

บทที่ 2

การเจริญของสิ่งมีชีวิต

เค้าโครงเรื่อง

2.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญ

2.1.1 อาหาร

2.1.2 ฮอโมน

(1) ฮอโมนพืช

(2) ฮอโมนสัตว์

2.1.3 สภาพแวดล้อม

(1) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

(2) สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ

2.2 การอยู่ร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์

2.2.1 การต่อสู้เพื่อการอยู่รอด

2.2.2 การกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

2.3 การดำรงพันธุ์ของพืชและสัตว์

2.3.1 การปรับตัว

2.3.2 ประสิทธิภาพของการขยายพันธุ์

สาระสำคัญ

1. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ร่วมกันในโลกนี้ ทั้งที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องมีการเจริญ และการเพิ่มจำนวนโดยการขยายพันธุ์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน พืชและสัตว์แม้จะมีความแตกต่างกันก็ตาม แต่ในเรื่องของการเจริญและการอยู่รอดนั้น ต้องการปัจจัยหลายอย่าง เช่น อาหาร ฮอโมน และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม
2. เนื่องจากสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นจำนวนมาก จึงมีการดำรงชีวิตสัมพันธ์กันได้หลายรูปแบบบางชนิดเกื้อกูลกัน บางชนิดก็เป็นอุปสรรคหรือเป็นศัตรูกัน ดังนั้นแต่ละชนิดจึงมีวิถีทางดำเนินเพื่อการอยู่รอด ดำรงพันธุ์ของตนสืบไป ด้วยกลไกหลายอย่าง เช่น การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม การสืบพันธุ์หรือขยายพันธุ์แบบมีเพศ เพื่อให้ได้ลูกหลานที่แปลกใหม่มากขึ้น รวมไปถึงการกลายพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่เพื่อความเหมาะสมที่จะอยู่รอดต่อไป

จุดประสงค์ของการเรียนรู้

เมื่อศึกษาจบบทนี้แล้ว นักศึกษาสามารถบอกได้ว่า

1. สิ่งมีชีวิตได้รับการจัดหมวดหมู่โดยสังเขปอย่างไรบ้าง
2. อิทธิพลของอาหาร สอริโมน และสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเจริญและสภาพความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างไร
3. บทบาทและกลไกของการต่อสู้เพื่อการอยู่รอดในสภาพที่มีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกัน และมีการแก่งแย่งแย่งกันกินในเชิงอาหารให้ผลลัพธ์ออกมาอย่างไรได้บ้าง
4. วิธีการสืบทอดสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมดำเนินไปเช่นใด
5. กลไกการอยู่รอดของจำนวนชนิดสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความหลากหลายในแต่ละสมัยมีความซับซ้อนมากหรือน้อยเพียงใด

สิ่งมีชีวิตต่างๆ ในโลกที่สำรวจพบและจำแนกชนิดแล้วในปัจจุบัน มีประมาณ 1,500,000 ชนิด นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกเป็น 5 อาณาจักร คือ

1. อาณาจักรโมเนรา เป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ กำหนดมานานที่สุดและยังดำรงพันธุ์ให้เห็นในปัจจุบัน เช่น แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
2. อาณาจักรโพรติสตา เป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เช่นกัน แต่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นมาจากอาณาจักรโมเนรา ได้แก่พวกสาหร่าย(ตะไคร่) ในน้ำจืด และสาหร่ายทะเล สาหร่ายพวกนี้สามารถทำการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ นอกจากนี้อาณาจักรนี้ยังรวมถึงยูแคริโอทเซลล์เดี่ยวพวกโปรโตซัวที่สังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ ดำรงชีพแบบต้องกินอาหาร รวมถึงพวกยูกลีนา (euglena) ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดี่ยวชั้นต่ำ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีลักษณะก้ำกึ่งกันระหว่างพืชกับสัตว์ พวกเหล่านี้เป็นสิ่งมีชีวิตโบราณมีอยู่ตั้งแต่หลายร้อยล้านปีมาแล้ว และก็ยังดำรงพันธุ์อยู่จนปัจจุบัน พวกนี้ก็เป็นบรรพบุรุษของพืชและสัตว์รุ่นต่อมานั่นเอง
3. อาณาจักรฟังไจ(Kingdom Fungi) เป็นพวกยูแคริโอทที่ไม่มีสารสีเพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่พวกเห็ด(mushroom) รา(fungus) ราเมือก(slime mold)
4. อาณาจักรพืช(Kingdom Plantae) เป็นอาณาจักรที่รวมหมู่พืชที่มีสีเขียว มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าชัดเจน บางชนิดก็ยังมีขนาดเล็กติดอยู่ตามพื้นดินที่รุ่มชื้น สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น ตะไคร่แท้(moss, liverwort) ส่วนใหญ่เป็นพืชหลากหลายชนิดที่ขึ้นอยู่ทั่วไปเห็นได้ชัดเจนในป่า ทุ่งหญ้า เรือกสวน ไร่ นา รวมทั้งไม้ประดับด้วย

5. อาณาจักรสัตว์(Kingdom Animalia) อาณาจักรนี้ รวมหมู่สัตว์เข้าไว้ทั้งหมด ยกเว้นโปรโตซัว สัตว์ในอาณาจักรนี้ส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ แต่สังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ พืชและสัตว์ทั้งหลายดังกล่าวข้างต้นนั้น เมื่อมีชีวิตอยู่บนโลกก็ต้องมีการเจริญและอยู่รอดได้เพื่อสืบลูกหลานต่อไป การเจริญจะมีจุดเริ่มจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว และแบ่งตัวให้มากโดยรวมไปถึงการพัฒนาให้เกิดเป็นรูปร่างเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดด้วย

2.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญ

การเจริญของสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับ อาหาร สภาพแวดล้อมเช่น แสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น สัดส่วนของก๊าซต่าง ๆ ในบรรยากาศ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวถือเป็นปัจจัยภายนอก ส่วนปัจจัยภายในในสิ่งมีชีวิตเองที่ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญ ได้แก่ ฮอโมน และ พันธุกรรม(heredity)

2.1.1 อาหาร(food) คือสิ่งที่สัตว์จำเป็นต้องกินเพื่อการดำรงชีพ อาหารที่ดีต้องประกอบด้วย สารอาหาร(nutrient) ครบ 5 หมู่ตามหลัก โภชนาการ(nutrition) เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่จำเป็นต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

(1) พวกที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล แป้ง ไขมัน โปรตีน ซึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการใช้เป็นแหล่งให้พลังงานซึ่งจำเป็นในกระบวนการต่างๆ เพื่อการเจริญ นอกจากนี้ยังมีวิตามินต่างๆ ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ทำหน้าที่เป็นโคเอนไซม์ใช้ควบคุมการเจริญ

(2) พวกที่เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ แก๊ส น้ำ เกลือแร่ ก๊าซต่างๆ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน

พืชและสัตว์มีความแตกต่างกันในการดำรงชีพด้านที่เกี่ยวข้องกับอาหาร กล่าวคือ พืชมีสีเขียวของสารสีพวก คลอโรฟิลล์ สามารถสร้างอาหารพวกที่เป็นสารอินทรีย์ได้เองจากวัตถุดิบที่เป็นสารอนินทรีย์ คือ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้พลังงานจากแสงสว่าง เรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง อาหารที่พืชสร้างได้คือ แหล่งของพลังงาน และวิตามินต่างๆ ดังนั้นพืชสีเขียวจึงไม่ต้องพึ่งผู้อื่นในการดำรงชีพ เรียกการดำรงชีพแบบนี้ ออโทโทรฟ(autotroph) ส่วนสัตว์ไม่สามารถสร้างอาหารขึ้นได้เอง จึงจำเป็นต้องพึ่งพืชผลผลิตของพืชเป็นอาหาร หรือในกรณีที่สัตว์กินสัตว์เป็นอาหาร สัตว์ที่ใช้เป็นอาหารนั้นก็ต้องอาศัยพืชเป็นอาหารเช่นกัน ดังนั้น พืชจึงเป็นอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม

สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำบางชนิด เช่น แบคทีเรีย เห็ด รา ที่ไม่มีสีเขียวจึงไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ดังนั้น ในการดำรงชีพจึงต้องอาศัยอาหารจากสัตว์ หรือพืชสีเขียวชนิดอื่น โดยเข้าไปอาศัยร่วมอยู่กับสิ่งมีชีวิต และรับเอาอาหารจากสิ่งมีชีวิตนั้นไปใช้ประโยชน์ได้เลย อาหารพวกนี้คือ โปรตีน ไขมัน แป้ง น้ำตาล และอาจเป็นพวกน้ำตาลด้วย สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีพแบบนี้เรียกว่า เฮเทโรโทรฟ(heterotroph) แบ่งพวกนี้ออกได้ตามสิ่งที่อาศัยและลักษณะการอาศัยได้ 5 แบบคือ

(1) แซปโรโทรฟ(saprotroph) คือสิ่งมีชีวิตที่เข้าไปอาศัยอยู่กับซากพืชหรือซากสัตว์ที่ตายซึ่งเน่าเปื่อยผุพัง แล้วรับเอาอาหารจากอินทรีย์สารจากซากนั้น เช่นพวกเห็ดที่เจริญอยู่บนขอนไม้ ราที่ขึ้นในข้าวสุก เป็นต้น

(2) โฮโลโทรฟ(holotroph) คือพวกสัตว์ทั่วไปที่กินพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร จะได้รับอาหารพวกอินทรีย์สารในสภาพของแข็ง และของเหลวต่าง ๆ กัน มีระบบทางเดินอาหารเพื่อสลายอาหารที่ได้รับและเปลี่ยนแปลงทางเคมีจนทำยที่สุดสามารถซึมผ่านเข้าสู่ระบบเลือดนำเหลือไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเป็นแหล่งพลังงานด้วย

(3) ปรสิตหรือตัวเบียน(parasite) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไปอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นในขณะที่สิ่งมีชีวิตอื่นยังมีชีวิตอยู่ เข้าไปอาศัยโดยไปแย่งอาหารโดยตรง เช่น เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคพืช โรคสัตว์ ซึ่งต่อมาพืชและสัตว์ที่เป็นที่อยู่อาศัยของเชื้อรา นั้นมักจะตายไปในที่สุด ถ้าปล่อยไว้โดยไม่ได้รับการรักษา รวมไปถึง พยาธิต่าง ๆ ที่อาศัยในร่างกายด้วย พวกที่อาศัยอยู่ภายนอกในร่างกายสัตว์เช่น พวกหมัด เห็บ เหา และในพืชชั้นสูง เช่น กาฝาก ฝอยทอง ที่เกาะอยู่บนต้นไม้

(4) ฟิงพาแบบเกื้อกูล(mutualism) พวกนี้เป็นสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดมาอาศัยอยู่ด้วยกัน โดยให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน เช่น แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในปมของรากถั่วหลายชนิดสามารถดูดแก๊สไนโตรเจนจากอากาศมาทำหน้าที่เป็นปุ๋ยพวกไนโตรเจนเป็นประโยชน์กับต้นถั่ว รากถั่วก็ให้น้ำและอาหารกับแบคทีเรียนั้น พวกราบางชนิดอาศัยอยู่ร่วมกับสาหร่ายซึ่งสาหร่ายจะทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงสร้างอาหารให้ราได้ใช้ ส่วนราจะยึดเกาะและดูดความชื้นไว้เลี้ยงสาหร่ายไม่ให้ตาย จึงเรียกลักษณะที่มีราและสาหร่ายมาอาศัยอยู่ร่วมกันว่าไลเคน(lichen) อีกตัวอย่างคือปลวก มีโปรโตซัวพวกแฟลเจลเลท สกุล *Trichonympha* อาศัยอยู่ในลำไส้ ทำหน้าที่ย่อยเซลลูโลสจากเนื้อไม้ที่ปลวกกินเข้าไป ปลวกเองไม่มีเอนไซม์สำหรับย่อยเซลลูโลส ปลวกจึงได้ประโยชน์จากโปรโตซัว ขณะเดียวกันก็เอื้อประโยชน์เป็นแหล่งอาหารประเภทอื่นให้โปรโตซัว

(5) commensalism คือพวกสิ่งมีชีวิตที่ต้องไปพึ่งอีกฝ่ายหนึ่งเป็นที่อาศัยแต่ไม่ได้ทำให้ผู้ถูกอาศัยเสียประโยชน์แต่อย่างใด เช่น เหาฉลามซึ่งเกาะอาศัยอยู่ใต้ท้องปลาฉลาม แต่ปลาฉลามก็หาอาหารกินเอง ตัวเพรียงที่เกาะอาศัยอยู่บนผิวหนังของปลาวาฬ สำหรับตัวอย่างทางพืช เช่น กล้วยไม้ หรือเฟิร์นพวกกระเช้าสีดาเกาะอยู่บนเปลือกของต้นไม้ใหญ่ ๆ พืชที่ต้องอาศัยเกาะอยู่กับต้นไม้อื่นนี้เรียกว่า เอพิไฟท์(epiphyte) จะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ นั้นจะต้องได้รับอาหารในวิถีต่างกันเพื่อการดำรงชีพแต่ละแบบ อาหารที่สิ่งมีชีวิตต้องใช้เป็นแหล่งให้พลังงานมีดังนี้

ก. คาร์โบไฮเดรต ในพืชสีเขียวจะสังเคราะห์ได้ในรูปของน้ำตาลกลูโคส($C_6H_{12}O_6$) เมื่อมีมากพอจะสะสมอยู่ในรูปของแป้ง และเมื่อพืชจะใช้ก็จะมีเอนไซม์มาสลายให้อยู่ในรูป

ของน้ำตาลกลูโคสก่อน สำหรับในสัตว์นั้นประมาณได้ว่าในวันหนึ่ง ๆ จะได้คาร์โบไฮเดรตรวบรวม 50 มาในรูปของน้ำตาล ข้าว แป้งอื่นๆ หากร่างกายขาดคาร์โบไฮเดรต สัตว์สามารถสลายอาหารสะสมชนิดอื่นในร่างกายออกมาให้อยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตได้ โดยทั่วไปร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาลกลูโคสเป็นโมเลกุลที่ให้พลังงาน หากสัตว์กินคาร์โบไฮเดรตจนเกินพอจะสะสมและกลายเป็นไขมันอยู่ใต้ผิวหนัง ส่วนในพืชจะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้งอยู่ในราก เช่น มันเทศ ในลำต้น เช่น เผือก หรือสะสมอยู่ในเนื้อของผลไม้ เช่น มะม่วงดิบซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้เมื่อผลไม้สุก นอกจากนี้พืชยังสามารถแปลงคาร์โบไฮเดรตเป็น ไขมัน น้ำมัน หรือโปรตีน เก็บสะสมไว้ในเมล็ด เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดละหุ่ง เป็นต้น

ข. ไขมัน ไขมันเป็นสารอินทรีย์คล้ายคาร์โบไฮเดรตและสร้างได้จากคาร์โบไฮเดรต ไขมันไม่ละลายน้ำ เป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง สิ่งมีชีวิตจะนำมาใช้ในกรณีที่ได้รับอาหารไม่เพียงพอ ไขมันมีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น พวกที่แข็งในอุณหภูมิห้อง เรียกว่า ไขมัน (fat) และพวกที่เหลวในอุณหภูมิห้อง เรียกว่า น้ำมัน (oil) นอกจากนี้ยังรวมถึงพวก ขี้ผึ้ง (wax) ด้วย

ค. โปรตีน โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่โมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอน ออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นหลัก บางครั้งก็มีซัลเฟอร์และฟอสฟอรัสด้วย โปรตีนจำเป็นสำหรับชีวิตมาก เพราะเป็นเอนไซม์ซึ่งใช้ในปฏิกิริยาทุกชนิดในกระบวนการเจริญ และยังเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนหลายชนิดที่ควบคุมการเจริญด้วย โปรตีนถูกเปลี่ยนสภาพได้โดยใช้ความร้อน เช่น การต้ม การเผา หรือใส่ในกรด แอลกอฮอล์ โปรตีนจะสะสมอยู่ในตับและอยู่ในโครงสร้างของกล้ามเนื้อ บางชนิดทำหน้าที่เป็น แอนติบอดี (antibodies) คือ สารภูมิคุ้มกัน นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นสารอยู่ในเม็ดเลือดแดงทำหน้าที่รับส่งออกซิเจน

ที่กล่าวมาทั้ง 3 ชนิดนั้น คืออาหารที่ให้พลังงาน หากมีมากจะสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชและสัตว์ ถ้าได้รับไม่พอจะดึงเอาจากส่วนที่สะสมมาใช้ แต่ก่อนจะใช้จะต้องย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลเล็กสุดเสียก่อน เช่น คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลกลูโคส โปรตีนถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโน และไขมันถูกย่อยให้เป็น กรดไขมัน (fatty acid) กับ กลีเซอรอล (glycerol) โปรตีนจะเป็นอาหารชนิดสุดท้ายที่จะถูกนำมาใช้ในกรณีที่ร่างกายเกิดความจำเป็นในการขาดแคลนอาหาร

นอกจากอาหารที่ให้พลังงานแล้ว สิ่งมีชีวิตยังจำเป็นต้องได้รับอาหารที่ใช้สำหรับการเจริญ อีกชนิดหนึ่งคือ อาหารที่ไม่ให้พลังงาน ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

(1) เกลือแร่ (mineral salt) คือแร่ธาตุต่างๆ ที่พืชและสัตว์จำเป็นต้องได้รับเข้ามา ถ้าขาดไปจะทำให้เป็นโรค หรือการเจริญผิดปกติ สำหรับพืชนั้นแร่ธาตุที่จำเป็นแบ่งได้ 2 พวกคือ

ก. แร่ธาตุที่ต้องใช้มากคือ คาร์บอน(C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P) โพแทสเซียม(K) แคลเซียม(Ca) แมกนีเซียม(Mg) ซัลเฟอร์(S)

ข. แร่ธาตุที่จำเป็นแต่ต้องการในปริมาณน้อยกว่า คือ คอปเปอร์(Cu) เหล็ก(Fe) แมงกานีส(Mn) สังกะสี(Zn) โมลิบดีนัม(Mo) โบรอน(B) และ คลอรีน(Cl)

แหล่งที่มาของธาตุคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน นั้นพืชได้จากน้ำ(H₂O) และอากาศ คือคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนธาตุอื่นๆพืชจะได้รับจากดิน โดยอยู่ในรูปของสารละลายและพืชจะดูดเข้าทางราก แล้วส่งต่อไปยังส่วนต่างๆ ของลำต้นโดยเฉพาะที่ใบ โดยทั่วไปดินในป่าที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่มากและไม่ได้ถูกรบกวนโดยมนุษย์ จะมีธาตุต่างๆที่จำเป็นเหล่านี้ครบ โยงต้นไม้ในป่าดูดขึ้นไปใช้ แต่เมื่อต้นไม้ใบไม้แก่แล้วตายลง ก็จะคืนแร่ธาตุลงไปดินอีก ต้นไม้สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เมื่อตายทับถมอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในต้นไม้ใบไม้ก็จะสะสมอยู่ในดิน ดังนั้นดินในป่าจึงอุดมสมบูรณ์มาก เมื่อมีการถากถางปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด อ้อย หรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร พืชเหล่านี้จะดูดแร่ธาตุขึ้นไปสร้างเป็นส่วนประกอบของ ผล เมล็ด ใบ ลำต้น และอื่นๆ เมื่อพืชถูกเก็บเกี่ยวผลผลิตไปใช้ พืชจึงไม่มีโอกาสคืนแร่ธาตุให้กับดิน ดินจึงขาดแคลนแร่ธาตุไม่อุดมสมบูรณ์เหมือนเดิม หากปลูกพืชไร่นั้นต่อไปเรื่อยๆ แร่ธาตุจะไม่เพียงพอ โดยพืชจะแสดงอาการ เช่น หากพืชขาดไนโตรเจนจะมีอาการใบเหลืองซีดเห็นได้ชัดที่ใบแก่ ต่อมาใบร่วง พืชที่ขาดฟอสฟอรัสใบจะเขียวคล้ำ ในมะเขือเทศจะมีสีม่วงแดงตามท้องใบ กิ่งก้านสาขาของพืชที่ขาดฟอสฟอรัสจะเล็กและเปราะบาง หากพืชขาดโพแทสเซียม จะมีลักษณะเหลืองที่ปลายของใบแก่ ต่อมาปลายใบและขอบใบจะแห้งม้วนเข้า ต้นแคระแกรนมาก สำหรับแมกนีเซียมนั้น มีลักษณะคล้ายกับการขาดโพแทสเซียมมาก เฉพาะเส้นใบที่ยังคงเขียวส่วนอื่นเหลือง ต่อมาแห้งม้วนงอ พืชที่ขาดแคลเซียมนั้น ปลายยอดและปลายรากจะหักกุดสั้น ต่อมาจะแห้งตายที่ยอดทั้งลำต้นและราก หากพืชขาดกำมะถันจะทำให้พืชเขียวซีดทั้งต้นแต่ใบไม่ร่วง อย่างไรก็ตาม ผลสุดท้ายที่พืชได้รับจากการขาดธาตุอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งก็คือ จะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง จะทดแทนได้โดยการใส่ปุ๋ยลงในดิน โดยเฉพาะแร่ธาตุที่พืชต้องการมากจะขาดแคลนอย่างรวดเร็ว หลังจากปลูกไปเพียง 4-5 ครั้ง คือจะขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมก่อน ต่อมาก็จะขาดแคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ แหล่งปุ๋ยที่ให้ธาตุเหล่านี้ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยมูลสัตว์ต่างๆ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เขาสัตว์ป่าน เป็นต้น และยังมีปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ซึ่งสังเคราะห์ขึ้น เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต [(NH₄)₂SO₄] โพแทสเซียมไนเตรด (K₂NO₃) หรือปุ๋ยเคมีที่มีชื่อการค้าอื่นๆ เช่น แอมโมฟอส โปคอน ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์นี้บางชนิดจะใส่แร่ธาตุที่จำเป็นไว้ครบ แต่สูตรที่ลุงจะบอกแต่แร่ธาตุที่สำคัญไว้เป็นหลัก เช่น 15-15-15 หมายความว่า ในปุ๋ย 100 กิโลกรัม จะมีเนื้อแร่ธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในรูปที่พืชใช้ได้อยู่ 15

กิโลกรัม ธาตุฟอสฟอรัสที่พืชใช้ได้อยู่ 15 กิโลกรัม และธาตุโปแตสเซียมที่พืชใช้ได้อยู่ 15 กิโลกรัม

โดยทั่วไปพืชผักไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการขาดแร่ธาตุในพวกที่พืชต้องการปริมาณน้อย เช่น เหล็ก สังกะสี ยกเว้นในดินบางประเภทที่มีธาตุเหล่านี้น้อย หรือมีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งซ้ำกัน เป็นเวลานาน ๆ เพราะพืชนั้นอาจดูดธาตุได้ดีพิเศษ จะทำให้เปลืองและหมดเร็ว เช่น การขาด ธาตุโบรอน จะพบในการปลูกผักกาดเขียวลิสต์ติดต่อกันไปบนพื้นที่เดียวกันนาน ๆ ผลก็คือไส้ของ ลำต้นผักกาดเขียวลิสต์จะเป็นสีม่วงดำ และกลวง ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยงการปลูกพืชชนิดเดียวซ้ำ ติดต่อกันบนพื้นที่เดิมหลายครั้งติดต่อกัน ควรสลับพืชปลูก อีกกรณีหนึ่งที่พืชขาดธาตุที่พืชใช้น้อยนี้ก็คือ การให้ปุ๋ยเคมีลงในดินบ่อย ๆ ดินจะแข็ง เพราะดินจะมีสภาพเป็นกรด เมื่อเป็นเช่นนั้น แม้ดินจะมีแร่ธาตุ เช่นเหล็กอยู่มาก แต่ก็ไม่สามารถจะละลายน้ำออกมาให้รากพืชดูดไปใช้ได้ พืชจึงขาดธาตุเหล็ก วิธีแก้ไขคือ ใส่ปูนขาวลงในดินเพื่อแก้ความเป็นกรดของดิน แร่ธาตุเหล่านี้ก็สามารถละลายออกมาให้พืชได้

พืชยังสามารถดูดแร่ธาตุที่จำเป็นจากดินเข้าไปสะสมไว้ในลำต้นได้อีก แร่ธาตุที่พบในพืชมี ประมาณ 40 ชนิด

ในสัตว์ก็ต้องการเกลือแร่ต่าง ๆ เหล่านี้ แต่ไม่มากนัก แต่บางระยะเวลาร่างกายอาจ ต้องการธาตุบางชนิดมาก เช่น ระยะเวลาที่มีครรภ์ต้องการแคลเซียมสูง ในกรณีที่ต้องร้อง ร่างกาย ต้องการโซเดียมสูง สัตว์หรือคนได้แร่ธาตุต่างๆ จากอาหารที่บริโภค อาหารชนิดต่างกันก็จะมีแร่ ธาตุชนิดต่าง ๆ มากน้อยต่างกันด้วย

แคลเซียม - พบมากในเนย นมสด ไข่ ผัก เปลือกของสัตว์ เช่น กุ้ง จำเป็นสำหรับร่างกายในการ สร้างกระดูก

ฟอสฟอรัส - พบในอาหารชนิดเดียวกับที่มีแคลเซียม ร่างกายนำไปใช้สร้างกระดูกและฟัน

เหล็ก - มีมากใน เลือด ตับ เนื้อสัตว์ ไข่แดง กระเทียม กุ้ยช่าย ตำลึง ธาตุเหล็กเป็นส่วน ประกอบที่สำคัญของเม็ดโลหิตแดง

แมกนีเซียม - มีอยู่ในพืชผัก ผลไม้ต่างๆ ร่างกายต้องใช้เพื่อควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและ ระบบประสาท ถ้าขาดทำให้มีอาการชักกระดูก

โซเดียมและคลอรีน - ร่างกายได้รับจากอาหารพวกมีรสเค็ม ถั่ว ไข่ ผักและผลไม้ต่างๆ แร่ธาตุ 2 ชนิดนี้ ทำหน้าที่รักษาสสมดุลและความเข้มข้นรวมทั้งความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในร่างกาย

ไอโอดีน - จะมีอยู่มากในสัตว์ทะเล เช่น ปลาทะเล กุ้ง หอย ไอโอดีนเป็นธาตุสำคัญในการสร้าง ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ ถ้าขาดธาตุนี้ในเด็กจะทำให้ไม่มีการเจริญที่ดี ในกรณี ของผู้ใหญ่จะทำให้เป็นโรคคอหอยพอก

พอสเซียม – มีอยู่มากในอาหารพวกเนื้อสัตว์ ไข่แดง ผักและผลไม้หลายชนิด เป็นธาตุที่พบอยู่ในเซลล์ประสาท เป็นธาตุที่ช่วยควบคุมการเต้นของหัวใจ

กำมะถัน – อยู่ในอาหารจำพวก ไข่ เนื้อ เครื่องใน นม เนย ทูเรียน หน่อไม้ กำมะถันเป็นส่วนประกอบของโปรตีนในอวัยวะหลายอย่าง เช่น ผม เล็บ

สังกะสี – มีอยู่ในผัก ผลไม้ นม เครื่องในสัตว์ เป็นองค์ประกอบอยู่ในเอนไซม์ที่ควบคุมการทำงานในร่างกายหลายชนิด และกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนบางอย่าง

ทองแดง – มีอยู่ในอาหารพวกนม ผัก ผลไม้ มีความสำคัญในการรักษาระบบประสาทบางส่วน และสำคัญในการะบวนการสร้างเม็ดเลือดแดง

แมงกานีส – อยู่ในผักที่มีใบอ่อนมาก ในชา กาแฟ และถั่ว ช่วยให้ร่างกายเจริญและสืบพันธุ์ได้ตามปกติ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด

ฟลูออรีน – ร่างกายต้องการในปริมาณที่ต่ำมาก มีความสำคัญต่อสุขภาพของฟัน ป้องกันฟันผุ อาหารแทบทุกชนิดมีธาตุนี้นี้รวมทั้งน้ำดื่มด้วย

สำหรับธาตุ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่างๆ ในร่างกายและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญในโมเลกุลของโปรตีน

(2) วิตามิน(vitamin) วิตามินที่ร่างกายต้องการมีประมาณ 20 ชนิด แบ่งเป็น 2

พวก คือ

ก. วิตามินที่ละลายในไขมัน หรือน้ำมัน เช่น วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี วิตามินเค

ข. วิตามินที่ละลายในน้ำ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 5 วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 กรดโฟลิก วิตามินซี

หากร่างกายได้รับอาหารไม่ครบหมู่ หรืออยู่ในสภาพขาดแคลนอาหาร ทำให้ได้รับวิตามินไม่พอก่อให้เกิดอาการต่างๆ อาหารที่เป็นแหล่งของวิตามิน รวมทั้งอาการที่ขาดวิตามินแสดงไว้ในตาราง 2-1

ตาราง 2-1 ชนิดและหน้าที่ของวิตามินสำคัญซึ่งพบในอาหารที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน

วิตามิน	แหล่งที่มีอยู่ในอาหาร	ความจำเป็นต่อร่างกาย	อาการเมื่อขาดหรือเมื่อมีมากเกินไป
วิตามิน เอ (carotene)	อาหารพวกเนื้อสัตว์ นม เนย น้ำมันตับปลา ไข่แดง ผักและผลไม้สีเขียวและเหลือง	ช่วยให้ร่างกาย ระบบย่อยอาหาร กระดูก ฟัน เยื่อผิวหนัง และลูกตาเจริญปกติ สายตาดำ	ตาฝ้า อาจถึงขั้นตาบอด ถ้าได้รับมาก ผิวหนังจะแห้ง และอาจทำให้กระดูกละลายได้

วิตามิน บี วิตามิน B1 (thiamine)	อยู่ในตับ ยีสต์ ธัญพืช โดยเฉพาะข้าวซ้อมมือ ข้าวแดง ถั่ว เนื้อหมู ไข่ นม	ทำให้ระบบกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ทำงานตามปกติ	ร่างกายอ่อนเพลีย เหน็บชา ระบบย่อยอา หาร และระบบประสาท ผิดปกติ
วิตามิน B2 (riboflavin)	นม ไข่ เนื้อ เครื่องใน สัตว์ ผักใบเขียวต่างๆ ถั่วเหลือง	ทำให้ร่างกายเติบโต ป้องกันการอักเสบของ มุมปาก	อ่อนเพลีย น้ำหนักลด เบื่ออาหาร เป็นโรคปาก นกกระจอก ลิ้นอักเสบ ผิวหนังแตก
วิตามิน B5 (niacin)	เนื้อสัตว์ ตับ ยีสต์ ถั่ว	ทำให้การทำงานของ ระบบประสาทและ ระบบอื่นเป็นปกติ	ผิวหนังอักเสบเมื่อถูก แสงแดด ท้องร่วง อาเจียน เบื่ออาหาร มีน ง ประสาทหลอน
วิตามิน B6 (pyridoxine)	ไข่ นม เนื้อสัตว์ ตับ ข้าวต่างๆ ถั่ว		ผิวหนังอักเสบ นอนไม่ หลับ หงุดหงิด
วิตามิน B12 (cyanocohalamine)	ตับ ไข่แดง สมอ ส้ม เคราะห์ดีโดยแบคที เรียในลำไส้	ทำให้ระบบประสาท และโลหิตแดงปกติ	โลหิตจาง เม็ดเลือด แดงผิดปกติ
วิตามิน ซี (ascorbic acid)	ผักและผลไม้สด เช่น มะนาว ส้ม มะเขือเทศ	ช่วยให้บาดแผลหายเร็ว รักษาผิวเส้นเลือดฝอย ช่วยสร้างสารเคลือบฟัน	เป็นโรคเลือดออกตาม ไรฟัน เลือดหยุดยาก โลหิตจาง เบื่ออาหาร
วิตามิน ดี (viasterol)	เนย ไข่ ผิวน้ำสามารถ สังเคราะห์ได้เมื่อถูก แสงแดด	ช่วยควบคุมอัตราส่วน ของแคลเซียมและ ฟอสฟอรัสในเลือด	เป็นโรคกระดูกอ่อน กระดูกตามข้อจะโค้งงอ เปราะหักง่าย ฟันผุ
วิตามิน อี (tocopherol)	ถั่ว ผักกาดหอมและผัก ที่มีสีเขียว น้ำมันรำ ข้าว สาลี	เกี่ยวข้องกับการทำงาน ของต่อมในอวัยวะสืบ พันธุ์ทำให้กล้ามเนื้อตึง ตึง	อาจเกิดการแข็งเมื่อมี ครรภ์ การเสื่อมของ กล้ามเนื้อประสาทและ ไขสันหลัง
วิตามิน เค (naphthoquinone)	ผักใบเขียวชนิดต่างๆ มะเขือเทศ ถั่วเหลือง เนื้อหมู ตับ แบคทีเรีย ในลำไส้สังเคราะห์ได้	ทำให้เลือดแข็งตัวตาม ปกติ	เลือดออกไม่หยุด

(3) น้ำ น้ำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพืชและสัตว์มาก พืชที่กำลังเติบโตจะมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักทั้งหมด น้ำเป็นส่วนประกอบของทุกเซลล์ และเป็นตัวกลางของการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ รวมทั้งทำหน้าที่ลำเลียงสารไปยังส่วนต่างๆ ของลำตัวในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชดูดน้ำจากดินเข้าทางราก แร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายน้ำถูกนำติดเข้ามาด้วย น้ำในดินจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืช ปริมาณน้ำในดินจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ถ้ามีน้อย(ดินอยู่ในสภาพแห้งแล้ง)เกินไป พืชจะโตช้า และอาจเหี่ยวถึงตายได้ ถ้าดินไม่ได้รับน้ำเพิ่มเติม หากมีฝนตกหรือให้น้ำแก่ดินทันเวลา พืชก็จะฟื้นตัว เมื่อน้ำผ่านรากพืชเข้าไปแล้ว จะถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ จนกระทั่งถึงใบ น้ำบางส่วนจะถูกใช้ในกระบวนการต่างๆ แต่เป็นปริมาณน้อยมาก(ประมาณร้อยละ 1 ของน้ำที่เข้าไปทั้งหมด) น้ำส่วนที่เหลือจะถูกกำจัดออกจากพืชทางใบในสภาพของไอน้ำปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การคายน้ำ(transpiration) ไอน้ำจึงกลับคืนสู่บรรยากาศ ทำให้บรรยากาศชุ่มชื้นเย็นสบาย ในสภาพที่มีต้นไม้มาก เช่น ในป่า ถ้าอุณหภูมิบรรยากาศสูง การคายน้ำจะมีมากพืชต้องการดูดน้ำมาก ดินที่มีน้ำมากจึงจะเพียงพอไม่ทำให้พืชเหี่ยวเฉา ดังนั้นการคายน้ำจึงเปรียบเสมือนการระบายความร้อนของต้นพืชนั่นเอง

คุณสมบัติของน้ำในดินส่วนใหญ่ขึ้นกับดินในพื้นที่นั้น หากดินดีมีอินทรีย์วัตถุ ซากพืชซากสัตว์มาก น้ำจะมีคุณสมบัติ มีแร่ธาตุที่พืชต้องการละลายอยู่มาก หากเป็นดินเค็มเนื่องจากมีเกลือสะสมอยู่มาก เกลือจะละลายลงในน้ำทำให้น้ำมีคุณสมบัติไม่เหมาะกับพืช พืชบางชนิดไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร แก้ไขได้โดยรดน้ำให้ท่วมดินบ่อยครั้งๆละเป็นเวลานาน เมื่อระบายน้ำออกแล้วจึงปลูกพืช และควรให้น้ำแก่พืชมากกว่ากรณีดินปกติ หรือในกรณีดินเป็นกรด จะทำให้น้ำในดินเปรี้ยว เช่น บริเวณพื้นที่อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายกนั้นทำนาข้าวไม่ได้ผลผลิตดีเมื่อมีการปรับปรุงโดยการใส่ปูนขาว และวิธีการอื่นๆ รวมทั้งเปลี่ยนมาปลูกพืชที่ทนสภาพความเป็นกรดได้ เช่น ส้มเขียวหวาน จึงใช้ดินเป็นประโยชน์ได้

ถ้าพิจารณาถึงความสำคัญของน้ำที่มีต่อร่างกาย น้ำเป็นอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย และจะทำให้ตายเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับการอดอาหารประเภทอื่นๆ ร่างกายได้รับน้ำจากการดื่มโดยตรง และยังได้น้ำมาจากอาหารประเภทอื่นๆด้วย เช่น ผัก ผลไม้กับข้าวต่างๆ ในสภาพที่ร่างกายได้รับน้ำเพียงพอ ร่างกายจะขับน้ำออกมาทางเหงื่อ หรือปัสสาวะประมาณ 2 ลิตรต่อวัน โดยเฉลี่ยร่างกายมีน้ำประมาณ 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว

น้ำในร่างกายมีความสำคัญดังนี้

- ก. เป็นองค์ประกอบอยู่ในเซลล์
- ข. เป็นตัวละลายสารในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของร่างกาย
- ค. ผสมกับอาหารจึงอ่อนตัวทำให้สะดวกในการย่อยให้เล็กลงต่อไป

- ง. เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยต่าง ๆ
- จ. ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิในร่างกายให้สม่ำเสมอ เมื่อร่างกายร้อนเกินไปก็ระบายความร้อนออกด้วยเหงื่อ
- ฉ. เป็นองค์ประกอบของเลือด
- ช. เป็นตัวนำของเสียออกจากร่างกาย เช่น ทางปัสสาวะ
- ซ. รักษารูปร่างของสัตว์ให้คงที่ เช่น เซลล์ของสัตว์ชั้นต่ำ

ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นความสำคัญของอาหารประเภทต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญของพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นเพียงปัจจัยแรกซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยภายนอก ต่อไปจะกล่าวถึงปัจจัยที่สองซึ่งเป็นปัจจัยภายในที่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์สร้างขึ้นเองภายในลำต้นและร่างกาย เพื่อควบคุมการเจริญให้เป็นไปตามปกติ ตามวัย คือวัยเยาว์ และวัยสืบพันธุ์เป็นต้น อาหารเป็นสิ่งจำเป็นแรกเริ่มในการสร้างสารควบคุมการเจริญ สารดังกล่าวคือ ฮอรโมน

2.1.2 ฮอรโมน ทั้งพืชและสัตว์มีการสร้างฮอรโมนในช่วงระยะเวลาของการเจริญ กระบวนการสร้างและชนิดของฮอรโมนที่สร้างจะแตกต่างกัน ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงฮอรโมนพืชก่อน

(1) ฮอรโมนพืช ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการเจริญและพัฒนาการของพืชตามธรรมชาตินั้นถูกควบคุมโดยสารเคมีซึ่งผลิตขึ้นในต้นพืช สารที่พบในพืชนี้เรียกว่า ฮอรโมนพืช ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สามารถสกัดหรือแยกออกมาจากพืชได้ในรูปของสารบริสุทธิ์ที่ทราบสูตรทางเคมี และสามารถสังเคราะห์สารดังกล่าวขึ้นได้เอง สารที่สังเคราะห์ขึ้นได้ภายนอกนี้เรียกว่า สารควบคุมการเจริญของพืช(plant growth regulator) ต่อมาวิทยาการด้านนี้ได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสารเคมีสังเคราะห์พวกควบคุมการเจริญได้หลายชนิดที่มีความสำคัญ และมีค่าสำหรับช่วยการเพิ่มผลผลิตพืชทั้งพืชไร่และพืชสวน รวมทั้งการขยายพันธุ์พืช การทำให้เกิดผลผลิตนอกฤดูกาลของผลไม้หลายชนิด เนื่องจากสารเหล่านี้หลายชนิดให้ผลโดยการเปลี่ยนระดับของฮอรโมนภายในต้นพืช ผลที่ตามมาคือ มีการเปลี่ยนแปลงการเติบโต และการพัฒนาของพืชให้เป็นไปในทิศทางตามที่ต้องการได้

ฮอรโมนที่สกัดได้จากต้นพืชมีดังนี้ คือ

- ก. ออกซิน(auxins) ทำให้พืชออกรากเร็ว ทำให้ลำต้นเอนเข้าหาแสง
- ข. จิบเบอเรลลิน(gibberellins) ทำให้เซลล์พืชยืดตัว และกระตุ้นให้พืชบางชนิดออกดอก
- ค. ไซโตไคนิน(cytokinins) ทำให้พืชแบ่งเซลล์ กระตุ้นการเกิดตา และการเติบโตของผล
- ง. สารยับยั้ง(inhibitors) ทำให้พืชพักตัว ทำให้ใบร่วง
- จ. เอทิลีน(ethylene) ฮอรโมนนี้อยู่ในรูปแก๊ส ทำให้ผลไม้สุก ดอกไม้ร่วง

สารควบคุมการเจริญที่นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ได้ แบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มดังนี้ คือ

- ก. ออกซิน มีมากชนิดกว่าที่พบในพืช แต่มีผลเช่นเดียวกับที่พบในพืช
- ข. จิบเบอเรลลิน มีมากชนิดกว่าที่พบในพืช มีผลเช่นเดียวกับที่พบในพืช
- ค. ไซโตไคนิน ทำได้มากชนิดกว่าที่พบในพืช มีผลเช่นเดียวกับที่พบในพืช
- ง. เอทิลีน และสารปลดปล่อยเอทิลีน มีมากชนิดกว่าที่พบในพืช มีผลเหมือนที่พบในพืช

จ. สารชะลอการเติบโต(plant growth retardants) เป็นกลุ่มสารสังเคราะห์ทั้งหมด ยังไม่พบที่สกัดได้จากต้นพืช อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไปใช้แก่พืชจะให้ผลอย่างกว้างขวาง ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

ฉ. สารยับยั้งการเติบโต สังเคราะห์ได้มากชนิดกว่าที่พบในพืชเอง มีผลเช่นเดียวกับที่พบในพืช

สารฮอร์โมนและสารควบคุมการเติบโตทุกชนิด เป็นสารอินทรีย์(มีองค์ประกอบของ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นหลัก) พืชใช้ในปริมาณน้อยจะทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเติบโตทางลำต้นถึงก้านสาขา การออกดอก การติดผล ปริมาณของผลผลิต ฤดูกาลในการมีผลผลิต ความสม่ำเสมอของผลผลิต รวมไปถึงการเพิ่มปริมาณต้นพืช ดังนั้นสารควบคุมการเติบโต จึงเข้ามามีบทบาททางด้านเทคโนโลยีการเกษตรในด้านพืชเศรษฐกิจ ทั้งในด้านการควบคุมการออกดอก การติดผล และการพัฒนาของผล ควบคุมเพศของดอก ควบคุมขนาดของพืช เร่งการสุกของผล ควบคุมการร่วงของใบ ดอก ผล ช่วยให้พืชทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (เช่น อุณหภูมิ น้ำ อากาศเสีย) ควบคุมการงอก การพักตัวของเมล็ด ช่วยให้ทนทานต่อแมลงศัตรูพืช ช่วยในการเก็บรักษาผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ป้องกันการเสียหายหลังเก็บเกี่ยว ควบคุมสีของผลไม้ ป้องกันพืชผลจากการเสียหายอันเกิดจากสารปราบวัชพืช

ตัวอย่างผลของการใช้สารควบคุมการเติบโตที่มีผลในทางการค้าของพืชเศรษฐกิจมีดังนี้

ก. การใช้สารจิบเบอเรลลินช่วยในการติดผลของส้ม สารนี้ช่วยในการยืดลำต้น จึงใช้ในการเพิ่มผลผลิตของอ้อย ทำให้พวงงอกลง หลวม ผลงอกลงยาว หากใช้สารจิบเบอเรลลินผสมกับไซโตไคนิน กับผลแอปเปิ้ลที่ยังเล็ก จะไปเปลี่ยนรูปร่างจากผลกลมไปเป็นผลยาวรีขึ้นเมื่อแก่จะได้ราคาสูงในตลาด

ข. การใช้สารออกซิน ซึ่งมีชื่อทางการค้าหลายชนิด เช่น เซอราดิกส์ จุ่มโคนกิ่งพืชก่อนนำไปปักชำ จะทำให้ออกรากง่ายและออกรากมาก ช่วยในการขยายพันธุ์ในการตัดชำ การตอน เป็นต้น นอกจากนี้การพ่นออกซินลงไปบนช่อดอกของเงาะก่อนดอกบาน จะช่วยทำให้เงาะติดผลดี และไม่มีผลเล็กผลลีบ (เงาะชี้ครอก) ออกวินช่วยทำให้ผลของกลางสาตร่วงน้อย

ค. แก๊สเอทีลีน มีการใช้แก๊สเอทีลีนในอุตสาหกรรมปลูกสับปะรด โดยการพ่นลงในแปลง ทำให้สับปะรดออกดอกสม่ำเสมอทั้งแปลง และสารนี้ยังใช้ในการเร่งการไหลของน้ำยางพาราจากต้นที่มีอายุมาก คือทำให้ผลผลิตของน้ำยางมากขึ้น นอกจากนี้ยังใช้ในการบ่มผลไม้ให้สุกพร้อมกัน เช่น กล้วย มะม่วง

ง. การยับยั้งการเติบโต ที่ใช้ได้ผลดีทางการค้า คือ การใช้สาร คอมาริน(caumarin) พ่นที่หอมหัวใหญ่หลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้หัวหอมเก็บได้นานไม่งอกเร็ว

จ. สารชะลอการเติบโตของพืช มีหลายชนิดที่นำมาใช้กับพืชแล้วมีผลต่อเศรษฐกิจการตลาดของผลผลิตพืชหลายประการ เช่น การใช้สารประเภทนี้กับไม้ประดับไม้ดอกหลายชนิด แล้วทำให้ต้นไม้นั้นมีขนาดกะทัดรัด เป็นพุ่มเตี้ยในหน้า ดอกใหญ่ ดอกดก และพบว่าบางครั้งสีของดอกยังเข้มกว่าเดิมด้วย เช่น ดาวเรือง บานชื่น พังพวย หงอนไก่ ฯลฯ เมื่อใช้สารประเภทนี้กับแอปเปิล ทำให้เนื้อของแอปเปิลแน่น และยังสามารถเคลือบผิวสีผลแอปเปิลให้สดได้นานด้วย ปรากฏการณ์ที่สารชะลอการเติบโตมีผลต่อทางการค้ามาก คือ สามารถใช้สารนี้ในการผลิตผลไม้นอกฤดูกาล ทำให้จำหน่ายได้ในราคาสูงขึ้น ตัวอย่างของไม้ผลที่ทำสำเร็จแล้ว คือ มะม่วง ทุเรียน และมะนาว โดยเฉพาะ มะม่วงบางพันธุ์ประสบผลสำเร็จสูงมาก เช่น มะม่วงมัน ดังนั้นจะพบว่ามะม่วงขายในตลาดตลอดแทบทั้งปี ทุเรียนก็ได้รับผลสำเร็จจากการใช้สารนี้เช่นกัน

นอกจากนี้ในการทดลองยังพบว่า ไม้ดอก เช่น มะลิ และผัก เช่น สะเดาสามารถออกดอกนอกฤดูกาลเมื่อใช้สารพวกนี้

สารควบคุมการเติบโตยังมีผลอื่นๆ เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตได้ เช่นการเพิ่มการติดดอกเพศเมีย การทดลองผลของสารต่างๆ เหล่านี้กำลังกระทำกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยังได้ค้นคว้าหาสารตัวอื่นที่มีผลต่อพืชต่อไปอีก เพื่อนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชให้เพียงพอและมีคุณภาพดีแก่มนุษย์ อย่างไรก็ตาม การใช้สารกับพืชนั้น ต้องมีการทดลองฝึกปฏิบัติถึงชนิดของสารกับชนิดของพืชที่จะใช้ รวมไปถึงวิธีการใช้ปริมาณสาร ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม หากไม่มีความรู้วิธีการใช้ที่เหมาะสมก็จะไม่ได้ผลตามที่คาดหวังไว้ เพราะมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อการตอบสนองของพืชต่อสารเหล่านี้ ดังนั้นเทคนิค และความชำนาญของการเลือกใช้ชนิดของสาร วิธีการใช้ และระยะเวลาที่ใช้ จึงควรเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา เพื่อหวังผลสมบูรณ์ตามที่ต้องการ

ปัจจุบัน ในประเทศไทยนิยมนำสารฮอร์โมนพืชมาใช้กันแพร่หลายมาก ในปี พ.ศ. 2532 มีการใช้กับไม้ผลประมาณร้อยละ 50.8 สับปะรดร้อยละ 30 ยางพาราร้อยละ 9.3 ยาสูบร้อยละ 4.9 และอื่นๆ รวมร้อยละ 5 สำหรับในต่างประเทศนั้น ใช้ในพืชกว้างขวางกว่า ประเทศไทยยังต้องนำเข้าสารฮอร์โมนเหล่านี้จากต่างประเทศและมีแนวโน้มที่จะมีอัตราเพิ่มต่อปีสูงขึ้น สารเหล่านี้

นี้มีราคาแพงและจัดเป็น “วัตถุมีพิษ” มีมาตรการตามกฎหมายพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510

(2) ฮอรโมนสัตว์ ในสัตว์ชั้นสูงที่มีกระดูกสันหลังและมีระบบการไหลเวียนของเลือด รวมทั้งมนุษย์ด้วย มีการสร้างฮอรโมน ในวงการแพทย์ได้ทำการศึกษากว้างขวางถึงผลและชนิดของฮอรโมนที่มีต่อการเจริญของร่างกาย สัตว์ชั้นต่ำและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตลอดจนพวกแมลงก็มีการสร้างฮอรโมนเช่นกัน ตำแหน่งของการสร้างลักษณะการสร้าง รวมถึงการควบคุมจะแตกต่างกันออกไปบ้างจากสัตว์ชั้นสูง ในที่นี้จะกล่าวถึงฮอรโมนที่สร้างขึ้นในคนให้ทราบโดยสังเขป

ฮอรโมนในคนและสัตว์ชั้นสูงมีความสำคัญมากต่อการรักษาภาวะสมดุล และควบคุมการเจริญให้เป็นไปตามแบบแผนที่ถูกต้องในระยะต่างๆ เช่น ควบคุมสภาวะสมดุลของน้ำโดยรักษาความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะให้อยู่ในสภาพพอเหมาะ รักษาสภาวะของน้ำตาลในเลือดให้อยู่สภาพปกติ ควบคุมระยะเวลาในการตกไข่ของสตรีให้คงที่ และควบคุมการเจริญของอวัยวะต่างๆ ให้อยู่ในขอบเขตจำกัด ร่างกายสร้างฮอรโมนหลายชนิดจากอวัยวะส่วนต่างๆ และจาก ต่อม (gland) หลายแห่ง บางครั้งฮอรโมนหลายอย่างก็ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกันในการควบคุมร่างกาย หากการสร้างฮอรโมนชนิดใดผิดปกติไป จะกระทบกระเทือนต่อสภาพร่างกายได้หลายกรณี นอกจากนี้ฮอรโมนชนิดต่างๆ ยังต้องอยู่ในสภาวะสมดุลอีกด้วย หากชนิดใดมีมากหรือน้อยเกินไป ร่างกายจะขาดความสมดุล ฮอรโมนที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่จะสร้างจาก ต่อมไร้ท่อ(endocrine gland) ซึ่งต่อมนี้อาจจะกระจายอยู่ในที่ต่างๆ ของร่างกาย ทำหน้าที่สร้างฮอรโมนชนิดต่างๆ แล้วส่งฮอรโมนที่สร้างไปตามการหมุนเวียนของกระแสโลหิตสู่อวัยวะเป้าหมาย ต่อมไร้ท่อที่สำคัญมีดังนี้

ก. ต่อมใต้สมอง(pituitary gland) ลักษณะเป็นก้อนคล้ายเมล็ดถั่วอยู่บริเวณใต้พื้นล่างของสมอง ฮอรโมนจากต่อมนี้อาจจะไปควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่นๆ อีกทอดหนึ่ง เนื้อเยื่อของต่อมเจริญมาจากเนื้อชั้น 2 ชนิดที่แตกต่างกัน และเนื้อเยื่อทั้ง 2 ชนิดนี้ก็สร้างฮอรโมนที่แตกต่างกัน ฮอรโมนที่สำคัญมีประมาณ 10 ชนิด ซึ่งฮอรโมนเหล่านี้มีผลต่างๆ ต่อร่างกายดังนี้

(i) growth hormone ควบคุมและกระตุ้นการเจริญของกล้ามเนื้อ กระดูก อวัยวะต่างๆ ของร่างกาย หากมีมากเกินไป ร่างกายจะใหญ่โตผิดปกติเรียกว่า gigantism หากมีน้อย ร่างกายจะเล็กเตี้ยแคระเรียกว่า dwarfism

(ii) ฮอรโมนที่ไปกระตุ้นการสร้างและการทำงานของต่อมอื่น เพื่อให้ผลิตฮอรโมนอื่นๆ เช่น กระตุ้น ต่อมไทรอยด์(thyroid) รังไข่(ovary) อัณฑะ(testis) เป็นต้น

(iii) ฮอรโมนกระตุ้นให้ต่อมน้ำนมผลิตน้ำนม

(iv) ฮอรโมนควบคุมการทำงานของระบบการดูดน้ำกลับของหลอดเลือดฝอย

(v) ฮอร์โมนควบคุมการกระจายของ สารสีเมลานิน(melanin pigment) ที่ผิวหนัง

ข. ต่อมไทรอยด์ เป็นอวัยวะที่เป็นพวงข้างของหลอดลมใกล้กระดูกคอในคน พูทั้ง 2 จะเชื่อมต่อกันด้วย คอคอด(isthmus) ทำให้มีรูปร่างเหมือนตัว H หรือผีเสื้อกางปีก ต่อมไทรอยด์ถือว่าเป็นต่อมไร้ท่อที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมนี้ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายให้มีการเจริญของกระดูก ระบบประสาท และระบบการทำงานของหัวใจเป็นปกติ หากมีความผิดปกติ เช่น สร้างน้อยเกินไป(hypothyroidism) ในเด็กจะทำให้เตี้ยแคระ ด้อยสติปัญญา ไม่เติบโตสู่วัยเจริญพันธุ์ หากขาดฮอร์โมนนี้เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว จะทำให้ผิวหนังแห้ง ผมหร่วง ซิพจรเต้นช้า บวมใต้ตา อ่อนล้า ซึม ความจำเสื่อม ถ้าขาดธาตุไอโอดีน จะทำให้คอหอยพอกด้วย เรียกว่า คอหอยพอกธรรมดา ในกรณีที่ต่อมไทรอยด์สร้างฮอร์โมนมากกว่าปกติ(hyperthyroidism) ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับเพศหญิง จะมีอาการหิวบ่อย รับประทานมาก แต่น้ำหนักตัวลดลงอย่างรวดเร็ว ผอม เหงื่อออกมาก หัวใจเต้นเร็ว ใจสั่น เหนื่อยง่าย มือสั่น ประสาทร้าว หงุดหงิด คออาจโตขึ้นเล็กน้อยเรียกว่า คอหอยพอกเป็นพิษ ต้องทำการรักษา มิฉะนั้นจะเสียชีวิตได้

ค. ต่อมพาราไทรอยด์(parathyroid gland) ขนาดเล็กเท่าเมล็ดถั่วเขียว อยู่ด้านหลังต่อมไทรอยด์ข้างละ 2 ต่อมรวม 4 ต่อม ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมนี้อาจควบคุมการใช้ประโยชน์ของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในร่างกาย รักษาสมดุลของธาตุทั้งสองนี้ในปัสสาวะและในเลือด ควบคุมความสมดุลของความเป็นกรดเป็นด่างในเลือด หากฮอร์โมนที่สร้างขึ้นมีน้อยเกินไปทำให้โลหิตไหลไม่หยุดเมื่อเกิดบาดแผล และเกิดอาการเกร็ง ชักกระดูก ปอดไม่ทำงาน หากมีฮอร์โมนนี้มากเกินไปทำให้กระดูกบาง อ่อนงอและอาจหักได้ ฟันหักและผุง่าย กล้ามเนื้อลีบอ่อนเปลี้ย ปวดกระดูกและกล้ามเนื้อ

ง. ต่อมไทมัส(thymus gland) รูปร่างเป็น 2 พูอยู่ที่ขั้วหัวใจ ขนาดใหญ่เมื่ออายุยังน้อย เมื่อเจริญวัยขึ้นจะลีบและฝ่อ ต่อมนี้อาจสร้าง สารภูมิคุ้มกัน ขึ้นในร่างกาย

จ. ต่อมอะดรีนัล(adrenal) หรือ ต่อมหมวกไต ต่อมเหนือไต ขนาดเล็ก รูปสามเหลี่ยมครอบอยู่ปลายบนสุดของไตทั้ง 2 ข้าง สร้างฮอร์โมนได้หลายชนิด หน้าที่ของฮอร์โมนนี้มีดังนี้

- (i) ควบคุมสมดุลของน้ำและสารเกลือแร่ต่างๆ ในร่างกาย
- (ii) ควบคุมการใช้คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ควบคุมและทำงานเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเพศที่สร้างจากอวัยวะสืบพันธุ์
- (iii) กระตุ้นให้ร่างกายหลั่งสารพวงน้ำตาลเข้ามาในเลือดสูงในขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ เช่น โกรธ ตกใจ หรือดีใจ จึงทำให้มีพลังมากกว่าปกติ เพื่อให้ร่างกาย

พร้อมเผชิญกับเหตุการณ์เฉพาะหน้าภายใต้สภาวะแวดล้อมนั้นได้ เช่น ความตกใจเมื่อเกิดไฟไหม้ สามารถยกของหนักหนีออกมาได้ การทำงานของฮอร์โมนนี้มีผลทำให้หัวใจเต้นเร็ว หลอดเลือดขยาย ตาโต ผิวหน้าเปลี่ยนสี มดลูกหดตัว และขนลุก

อวัยวะส่วนอื่นของร่างกายที่สร้างฮอร์โมนมีดังนี้

ก. ตับอ่อน(pancreas) ในเนื้อตับอ่อนมีกลุ่มเซลล์กระจายแทรกอยู่ ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน 2 อย่าง คือ

(i) อินซูลิน(insulin) ทำหน้าที่ควบคุมน้ำตาลในเลือด ทำให้ร่างกายมีการใช้น้ำตาล ไขมัน และโปรตีนในสภาพปกติ หากฮอร์โมนชนิดนี้สร้างได้น้อย เช่น ตับอ่อนพิการ ทำให้มีน้ำตาลในเลือดมาก จะขับน้ำตาลออกมาทางปัสสาวะ คือ เป็นโรคเบาหวาน มีอาการอ่อนเพลีย หิวบ่อย เป็นแผลรักษายาก ถ้าฮอร์โมนชนิดนี้มีมากเกินไป จะทำให้น้ำตาลในเลือดน้อย ร่างกายซึบได้

(ii) กลูคาگون(glucagon) ฮอร์โมนชนิดนี้ช่วยกระตุ้นให้มีการใช้ไขมันและยังเป็นตัวกระตุ้นให้มีการหลั่งอินซูลินออกมา และช่วยควบคุมสภาวะ electrolyte ในเลือดและน้ำปัสสาวะ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการช่วยลดการหดตัวของทางเดินอาหาร

ข. รังไข่ เป็นอวัยวะที่สร้างฮอร์โมนเพศหญิง และสร้างเซลล์ไข่ การสร้างจะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง ฮอร์โมนเพศหญิงที่รังไข่สร้างขึ้นมี 3 ชนิดคือ

(i) เอสโตรเจน(estrogen) ฮอร์โมนชนิดนี้ควบคุมลักษณะของความเป็นเพศหญิง เช่น กระตุ้นให้ต่อมน้ำนมเติบโต รูปร่างทรวดทรง ผิวพรรณ เสียงหวานแหลม มีขนบริเวณรักแร้และอวัยวะสืบพันธุ์ ควบคุมการมีรอบเดือน ความต้องการทางเพศ

(ii) โพรเจสเตอโรน(progesterone) ฮอร์โมนนี้ควบคุมเยื่อบุผนังโพรงมดลูกให้มีการเตรียมตัวรอรับการฝังตัวของไข่ที่ถูกผสมแล้ว ทำหน้าที่ร่วมกับเอสโตรเจนในการควบคุมการมีรอบเดือน ถ้าเกิดตั้งครรภ์จะมีฮอร์โมนนี้มากซึ่งไปห้ามการตกไข่ ทำให้ไม่มีรอบเดือน และฮอร์โมนนี้จะถูกขับออกทางปัสสาวะขณะมีครรภ์

(iii) รีแลกซิน(relaxin) ฮอร์โมนนี้มีผลขณะตั้งครรภ์ โดยจะไปทำให้เอ็นของกระดูกเชิงกรานคลายตัวและปากมดลูกอ่อนนุ่มเพื่อให้คลอดง่าย ฮอร์โมนนี้ยังพบในมดลูกและรกด้วย

ค. อัณฑะ ทำหน้าที่สร้างตัวสุจิและสร้างฮอร์โมนซึ่งถูกควบคุมโดยต่อมใต้สมอง เป็นฮอร์โมนเพศชายเรียกว่า แอนโดรเจน(androgen) ทำหน้าที่ควบคุมอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายให้เติบโตและมีความต้องการทางเพศ ควบคุมลักษณะรูปร่าง เช่น ตัวใหญ่ ไหล่กว้าง แข็งแรง เสียงแตก มีหนวดเครา มีขนที่รักแร้ อวัยวะเพศ และหน้าแข้ง

การทำงานของฮอร์โมนเพศชายถูกควบคุมจากต่อมใต้สมอง ในบุรุษก็จะพบฮอร์โมนเพศหญิงอยู่ด้วย แต่ในสภาพปกติฮอร์โมนเพศหญิงจะมีน้อย ในสตรีฮอร์โมนเพศชายจะมีน้อย หากเกิดความผิดปกติ คือ การไม่สมดุลในสัดส่วนของฮอร์โมนขึ้น จะทำให้มีลักษณะไปตามทิศทางของฮอร์โมนประเภทที่มีมาก

นอกจากนี้ยังพบฮอร์โมนที่กระเพาะอาหาร และลำไส้ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร และการย่อยอาหารเป็นส่วนใหญ่

(3) เฟอร์โมน(pheromone) แรกพบเป็นสารเคมีที่พวกแมลงปล่อยออกมาจากร่างกายเพื่อดึงดูดเพศตรงข้ามให้เข้าไปหาเพื่อการผสมพันธุ์ ต่อมาจึงพบในสัตว์อื่น เช่น ปลา นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ โดยพบว่าสัตว์เหล่านี้สามารถปล่อยเฟอร์โมนออกมาจากร่างกายแล้วไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านกรเทิบโตของสัตว์ชนิดเดียวกันตัวอื่น การปล่อยและรับสารเฟอร์โมนเป็นไปได้ 3 ทางด้วยกัน คือ

ก. โดยทางกลิ่น พบในแมลง เช่น แมลงเม่าเพศเมียปล่อยเฟอร์โมนเพื่อประโยชน์ให้แมลงเม่าเพศผู้ที่อยู่ จึงเข้าไปผสม และพบในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น กระจ่าง ชะมด จะสร้างเฟอร์โมนจากต่อมใกล้อวัยวะสืบพันธุ์ แล้วปล่อยออกมาจากร่างกายทั้งในเพศผู้และเพศเมีย ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ สามารถสกัดเฟอร์โมนจากธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้นใช้เป็นประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้หลายอย่าง เช่น หัวน้ำหอมการปราบแมลงศัตรูพืช เช่น แมลงวันทองที่กัดกินผลไม้ ซึ่งอาศัยอยู่ตามต้นไม้ จะไขไว้ในดินเป็นจำนวนมาก พอถึงฤดูผลไม้ จะฟักเป็นตัวอ่อน มนุษย์สามารถควบคุมแมลงชนิดนี้ได้โดยนำเฟอร์โมนของแมลงวันทองเพศผู้มาใส่กรงซึ่งมียาฆ่าแมลงแล้วนำไปวางไว้บนต้นไม้ที่มีแมลงรบกวน แมลงวันทองเพศเมียจะเข้าไปในกรงแล้วถูกสารฆ่าแมลงจึงตาย เป็นการลดจำนวนแมลงศัตรูพืชชนิดนี้ได้

ข. ทางการกิน เช่น ผึ้งงานกินสารที่ออกจากปากนางพญาผึ้งเข้าไป จึงทำให้เป็นหมัน เพราะไปยับยั้งการเจริญของรังไข่

ค. ทางการดูดซึม เช่น พวกแมลงมูม แมลงสาบ เพศเมียจะปล่อยสารเฟอร์โมนไว้ตามทางเดินแล้วถูกดูดซึมเข้าไปในเพศผู้ที่เดินผ่านมา เป็นการนำไปสู่การติดตามไปผสมพันธุ์

นอกจากอาหาร และฮอร์โมนแล้ว สิ่งมีชีวิตจะมีการเจริญที่สมบูรณ์เต็มที่โดยปราศจากปัญหาต่าง ๆ ยังต้องขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ด้วย สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญและความเป็นอยู่ ซึ่งจำเป็นต้องเข้าใจถึงสภาวะที่สมดุลตามธรรมชาติของสิ่งแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่ทำให้ขาดสมดุล รวมถึงตัวการที่เปลี่ยนแปลงสภาวะต่าง ๆ ดังจะกล่าวโดยละเอียดต่อไปคือ

2.1.3 สภาพแวดล้อม หมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบ ๆ สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตและการเจริญ จำแนกประเภทได้ 2 ชนิด คือ

(1) สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น น้ำ ดิน แก๊สในบรรยากาศ เสี่ยง

(2) สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ เช่น ประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ สำหรับในบทนี้จะกล่าวเฉพาะสภาพแวดล้อมทางกายภาพเท่านั้น

หากจะพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมทางกายภาพแล้ว ในปัจจุบันนี้ทั่วโลกให้ความสนใจที่จะพิทักษ์รักษาสภาพของปัจจัยต่าง ๆ ที่ยังดีไว้ และเร่งแก้ไขสภาพของสภาวะต่าง ๆ ที่เริ่มเสื่อมโทรมไปเช่น สภาพของน้ำเสีย อากาศเป็นพิษ หรือเรียกว่า มลพิษ(pollution)

เดิมทีเดียวสภาพแวดล้อมทางกายภาพตามธรรมชาติบางแห่งเคยเหมาะสมสำหรับการเจริญของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่งก็ทำให้สิ่งมีชีวิตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว หากต่อมาปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเกิดผิดปกติไปก็อาจจะเป็นตัวการจำกัดไม่ให้สิ่งมีชีวิตอย่างใดอย่างหนึ่งแพร่พันธุ์ได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นลดจำนวนลงถึงขั้นสูญพันธุ์ หากสิ่งมีชีวิตนั้นทำหน้าที่เป็นอาหารของคนหรือสัตว์อื่นก็จะถูกระทบกระเทือนในเรื่องของการดำรงชีวิตด้วย ตัวอย่างเช่น ออกซิเจนในบ่อน้ำเน่ามีไม่พอสำหรับกุ้งและปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำ ต่อมากุ้งและปลาจะตายทำให้คนขาดแคลนอาหาร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเจริญทางตรงและทางอ้อม

สภาพแวดล้อมทางกายภาพมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ดังนี้

ก. แสงสว่าง แสงสว่างมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตดังต่อไปนี้

(i) เป็นปัจจัยที่จำเป็นสำหรับพืชในการสังเคราะห์ด้วยแสง และสำคัญสำหรับการสร้างสารสีเขียว(chlorophyll) ในใบพืช

(ii) จำเป็นต่อการมองเห็นของสัตว์แต่ละชนิดในการแสวงหาอาหาร

(iii) มีผลต่อการบานและหุบของดอกไม้และใบไม้ และทำให้ต้นพืชตรงหรือโค้งงอ

(iv) แสงเป็นตัวการสำคัญในการจำกัดปริมาณของจุลทรีย์ เช่น เชื้อรา และแบคทีเรีย เช่น การรักษาความสะอาดของภาชนะและเสื้อผ้าของใช้โดยการตากในขณะที่มีแดดจัด นอกจากนั้นยังใช้ในการถนอมอาหารโดยการตากแห้ง เช่น ก๋วยเตี๋ยว หมากฝรั่ง ปลาหมึกแห้ง

แสงทำให้ร่างกายไม่ขาดวิตามินดี ควรให้ผิวหนังได้รับแดดจำประมาณวันละ 15 นาที ก็เป็นการเพียงพอแสงเป็นบ่อเกิดของพลังงาน ซึ่งมนุษย์เป็นผู้คิดค้นนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การติดตั้งแผ่นรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้บนหลังคาบ้านเพื่อการทำน้ำอุ่น

ข. น้ำ น้ำหรือความชื้นมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต ดังต่อไปนี้

(i) น้ำเป็นองค์ประกอบของเซลล์ที่มีชีวิตทุกเซลล์ มากน้อยต่างกันตามประเภทของเซลล์

(ii) น้ำเป็นปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการระบายความร้อนโดยการระเหยออกจากใบ

(iii) น้ำช่วยในการย่อยอาหาร และปฏิกิริยาต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต

(iv) น้ำในสภาพความชื้น ทำให้เกิดการกระจายปริมาณชนิดของสิ่งมีชีวิตต่างกัน เช่น พวกมอส เฟิร์น ไลเคน กลัวยไม้ ชอบอยู่ในที่ที่มีความชื้นสูงของป่าดิบชื้น แต่พวกตระกูลเฟิร์น ชอบอยู่ในที่แห้งแล้ง ความชื้นต่ำของทะเลทราย

(v) น้ำมีผลกับการดำรงชีพในสังคม โดยเป็นตัวทำความสะอาดร่างกาย ของใช้ ที่อยู่อาศัย รวมทั้งน้ำที่ใช้เพื่อการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ และทำอุตสาหกรรม

ค. อากาศ ประกอบด้วยแก๊สต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่นๆ ในเขตที่มีเครื่องจักรกล รถยนต์ และโรงงานอุตสาหกรรมมาก จะมีแก๊สอื่นๆ มาก เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และคลอรีน ถือว่าแก๊สเหล่านี้เป็นแก๊สพิษ มีผลร้ายต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ต้องการออกซิเจนสำหรับหายใจ ปกติออกซิเจนมักจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงถึงขั้นที่จะทำให้พืชและสัตว์ได้รับผลกระทบกระเทือนแต่อย่างใด(ในกรณีที่อยู่บนบก) ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์นั้นพืชอาจจะขาดแคลนได้บ้าง ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ส่วนแก๊สพิษต่างๆ นั้นหากมีปนอยู่ในบรรยากาศมากเมื่อสิ่งมีชีวิตรับเข้าไปทำให้ไม่เติบโตและเกิดอาการไม่สบายได้ เช่น ต้นไม้ข้างถนนที่มีรถยนต์วิ่งผ่านไปมามากจะแคระแกรน

ง. ดิน ประกอบด้วยส่วนของวัตถุที่เป็นของแข็ง หรือเนื้อดิน อาจหยาบ หรือละเอียด มีส่วนประกอบของทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ และส่วนที่เป็นของเหลว คือ น้ำ และสารละลายต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ กับส่วนที่เป็นช่องว่างระหว่างเนื้อดิน คืออากาศนั่นเอง ถ้ามีน้ำมากช่องว่างจะถูกแทนที่ด้วยน้ำจนหมด ดินก็ไม่มีอากาศ หากมีน้ำน้อยช่องว่างก็มีมาก คือมีอากาศมาก อากาศในดินนั้นมีแก๊สหลายชนิด ที่สำคัญคือ ออกซิเจน เพราะรากพืชใช้ดูดเข้าไปเพื่อใช้ในการหายใจของเซลล์รากพืช รากพืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีแบคทีเรียมาอาศัยอยู่ทำให้เกิดปมเนื่องจากมีการตรึงแก๊สไนโตรเจนในดินเข้าไปทำให้เกิดปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งรากพืชนั้นดูดขึ้นไปใช้ได้ รากพืชดูดน้ำในดินเข้าไปเพื่อใช้ในกระบวนการต่างๆ และมีสารละลายแร่ธาตุที่จำเป็นเข้าไปด้วย ส่วนเนื้อดินนั้นพืชใช้เป็นที่ยึดเกาะพยุงลำต้นให้ตั้งตรงแข็งแรง คนและสัตว์ใช้ดินเป็นหลักในการเลือกพื้นที่อยู่อาศัย ดินยังเป็นปัจจัยสำคัญในการทำการเกษตรทุกชนิด

จ. อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเติบโต โลกเป็นดาวเคราะห์ที่มีอุณหภูมิและบรรยากาศบริเวณผิวโลกเหมาะสม จึงมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉลี่ยอุณหภูมิของพื้นผิวโลกประมาณ 15°C หากอุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นหรือต่ำลง จะเกิดปรากฏการณ์หลายอย่างที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ อุณหภูมิเป็นตัวการสำคัญต่อการแพร่กระจายพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ให้อยู่ในที่ต่างๆ บนผิวโลก เช่น ในแถบขั้วโลกมีอากาศหนาวมีน้ำแข็ง จะพบพืชและสัตว์ที่ชอบอุณหภูมิต่ำ ส่วนในแถบศูนย์สูตรจะพบพืชและสัตว์ที่ชอบอุณหภูมิในเขตร้อน

ฉ. เสียง ในเรื่องของเสียงนั้นเกี่ยวข้องกับอารมณ์ และความสงบสุขของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะในพืชและสัตว์ชั้นสูง ประเภทของเสียงสามารถมีอิทธิพลต่อการเติบโตและพฤติกรรมได้ ในสังคมมนุษย์ยอมรับว่า เสียงที่แผ่วเบา หรือในสภาพไม่มีเสียงจะก่อให้เกิดความมั่นคงในอารมณ์มีสมาธิขึ้นโดยง่าย เสียงที่ไพเราะก็สามารถกล่อมเกลาคิดใจให้อ่อนโยน ดังนั้นในการอบรมดูแลบุตรหลานจึงให้ความสำคัญแก่สิ่งแวดล้อมประเภทนี้มาก ตัวอย่างเช่น การสอนดนตรี การร้องเพลง ส่วนเสียงที่อึกทึก เสียงดัง นอกจากจะทำลายส่วนประกอบของอวัยวะแล้ว ยังมีผลทำให้จิตใจฟุ้งซ่าน รำคาญ อารมณ์หงุดหงิด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆ ของร่างกายให้ผิดปกติไปได้

จะเห็นได้ว่า สิ่งแวดล้อมต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วแต่ละอย่าง มีความสำคัญต่อการเติบโตของทั้งพืชและสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้นหากสิ่งแวดล้อมเกิดเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว จะเกิดผลกระทบต่อดำรงชีวิต ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญปัญหามลพิษจากความร้อน(thermal pollution) มลพิษทางอากาศ(air pollution) มลพิษทางน้ำ(water pollution) มลพิษของดิน(soil pollution) ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์บางอย่างในโลก ตลอดถึงอันตรายและความเสียหายที่จะได้รับ และการป้องกันแก้ไขพอสังเขป

ก. ปรากฏการณ์เรือนกระจก(greenhouse effect) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยเป็นผลของมลพิษจากความร้อน กล่าวคือ อุณหภูมิของบรรยากาศโลกจะสูงขึ้นเหตุที่เป็นเช่นนี้ อธิบายได้คือ ในขณะที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงและพลังงานความร้อนมาสู่โลก ผิวโลกจะดูดซับความร้อนไว้เพียงส่วนหนึ่ง โดยเฉลี่ยอุณหภูมิของผิวโลกประมาณ 15°C ผิวโลกนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำอยู่ ซึ่งจะดูดซับความร้อนที่สะท้อนออกมาจากผิวโลก แก๊สอื่นๆ เช่น ไนโตรเจนออกไซด์ มีเทน ก็สามารถดูดซับความร้อนนี้ได้ นักวิทยาศาสตร์พบว่า ปัจจุบันโลกได้เจริญก้าวหน้าในทางอุตสาหกรรมขึ้นมาก ผลที่ตามมาคือ แก๊สต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ไฮโดรคาร์บอนต่างๆ โดยเฉพาะแก๊สที่ใช้อัดในเครื่อง

ใช้กระป๋องที่พ่นออกมาในรูปการฉีดพ่น(aerosol) เช่น สเปรย์ฉีดผม สเปรย์แป้ง และแก๊สที่ผลิตจากเครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็น เรียกว่า คลอโรฟลูออโรคาร์บอน(chlorofluorocarbon) = CFC ในปัจจุบันก็ยังมียูโอฟิมที่นิยมใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหาร เนื่องจากของใช้ในชีวิตประจำวันต้องเกี่ยวข้องกับตัวการที่ผลิตสารนี้ จึงมีแนวโน้มว่าต่อไปในอนาคตความร้อนจะถูกดูดซับไว้มากโดยแก๊สเหล่านี้ จนทำให้ในบรรยากาศของผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นทุก ๆ ปี ครอบคลุมทั่วทั้งประชากรมนุษย์ยังคงขยายตัวและมีความเจริญก้าวหน้ารวดเร็วไปในทางปฏิวัติอุตสาหกรรม นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณถึงปริมาณของแก๊สต่างๆ ที่สามารถดูดซับความร้อนไว้บนผิวโลกซึ่งมีมากขึ้น และจะทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้ผิวโลกสูงขึ้น โดยเฉลี่ยแล้วถ้าอัตราการเพิ่มของแก๊สต่างๆ เป็นอยู่อย่างนี้ต่อไป ภายในปี ค.ศ. 2050 อุณหภูมิบรรยากาศของผิวโลกจะสูงขึ้นอีก 1.6-5°C ซึ่งอุณหภูมิของบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มากนักจะมีแนวโน้มที่ทำให้เกิดวิกฤติการณ์กับธรรมชาติส่วนอื่นของโลกได้ดังนี้

(i) วิกฤติการณ์น้ำท่วม เนื่องจากปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้อุณหภูมิผิวโลกสูงขึ้นเรื่อยๆ อุณหภูมินี้จะทำให้น้ำแข็งที่ขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น ประเทศที่เป็นหมู่เกาะ เช่น แแถบทะเลแคริบเบียนจะจมอยู่ในน้ำ นอกจากนั้นประเทศที่อยู่ติดชายฝั่งแม่น้ำ เช่น บังกลาเทศซึ่งอยู่บริเวณปากแม่น้ำคงคาก็จะสูญเสียพื้นที่บางส่วนไป ประเทศอียิปต์ก็เช่นเดียวกัน

(ii) วิกฤติการณ์พายุ พายุจะรุนแรงตามอุณหภูมิของผิวทะเล ดังนั้นหากน้ำทะเลมีระดับสูง และผิวโลกมีอุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดพายุรุนแรงกว่าพายุเฮอริเคนในสหรัฐอเมริกา มีความวิตกว่า ในอนาคตอาจเกิดอันตรายทำความเสียหายทั้งวาตและอุทกภัยให้แก่รัฐต่างๆ ที่มีความเจริญทางสิ่งก่อสร้างแถบบริเวณชายฝั่งทะเล เช่น รัฐเมน รัฐนิวเจอร์ซีย์ ทำให้รัฐบาลท้องถิ่นของรัฐเหล่านั้นมีข้อกำหนดที่เข้มงวดต่อการออกใบอนุญาตสำหรับการก่อสร้างตามชายฝั่งโดยผู้ลงทุนยอมรับเงื่อนไขว่าถ้าเกิดจำเป็นต้องโยกย้ายทรัพย์สินใดๆ เนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ทางรัฐจะถือว่าเป็นเรื่องของธรรมชาติ ผู้ลงทุนจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง

(iii) วิกฤติการณ์ความแห้งแล้งและฝนที่เปลี่ยนแปลง นอกจากเรื่องพายุแล้ว การที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้น้ำในมหาสมุทรระเหยขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศมากขึ้น ปริมาณเมฆจะมากขึ้น ทำให้ปริมาณฝนและหิมะจะมากขึ้น 5-7 % แต่จากการทดลองแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นโดย ซูโกโล่ มานาเบ้ ที่ห้องทดลองกลศาสตร์ของไหล มหาวิทยาลัยปรินซ์ตัน ซึ่งได้คำตอบจากการทดลองนี้ว่า ปริมาณหิมะและฝนจะไม่กระจายทั่วไป แต่จะเลือกตกเป็นบางแห่ง ประเทศอินเดียจะมีฝนตกชุกกว่าเดิมเป็น 2 เท่า แต่ภาคตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกา จะประสบความแห้งแล้งอย่างรุนแรงมากขึ้นกว่าเดิม ความแห้งแล้งนี้จะมีผลต่อน้ำสำหรับใช้บริโภค ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาพิพาทยิ่งขึ้นในบางประเทศ เช่น อียิปต์กับซูดาน มีข้อพิพาทเรื่องการใช้น้ำประปาของน้ำในแม่น้ำไนล์ เป็นต้น

(iv) วิกฤติการณ์อาหาร ส่วนใหญ่อาหารของประชากรได้จากพืชเป็นหลัก เช่น ได้จากธัญพืช ตัวอย่างคือ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวไรน์ ข้าวโอ๊ต นอกจากนี้อาหารที่สำคัญอื่น ๆ อีก เช่น ผัก ผลไม้ ต่าง ๆ พืชอาหารเหล่านี้จะเติบโตได้น้อยลงในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูง และสภาพที่พืชได้รับแก๊สต่าง ๆ จากเครื่องยนต์ หรือโรงงานอุตสาหกรรมนั้น รวมไปถึงเขม่า ละออง สกปรกที่ปกคลุมใบพืช สภาพเหล่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง ผลที่ได้รับคือผลผลิตของพืชอาหารจะลดลง จากการทดลองพบว่า หากอุณหภูมิของอากาศ สูงขึ้นกว่าเดิมเพียง 0.63°C จะทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงร้อยละ 10 ดังนั้นจึงเป็นที่แน่ใจได้ว่า ผลผลิตของพืชพันธุ์ธัญญาหารทั้งหลายจะต้องไม่เพียงพอแก่การบริโภคของประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน

(v) วิกฤติการณ์ต่อชีวิตสัตว์ป่าและป่าไม้เมื่ออากาศร้อนขึ้น บริเวณแถบอบอุ่นของโลกจะค่อย ๆ เคลื่อนตัวไปทางเหนือ ในขณะที่แถบเส้นศูนย์สูตรอุณหภูมิจะร้อนจัดขึ้น หากการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นไปอย่างช้า ๆ จะทำให้ป่าไม้อันหนาที่บึงซึ่งขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นในเขตร้อนนี้ปรับตัวโดยการกระจายตัวขยายเขตออกไป แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างรวดเร็ว ป่าไม้ อาจปรับตัวไม่ทัน โลกจะต้องสูญเสียระบบนิเวศซึ่งจะทำลายธรรมชาติทุกอย่าง ด้วยเหตุนี้เองทำให้นักวิทยาศาสตร์ในซีกโลกตะวันตกตลอดจนองค์การสหประชาชาติและองค์การหลายฝ่ายกำลังให้ความสนใจและลงมือปรับปรุงป่าเขตร้อน ความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นกับป่าไม้จะส่งผลกระทบต่อไปยังสัตว์ป่าอย่างถ้วนทั่ว เพราะป่าไม้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และหาอาหารของสัตว์ป่า ก็จะเป็นการสูญเสียพันธุ์สัตว์ป่าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ หากเกิดภาวะเหล่านี้ สัตว์บางชนิดต้องใช้ธรรมชาติบางอย่างในการดำรงชีวิต เช่น กวางคาริบูในบริเวณใกล้ขั้วโลกเหนือ ต้องใช้สะพานน้ำแข็งที่เชื่อมต่อเกาะแก่งต่าง ๆ เพื่อการโยกย้ายถิ่นฐาน หากสะพานน้ำแข็งเกิดละลายก็จะทำความลำบากแก่สัตว์เหล่านี้มาก

(vi) วิกฤติการณ์ต่อสุขภาพ ปรากฏการณ์เรือนกระจกนอกจากจะก่อให้เกิดภัยธรรมชาติซึ่งทำลายความเป็นอยู่แล้ว ยังเป็นต้นเหตุของความอ่อนแอของสุขภาพ และมีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรค

ได้ความไม่ต้านทานโรค การที่มีแก๊สต่าง ๆ ผลิตออกมาจากการเผาไหม้และโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ประจำวัน เช่น สเปรย์ โฟม แก๊สเหล่านี้จะไปทำให้แก๊สโอโซนบริเวณเบื้องบนของโลกแตกตัว ปริมาณแก๊สโอโซนจะลดลง แก๊สโอโซนในบรรยากาศเบื้องบนนั้นมีหน้าที่กรองแสงอุลตราไวโอเล็ตซึ่งแผ่มาจากดวงอาทิตย์ไม่ให้ลงมายังผิวโลกมากเกินไป เมื่อแก๊สโอโซนลดลงประสิทธิภาพในการกรองแสงอุลตราไวโอเล็ตจึงน้อย ทำให้แสงอุลตราไวโอเล็ตลดลงมายังผิวโลกได้มาก แสงอุลตราไวโอเล็ตนี้มีโทษคือ จะเป็นตัวต้นเหตุของการเกิดโรคมะเร็งผิว

หนังได้ และยังทำลายวัสดุ เครื่องใช้ให้เสียหาย ดังนั้นในบ้านเมืองที่มีแสงอุลตราไวโอเล็ตผ่านเข้ามา มาก จึงก่อให้เกิดมลพิษมากมาย

นอกจากนี้โอโซนที่ลดลงในบรรยากาศเบื้องบนโดยการแตกตัวและเข้ามาพร้อมกับแก๊สพิษต่างๆ ในบรรยากาศนั้น ต่อมาจะทำให้เกิดโอโซนมากในบรรยากาศใกล้ผิวโลก ซึ่งจะทำลายระบบหายใจของมนุษย์นอกจากนี้ยังทำให้ผลผลิตของพืชลดลงด้วย

ความหายนะจากการที่อุณหภูมิในบรรยากาศของผิวโลกเพิ่มเพียงไม่กี่องศานี้เป็นเรื่องที่น่าวิตกวิทยาศาสตร์กลัวกันมาก และลงความเห็นว่ามิทางเดียวคือ การหยุดยั้งการเพิ่มปริมาณของแก๊สที่ก่อให้เกิดสภาพเรือนกระจก โดยการเปลี่ยนให้โลกกลับไปสู่ยุคก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นไปได้ยาก ทางเลือกที่เหลืออยู่เพียงประการเดียวคือ ต้องพยายามลดการเพิ่มของแก๊สเหล่านี้ให้ช้าที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนจะทำได้อย่างไรนั้นนักวิชาการและตัวแทนจากสิบแปดประเทศซึ่งเข้าร่วมการประชุมเกี่ยวกับเรื่องชั้นบรรยากาศที่กำลังเปลี่ยนแปลงไป ณ ประเทศแคนาดา ได้เสนอแนะข้อปฏิบัติไว้ดังนี้

ประการแรก ต้องลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าสู่บรรยากาศลงให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 20 ภายใน ค.ศ. 2005 การที่จะทำได้นั้นจะต้องลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลถ่านหินและน้ำมันให้เหลือเพียงร้อยละ 50 ของปริมาณที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อรักษาระดับคาร์บอนไดออกไซด์ให้คงที่ในบรรยากาศ ซึ่งปกติมีอยู่ประมาณร้อยละ 0.028

ประการที่สอง หันไปใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นที่ไม่ใช่ถ่านหินและน้ำมัน เช่น แก๊สธรรมชาติซึ่งเผาไหม้แล้วให้คาร์บอนไดออกไซด์ลดลงครึ่งหนึ่งของการใช้ถ่านหินโดยให้พลังงานเท่ากัน

ประการที่สาม ควรวิจัยเพื่อหาพลังงานที่สะอาดกว่ามาใช้ เช่น พลังงานจากลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้นักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมยอมรับว่าให้ความสนใจมาก

ประการที่สี่ ลดการตัดไม้ทำลายป่าลงให้มากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการตัดหรือเผา พร้อมทั้งส่งเสริมการปลูกและบำรุงป่าไม้และต้นไม้ทั่วไป เพราะต้นไม้สามารถใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ จึงสามารถลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ และต้นไม้ยังช่วยซับน้ำในดินคลุมหน้าดินไม่ให้ น้ำระเหยจากดิน และป้องกันการกัดเซาะ(erosion)ของดินซึ่งเป็นการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน เพราะดินจะไหลไปรวมกันในแม่น้ำคลองบึง และต้นไม้ยังช่วยควบคุมความชื้นในบรรยากาศไม่ให้แห้งแล้งด้วย

ประการที่ห้า ยุติการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นกำเนิดของการผลิตแก๊สคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ให้ได้เกือบทั้งหมด ภายใน ค.ศ. 2000

ทั้ง 5 ประการนี้ แม้ว่าจะเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก แต่มนุษยทั้งโลกควรต้องร่วมมือกัน เพื่อจะควบคุมอุณหภูมิของบรรยากาศผิวโลกให้อยู่ในสภาพเดิมที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตต่อไป

ข. มลพิษทางอากาศ ตามปกติแล้วอากาศที่บริสุทธิ์ซึ่งเหมาะแก่การหายใจ สำหรับสิ่งมีชีวิตจะมีส่วนประกอบของแก๊สต่าง ๆ ดังนี้

ชนิดของแก๊ส	ร้อยละโดยปริมาตร
ไนโตรเจน	78.09
ออกซิเจน	20.94
อาร์กอน	0.93
คาร์บอนไดออกไซด์	0.0318
นีออน	0.0018
ฮีเลียม	0.00052
คริปทอน	0.0001
ซีซอน	0.000008
ไนตรัสออกไซด์	0.000025
ไฮโดรเจน	0.00005
มีเทน	0.00015
ไนโตรเจนไดออกไซด์	0.0000001
โอโซน	0.000002
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.00000002
คาร์บอนมอนอกไซด์	0.00001
แอมโมเนีย	0.000001

แก๊สที่พบว่าผสมคลุกเคล้าอยู่ในอากาศแล้วทำให้อากาศเป็นพิษนั้น มีอยู่หลายชนิด เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน นอกนั้นก็ยังมีไฮโดรคาร์บอน ต่าง ๆ เช่น คลอโรฟลูออโรคาร์บอน รวมทั้งอนุภาคบางชนิด และตะกั่ว แหล่งที่มาและความเป็นพิษของก๊าซและอนุภาคเหล่านี้ในอากาศ พอจะอธิบายได้ดังนี้

(i) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สนี้ที่ผสมรวมอยู่ในอากาศมีแหล่งที่มาหลายทางด้วยกัน ทั้งทางธรรมชาติและโดยการกระทำของมนุษย์ จากธรรมชาติได้จากการระเบิดของภูเขาไฟ อีกวิธีการหนึ่งจากธรรมชาติโดยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ เช่น ขยะที่บูดเน่า ในน้ำในดินจะให้แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) ซึ่งเหม็นมาก ต่อไปมีการรวมตัวกับออกซิเจน จะได้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์สะสมอยู่ในอากาศ และจะเกิดอยู่ตลอดเวลา ในไร่นา กองขยะ ในน้ำโสโครก จากการกระทำของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดแก๊สนี้ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น ในอุตสาหกรรมถลุงถ่านหินและถ่านน้ำมัน ฉะนั้นอากาศบริเวณนั้นจะมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถรวมกับออกซิเจนเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์

(SO₃) ซึ่งถ้าต่อมารวมกับน้ำในอากาศ เช่น น้ำฝนจะกลายเป็นกรดซัลฟูริก สภาพนี้ น้ำฝนจะเป็นกรดซึ่งเราเรียกว่า ฝนกรด

(ii) คาร์บอนมอนอกไซด์ แหล่งที่มาของแก๊สนี้ได้จากธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์เช่นกัน ทางธรรมชาติโดยการปลดปล่อยออกจากพืชและสัตว์ในขณะที่เติบโตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งปริมาณจะต่ำมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่ได้จากการกระทำของมนุษย์โดยวิธีการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และส่วนใหญ่จะได้รับการเผาไหม้น้ำมันในรถยนต์ถึงร้อยละ 80 ของปริมาณเผาไหม้ทั้งหมด ดังนั้นในเขตการจราจรติดขัด แออัด และมีโรงงานอุตสาหกรรม บางขณะอากาศจะมีปริมาณแก๊สนี้สูงถึง 300 ส่วนในล้านของแก๊สทั้งหมด เมื่อการจราจรหายติดขัดแก๊สนี้ก็จะแพร่กระจายถูกทำให้เจือจางไป จะเจือจางลงอย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่ต้นไม้หนาแน่น และเป็นบริเวณชายทะเล ทั้งนี้เพราะพืชดูดซับแก๊สนี้ได้ สิ่งมีชีวิตในทะเลหลายชนิดสามารถเพิ่มออกซิเจนให้แก่แก๊สนี้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์

(iii) คาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สนี้มีอยู่ในอากาศดังกล่าวแล้ว มีผลเป็นพิษทางอ้อม คือ ดูดซับความร้อน จึงทำให้บรรยากาศร้อนขึ้น ถ้ามีมากขึ้นจะทำให้สัดส่วนของอากาศผิดไป ปัจจุบันคาร์บอนไดออกไซด์มีมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากมนุษย์ทำการเผาไหม้เพื่อการใช้งานมากขึ้น แต่พืชก็นำแก๊สนี้ไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยมีขีดจำกัดอยู่ที่ระดับหนึ่ง จึงทำให้การสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เป็นไปอย่างรวดเร็วนัก อีกเหตุผลหนึ่งคือ แก๊สนี้ทำปฏิกิริยากับหินซิลิเกต(silicate rock) ซึ่งมีอยู่ทั่วไป ได้เป็นแมกนีเซียมคาร์บอเนต แล้วไหลไปสะสมในทะเล

(iv) ออกไซด์ของไนโตรเจน(N₂O, NO, NO₂) ไนตรัสออกไซด์ ไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ มีอยู่ในอากาศ ในดินและน้ำ โดยการกระทำของฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า จุลินทรีย์ และการกระทำของมนุษย์ โดยการเผาไหม้แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์จะเกิดขึ้นมากที่สุดปนอยู่ในอากาศ รองลงมาคือ ไนตริกออกไซด์ และไนตรัสออกไซด์ แก๊สเหล่านี้จะรวมกับแสงอุลตราไวโอเล็ต เกิดเป็นหมอกคลุกเคล้าอยู่ในบรรยากาศและอาจรวมกับไอน้ำเป็นกรดไนตริก ซึ่งเมื่อรวมต่อไปกับแอมโมเนียจะกลายเป็นเกลือไนเตรท

(v) ไฮโดรคาร์บอน ที่สะสมอยู่ในอากาศมีทั้งอยู่ในรูปของแก๊สและไม่ใช่แก๊ส แหล่งที่มาส่วนใหญ่จากการกระทำของมนุษย์ การเผาไหม้ถ่านหิน ไม้ น้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม ในรถยนต์ การระเหยของสารละลายบางอย่างในโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งสำคัญที่สุดคือ การปลดปล่อยไฮโดรคาร์บอนจากกระบวนการสกัด กลั่น หรือใช้น้ำมันปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอนนี้จะทำปฏิกิริยาต่อไปกับออกซิเจนและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือออกไซด์ของไนโตรเจน เกิดเป็นสารประกอบใหม่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ มีลักษณะคล้ายหมอก ตัวอย่างที่ศึกษากันมาก คือ แก๊สมีเทน และคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งมีผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อมมาก

(vi) อนุภาคบางชนิด อนุภาคหลายชนิดที่ปรากฏอยู่ในอากาศ มีทั้งที่มาจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า ลมพายุ การบด การพ่น การเผา รวมทั้งการระเบิดของนิวเคลียร์ ในสภาพที่มีการอุตสาหกรรมเพียงก่อให้เกิดอนุภาคขึ้นในอากาศในขอบเขตจำกัด เช่น โรงงานปลาปน โรงสีข้าว โรงงานปูนซีเมนต์ ส่วนระเบิดนิวเคลียร์และภูเขาไฟจะทำให้อนุภาคกระจายไปได้กว้างขวาง อนุภาคเหล่านี้สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี เป็นตัวนำเชื้อโรค และเป็นสาเหตุของโรค จากการศึกษาอนุภาคเหล่านี้ปรากฏว่า พวกที่ขนาดเล็ก 0.1-1 ไมครอน หรือเล็กกว่า จะมีอยู่ในอากาศมากที่สุด เพราะอนุภาคเล็กจะลอยตัวได้นาน ต่อมาก็จะรวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่ตกลงสู่พื้นดิน ฝนก็เป็นตัวชะล้างอนุภาคตกลงสู่ดินได้ด้วย

(vii) ตะกั่ว เป็นสารพิษต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก ตะกั่วสะสมอยู่ในอากาศตามธรรมชาติจากการระเบิดของภูเขาไฟ แต่ก็น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่วที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยการเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม การเผาขยะ เผาถ่าน โดยเฉพาะการเผา น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น น้ำมันที่ใช้กับรถยนต์ นอกจากนี้ยังปนมากับขี้เถ้าแอมलगซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วผสมอยู่ด้วยเสมอ การฉีดพ่นยาฆ่าแมลงในบ้านเรือนหรือการพ่นฆ่าศัตรูพืช จะทำให้ตะกั่วฟุ้งกระจายปะปนอยู่ในอากาศทั้งในรูปของอนุภาค และอาจอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ ปริมาณของตะกั่วที่มีอยู่ในอากาศมักจะสูงในบริเวณที่มีการจราจรติดขัด บริเวณที่มีการฉีดยาฆ่าแมลงเป็นประจำ โดยจะมีค่าสูงถึง 2 เท่าของปริมาณที่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์(0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทั้งนี้เพราะในน้ำมันเบนซินทั่วไปจะเติมตะกั่วลงไป ในรูปของสารประกอบอินทรีย์(lead alkyls) เพื่อเป็นตัวเร่งการเผาไหม้และป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์ เมื่อสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่วถูกเผาไหม้ก็จะสลายตัวและทำปฏิกิริยาต่อไปกับสารประกอบโบรมีนหรือคลอรีน ซึ่งมีผสมอยู่ในน้ำมันเบนซินเช่นเดียวกัน เกิดเป็น lead bromochloride ออกทางท่อไอเสียของรถยนต์ และต่อมากจะเปลี่ยนรูปต่อไปเมื่อถูกแสงแดดจ้า โดยจะปล่อยโปรโมีนและคลอรีนบางส่วนออกจากโมเลกุล ทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศยิ่งสูงขึ้น

ในสภาพปัจจุบัน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองที่มีการจราจรติดขัดมาก มีการเผาไหม้สูงทั้งในความเป็นอยู่ของชุมชนและการเติบโตของอุตสาหกรรมทุกประเภท ทำให้มลพิษทางอากาศทวีความรุนแรงมากขึ้น บรรยากาศมักไม่ค่อยแจ่มใส ตั้งแต่เช้าจะมีละอองขุ่นมัว ทำให้ทัศนวิสัยเลวอยู่ทั่วไปในใจกลางเมืองถึงรอบๆ ชานเมือง ในสภาพเช่นนี้จะต้องป้องกันการสูดแก๊สพิษในขณะที่ทำงานอยู่ในที่แจ้งท่ามกลางยานและควันพิษโดยต้องใช้ผ้ากรองอากาศปิดจมูก ดังเช่นที่ตำรวจจราจร และผู้ขับขียานยนต์ใช้กัน การติดเครื่องกรองอากาศที่ท่อไอเสียรถยนต์ก็ช่วยลดแก๊สพิษลงได้

ในด้านการรณรงค์ต่อต้านมลพิษทางอากาศนี้ ประชาชนควรช่วยกันกระทำได้ โดยการปลูกต้นไม้ให้มากกว่าที่จะมากได้ เนื่องจากต้นไม้ช่วยดูดแก๊สพิษบางชนิดได้บ้าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ไม่ควรเผาไหม้ เผาขยะ หรือสิ่งอื่นหากไม่จำเป็น การใช้รถยนต์ควรใช้น้ำมันประเภทไร้สารตะกั่ว หากไม่ให้ความร่วมมือแล้ว ในอนาคตทุกคนต้องแบกถังออกซิเจนติดตัวเพื่อใช้หายใจซึ่งมีแนวโน้มจะเป็นไปได้ เพราะปัจจุบันนี้อุปกรณ์ที่ช่วยทำให้ระบบการหายใจได้รับอากาศบริสุทธิ์ก็ได้มีขึ้นอย่างแพร่หลายแล้ว เช่น เครื่องฟอกอากาศ

ค. มลพิษของเสียง โดยทั่วไปแล้วเสียงเป็นสื่อกลางของการเข้าใจ มีการทดลองที่ยืนยันได้ว่า เสียงที่ไพเราะนอกจากจะให้ความเพลิดเพลินแล้ว ยังช่วยทำให้สัตว์บางชนิดเติบโตเร็วกว่าปกติได้ และช่วยให้ต้นไม้เติบโตผลิดอกออกผลได้ดีขึ้น ขณะเดียวกันเสียงก็อาจให้โทษได้ โดยเฉพาะเสียงที่ตั้งเกินไป เสียงโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ความถี่ของเสียง ได้แก่ ความสูงต่ำของเสียง และความดังของเสียง ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น เดซิเบล(decibel) ระดับเสียงที่เหมาะสมกับสุขภาพของมนุษย์ควรอยู่ในระดับไม่เกิน 30 เดซิเบล แต่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ไปนั้นแหล่งกำเนิดเสียงมักจะมีค่าสูงกว่านี้หลายเท่า และไม่มีทางที่จะลดลงให้เหลือ 30 เดซิเบลได้ ดังนั้นการกำหนดกฎข้อบังคับต่างๆ จึงอยู่ในระดับสูง เช่น เสียงของรถยนต์ควรตั้งไม่เกิน 95 เดซิเบล เมื่อวัดห่างจากตัวยานพาหนะ 7 เมตร ในสหรัฐอเมริกากำหนดว่า โรงงานอุตสาหกรรมไม่ควรก่อให้เกิดเสียงดังเกินกว่า 85 เดซิเบล เพราะจะเกิดโทษแก่บุคคลที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงได้ ความมีพิษของเสียงนั้นมักจะขึ้นอยู่กับการกำหนดเสียงดังต่อไปนี้

(i) เสียงจากยานพาหนะ ยานพาหนะส่วนใหญ่ที่ใช้กันในปัจจุบันนี้มีเครื่องยนต์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเสียง โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการใช้ยวดยานอย่างหนาแน่นคับคั่งจะได้รับเสียงมากขึ้น ตัวอย่างเช่น รถบรรทุก รถไฟ รถโดยสาร รถสามล้อเครื่อง รถจักรยานยนต์ รถยนต์นั่ง รวมทั้งเรือหางยาว เหล่านี้มักเป็นต้นกำเนิดเสียงที่รบกวนประชาชนและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อยู่อาศัยในตัวเมือง และบริเวณสองข้างทางที่ยวดยานเหล่านี้ผ่าน โดยเฉพาะถ้าผู้ใช้ยวดยานตัดแปลงแก้ไขท่อไอเสียของเครื่องยนต์ด้วยแล้ว จะก่อให้เกิดเสียงดังมากขึ้นอีกหลายเท่า การวัดระดับเสียงในบริเวณท้องถนนของกรุงเทพมหานครที่มีการสัญจรคับคั่ง ปรากฏว่าระดับเสียงสูงถึง 90-99 เดซิเบล ในเวลากลางวันและจะดังติดต่อกันตลอดไปเฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงระยะที่เหลืออีก 16 ชั่วโมงนั้น เสียงก็อยู่ในระดับสูงเช่นกัน แต่จะดังไม่ติดต่อกัน จะเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ ระดับเสียงเช่นนี้จัดว่าอยู่ในขั้นอันตรายต่อสุขภาพ

(ii) เสียงจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะเป็นเสียงที่เกิดขึ้นสม่ำเสมอจนทำให้ผู้ที่ทำงานในโรงงานนั้นเกิดความเคยชิน เช่น โรงพิมพ์ โรงเลื่อย โรงกลึง เสียงเหล่านี้อาจมาจากอากาศ หรืออาจเป็นเสียงกระทบของวัสดุแข็งซึ่งวัดได้ประมาณ 60-120 เดซิเบล

(iii) เสียงจากสถานบันเทิงต่างๆ สถานที่เหล่านี้มีทั้งปิดทึบ เช่น สถานเริงรมย์ พวกโรงภาพยนตร์ ดิสโก้เทค ไนต์คลับ บาร์ หรืออาจเป็นสถานที่ที่เปิดโล่ง เช่น สถานที่ฉายหนังกลางแปลง งานวัด เสียงที่มาจากสถานที่เหล่านี้มักดังเกินความจำเป็น หากได้รับนานติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันจะเกิดการทำลายสุขภาพได้

(iv) เสียงจากอุปกรณ์ต่างๆ ในบ้าน หรือสำนักงาน ได้แก่ วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องตัดหญ้า เครื่องดูดฝุ่น ล้วนแต่ทำความรำคาญหากก่อดังเกินไป

(v) เสียงจากเครื่องบิน เครื่องบินเป็นยานพาหนะประเภทหนึ่ง แต่จะก่อให้เกิดความรำคาญเฉพาะในบริเวณสนามบินและสถานที่ใกล้เคียงสนามบินเป็นส่วนใหญ่ ระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องบินนั้นสูงมาก จากการวัดเสียงของเครื่องบินประเภทบินได้ต่ำกว่าความเร็วของเสียง จะมีระดับเสียงอยู่ระหว่าง 120-140 เดซิเบล ในขณะที่เครื่องบินอยู่ในระดับ 1,000 ฟุต หากเครื่องบินอยู่ในระดับต่ำกว่าเสียงก็จะมีระดับสูงขึ้น สำหรับเครื่องบินชนิดที่บินได้เร็วกว่าเสียง จะมีระดับเสียงที่สูงมาก เช่น คองคอร์ด เอส เอส ที(super sonic transporation) และเครื่องบินขับไล่พวกแฟนธอม

(vi) เสียงจากอาวุธ อาวุธหลายชนิดที่ก่อให้เกิดเสียงดังมาก เช่น อาวุธสงครามต่างๆ เสียงปืน เสียงรถถัง เสียงระเบิด เหล่านี้มีความดังมาก ทำอันตรายต่อหู

(vii) เสียงจากมนุษย์ การพูดคุยด้วยเสียงอันดังเป็นเวลานานๆ การร้องไห้ การจ้องแวงของเด็ก การทะเลาะวิวาทก่อให้เกิดความรำคาญและอันตรายไม่แพ้แหล่งเสียงอื่น ๆ

อันตรายเนื่องจากเสียง เสียงระดับสูงนั้น ไม่ว่าจะเป็ระยะเวลาอันสั้นๆ หรือติดต่อกันไปนานๆ ก็เป็นอันตรายทำความเสียหายได้ แต่อิทธิพลอันเนื่องมาจากเสียงดังที่เกิดขึ้นในระยะเวลานานติดต่อกันจะมีมาก โดยจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ เช่น โคนม จะให้น้ำนมน้อยลงหรืออาจหยุดการให้นม ไก่หยุดไข่ การทดลองให้เสียงระดับสูงกับหมูพบว่า หมูจะเติบโตช้ากว่าปกติ หากให้เสียงสูงมาก ๆ หมูจะมีอาการชักกระตุก

เสียงมีอันตรายต่อมนุษย์ได้หลายทาง

(i) ทางกายภาพ มีผลแยกออกเป็น 2 ทาง คือ

ทางแรก อันตรายต่อประสาทหูโดยตรง ทำให้ประสาทหูพิการ อาจเกิดความพิการทันทีหรือพิการทีละน้อย โดยหูจะเสื่อมลงจนใช้การไม่ได้ เช่น หูตึง หรือหูหนวก นอกจากนี้เสียงดังอาจทำให้หลอดเลือดขยาย กล้ามเนื้อกระตุก เกิดอาการเหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย

ทางที่สอง อันตรายต่อทางสรีระ เช่น ทำให้อวัยวะบางส่วนของร่างกายขาดความสมดุลในการปฏิบัติหน้าที่ เช่น ทำให้หัวใจเต้นแรง การหายใจเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้น ทำให้กรดในกระเพาะอาหารหลั่งออกมามาก เกิดอาการอาเจียน ท้องเฟ้อ นอนไม่หลับ หลอดเลือดอาจตีบ เป็นโรคหัวใจ

(ii) ทางจิตใจ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ง่าย เครียด อาจทำให้เป็นโรคประสาท ผู้ที่จิตใจไม่มั่นคง อาจคลุ้มคลั่งได้ง่าย และสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ จะก่อให้เกิดโรคทางกายได้หลายโรค เช่น โรคกระเพาะอาหารและความดันโลหิตสูง

(iii) ทางประสิทธิภาพการทำงาน เสียงที่ดังจะทำให้งานต้องลงทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย นอกนั้นเสียงดังทำให้ตกใจ เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นอันตรายในกรณีที่ทำงานในที่สูงและทำงานกับเครื่องจักรกล

นอกจากเสียงจะมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว เสียงยังทำความเสียหายกับวัสดุ โดยเฉพาะเสียงระดับสูง ทำให้เกิดสั่นสะเทือน บางครั้งมีความดันทำให้อากาศมีความดันสูงขึ้นระหว่าง 1-10 ปอนด์ต่อตารางฟุต ทำให้วัสดุหรือสิ่งก่อสร้างบางชนิด เช่น กำแพงฝ้าผนัง หลังคา หน้าต่าง สันโหว ซึ่งหากทำด้วยกระจกจะเกิดการทำลายจนแตกได้

ง. มลพิษทางน้ำ แหล่งน้ำจากธรรมชาติ เช่น ทะเล แม่น้ำ คลอง ลำธาร มีการระเหยไอน้ำขึ้นไปบนบรรยากาศ ไอน้ำเหล่านั้นจะควบแน่นและตกมาเป็นฝนในที่สุด หากฝนตกลงมาในบริเวณที่มีต้นไม้ รากต้นไม้จะดูดซับน้ำและส่งไปเก็บไว้ที่ลำต้น ยอด ใบและใบจะคายน้ำสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำอีก ไอน้ำเหล่านี้จะกลายมาเป็นฝนอีกเช่นกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อพืชดูดน้ำซึ่งมักเป็นน้ำไม่สะอาดเข้าทางรากและผ่านออกทางใบ กลายเป็นฝน ซึ่งน้ำฝนจะกลายเป็นน้ำที่สะอาด บริสุทธิ์ เปรียบเสมือนต้นไม้เป็นเครื่องกรองน้ำ หรือกลั่นน้ำนั่นเอง ในทางตรงกันข้ามมนุษย์และสัตว์เมื่อบริโภคน้ำเข้าไปโดยเฉพาะมนุษย์มักจะบริโภคน้ำที่สะอาด เพื่อการดำรงชีวิตแล้วจะขับถ่ายน้ำออกมาในรูปของของเสียต่าง ๆ สู่ธรรมชาติ

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำในการกำจัดของเสีย เช่น การซักฟอกเสื้อผ้า ชำระล้างสิ่งสกปรกของร่างกายและของใช้ในบ้าน น้ำที่ชำระของเสียเหล่านี้จะถูกเทและไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอีก ประกอบกับการทิ้งขยะมูลฝอย เศษสิ่งของที่ไม่ต้องการลงไปในแหล่งน้ำ จึงทำให้แหล่งน้ำสกปรก เน่าเสีย

ปริมาณฝนที่ตกลงมาในแต่ละปี ก็ไม่มากพอที่จะมาเจือจางให้น้ำที่สกปรกนั้นสะอาดขึ้นได้อีกทั้งปัจจุบันมีการตัดทำลายต้นไม้มาก ทำให้หน้าดินโล่งปราศจากพืช ฝนที่ตกลงมาจึงชะล้างหน้าดินให้ลงไปในแหล่งน้ำ ทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองขุ่น เกิดตะกอนดินเขินด้วย มักจะพบว่าแหล่งน้ำที่มีความสกปรกนั้นเต็มไปด้วยเศษขยะ สังกะสี เหม็น สีของน้ำจะดำขุ่น ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า เมื่อเศษอาหาร หรือสิ่งปฏิกูลลงในแหล่งน้ำ ของเหล่านี้ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ซึ่งในการย่อยต้องการใช้ออกซิเจน แต่ในน้ำมีออกซิเจนเป็นจำนวนจำกัด คือมีอยู่ประมาณไม่ถึงร้อยละ 1 เมื่อออกซิเจนหมดไป แต่ของเสียในน้ำยังไม่หมดไป จุลินทรีย์อีกพวกหนึ่งที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะทำการย่อยสลายเศษของเสียต่อ ผลที่ได้รับก็คือ แก๊สที่มีกลิ่นเหม็นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งจะทำให้ให้น้ำดำ ขุ่น และเหม็นเน่า สภาพเช่นนี้คือ มลพิษทางน้ำ

ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางน้ำ

(i) สัตว์น้ำ เช่น หอย ปู กุ้ง ปลา จะตายเพราะขาดออกซิเจน เพื่อการหายใจ เมื่อสัตว์เหล่านี้ตายก็เท่ากับเป็นการเพิ่มสิ่งปฏิกูลแก่ น้ำ ทำให้น้ำเสียยิ่งขึ้น

(ii) พืชน้ำ เช่น สาหร่าย บัว หรือ ข้าว ตายเพราะขาดออกซิเจนเช่นเดียวกัน

(iii) น้ำนั้นไม่ใสสะอาด ไม่สามารถนำมาใช้ชำระล้าง อุปโภค บริโภคได้

(iv) เป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค เนื่องจากมีเศษมูลฝอยปฏิกูลมาก หากมีเชื้อโรค จะทำให้เชื้อโรคแพร่ขยายได้มาก เพราะเชื้อโรคเติบโตได้ดีในสิ่งปฏิกูล หากนำไปใช้และเข้าทางปาก อาจทำให้เกิดโรคได้ เช่น ท้องร่วง นอกจากนี้ยังมีเชื้อโรคอื่น ๆ อีก เช่น เชื้อราที่ทำให้เกิดการคันตามผิวหนัง หรือน้ำกัดเท้า เป็นต้น

(v) เป็นแหล่งสะสมสารที่เป็นอันตราย เช่นปรอท ตะกั่ว แคดเมียม แร่ธาตุ เหล่านี้ปนมากับน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม

นอกจากสิ่งปฏิกูลมูลฝอยแล้ว ยังมีสารพิษอื่น ๆ ที่สามารถลงในน้ำได้ โดยแหล่งที่มานั้นมาจากสารเคมี เช่น ผงซักฟอก จากการซักผ้า น้ำยาซักล้าง และสารเคมีจากการเกษตร เช่น ยากำจัดศัตรูพืช ยากำจัดวัชพืช เมื่อสิ่งเหล่านี้ลงไปในแหล่งน้ำจะเกิดพิษตกค้างอยู่ในแหล่งน้ำนั้น เกิดอันตรายแก่การบริโภคของคนและสัตว์ และสารเหล่านี้อาจทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นอันตรายต่อพืชด้วย เช่น น้ำที่เป็นกรดจัดจะใช้ทำการกรสิกรรมไม่ได้ ผลการที่น้ำขุ่นหรือสกปรกนั้น ปัจจุบันในพืชอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น กล้วยไม้ ไม่สามารถจะใช้น้ำจากแหล่งน้ำรดต้นไม้ได้โดยตรง ต้องสูบจากคลองเข้ามาบ่อกักและให้ตกตะกอนเสียก่อน จึงจะนำไปรดต้นไม้ได้ ซึ่งเป็นการเปลืองค่าใช้จ่ายและเพิ่มต้นทุนในการผลิตให้สูงขึ้น

แหล่งปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งใหญ่ คือ โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตสุรา โรงงานผลิตเบียร์ และแหล่งน้ำเสียจากอาคาร น้ำเสียเหล่านี้แม้จะผ่านบ่อกกรอง หรือบ่อกำจัดของเสียก่อนปล่อยทิ้งลงในแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วก็ดี แต่ประสิทธิภาพของการกำจัดของเสียก่อนทิ้งอาจไม่ดีพอ หรืออาจไม่ทำงานเลยก็ได้ในบางเวลาหรือบางสถานที่

ในด้านน้ำทะเล จะประสบกับมลภาวะของน้ำเช่นกัน เช่น เรือขนส่งน้ำมันล่ม หรือผลจากสงครามทำให้เกิดคราบน้ำมันในทะเลมาก ทำให้สัตว์ทะเลตาย

ปัจจุบันรัฐบาลให้ถือว่าปี 2534 เป็นปีป้องกันกำจัดน้ำเสีย(waste water protection) เนื่องจากทางรัฐบาลตระหนักถึงความสกปรกของแม่น้ำเจ้าพระยาที่เริ่มมีมากขึ้น และ คลอง บึง ในเขตกรุงเทพมหานครก็น้ำเสียจนใช้น้ำไม่ได้ ทำให้มีโครงการจัดตั้งโรงกำจัดน้ำเสียในเขตรัตนโกสินทร์ และสาขาในอีกหลายเขต เพื่อกำจัดน้ำเสียจากท่อระบายน้ำในเขตเมืองและปริมณฑล ให้สะอาดก่อนลงสู่แหล่งน้ำ ในต่างประเทศ เช่น นอร์เวย์ได้สามารถคิดค้นและติดตั้งระบบการกำจัดน้ำเสียลงในคลองที่น้ำเน่าเสียและเปลี่ยนให้น้ำในคลองที่เน่าเสียเป็นน้ำดีได้

ดังนั้นในฐานะประชาชน ควรร่วมมือกันงดเว้นการทิ้งสิ่งของที่ไม่ต้องการลงในแหล่งน้ำ โดยตรง มิฉะนั้น ประเทศอาจขาดแคลนน้ำในอนาคต ในปัจจุบันมีการขายน้ำดื่มบรรจุขวดกันแพร่หลาย เนื่องจากน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่ใสสะอาดพอที่จะนำมาดื่มรับประทานได้ ประกอบกับน้ำฝนก็อาจเป็นอันตรายเนื่องจากการปนเปื้อนกับมลพิษในอากาศ

จ. มลพิษในดิน ดินเป็นพื้นที่อันดับแรกที่สำคัญต่อการกักเก็บสารพิษทุกชนิด เพื่อผลิตที่เป็นอาหารมนุษย์และสัตว์ เนื่องจากดินมีองค์ประกอบต่างๆ หลายส่วน เช่น สารอินทรีย์และอนินทรีย์ น้ำ อากาศ ดังนั้นหากมีสารพิษเจือปนอยู่ในองค์ประกอบของดินจะมีผลทำให้การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่บนดินนั้นผิดปกติไป เช่น สารพิษจากสิ่งปฏิกลหรือวัสดุเหลือใช้ในการอุตสาหกรรมที่ถูกถมทิ้งลงบนพื้นดิน จนทำให้เกิดกรณีการเสียชีวิตและได้รับความทุกข์ทรมาน ขึ้นกับประชาชนในท้องที่เขตพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ สืบเนื่องจากพิษสารตะกั่ว เพราะความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ นำเอาวัสดุเหลือใช้จากโรงงานแบตเตอรี่ไปถมถนนและบริเวณที่อยู่อาศัย ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีสารประกอบของตะกั่วตกค้างอยู่ในปริมาณมาก ประชาชนบริเวณนั้นได้จึงรับสารตะกั่วเข้าไปในร่างกายทางผิวหนังและลมหายใจ ทำให้มีอาการปวดท้อง ท้องแน่น เบื่ออาหาร บริเวณมือและขา ถ้ามีการสะสมสารตะกั่วไว้ในกระแสโลหิตเพียง 0.5 กรัม จะทำให้ตายได้ สารตะกั่วนี้ยังมีอยู่ในอุตสาหกรรมผลิตท่อน้ำ สีทาบ้าน และน้ำมันรถยนต์ ของเหล่านี้ถ้าทิ้งลงสะสมในดิน ทำให้ดินเกิดมลพิษ และสารนี้ยังแพร่ลงสู่น้ำ และอากาศ ทำให้น้ำและอากาศเกิดมลพิษได้อีกด้วย

สภาพของดินที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชอีกกรูหนึ่งคือ ลักษณะหน้าดินโล่งไม่มีต้นไม้ขึ้นปกคลุม เมื่อมีฝนตกลงมาน้ำฝนจะไหลชะล้างผิวดินลงไปยังที่ต่ำ ทำให้ดินที่ถูกชะล้างนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ปลูกพืชไม่ออกงาม ผลผลิตต่ำ และดินนั้นเมื่อไหลลงไปใ้แม่น้ำลำคลอง น้ำจะขุ่น ทำให้น้ำเสีย ไม่เหมาะสมกับสัตว์และพืชน้ำด้วย หากขาดแคลนดิน แม้ว่าจะมีวิธีปลูกพืชในน้ำซึ่งมีธาตุอาหารซึ่งเรียกว่า ไฮโดรโปนิก (hydroponic) แต่ก็เป็นการลงทุนที่สูงและใช้กับพืชยืนต้นไม่ได้

ฉ. มลพิษของแสง แสงทำให้พืชเติบโตได้ดี และแสงก็มีประโยชน์ต่อสัตว์รวมทั้งความเป็นอยู่ของมนุษย์ด้วย แสงที่ตามองเห็นได้นี้จะอยู่ในช่วงคลื่นแถบรังสีเจ็ตสี แต่ดวงอาทิตย์ยังส่องแสงช่วงคลื่นอื่นๆ อีก เช่น ช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีอินฟราเรด คลื่นวิทยุ รังสีเอ็กซ์ ฯลฯ ปัจจุบันรังสีอัลตราไวโอเล็ตนับเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากมีรังสีนี้มายังโลกเพิ่มขึ้น ปกติรังสีนี้ถูกกรองไว้ได้มากโดยแก๊สโอโซนที่อยู่ส่วนบนของบรรยากาศโลก แต่ปริมาณลดลงอันเป็นผลเนื่องมาจากมีแก๊สตกค้างของผลิตภัณฑ์พวกสเปรย์และโฟมดังกล่าวแล้ว รังสีอัลตราไวโอเล็ตถูกกรองไว้ได้น้อย จึงลงมาถึงพื้นโลกมากขึ้น เป็นผลให้ร่างกายขาดความต้านทาน เกิดอาการมะเร็งผิวหนังได้ง่าย

2.2 การอยู่ร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์

การเดินทางท่องเที่ยวชมธรรมชาติตามสถานที่ต่าง ๆ ในโลกจะพบพืชและสัตว์ตามสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ กันอาศัยอยู่ด้วยกัน ถ้ามีความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมก็จะทำให้เกิดความเพลิดเพลินมากขึ้น

โลกของสิ่งมีชีวิตแบ่งออกเป็น 6 ส่วนใหญ่ ๆ ตามลักษณะ ดิน อากาศ และชนิดของพืชและสัตว์ แต่ละส่วนจะมีลักษณะภูมิอากาศเฉพาะตัวต่างกัน ได้แก่ ลักษณะของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความยาวนานของฤดูกาล รวมทั้งปริมาณของแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาตลอดปีที่ต่างกัน ปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวกำหนดชนิดของพืชและสัตว์ที่อาศัยตามภูมิภาคแถบนั้น ๆ เรียกสถานที่นั้น ๆ ว่า ชีวนิเวศ(biome)(รูป 1-13) โดยทั่วไปจำแนกได้ 6 เขต คือ

(1) เขตร้อนชื้น(tropical rain forest biome) มีลักษณะเฉพาะคือ อากาศร้อน ฝนตกชุก ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงพฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนตลอดปีเฉลี่ย 60 นิ้วอาจจะมีฤดูหนาวบ้าง ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นเป็นฤดูร้อนไปจนถึงเดือนเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 70 F อากาศส่วนใหญ่มีลักษณะร้อน มีความชื้นมาก ประเทศไทยจัดอยู่ในชีวนิเวศประเภทนี้ พืชที่พบมาก ได้แก่ มะพร้าว ปาล์ม ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีใบเลี้ยงคู่ เช่น ลักประตุ และยังเป็นแหล่งของไม้ดอกที่สวยงามจำพวกกล้วยไม้หลายชนิด อาณาเขตแถบศูนย์สูตรมักมีชื่อเสียงมากในด้านที่มีนกชนิดต่างๆ ที่สวยงาม เช่น นกยูง นกหัวขวาน และนกอื่นๆ อีกมาก นอกจากนี้ยังมีสัตว์ที่น่าสพรึงกลัว เช่น งู และสัตว์ใหญ่ เช่น ช้าง เสือ เป็นต้น

(2) เขตไม้ผลัดใบ(deciduous forest biome) เป็นแถบที่อากาศเย็นลง มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจากฤดูร้อนอันยาวนานไปเป็นฤดูหนาวที่ยาวนานเช่นกัน ปริมาณน้ำฝนตกเฉลี่ยปีละประมาณ 30-40 นิ้ว ประกอบด้วยพืชยืนต้นที่ผลัดใบ เมื่อถึงฤดูหนาวใบไม้จะร่วงเหลือแต่ต้นพอเข้าฤดูร้อนจะแตกใบออกมาใหม่ พืชแถบนี้ได้แก่ เมเปิล โอ๊ก เอล์ม สัตว์ที่พบมากคือ กระรอก สุนัขจิ้งจอก กวาง นกฮูก เขี้ยว และสัตว์เล็กที่อาศัยตามพื้นดิน

(3) เขตป่าสน(coniferous forest biome หรือ taiga) เป็นบริเวณที่มีอากาศเย็นมากขึ้น พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นพวกสน(conifers) และพืชที่มีใบสีเขียวตลอดปีอากาศเย็น มีฝนตกบ้างในฤดูร้อน ส่วนในฤดูหนาวอากาศเย็นมาก มีหิมะตกปกคลุมพื้นดินอยู่เป็นระยะเวลาไม่นานนัก พวกพืชบนดินทั่วไปที่พบแถบนี้เป็นพวกพืชเล็ก ๆ ส่วนสัตว์ได้แก่ หนู กระต่าย เป็นต้น

(4) เขตทุนดรา(tundra biome) อยู่ใกล้ขั้วโลกเหนือ อากาศหนาวเย็นมากมีพายุพัดแรง ไม่มีป่าไม้เลย พบแต่พืชต้นเตี้ยเกาะอยู่กับพื้นดิน เป็นพืชชั้นต่ำ เช่น มอส สัตว์ได้แก่ ตัวเล็มมิ่ง(Lemming) ซึ่งเป็นสัตว์ฟันแทะขนาดเล็ก รูปร่างคล้ายหนู นอกนั้นพบสุนัขจิ้งจอก หมี เป็นต้น

(5) เขตทุ่งหญ้า(grassland biome) ในฤดูร้อน อากาศร้อนมาก มีฝนตกน้อยกว่าแถบป่า มีการระเหยของน้ำจากพื้นดินมาก มีต้นไม้ย่อยชนิด มีพวกหญ้าตระกูลต่างๆเป็นจำนวนมาก

หญ้าเหล่านี้จะออกดอกสวยงามปกคลุมพื้นดินอยู่ทั่วไป นอกจากหญ่ายังมีพวกพืชที่ใช้ในการเกษตร เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาเลย์ สัตว์ที่พบ ได้แก่ สัตว์ที่กินหญ้าเป็นอาหาร เช่น กระรอก กระต่ายป่า สุนัขป่า ไก่ป่า นอกนั้นยังพบพวกสัตว์เลี้ยงเช่น วัว แกะ และอื่น ๆ อีก

(6) เขตทะเลทราย(desert biome) เป็นบริเวณที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง พืชและสัตว์ต่างจากชีวนิเวศอื่นมาก ในเขตทะเลทรายจะมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 6 นิ้วความชื้นมีน้อย กลางวันอากาศร้อนมาก แต่กลางคืนอากาศจะเย็นมาก มีพืชและสัตว์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถปรับตัวเพื่ออาศัยอยู่ในแถบนี้ได้ อากาศแถบทะเลทรายจะพบในตอนกลางประเทศสหรัฐอเมริกา ในทวีปเอเชียกลาง และบางส่วนของทวีปออสเตรเลีย พืชในแถบทะเลทรายนี้อาจขึ้นห่างกัน และมีที่ว่างอยู่มาก เนื่องจากสภาพความชื้นในดินมีน้อย ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีรากยาวใบน้อย หรือบางชนิดไม่มีใบเลยเพราะป้องกันการระเหยของน้ำ สัตว์ที่มักพบเสมอเป็นสัตว์เล็ก เช่น สกั้ง (skunk) ไก่ป่าตัวเล็ก ๆ นกฮูก งู พวกแมลงต่าง ๆ สัตว์ส่วนมากจะขุดรูอยู่ หรือซ่อนอยู่ใต้ก้อนหิน เพื่อหลบซ่อนแสงอาทิตย์ที่ร้อนจัด สัตว์เหล่านี้จะออกหากินในเวลากลางคืน

แม้ว่าจะสภาพของภูมิอากาศเหมือนกัน แต่ในบางครั้งจะพบสัตว์ที่ต่างชนิดกันในพื้นที่ต่างกันได้ เพราะสภาพแวดล้อมที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ แตกต่างกัน เช่น พืชหญ้าในแอฟริกาจะพบสิงโตซึ่งเป็นพวกกินสัตว์อื่นเป็นอาหาร เช่น กินม้าลาย ม้าลายเองจะกินพืชเป็นอาหาร แต่ในแถบอื่น ๆ ที่เป็นเขตทุ่งหญ้าเหมือนกันจะไม่พบสัตว์พวกนี้เลย

สิ่งมีชีวิตนอกจากจะอาศัยอยู่บนพื้นดินแล้ว ยังอาศัยอยู่ในน้ำด้วย พื้นผิวโลกส่วนที่เป็นน้ำส่วนใหญ่เป็นมหาสมุทร ทะเล ที่มีสภาพเป็นน้ำเค็ม ในแหล่งน้ำจืดคือ แม่น้ำ คลอง บึง ทะเลสาบ ในสภาพน้ำเค็มก็มีสัตว์น้ำเค็ม ในสภาพน้ำจืดก็มีสัตว์น้ำจืด และยังมีสภาพที่เป็นน้ำกร่อยก็มีสัตว์น้ำอาศัยเช่นกัน นอกจากสัตว์น้ำแล้ว จะพบพืชน้ำทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อยด้วย สภาพของน้ำที่ไม่เหมือนกันใช้เป็นปัจจัยจำแนกชีวนิเวศแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมเช่นเดียวกับสภาพภูมิอากาศของพื้นดิน

พืชและสัตว์ต่างชนิดที่มาอยู่ในสภาพพื้นที่เดียวกันนั้นจะมีการอยู่ร่วมกันหลายรูปแบบ ทั้งแบบพึ่งพาอาศัยกัน และทำลายซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะในเรื่องของอาหารและการแพร่พันธุ์ จุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหารคือ พืช แต่ในสภาพธรรมชาติถ้าปราศจากมนุษย์แล้ว พืชและสัตว์สามารถจะสร้างสมดุลในสภาวะของธรรมชาติได้ดีกว่าสภาพที่มีมนุษย์ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต่างก็มีความสามารถที่จะต่อสู้เพื่อการอยู่รอดและแพร่พันธุ์ชนิดของตนต่อไปในโลก แต่เนื่องจากมนุษย์มีความสามารถที่จะเอาชนะได้ในหลายสิ่งหลายอย่าง ดังนั้นปัจจุบันจึงเห็นได้ชัดว่า สิ่งมีชีวิตที่มีการต่อสู้เพื่อการอยู่รอดมากที่สุด คือ มนุษย์

2.2.1 การต่อสู้เพื่อการอยู่รอด พืชและสัตว์ทุกชีวิตต้องต่อสู้เพื่อการดำรงชีวิตที่เห็นได้เป็นพื้นฐานของการดำรงชีพคือ การหาอาหาร

สิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยพืชและสัตว์ต่าง ๆ สามารถจำแนกต่างประเภทโดยยึดถือตามหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหรือการบริโภคอาหารได้ดังนี้

(1) ผู้ผลิต หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่มีสารสีเขียว ได้แก่ ไซแอนโอแบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียว เรียกว่า ไฟโตแพลงตอน(phytoplankton) พืชที่ขึ้นอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติบนพื้นดิน เช่น ต้นไม้ต่าง ๆ ในป่าไม้ ทุ่งหญ้า พืชที่ปลูกเพื่อการกลีกรรรม คือ ข้าว ไม้ดอกต่าง ๆ ผัก ผลไม้ รวมถึงพืชน้ำ เช่น ผักตบ จอก แหน สาหร่าย ตะไคร่น้ำ ผู้ผลิตเหล่านี้สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ผลิตสารประกอบอินทรีย์คืออาหารนั่นเอง โดยใช้ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ

(2) ผู้บริโภค หมายถึงผู้ที่ใช้อาหารสำเร็จรูป คือ สารประกอบอินทรีย์โดยตรง ได้แก่ สัตว์ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งผู้บริโภคออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. สัตว์กินพืช คือ สัตว์ทั้งหมดที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น กวาง ม้า วัว กระบือ สัตว์เหล่านี้จะเป็นผู้บริโภคสารอินทรีย์ในพืช และเปลี่ยนเยื่อพืชให้เป็นเนื้อเยื่อสัตว์ได้ กล่าวคือ สัตว์พวกนี้มีความสามารถที่จะย่อยสารเซลลูโลสในพืช โดยในระบบย่อยอาหารมีแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสให้เป็นกรดไขมันได้ เซลลูโลสมียูมากในผนังเซลล์พืช เมื่อผนังเซลล์ถูกย่อยทำลายลงได้แล้ว สารต่างๆ ในเซลล์พืชเช่นพวกแป้ง ไขมัน โปรตีน จะถูกย่อยได้สะดวกขึ้นแล้วถูกนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการสร้างเซลล์สัตว์นั้น ๆ ต่อไป

ข. สัตว์กินเนื้อ คือพวกสัตว์ที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร ซึ่งอาจมาจากสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร หรือ อาจเป็นจากสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหารก็ได้

ค. สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ อาหารของสัตว์เหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันหรือช่วงระยะเวลาของการเติบโต เช่น มนุษย์ เป็นต้น

ง. สัตว์กินซาก สัตว์เหล่านี้บริโภคซากสัตว์ที่หลีกเลี่ยงการเป็นอาหารของสัตว์อื่น

จ. ผู้ย่อยสลาย หมายถึงพวกจุลินทรีย์ คือ รา และแบคทีเรีย ที่มองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า พวกนี้จะทำการย่อยสารอินทรีย์ คือ ซากพืชซากสัตว์ที่อยู่ในดินและในน้ำเพื่อใช้เป็นอาหาร กากที่เหลือใช้รวมทั้งสารอนินทรีย์อื่นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมจะถูกฝังอยู่ทั้งในดินหรือเป็นสารละลายในน้ำ ในที่สุดพืชก็จะดูดเข้าไปทางรากในรูปของสารประกอบที่มีธาตุอาหารเพื่อใช้ในสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ในรูปของอาหารสะสมอยู่ในดินพืชต่อไป เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านั้นขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและมีจำนวนมาก จึงทำให้การย่อยสลายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูง

สัตว์อีกพวกหนึ่ง เช่น ไส้เดือน กิ้งกือ ปลวก แมลงบางชนิดในดิน จะกัดกินซากพืชซากสัตว์ที่ผุพังอยู่ในดิน เรียกผู้บริโภคลักษณะนี้ว่า detritivore เป็นพวกที่มีประโยชน์ต่อการย่อยสลาย โดยทำให้ซากพืชซากสัตว์อยู่ในอนุภาคเล็ก ๆ เสียก่อน จึงทำให้การย่อยสลายสมบูรณ์เร็วยิ่งขึ้น

ถ้าพิจารณาตามลักษณะการใช้อาหาร จะสรุปได้ว่า ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารนั้นทำหน้าที่เชื่อมโยงใกล้ชิดระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ดังนั้นในภาพที่สมดุลการเชื่อมโยงนี้จะต้องไม่มีการขาดตอนโดยสัมพันธ์กับพลังงานเป็นตัวเริ่มต้น (ดูข้อ 1.3.1)

เมื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตามลักษณะการบริโภคอาหารแล้ว จะเห็นว่าการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตจะมีการบริโภคซึ่งกันและกันตามแก่กรณี หากกลุ่มของสิ่งมีชีวิตมีจำนวนไม่มาก ความสัมพันธ์ในเรื่องของการบริโภคอาหารจะไม่ซับซ้อน เรียกความสัมพันธ์ในเรื่องการบริโภคอาหารกินเป็นทอดๆ นี้ว่า “ห่วงโซ่อาหาร”(food chain) หากกลุ่มของสิ่งมีชีวิตมีมากทั้งจำนวนชนิดและประชากร ความสัมพันธ์เชิงอาหารจะยุ่งยากซับซ้อน แต่จะอยู่ในกฎเกณฑ์ที่เริ่มต้นด้วยผู้ผลิตและสิ้นสุดความสัมพันธ์ที่ผู้ย่อยสลายเพื่อแปรสภาพให้อาหาร(สารอินทรีย์)นั้น กลับมาอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์(แร่ธาตุ)ให้พืชได้ใช้อีก

ในส่วนระหว่างการบริโภคซึ่งกันและกันนั้น สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ จะมีการต่อสู้เพื่อการอยู่รอด(struggle for existence) เนื่องจากการล่าเพื่อนำมาเป็นอาหารจะเป็นการควบคุมประชากรของสิ่งมีชีวิตต่างๆ อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตจะมีความสามารถเพื่อหลบหลีกการถูกล่าจนสูญพันธุ์และในขณะเดียวกันก็มีความสามารถที่จะล่าสิ่งมีชีวิตอื่นมาเป็นอาหารเพื่อให้มีชีวิตอยู่รอดเพื่อดำรงพันธุ์ต่อไป แม้ว่าสิ่งมีชีวิตใดมีความสามารถทั้ง 2 อย่างนี้สูง ก็เชื่อว่า จะขยายจำนวนเพิ่มปริมาณประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้นจนไม่มีขีดจำกัด เพราะในธรรมชาติจะมีสมดุลของประชากร ซึ่งหมายความว่าประชากรนั้นสามารถจะถูกควบคุมไม่ให้เกิดมีจำนวนมากเกินไป หรือน้อยเกินไปในสภาพธรรมชาติ ปัจจัยที่ควบคุมได้แก่

(i) สภาพแวดล้อม เช่น ฤดูกาล ทำให้ผลผลิตต่ำ ขาดแคลนอาหาร การเกิดโรคภัย และโรคระบาด

(ii) การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และความผันแปรที่เกิดขึ้นเอง

(iii) ความสัมพันธ์เชิงอาหารในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตนี้ โดยเฉพาะพวกสัตว์กินเนื้อ จะมีความสัมพันธ์กันระหว่าง ผู้ล่า กับ ผู้ถูกล่า

ผู้ถูกล่าจะเป็นอาหารของผู้ล่า หากผู้ถูกล่ามีจำนวนประชากรน้อยนั่นคือ อาหารของผู้ถูกล่าถูกจำกัด จึงทำให้ประชากรของผู้ถูกล่าไม่สามารถจะเพิ่มสูงขึ้นไปได้อีก

การอพยพ หรือ การย้ายถิ่น(migration) เป็นพฤติกรรมของสัตว์บางชนิด เช่น ที่เกาะปริงส์ลีโอโพลด์ ซึ่งอยู่ทางบริเวณขั้วโลกเหนือใกล้กับเกาะกรีนแลนด์ ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงปลายสิงหาคม ซึ่งเป็นฤดูที่น้ำแข็งละลาย และมีหญ้าเล็กๆ เจริญงอกงามจะมีนกนางนวลทะเลประมาณ 5 ชนิด เข้ามาอาศัยอยู่เพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ เลี้ยงลูกอ่อนและสอนบิน ในจำนวนนก 5 ชนิดนี้ จะมีนกนางนวลแกลซัสเท่านั้นที่ไม่ออกไปหาอาหารนอกเกาะ แต่จะอยู่ในเกาะ คอยกินไข่และลูกอ่อนของนกชนิดอื่นๆ นางนวลแกลซัสดูร้ายขนาดตัวโต สีขาว ปีกสีเทาอ่อน ตาสี

เหลือ จะงอยปากแข็งแรงมาก นกชนิดอื่นๆ อีก 4 ชนิดจะกินอาหารซึ่งส่วนใหญ่เป็นปลาและอาหารทะเลเล็กๆ แต่มีอยู่ชนิดหนึ่ง ชื่อนกฟูลมา จะกินแพลงตอนและปลาคอต อาหารที่นกฟูลมากินเข้าไปนี้จะเปลี่ยนเป็นน้ำมันที่มีกลิ่นเหม็น เมื่อเวลาตกใจกลัว หรือโกรธจะพ่นออกมาตามขน กลิ่นแรงไกล 2-3 ฟุต น้ำมันนี้มีอันตรายต่อกันโดยดำน้ำมันนี้ถูกกับขนนก สภาพของขนจะไม่สามารถบินได้อีกต่อไป และอาจตายได้ ดังนั้นลูกนกฟูลมาจึงสามารถอยู่ในรังบนเกาะตามลำพังโดยพ่อแม่ออกไปหากินจากชายฝั่งไกลถึง 200 ไมล์ได้ โดยนกนางนวลเกลซัสไม่เข้าใกล้ ในขณะที่บรรดาลูกนกชนิดอื่นจะต้องมีพ่อแม่คอยสลับกันเฝ้าอยู่เสมอ เมื่อถึงเดือนกันยายน เริ่มมีน้ำแข็งปกคลุมเกาะนี้ต่อไปเป็นระยะยาวนาน นกเหล่านี้จะอพยพออกไปแต่ลูกของนกฟูลมาจะต้องรออยู่อีก 1 เดือนจึงตามไป เพราะขนยังขึ้นไม่มากพอ จะอยู่แต่ในรังเท่านั้น เพราะกินอาหารสะสมไว้เพียงพอและมีการป้องกันตัวได้ด้วย

พฤติกรรมการต่อสู้เพื่อการอยู่รอดนี้พบได้ทั่วไป ในสัตว์แทบทุกชนิดในธรรมชาติ เช่น การเดินทางของมด ต้องมีการจัดระเบียบการเดินทาง โดยมีการระวังป้องกันอย่างรอบคอบโดยมดทหาร มีการลาดตระเวนโดยกลุ่มส่วนล่วงหน้า

ปลวกแอฟริกา จะสร้างจอมปลวกมีผนังหนากระทั้งสามารถรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่คงที่ตลอดปี

นอกจากความสามารถในการล่าอาหารแล้ว ยังมีการแข่งขันกันเพิ่มประสิทธิภาพในการขนย้ายอาหาร เช่น มิมดบางพันธุ์ที่สามารถใช้ใบไม้ โคลน และอนุภาคทรายละเอียดเป็นเครื่องมือในการนำอาหารที่มีลักษณะอ่อนนุ่มจากแหล่งไกลๆ มาสู่รังได้

การสร้างสารพิษเพื่อป้องกันตัวเองจากการถูกล่าเป็นอาหารพบได้ทั่วไปในสัตว์ เช่น งู ต่อ แตน

ในสภาพธรรมชาติ สัตว์ตัวที่ล่าเหยื่อจะมีการพิจารณาว่าเหยื่อชนิดใดมีน้อยจะหยุดล่าและหันไปล่าเหยื่อชนิดอื่นที่มีมากกว่า เช่น เหยี่ยว ที่กินกระต่ายป่า และนกขนาดเล็กอื่น ลักษณะเช่นนี้จะพบในสังคมสัตว์ทั่วไป

สำหรับในพืช กลไกในการต่อสู้เพื่อการดำรงไว้ซึ่งพันธุ์พืชนั้นเป็นไปได้หลายรูปแบบ เนื่องจากพืชเป็นอาหารของสัตว์ จึงต้องมีวิธีการที่จะทำให้ตัวเองยังมีความสามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ เพื่อป้องกันการสูญพันธุ์เมื่อถูกสัตว์กิน เช่น การมีหนาม การมีรสขม หรือการเติบโตให้สูงขึ้น สิ่งเหล่านี้ก็เป็นวิธีทางหนึ่งที่จะทำให้พืชนั้นพ้นจากการถูกใช้เป็นอาหารจนหมด อย่างไรก็ตาม หากพืชไม่สามารถสร้างกลไกในการป้องกันแบบนี้ได้ เมื่อพืชถูกใช้เป็นอาหารจะต้องมีวิธีทางอื่นที่ไม่ให้สูญพันธุ์ คือ

(i) มีความสามารถผลิตผลและเมล็ดในผลเป็นจำนวนมาก มีข้อดีต่อพืช คือ แม้ว่าจะถูกนำไปใช้เป็นอาหาร แต่ก็ไม่หมด หากเหลือก็จะแพร่พันธุ์ต่อไปได้มากแม้จะเหลือเป็นจำนวนน้อยก็ตาม เนื่องจากการมีดอก ผลและเมล็ดมากมีโอกาสสืบพันธุ์ได้มาก

(ii) มีการสร้างส่วนที่ช่วยให้เมล็ดแพร่กระจายไปได้ไกล ๆ เช่น การแตกออกของฝักถั่วจะติดเมล็ดกระเด็นออกไปได้ไกล การมีขน หรือปีกติดอยู่กับเมล็ด ทำให้เมล็ดปลิวไปได้ไกล การมีหนามติดเมล็ดทำให้เกาะติดคนหรือสัตว์พาไปที่ต่าง ๆ เป็นหนทางที่ทำให้เมล็ดหลงเหลืออยู่เพื่อแพร่พันธุ์ได้

(iii) มีการสร้างส่วนคุ้มกันเมล็ดทำให้เมล็ดงอกได้ช้า เช่น การสร้างเนื้อเยื่อที่แข็งหนาหุ้มเมล็ดไว้ ตัวอย่าง คือ มะยม พุทรา ทำให้เมล็ดตกค้างอยู่ได้นานกว่าจะงอกผล คือ การหลงเหลือพันธุ์อยู่ได้

(iv) การทยอยกันงอกของเมล็ด เมล็ดพืชบางชนิดจะงอกไม่พร้อมกัน ซึ่งจะมีผลดี คือ จะมีเมล็ดพวกที่งอกทีหลังสามารถหลบหนีการเป็นอาหารของสัตว์ได้

(v) มีการออกดอกติดผลไม่พร้อมกันในพื้นที่เดียวกัน จะมีการทยอยกันออกดอก ทำให้ผลแก่ไม่พร้อมกัน ซึ่งจะเป็นผลดีต่อพืช คือ ทำให้ผลและเมล็ดที่ออกล่าช้านั้นหลงเหลืออยู่เพื่อแพร่พันธุ์ต่อไปได้

(vi) ไม่สูญเสียความงอกแม้จะผ่านเข้าไปในทางเดินอาหารของสัตว์ วิธีนี้จะช่วยให้เมล็ดแพร่พันธุ์ไปในเขตต่างๆ ที่สัตว์ไป เช่น เมื่อกินพริกเป็นอาหาร แล้วถ่ายออกมา เมล็ดพริกก็ยังสามารถงอกได้อีก

คุณสมบัติเหล่านี้ของพืช ทำให้พืชมีการกระจายพันธุ์ได้ดีเมื่ออยู่ร่วมกับสัตว์ แม้ว่าสัตว์จะใช้พืชเป็นอาหาร ดังเช่นสภาพในป่า สัตว์กินพืชและอาศัยพืชคุ้มกันในการอยู่อาศัย ขณะเดียวกันพืชก็ได้สัตว์ช่วยในการกระจายพันธุ์เช่นกัน

นอกจากการบริโภคกันเป็นอาหารแล้ว สัตว์ยังใช้พืชเป็นยารักษาโรคด้วย มนุษย์ใช้พืชชั้นต่ำ เช่น รา และแบคทีเรียมาสกัดทำเป็นยาปฏิชีวนะรักษาโรคต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากพืชชั้นต่ำเหล่านี้มีการแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจึงไม่สูญหายไปจากโลก

การอยู่ร่วมกันระหว่างพืชและสัตว์รวมทั้งมนุษย์ ซึ่งมักจะเป็นผู้กำหนดสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติเพื่อให้มาอยู่ในทิศทางที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์เอง และเนื่องจากอาหารเป็นสิ่งสำคัญประการแรกต่อประชากรมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา มนุษย์จึงต้องเตรียมอาหารทั้งพืชและสัตว์ในด้านวิชาการเพื่อให้เพียงพอและเป็นไปในลักษณะที่มนุษย์ต้องการ นั่นคือ มนุษย์มีการปรับปรุงพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร และเมื่อได้ลักษณะตามที่ต้องการแล้ว จึงมีการขยายพันธุ์และรวบรวมพันธุ์เหล่านั้นไว้

2.2.2 การกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต มนุษย์คุ้นเคยกับพืชมาเป็นเวลานาน มีการเก็บรวบรวมพันธุ์ที่ใช้เป็นอาหาร และต่อมาก็ทำการคัดเลือกเอาเฉพาะตามความต้องการของมนุษย์ โดยไม่คำนึงถึงว่า ลักษณะที่เลือกไว้นั้นจะเป็นลักษณะที่พืชสูญเสียความสามารถในการอยู่รอดได้เองตามธรรมชาติ นอกจากนี้มนุษย์ยังรู้จักวิธีการผสมพันธุ์พืช เพื่อรวมลักษณะที่มนุษย์ต้องการไว้ในต้นเดียวกัน หลังจากได้ลักษณะที่มนุษย์ต้องการแล้ว มนุษย์ก็จะดูแลพืชนั้นอย่างดี ทำการขยายพันธุ์ให้พืชนั้น แต่หารู้ไม่ว่าหากปราศจากมนุษย์ พืชที่มีลักษณะที่มนุษย์คัดเลือกไว้นั้นจะสูญเสียพันธุ์ทันที เพราะขาดความสามารถในการสืบพันธุ์โดยตนเอง ต้องอาศัยมนุษย์เท่านั้น

พืชที่มนุษย์นำมาปลูกเลี้ยงเพื่อใช้ประโยชน์นั้น มนุษย์มีการจัดการเพื่อกำหนดเอาลักษณะต่าง ๆ ตามที่ต้องการไว้ และทั้งลักษณะบางอย่างของพืชที่มนุษย์ไม่ต้องการไป

(i) ลักษณะความใหญ่ พืชที่เจริญตามธรรมชาติเรียกว่า พืชป่า ลักษณะโดยทั่วไปของพืชป่ามักมีผลดก เมล็ดในผลมาก ผลเล็ก เนื้อน้อย อย่างไรก็ตาม ในธรรมชาติพืชจะมีการกลายพันธุ์โดยบางต้นที่เกิดขึ้นจะโตช้า ออกดอกออกผลช้า ผลใหญ่ เนื้อมาก เมล็ดน้อย หากมนุษย์พบเห็นจะเก็บพืชเช่นนี้มาปลูกเลี้ยงดูแลและขยายพันธุ์จนมีจำนวนมากจนกลายเป็นพืชปลูกไป ตัวอย่างเช่น มะเขือเทศ สตรอเบอรี่ ฝรั่ง มะเขือ เป็นต้น

(ii) ทิ้งลักษณะที่มนุษย์ไม่ต้องการ มนุษย์ทำการคัดและผสมพันธุ์จนได้ลักษณะพืชใหม่ที่ผิดจากเดิม โดยจะทิ้งลักษณะเดิมของพืชไป เช่น ทิ้งการมีหนาม สร้างพันธุ์ที่ไม่มีหนาม เช่น กุหลาบบางพันธุ์ หรือทำให้เมล็ดเกาะติดกับฝักแน่น เช่น ในข้าวหลายพันธุ์ ทิ้ง ๆ ที่ของป่าเดิมนั้นเมล็ดจะหลุดง่าย เหมาะในการแพร่พันธุ์ แต่มนุษย์ไม่ชอบเพราะทำให้ผลผลิตเสียหาย จึงต้องการให้ติดกับก้านหรือฝักนาน การที่เมล็ดข้าวมีขนยาว (awn) ที่ปลายเมล็ดมีข้อดีคือป้องกันนกมากินและแพร่พันธุ์ได้ไกล แต่มนุษย์ไม่ชอบ จึงคัดพันธุ์ที่ไม่มีขนปลายเมล็ดเท่านั้น แล้วนำมาปลูก มันฝรั่งที่มีตามากงอกได้หลายต้นในธรรมชาติมนุษย์ก็ไม่ชอบอีก เพราะปอกยาก จึงคัดเลือกเฉพาะพวกที่มีตาที่หัวน้อย นอกจากนี้การที่พืชป่ามีรสขมหรือมีสารพิษ เช่น ในหัวบีท (beet) ของป่าเดิมนั้นมีรสขม ต่อมา มีการปรับปรุงพันธุ์โดยมนุษย์จนมีรสหวาน คือ sugar beet ในมันสัมปะหลังพันธุ์ป่าที่ผลิตหัวได้มากจะมีสารพิษคือ hydrocyanic glycoside อยู่ เมื่อปรับปรุงให้เป็นพันธุ์ที่รับประทานสารนี้จะหมดไป แต่พันธุ์ที่ปลูกเอาหัวมาทำแป้งยังมีสารนี้อยู่ ในกะหล่ำซึ่งเป็นพืชป่าจะมีน้ำมันที่เป็นพิษ เมื่อคัดพันธุ์ที่ใช้เป็นอาหารก็ไม่มีน้ำมันพิษนี้เหลืออยู่ การคัดลักษณะที่มนุษย์ไม่ต้องการออกไปจากพืชนี้ ทำให้พืชสูญเสียความสามารถในการป้องกันตัวเอง และสูญเสียความสามารถในการกระจายพันธุ์ด้วยตัวเอง มนุษย์จึงจำเป็นต้องดูแลและทำการขยายพันธุ์ให้พืช ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การสูญเสียเมล็ดไปของพืชหลายชนิดซึ่งถูกกระทำโดยการคัดเลือกและผสมพันธุ์พืช เนื่องจากผลไม้หลายชนิดในธรรมชาติจะมีเมล็ดมาก แต่มนุษย์ไม่ต้องการเมล็ด ต้องการเนื้อของผลเพื่อรับประทานมาก ๆ จึงหาวิธีทำให้เมล็ดหมดไป ทำให้เมล็ด

น้อยลง หรือทำให้เมล็ดลีบโดยการคัดเลือกพันธุ์และผสมพันธุ์ เช่น แดงโม ทูเรียน องุ่น มะม่วง มะเขือเทศ นอกจากนี้ในด้านไม้ดอกไม้ประดับยังมีการสร้างพันธุ์ให้มีกลิ่นดอกมากๆ คือ ดอกซ้อนโดยการลดจำนวนเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียลง และบางชนิดทำให้ดอกเป็นหมันไม่ติดเมล็ด เนื่องจากต้องการให้ออกดอกตลอดปี สิ่งที่มีมนุษย์ต้องการเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่ลดความสามารถในการอยู่รอดของพืชทั้งสิ้น

(iii) การแก่พร้อมกัน ในธรรมชาติพืชมักมีการทยอยกันออกดอกออกผล ดังนั้นผลและเมล็ดจึงแก่ไม่พร้อมกัน มนุษย์สามารถใช้วิธีการต่างๆ ในการปลูกเลี้ยง และการใช้สารเคมีบังคับให้พืชออกดอกออกผล และแก่พร้อมกัน ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวและการตลาด

(iv) ลดอายุของพืช พืชในธรรมชาติบางชนิดมีอายุนานตั้งแต่ปลูกจากเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว เช่น มะม่วงหากปลูกโดยเมล็ดใช้เวลา 6-7 ปี จึงจะออกดอก แต่ปัจจุบันมีเทคนิคของการขยายพันธุ์โดยการทาบกิ่ง ทำให้ได้ต้นมะม่วงใหม่ที่สามารถออกดอกออกผลภายในเวลา 2-3 ปีเท่านั้น

(v) การเพิ่มจำนวนครั้งในการติดผลพืชที่ออกดอกออกผลเพียงปีละ 1 ครั้ง ปัจจุบันมนุษย์สามารถบังคับให้ออกดอกได้หลายครั้ง เช่น มะม่วง ทูเรียน จากการใช้สารเคมีประเภทฮอร์โมน จึงทำให้ได้ผลผลิตนอกฤดูกาล หรือมีผลผลิตรับประทานตลอดปี ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีสำหรับมนุษย์

(vi) เปลี่ยนรูปร่างของต้นพืช ในพวกไม้ดอกไม้ผลหลายชนิด มนุษย์ได้เปลี่ยนรูปร่างตามความต้องการได้ เช่น เดิมเคยต้นสูงก็ทำให้ต้นเตี้ยจากเทคนิคของการติดตาทาบกิ่งโดยใช้ต้นตอเป็นพันธุ์แคระ การที่ไม้ผลเตี้ยนั้นมีผลดีเก็บเกี่ยวได้สะดวก ไม้ดอกไม้ประดับมีการใช้สารฮอร์โมนราดลงในดินที่ปลูก ทำให้ต้นเตี้ยเป็นพันธุ์ดอกดกและทนแล้งด้วย

(vii) เปลี่ยนแปลงรูปร่างส่วนของพืชที่รับประทานได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของราก หัวผักกาด มันเทศ มนุษย์ทำการคัดเลือกและผสมพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีรากขนาดใหญ่ หัวกะหล่ำปลีก็เช่นกัน มีการคัดเลือกและผสมพันธุ์จนได้รูปร่างของหัวหลายแบบด้วยกันตามที่ต้องการ

(viii) เปลี่ยนสภาพการอยู่อาศัยของพืช ไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิดที่สภาพธรรมชาติเดิมเคยอยู่อาศัยโดยแขวนอยู่บนไม้ต้นไม้ใหญ่ เช่น กล้วยไม้ เฟิร์น เมื่อมนุษย์เห็นว่าสวยงามก็นำมาปลูกเลี้ยงเองโดยสร้างสถานที่ให้อยู่ใหม่ในโรงเรือนเป็นต้น จากเทคนิคการบำรุงรักษา และปฏิบัติการต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยใช้ยากำจัดโรคแมลง กล้วยไม้เหล่านั้นก็เจริญเติบโตดีกว่าที่อยู่ในธรรมชาติเสียอีก และเป็นที่ต้องการของตลาดโลก มีการผสมพันธุ์ ผลิตพันธุ์ที่มีดอก

รูปร่างสีสรรต่าง ๆ มากซึ่งไม่สามารถจะเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ จนกระทั่งกล้วยไม้ได้กลายมาเป็นพืชอุตสาหกรรมทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก

(ix) การเพิ่มผลผลิต มนุษย์หาวิธีการที่จะเพิ่มผลผลิตพืชทุกชนิดที่มนุษย์นำมาเป็นอาหาร ทั้งนี้เพื่อให้เพียงพอกับประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้น วิธีการเพิ่มผลผลิตเกี่ยวข้องโดยตรงกับการผสมพันธุ์และการคัดพันธุ์พืช มนุษย์นำพืชมาผสมพันธุ์กันโดยอาศัยเทคโนโลยีพิเศษซึ่งปกติในธรรมชาติพืช 2 พันธุ์นั้นไม่มีโอกาสที่จะผสมกันได้ จากลูกผสมที่เกิดขึ้นก็จะคัดเลือกเอาเฉพาะต้นที่ต้องการไว้ ดังนั้นถ้าปราศจากมนุษย์ พืชหลายชนิดที่เห็นอยู่ในปัจจุบัน เช่น พันธุ์ข้าวเจ้า ข้าวเหนียวดี ๆ ที่นิยมรับประทานกัน สามารถปลูกได้ตลอดปี ใช้เวลาปลูกสั้น ก็จะไม่เกิดขึ้น ลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์ของพืชนั้นมักเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง เมล็ดพันธุ์ลูกผสมในผักจะมีราคาแพงปลูกแล้วเติบโตอย่างรวดเร็ว ต้านทานโรค แข็งแรง

พอสรุปได้ว่าพืชพันธุ์ต่าง ๆ ที่ใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน รวมถึงไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ เกิดจากฝีมือมนุษย์เป็นผู้สร้างกำหนดลักษณะเป็นส่วนใหญ่ และมนุษย์ก็เป็นผู้ดูแลรักษาพันธุ์และขยายพันธุ์ต่อไป ปัจจุบันประเทศไทยมีธนาคารเชื้อพันธุ์พืช(seed bank) อยู่ 2 แห่ง คือ ที่รังสิต และที่สภากาชาดแห่งชาติ ซึ่งสร้างเป็นอาคารปรับอากาศให้เย็นจัดไว้เก็บเมล็ดพันธุ์พืชที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ไว้ เพื่อเป็นเชื้อพันธุ์ในกรณีที่มีภูมิอากาศผิดปกติ หรือภัยพิบัติมาทำลายพืชที่ปลูกให้สูญหายไป จะได้มีเมล็ดที่นำมาขยายพันธุ์ใหม่ได้ทันที

ในทำนองเดียวกัน มนุษย์ก็กระทำการกำหนดลักษณะสัตว์ที่ใช้เป็นอาหาร สัตว์เลี้ยง และสัตว์ใช้งานให้เป็นไปตามต้องการของมนุษย์ ทั้งนี้โดยอาศัยการนำพันธุ์สัตว์พันธุ์ดีจากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงและผสมพันธุ์กับสัตว์พื้นเมืองในประเทศ นอกจากนั้นยังพยายามพัฒนาคุณภาพของสัตว์ให้ดีขึ้นในหลาย ๆ วิธีทาง มีระเบียบวิธีควบคุมสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเพื่อเลี้ยงสัตว์ให้ได้จำนวนมากขึ้น เติบโตเร็ว ให้เนื้อ หรือผลผลิตมากกว่าในอดีต เช่นกรณีของการเลี้ยงไก่ กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสูงมากในการพัฒนา ทั้งด้านพันธุกรรมและวิธีเลี้ยง หรือวิธีการผลิต การพัฒนาพันธุ์สัตว์ หรือปรับปรุงพันธุ์สัตว์นั้นทำได้ 4 ทางด้วยกันคือ

ทางแรก การปรับปรุงพันธุ์ เป็นการคัดเลือกพันธุ์และการผสมพันธุ์ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย

ทางที่สอง การปรับปรุงทางด้านอาหาร

ทางที่สาม การปรับปรุงทางการจัดการ

ทางที่สี่ การรักษาสุขภาพและป้องกันโรคสัตว์

ปัจจุบันการปรับปรุงในด้านการผสมพันธุ์ซึ่งใช้เพศผู้และเพศเมียนั้น มีการนำวิทยาการสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการผลิตพันธุ์สัตว์ดี ๆ ขึ้นหลายชนิด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ก. เทคนิคการย้ายฝากตัวอ่อนในโคนม ในการผสมพันธุ์ตามธรรมชาตินั้น พ่ววัวพันธุ์ดี 1 ตัว สามารถผสมกับแม่วัวได้ประมาณ 30 ตัว และแม่วัวจะให้ลูกปีละ 1 ตัวโดยประมาณ จึงทำให้ได้ลูกวัวไม่มากนัก แต่เมื่อมีเทคนิคของการย้ายฝากตัวอ่อนแล้วสามารถผลิตลูกวัวได้จำนวนมากขึ้น วิธีการทำคือ คัดเลือกแม่วัวพันธุ์ที่ให้น้ำนมมาก แล้วนำน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่ดี(สามารถสั่งซื้อจากต่างประเทศได้) มาผสมเทียมกับแม่วัวพันธุ์ดีซึ่งกระตุ้นให้มีการตกไข่โดยฮอร์โมน เมื่อน้ำเชื้อเข้าไปผสมกับไข่แล้วจะเจริญเป็นลูกอ่อนเล็ก ๆ อยู่ในมดลูก หลังจากนั้น 7 วันจึงดูดลูกอ่อนออกมาจากมดลูกแล้วตรวจสอบสภาพความแข็งแรง แล้วนำไปใส่ในมดลูกของวัวเพศเมียธรรมดาซึ่งได้รับฮอร์โมนให้อยู่ในสภาพตั้งครรภ์ เพื่อทำหน้าที่อุ้มท้องให้ลูกวัวพันธุ์ดีที่ได้จากการผสมเทียม วิธีการนี้แม่วัวพันธุ์ดีก็สามารถถูกผสมเทียมได้ปีละหลายครั้งเพราะไม่ต้องตั้งท้องเอง จึงทำให้ได้ลูกวัวพันธุ์ดีปีละหลายตัว

การผสมเทียมและการย้ายฝากลูกอ่อนนี้ใช้เทคนิคของการกระทำโดยปราศจากการศัลยกรรมซึ่งเรียกว่า “นรีศัลยกรรม”

การพัฒนาเทคโนโลยีการผสมเทียมและการย้ายฝากลูกอ่อนได้ก้าวหน้าจากการย้ายฝากในสัตว์ชนิดเดียวกันและพันธุ์เดียวกัน จนสามารถย้ายฝากระหว่างสัตว์ต่างพันธุ์กันได้ เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนจะเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จทางด้านพันธุวิศวกรรมอันเป็นเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ และยังทำให้เกิดความก้าวหน้าในด้านอื่น ๆ อีก เช่น

(i) การสร้างลูกแฝด โดยการนำกลุ่มของลูกอ่อนย้ายฝากเข้าไปเจริญในมดลูกของตัวรับเพียงตัวเดียว ก็จะได้ลูกแฝด

(ii) การสร้างลูกผสม เป็นการนำเอาไข่และน้ำเชื้อที่ได้จากสัตว์สองชนิดมาผสมกัน แล้วเลี้ยงลูกอ่อนต่อมาจนเจริญวัยเป็นลูกพันธุ์ผสม เป็นการพัฒนาสัตว์ชนิดใหม่ที่มีส่วนดีของสัตว์ 2 ชนิดรวมอยู่ด้วยกัน เช่น การนำเอาปลาตูกไปผสมกับปลาสวาย เป็นต้น

(iii) การแยกเพศ โดยทำการวิเคราะห์เพศก่อนการย้ายฝากครรรค์

(iv) การผสมในหลอดแก้ว

(v) การปรับโครงสร้างของพันธุกรรม โดยการฉีดพันธุกรรมที่ควบคุมการเติบโตเข้าไปในลูกอ่อนระยะแรก ก็จะได้ลูกสัตว์ที่มีรูปร่างใหญ่ หรือผลผลิตที่มากกว่าปกติ

ในปัจจุบัน สามารถผลิตลูกอ่อนแช่แข็ง เพื่อเก็บไว้ใช้ได้นาน ๆ เช่นเดียวกับน้ำเชื้อ ทำให้สามารถส่งลูกอ่อนแช่แข็งของโคที่เกิดจากพ่อและแม่พันธุ์ดีข้ามทวีปไปฝากไว้ในโคพื้นเมืองได้แทนการส่งหรือสั่งซื้อพ่อโคหรือแม่โคข้ามทวีป

ผลของการปฏิบัติในระยะที่ผ่านมา คือ มีการนำเอาลูกอ่อนแช่แข็งของโคพันธุ์ดีจากต่างประเทศเข้ามาฝากไว้ในมดลูกของโคพื้นเมืองโดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ลูกโคพันธุ์ดี และเป็นผลสำเร็จแล้ว 13 ตัว ทุกตัวมีสุขภาพสมบูรณ์

สำหรับการผลิตลูกอ่อนขึ้นมาใช้เอง โดยการล้างเก็บจากมดลูกวัวพันธุ์ดีในประเทศไทย แล้วย้ายไปฝากไว้ในมดลูกของตัวรับนั้น ขณะนี้ก็มีลูกโคเกิดมาแล้วหลายตัว (ตาราง 2-2)

ตาราง 2-2 ความสำเร็จบางส่วนของ การย้ายฝากตัวอ่อนโค

ชื่อลูกโค

1. สายฝน(เพศเมีย) พันธุ์แท้ บราวน์สวิส เกิดจากการย้ายฝากลูกอ่อนแช่แข็งจากสหรัฐอเมริกาเกิดวันที่ 26 กันยายน 2529
2. สายลม(เพศเมีย) พันธุ์แท้ขาว-ดำ เกิดจากการย้ายฝากลูกอ่อนแช่แข็งจากนิวซีแลนด์ เกิดวันที่ 10 ธันวาคม 2529
3. ธรรมบุญ(เพศผู้) ลูกผสมขาว-ดำ เกิดจากลูกอ่อนที่ผลิตขึ้นและล้างเก็บได้เอง
4. เฉลิมศักดิ์(เพศผู้) ในประเทศไทย แล้วทำการถ่ายฝากให้เพลเมียรับอุ้มท้อง
5. เฉลิมเกียรติ(เพศผู้) เกิดเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2530

ข. เทคนิคการผสมเทียมในสัตว์น้ำ ปัจจุบันสามารถเพาะพันธุ์ปลาหลายชนิดจากการคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตามต้องการ โดยนำตัวที่จะใช้เป็นตัวแม่มาฉีดฮอร์โมนเร่งให้ไข่สุกพร้อมที่จะผสม สำหรับตัวที่จะใช้เป็นพ่อพันธุ์ก็นำมาฉีดฮอร์โมนกระตุ้นให้สร้างน้ำเชื้อ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ก็นำตัวแม่มาฉีดไข่ออกจากท้องและรีดน้ำเชื้อจากตัวผู้ผสมในไข่แล้วนำไข่ที่ได้รับการผสมแล้วไปเลี้ยง ต่อมาก็จะได้ลูกปลาเป็นจำนวนมาก จากเทคนิคนี้เอง ทำให้อุตสาหกรรมการค้าขายปลาที่เป็นอาหารนี้สามารถได้ผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของตลาดการบริโภค ตัวอย่างปลาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยวิธีผสมเทียม เช่น ปลาสวาย ปลาดุก ปลากระพงขาว นอกจากนั้น ยังนำเทคนิคการผสมเทียมไปสร้างพันธุ์ปลาใหม่ที่เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ที่ต่างกัน เช่น ลูกผสมปลาสวายปลาดุก ลูกผสมปลาบึกกับปลาสวาย ลูกผสมผลาดุกกับปลาดุกรัสเซีย ในพวกปลาสวายงามจะมีการผสมเทียมเพื่อให้ได้ลูกผสมที่สวยงามและแปลกใหม่ออกไปมากขึ้น เช่น ปลาแฟนซีคาร์ฟ ปลาเงินปลาทอง ปลาकाแดง ปลากาลี และปลาคูที่สวยงามอื่นอีกหลายชนิด

ในทำนองเดียวกัน ก็ใช้เทคนิคการขยายพันธุ์กับสัตว์น้ำอย่างอื่น เช่น การตัดหรือกรีดตากุ้งทะเล ส่วนในกุ้งน้ำจืดก็มีเทคนิคการเพาะเลี้ยงลูกอ่อนให้มีจำนวนรอดมากขึ้นจนประสบความสำเร็จในทางการค้า

ค. การสร้างลูกผสมในสัตว์ใช้งาน เช่น ม้า กระบือ ลา มนุษย์มีการคัดพันธุ์และเลือกตัวพ่อและตัวแม่ให้ผสมกัน เพื่อให้ได้ลูกผสมที่ดี มีความสามารถในการใช้งานมากขึ้น ใน

กระบือสามารถใช้เทคนิคการผสมเทียมและการย้ายฝากท้องตัวอ่อนเช่นเดียวกับในวัว ส่วนม้าเมื่อผสมกับลา จะได้ลูกผสมคือล่อ เหมาะแก่การใช้งานหนักดีกว่า มีความแข็งแรงทนทานและรูปร่างกระทัดรัดมาก

ง. การสร้างลูกผสมในสัตว์อื่น ๆ สัตว์ปีกที่ได้รับการอนุรักษ์ เช่น ไก่ฟานันต์ได้มีผู้นำนมาเลี้ยงคัดพันธุ์และให้อยู่ด้วยกัน เพื่อจะได้ลูกผสมที่มีลักษณะต่างๆ ที่สวยงาม นอกจากนี้ยังทำการคัดเลือกและผสมพันธุ์ใน ไก่แจ้ ภูเขา และไก่แจ้ ซึ่งปัจจุบันได้พันธุ์สูงเหลือทองขึ้นมาใหม่ สัตว์เลี้ยงอื่น ๆ มนุษย์ก็มีการคัดเลือกและนำมาผสมพันธุ์เพื่อให้ได้ลูกหลานที่มีลักษณะตามที่ต้องการ เช่น สุนัข เป็นต้น

ทั้งหมดที่กล่าวแล้วเป็นการกำหนดลักษณะโดยการผสมพันธุ์ การหาลักษณะของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ต้องการยังสามารถกระทำได้โดยวิธีคัดเลือก ซึ่งทำกันมากในหมู่พืชในลักษณะปริมาณของผลผลิต เช่น ข้าวต่างๆ ข้าว ไม้ผล และไม้ดอกไม้ประดับ การคัดเลือกก็กระทำในหมู่สัตว์ เช่น การคัดเลือกการให้นมของวัวโดยเลือกตัวที่ให้นมประมาณมากไว้เป็นแม่พันธุ์ และคัดเลือกช่วงลูกหลานต่อไปจนได้วัวที่ให้ผลผลิตนมมากกว่า เดิมอีกวิธีหนึ่งที่สามารถบังคับให้พืชและสัตว์มีลักษณะตามที่ต้องการ คือ การปฏิบัติดูแลรักษา ในพืช โดยการให้ปุ๋ย หาระยะปลูกที่เหมาะสม การให้น้ำรวมถึงการใช้สารเคมีต่างๆ เช่น ฮอร์โมนที่ช่วยในการเร่งดอก กระตุ้นให้ออกดอก ติดผลนอกฤดูฤดูกาล ในสัตว์ โดยการเลี้ยงและให้อาหารเสริม ระยะเวลาที่ให้อาหาร ดังกรณีของไก่ที่เลี้ยงเพื่อการบริโภค จะมีการเลี้ยงแบบขังกรง เปิดไฟให้กินอาหารตลอดเวลา ไก่จึงโตเร็ว เนื้อนุ่ม ต่างจากไก่ธรรมชาติที่เลี้ยงในสภาพปล่อยให้หาอาหารเอง จะมีเนื้อเหนียวกว่า เพราะได้ออกกำลังกล้ามเนื้อมากกว่า

2.3 การดำรงพันธุ์ของพืชและสัตว์

แม้ว่ามนุษย์จะมีการดูแลรักษา เฉพาะพืชและสัตว์เลี้ยง แต่พืชและสัตว์ทั้งหลายในโลกนี้ส่วนใหญ่ก็ยังสามารถดำรงพันธุ์ของตนเองไว้ได้ด้วยความสามารถในการขยายพันธุ์วิธีต่างๆ กันแล้วแต่ชนิด จะมีที่สูญพันธุ์ไปบ้างก็เนื่องมาจากเมื่อสภาพแวดล้อมของโลกเปลี่ยนไป สัตว์และพืชโบราณบางชนิดก็ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ อาจเนื่องจากวิธีการขยายพันธุ์ไม่เอื้ออำนวยให้สืบลูกหลานได้มาก หรือสาเหตุอื่น ประการสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดสูญพันธุ์ไปในปัจจุบัน คือ การล่า และการกำจัดของมนุษย์ เช่น การล่าสัตว์ป่า การกำจัดศัตรูพืช และการกำจัดเชื้อโรค เป็นต้น

อย่างไรก็ดีในสิ่งมีชีวิตที่ยังดำรงพันธุ์อยู่ในขณะนี้ได้จะสามารถอยู่รอดต่อไปในอนาคตได้ต่อไปอีกนานเท่าใดขึ้นอยู่กับปรับตัวและประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์

2.3.1 การปรับตัว สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัว หมายถึงการแสดงออกเพื่อตอบโต้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ภายนอก เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง เสียง แรงดึงดูดของโลก สารเคมี และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่อยู่รวมด้วย นอกจากนี้ยังต้องมีการแสดงออกเพื่อตอบโต้การเปลี่ยนแปลงของบางสิ่งบางอย่างภายในสิ่งมีชีวิตนั่นเอง เช่น ความรู้สึกนึกคิด ฮอริโมน ขั้นตอนของการเติบโต การปรับตัวจะแสดงออกในรูปของการกิน การนอน การได้ยิน การเห็น การหาอาหาร การเติบโต ความนึกคิด การต่อสู้และอื่น ๆ อีกมาก

การปรับตัวเพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมนั้นเกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อการอยู่รอด เนื่องจากสิ่งแวดล้อมมักเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้เอง สิ่งมีชีวิตจึงสามารถดำรงพันธุ์อยู่ได้ พวกใดที่ไม่สามารถปรับตัวได้จะสูญพันธุ์ไปในที่สุด

ในพืชและสัตว์จะมีการปรับตัวในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การศึกษาการปรับตัวของสัตว์มักเรียกว่า การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์ (animal behavior) ซึ่งมีรายละเอียดเรื่องราวที่น่าสนใจอยู่มาก สำหรับในพืชนั้นการปรับตัวหรือพฤติกรรมของพืชค่อนข้างไม่ซับซ้อนนัก

(1) การปรับตัวของพืช พืชจะมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมภายนอกทั้งหลาย เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง แรงโน้มถ่วงของโลก และความสูงของพื้นที่ พืชจะมีการปรับตัวและแสดงออก เมื่อมีสิ่งเร้าต่างๆ ได้หลายทาง คือ

ก. การปรับตัวโดยการเคลื่อนไหว (plant movement) ส่วนใหญ่เกิดข้ามากจนสังเกตไม่ได้ในทันที ต้องอาศัยระยะเวลาและการกำหนดระยะทางไว้ช่วยในการวัดความเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างการเคลื่อนไหวของพืชได้แก่ การที่ลำต้นหรือยอดของต้นไม้สูงขึ้น การหุบและการบานของดอก การหุบและคลี่ออกของใบ การปิดเปิดปากใบ การแตกตา และการหันหลักโดยใช้ส่วนที่เป็นลำต้นหรือเถายึดเกาะ พืชส่วนใหญ่มักไม่มีการเคลื่อนที่นอกจากในพืชชั้นต่ำ เช่น สาหร่ายหรือแบคทีเรียบางชนิด ดังนั้น การเคลื่อนไหวจึงหมายถึงการเคลื่อนย้ายบางส่วนของต้นพืชเท่านั้น

สิ่งแวดล้อมที่ทำให้พืชเกิดการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ มีดังนี้

(i) แสง เนื่องจากพืชต้องการแสงสว่างในการปรุงอาหาร หากพืชเติบโตอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับแสงเพียงด้านเดียว เป็นเวลานานปี จะสังเกตเห็นว่าต้นพืชนั้นจะเอียงไปทางด้านที่มีแสง นอกจากนี้ แสงยังมีผลต่อการหุบและกางของใบ เช่น ต้นตาขมทรงบาดาลใบจะกางเมื่อมีแสงและจะหุบเมื่อหมดแสง การบานและหุบของดอกไม้ก็เช่นเดียวกัน

(ii) แรงโน้มถ่วงของโลก ต้นพืชจะมีทิศทางที่แน่นอน คือ มีรากงอกลงในดิน และมีต้นพุ่มขึ้นสู่อากาศ หากเพาะเมล็ดพืชให้งอกแล้ววางลงบนดินโดยกลับทิศทางเอารากขึ้นข้างบนและดำนลำต้นลงในดิน เมื่อพืชเติบโตจะโค้งรากลงดิน และจัดลำต้นพุ่มสู่อากาศ

(iii) สารเคมี เส้นใยของราเมื่องอกจะหันเข้าหาสารเคมีพวกเพปโตน(pep-
tone) และแอสปาราจิน(asparagin) ซึ่งเป็นอาหาร หรือละอองเรณูที่ตกลงบนเกสรตัวเมียจะงอก
เข้าไปในไข่เพราะรังไข่มีสารพวกกลูโคสหรือกรดมาลิก(malic acid)

(iv) น้ำ รากพืชจะยืดขยายยาวไปไกลเพื่อหาน้ำในสภาพดินที่ขาดน้ำ เช่น ดิน
ทรายซึ่งมักไม่อิ่มน้ำ

(v) ออกซิเจน ส่วนใหญ่รากพืชจะต้องการอากาศ หากดินและอยู่ในสภาพน้ำ
ท่วมซึ่งซึ่งมักไม่มีออกซิเจน รากพืชจะเจริญอยู่ต้น ๆ บริเวณผิวดินเพื่อรับอากาศ

(vi) วัสดุ พืชบางชนิดสามารถรับการสัมผัสกับวัตถุใกล้ ๆ ลำตัว และใช้มือ
เกาะ(tendrils) ปีนป่ายเลื้อยขึ้นบนวัตถุเช่นกิ่งไม้ นั่นได้ ตัวอย่างคือ ตำลึง องุ่น พัก แดง พืชเหล่านี้
สามารถเลื้อยพันหลักเพื่อพยุงต้นไว้

(vii) สัมผัส แรงสัมผัสจากภายนอกทำให้พืชเคลื่อนไหวได้ เช่น ต้นไมยราบ
จะหุบใบเมื่อโดนแรงสัมผัส

ข. การปรับตัวทางสรีรของพืช(physiological adaptation) มีหลายกรณีที่พืชมี
การปรับตัวเนื่องมาจากกลไกภายในของพืชเอง การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป
ของพืชที่มีการปรับตัวแบบนี้จะมีการแสดงออกแตกต่างไปจากประเภทแรก(คือข้อ ก.) พืชจะไม่
เคลื่อนไหว แต่จะเป็นการปรับตัวแล้วแสดงออกมาในลักษณะทนทานกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยน
แปลงไป ซึ่งมีหลายวิธี คือ

(i) การลดการคายน้ำ โดยทั่วไปพืชจะดูดน้ำจากดินตลอดเวลา และน้ำจะผ่าน
เข้าทางรากสู่ลำต้นส่งไปยังใบ และจะระเหยออกจากใบทางปากใบในเวลากลางวัน แต่หากเมื่อใด
ดินขาดน้ำ ปากใบจะปิดพืชจะหยุดการคายน้ำ ทั้งนี้เพื่อรักษาความสดในต้นพืชไว้ โดยลดการสูญ
เสียน้ำ

(ii) การลดปริมาณน้ำในเซลล์ ส่วนใหญ่พืชในเขตอบอุ่น(temperate zone)
นั้นเมื่อถึงฤดูใบไม้ร่วง พืชส่วนมากจะทิ้งใบหมด เพราะในเซลล์ของใบมีน้ำมาก หากใบติดอยู่จน
ถึงฤดูหนาว น้ำในใบจะเป็นน้ำแข็งซึ่งจะมีปริมาตรมากทำให้เซลล์ในใบแตกจะทำให้ต้นพืชสูญ
เสียสภาพทางสรีรวิทยาทำให้พืชนั้นตาย ดังนั้นใบจึงร่วงเพื่อป้องกันปัญหานี้ เป็นการปรับตัวของ
พืชเมืองหนาว แต่จะมีพืชเมืองหนาวอีกชนิดหนึ่งคือ สน(pine) เช่น สนคริสต์มาส จะมีใบเขียว
ตลอดฤดูหนาว ทั้งนี้เพราะใบสนจะมีการลดน้ำในใบให้เหลือน้อยที่สุด แม้ว่าจะเปลี่ยนเป็นน้ำ
แข็งแล้วก็ไม่มามีปริมาตรมากพอที่จะทำให้เซลล์แตก ดังนั้นจึงสามารถติดอยู่กับต้นได้ตลอดปี และ
นี่ก็เป็นปรากฏการณ์ของการปรับตัวทางสรีรของพืชอีกวิธีหนึ่ง

(iii) การทนร้อน พืชเมืองหนาวหลายชนิดที่นำมาปลูกในเขตร้อน ในระยะแรก ๆ จะต้องนำมาปลูกในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การนำผักพวกระหล่ำมาจากอเมริกาในช่วงแรก ต้องนำมาปลูกทางเหนือของประเทศไทยก่อน ในไม้ผลหลายชนิดก็เช่นกัน

(iv) การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง พืชหลายชนิดสามารถปรับปรุงร่างให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่ออยู่รอด เช่น พืชทะเลทรายจะเปลี่ยนใบไปเป็นหนาม เพื่อลดการคายน้ำ ต่อมาก็มีการคัดเลือกและทดลองให้นำไปปลูกที่ในอุณหภูมิสูงขึ้น จะพบว่ามีลูกหลานบางต้นที่ทนอยู่ได้จนกระทั่งต่อมาก็อาจมีพันธุ์ที่ปลูกได้ทุกจังหวัดซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทนร้อนนั่นเอง ซึ่งการกระทำเช่นนี้ได้รับความสำเร็จกับผักหลายชนิด เช่น ผักกาด ผักคะน้า กระหล่ำ เป็นต้น

การที่พืชสามารถปรับตัวทางสรีรวิทยาภายในของต้นพืชนี้เอง ทำให้พืชมีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายอย่าง เช่น การฝึกหัดให้พืชที่ชอบอยู่กลางแจ้งสามารถอยู่ในร่มได้ เพื่อใช้งานประดับตกแต่งภายในอาคาร การบังคับให้พืชเตี้ยแคระแกรน โดยการลดการให้น้ำและปุ๋ยลง เป็นต้น

(2) การปรับตัวของสัตว์เป็นไปได้หลายแบบ

ก. การปรับตัวทางพฤติกรรม (behavioral adaptation) ตัวอย่างได้แก่ การจำศีลของสัตว์ในเขตหนาวในช่วงฤดูหนาว เช่น หนูคอร์มาส์ ตัวอ้วน จะเก็บสะสมไขมันไว้ในตัวก่อนแล้วจึงนอนจำศีลอยู่ในรังนานถึง 6 เดือน โดยหายใจช้าๆ เมื่อถึงฤดูใบไม้ผลิ ไขมันในร่างกายก็จะละลายหมดไปและจะออกหากินตามปกติ ในทำนองเดียวกัน สัตว์ในเขตร้อนจะมีการจำศีลในฤดูแล้ง (estivation) เช่น กบ หอย กิ้งกือ ปู จะอยู่ในรู เมื่อฤดูฝนก็จะออกมากินตามปกติ สัตว์ที่จำศีลนี้ต้องเก็บสะสมอาหารไว้ในตัวให้มากที่สุดและนอนหลับให้สนิทจริงๆ เพื่อหนีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

การอพยพ สัตว์บางชนิดที่ไม่จำศีลในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น หนาวจัด อาจจะอพยพทางไปไกลพอที่จะหาอาหารและความอบอุ่นได้พอเพียง และจะกลับคืนถิ่นเดิมในฤดูที่มีความอบอุ่นและสภาพแวดล้อมเหมาะสมขึ้น พวกนกส่วนมากจะใช้วิธีนี้ เพราะสามารถบินไปได้ง่าย ดูเหมือนว่านกจะอพยพไปเพราะถิ่นเดิมไม่มีอาหารเนื่องจากหนาวจัด ไม่ใช่เพราะทนอากาศหนาวไม่ได้ เพราะนกก็มีขนปกคลุมป้องกันความเย็นได้ อย่างไรก็ตาม การอพยพบางครั้งก็เป็น การอพยพย้ายถิ่นอย่างถาวรโดยไม่กลับไปถิ่นเก่าอีกเลย (emigration) เนื่องจากอาจเกิดการขาดอาหารหรือแย่งอาหารกันอย่างรุนแรง

ข. การปรับตัวทางหน้าที่ภายในร่างกาย (physiological adaptation) ในสัตว์ชั้นต่ำ เช่น โปรโตซัว และพารามีเซียม จะมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เพื่อให้ได้ลูกหลานที่มีความแตกต่างกันออกไปมาก เพื่อให้ได้บางตัวที่ทนสภาพแวดล้อมที่

เปลี่ยนแปลงไปได้ ทั้งๆ ที่ในยามปกติสัตว์เหล่านี้จะขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ได้ลูกหลานจำนวนมากที่มีลักษณะเหมือนกัน

การปรับอุณหภูมิในร่างกายของสัตว์เลือดอุ่น พวกสัตว์ดุนมต้องรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ โดยมีอวัยวะควบคุม เช่น มีต่อมเหงื่อเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกาย พวกสัตว์น้ำกร่อยมีต่อมเกลือสำหรับปรับความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายหรือน้ำภายในร่างกายให้เป็นปกติ

คนที่อยู่ตามยอดเขาสูง มีปอดใหญ่กว่าปกติ เพื่อรับปริมาณอากาศมากกว่าคนที่อยู่เชิงเขา เพราะปริมาณออกซิเจนบนยอดเขาน้อยกว่าเชิงเขา ดังนั้น จึงต้องมีปอดใหญ่กว่าเพื่อให้ได้ปริมาณออกซิเจนเพียงพอ

สิ่งมีชีวิตในทะเลนั้น พวกที่อยู่ลึกมากๆ จะต้องทนต่อความกดดันได้ดี หรือมีอวัยวะพิเศษเพื่อปรับตัวให้เข้ากับความกดดันที่เพิ่มขึ้น ในบริเวณที่ลึกมากๆ แสงสว่างจะลงไปไม่ถึงสัตว์ทะเล เช่น ปลาจะมีการเรืองแสงได้

โดยปกติปลาน้ำเค็มจะไม่สามารถเติบโตในน้ำกร่อย หรือน้ำจืด แต่จากการปรับตัวของสัตว์บางชนิดที่มีมากร่วมกับการฝึกหัดของมนุษย์ จึงทำให้ได้ประโยชน์จากสัตว์เช่นกัน เช่น การฝึกให้ปลากระพงขาวซึ่งเป็นปลาทะเลอยู่ในน้ำกร่อยเพื่อสะดวกในการเพาะเลี้ยง

ค. การปรับตัวทางรูปร่าง(morphologicaal adaptation) เป็นการปรับรูปร่างเพื่อสะดวกในการอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆกัน เช่น การที่สัตว์บริเวณขั้วโลกมีขนหนาปกคลุมลำตัวเพื่อป้องกันความเย็น ขาของเป็ดมีการดัดแปลงให้สะดวกในการว่ายน้ำ แมลงมีปากไว้ดูด(ผีเสื้อ) ปากกัด(จิ้งหรีด ตัวง) ตักแตนมีขาหลังใหญ่เพราะขณะโตไม่เต็มวัยเอาไว้ใช้กระโดดเนื่องจากปีกยังไม่พร้อมที่จะบิน การปรับตัวทางรูปร่างยังรวมไปถึงสีของลำตัวที่เปลี่ยนให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมเพื่อพรางตัวเอง เช่น งูที่อาศัยอยู่บนต้นไม้จะมีสีเขียวเหมือนกิ่งไม้ ใบไม้ ส่วนงูที่อยู่ในดินจะมีสีเหมือนรากไม้ ที่พบบ่อยๆ คือ จิ้งจกมีการปรับสีของตัวให้เหมือนกับสถานที่อาศัยอยู่ เป็นต้น

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตจะพบได้บ่อยในด้านของศัตรูพืช เช่น โรคและแมลงที่ทำลายพืช ผลผลิตในการเกษตรจะต้องใช้ยากำจัดโรคและแมลง พบว่าหากให้ยาชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียวตลอดไป จะได้ผลเพียงระยะแรกๆ เท่านั้น ต่อมาโรคแมลงจะปรับตัวสู้กับยานั้นได้ เรียกลักษณะแบบนี้ว่า ตื้อยา ในทำนองเดียวกันเชื้อโรคที่เข้าทำอันตรายต่อคนและสัตว์ก็สามารถปรับตัวสู้กับยาได้ ดังนั้นในทางการแพทย์จึงต้องคิดค้นความก้าวหน้าในด้านยาเพื่อรักษาโรคอย่างไม่หยุดยั้ง

2.3.2 ประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีการแพร่พันธุ์เพื่อสืบทอดลูกหลานให้คงพันธุะนั้นๆไว้ วิธีการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป ผลที่ได้รับ

คือ จำนวนลูกหลานที่ได้จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นและลักษณะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

(1) การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การขยายพันธุ์แบบนี้ทำให้ได้ลูกหลานเหมือนตัวแม่ ไม่มีการรวมตัวของเซลล์สืบพันธุ์ พบในสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้

ก. พืชและสัตว์ชั้นต่ำในสภาพแวดล้อมปกติ เช่น รา แบคทีเรีย สาหร่าย โปรโตซัว ยีส วิธีการที่ใช้มีหลายแบบ คือ

(i) การแบ่งตัวออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน (fission) พบในพืชและสัตว์เซลล์เดียว เช่น พารามีเซียม อะมีบา แบคทีเรีย การแบ่งเซลล์ทำได้รวดเร็วในสภาพที่มีอาหารเพียงพอ ลูกหลานได้เป็นจำนวนมาก

(ii) การแตกหน่อ (budding) เป็นการแตกตัวเล็ก ๆ จากตัวแม่ และในที่สุดก็หลุดออกไป เช่น ยีส ไฮดรา ฟองน้ำ วิธีนี้สืบลูกหลานได้จำนวนมากอย่างรวดเร็วเช่นกัน

(iii) การขาดออกเป็นท่อน ๆ (fragmentation) พบในสาหร่าย หนอนตัวแบน ไล้เดือน หมายถึงการขาดท่อนของตัวเดิมนั้น แทนที่จะตาย ปรากฏว่าแต่ละท่อนสามารถออกเป็นตัวใหม่ได้อีก วิธีนี้เป็นการรักษาพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง

(iv) การสร้างสปอร์ พืชและสัตว์ชั้นต่ำมีการสร้างสปอร์แบบไม่อาศัยเพศคือจะสร้างสปอร์ขึ้นภายในเซลล์ของตัวเอง และสร้างได้รวดเร็วมาก สปอร์สามารถทนกับสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถไปงอกได้ในที่ต่าง ๆ กัน นับเป็นการกระจายพันธุ์ที่ดีวิธีหนึ่ง

ข. พืชชั้นสูง การสืบพันธุ์ไม่ได้อาศัยเพศนี้ยังพบในพืชและสัตว์ชั้นสูงดังต่อไปนี้ คือ กล้าย ไม้ไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ วิธีการที่พบ คือ

(i) การแตกหน่อและการแตกตา พบในพืชที่มีลำต้นสะสมอาหาร เช่น กล้าย เผือก มัน หอม กระเทียม ตะไคร้ บอน ชิงช้า กระชาย พืชเหล่านี้จะแตกหน่อหรือแตกกอตามธรรมชาติได้รวดเร็วมากจะให้ต้นใหม่มีลักษณะเหมือนเดิม

(ii) การปักชำ พืชหลายชนิดที่เมื่อเราตัดกิ่ง ลำต้น แล้วนำไปปักลงในดินที่ชื้น ๆ จะงอกรากและกลายเป็นพืชต้นใหม่ได้ พบมากในต้นไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ เช่น มะลิ ไทร เบญจมาศ เป็นต้น การปักชำนี้ยังสามารถทำจากราก เช่น ตั้รากเป็นท่อน ๆ และรากนั้นจะงอกต้นกลายเป็นพืชต้นใหม่ เช่น แคสแตด ฝรั่ง ทรงบาดาล เป็นต้น

(iii) การตอน ในไม้ผลไม้ดอกไม้ประดับสามารถขยายพันธุ์ โดยการตอนกิ่ง คือ ขวานและชักนำให้งอกรากขณะติดกับต้นแม่ แล้วจึงตัดออกมาปลูกเป็นต้นใหม่ เช่น ส้มโอ ลิ้นจี่ ชมพู กุหลาบ

(iv) การทาบกิ่งและติดตา ในไม้ผลไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิดที่การขยายพันธุ์โดยวิธีการตัดกิ่งหรือนำตาพันธุ์ดี (scion) มาต่อหรือติดกับต้นอีกต้นหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ให้ราก (root stock)

ทำให้ได้พืชต้นใหม่ที่รวมลักษณะที่ดีของพืชสองต้นอยู่ด้วยกัน เช่น ในยางพารา กุหลาบ มะม่วง ขนุน ทูเรียน เป็นต้น

(v) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ(tissue culture) เป็นเทคโนโลยีทางชีวภาพอย่างหนึ่งซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายอย่าง เช่น การขยายพันธุ์พืช การจัดไวรัส การปรับปรุงพันธุ์พืช และการเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อสกัดสารเคมีที่ต้องการ การเลี้ยงเนื้อเยื่อคือ การนำเอาส่วนของตา ราก ลำต้น ใบ มาเลี้ยงบนวุ้นอาหารแล้วกระตุ้นให้มีการแบ่งตัวเป็นจำนวนมาก วุ้นอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อนี้บรรจุในขวดหรือในหลอดแก้วที่ปิดมิดชิด ส่วนผสมของวุ้นอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมี น้ำตาล ธาตุอาหารต่างๆ วิตามิน ฮอร์โมน และสารบางชนิดที่เหมาะสมต่อการเจริญของเซลล์แต่ละประเภทที่จะช่วยให้เจริญขึ้น สภาพแวดล้อมของห้องที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อมักเป็นห้องที่มีอุณหภูมิระหว่าง 23-26 °C และให้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เซลล์ที่เลี้ยงบนวุ้นอาหารในหลอดทดลองนี้จึงมีโอกาสแบ่งตัวและเจริญได้เร็วกว่าขณะที่อยู่ในต้นมาก แต่ละมิลลิลิตรมีเซลล์ประมาณ 100,000 เซลล์ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อนี้พบว่า มีพืชหลายชนิดที่สามารถชักนำให้เจริญไปเป็นต้นใหม่ที่สมบูรณ์ได้ ดังนั้นพืชพวกนี้จึงมีโอกาสผลิตต้นใหม่เป็นจำนวนมากโดยใช้เนื้อที่จำกัด และในเวลาอันสั้น การกระทำทุกขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงจะต้องทำในสภาพที่ปราศจากเชื้อโรค ดังนั้นพืชต้นไม้มันที่ได้จึงอยู่ในสภาพปลอดจากเชื้อโรคทุกอย่าง นับเป็นการเริ่มต้นเพาะเลี้ยงที่ดีทันสมัย ตัวอย่างพืชที่ทำสำเร็จ คือ กล้วยไม้ สตรอเบอรี่ มะพร้าว ข้าว อ้อย หน้วว กล้วย ปาล์มน้ำมัน ไม้ประดับหลายชนิด

(2) การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ

ก. การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืช หมายถึงการขยายพันธุ์โดยเมล็ด ยกเว้นเมล็ดพืชบางชนิดที่มีต้นอ่อนภายในซึ่งเกิดจากเนื้อเยื่อปกติของต้นแม่ ไม่ได้เกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เมล็ดเหล่านี้ถ้านำไปเพาะจะได้ต้นใหม่เหมือนต้นแม่ทุกประการ

ส่วนเมล็ดที่ถือว่าการขยายพันธุ์แบบมีเพศนั้น ต้องเป็นเมล็ดที่ได้จากการผสมละอองเกสรในดอก เจริญเป็นผล และมีเมล็ดอยู่ภายใน พืชที่ผลิตเมล็ดนั้นจะเห็นว่ามีความหลายชนิด บางชนิดก็ผลิตได้บ่อย บางชนิดก็ผลิตเมล็ดมาก เช่น ข้าวต่างๆ โดยทั่วไปพืชจะมีเมล็ดอยู่อย่างน้อยหนึ่งเมล็ดในหนึ่งผล ยกเว้นผลบางชนิดก็ไม่มีเมล็ด เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอม ในผลพืชผลิตเมล็ดในผลเป็นจำนวนมาก เช่น พักทอง มะระ แดง มะเขือเทศ ก็มีโอกาที่จะแพร่พันธุ์ได้มาก นั่นคือมีประสิทธิภาพในการแพร่พันธุ์ที่ดี นอกจากนี้กลไกในผลและเมล็ดยังมีอิทธิพลต่อการขยายพันธุ์ได้มากด้วย เช่น การที่ฝักแห้งเมื่อแก่จะแตกตืดเมล็ดไปได้ไกลๆ ย่อมมีผลดีต่อการแพร่พันธุ์ การที่เมล็ดมีอวัยวะพิเศษ เช่น หนาม ขน ปีก ก็เหมาะที่จะใช้เป็นพาหนะนำพาเมล็ดไปแพร่พันธุ์ได้มากและไกลๆ ทั้งนี้ก็เป็นสิ่งช่วยในการดำรงพันธุ์ทั้งสิ้น

ในพืชชั้นต่ำ เช่น สาหร่าย มอส เฟิร์น มีการขยายพันธุ์โดยใช้เพศและมีการสร้างสปอร์เพื่อใช้ในการแพร่พันธุ์ สปอร์นี้สามารถออกเป็นต้นใหม่ได้และพักตัวได้นานในสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

การงอก หมายถึงการที่เมล็ดสามารถเปลี่ยนสภาพมาเป็นพืช โดยทั่วไปเมล็ดจะงอกได้เมื่อหล่นลงในดินที่ชื้น มีอากาศและอุณหภูมิที่เหมาะสม เมื่องอกแล้วต้นอ่อนจะต้องการแสงแดดเพื่อการเติบโต เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการงอกต่างกัน บางชนิดก็ใช้เวลานานนับ 10 วัน โดยเฉพาะพวกที่มีเปลือกเมล็ดแข็ง เช่น มะยม พุทรา มะม่วง บางชนิดก็ใช้เวลาในการงอกน้อย เช่น ถั่ว จะงอกได้ภายใน 2-3 วัน นอกจากนี้บางชนิดยังต้องการสภาพแวดล้อมที่พอเหมาะจริงๆ เช่น ต้องมีอุณหภูมิต่ำ หรือมีความชื้นในดินเหมาะสม แต่บางชนิดก็งอกได้ง่ายแม้ว่าสภาพแวดล้อมจะไม่เหมาะสมก็งอก เช่น พวกวัชพืชต่างๆ

เมล็ดพืชบางชนิดนั้นจะไม่งอกเลยไม่ว่าจะให้สิ่งแวดล้อมได้อย่างไร ทั้งนี้เพราะเมล็ดมีการพักตัว(dormancy) เมล็ดเหล่านี้ทำความยุ่งยากมาก ต้องนำไปเผาไฟก่อน หรือทุบให้แตกแล้วจึงงอก ดังนั้นจะพบว่าในป่านั้นเมล็ดพืชบางชนิดงอกได้ บางชนิดหากไม่ถูกกระทำโดยถูกวิธีแล้วก็จะไม่งอกจนกระทั่งตายไปเองก็มี ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการแพร่พันธุ์ต่ำ

อายุของเมล็ด หลังจากเมล็ดแก่ เมล็ดจะมีชีวิตอยู่ได้นานเป็นระยะต่างๆกัน แล้วแต่พืช เมล็ดพืชบางชนิดก็มีชีวิตอยู่ได้นานสามารถรอสภาพแวดล้อมเหมาะสมแล้วจึงงอก เช่น เมล็ดบัว แต่เมล็ดพืชบางชนิดก็จะสูญเสียความงอกหรือตายรวดเร็ว เช่น ในอ้อย ถั่ว บางชนิดก็เก็บได้เพียง 1-2 ปี แต่บางชนิดก็อยู่ได้ถึง 4-5 ปี เช่น ข้าว ส่วนมากเมล็ดที่มีน้ำมันจะอยู่ไม่ได้นานเท่ากับเมล็ดที่มีพวกแป้ง เมล็ดที่ตายช้ามักเสียเปรียบในการแพร่พันธุ์

จะเห็นว่า ความสามารถของพืชแต่ละชนิดที่จะแพร่พันธุ์ได้โดยเมล็ด หรือส่วนต่างๆของลำต้นจะแตกต่างกันออกไป ถ้าพืชใดสามารถสืบลูกหลานได้ง่ายและรวดเร็ว เช่น มีเมล็ดมาก เมล็ดงอกง่ายในทุกสภาพแวดล้อม และเมล็ดมีอายุยืนนาน นับเป็นประโยชน์ในการแพร่พันธุ์พืชเอง พืชบางชนิดแม้ถึงหักหล่นลงในดินที่ชื้นมีโคนกิ่งสัมผัสกับดินก็งอกรากและแตกเป็นต้นใหม่ได้ ลักษณะการแพร่พันธุ์ง่าย หรือมีประสิทธิภาพในการแพร่พันธุ์สูงนี้ จะพบในวัชพืช และพืชชั้นต่ำ เช่น รา แบคทีเรีย ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือส่วนหนึ่งของเชื้อโรค และศัตรูพืชปลูกล้วนเอง ทำให้ต้องหาวิธีการกำจัดการแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ วัชพืชหรือพืชป่า นับว่าเป็นบรรพบุรุษของพืชอุตสาหกรรมและพืชปลูก พืชเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของพืชเศรษฐกิจมีความสามารถในการแพร่พันธุ์โดยตัวเองน้อย หากปราศจากมนุษย์ดูแลและคิดวิธีการขยายพันธุ์ให้ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การปักชำ การติดตา ต่อกิ่ง การตอน พืชปลูกนี้อาจจะสูญพันธุ์ไปภายในเวลาไม่ช้า ก็คงแต่จะเหลือแต่พันธุ์ป่าที่มีเมล็ดมาก เนื้อน้อย รสเปรี้ยว รสขม แต่มีผลดก เช่น ฝรั่งขึ้นก กล้ายตานี มะม่วงกะล่อน เป็นต้น

ข. การขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศของสัตว์ ในสัตว์ชั้นต่ำเซลล์เดียวนั้น จะมีระยะที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเพศผู้ และเพศเมีย เพื่อทำการผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ลูกหลานที่มีความสามารถต่างกัน เพื่อใช้ในการคัดเลือกในการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในอันที่จะดำรงพันธุ์ต่อไปได้ในบางสภาวะ เช่น ความแห้งแล้ง ความหนาวเย็น สัตว์พวกนี้มักจะสร้างส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์ที่เรียกว่าสปอร์

ในสัตว์หลายเซลล์ พวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ปะการัง แมลง กุ้ง หอย ปู แมงดาทะเล แมงมุม เต่า หมึกกล้วย ดาวทะเล และสัตว์อีกพวกหนึ่ง คือ สัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลาน้ำจืด และปลาน้ำเค็มชนิดต่าง ๆ สัตว์ปีก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์ทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีการขยายพันธุ์โดยการสร้างลูกอ่อน ซึ่งเกิดขึ้นได้หลายวิธี คือ

(i) ลูกอ่อนกำเนิดอยู่ในตัวแม่ และออกจากตัวแม่เมื่อสมบูรณ์เต็มที่ ในกรณีนี้ไข่ได้รับการผสมกับเชื้อเพศผู้ในตัวแม่ก่อนแล้วเจริญเป็นตัวอ่อนอยู่ในมดลูกของแม่ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดต่าง ๆ

(ii) ตัวแม่ผลิตไข่แล้วออกไข่ภายนอกรตัว ต่อจากนั้นจึงได้รับการผสมกับเชื้อเพศผู้ แล้วไข่จึงเจริญเป็นตัวอ่อนในสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ปลากัด ปลาทอง กบ

(iii) ไข่ได้รับการผสมภายในตัวแม่แล้วแม่จึงออกไข่นั้นภายนอกรตัว ไข่นั้นจะต้องได้รับการกกหรือฟักเสียก่อน เพื่อให้ตัวอ่อนในไข่เจริญเต็มที่แล้วจึงออกจากไข่ ตัวอย่างเช่น นก ไก่ เป็ด และห่าน

(iv) ไข่เกิดในตัวแม่และไม่ได้รับการผสมจากเชื้อเพศผู้ แล้วแม่จะออกไข่นอกตัว ไข่เหล่านี้สามารถเจริญเป็นตัวอ่อนได้ แต่ตัวอ่อนนี้จะเป็นมัน เช่น มด ไข่ของมดประเภทนี้จะกลายเป็นมดงานเพศเมีย

(v) ไข่เกิดในตัวเอง เพศผู้จะฉีดน้ำเชื้อเข้าไปอยู่ในตัวแม่ซึ่งตัวแม่จะเก็บไว้ในบริเวณหน้าอก เมื่อไข่แก่ตัวแม่จะปล่อยไข่ออกมาผสมกับน้ำเชื้อที่หน้าอก ต่อมาไข่ที่ได้รับการผสมจะหลุดลงในน้ำไปพัฒนาเป็นตัวอ่อน ตัวอย่างคือ กุ้งน้ำจืด หรือกุ้งก้ามกราม

(vi) ไข่ถูกสร้างในตัวแม่ เพศผู้ฉีดน้ำเชื้อเข้าไปในตัวแม่ เมื่อไข่แก่ตัวแม่จะปล่อยไข่ออกจากตัวลงในน้ำและปล่อยน้ำเชื้อที่เก็บไว้ลงไปผสมกับไข่ในน้ำ จากนั้นไข่ก็เจริญเป็นตัวอ่อนอยู่ในน้ำ ตัวอย่างคือ กุ้งทะเล เช่น กุ้งแชบ๊วย

จากตัวอย่างการขยายพันธุ์ของสัตว์ประเภทต่าง ๆ นี้ จะเห็นว่า สัตว์แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการผลิตจำนวนลูกหลานแตกต่างกันในระยะเวลาเท่ากัน พวกที่ออกไข่จะสืบลูกหลานได้มากกว่าสัตว์ที่เลี้ยงลูกเป็นตัวอ่อนนั้นก็ยังแตกต่างกันอีก ในจำนวนลูกที่ออกแต่ละครั้งและจำนวนตัวอ่อนที่ออกมาทีละมาก ๆ ก็สามารถสืบลูกหลานได้รวดเร็ว หากสัตว์ใดใช้เวลาในการ

ตั้งท้องนาน และออกลูกได้ทีละ 1 ตัว ทั้งยังเป็นที่ต้องการของมนุษย์ในแง่ของอาหารหรืออื่น ๆ สัตว์นั้นจะถูกล่าจนสูญพันธุ์ หรือใกล้สูญพันธุ์ได้ เช่น กระชู่ ละมั่ง เป็นต้น

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีชีวภาพที่จะพิทักษ์สัตว์ต่าง ๆ ไม่ให้สูญพันธุ์ โดยเฉพาะสัตว์ที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร เช่น เป็ด ไก่ กุ้ง หมู ปลา มนุษย์จะใช้เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตให้มากเพียงพอกับความ ต้องการ แม้ว่าในสภาพธรรมชาติสัตว์เหล่านี้ก็สืบลูกหลานได้มาก อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการดเว้นจับมาเป็นอาหารในบางฤดู เช่น ฤดูที่ปลาวางไข่ ทั้งนี้จะทำให้จำนวนปลาลดลงอย่างรวดเร็ว

สรุป

การที่สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง สามารถเจริญอยู่รอดได้ จนถึงระยะที่มีการสืบพันธุ์ได้นั้น จะต้องอาศัยปัจจัยทั้งภายในตัวของสิ่งมีชีวิตเอง และปัจจัยภายนอกที่เป็นสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสิ่งมีชีวิตนั้นต้องมีพฤติกรรมที่สามารถหลีกเลี่ยงหรือต่อสู้กับอุปสรรคของสภาวะต่างๆ และภัยจากศัตรูของสิ่งมีชีวิตรอบข้าง การสืบพันธุ์ นอกจากจะเป็นการสืบทอดลูกหลานแล้ว ยังเป็นการบ่งชี้ถึงจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ โดยพิจารณาจากจำนวนลูกที่ได้โดยวิธีการขยายพันธุ์นั้น ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ในธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สามารถกำหนดลักษณะให้สอดคล้องเข้ากับสภาวะต่างๆ ได้เป็นอย่างดีเพื่อการเจริญและอยู่รอดต่อไป แต่ปัจจุบันมนุษย์มีอิทธิพลต่อการกำหนดลักษณะในพืชและสัตว์หลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ซึ่งทำให้พืชและสัตว์เหล่านั้นสูญเสียความสามารถที่จะต่อสู้กับความไม่เหมาะสมของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นพืชตระหนักรู้ว่า พืชและสัตว์ที่มนุษย์ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาเหล่านี้ถ้าปราศจากมนุษย์คอยดูแลเอาใจใส่เมื่อปล่อยให้เจริญต่อไปตามลำพัง จะยังคงดำรงพันธุ์ให้อยู่รอดนานต่อไป หรือเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ไปอย่างรวดเร็ว

แบบฝึกหัดบทที่ 2

I จงฝึกตอบคำถามต่อไปนี้

1. เหตุใดการออกกำลังกายมาก แต่รับประทานอาหารน้อยจึงทำให้ผอมได้
2. อาหารของจุลินทรีย์คืออะไร
3. พืชใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมใดบ้าง
4. เหตุใดขณะสัตว์จำศีล จึงไม่ต้องกินอาหารเลย
5. รสชม หวาน และยางเหนียว ของพืชมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร

6. เมื่อท้องเสียเนื่องจากกินอาหารที่ปนเปื้อน หรือมีเชื้อโรค ถ้าไม่ได้รับการรักษาจากแพทย์อย่างถูกต้อง อาการป่วยจะกำเริบมากขึ้น จนถึงขั้นเสียชีวิตเป็นเพราะเหตุใด จงอธิบาย
7. วัคซีนกำจัดให้สุญพันธุ์ได้ยาก เพราะเหตุใด
8. มด ปลวก หนู คือ ศัตรูของมนุษย์ หากกำจัดให้หมดไป จะเกิดผลดีต่อธรรมชาติหรือไม่ เพราะเหตุใด
9. แม้ว่าจะมีมลพิษมาก แต่มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดก็เจริญได้ดี สำหรับบางชนิดเท่านั้นที่อาจตายไป เช่น น้ำเน่า หอยจะตายก่อนปลา ทั้งนี้เพราะเหตุใด
10. ดินและน้ำมีความสัมพันธ์กัน เช่น เมื่อเกิดมลพิษในดินบริเวณใด น้ำบริเวณนั้นก็จะมีมลพิษด้วย จงอธิบาย
11. เหตุใดพืชที่อยู่ในที่ร่มมีแสงน้อยจึงเติบโตช้า และให้ผลผลิตน้อย

II. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. ฮอร์โมนในพืชชั้นสูงที่สามารถนำมาใช้เกี่ยวกับการปรับปรุงผลผลิตของพืชเศรษฐกิจนั้นคือ
 1. แอมพิคillin
 2. เบต้าแคโรทีน
 3. ออกซิน
 4. เบนซิลิน
2. อวัยวะส่วนใดในมนุษย์ที่สามารถสร้างฮอร์โมนได้
 1. ตับ
 2. ตับอ่อน
 3. หัวใจ
 4. ถุงน้ำดี
3. มลพิษในอากาศเกิดจาก
 1. ความร้อน
 2. ลมแรง
 3. แสงอุลตราไวโอเลต
 4. สารตะกั่ว
4. การที่พืชมีหนามหรือเขี้ยวสัตว์มีพิษนั้น เพื่อ
 1. เป็นการป้องกันการถูกล่าเป็นอาหาร
 2. เป็นลักษณะทางกายภาพแสดงพันธุ์
 3. เป็นความสมดุลงของธรรมชาติ
 4. เป็นการสวดต่อการดำรงพันธุ์
5. พืชและสัตว์ถูกมนุษย์ปรับปรุงพันธุ์ เพื่อ
 1. ให้พืชและสัตว์นั้นมีลักษณะแปลก ๆ ออกไป
 2. ให้มีลักษณะตามความต้องการของมนุษย์
 3. พืชและสัตว์นั้นจะได้ไม่สูญพันธุ์
 4. แสดงให้เห็นว่ามนุษย์มีความสามารถมาก

6. สิ่งมีชีวิตที่ชอบอยู่อาศัยบนซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว เราเรียกว่า
1. holotroph
 2. saprophyte
 3. parasite
 4. autotroph
7. อาหารที่ให้พลังงานกับสิ่งมีชีวิตคือ
1. แป้ง, น้ำตาล, ไขมัน
 2. น้ำ, ไขมัน, เกลือแร่
 3. โปรตีน, ไขมัน, น้ำ
 4. วิตามิน, เกลือแร่, น้ำ
8. ไขมันเป็นอาหารที่เป็นสารอินทรีย์ ไขมันนี้สามารถสร้างได้ในสิ่งมีชีวิตโดยใช้อาหารประเภทใด
1. คาร์โบไฮเดรต
 2. โปรตีน
 3. สังเคราะห์เอง
 4. จุลินทรีย์
9. กระบวนการย่อยซากพืชและสัตว์ชั้นสุดท้ายนั้นจะได้อะไร
1. โปรตีน
 2. แร่ธาตุ
 3. แอลกอฮอล์
 4. สารผสม
10. มลพิษจากเสียงควรจะมาจากสถานที่เช่นใด
1. โรงเรียน
 2. โรงพยาบาล
 3. ถนนที่มีการจราจรคับคั่ง
 4. โรงภาพยนตร์
11. ปัจจัยใดในพืชที่เป็นตัวการในการสร้างสารประกอบอินทรีย์
1. แป้ง
 2. น้ำ
 3. แสงสว่าง
 4. คลอโรฟิลล์
12. การขยายพันธุ์ในพืชชั้นสูงเหมือนกับการขยายพันธุ์ในสัตว์ชั้นต่ำในแง่ใด
1. มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
 2. ไม่มีการกลายพันธุ์
 3. พ่อแม่พันธุ์จะมีเพศเดียวกัน
 4. การทำ meristem culture
13. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงพันธุ์ไม่ได้
1. การปรับตัวไม่ดี, การขยายพันธุ์ได้น้อย, ศัตรูรบกวน
 2. ศัตรูรบกวน, ไม่มีการกลายพันธุ์
 3. ไม่มีการกลายพันธุ์, สภาพดินฟ้าอากาศเลว
 4. สภาพดินฟ้าอากาศเลว, ถูกนำไปเป็นอาหารมาก
14. เมื่อพืชและสัตว์ถูกกำหนดลักษณะโดยมนุษย์ทำการคัดเลือก หรือผสมพันธุ์แล้ว จะทำให้พืชและสัตว์นั้น
1. มีการอยู่รอดได้ดีขึ้นกว่าเดิม
 2. สูญเสียประสิทธิภาพในการอยู่รอด
 3. มีลักษณะเด่นมากขึ้น
 4. สูญเสียลักษณะด้อย

15. สิ่งแวดล้อมที่มี ความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตนั้น ประกอบด้วย
1. อุณหภูมิ แสง อากาศ น้ำ ดิน เสียง และสิ่งมีชีวิต
 2. อุณหภูมิ แสง อากาศ น้ำ ดิน เสียง
 3. อุณหภูมิ แสง เสียง อากาศ และสิ่งมีชีวิต
 4. อุณหภูมิ แสง อากาศ ดิน น้ำ
16. มลพิษใดที่เกี่ยวข้องกัน โดยที่เมื่ออย่างหนึ่งเกิดขึ้น อีกอย่างหนึ่งก็ต้องเกิดขึ้นด้วย
1. อากาศ กับ เสียง
 2. ดิน กับ น้ำ
 3. อุณหภูมิ กับ เสียง
 4. น้ำ กับ อุณหภูมิ
17. ข้อใดถูกต้อง
1. ออกซิน คือ สารช่วยให้สัตว์ขยายพันธุ์ง่าย
 2. ฟีโรโมน คือ ฮอร์โมนในสัตว์
 3. เบาหวานเกี่ยวข้องกับไขมันในเลือด
 4. วิตามินที่ละลายในน้ำพืชสร้างไม่ได้
18. ในการอยู่ร่วมกันของพืชและสัตว์ต่าง ๆ ในแต่ละเขตของโลกซึ่งภูมิอากาศแตกต่างกันนั้น พฤติกรรมที่พืชและสัตว์จำเป็นต้องใช้ในการอยู่รอดคือ
1. การจำศีล
 2. การอพยพ
 3. การปรับตัว
 4. การกลายพันธุ์
19. อาหารเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต แต่ในยามที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดสภาพขาดแคลนอาหาร สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องอยู่รอดในสภาพขาดอาหารโดย
1. อยู่ในที่จำกัดโดยมีการหายใจต่ำและไม่เคลื่อนไหว
 2. หยุดการขยายพันธุ์
 3. ใช้อาหารสะสมในร่างกายให้มากที่สุด
 4. ใช้พลังงานจากส่วนอื่นที่ไม่ใช่อาหาร
20. สารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตที่นิยมใช้กับพืชแล้วทำให้พืชต้นเดี่ยว ทนแล้ง และยังทำให้ออกผลนอกฤดูกาล คือ
1. สารเร่งการเจริญเติบโต
 2. สารยับยั้งการเจริญเติบโต
 3. สารชะลอการเจริญเติบโต
 4. สารกำจัดเชื้อรา

เอกสารอ้างอิง

- เชาวน์ ชีโนรัช. ชีววิทยา กรุงเทพมหานคร: อมรการพิมพ์, 2529
- ปรีชา สุวรรณพินิจ. ชีววิทยา กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
- Bailey. L.H. **Manual Cultivated Plants Macmilland**, New York, 1949.
- Devlin, F.M. **Plant physiology** 3 ed. Litton Educational Publishing Inc.
New York, 1973.
- Starr, c. **Biology Today** 2 ed. CRM. Random House, New York, 1975.
- Steward, F.C. and Krikoria, A.C. **Plants Chemicals and Growth** Academic Press, New
York, 1971.
- Villee, C.A. **Biology** 7 ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 1977.
- Warren, C.E. **Biology and Pollution Control** W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1971.
- Weisz, P.B. **The Science of Biology** 4 ed. MC. Graw-Hill Publishing Company,
New york, 1971.