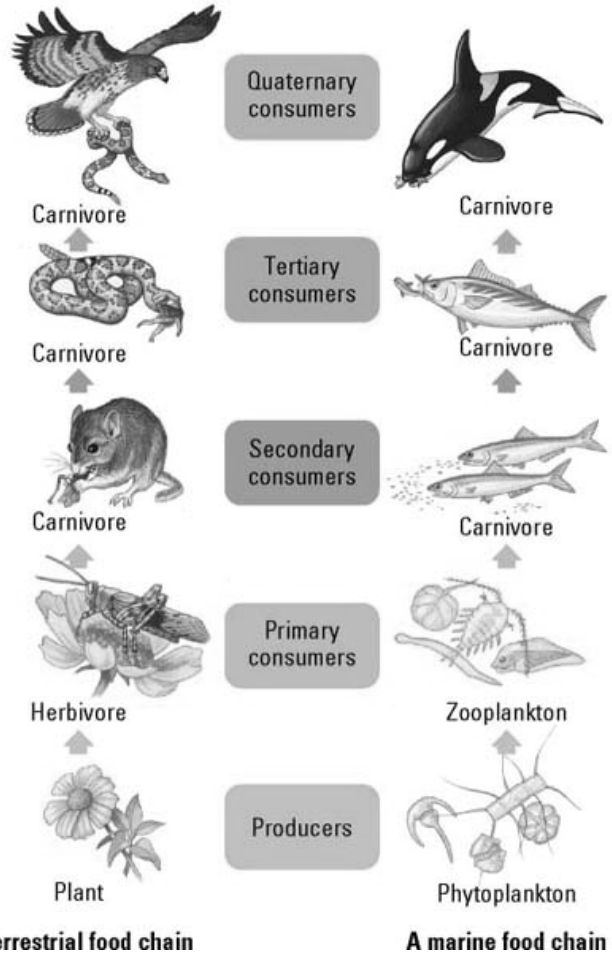
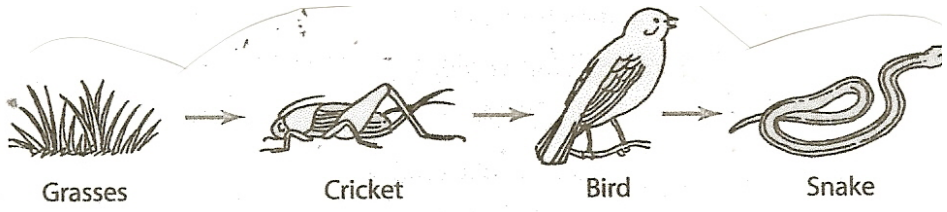
การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

พลังงานในระบบนิเวศเริ่มจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่แผ่รังสีมายังโลก ผู้ผลิตในระบบนิเวศจะเป็นพวกแรกที่สามารถนำพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้ได้ ในขบวนการสังเคราะห์แสงผู้ผลิตซึ่งเป็นพืชที่มีคลอโรฟิลล์ จะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี แล้วนำพลังงานเคมี นี้ไปสังเคราะห์สารประกอบ ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและมีพลังงานสูง เช่น คาร์โบไฮเดรท (CH 2n) ได้ผลผลิตเบื้องต้น คือ กลูโคส ในกระบวนการนี้มีแก๊สออกซิเจนปล่อยออกสู่บรรยากาศ พลังงานในโมเลกุลของสารอาหารจะถ่ายทอดจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภคลำดับต่างๆ จนถึงผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งพลังงานจะมีค่าลดลงตามลำดับ เพราะส่วนหนึ่งถูกใช้ในการผลิตพลังงานให้แก่ร่างกายโดยกระบวนการหายใจ อีกส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปของพลังงานความร้อน เนื่องจากทุก ๆ ลำดับขั้นของการถ่ายทอดจะมีพลังงานสูญไปในรูปของความร้อนประมาณ 80-90% ดังนั้นลำดับการถ่ายทอดพลังงานในโซ่อาหารจึงมีความยาวจำกัด โดยปกติจะสิ้นสุดที่ผู้บริโภคลำดับ 4 - 5 เท่านั้น ระบบนิเวศใดรับพลังงานไว้ได้มากย่อมแสดงให้เห็นว่าระบบนิเวศนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก

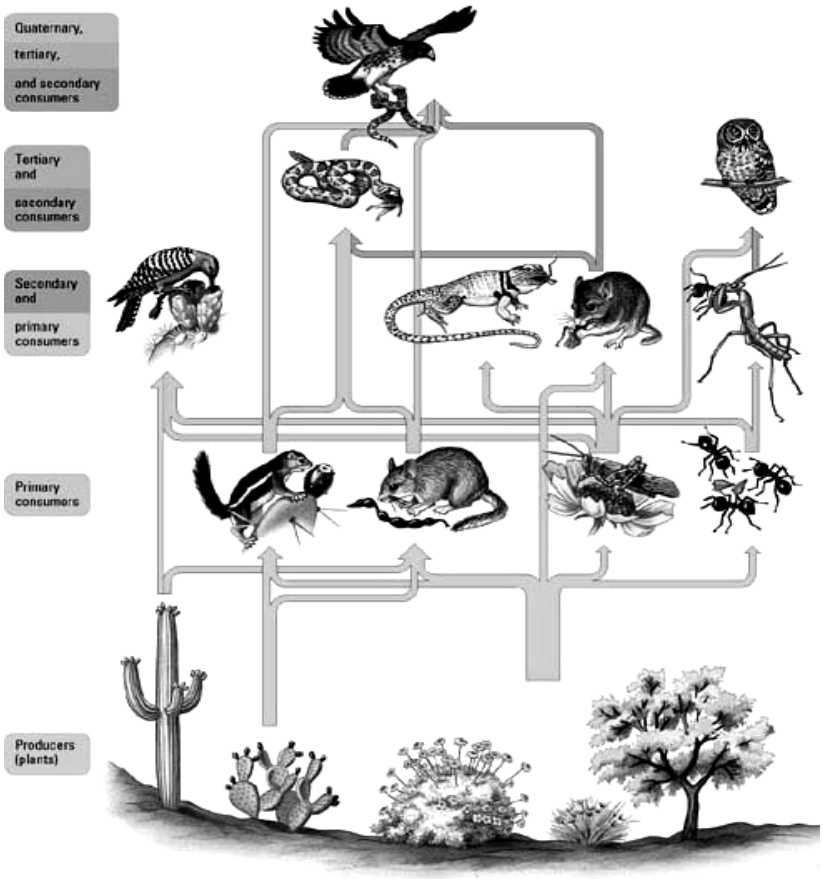


ภาพ ตัวอย่างห่วงโซ่อาหาร (food chain) หัวลูกศรแสดงเส้นทางการลำเลียงอาหารจากพืชผู้ผลิตผ่านไปสู่ผู้บริโภคแรกเริ่มที่กินพืช (herbivore) ผู้บริโภคลำดับสอง ผู้บริโภคลำดับสามไปจนถึงผู้บริโภคลำดับสี่ที่กินเนื้อ (carnivore)

การเคลื่อนย้ายหรือถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศในรูปของอาหารจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค และจากผู้บริโภคไปสู่ผู้บริโภคอันดับต่อไปเป็นลำดับขั้นมีลักษณะเป็น "ลูกโซ่อาหาร" หรือ "**ห่วงโซ่อาหาร**" (food chain) ในสภาพธรรมชาติจริง ๆ แล้วการกินกันอาจไม่ได้เป็นไปตามลำดับที่แน่นอน เช่นที่กล่าวมาเพราะผู้ล่าชนิดหนึ่งอาจจะล่าเหยื่อได้หลายชนิดและขณะเดียวกันนี้อาจจะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่า การถ่ายทอดพลังงาน จึงมีความซับซ้อนมากขึ้น และสัมพันธ์เกี่ยวโยงกัน ไปมาในลักษณะ "ข่ายใยอาหาร" หรือ "สายใยอาหาร" (food web)



ภาพ ห่วงโซ่อาหาร



ภาพ สายใยอาหารแบบไม่ซับซ้อน ทิศทางหัวลูกศรหมายถึง ใครบริโภคใคร(ผู้ที่อยู่ตำแหน่งต้นของลูกศรจะถูกกินโดยผู้ที่อยู่ตำแหน่งปลายลูกศร)และทิศทางการ เคลื่อนย้ายของสารอาหารจะถูกส่งผ่านไปตามทิศทางของลูกศร

การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร

การถ่ายทอดพลังงาน ในห่วงโซ่อาหารอาจแสดงในในลักษณะของสามเหลี่ยมพีรามิดของสิ่งมีชีวิต (Ecological pyramid) แบ่ง ได้ 3 ประเภทตามหน่วยที่ใช้วัดปริมาณของลำดับขั้นในการกิน

1. **พีรามิดจำนวนของสิ่งมีชีวิต** (Pyramid of number)

โดยทั่วไปสัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะเป็นรูปพิรามิดฐานกว้าง โดยผู้ผลิต ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดอยู่ตรงตำแหน่งฐานพิรามิด ผู้บริโภคลำดับต่างๆ ที่อยู่ถัดขึ้นไปตามลำดับจะลดลง

ตัวเลขที่อยู่ในพิรามิดแต่ละชั้นแสดงจำนวนสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ 1 ตารางเมตรของสระน้ำจืดมีผู้ผลิตอยู่จำนวนมากมาย ส่วนผู้บริโภคแต่ละลำดับจะมีจำนวนลดหลั่นกันไป จนถึงผู้บริโภคลำดับ 3ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย เช่น มีผู้บริโภคลำดับสุดท้าย 0.01 ตัวต่อตารางเมตร การที่จำนวนของสิ่งมีชีวิตที่นับได้ ไม่เป็นจำนวนเต็มเนื่องจากเราคำนวณหาจำนวนสิ่งมีชีวิตบริเวณผิวของสระน้ำจืดในพื้นที่ 1 ตารางเมตรเท่านั้น ซึ่งตามความเป็นจริงสระน้ำจืดนี้ มีพื้นที่มากกว่า 1 ตารางเมตร เมื่อคำนวณจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคอันดับ 3 บนผิวของสระน้ำจืดทุกๆ 1 ตารางเมตร ซึ่งมีจำนวนน้อย ผลลัพธ์จึงไม่เป็นเลขจำนวนเต็ม

พิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตอาจไม่จำเป็นต้องมีลักษณะของรามิดฐานกว้างเพียงอย่างเดียว ระบบนิเวศสวนลำไยแห่งหนึ่งมีลำไย 200 ต้น และบริเวณต้นลำไยเป็นแหล่งที่อยู่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ได้แก่ ผึ้ง แมลงวันทอง นก นกฮูก จะเห็นได้ว่าผึ้งและแมลงวันทองที่อาศัยกินน้ำหวานจากดอกลำไยนั้นมีจำนวนมากกว่าต้นลำไยหลายเท่า พิรามิดจำนวนสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศ

2. **พีรามิดมวลของสิ่งมีชีวิต** (pyramid of mass)

โดยปิรามิดนี้แสดงปริมาณของสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นของการกินโดยใช้มวลรวมของน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่แทนการนับจำนวนพีรามิดแบบนี้มีความแม่นยำมากกว่าแบบที่ 1 แต่ในความเป็นจริงจำนวนหรือมวล ของสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เช่น ตามฤดูกาลหรือ ตามอัตราการเจริญเติบโต ปัจจัยเหล่านี้ จึงเป็นตัวแปร ที่สำคัญ

อย่างไรก็ดีถึงแม้มวลที่มากขึ้นเช่นต้นไม้ใหญ่ จะผลิตเป็นสารอาหารของผู้บริโภคได้มากแต่ก็ยังน้อยกว่าที่ผู้บริโภคได้จาก สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น สาหร่ายหรือแพลงก์ตอน ทั้งๆที่มวล ห รือปริมาณของสาหร่ายหรือแพลงก์ตอนน้อยกว่ามาก ดังนั้น จึงมีการ พัฒนาแนวความคิดในการแก้ปัญหานี้ โดยในการเสนอรูปของพีรามิดพลังงาน (pyramid of energy)

3. **พีรามิดพลังงาน** (pyramid of energy) เป็นปิรามิดแสดงปริมาณพลังงานของแต่ละลำดับขั้นของการกินซึ่งจะมีค่าลดลงตามลำดับขั้นของการโภค

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศมีความสำคัญมากเพราะไม่เพียงแต่สารอาหารเหล่านั้นมีการถ่ายทอด

แต่สารทุกชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบนิเวศทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษจะถูกถ่ายทอดไปในโซ่อาหารด้วย ตัวอย่างเช่น การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชพวกแมลง สารเคมีกำจัดเชื้อรา ที่รู้จักกันดีคือ DDT ซึ่งสารเคมีชนิดนี้จะสลายตัวยาก มีความคงตัวสูง ทำลายระบบประสาทแมลงได้ดี เนื่องจากมีโลหะหนักที่เป็นพิษเจือปนอยู่ เช่น ปรอท

ตะกั่ว หรืออาร์เซนิก สารดังกล่าวจะตกค้างในผู้ผลิตและผู้บริโภคและถ่ายทอดไปตามลำดับในโซ่อาหารซึ่งปริมาณ

DDT จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละลำดับของชั้นอาหาร เช่น เนื้อของนกกินปลา 1 กรัม จะมี DDT สะสมมากกว่าเนื้อปลาที่มีน้ำหนักเท่ากัน

แหล่งชุมชนที่อยู่อาศัยของแต่ละผู้คนในแต่ละแหล่งก็มีการถ่ายเทของเสียออกสู่ธรรมชาติ และกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น ร้านอาหาร อู่ซ่อมรถ โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ทำให้มีของเสียปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมและสะสมอยู่ตามแหล่งน้ำ ดิน อากาศ ของเสียเหล่านี้จะถ่ายทอดไปสู่ผู้ผลิต และผู้บริโภคลำดับต่างๆ รวมถึงกลับมาสู่ตัวมนุษย์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในโซ่อาหาร ทำให้มีผลต่อสุขภาพ ของเสียบางอย่างยังเป็นที่มีพิษรุนแรง เช่น พวกโลหะหนัก ถ้าร่างกายได้รับสารนั้นในปริมาณมาก อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

ในบางกรณีของเสียหรือสารพิษที่สะสมอยู่ในแหล่งต่างๆ อาจไม่ถ่ายทอดถึงมนุษย์ เพราะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในลำดับต้นๆเสียก่อนแล้ว ทำให้โซ่อาหารถูกทำลาย แต่มนุษย์ก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน ทั้งในแง่ที่ขาดแคลนอาหารและส่งผลถึงเศรษฐกิจด้วย ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันและการจัดการเกี่ยวกับการกำจัดของเสียอย่างถูกต้อง

ในระบบนิเวศน์ ทั้งสสารและแร่ธาตุต่าง ๆ จะถูกหมุนเวียนกันไปภายใต้เวลาที่เหมาะสมและมีความสมดุลซึ่งกัน และกัน วนเวียนกันเป็นวัฏจักรที่เรียกว่า วัฏจักรของสสาร (matter cycling) ซึ่งเปรียบเสมือนกลไกสำคัญ ที่เชื่อมโยงระหว่าง สสาร และพลังงานจากธรรมชาติสู่สิ่งมีชีวิตแล้วถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบของการกินต่อกันเป็นทอดๆ ผลสุดท้ายวัฏ จักรจะสลายใน ขั้นตอนท้ายสุดโดยผู้ย่อยสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ วัฏจักรของสสารที่มีความสำคัญต่อสมดุลของระบบ นิเวศน์ ได้แก่ วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของไนโตรเจน วัฏจักรของคาร์บอนและ วัฏจักรของฟอสฟอรัส