาณรังสี (เรม)	อาการ
0 - 25	ไม่ปรากฏอาการ
25 - 50	เกิดการเปลี่ยนแปลงในเลือด (ไม่ร้ายแรง)
50 - 200	มีอาการป่วยแสดงออกมา
200 - 400	อาจถึงตายได้
400 ขึ้นไป	ตาย (50 %)
600 ขึ้นไป	ตาย (100 %)

- อนุภาคของโลหะต่อภาวะของอากาศ

สาร	แหล่งกำเนิด	พิษ

ตะกั่ว	โรงงานแบตเตอรี่ สี พลาสติก ยางฆ่าแมลง ถังน้ำมัน	ตกเลือด ตาบอด อัมพาต โลหิตจาง เซลล์สมองถูกทำลาย
ปรอท	โรงงานผลิตเครื่องสำอาง อุปกรณ์เคมี	กล้ามเนื้อแขนขาเกร็งผิดปกติ ปวดกล้ามเนื้อ (มินามาตะ)
แคดเมียม	โรงงานผลิตยางรถยนต์ พลาสติก สี ปู่ย แบตเตอรี่	กระดูกกร่อน ฟุ หักง่าย เจ็บปวดกระดูก ท่อไตถูกทำลาย (อิไต-อิไต)

- ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resources) คือ สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ มี 3 ชนิด คือ
 - ทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่หมดสิ้น (Newable) เช่น แสง อากาศ น้ำ
 - ทรัพยากรธรรมชาติที่ฟื้นฟูสภาพ (Replacementable) เช่น ป่าไม้ ดิน สัตว์ป่า
 - ทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมสภาพ (Unrenewable) เช่น น้ำมัน แร่ธาตุ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และความสวยงามตามธรรมชาติ
- หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
 - ใช้อย่างฉลาด (เท่าที่จำเป็น ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลประชากรมากที่สุด)
 - ต้องบำรุงรักษาไว้ให้คงอยู่เป็นเวลายาวนาน

อุทยานแห่งชาติ	วนอุทยาน	สวนพฤกษศาสตร์	สวนรุกขชาติ	ป่าสงวนแห่งชาติ
<ul style="list-style-type: none"> พื้นที่ดั้งเดิมของรัฐ เนื้อที่ 100 ตารางกิโลเมตร ห่างไกลชุมชน มีความสวยงามตามธรรมชาติ (รักษาคุณค่าธรรมชาติได้ดีที่สุด) 	<ul style="list-style-type: none"> พื้นที่สวยงามเป็นพิเศษ เนื้อที่จำกัด (1-2 ตารางกิโลเมตร) มีการตกแต่งได้ 	<ul style="list-style-type: none"> พื้นที่รวบรวมพันธุ์ไม้เป็นหมวดหมู่ พื้นที่ 500 ไร่ขึ้นไป เพื่อการศึกษาพันธุ์ไม้ต่าง ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> พื้นที่เป็นป่าไม้ธรรมชาติ พื้นที่ 50-300 ไร่ ไม่ไกล เพื่อศึกษาพันธุ์ไม้ และ พักผ่อน 	<ul style="list-style-type: none"> พื้นที่รัฐกำหนดให้เป็นป่าไม้ถาวร อนุญาตให้เข้าทำประโยชน์ได้ (ขออนุญาต)

- พระราชบัญญัติสงวนคุ้มครองสัตว์ป่า (แมลงและไข่แมลงไม่เป็นสัตว์ป่า) ของไทย ประกาศใช้ เมื่อ 26 ธันวาคม 2503 มีผลบังคับใช้ 1 มกราคม 2504
- ช้างป่า ได้มีกฎหมายคุ้มครองมาก่อนสัตว์อื่น ๆ ตั้งแต่ พ.ศ.2405
- อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด นครนายก นครราชสีมา สระบุรี ปราจีนบุรี

สรุป สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

- ทะเลเป็นแหล่งอาหารที่ใหญ่ที่สุดของสิ่งมีชีวิต
- สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ผู้ผลิต,สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้ (Producer,Autotrophic organism)

สังเคราะห์แสง (photosynthesis) ได้แก่ พืชสีเขียว สาหร่าย แบคทีเรียที่มี Bacteriochlorophyll

สังเคราะห์เคมี (Chemosynthesis) ได้แก่ Chemosynthetic bacteria

สังเคราะห์อาหารโดยใช้พลังงานจากการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ในร่างกาย

สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง (Heterotrophic organism)

ผู้บริโภค (consumer)

ผู้บริโภคพืช (Herbivore)

ผู้บริโภคเนื้อสัตว์ (Carnivore)

ผู้บริโภคพืชและสัตว์ (Omnivore)

ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ (Scavenger)

- สิ่งมีชีวิตบางชนิด อาจมีคุณสมบัติของการเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค เช่น ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง สาหร่ายข้าวเหนียว กาบหอยแครง คือ มีคลอโรพลาสต์ สังเคราะห์แสงได้ (คุณสมบัติของผู้ผลิต) และสามารถดักจับแมลงเป็นอาหารได้อีกด้วย (คุณสมบัติของผู้บริโภค) ดังนั้น นักชีววิทยาบางท่านจึงจัดให้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนี้ เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภค เรียกว่า mixotroph แต่นักชีววิทยาบางท่านได้จัดให้เป็นผู้ผลิต (autroph) อย่างเดียวเท่านั้น เพราะยึดคุณสมบัติที่สำคัญที่สุด คือ สามารถสร้างอาหารอินทรีย์สารได้เองด้วยขบวนการสังเคราะห์แสง
- ระบบนิเวศ
 1. เปิด (open ecosystem) พลังงานและสารผ่านได้
 2. ปิด (closed ecosystem) พลังงานผ่านได้ สารผ่านไม่ได้
 3. ระบบนิเวศอิสระ (isolated ecosystem) สารและพลังงานผ่านไม่ได้ เป็นระบบนิเวศทางทฤษฎี,ในจินตนาการ
- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่พบบริเวณหาดทราย คือ ปูลม ปูเสฉวน หอยเสียบ หอยตลับ แม่เพรียง ผักบู่ทะเล
- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่พบบริเวณหาดหิน คือ เพรียง หอยหมวกเจ๊ก หอยนางรม หอยจิ้งก ซิแอนนีโมนี พรหมทะเล ลูกกุ้ง ลูกปู ลูกปลา ดาวเปราะ ฟองน้ำ ปลิงทะเล
- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่พบบริเวณป่าชายเลน คือ ปูก้ามดาบ ปลาตีน ทากทะเล ปูแสม ปูทะเล หอยหลอด หอยแครง หอยแมลงภู่ หอยจิ้งก
- พืชที่ชอบแสงแดดจ้า คือ ข้าว อ้อย ข้าวโพด
- พืชที่ชอบแสงแดดรำไร คือ กัลยไม้
- ตัวอ่อนของด้วง,ไส้เดือน,ค่างคาว,กิ้งเดือย มักจะอยู่ในที่ที่ไม่มีแสงหรือมีแสงน้อย
- นกนางแอ่นบ้านอพยพมาจากประเทศจีน มาหากินในประเทศไทย และอาจจะไปถึงมาเลเซียราวเดือนกันยายนทุกปี
- นกปากห่างที่วัดไผ่ล้อม จังหวัดปทุมธานี อพยพมาจากอินเดีย พม่า บังกลาเทศ ราวเดือนพฤศจิกายน เพื่อผสมพันธุ์กันแล้วกลับถิ่นเดิม

- บนพื้นดินจะมี ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าแหล่งน้ำ
 - พืชพวกสั้ม มะม่วง เจริญได้ดีในดินเป็นกรด
 - สิ่งมีชีวิตบนบกมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดีกว่าในน้ำ
 - อุณหภูมิมีผลกระทบต่อสัตว์เลือดเย็นมากกว่าสัตว์เลือดอุ่น
 - พืชที่อยู่บริเวณลมแรงจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าบริเวณลมสงบ เพราะได้รับ คาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า
 - ความเค็มแปรผกผันกับการละลายของออกซิเจน
 - ประชากร คือ กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน อยู่ที่เดียวกัน ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
 - SUCCESSION
- ⇒ ก้อนหินว่างเปล่า → คริสโตสไลเคน → โพลีออสไลเคน → มอส → เฟิร์น → หญ้าและไม้ล้มลุก → ไม้พุ่ม → ไม้ยืนต้น → ป่า
- ⇒ พื้นทรายว่างเปล่า → พืชประเภทเถาเลื้อยตามพื้น,หยั่งรากลงในบริเวณที่ชื้น (ผักบุ้งทะเล) → พืชที่มีลำต้นใต้ดินที่แตกกิ่งสาขาไปได้ไกล → ไม้พุ่ม → ป่า
- ⇒ แหล่งน้ำที่กั้นบ่อเป็นทราย → แบคทีเรีย,แพลงตอน,สาหร่าย,โพรโตซัว → พืชลอยน้ำ (ไข่น้ำ,จอก,แห่น,ผัก ตบชวา) → สาหร่ายไฟ → กก,หญ้า,เตย,อ้อ → หญ้า,กก → ป่าไม้ยืนต้น,ทุ่งหญ้า
- ⇒ ป่าเจริญเต็มที่ → ตัด → ไม้ล้มลุก → พืชที่มีอายุหลายปี → ไม้ยืนต้นที่โตเร็วและต้องการแสงมาก → ไม้ยืนต้นที่โตช้าและเจริญได้ในที่ร่ม → ป่า
- ⇒ ป่า → ไฟไหม้ป่า → หญ้า
- ⇒ การทำไร่เลื่อนลอย → ทุ่งหญ้าถาวร
- สารประกอบไนโตรเจนในดินที่น่าจะเหมาะสมที่พืชจะนำไปใช้คือ แอมโมเนีย เพราะเปลี่ยนเป็นโปรตีนได้ง่าย แต่ แอมโมเนียมักจับกับอนุภาคของดินทำให้พืชนำไปใช้ได้ยากกว่าในเตรต
 - การแทนที่ในห้องปฏิบัติการ แบคทีเรีย → แพลกเจลเลต → เซลล์เดียวพวก Colpoda → เซลล์เดียวพวก → hypotrich → พารามีเซียม → ภาวะคงที่
 - สังคมสิ่งมีชีวิตขั้นสุด เช่น ป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่,ภูกระดึง,คอยอินทนนท์,ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร,ห้วยขาแข้ง
 - แม่น้ำที่พบโลหะหนักมากที่สุด คือ แม่น้ำท่าจีน
 - ปริมาณโลหะในแม่น้ำต่าง ๆ สังกะสี > ทองแดง > แคดเมียม >ปรอท
 - สังกะสี พบมากที่สุดที่ แม่น้ำแม่กลอง
 - ทองแดง แคดเมียม พบมากที่สุดที่แม่น้ำท่าจีน
 - น้ำที่บริโภคได้ เช่นน้ำประปา กำหนดเซลล์แบคทีเรียไว้ไม่เกิน 5000 เซลล์ ในน้ำ 1 cm³
 - น้ำทิ้งจากโรงงาน
 - pH → โรงงานทำกระดาษ เป็นเบสที่สุด โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นกรดที่สุด
 - อุณหภูมิ → โรงงานสุราสูงสุด

BOD,COD,ไนโตรเจน → โรงงานปลาป่นสูงสุด

ฟอสเฟต → โรงงานก๋วยเตี๋ยวสูงสุด

- เวลาในการสลายตัว ดีดีที > คีลคริน > เอนดริน
- วัฏจักรไนโตรเจน

