บทที่ 1
การควบคุมมลพิษในสิ่งแวดล้อม
(Environmental Pollution Control)

1. แนวคิดที่สำคัญทางเคมีสิ่งแวดล้อม

(Importance concepts in environmental chemistry)

1.1 บทนำ (Introduction)

ในวิชานี้ เราจะศึกษาความสำคัญของเคมีในการสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่จะพิจารณาที่มลพิษว่าคืออะไร มาจากไหน ตรวจวัดได้อย่างไร ปัญหาที่เกิดจากมลพิษและจะสามารถลดหรือควบคุมได้อย่างไร? ในหัวข้อเหล่านี้สัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการบำบัดของเสีย เนื่องจากของเสียสามารถกลับกลายเป็นมลพิษได้ ถ้าหากว่าได้รับการบำบัดอย่างไม่ถูกต้องเหมาะสม

ดังนั้นเราจำเป็นจะต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานทางเคมีสิ่งแวดล้อมบางอย่าง และการอธิบายคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เราจะใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับวิชานี้

1.2. สิ่งแวดล้อม (The environment)

เราอาจจะกล่าวได้ว่าสิ่งแวดล้อมมีองค์ประกอบ 4 ส่วนคือ

1. **Atmosphere** ได้แก่ ชั้นของแก๊สที่ปกคลุมผิวของโลก

2. **Hydrosphere** ได้แก่ น้ำของโลก ส่วนใหญ่จะพบในมหาสมุทร

3. **Geosphere** ได้แก่ ส่วนที่เป็นของแข็งของโลก รวมถึงดินด้วยชั้นบนสุดของ geosphere เรียกว่า lithosphere

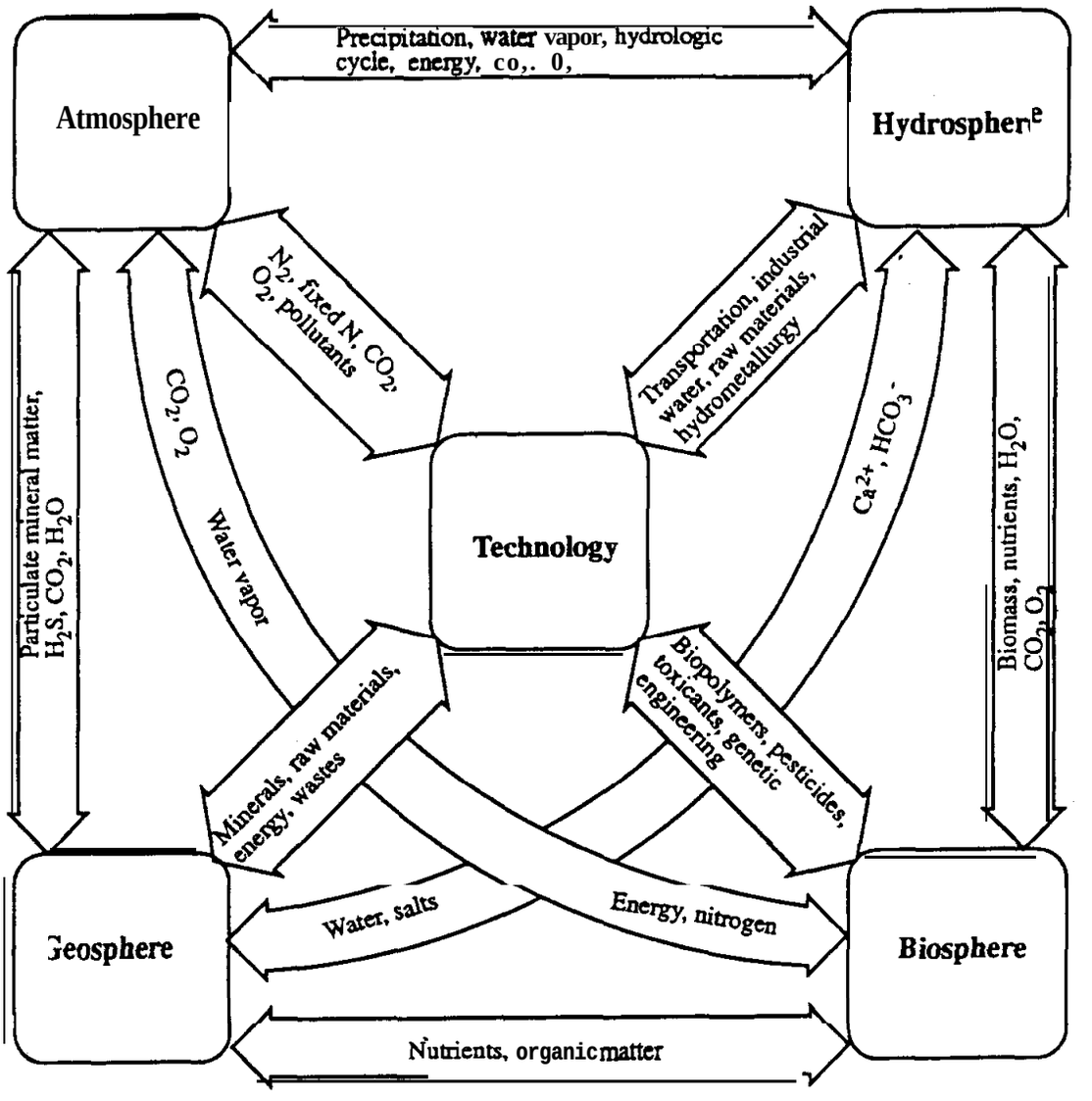
4. **Biosphere** ได้แก่ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลก

1.2.1. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental Sciences)

คือการศึกษาส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ของสิ่งแวดล้อม และอันตรกิริยาซึ่งกันและกัน (ดูรูปที่ 1.1) ส่วนที่สำคัญที่สุดคือ มนุษย์ (เป็นส่วนหนึ่งของ Biosphere) มีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

1.2.2. เคมีสิ่งแวดล้อม (Environmental Chemistry)

คือการศึกษาเกี่ยวกับสารเคมีที่รวมตัวในทั้ง 4 ส่วนของสิ่งแวดล้อมที่กล่าวมาแล้วว่า คืออะไร พบได้ที่ไหน เกิดปฏิกิริยาอย่างไร เคลื่อนย้ายจากส่วนหนึ่งไปยังส่วนอื่น ๆ ของสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีผลต่อส่วนต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมอย่างไร กิจกรรมของมนุษย์ (และโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลทางด้านเทคโนโลยี) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของปัญหานี้ โดยการนำสารเคมีชนิดใหม่ ๆ เข้าสู่สิ่งแวดล้อม กิจกรรมของมนุษย์ยังมีผลต่อสารเคมีที่มีอยู่โดยธรรมชาติในสิ่งแวดล้อม ซึ่งไปเปลี่ยนแปลง กระบวนการต่าง ๆ ในธรรมชาติ



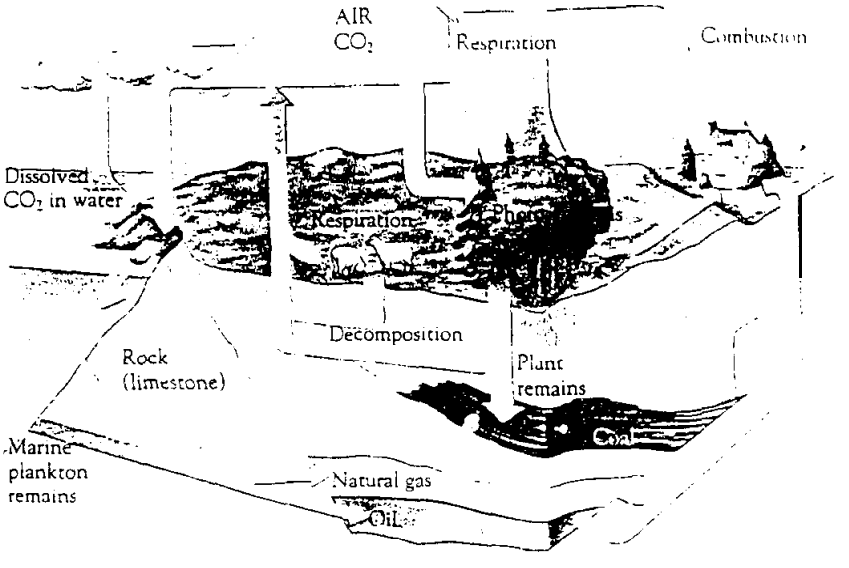
รูปที่ 1.1 การอธิบายความสัมพันธ์ใกล้ชิดระหว่างสิ่งแวดล้อมที่เป็นอากาศ น้ำ และดินที่มีต่อกัน และต่อระบบสิ่งมีชีวิตและกับเทคโนโลยี

1.3. Biogeochemical cycles

กระบวนการต่าง ๆ ทางธรรมชาติโดยมากจะถูกอธิบายโดยใช้ "Biogeochemical cycles" ซึ่งแสดงให้เห็นถึงธาตุและสารประกอบทางเคมีเคลื่อนย้ายระหว่าง atmosphere, hydrosphere, geosphere และ biosphere อย่างไร เราจะศึกษาวัฏจักรที่สำคัญที่สุดทั้ง 4 คือ วัฏจักรของคาร์บอน (Carbon Cycle), วัฏจักรของไนโตนเจน (Nitrogen Cycle), วัฏจักรของฟอสฟอรัส(Phosphorous Cycle) และ วัฏจักรของน้ำ(Water Cycle)

1.3.1 วัฏจักรของคาร์บอน (Carbon Cycle)

รูปแบบง่าย ๆ ของ Carbon cycle ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วัฏจักรของคาร์บอน (Carbon Cycle)

คาร์บอนที่ถูกเก็บใน geosphere ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต (limestone, $CaCO_3$) ซึ่งอาจจะละลายออกมาและเปลี่ยนเป็น hydrogencarbonate ion (HCO_3^-) โดยน้ำที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ และผ่านเข้าสู่ hydrosphere

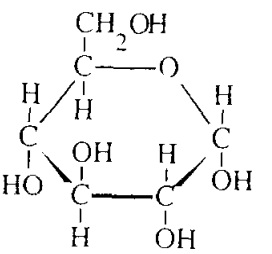
$$CaCO_3(s) + CO_2(aq) + H20 \rightarrow 2HCO^-_3(aq) + Ca^{2+}(aq) \qquad (1.1,)$$

และอาจจะผ่านเข้าสู่ biosphere โดยเข้าไปเป็นส่วนประกอบในส่วนที่เป็นของแข็ง (เปลือกหอย) ของสิ่งมีชีวิตในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เหล่านี้ตายลง แคลเซียมคาร์บอเนตจะจับตัวเป็นตะกอนกลับกลายเป็นหินปูนอีกครั้งหนึ่ง

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ใน hydrosphere จะเกิดการแลกเปลี่ยนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อยู่ใน atmosphere คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะถูกใช้โดยพืชเพื่อการสังเคราะห์โดยใช้แสงเพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรต และสารเคมีอินทรีย์อื่นๆ

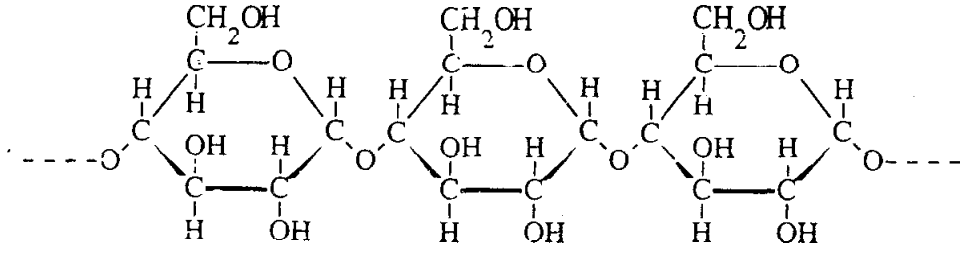
$$6CO_2(s) + 12H_2O + \text{แสง} \rightarrow \underset{\text{น้ำตาลกลูโคส}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 + 6H_2O \qquad (1.2)$$

น้ำตาลชนิดง่าย เช่น กลูโคส มีสูตรทั่วไปคือ $(CH_2O)_n$ และมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 1.3

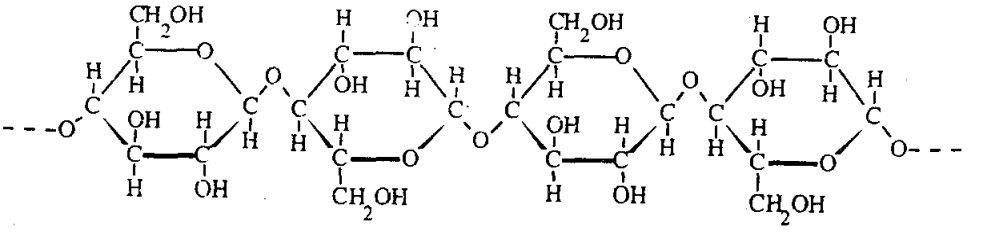


รูปที่ 1.3 โครงสร้างโมเลกุลของกลูโคส

โมเลกุลของกลูโคสจะต่อเข้าด้วยกันโดยปฏิกิริยาการควบแน่น (condensation) เพื่อรวมเป็น polysaccharides เช่น แป้ง (รูปที่ 1.4) ซึ่งเป็นวิธีการที่พืชสะสมพลังงาน เซลลูโลส (Cellulose)(รูปที่ 1.5) ก็คือ saccharide polymer ที่ประกอบด้วย monosaccharide 2000-30000 ยูนิต ซึ่งพืชจะใช้ในการสร้างผนังเซลล์ เป็นโครงสร้างที่แข็ง



รูปที่ 1.4 ส่วนหนึ่งของโมเลกุลแป้งแสดงยูนิตของ $C_6H_{10}O_5$ ที่ต่อกัน



รูปที่ 1.5 ส่วนหนึ่งของโครงสร้างของเซลลูโลส

ผลิตผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงก็คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศจะเข้าไปสู่ biosphere การผันกลับของกระบวนการนี้คือ การหายใจโดยพืชและสัตว์ซึ่งคาร์โบไฮเดรต จะถูกเปลี่ยนกลับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ในที่มีออกซิเจน มีพลังงานถูกปล่อยออกมาเพื่อทำงานทางด้านชีวภาพ

$$C_6H\,1206 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2(g) + 12H_2O + \text{พลังงาน} \qquad (1.3)$$

เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง ถ้าสลายตัวในอากาศ จะถูกทำให้แตกสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเช่นเดียวกับสมการข้างบนโดยกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่กินมันเข้าไป ภายใต้เงื่อนไขของการไม่ใช้ออกซิเจน การหายใจจะก่อให้เกิดแก๊สมีเทน (CH_4)

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CH_4 + 3CO_2 \qquad (1.4)$$

ปฏิกิริยาที่คล้ายคลึงกันในการรวมตัวเป็นไฮโดรคาร์บอนในรูปของถ่านหิน น้ำมันและแก๊สธรรมชาติ สิ่งเหล่านี้จะรวมตัวจากส่วนที่เหลือของพืชที่ฝังอยู่ใต้ดินตะกอนทับถมเป็นเวลานาน เมื่อไฮโดรคาร์บอนถูกใช้เป็นเชื้อเพลิง คาร์บอนจะคืนสู่บรรยากาศในรูปคาร์บอนไดออกไซด์

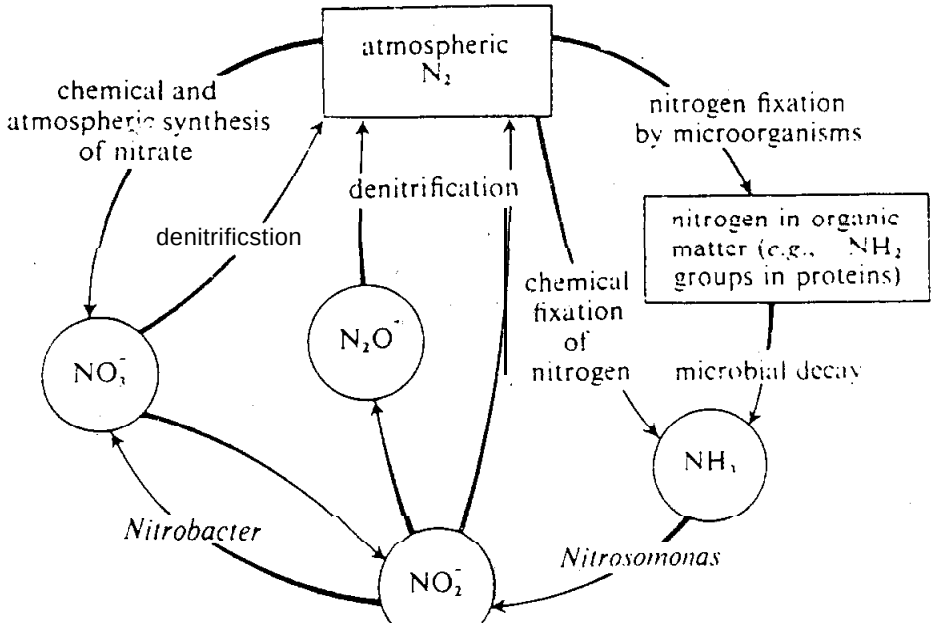
$$CH4 + 202 \rightarrow CO2 + 2H_2O \qquad (1.5)$$

ในวัฏจักรของคาร์บอน ที่เราได้อธิบาย จะมีอยู่อย่างน้อยหนึ่งส่วนซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมของมนุษย์มากคือ การเผาไหม้ของถ่านหิน เราจะได้อธิบายต่อไป ในปัจจุบันได้มีความวิตกกังวลว่ามนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงสมดุลของ carbon cycle โดยการเผาไหม้ไฮโดรคาร์บอนมากเกินไป เหตุผลที่ว่าทำไม cycle เช่นนี้มีประโยชน์มากก็คือ ได้แสดงให้เห็นว่าทำไมปัญหาจากกิจกรรมของมนุษย์สามารถมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมด

1.3.2 วัฏจักรของไนโตรเจน'(Nitrogen cycle)

1.3.2. I Overview

วัฏจักรของไนโตรเจน มีความสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตบนโลกมากเพราะสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยโปรตีน ซึ่งเป็นพอร์ลิเมอร์ในธรรมชาติประกอบจากกรดอะมิโนมาต่อกันด้วยกลุ่มเอไมด์ (CONH) วัฏจักรของไนโตรเจน ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 วัฏจักรของไนโตรเจน **(The Nitrogen Cycle)**

1.3.2.2 nitrogen fixation

ในบรรยากาศจะประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจนเกือบ 80% ซึ่งเสถียรมาก จึงเป็นการยากที่สิ่งมีชีวิตจะเอาไนโตรเจนแล้วเปลี่ยนเป็นโมเลกุลที่มีประโยชน์ แต่จะมี

แบคทีเรียบางชนิดเรียกว่า "nitrogen-fixing" มีเอนไซม์พิเศษที่จะเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนไปเป็นแอมโมเนีย

$$C_6H_{12}O_6 + 4N_2 + 6H_2O + 8H^+ \rightarrow 6CO_2 + 8NH^+_4 \qquad (1.6)$$

แบคทีเรียเหล่านี้ส่วนมากจะอาศัยอยู่ในรากที่เป็นปุ่มในพืชตระกูลถั่ว จะใช้คาร์โบไฮเดรตเดรทจากพืชเพื่อให้พลังงานสำหรับปฏิกิริยานี้ ซึ่งจะถูกเร่งปฏิกิริยาโดย nitrogenase enzyme ถ้าต้องการจะดำเนินปฏิกิริยานี้ทางเคมีจะต้องใช้อุณหภูมิและความดันที่สูงมาก (เช่น ในกระบวนการ Haber) แต่สำหรับในสิ่งมีชีวิตแล้วสามารถที่จะดำเนินปฏิกิริยานี้ภายใต้เงื่อนไขที่ไม่รุนแรงเลยเมื่อเปรียบเทียบกับนักเคมีในห้องปฏิบัติการ (กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงก็เป็นตัวอย่างหนึ่งซึ่งไม่มีใครสามารถใช้กระบวนการทางเคมีทำได้เลย)

1.3.2.3 nitrification

สำหรับแบคทีเรียในดินชนิดอื่นจะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ (NO_2^-)และเป็นไนเตรท(NO_3^-) โดยแบคทีเรียจะได้รับพลังงานจากกระบวนการนี้

$$2NH_3 + 302 \rightarrow 2H^+ + 2NO_2^- + 2H_2O \qquad (1.7)$$

$$2NO_2^- + 02 \rightarrow NO_3^- \qquad (1.8)$$

วิธีการหนึ่งที่มนุษย์ไปรบกวน วัฏจักรของไนโตรเจน คือโดยการใช้ปุ๋ยซึ่งประกอบด้วยไนเตรทที่สังเคราะห์ขึ้นทางเคมีจากแก๊สไนโตรเจน ในอดีตระบบการปลูกพืชหมุนเวียนได้ถูกนำมาใช้ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการปลูกพืชตระกูลถั่วอย่างสม่ำเสมอเพื่อ

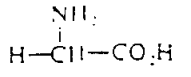
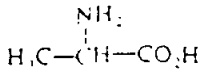
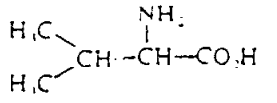
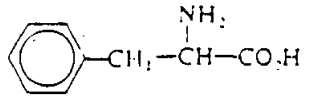
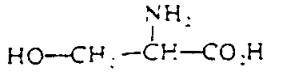
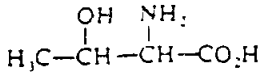
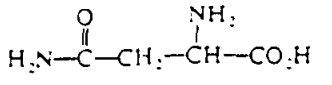
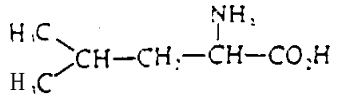
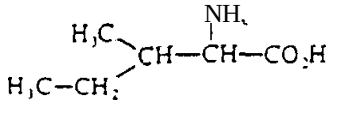
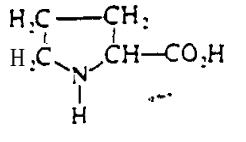
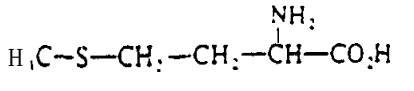
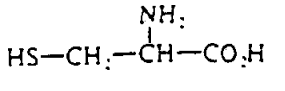
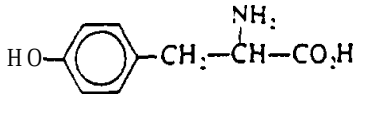
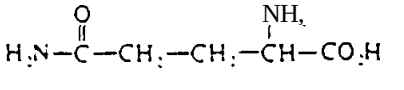
ทดแทนไนเตรทที่ถูกใช้ไปโดยการปลูกพืชชนิดอื่น ความตั้งใจที่จะใช้ปุ๋ยก็เพื่อไม่ต้องการที่จะไม่ต้องทำเช่นนี้ อย่างไรก็ดี เมื่อปุ๋ยถูกใส่มากเกินไป (เพื่อเพิ่มผลผลิต) จะนำไปสู่การมีไนเตรทมากเกินความต้องการ ซึ่งต่อมาจะถูกชะล้างออกจากดินและไหลลงสู่ hydrosphere ซึ่งจะไปมีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตบางชนิดในน้ำ และสามารถก่อให้เกิดปัญหาได้ (จะอธิบายในรายละเอียดต่อไป)

1.3.2.4 Assimilation

พืชดูดซับเอาไนโตรเจนในรูปของไนเตรทหรือแอมโมเนียจากดินและใช้ในการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีนทางชีวภาพ เมื่อสัตว์กินพืช ก็จะได้รับสารประกอบไนโตรเจนจากพืชและดำเนินปฏิกิริยาเคมีต่อไปในสัตว์ โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนมาต่อเข้าด้วยกันด้วยหมู่เอไมด์ โครงสร้างของกรดอะมิโนที่เกิดในธรรมชาติดังแสดงในตาราง 1.1

โครงสร้างของโปรตีนค่อนข้างจะสลับซับซ้อน โดยทั่ว ๆ ไปจะไม่เป็นห่วงโซ่แบบง่าย ๆ จะมีความสำคัญในสิ่งมีชีวิตโดยวิธีต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น เป็นโครงสร้าง (ในผมและผิวหนังของสัตว์) เป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เป็นแหล่งเก็บสะสมและเคลื่อนย้าย (เช่น ในเฮโมโกลบินเป็นตัวเคลื่อนย้ายออกซิเจนในสัตว์) และสำหรับควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ทางด้านเคมีชีวะอื่น ๆ [สารต่อต้าน (antibody), เอนไซม์และฮอร์โมน]

ตารางที่ 1.1 กรดอะมิโนที่เกิดขึ้นในโปรตีน

Name	Structural Formula
Glycine (gly)	
Alanine (ala)	
Valine (val)[a]	
Phenylalanine (phe)[a]	
Serine (ser)	
Threonine (thr)[a]	
Asparagine (asn)	
Leucine (leu)[a]	
Isoleucine (ile)[a]	
Proline (pro)	
Methionine (met)[a]	
Cysteine (cys)	
Tyrosine (tyr)	
Glutamine (gin)	

กรดนิวคลีอิกจะมีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ DNA และ RNA เป็นกรดนิวคลีอิก โมเลกุล DNA จะมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 1 ล้าน ดังแสดงในรูปที่ 1.7 จะประกอบด้วย ยูนิตซ้ำ ๆ กันที่ประกอบด้วย heterocyclic bases (เช่น cytosine และ adenine) น้ำตาล (deoxyribose ใน DNA) และหมู่ฟอสเฟตซึ่งจะถูกสะเทินด้วยไอออนของโลหะหรือ โปรตีนที่มีประจุ กรดนิวคลีอิกจะทำตัวเป็นคัดเลือกรหัสซึ่งจะขึ้นอยู่กับลำดับของเบสใน พอลิเมอร์ เพื่อควบคุมการสงเคราะห์โปรตีน

I 3.2.5 Ammonification

สิ่งมีชีวิตจะผลิตของเสียที่ประกอบด้วยไนโตรเจน เช่น ยูเรียในปัสสาวะ และกรด ยูริคจากนก การสลายตัวของของเสียเหล่านี้ และการตายลงของสิ่งมีชีวิต จะเปลี่ยนสาร ประกอบไนโตรเจนอินทรีย์เป็นแอมโมเนีย ซึ่งจะมีแบคทีเรียเป็นผู้ทำงานนี้

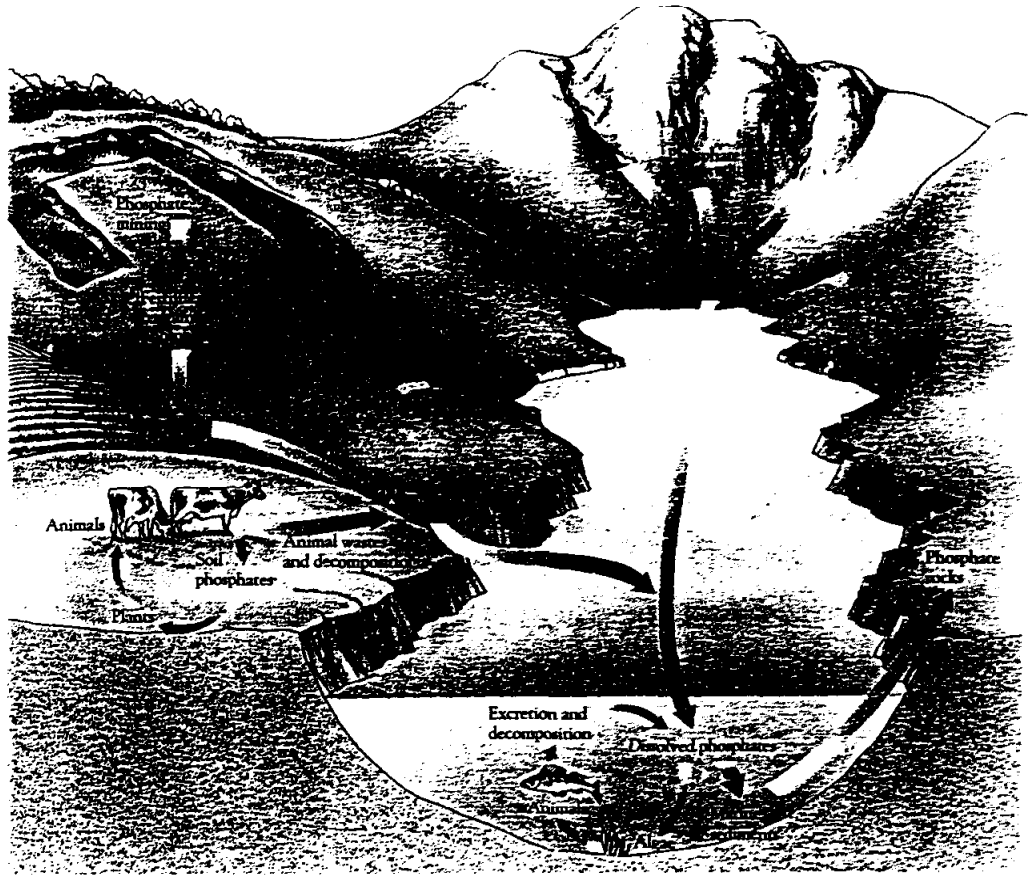
1.3.2.6 Denitrification

แบคทีเรียอื่น ๆ จะทำหน้าที่เปลี่ยนไนเตรทกลับคืนเป็นแก๊สไนโตรเจน จะเป็น กระบวนผันกลับของ nitrogen fixation

1.3.3 วัฏจักรของฟอสฟอรัส (Phosphorous cycle)

วัฏจักรของฟอสฟอรัสในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำและดินดังแสดงในรูปที่ 8.1 ฟอสฟอรัสจะไม่อยู่ในสถานะเป็นแก๊สในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นใน วัฏจักรของฟอสฟอรัส จะเกี่ยวข้องเฉพาะกับ hydrosphere, geosphere และ biosphere ฟอสฟอรัสที่พบใน geosphere จะอยู่ในรูปแร่ฟอสเฟต (เช่น hydroxyapalite, $Ca_5OH(PO_4)_3$ ซึ่งจะถูกกัด

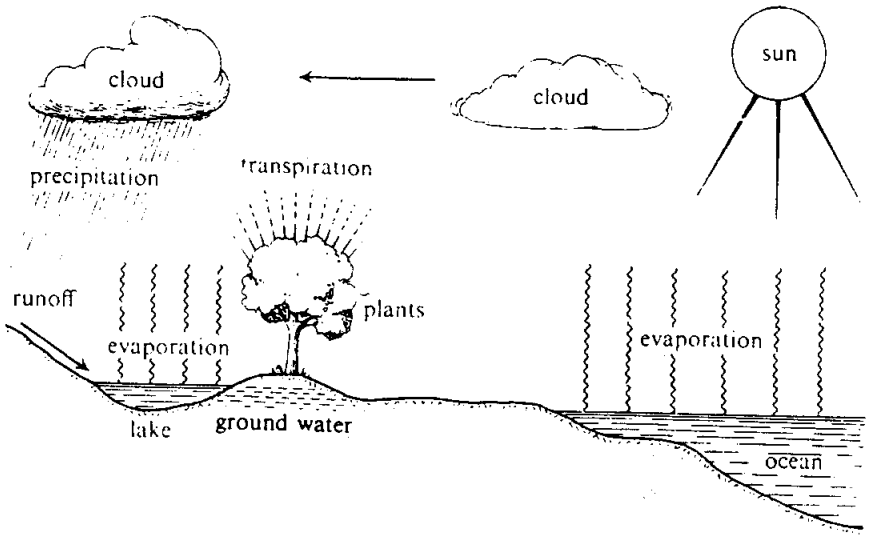
กร่อนโดยน้ำ เป็นฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ สารฟอสเฟตอนินทรีย์เหล่านี้จะถูกดูดซับโดยรากของพืช พืชจะใช้ฟอสเฟตในการสังเคราะห์โมเลกุลอินทรีย์หลายชนิด รวมทั้งกรดนิวคลีอิก (ดังรูปข้างบน) สัตว์ต่าง ๆ (รวมทั้งมนุษย์) ได้รับฟอสเฟตที่ต้องการส่วนใหญ่จากการกินพืช การย่อยสลายตัวของสัตว์และพืชและของเสียของมันจะนำฟอสเฟตกลับคืนสู่ดินและตะกอน วัฏจักรก็สมบูรณ์



รูปที่ 1.8 The Phosphorus Cycle

1.3.4 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

เราได้สังเกตแล้วว่าน้ำเข้าเกี่ยวข้องในปฏิกิริยาทางเคมีและชีวเคมีจำนวนมาก วัฏจักรของน้ำ (ดังรูปที่ 1.9) จึงมีความสำคัญมากในกระบวนการต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 1.9 วัฏจักรของน้ำ (The Water Cycle)

น้ำส่วนใหญ่ในโลกจะพบในมหาสมุทร นั่นคือ hydrosphere น้ำระเหยจากมหาสมุทร (จากดินแม่น้ำ และทะเล) เป็นรวมตัวเป็นเมฆในบรรยากาศ ฝนตก (และรูปแบบอื่น ๆ) จะนำน้ำกลับคืนสู่มหาสมุทร (75%) หรือลงในแผ่นดิน (25%) จากแผ่นดินมันอาจจะระเหยโดยตรงสู่บรรยากาศ อาจจะไหลกลับลงสู่มหาสมุทรจากแม่น้ำ หรืออาจจะจบลงในดินโดยการไหลลงไปเป็นน้ำใต้ดิน น้ำจากดินจะถูกเอาออกไปโดยพืช และเกือบทั้งหมดของน้ำจะระเหยออกไปทางใบ (การคายน้ำ)

วัฏจักรของน้ำ จะเกี่ยวข้องกับน้ำจำนวนมหาศาล คือประมาณ 4×10^{14} ลูกบาศก์เมตรต่อปี เข้าสู่บรรยากาศทุก ๆ ปี

1.4 มลพิษ (Pollution)

1.4.1 มลพิษ คืออะไร?

ในความคิดความเข้าใจของคนส่วนใหญ่ มลพิษคือปัญหาที่รุนแรงที่สุดปัญหาหนึ่งซึ่งเกี่ยวกับผลจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดี มีความสำคัญที่จะมีความคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับว่าที่แท้จริงแล้ว มลพิษคืออะไร มาจากไหน และมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ถ้าเรารู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เราสามารถจะตัดสินได้ว่ามลพิษใดมีความรุนแรงสูงสุดและจะควบคุมได้อย่างไร

มลพิษได้ถูกกำหนดว่า "การมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งมากเกินไปในที่ที่ไม่ควรจะมี" ในกรณีนี้ "มากเกินไป" หมายความว่าเพียงพอที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์) พูดให้ชัดเจนว่าอันตรายอะไรที่เราควรจะหลีกเลี่ยงจะเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการเมืองมากกว่าทางด้านเคมี เราควรจะห่วงใยอันตรายต่อมนุษย์เท่านั้นหรือต่อสัตว์อื่น ๆ หรือพืชหรือต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมด อย่างน้อยในฐานะเป็นนักเคมีควรจะสามารถที่จะเข้าใจอันตรายที่มีสาเหตุมาจากมลพิษของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อนักการเมืองสามารถตัดสินใจได้จากคำแนะนำที่ดีทางวิทยาศาสตร์ สารมลพิษอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรงเนื่องจากความเป็นพิษของมัน หรือสารมลพิษอาจจะก่อให้เกิดอันตรายทางอ้อม โดยไปรบกวนกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น ในวัฏจักรของคาร์บอน ของไนโตรเจน ของฟอสฟอรัสและของน้ำ สารเคมีใด ๆ ถึงแม้ว่าโดยปกติจะไม่เป็นพิษ สามารถจะกลายเป็นสารมลพิษได้ถ้าหากว่ามีอยู่ในความเข้มข้นที่สูง แม้แต่สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล หรือเกลือ อาจก่อให้เกิดสภาวะเป็นพิษได้ที่ระดับความเข้มข้นที่สูง ฟอสเฟตและไนเตรท ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในวัฏจักรของไนโตรเจน และ

วัฏจักรของฟอสฟอรัสในธรรมชาติ สามารถเป็นมลพิษได้เมื่อทำเป็นปุ๋ยและถูกใช้มากเกินไป

สารเคมีใดที่ถูกใส่เข้าไปในสิ่งแวดล้อมโดยมนุษย์เรียกว่า สิ่งปนเปื้อน (contaminant) จะเป็นการเข้าใจผิดที่คิดว่า สิ่งปนเปื้อนทั้งหมดเป็นสารมลพิษ แม้ว่าสารที่มีความเป็นพิษอาจเป็นเพียงสิ่งปนเปื้อนถ้าหากว่ามีอยู่ในที่และที่ความเข้มข้นที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย ในปัจจุบันได้มีเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีความไวสูงมาก ๆ จึงมีโอกาสเป็นไปได้ ที่จะพบการปนเปื้อนของสารเคมีที่มนุษย์เป็นผู้ผลิตขึ้นมาในเกือบทุกบริเวณในโลก

1.4.2 แหล่งกำเนิดของมลพิษ (Sources of Pollution)

เราสามารถตรวจสอบแหล่งมลพิษต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมมวลมนุษย์ คือ

1.4.2.1 มลพิษทางด้านอุตสาหกรรม (Industrial Pollution)

กรณีนี้อาจจะเป็นสิ่งที่คนส่วนมากคิดว่าเป็นมลพิษ มลพิษทางด้านอุตสาหกรรมอาจจะเนื่องมาจากการปล่อยของเสียออกสู่แหล่งน้ำ อากาศ การกำจัดของเสียในหลุมฝังกลบ หรือการเกิดอุบัติเหตุ แหล่งผลิตสารเคมี และมลพิษถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

1.4.2.2 มลพิษทางด้านเกษตรกรรม (Agricultural Pollution)

เราได้กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมากเกินไป ซึ่งจัดเป็นแบบหนึ่งของมลพิษทางด้านเกษตรกรรม ยาปราบศตรูพืชต่าง ๆ ก็ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิบัติการทางด้านเกษตรกรรม

1.4.2.3 มลพิษจากอาคารบ้านเรือน (Domestic Pollution)

การใช้รถ เชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ ตู้เย็นและสิ่งต่าง ๆ โดยแต่ละบุคคลจะนำไปสู่สภาพเป็นพิษ ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม (ผ่านมลพิษทางด้านอุตสาหกรรม) สิ่งโสโครกสามารถกลายเป็นมลพิษ ถ้าหากว่าได้รับการบำบัดอย่างไม่ถูกต้อง

1.4.2.4 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดและแบบกระจาย

(Point and dispersed sources)

มลพิษใด ๆ ที่มีแหล่งกำเนิด แหล่งพิษที่เรียก "Point source" ได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมเฉพาะหรือการปล่อยมลพิษที่แน่นอน บางทีมลพิษอาจจะเกิดเนื่องมาจากแหล่งต่าง ๆ มากมาย เช่น ฟอสเฟต หรือไนเตรทมากเกินพอจากฟาร์ม จะเรียกแหล่งชนิดนี้ว่า"disperse source" สารมลพิษอื่น ๆ อาจจะอธิบายว่าเป็น "endemic" ซึ่งหมายความว่าเป็นผลมาจากสังคมอุตสาหกรรมสมัยใหม่โดยรวมที่ไม่สามารถจะติดตามย้อนกลับไปสู่แหล่งใด ๆ หรือกลุ่มของแหล่งที่มาใด ๆ ได้ ตัวอย่างของแบบนี้ เช่น Chlorofluoro carbons (CFCs) ในบรรยากาศชั้นบนและ Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) ในอากาศ

1.4.2.5 ตัวรับและแอ่งสะสม (Receptors andsinks)

จะมีคำ 2 คำที่มีประโยชน์ควรจะรู้ สิ่งที่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ จะเรียกว่า "Receptor" ถ้าสารมลพิษนั้นมีเสถียร มักจะคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลายาวนาน แหล่งสุดท้ายที่สารมลพิษไปสะสมฝังตัวอยู่เรียกว่า "sink"

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายความสัมพันธ์และอันตรกิริยาขององค์ประกอบต่างๆในสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในรูปที่ 1.1 มาพอเข้าใจ
2. Biological Cycles ที่สำคัญได้แก่อะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์ต่อกันหรือไม่ อย่างไร
3. จงอธิบาย Carbon cycle
4. กิจกรรมต่างๆของมนุษย์มีผลกระทบต่อ Biological Cycles อย่างไร
5. Pollution คืออะไร
6. ชนิดของแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ
7. ลักษณะแตกต่างที่สำคัญระหว่าง Industrial และ Domestic pollution
8. Point source และ Disperse source มีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย
9. การควบคุมมลพิษจาก Point source และ Disperse source มีความแตกต่างกันอย่างไร
10. จงเสนอตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีเมื่อถูกนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถที่จะเป็น “environmental friendly technology”

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆