

เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติ

พิมพ์ครั้งที่ 2



สวทช.

ศช.8

0045

2544

ฉ.2



NSM



BRT

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

สวทช.
ศท. 8
0045
2544
ฉ. 2

เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติ

ISBN 974-7579-22-7

พิมพ์ครั้งที่ 2 (เมษายน 2544)

จำนวนพิมพ์ 5,000 เล่ม

เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติ



QR Code by
RFID Lab NECTEC, STKS

จัดพิมพ์โดย



ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

539/2 อาคารมหานครยิบซัม ชั้น 15

ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 642-5322-31 โทรสาร 248-8303 <http://www.biotec.or.th>

คำนำ

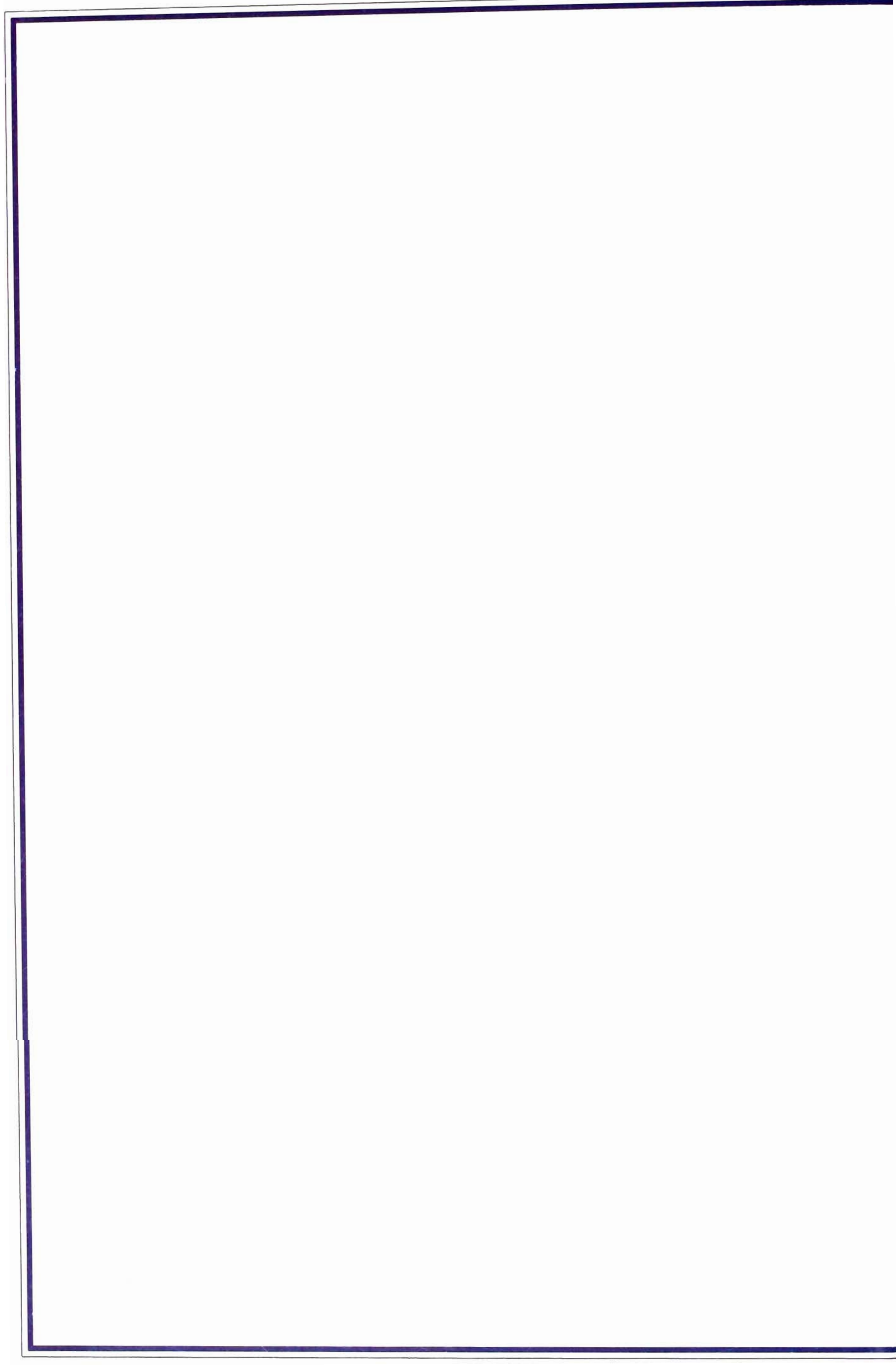
วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของคนเราเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะมองไปในทิศทางใด วิทยาศาสตร์จะเกี่ยวข้องในทุกๆ ด้าน เช่น การเดินทาง การติดต่อสื่อสาร หรือแม้แต่เสื้อผ้าที่เราสวมใส่อยู่ที่นี่ ก็เกิดจากกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน

ซึ่งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น สามารถเรียนรู้ได้จากสิ่งต่างๆ รอบตัวเราที่มีอยู่ในธรรมชาติ การเรียนรู้อาจเกิดได้จากการสังเกต การทดลอง หรือการศึกษาจากตำราวิชาการที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ดังนั้น ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ร่วมกับ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ได้จัดทำหนังสือ “เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติ” เพื่อให้ผู้ที่สนใจและเยาวชนของประเทศไทยมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยเริ่มจากธรรมชาติที่อยู่รอบตัว เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปในอนาคต

คณะผู้จัดทำ







สารบัญ

ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain)

ห่วงโซ่อาหาร	1
มาดูพืชสร้างอาหารกันดีกว่า	2
ปิรามิดพลังงาน	5
ความหลากหลายทางชีวภาพ	6

เห็ดรา...ก็งรัก

เห็ดราคืออะไร	7
รากับระบบนิเวศวิทยา	9
ประโยชน์ของรา	12
ราแมลง	14
การแพร่กระจายของราแมลง	16
การใช้ประโยชน์จากราแมลง	17

อิทธิพลของแสงอาทิตย์ต่อพืช

อิทธิพลของแสงอาทิตย์ต่อพืช	18
สรุปความรู้เรื่องแสง	25
การสังเคราะห์แสง	28





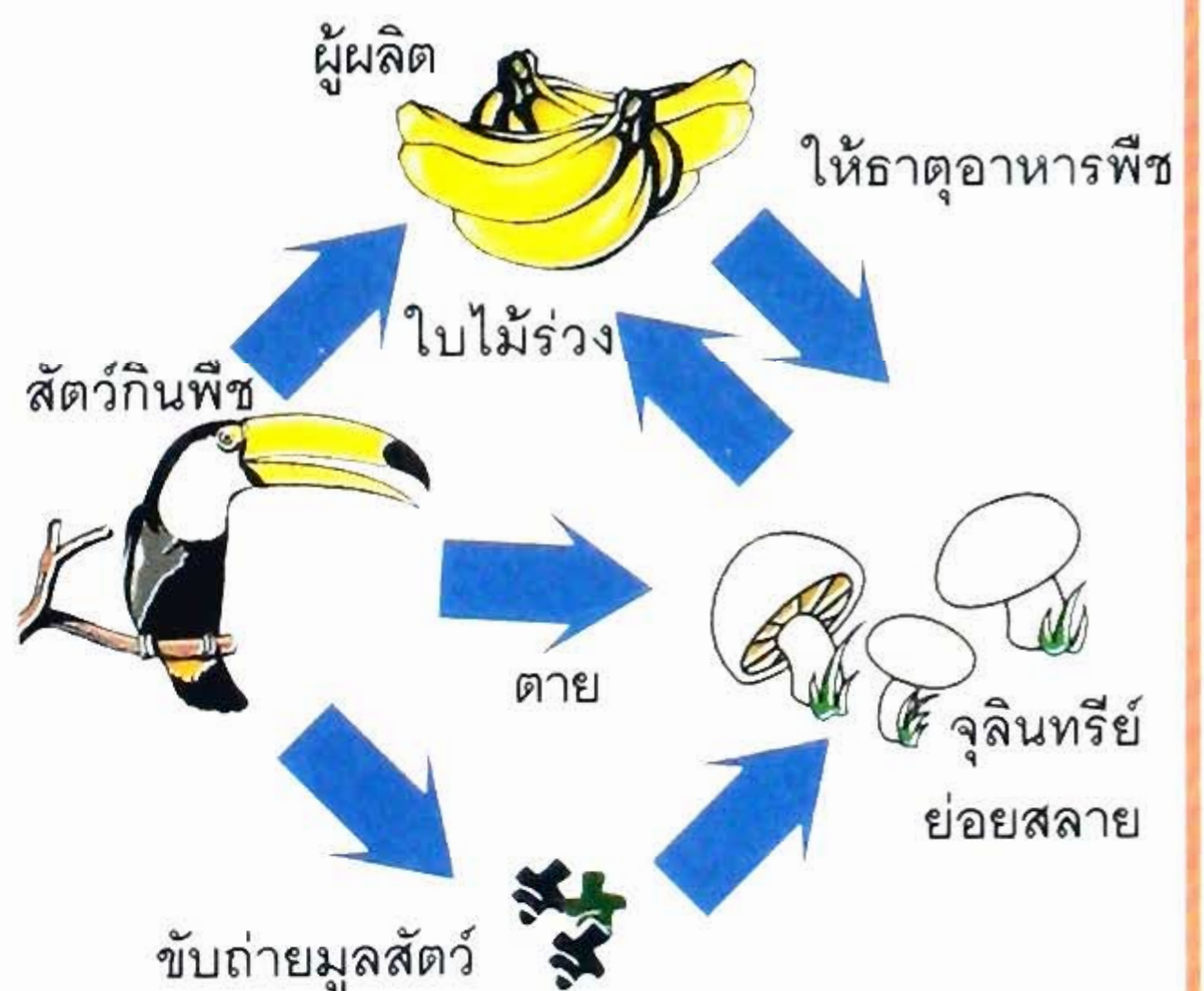
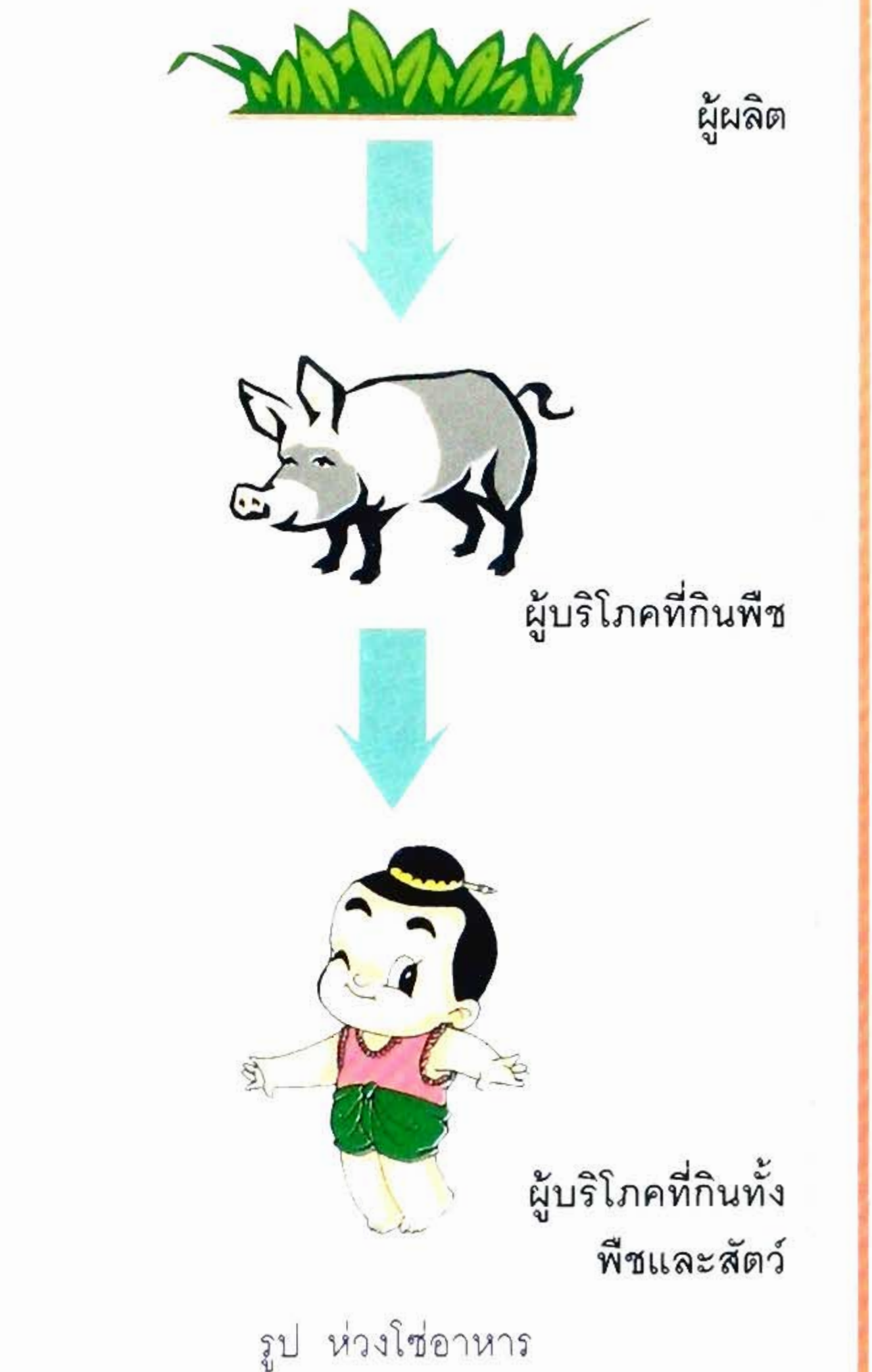
รูปแบบต่างๆ ของดอกเห็ด

ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain)

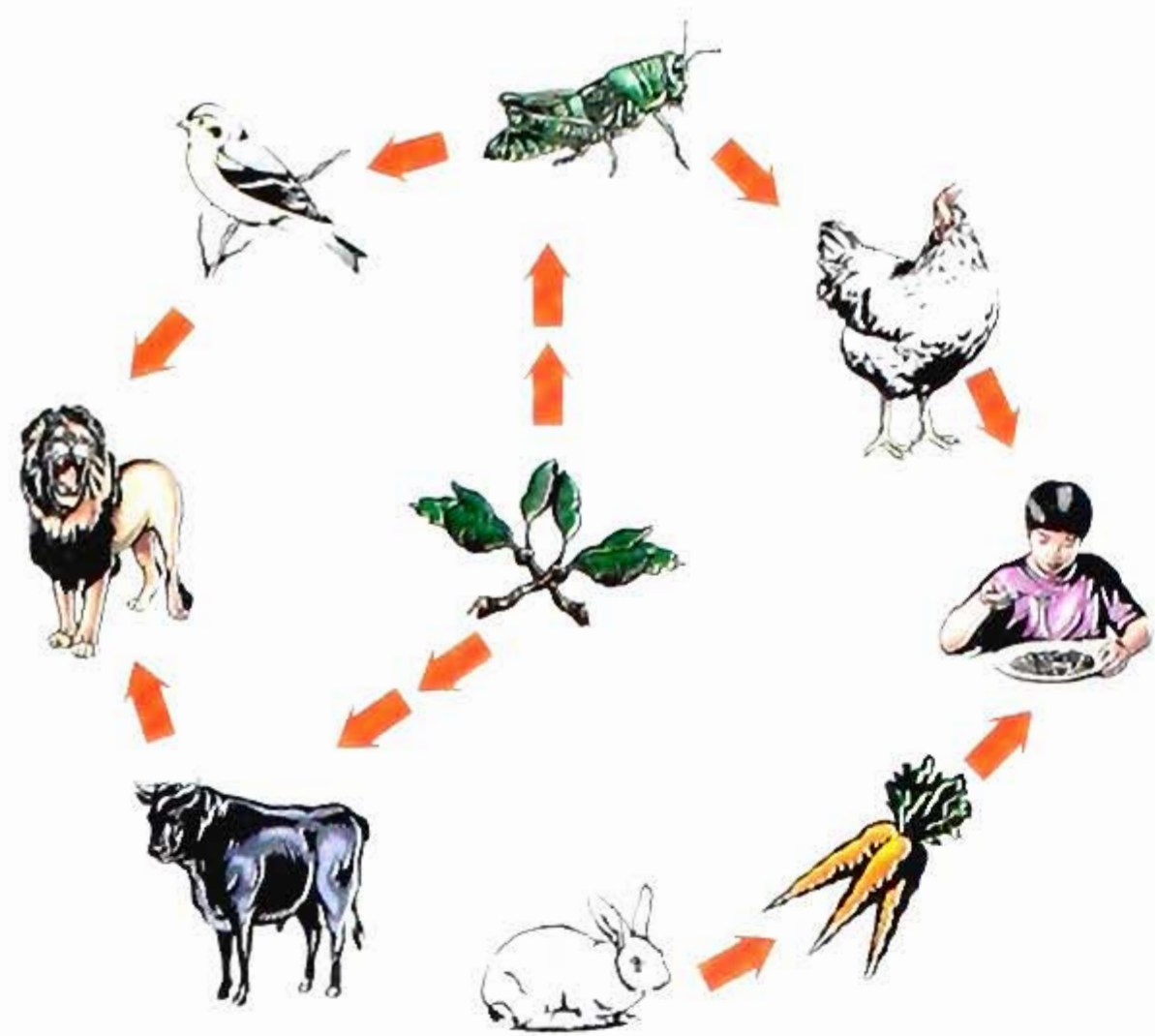
เราเคยสงสัยกันไหมว่า มนุษย์เรากินอาหารไปเพื่ออะไรและอาหารที่เรากินเข้าไปนั้นมีความเป็นมาอย่างไร เกิดขึ้นมาได้อย่างไร คำตอบแรกก็คงตอบได้ไม่ยาก เราต้องการอาหาร เพื่อให้ร่างกายได้พลังงานนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ได้ เช่น เดิน วิ่ง เขียนหนังสือ เป็นต้น และอาหารก็ทำให้เราเจริญเติบโตด้วย

การที่สิ่งมีชีวิตหนึ่ง ต้องกินสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งนั้น ทำให้สิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดเหล่านั้นต้องอยู่ร่วมกัน เกิดการถ่ายทอดพลังงานต่อกันเป็นทอดๆ เกิดเป็น **ห่วงโซ่อาหาร (Food chain)** ในห่วงโซ่อาหารหนึ่งๆ มีสิ่งมีชีวิตอยู่น้อยกว่า 6 ชนิด ถ้าเราไปศึกษาระบบนิเวศต่างๆ เช่น ในทุ่งหญ้า ป่าเขตร้อน หรือในสระน้ำ เราจะพบว่าในระบบนิเวศเหล่านี้มีหลายห่วงโซ่อาหาร เมื่อมองต่อไปเราจะพบว่าสิ่งมีชีวิตในอีกห่วงโซ่อาหารหนึ่งอาจไปกินสิ่งมีชีวิตในอีกห่วงโซ่อาหารหนึ่งได้ ทำให้ห่วงโซ่อาหารต่างๆ มีความเชื่อมโยงกันอย่างสลับซับซ้อน เกิดเป็น **สายใยอาหาร (Food web)** ในสายใยอาหารอาจมีสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1,000 ชนิด เนื่องจากสิ่งมีชีวิตในแต่ละห่วงโซ่อาหารมีความเกี่ยวเนื่องกัน ลองนึกดูซิว่าถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งถูกทำลาย จะเกิดอะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิตที่เหลืออยู่

จุดกำเนิดแรกของห่วงโซ่อาหารคือ **ผู้สร้าง (Producer)** หรือ **ผู้ผลิตอาหาร**



รูป ความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์



รูป สายใยอาหาร

ซึ่งก็คือพืชสีเขียว หรือสาหร่ายนั่นเอง ผู้ที่กินผู้สร้างเรียกว่า **ผู้บริโภค (Consumer)** ซึ่งมีหลายระดับ เช่น ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง อันดับสอง หรืออันดับสาม เป็นต้น สิ่งมีชีวิตนี้อาจเป็นผู้บริโภคได้หลายระดับขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สิ่งมีชีวิตนั้นกิน เช่น ถ้าคนกินถั่ว คนเป็นผู้บริโภคอันดับหนึ่ง แต่ถ้าวัวกินถั่วแล้วคนกินเนื้อวัว วัวจะเป็นผู้บริโภคอันดับหนึ่งคนเป็นผู้บริโภคอันดับสอง



รูป เห็ดขึ้นบนมูลสัตว์

ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหารเรียกว่า **Herbivore** ถือเป็นผู้บริโภคอันดับหนึ่ง ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร เรียกว่า **Carnivore** ซึ่งเป็นผู้บริโภคตั้งแต่ระดับที่ 2 ลงไป ผู้บริโภคอีกพวกหนึ่งกินทั้งพืชและสัตว์ เช่น มนุษย์ พวกนี้เรียกว่า **Omnivore**

ห่วงโซ่อาหารมี 2 แบบ แบบที่หนึ่งเริ่มจากพืชไปยังสัตว์กินพืช และสัตว์กินสัตว์ ส่วนอีกแบบหนึ่งเริ่มจากสิ่งมีชีวิตที่ตายลงเป็นซากพืช ซากสัตว์ มูลสัตว์ จะถูกย่อยสลายโดย **ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)** เช่น ไส้เดือน และจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ด รา ธรรมชาติได้สร้างผู้ย่อยสลายเพื่อปิดวงจรให้อาหารหมุนเวียนไปไม่รู้จบ ส่วนซากพืช ซากสัตว์ ที่ถูกย่อยสลายจะให้ธาตุอาหาร เช่น แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสกลับลงไปในดิน เพื่อเป็นอาหารของพืช แล้วกลับเข้าไปในห่วงโซ่อาหารแรกหมุนเวียนต่อไปไม่รู้จบ 🐛



รูป เห็ดขึ้นบนซากใบไม้

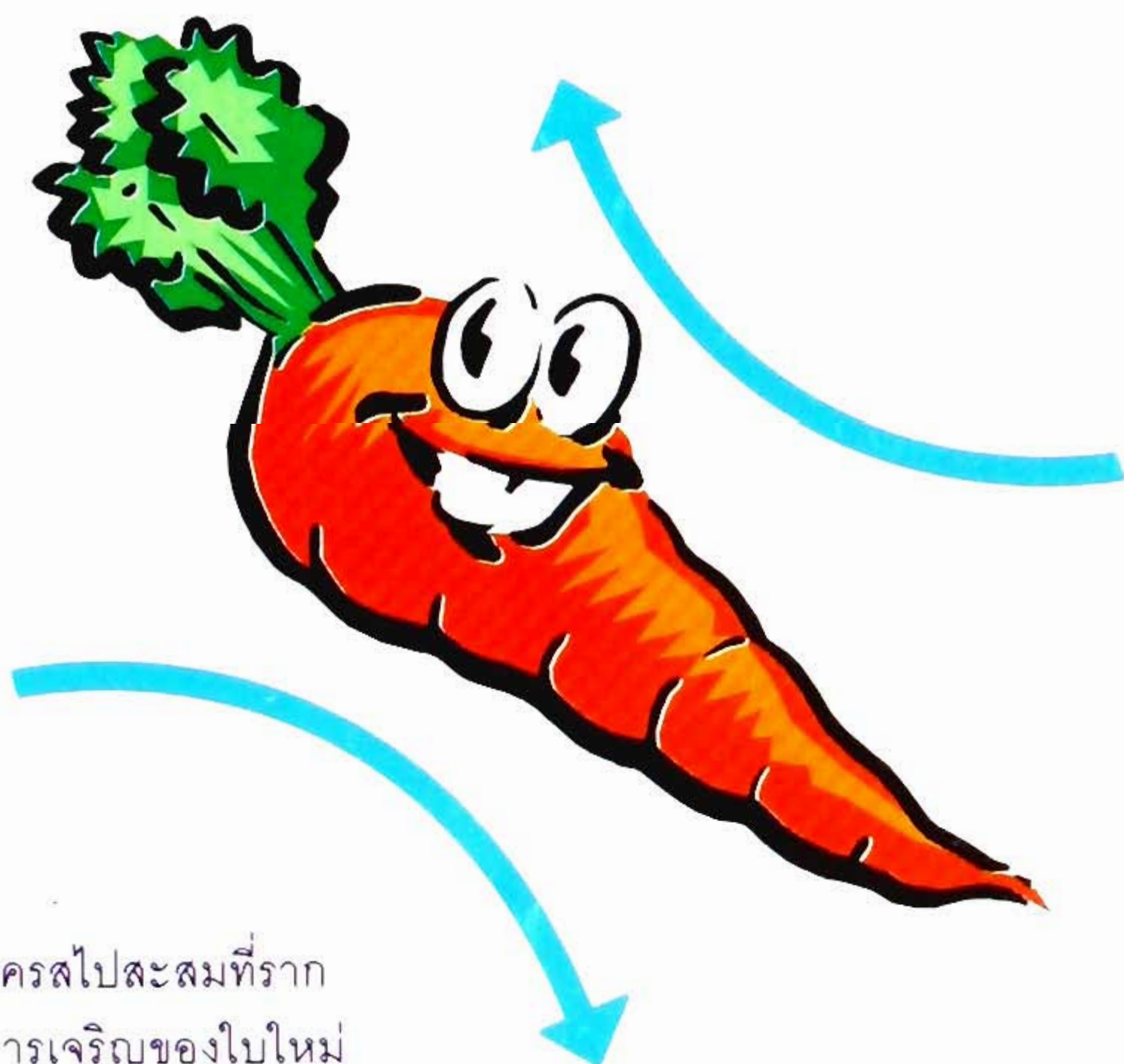
มาดูพืชสร้างอาหารกันดีกว่า

พืชต่างจากคนและสัตว์ตรงที่ไม่ต้องเสาะหาอาหารกิน เพราะพืชสามารถรับพลังงานโดยตรงจากแสงอาทิตย์ โดยพืชใช้คลอโรฟิลล์ที่อยู่ในใบ จับพลังงานจากแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี เพื่อใช้ในการสร้างน้ำตาลกลูโคสจากน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ กระบวนการนี้เรียกว่า **การสังเคราะห์แสง** การสังเคราะห์แสงนี้นอกจากจะได้กลูโคสแล้วยังได้ก๊าซออกซิเจน ซึ่งพืชจะคายออกไปในอากาศ

ถึงตอนนี้พวกเราต้องจำไว้ให้ดีว่า พลังงานจากแสงอาทิตย์ถูกเปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานเคมี ที่เก็บสะสมไว้ในน้ำตาลในพืช ลองนึกดูง่ายๆ ก็ได้ว่าพืชมีพลังงานเก็บไว้อย่างไร ลองเอาไม้มาท่อนหนึ่งแล้วโยนลงไปในกองไฟ เมื่อไม้ลุกไหม้จะให้ความร้อน



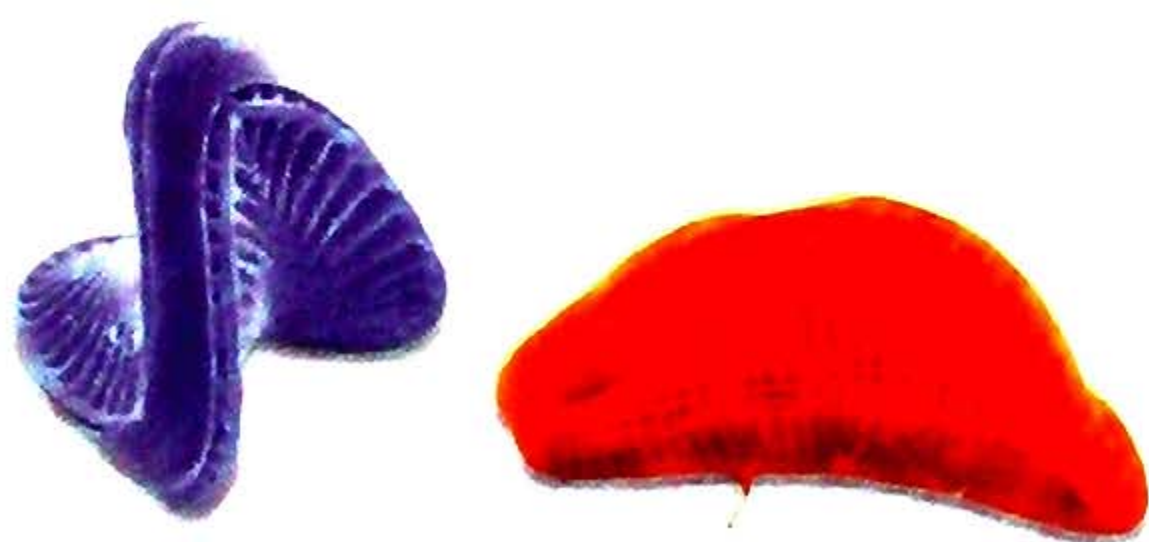
รูป การสังเคราะห์แสงของพืช



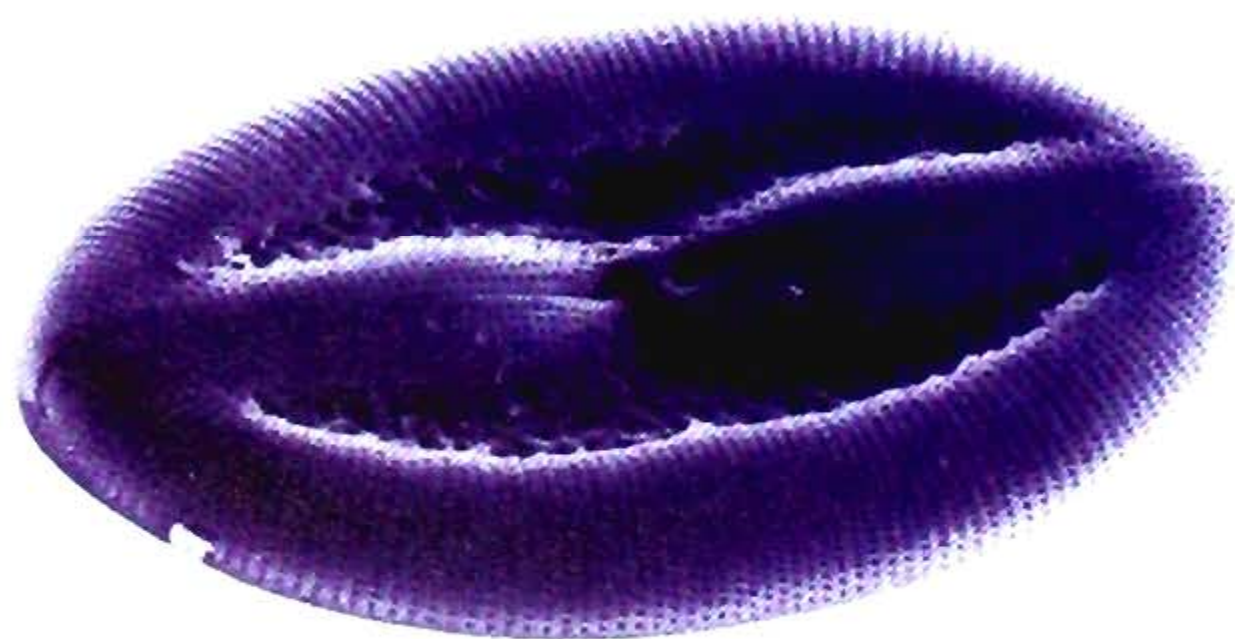
รูป แครอทลำเลียงซูโครสไปสะสมที่ราก และนำกลับมาใช้เพื่อการเจริญของใบใหม่

ออกมา เนื่องจากน้ำตาลหรือสารที่สะสมถูก
แตกสลาย ปล่อยพลังงานในรูปความร้อน
และได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
กลูโคสที่ถูกสร้างขึ้นทีไ่บซึ่งมักจะถูกเปลี่ยน
เป็นน้ำตาลอีกชนิดหนึ่งก่อนเรียกว่า **ซูโครส**
(น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลในอ้อย) จะถูก
ลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อนำไปใช้
งาน

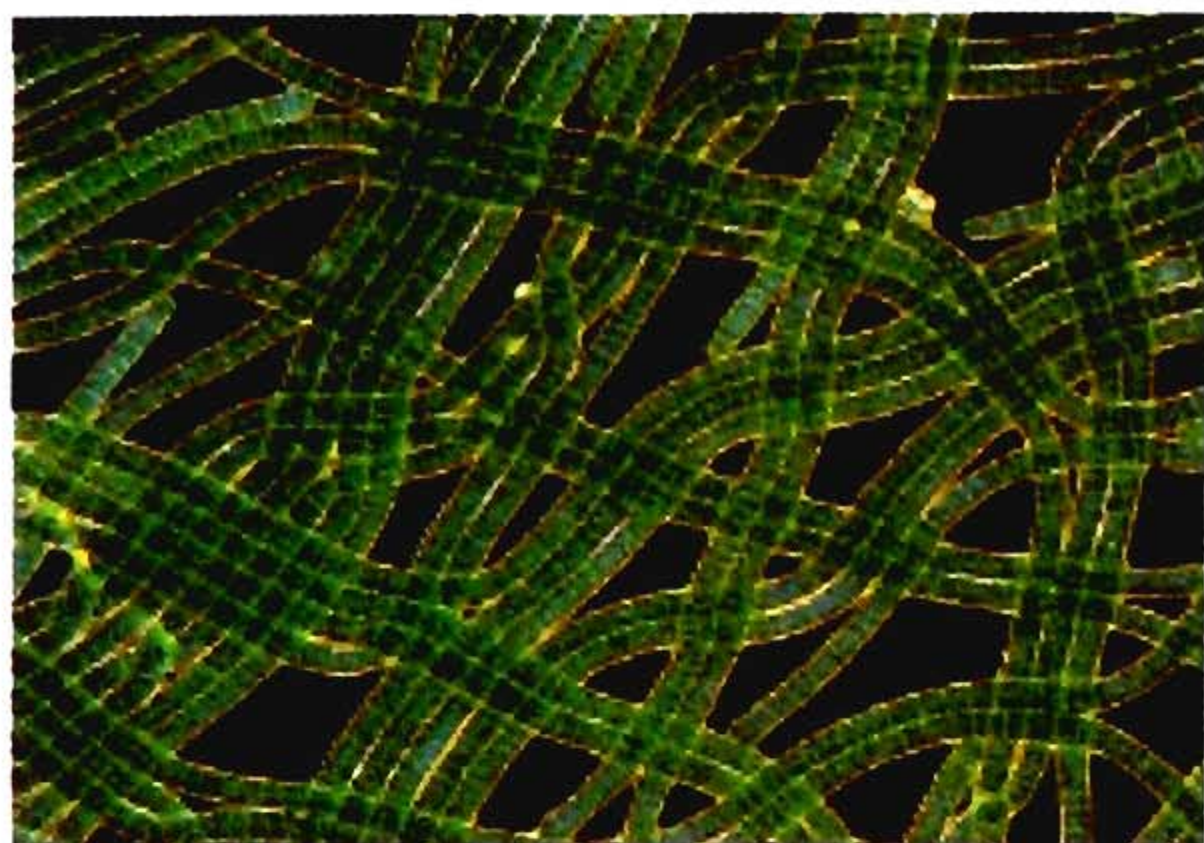
สิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานตลอดเวลา ในตอนกลางคืนเมื่อไม่มีแสงอาทิตย์
พืชเอาพลังงานมาจากไหน พืชใช้อาหารที่
สร้างขึ้นไว้และเก็บสะสมไว้มาใช้โดยใช้ในรูป
ของกลูโคส การย่อยสลายกลูโคสมีคาร์บอน-
ไดออกไซด์เกิดขึ้น



ไดอะตอมชนิดต่างๆ



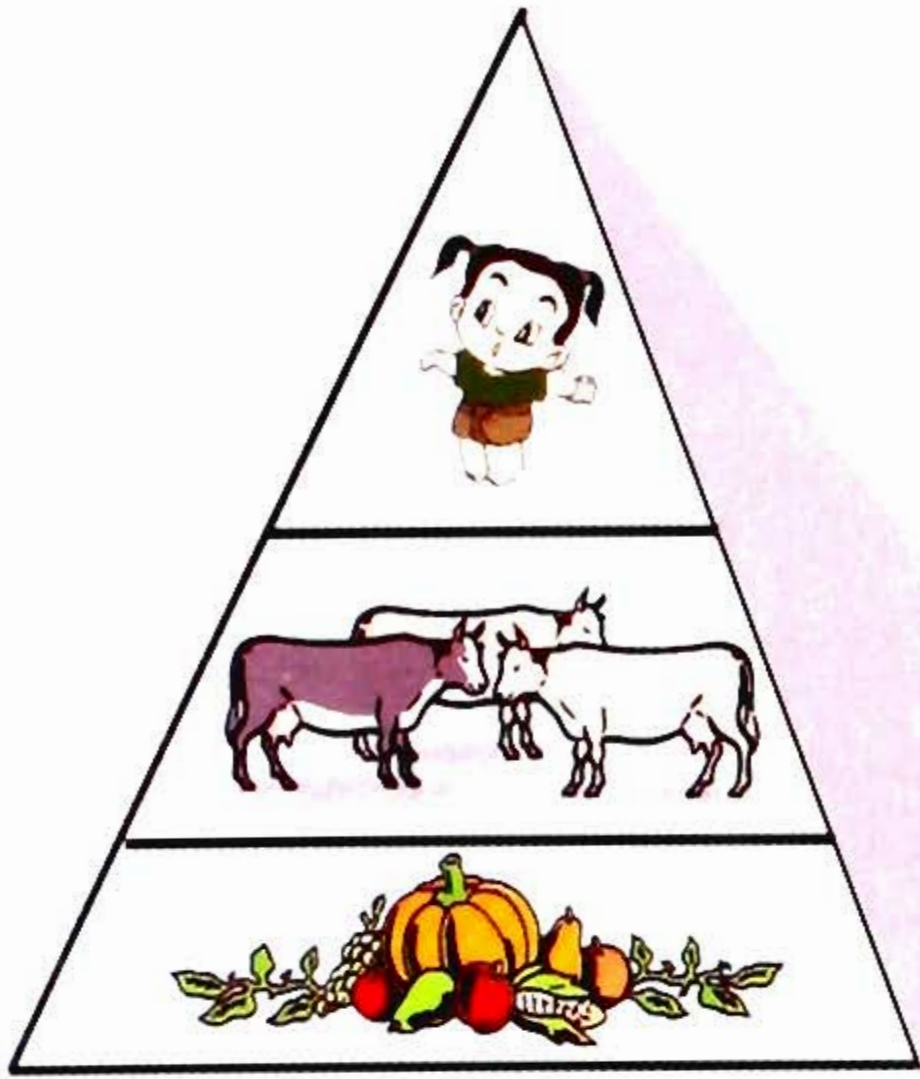
รูป ไฟโตแพลงตอน เช่น ไชยาโนแบคทีเรีย และ ไดอะตอม
เป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำสังเคราะห์แสงได้



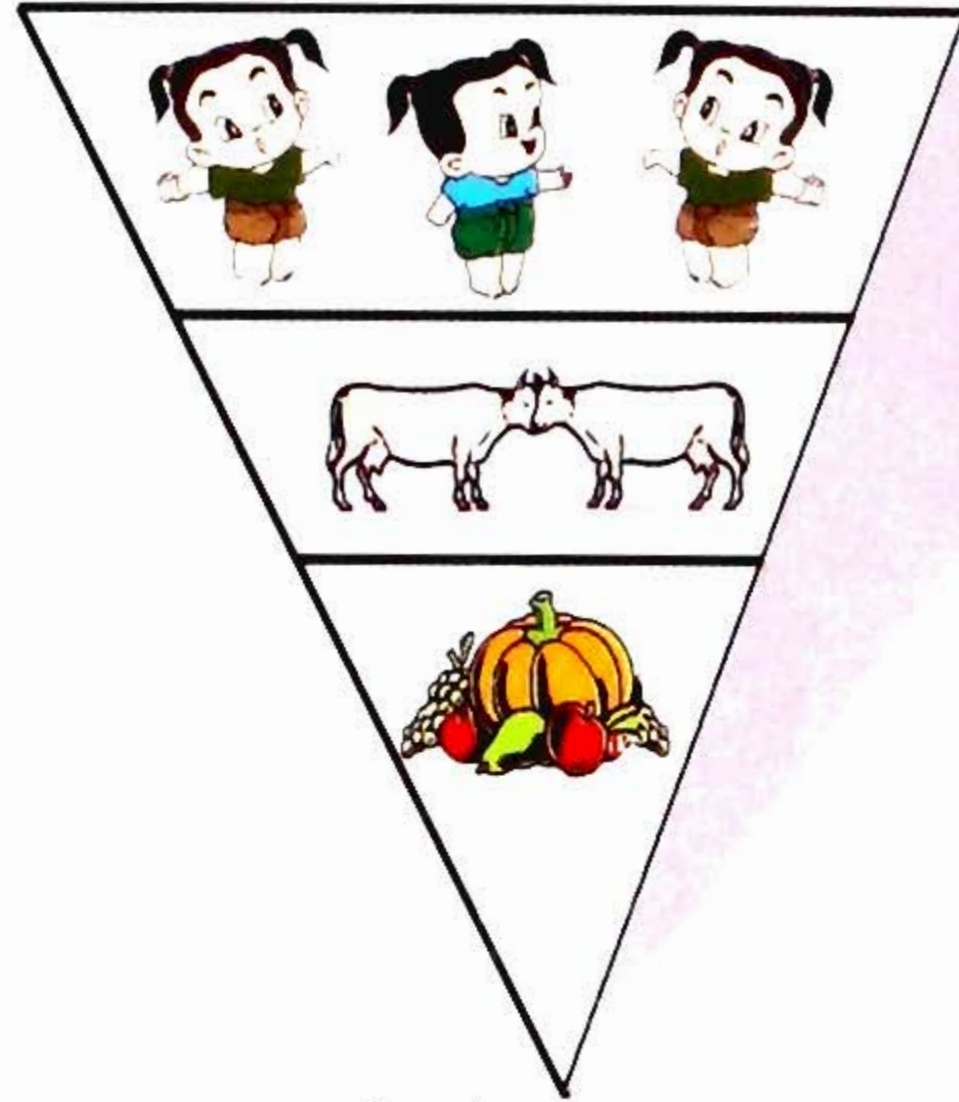
รูป ไชยาโนแบคทีเรีย Oscillatoria

จะเห็นได้ว่าพืชสร้างอาหารขึ้นก็
เพื่อเอาพลังงานไปใช้ อาหารที่เหลือก็จะถูก
สะสมเก็บไว้ อาหารสะสมนี้อาจอยู่ในรูปของ
น้ำตาล เช่น ในอ้อย หรือเปลี่ยนเป็นแป้ง
เช่น ในหัวมัน หรือในเมล็ดข้าว หรือน้ำมัน
เช่น ละหุ่ง ส่วนประกอบสำคัญอีกอย่างคือ
กลูโคสจะถูกนำไปใช้สร้าง**เซลลูโลส** ซึ่งเป็น
ส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืชที่สร้าง
ความแข็งแรงให้กับพืช 🐛

ยังมีสิ่งมีชีวิตตัวเล็กๆ อีกชนิดที่สังเคราะห์แสง
ได้ เช่น แบคทีเรียสังเคราะห์แสง ไชยาโน
แบคทีเรีย และ สาหร่ายสีเขียว สิ่งมีชีวิตตัว
เล็กๆ ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำและสังเคราะห์แสง
ได้เราเรียกว่า **ไฟโตแพลงตอน** สิ่งมีชีวิตเหล่านี้
ต้องการแสง เราจึงมักพบล่องลอยอยู่
บริเวณใกล้ๆ ผิวหน้าที่แสงส่องลงไปถึง



รูปปิรามิดพลังงาน



จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อผู้บริโภคมีจำนวนมากขึ้น?

ปิรามิดพลังงาน

จากอาหารในพืช พลังงานในพืชจะถูกถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการถ่ายทอดพลังงาน พลังงานจะสูญเสียไปเรื่อยๆ นั่นก็หมายความว่าพื้นฐานของห่วงโซ่อาหารมีพลังงานสูงสุด และมีจำนวนของผู้สร้างมากที่สุด และเมื่อระดับสูงขึ้นผู้บริโภคระดับต่างๆ จะมีจำนวนน้อยลง จึงทำให้เกิดความสมดุลอยู่ได้ ลองนึกดูซิว่าถ้าส่วนบนของปิรามิดมีจำนวนผู้บริโภค (Consumer) มากกว่าผู้บริโภคล่างหรือผู้ผลิตข้างล่างจะเกิดอะไรขึ้น

แม้ว่าขั้นตอนการถ่ายทอดที่มากขึ้น ทำให้มีการสูญเสียพลังงานมากขึ้น แต่บางครั้งมนุษย์ก็ไม่อาจหลีกเลี่ยงให้มีการสูญเสียได้ เช่น เมื่อวัวกินหญ้าไป 450 กิโลกรัม หญ้าเพียง 45 กิโลกรัม เท่านั้นที่ถูกเปลี่ยนเป็นเนื้อวัวและนม เมื่อวัวนี้ไปถึงคน สิ่งที่ได้จากวัวเทียบกับหญ้าเพียง 0.75 กิโลกรัม

ในกรณีนี้ถ้าคนกินหญ้าโดยตรงได้ ก็จะมีประสิทธิภาพดีกว่ากินวัว แต่คนเราไม่สามารถกินหญ้าได้ เพราะไม่สามารถย่อยหญ้าได้เหมือนวัวซึ่งมีกระเพาะถึง 4 กระเพาะ และในกระเพาะมีจุลินทรีย์ที่จะย่อยสลายหญ้า ซึ่งเป็นเซลลูโลสให้เป็นกรดไขมันโมเลกุลเล็กๆ ซึมผ่านกระเพาะวัวเพื่อไปเป็นอาหารต่อไป 🐄



เมื่อวัวหรือควายกินหญ้า ในกระเพาะของสัตว์เหล่านี้จะเกิดการย่อยเซลลูโลสในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน นอกจากจะได้กรดอินทรีย์ ซึ่งจะซึมผ่านกระเพาะวัวเพื่อนำไปใช้เป็นพลังงานแล้วยังได้ก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งวัวจะขับถ่ายออกมา เราสามารถนำมูลวัวมาผลิตก๊าซมีเทน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

ความหลากหลายทางชีวภาพ

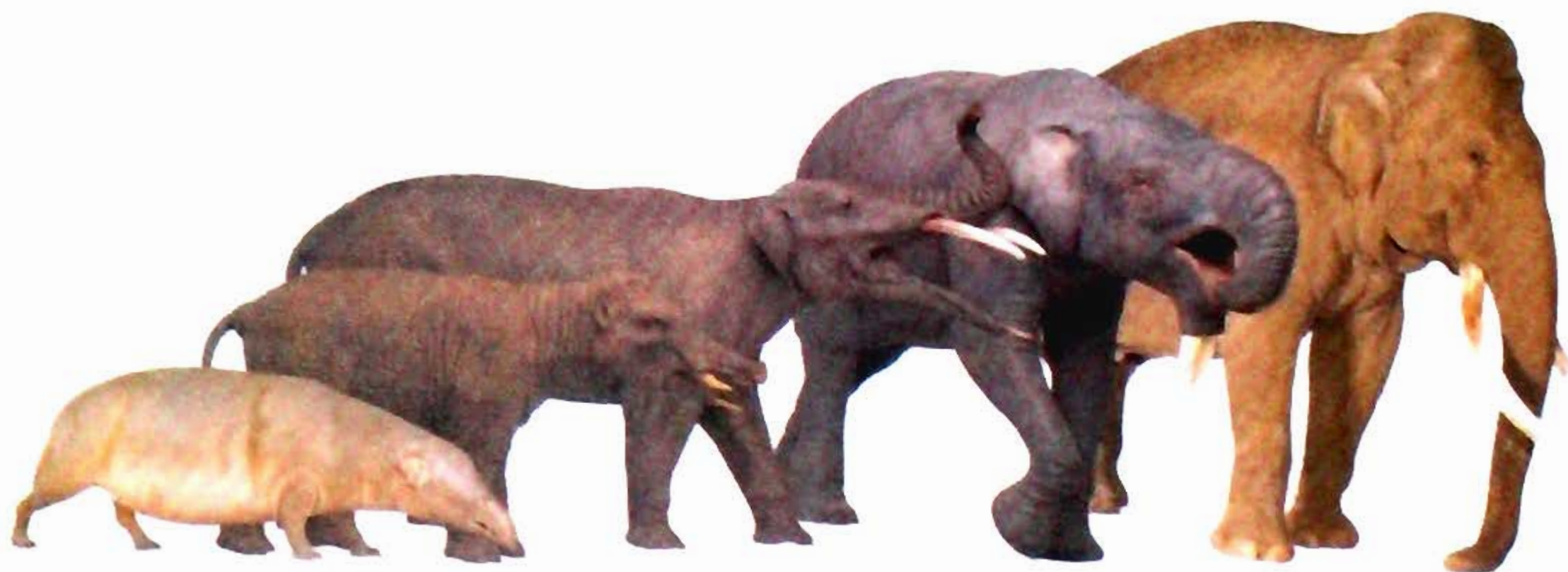
ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตจากทุกระบบนิเวศ ทั้งระบบนิเวศบนบก และระบบนิเวศในน้ำ ตลอดจนความซับซ้อนทางนิเวศของระบบนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายของพันธุ์-กรรม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ ซึ่งความหลากหลายทั้ง 3 อย่างนี้มีความเกี่ยวข้องกัน เนื่องจากเหตุผลที่ว่า การที่สิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตอยู่ได้ก็ต้องพึ่งพาสิ่งมีชีวิตรวมทั้งสิ่งไม่มีชีวิตอื่นๆ ในรูปของสายใยอาหาร และพลังงานที่อยู่ในระบบนิเวศนั่นเอง

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่เราเห็นอยู่ทุกวันนี้ เป็นผลมาจากความสามารถในการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ที่ต้องปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมในส่วนต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นระยะเวลาหลายพันปี และยังคงจะเปลี่ยนแปลงต่อไปเรื่อยๆ ตราบเท่าที่ยังมีสิ่งมีชีวิตอยู่

ในระบบนิเวศต่างๆ จะมีจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่

กับปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณแสงอาทิตย์ และปริมาณฝน เป็นต้น เพราะปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อปริมาณการผลิตของพืช ซึ่งเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในห่วงโซ่อาหารต่อไป

มนุษย์ไม่เพียงแต่ได้รับประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพเฉพาะในเรื่องของปัจจัยสี่เท่านั้น แต่ประโยชน์นั้นยังรวมไปถึงการรักษาสภาพแวดล้อม การพักผ่อนหย่อนใจ การศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ความรู้ รวมถึงการสร้างวัฒนธรรมที่มักจะรับอิทธิพลมาจากสิ่งแวดล้อมอยู่มาก ฉะนั้นประโยชน์ของความหลากหลายทางธรรมชาติที่มีต่อมนุษย์นั้นประมาณค่ามิได้ ถ้าความหลากหลายทางธรรมชาติมีความซับซ้อนมาก สิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์ก็也将มีความยืดหยุ่นและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้มากขึ้น ฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่ของเราทุกคน ที่จะต้องพยายามที่จะรักษาความหลากหลายทางธรรมชาติให้คงอยู่ต่อไป 🐘



เห็ดรา...ที่น่ารัก

เห็ดราคืออะไร

รา หรือ ฟังไจ (Fungi) เป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งที่ไม่ใช่ทั้งพืชและสัตว์ ยีสต์ที่ทำให้ขนมปังขึ้นฟู หรือใช้ทำเบียร์ ไวน์ เห็ดที่ขึ้นอยู่ตามป่าหรือที่เพาะเลี้ยงอยู่ในถุง จัดเป็นราจำพวกหนึ่ง เนื่องจากราไม่มีคลอโรฟิลล์แบบพืชจึงสร้างอาหารเองไม่ได้ ราช่วนใหญ่ดำรงชีวิตโดยปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น ซากพืช หรือ สัตว์ที่ตายแล้ว ทำให้ได้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่มีประโยชน์กลับสู่ธรรมชาติเป็นอาหารของพืชต่อไป จึงนับว่าเรามีประโยชน์ต่อระบบนิเวศวิทยาของเรา แต่ถ้าราไปขึ้นอยู่บนอาหารของเรา เช่น ราดำ หรือราเขียวที่ขึ้นอยู่บนขนมปัง ทำให้อาหารบูดเสียได้ ราบางอย่างเบียดเบียนสิ่งมีชีวิตอื่นโดยทำ

ให้เกิดโรค เช่น เชื้อราโรคแมลง เชื้อราโรคพืช และเชื้อราโรคผิวหนังของคน เป็นต้น

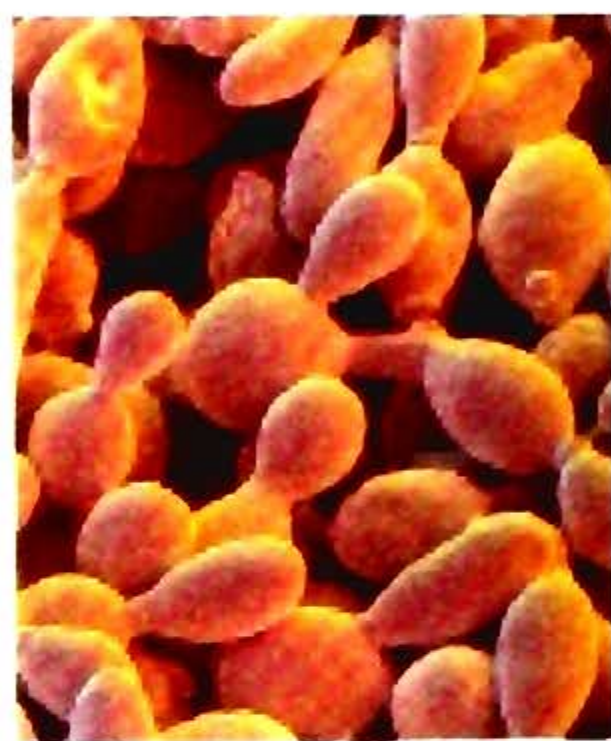
ยีสต์เป็นราพวกหนึ่งแต่เป็นรายีสต์ที่มีเซลล์เดียว รูปร่างกลมหรือรูปไข่ ส่วนราอื่นๆ และเห็ด มักมีลักษณะเป็นเส้นใยที่เป็นเซลล์หลายเซลล์ต่อกัน และแตกกิ่งก้านสาขาออกไปเส้นใยเหล่านี้เรียกว่า ไฮฟี (Hyphae) กลุ่มของไฮฟีที่รวมตัวกันอย่างหลวมๆ เรียกว่า ไมซีเลียม (Mycelium)



เรามีการสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ ซึ่งมีทั้งสปอร์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (Asexual spore) และแบบใช้เพศ (Sexual spore) ประมาณกันว่าในโลกเรานี้จะมีราอยู่ประมาณ 1.5 ล้านชนิด แต่ขณะนี้มีการค้นพบแล้วเพียง 70,000 ชนิด ในประเทศไทยเองมีรายงานค้นพบเพียง 1,500 ชนิด จึงยังมีราเหลืออีกจำนวนมากที่รอพวกเราศึกษา แต่ทุกวันนี้พื้นที่ป่าถูกบุกรุกทำลายลงไปมาก ถ้าพวกเราไม่รีบศึกษาและช่วยกันอนุรักษ์พื้นที่ป่า เราก็คงสูญเสยราที่มีประโยชน์ไปได้ ที่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ มีการศึกษาและรวบรวมสายพันธุ์ราไว้หลายชนิด เป็นต้นว่า ราน้ำ ราที่ขึ้นบนเมล็ดพืช ราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลง หรือราที่แยกมาจากดิน รียบางชนิดเราสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น เห็ด หรือราที่ขึ้นอยู่บนขนมปัง หรือราที่ขึ้นอยู่ตามขอบตู้เย็น (ราสีดำ)

รียบางอย่างที่อยู่ในดินซึ่งอาจอยู่ในรูปของสปอร์เรามักมองไม่เห็น ถ้านำดินที่มีสปอร์อยู่มาละลายน้ำแล้วเอาน้ำที่มีสปอร์นั้นมาหยดลงบนวุ้นที่เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ

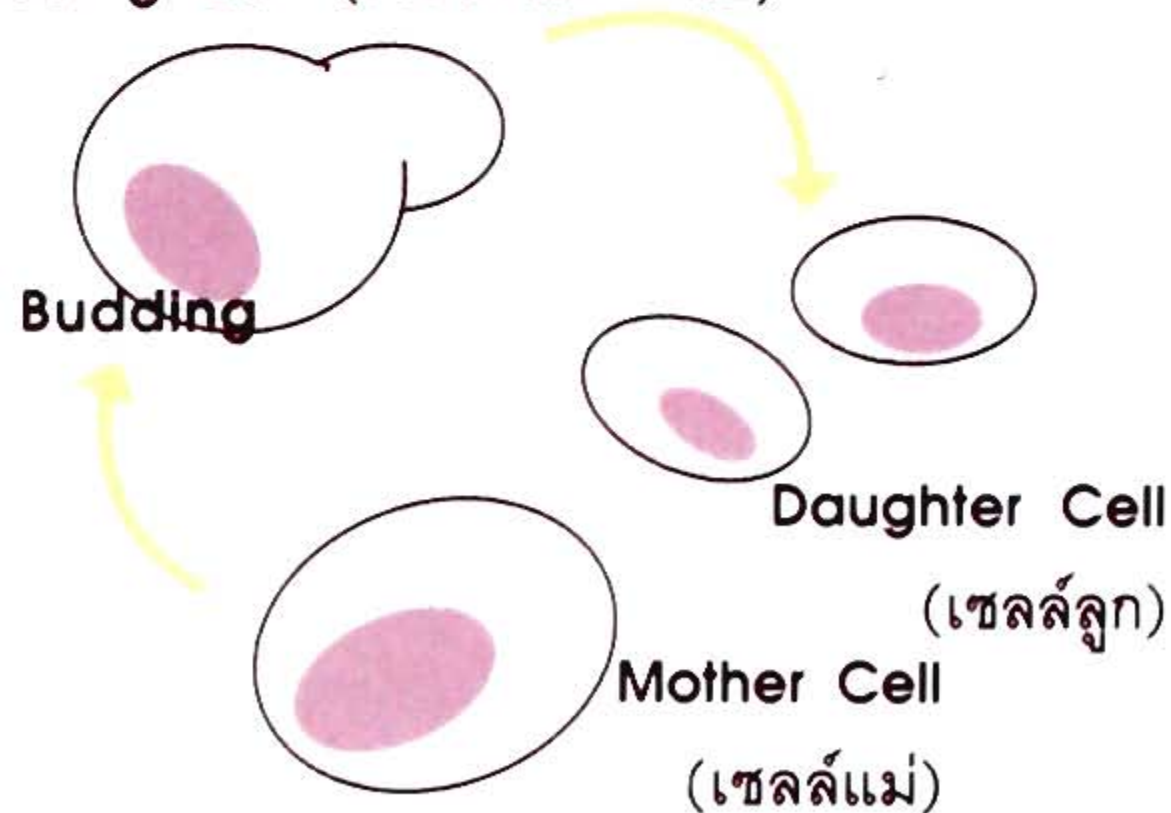
แล้วบ่มไว้สัก 2-3 วัน ก็จะเห็นเส้นใยขึ้นเต็ม ซึ่งถ้าทิ้งไว้ต่อมาอาจเห็นเส้นใยมีการสร้างสปอร์สีต่างๆ ขึ้นมาได้ ถ้าเราเขี่ยเอาสปอร์ที่มีสีเหล่านี้ไปใส่ในวุ้นใหม่แล้วบ่มต่อ ก็จะเห็นเส้นใยงอกออกมาจากสปอร์เหล่านี้



รูป การเพิ่มจำนวนของเซลล์ยีสต์โดยการแตกหน่อ

รูป Asexual Spore

Budding cell (เซลล์ที่แตกหน่อ)



รูป เซลล์ยีสต์ที่อยู่ในระยะแตกหน่อ



รูป *Holtermannia* sp. เป็นเห็ดวุ้นที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนแผ่นของเห็ดย่อยสลายเนื้อไม้ (wood rot fungus) ที่ขึ้นอยู่บนขอนไม้ ดังนั้นเราอาจพบเชื้อราที่ขึ้นอยู่บนเชื้อราอีกทีหนึ่ง

รากับระบบนิเวศวิทยา

รา มีอยู่ทุกหนทุกแห่งไม่ว่าในดิน ในน้ำ บนซากพืช ซากสัตว์ ในอากาศ หรือแม้แต่บนตัวเรา ราชอบอยู่ในที่ชื้นๆ หรือที่อับ ดังนั้นถ้าใครไม่อยากจะเชื้อราขึ้นตามรองเท้า ที่เปียกชื้นหรือที่เสื่อผ้า ก็ต้องหมั่นนำรองเท้า หรือเสื่อผ้ามาผึ่งแดด

ถ้าเราเดินไปตามป่าหรือในสวนที่มีเศษใบไม้ กิ่งไม้ผุๆ หรือกองมูลสัตว์ เราจะพบเส้นใยสีขาวของราขึ้นอยู่ หรืออาจพบดอกเห็ดทั้งเล็กหรือใหญ่ ราที่ขึ้นอยู่บนซากผุพังของพืชหรือสัตว์ที่ตายแล้ว หรือที่อยู่ในดินจะทำหน้าที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ จึงถูกเรียกว่า **ผู้ย่อยสลาย** หรือมีการดำรงชีวิตเป็นแบบ **Saprophyte** ราพวกนี้จะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ หรือสารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น เซลลูโลสที่เป็นส่วนประกอบของซากพืช ซากสัตว์ หรือแป้งที่อยู่ในเมล็ดพืช ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าไปในเส้นใยของรา เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป **ผู้ย่อยสลาย** นี้จะช่วยย่อยสลายของเสียที่เกิดจากฝีมือมนุษย์หรือซากพืชซากสัตว์ เพื่อให้ธาตุอาหารกลับคืนสู่ธรรมชาติอีกครั้งหนึ่ง ถ้าเราต้องการเลี้ยงรา เราสามารถเลี้ยงได้บนวัสดุที่มีอาหารต่างๆ เช่น น้ำตาลกลูโคส มันฝรั่งบด ข้าว หรือน้ำเนื้อต้ม การเลือกชนิดอาหารขึ้นอยู่กับราแต่ละชนิด

“ผู้ย่อยสลาย” มักขึ้นอยู่บนซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว แต่มีราหลายชนิดเจริญและอาศัยอยู่บนสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่ และทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเป็นโรคและตายลง เช่น ราที่ขึ้นบนพืชทำให้เกิดโรคพืช ราที่ขึ้นบนแมลง ราที่ขึ้นบนคนและสัตว์ ราพวกนี้



รูป อาการใบไหม้ของพืชที่เกิดจากเชื้อรา



รูป Cordyceps Prolifica ราที่เป็นปรสิตกับแมลง

ดำรงชีวิตแบบที่เรียกว่า **ปรสิต** หรือ **ตัวเบียน (Parasite)** ราเหล่านี้จะย่อยสลายเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นดูดซึมเป็นอาหาร และอาจปล่อยสารเป็นพิษที่เกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในตัวราออกมา ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นแสดงอาการผิดปกติที่เราเรียกว่า **เป็นโรค** เช่น อาการใบไหม้ รากเน่าโคนเน่าในพืช อาการกลากเกลื้อนในคนและสัตว์ และโรคในแมลง เป็นต้น



รูป โลเคนเจริญอยู่บนลำต้นต้นไม้ ด้วยความที่มีความไวต่อมลพิษ เราจึงไม่เห็นโลเคนในเมือง

ราบางชนิดอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย ในทางตรงกันข้าม กลับพึ่งพาซึ่งกันและกัน ซึ่งเราเรียกว่า **ซิมไบโอซิส (Symbiosis)** เช่น โลเคนที่เราได้ยินบ่อยๆ ความจริงคือ ราและสาหร่ายอยู่ร่วมกัน (สาหร่ายมีทั้งสาหร่ายสีเขียว หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) โดยสาหร่ายจะอยู่ได้ชั้นของรา เนื่องจากสาหร่ายสังเคราะห์แสงได้จะให้น้ำตาลที่ได้จากการสร้างอาหารของมันแก่รา ราตอบแทนโดยช่วยป้องกันสาหร่ายไม่ให้ถูกแดดมากเกินไปหรือไม่ให้สาหร่ายแห้ง

ตัวอย่าง **Symbiosis** อีกชนิดหนึ่งคือ การอยู่ร่วมกันระหว่างรากับรากพืช ราพวกนี้เรียกว่า **ไมคอร์ไรซา (Mycorrhizas)** สิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิดพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ราได้สารอาหารที่พืชสร้างขึ้น ในขณะที่เดียวกันเส้นใยของราทำหน้าที่ดูดซึมธาตุต่างๆ ที่พืชต้องการ เช่น ฟอสเฟต รวมทั้งความชื้นส่งให้พืชต่อไป พวกเห็ดหลายชนิดเป็นไมคอร์ไรซาของไม้ยืนต้น เช่น สน ต้นยางนา ไมคอร์ไรซานี้แตกต่างจาก Saprophyte ตรงที่ไม่มีเอนไซม์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส หรือลิกนินที่

เป็นส่วนประกอบหลักของซากพืช จึงต้องอาศัยกับรากพืช และใช้น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงเป็นอาหาร พวกไมคอร์ไรซานี้อาจนำมาใช้เลี้ยงได้ในอาหารสังเคราะห์ แต่ต้องเติมน้ำตาลลงไป ไม่เหมือนกับการเลี้ยงเห็ดพวก Saprophyte ที่เลี้ยงบนเศษชีเลื่อยหรือฟางข้าว

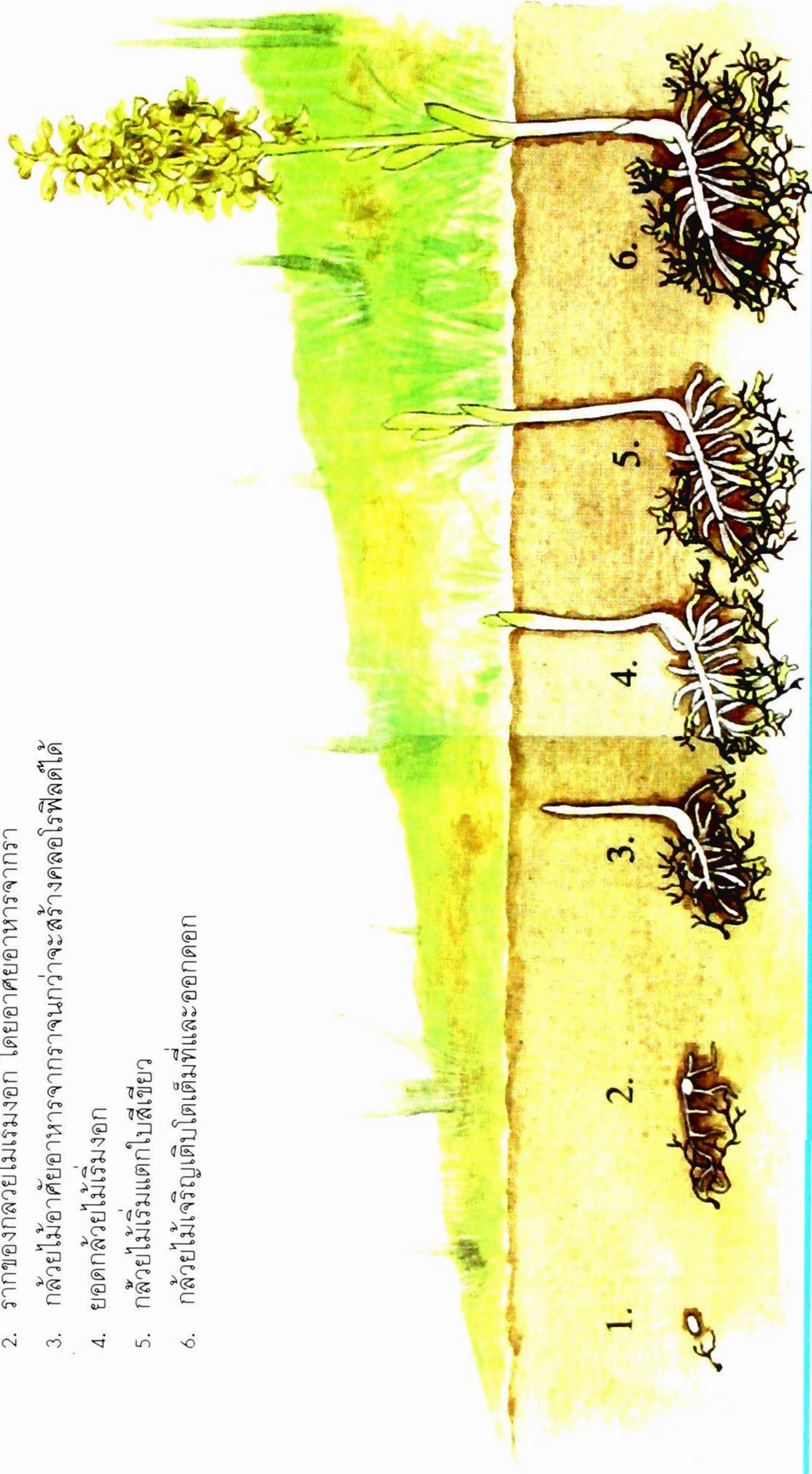
ราที่อยู่ร่วมกับรากกล้วยไม้ เรียกว่า **Orchid mycorrhizas** ไมคอร์ไรซาพวกนี้อาจแตกต่างจากพวกอื่นๆ ก็คือ แทนที่จะได้อาหารจากพืชกลับเป็นตัวให้อาหารกับกล้วยไม้ และดูเหมือนว่ากล้วยไม้เป็นตัวเบียนของรา เนื่องจากเมล็ดกล้วยไม้มีขนาดเล็กมาก จึงมีอาหารสะสมไว้น้อย เมล็ดกล้วยไม้จะถูกกระตุ้นให้งอกก็ต่อเมื่อมีราที่จำเพาะมาอยู่ด้วย ราพวกนี้จะเจริญอยู่ในดินที่มีสารอินทรีย์ โดยสามารถย่อยสลายเซลลูโลส หรือสารโพลีเมอร์ต่างๆ เมื่อราไปจับอยู่บนเมล็ดมีการสร้างเส้นใย กล้วยไม้จะดูดอาหารจากรา ซึ่งก็เป็นน้ำตาลชนิดหนึ่งเรียกว่า **ทรีฮาโลส (Trehalose)** ซึ่งน้ำตาลนี้จะกระตุ้นให้เมล็ดกล้วยไม้งอก ดังนั้นกล้วยไม้จึงอาศัยอาหารจากราในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนกว่ากล้วยไม้จะสร้างคลอโรฟิลล์เองได้ ในการเพาะเลี้ยงเมล็ดกล้วยไม้ในวุ้นจึงมีการเติมทรีฮาโลสลงไปเพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ด 

รูป ไมคอร์ไรซา (Mycorrhizas) เป็นราที่อยู่ร่วมกับรากพืช โดยราได้สารอาหารที่พืชสร้างขึ้น ในขณะเดียวกันเส้นใยของราทำหน้าที่ดูดซึมธาตุอาหารที่พืชต้องการ



รูปราที่อยู่ร่วมกับรากกล้วยไม้ โดยมีขั้นตอนการอยู่ร่วมกันดังนี้

1. ราที่จำเพาะจับบนเมล็ดกล้วยไม้
2. รากของกล้วยไม้เริ่มงอก โดยอาศัยอาหารจากรา
3. กล้วยไม้อาศัยอาหารจากรากจนกว่าจะสร้างคลอโรฟิลล์ได้
4. ยอดกล้วยไม้เริ่มงอก
5. กล้วยไม้เริ่มแตกใบสีเขียว
6. กล้วยไม้เจริญเติบโตเต็มที่และออกดอก



ประโยชน์ของรา

เรามักมองราในแง่ร้าย เช่น ทำให้เกิดโรคในคน พืช สัตว์ หรือขึ้นบนสิ่งของเครื่องใช้ ทำให้อาหารบูดเน่า แต่ความจริงแล้วยังมีราอีกหลายชนิดมากที่มีประโยชน์มหาศาลกับเรา ที่เห็นง่ายๆ ก็คือ เห็ดที่เรามาใช้เป็นอาหาร ความจริงแล้วในตอนเริ่มต้นชาวบ้านไปเก็บเห็ดจากป่ามากินกัน แต่เมื่อมีความต้องการมากขึ้น รู้จักนำมาเพาะเลี้ยงในถุง เห็ดที่เพาะเลี้ยงกันได้มักเป็นพวก **Saprophyte** ที่ย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ การเลี้ยงจึงมักใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชีเลื่อย เปลือกถั่ว และฟางข้าว

ยังมีเห็ดอีกหลายชนิดที่เป็นที่นิยมและมีราคาแพง เช่น เห็ดโคน พวกเราแปลกใจไหมว่าทำไมถึงไม่มีคนเพาะเลี้ยงในถุงเหมือนเห็ดอื่นๆ ความจริงก็คือเห็ดพวกนี้เป็น **ซิมไบโอซิส (Symbiosis)** ต้องอยู่ร่วมกับปลวก เราจึงเพาะเลี้ยงแบบพวก **Saprophyte** ไม่ได้ แต่ถ้าเราเข้าใจกันมากขึ้นว่ามันอยู่ร่วมกันอย่างไร ใครจะรู้ได้ว่าสักวันหนึ่งเราอาจสามารถเพาะเลี้ยงเห็ดเหล่านี้ได้ เห็ดที่เรียกว่า **เห็ดมัสซีตาเกะ** เป็นไมคอร์ไรซาที่ขึ้นอยู่ตามรากต้นสน เห็ดชนิดนี้ชาวญี่ปุ่นนิยมรับประทานกันมากและมีราคาแพง ปัจจุบัน

นักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นพยายามเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้โดยใช้กากมะพร้าว

เต้าเจี้ยว หรือ ซีอิ๊วก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากการใช้รา ราตัวสำคัญที่ใช้ในการทำซีอิ๊ว ก็คือราที่ชื่อว่า *Aspergillus oryzae* ราพวกนี้ย่อยสลายโปรตีนในถั่วเหลืองได้กรดอะมิโนหลายชนิด ดังนั้นซีอิ๊วที่มาจากถั่วเหลืองจึงมีกรดอะมิโนมากมาย

ลูกแป้งที่นำมาใช้ในการทำข้าวหมากหาซื้อได้ตามตลาดก็คือ หัวเชื้อที่มีทั้งราและยีสต์ เต้าหู้ยีสี่แดงได้มาจากการใช้ราที่ชื่อว่า *Monascus* ราพวกนี้เมื่อเจริญเติบโตจะสร้างสารสีแดง อาหารอีกชนิดหนึ่งที่พวกเราอาจไม่เคยเห็นกันแล้วก็คือ ข้าวแดง ซึ่งก็ใช้ *Monascus* เหมือนกัน

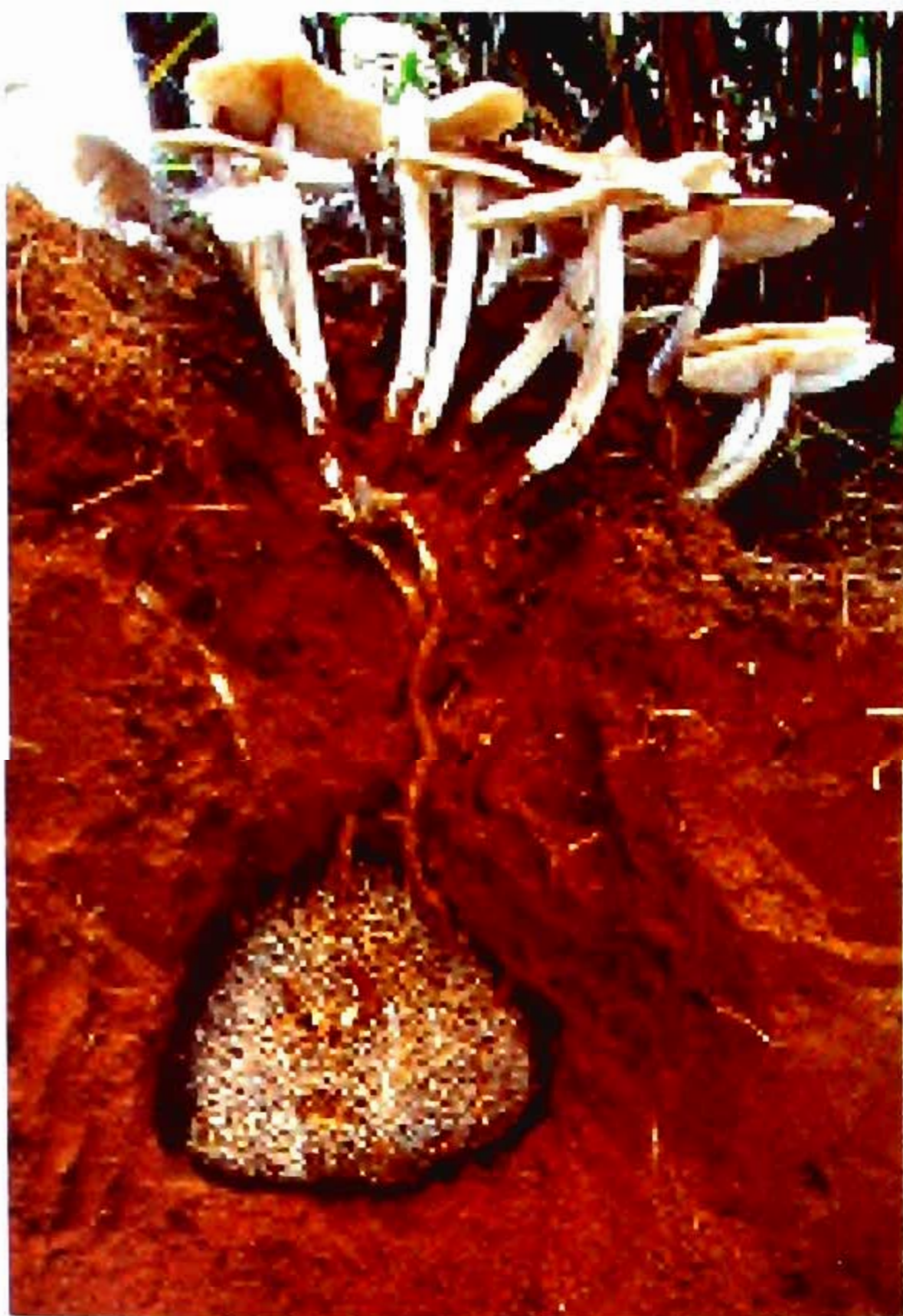
รูป การเพาะเลี้ยงเห็ดในถุง



จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มาจากการใช้รา อาจเป็นตัวราเอง เช่น เห็ด หรือยีสต์ แต่บางอย่างเป็นสารที่ราสร้างขึ้น เช่น สีที่พุดถึงมาแล้ว หรือ แอลกอฮอล์ ที่ทำให้เกิดการทำซ้ำหมาก หรือ เบียร์ ไวน์ สารสำคัญที่ราผลิตขึ้นและนำมาใช้ประโยชน์กันในทางการแพทย์ ก็คือ **ยาปฏิชีวนะ** ในความหมายของสารปฏิชีวนะ



รูป การเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือน



รูป การอยู่ร่วมกันระหว่างเห็ดโคนกับปลวก

ก็คือ สารที่สิ่งมีชีวิตหนึ่ง (จุลินทรีย์) สร้างขึ้น มีฤทธิ์ทำลายสิ่งที่มีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง (จุลินทรีย์) เช่น **เพนิซิลลิน** ที่สร้างจากรา **เพนิซิลเลียม** มีฤทธิ์ต่อต้านแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อโรคในคน เช่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วง เป็นต้น การที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดสร้างสารปฏิชีวนะขึ้นมากก็เพื่อป้องกันตัวเอง หรือแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ถ้าเรานำดินมาสัก 1 กรัม มาหาจุลินทรีย์จะพบว่าจุลินทรีย์อยู่มากมายหลายชนิด จุลินทรีย์พวกนี้อาจใช้อาหารชนิดเดียวกัน จึงเกิดการแข่งกันเพื่อใช้อาหารหรือพื้นที่ พวกไหนโตได้เร็วกว่าจะมีชีวิตอยู่ได้ การสร้างสารปฏิชีวนะเป็นทางหนึ่งที่ช่วยให้จุลินทรีย์ที่สร้างขึ้นอยู่รอดได้

นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบเพนิซิลลิน คือ **อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง** เขาพบโดยบังเอิญว่าในจานที่มีอาหารเชื้อที่มีราเพนิซิลเลียม ขึ้นอยู่ รอบๆ ราตัวนี้ไม่มีแบคทีเรียโตขึ้นมาเลย ซึ่งต่อมาเขาจึงพบว่าราชนิดนี้สร้างสารปฏิชีวนะแล้วขับออกมานอกเซลล์ เพนิซิลเลียมตัวที่พบแรกๆ สร้างสารปฏิชีวนะออกมาในปริมาณไม่มากนัก เพราะนอกจากเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานของมันแล้ว อาจทำลายหรือยับยั้งตัวมันเองได้ บริษัทที่ผลิตยาเพนิซิลเลียมต้องการให้ราผลิตในปริมาณมากๆ เพื่อต้นทุนการผลิตจะได้ต่ำลง จึงมีการปรับปรุงสายพันธุ์ราตัวนี้ให้สร้างสารมากขึ้น เช่น การทำให้เกิด **กลายพันธุ์ (Mutation)** เช่น การใช้แสงยูวี หรือสารเคมีจากการปรับปรุงสายพันธุ์โดยวิธีต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ทำให้บริษัทมีเชื้อเพนิซิลเลียมที่สร้างเพนิซิลลินมากขึ้นหลายเท่าตัว

ในแง่ของผู้ที่เสียประโยชน์ เช่น จุลินทรีย์ที่ถูกฆ่าหรือยับยั้งการเจริญด้วยเพนนิซิลลิน ก็ต้องพยายามต่อสู้เพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ การต่อสู้นี้ก็คือพยายามปรับตัวให้ทนต่อความเข้มข้นของเพนนิซิลลินมากขึ้น หรือการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายเพนนิซิลลิน ทำให้เพนนิซิลลินไม่มีฤทธิ์อีกต่อไป ส่งผลให้การรักษาค่อนข้างติดขัดในปัจจุบัน ต้องใช้ยาปริมาณสูงขึ้นหรือเปลี่ยนไปใช้ยาปฏิชีวนะอื่นๆ เนื่องจากเกิดอาการที่เราเรียกว่า **เชื้อดื้อยา** สิ่งที่น่าเป็นห่วงคือ สารพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องการดื้อยานี้ สามารถถ่ายทอดจากจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งไปยังจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งได้ ซึ่งการถ่ายทอดยีนในธรรมชาติมักเกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกัน

จากความรู้ในเรื่องสารพันธุกรรม และการถ่ายทอดนี้ จึงนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่เรียกว่า **พันธุวิศวกรรม** หรือ **Genetic Engineering** ซึ่งเป็นการตัดยีนที่ต้องการจากดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปต่อเข้ากับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ทำให้สิ่งมีชีวิตหลังสามารถสร้างสารจากยีน

รวมลง

ในสภาพธรรมชาติที่ยังคงความสมดุลมักมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิด สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันไม่มากนักน้อย ราแมลงเป็นราอีกพวกหนึ่งที่เจริญเติบโตในตัวแมลงที่มีชีวิต และทำให้เกิดโรคกับแมลง ซึ่งนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยควบคุมแมลงในธรรมชาติ เนื่องจากราประเภทนี้อาศัยอยู่ในแมลงและทำให้เกิดโรค จึงจัดว่าราเป็น **ราเป็นปรสิต**

ของสิ่งมีชีวิตชนิดแรกได้ การตัดต่อยีนโดยวิธีนี้ทำให้สามารถถ่ายทอดพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตที่เป็นคนละพวกได้ เช่น จากแบคทีเรียไปพืช สิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการตัดต่อยีนเรียกว่า **Transgenic Organism** หรือ **จีเอ็มโอ (Genetic Modified Organism : GMO)** คือ การทำ **Genetic Engineering** นี้ เป็นการปรับปรุงสายพันธุ์วิธีหนึ่งที่ทำให้ผลรวดเร็วกว่าการปรับปรุงโดยวิธีกลายพันธุ์ และมีความจำเพาะต่อยีนที่ต้องการมากกว่าด้วย

ราหลายชนิดเป็นผู้ย่อยสลาย สามารถผลิตเอนไซม์ต่าง ๆ ได้ เช่น โปรตีนเอส ย่อยสลายโปรตีน (สังเกตคำว่า เอส case หมายถึง เอนไซม์) ไลเปส (lipase) ย่อยสลายไขมันหรือ lipid มีการนำเอนไซม์เหล่านี้มาใช้ในผงซักฟอก เพื่อให้ล้างคราบเลือดและไขมัน นอกจากนี้ยังนำเอนไซม์อีกหลายชนิดมาใช้เป็นยาช่วยย่อยในคนหรือในสัตว์ โดยเฉพาะพวกสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินอาหารหยาบ หรืออาหารที่มีเส้นใยมาก เช่น ฟางข้าว จะใช้เอนไซม์เซลลูเลส 🦋

รูป ราที่พบตามใบไม้ที่แมลงอาศัยอยู่

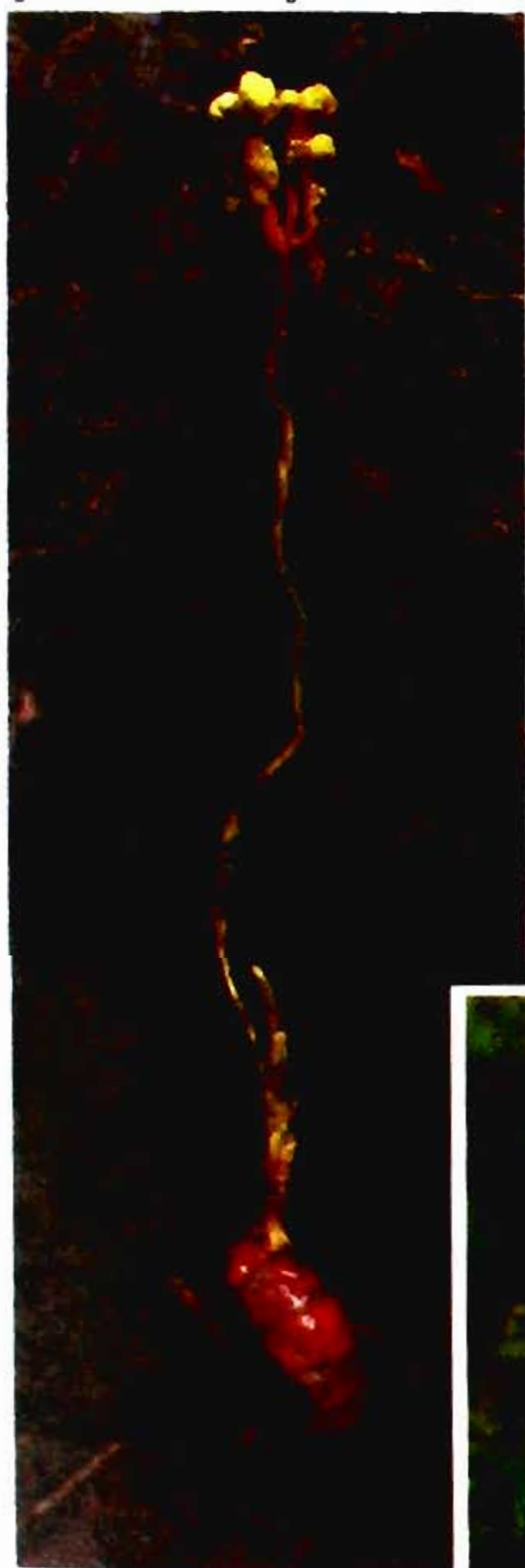


(Parasite) และ **แมลงเป็นที่อยู่อาศัย (host)** ราแมลงบางกลุ่มมีแมลงอาศัย (host) ที่จำเพาะเจาะจง (ขึ้นบนแมลงบางชนิดเท่านั้น) ราบางกลุ่มทำให้เกิดโรคกับแมลงหลายชนิด

แหล่งที่พบและสภาพความเป็นอยู่ของราแมลง

ราแมลงพบได้ทั่วไปในป่าธรรมชาติ หรือแม้กระทั่งในสวนผลไม้และไร่นา ยิ่งสภาพป่าที่มีความสมบูรณ์มากเท่าไร โอกาสที่จะพบจำนวนชนิดความหลากหลายของราแมลงเพิ่มมากขึ้น ในทางกลับกันถ้าสภาพป่าที่มีการถูกทำลายหรือถูกรบกวนมากยิ่งขึ้นเท่าใด โอกาสที่จะพบเชื้อราทำลายแมลงก็จะลดน้อยลงไป ทั้งนี้ก็สืบเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ณ แหล่งนั้นได้สูญเสียความสมดุลไป

รูป ราเจริญอยู่บนตัวแมลงแล้วสร้างเส้นใยรวมตัวเป็นก้าน พร้อมกับการสร้างสปอร์ที่ส่วนบนของก้าน



โอกาสที่เราจะพบเชื้อราทำลายแมลงนั้น ขึ้นอยู่กับว่าแมลงแต่ละชนิดนั้นมีสภาพความเป็นอยู่ของแมลงเป็นอย่างไร โดยเราสามารถแบ่งตามลักษณะการพบเชื้อราทำลายแมลงได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ คือ

1. **บนพื้นดิน** ลักษณะการพบเชื้อราทำลายแมลงในกลุ่มนี้จะพบตามพื้นดิน โดยที่เชื้อรา จะสร้าง **ก้าน (stalk)** ชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน โดยเชื้อราทำลายแมลงในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เราจะพบในฤดูฝน เนื่องมาจากเชื้อราต้องการความชื้นในปริมาณที่สูงในการเจริญเติบโตเพื่อเจริญงอกผ่านชั้นดินออกมา เช่น

ตัวอ่อนจิ้งจั่น ซึ่งเป็นแมลงที่อาศัยอยู่ใต้พื้นดิน เชื้อราจะเจริญอยู่บนตัวแมลงแล้วสร้างเส้นใยอัดรวมตัวเป็นก้าน (stalk) เจริญผ่านชั้นของผิวดิน ชูก้านออกมาพร้อมกับการสร้างสปอร์ที่ส่วนบนของก้านเพื่อการแพร่พันธุ์ต่อไป

แมลงที่อาศัยอยู่ตามผิวน้ำดินขึ้นๆ ไป เช่น มด ต่อ และแตน เราจะพบเชื้อราในกลุ่มนี้ตามผิวน้ำดิน เช่นเดียวกัน โดยที่ก้านจะไม่ได้เจริญผ่านชั้นดินขึ้นมาแต่จะเจริญผ่านชั้นของใบไม้ที่ปกคลุมแมลงอยู่เพื่อชูก้านขึ้นมาในการแพร่พันธุ์ต่อไป

2. **บนส่วนของต้นพืช** ลักษณะการพบเชื้อราทำลายแมลงในกลุ่มนี้ จะพบตามส่วนต่างๆ ของพืชที่แมลงอาศัยอยู่ โดยส่วนใหญ่เราจะพบตามใต้ใบไม้ ทั้งนี้เนื่องจากแมลงจะอาศัยอยู่เพื่อการพรางตัวเองจากศัตรูทางธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นการกำบังตัวเองจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดดและฝน

เป็นต้น เราสามารถพบเชื้อราในกลุ่มนี้ได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากเชื้อราในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และต้องการปริมาณความชื้นน้อย อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของแมลงชนิดนั้น ๆ ด้วย เช่น

● *Aschersonia placenta*

บนเพลี้ยหอยที่อาศัยอยู่ตามใต้ใบไม้

● *Cordyceps unilateralis*

บนมดที่อาศัยอยู่ตามใต้ใบไม้

● *Cordyceps tuberculata*

บนผีเสื้อกลางคืนที่เกาะอยู่ตามใบไม้

● *Cordyceps dipterigena*

บนแมลงวันทีเกาะอยู่ตามกิ่งและใบไม้

การแพร่กระจายของราแมลง

วิธีการแพร่กระจายของสปอร์ ในราแมลงนั้นจะมีวิธีการที่แตกต่างกันไปตามชนิดของราแมลง และสภาพความเป็นอยู่ของแมลง เช่น ราทำลายแมงมุมที่อาศัยอยู่ตามใต้ใบ มีลักษณะของสปอร์ที่แห้ง โดยสปอร์จะถูกพัดพาไปตามลมไปตกยังแมงมุมตัวอื่น ราทำลายเพลี้ยหอย จะมีลักษณะของสปอร์ที่เหนียวอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน แต่สปอร์ละลายน้ำได้ดี เมื่อมีฝนตกน้ำก็จะละลายสปอร์ และพัดพาสปอร์ของราไปตกยังเพลี้ยหอยต่อไป สำหรับขั้นตอนในการเข้าทำลายแมลงนั้น ราแมลงชนิดต่างๆ มีวิธีการและขั้นตอนที่คล้ายกัน โดยเราสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. หลังจากทีสปอร์สัมผัสที่ผิวของแมลงแล้ว สปอร์ก็จะสร้างเส้นใย (Germ tube) เจริญผ่านชั้นผิวของแมลง (Cuticle) เพื่อแทงลงไปในตัวแมลง

2. เส้นใยรามีการแบ่งตัวเพื่อเพิ่มปริมาณและอาศัยในตัวแมลง โดยย่อยสลายดูดกินส่วนต่างๆ ภายในตัวแมลง เช่น โปรตีนในกล้ามเนื้อและเลือด เป็นต้น และทำให้แมลงตาย



รูป *Tilachlidiopsis nigra* ย่อยสลายดูดกินส่วนต่างๆ ภายในตัวแมลง และทำให้แมลงตาย

3. จากนั้นเมื่อสภาพแวดล้อมภายนอกเหมาะสม เช่น มีความชื้นขึ้นเพียงพอ ราคีจะเจริญออกมาภายนอกตัวแมลง และสร้างสปอร์แพร่พันธุ์เพื่อไปตกยังแมลงตัวอื่นต่อไป

รูป เชื้อรา
*Hymenostilbe
odonatae*
บน แมลงปอ



การใช้ประโยชน์จากราแมลง

1. สภาพธรรมชาติ

ราแมลงมีหน้าที่เป็นตัวควบคุมปริมาณของแมลงให้อยู่ในสมดุล ดังนั้นจึงมีการศึกษาค้นคว้า วิจัย เพื่อนำราแมลงที่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี (Biocontrol) โดยการควบคุมแมลงศัตรูพืชวิธีนี้จะมีผลดีต่อสภาพแวดล้อม ทำให้ไม่มีสารพิษตกค้างเหมือนการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืช ได้มีการทดลองใช้เชื้อราชนิดต่างๆ ในการควบคุมและกำจัดหนอนด้วงแรดมะพร้าว ตั๊กแตนป่าทั้งก้ำและเพลี้ยกระโดดรวมทั้งกำจัดไรส้มด้วย

2. การใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์

เช่น *Cordyceps sinensis* ซึ่งเป็นราทำลายหนอนผีเสื้อชนิดหนึ่งที่พบในประเทศจีน ซึ่งในปัจจุบันนี้มีการนำราชนิดนี้มาทำการค้ารูปแบบต่างๆ โดยเชื่อว่ามีประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย มีผู้พยายามทำการเลี้ยงรานี้ในหนอนผีเสื้อ เนื่องจากมีความต้องการมาก แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ



รูป เชื้อราบนแมลงที่อาศัยอยู่ตามใบไม้



รูป ราบนแมลงที่เจาะต้นไม้

อิทธิพลของแสงอาทิตย์ต่อพืช

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานปฐมภูมิและเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต พลังงานจากดวงอาทิตย์ถูกปล่อยออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ (ความยาวคลื่น) ต่างๆ ในการพิจารณาอิทธิพลของแสงอาทิตย์ต่อสิ่งมีชีวิตตลอดจนการนำสิ่งมีชีวิตไปใช้งานนั้น เราจำเป็นต้องทราบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (หรือค่าพลังงานแสงอาทิตย์) กับค่าความยาวคลื่นของแสงอาทิตย์ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้มีวิวัฒนาการมาในแนวทางที่จะใช้



ดวงอาทิตย์
แผ่รังสี



เลนส์นูน
รวมแสงอาทิตย์

ปริซึมกระจายแสง



รูป สเปกตรัมหรือแถบสีของดวงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตนั้นมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการสังเคราะห์แสงของพืชหรือการมองเห็นของสัตว์ โดยที่เราจะเห็นต่อไปว่าความเข้มแสงอาทิตย์และค่าความยาวคลื่นแสงอาทิตย์เป็นตัวกำหนดกลไกต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงอาทิตย์ และค่าความยาวคลื่นอาจแสดงอยู่ในรูปของแถบสีของแสงอาทิตย์ หรือในรูปของกราฟความสัมพันธ์ แถบสีหรือกราฟนี้เรียกว่า **สเปกตรัม**

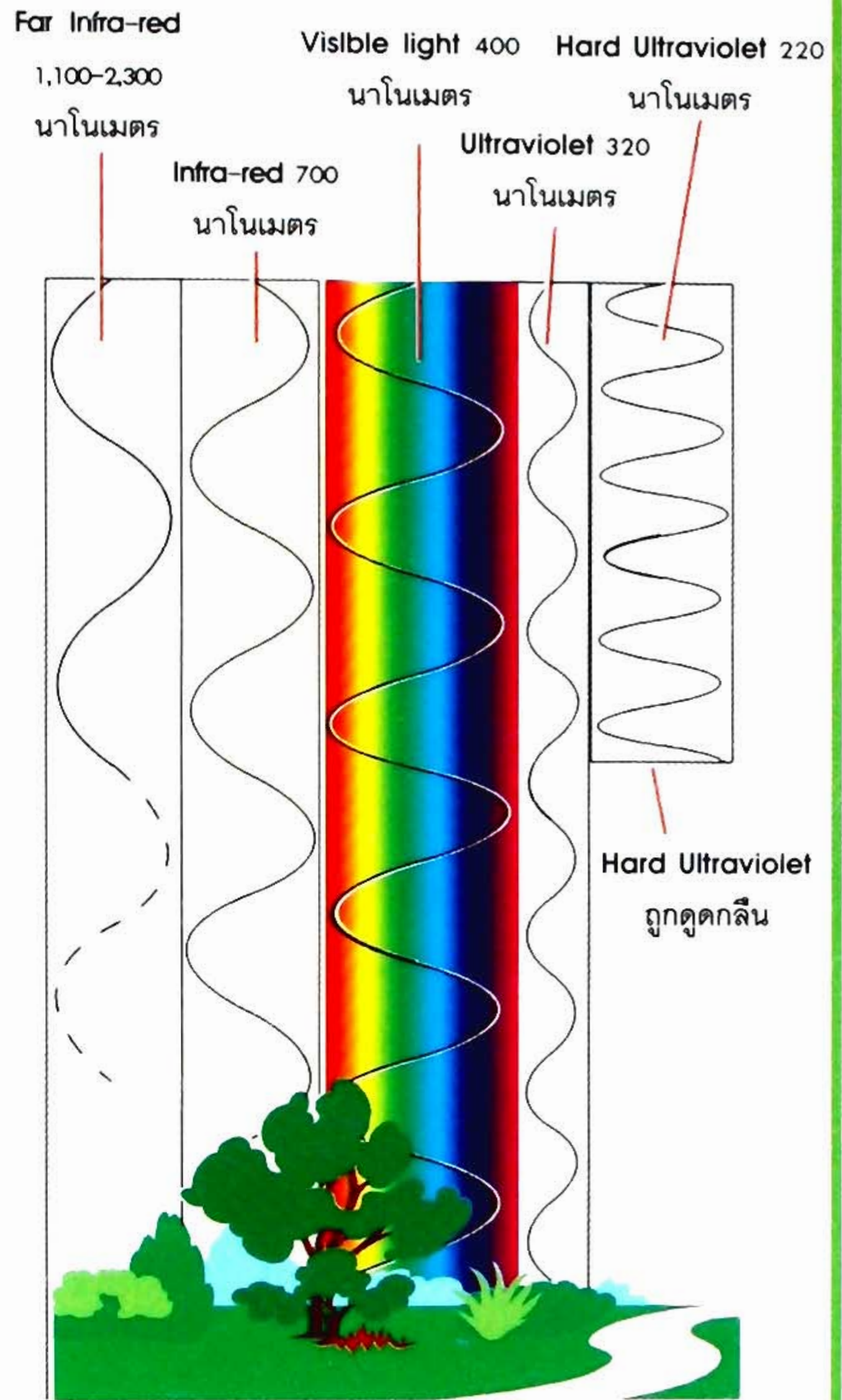
แสงอาทิตย์ส่วนหนึ่งที่ตกกระทบบรรยากาศจะสะท้อนกลับ ส่วนที่เหลือเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศลงสู่ผิวโลก ในการเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศนั้นมีการดูดกลืนแสงอาทิตย์ โดยก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ และมีการกระจายแสงในทิศต่างๆ โดยฝุ่นละอองในบรรยากาศ แสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกจึงมีลักษณะแตกต่างจากแสงอาทิตย์เหนือบรรยากาศโลก ลักษณะของสเปกตรัมแสงอาทิตย์ผิวโลกขึ้นกับทิศทางของลำแสงหรือขึ้นอยู่กับเวลาและปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นต้น

สเปกตรัมแสงอาทิตย์บนผิวโลกแตกต่างกับสเปกตรัมแสงอาทิตย์นอกบรรยากาศ โดยมีลักษณะที่สำคัญคือ แสงอาทิตย์บนผิวโลกแทบไม่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงอุลตราไวโอเล็ต ซึ่งเป็นช่วงรังสีเหนือม่วง ความยาวคลื่นต่ำกว่า 380 นาโนเมตร เนื่องจากก๊าซออกซิเจน โอโซนและไนโตรเจนจะดูดกลืนแสงอาทิตย์ในช่วงนี้ รังสีเหนือม่วงมีพลังงานสูงกว่าพลังงานแสงในช่วงที่ตามองเห็น และพลังงานนี้สูงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อวัตถุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำลายพันธะเคมีระหว่าง

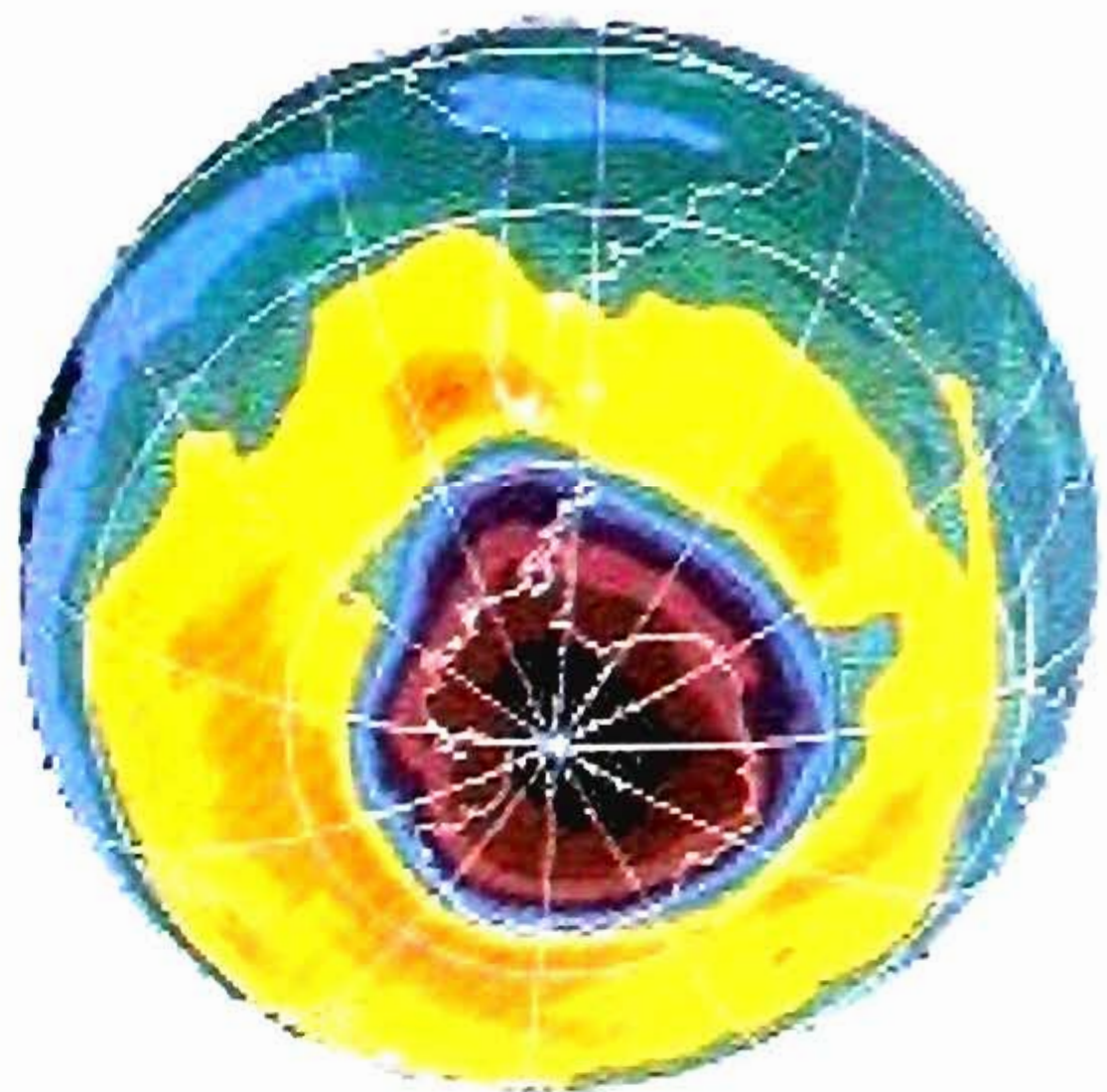
อะตอมและโมเลกุลด้วยกัน โมเลกุลหลักของสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเอ หรือสารพันธุกรรม จะเสื่อมสภาพและถูกทำลายถ้าถูกรังสีเหนือม่วงตกกระทบ เนื่องจากการกำเนิดของชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอาศัยองค์ประกอบและการทำงานของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เราได้กล่าวถึงมา จึงเห็นว่าธรรมชาติได้สร้างเงื่อนไขที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดและการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต โดยทำให้โลกมีก๊าซที่เหมาะสมในบรรยากาศที่ทำหน้าที่ดูดกลืนรังสีเหนือม่วง จนสเปกตรัมแสงอาทิตย์บนผิวโลกไม่มีรังสีเหนือม่วงเหลืออยู่

เนื่องจากแสงอุลตราไวโอเล็ตทำลายโมเลกุลของสิ่งมีชีวิต หรือทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (เปลี่ยนแปลงโมเลกุลของกรดนิวคลีอิก) เราจึงใช้รังสีเหนือม่วงในการฆ่าเชื้อโรคจุลินทรีย์และเชื้อรา เช่น การรักษาโรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อรา โดยการฉายแสงเหนือม่วง เป็นต้น สำหรับมนุษย์จะต้องระวังการถูกแสงเหนือม่วงโดยไม่จำเป็น จึงมีการตื่นตัวเรื่องการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่อาจทำลายโอโซนที่ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงเหนือม่วง ตัวอย่างได้แก่ การระงับการใช้สารเคมีบางชนิดในการพ่นสเปรย์ หรือการระงับสาร CFC ในเครื่องทำความเย็น ซึ่งทำให้เกิดอะตอมคลอรีนที่ทำลายโอโซนได้

สำหรับแสงที่มีความยาวคลื่นสูงกว่า 760 นาโนเมตร (รังสีได้แดงความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร) ที่เรียกว่า **Far infra-red** (1,100-2,300 นาโนเมตร) ก็จะถูกดูดกลืนโดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำและโอโซน



รูป แสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ และการถูกดูดกลืนในชั้นบรรยากาศ



รูป โลกจากคอมพิวเตอร์แสดงชั้นโอโซนในบรรยากาศบริเวณ Antarctica ของโลก ซึ่งถูกทำลายเป็นรู (ส่วนที่เป็นสีม่วงและดำ)

เช่นเดียวกัน พลังงานแสงอาทิตย์ที่บรรยากาศดูดกลืนนี้ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นความร้อนในบรรยากาศ การเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือการกระทำของมนุษย์ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสูงขึ้น มีการดูดกลืนแสงและปล่อยความร้อนออกมาทำให้โลกร้อนขึ้น หรือรู้จักกันดีว่า **ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Green House Effect)**

จากการที่แสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลกมีการดูดกลืนแสงและสะท้อนกลับ และการดูดกลืน แสงแต่ละช่วงคลื่นแตกต่างกัน ดังนั้นปริมาณแสงอาทิตย์ (ความเข้ม) รวมทั้งสเปกตรัมที่นอกบรรยากาศ และที่ระดับน้ำทะเลจึงแตกต่างกัน ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ทำให้แสงอาทิตย์ส่องลงมาถึงโลกน้อยลงส่งผลให้โลกร้อนขึ้น รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวใดๆบนโลก แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. รังสีตรง

เป็นรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงและตกบนผิวรับแสง ทิศของรังสีตรงอยู่ในแนวลำแสงอาทิตย์

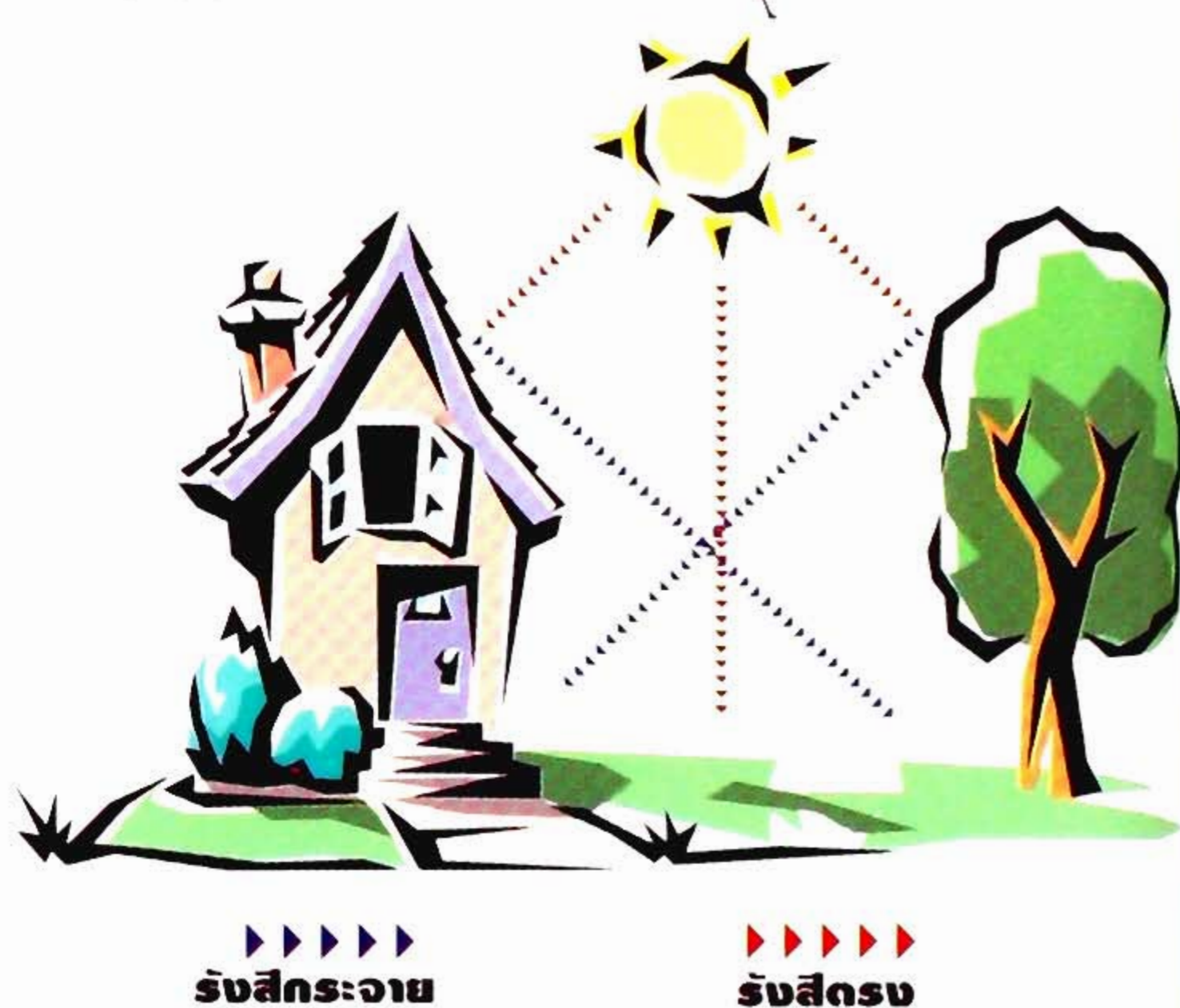
2. รังสีกระจาย

เป็นรังสีดวงอาทิตย์ส่วนที่ถูกสะท้อนและกระจายโดยก๊าซ ฝุ่นละออง และวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในทางเดินของแสงก่อนตกกระทบพื้นผิวรับแสง รังสีกระจายนี้มาจากทุกทิศทางในท้องฟ้า

ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจายที่ตกกระทบพื้นผิวใดๆเรียกว่า **รังสีรวม**

ที่ระยะเวลาต่างๆ ของวัน ความเข้มหรือพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนไปตาม

ช่วงเวลา ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ถ้าดูจากรังสีรวมแล้วพลังงานแสงอาทิตย์จะมีค่าสูงสุดประมาณใกล้เที่ยงวัน แต่ในวันที่ท้องฟ้ามีเมฆพลังงานแสงอาทิตย์อาจมีค่าสูงสุดที่เวลาห่างจากเที่ยงวันได้ ขึ้นอยู่กับทิศทางเมฆที่เคลื่อนที่บดบังแสงอาทิตย์



รูป ทิศทางของรังสีตรงและรังสีกระจาย

สรุปแสงกับบรรยากาศ

แสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยสเปกตรัมของคลื่น (Waves) พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในช่วงคลื่นระหว่าง 220-3,200 นาโนเมตร แต่ช่วงคลื่นทั้งหมดไม่ได้ตกลงมาสู่ผิวโลก แสงในช่วงคลื่นใต้แดง (Far infra-red ช่วงคลื่น 1,100-2,300 นาโนเมตร) จะถูกดูดซับโดยคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำและโอโซน ส่วนแสงในช่วงคลื่น (Hard) อุลตราไวโอเล็ต (220 นาโนเมตร) ถูกดูดซับโดยโอโซนในบรรยากาศ ดังนั้นสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมาถึงผิวโลกจึงมีสเปกตรัมที่แคบลง (320-2,000 นาโนเมตร) ซึ่งในช่วงสเปกตรัมนี้เป็นช่วงแสงที่ตามองเห็นได้ (400-700 นาโนเมตร) ถึงหนึ่งในสาม

พลังงานจากแสงอาทิตย์และการ ถ่ายเทพลังงานในพืช

การที่แสงมีความยาวคลื่นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพลังงานที่ปล่อยออกมา แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นมีพลังงานสูงกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นยาว อะตอมของสารแต่ละชนิดปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ แสงที่ปล่อยออกมามีสเปกตรัมต่างกัน (สเปกตรัมประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ) สเปกตรัมของแสงที่ปล่อยออกมาเรียกว่า Emission Spectrum อะตอมชนิดต่างๆ มี Emission Spectrum ต่างกัน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของอะตอมของสารแต่ละชนิด เราจึงใช้ Emission Spectrum ในการบอกชนิดของสารได้

พลังงานที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์เป็นผลมาจากปฏิกิริยา

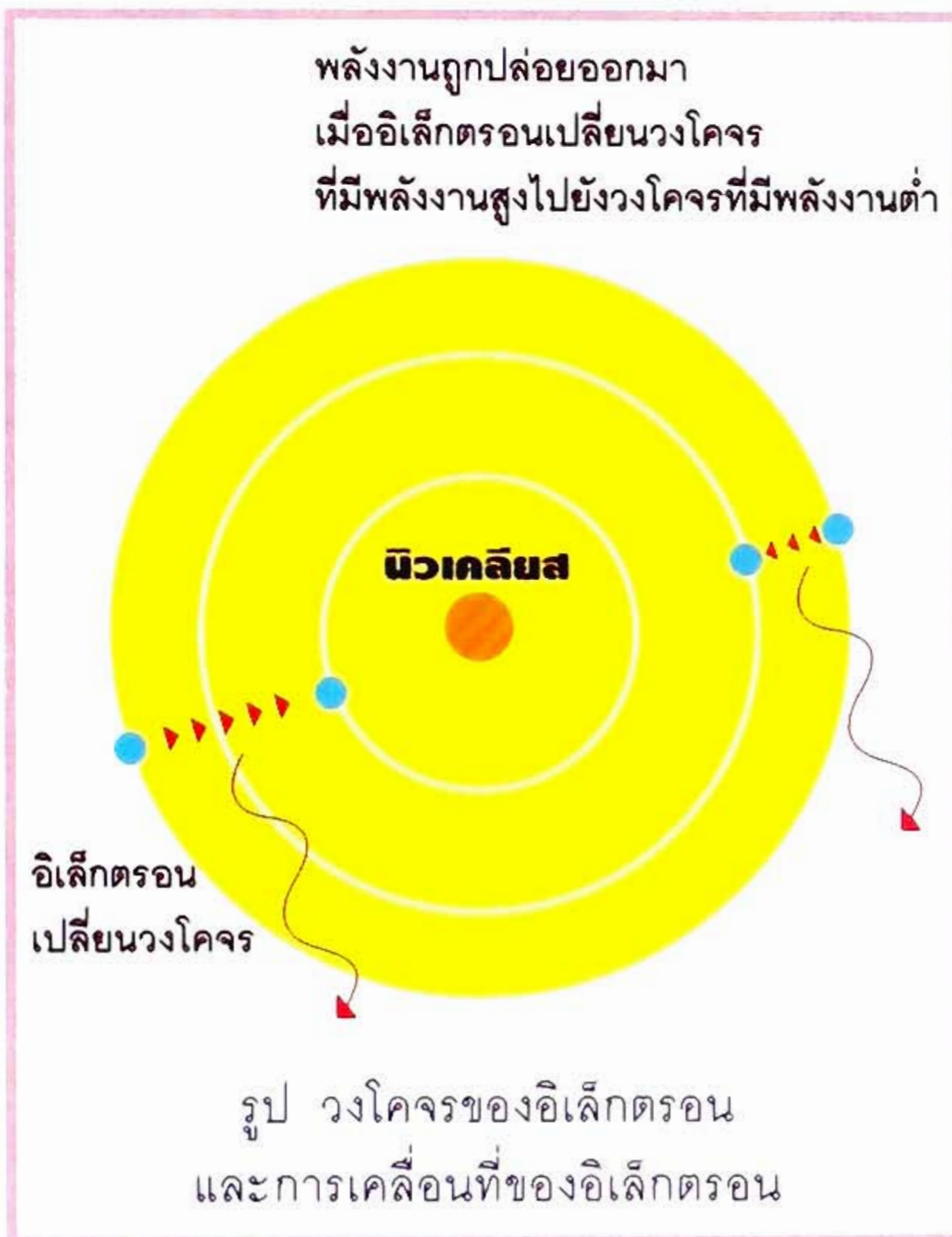
เทอร์โมนิวเคลียร์ มวลของดวงอาทิตย์เกิดการแตกตัวออกมาเป็นก๊าซร้อน อะตอมของก๊าซร้อนปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ หรือความยาวคลื่นแตกต่างกัน แสงอาทิตย์ที่เราเห็นก็คือ Emission Spectrum ของแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ กันนั่นเอง

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าแสงอาทิตย์เกิดจากอะตอมร้อนบนผิวดวงอาทิตย์ เมื่อแสงนี้เดินทางมาถึงชั้นบรรยากาศนอกโลกที่มี

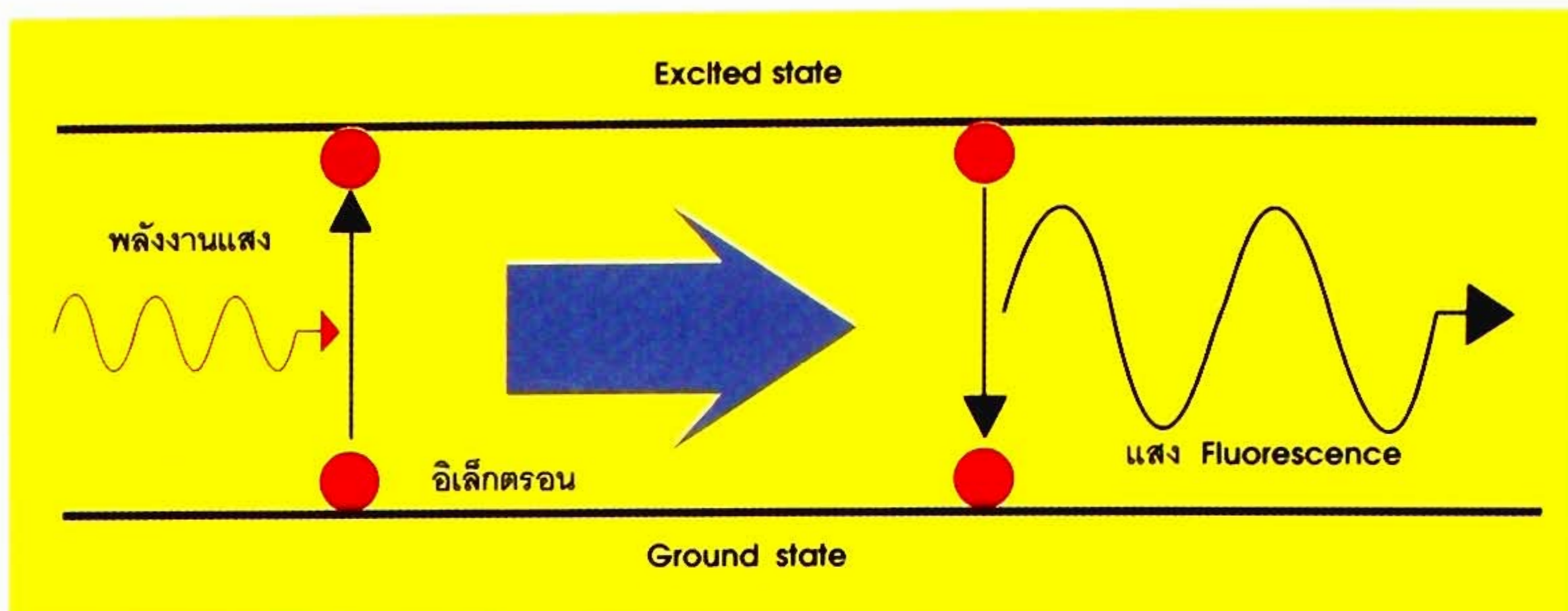
อะตอมของก๊าซหลายชนิดและมีอุณหภูมิที่เย็นกว่า อะตอมของก๊าซจะดูดแสงอาทิตย์นี้ไว้ อะตอมของก๊าซ แต่ละชนิดดูดแสงที่มีความยาวคลื่นไม่เหมือนกัน แสงที่ไม่ถูกดูดกลืนจะส่องผ่านไปส่งผลให้สเปกตรัมของแสงอาทิตย์ก่อนผ่านบรรยากาศกับที่บนโลกแตกต่างกัน

เมื่ออะตอมดูดแสงที่มีความยาวคลื่นใดๆ ไว้แล้ว (ซึ่งเปรียบได้กับการได้รับพลัง

งาน) จะปล่อยพลังงานออกมาทันทีในรูปของแสงเรือง แสงที่ปล่อยออกมามีพลังงานลดลง (ตามหลักของการถ่ายเทพลังงานที่มีการสูญเสียพลังงาน เช่น ในรูปความร้อน) แสงที่ปล่อยออกมาจึงมีความยาวคลื่นยาวกว่าแสงที่ดูดเข้าไป แสงที่ปล่อยออกมานี้เรียกว่า **Fluorescence**



อิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานจะถูกกระตุ้นให้ไปอยู่ในวงโคจรรอบนอก และเมื่ออิเล็กตรอนตกกลับมาอยู่ในแต่ละวงโคจร จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของ Fluorescence จากการที่แสง Fluorescence ที่ปล่อยออกมามีความยาวคลื่นยาวขึ้น สารที่เรืองแสงได้เมื่อได้รับแสงอุลตราไวโอเล็ตที่ตาเรามองไม่เห็น เมื่อมีการปล่อยสารเรืองแสงออกมา มีความยาวคลื่นยาวกว่าแสงอุลตราไวโอเล็ตเราจึงมองเห็นได้



รูป อิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานจะถูกกระตุ้นให้ไปอยู่ในวงโคจรรอบนอก เมื่ออิเล็กตรอนตกกลับลงมา จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของ Fluorescence ซึ่งมีความยาวคลื่นมากกว่า

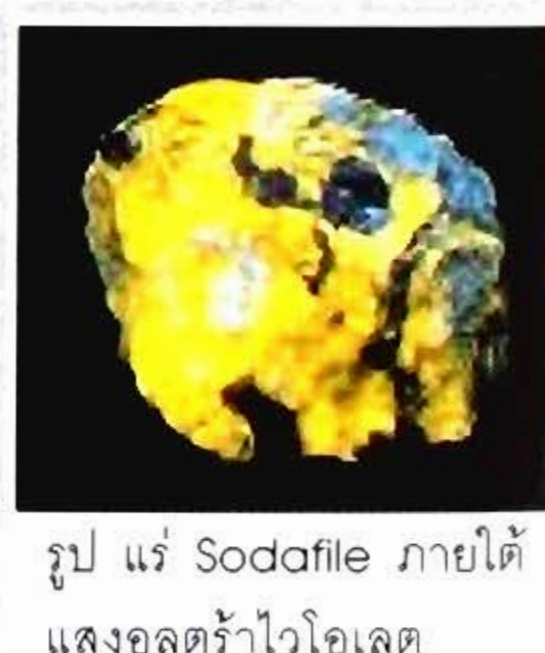
Fluorescence ทำให้เรามองเห็นวัตถุสว่าง เช่น ผงซักฟอก ความขาวเนียนจาก Fluorescence ในเวลากลางวัน ผงซักฟอกดูสว่างและขาว เมื่อถูกกับแสงอุลตราไวโอเล็ตจะยิ่งดูขาวขึ้น เนื่องจาก Fluorescence ช่วยทำให้ผ้าดูเหมือนสะอาดขึ้น

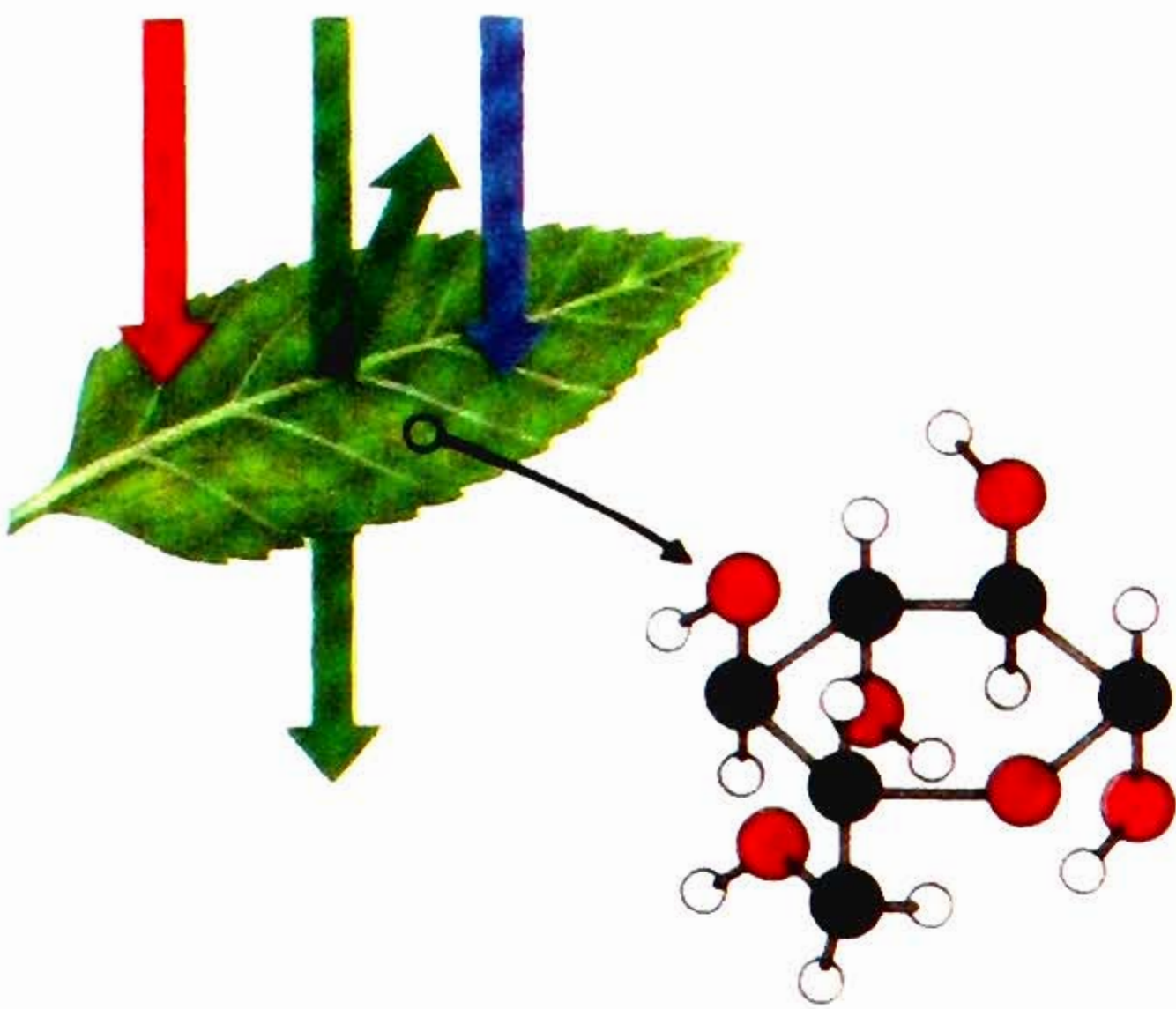
Sodalite เป็นแร่ที่ประกอบไปด้วย โซเดียม อะลูมิเนียม ซิลิคอน ออกซิเจน และคลอรีน ภายใต้แสงปกติจะเห็นเป็นสีเทา แต่ในแสงอุลตราไวโอเล็ตแร่นี้ดูดกกลืนได้ และปล่อยแสงออกมาเป็นสีเหลืองหรือส้ม

เมื่อแสงส่องกระทบวัตถุ แสงอาจถูกดูดซับไว้หรือส่องทะลุผ่านวัตถุหรือสะท้อนกลับ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ วัตถุ

ที่โปร่งใส เช่น แก้วใส พลาสติก หรือ เลนส์ แว่นตายอมให้แสงผ่าน โดยไม่มีการ **กระจาย** ของแสง (**scattering**) ทำให้เรามองเห็นของที่เราต้องการมองผ่านวัตถุนั้นได้อย่างชัดเจน เราจึงนิยมเอาแก้วมาทำกระจกหรือหน้าต่าง หรือขวดใส่น้ำเพื่อให้มองเห็นสิ่งที่บรรจุอยู่ในขวด วัตถุที่ยอมให้แสงส่องผ่านได้ทั้งหมดหรือไม่ขึ้นอยู่กับความหนาของชิ้นวัตถุ ชิ้นวัตถุที่มีความหนาเพิ่มขึ้นอาจดูดซับแสงไว้มากขึ้น จึงมองเห็นภาพไม่ชัดเจนเท่าวัตถุนิดเดียวกันแต่มีความบางมากกว่า

วัตถุอีกพวกหนึ่งยอมให้แสงผ่านได้ แต่จะเกิดการกระจายของแสงทำให้เรามองเห็นของอีกข้างหนึ่งไม่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น น้ำมันพืช ไขมัน ขี้ผึ้ง เซลล์ของพืชที่



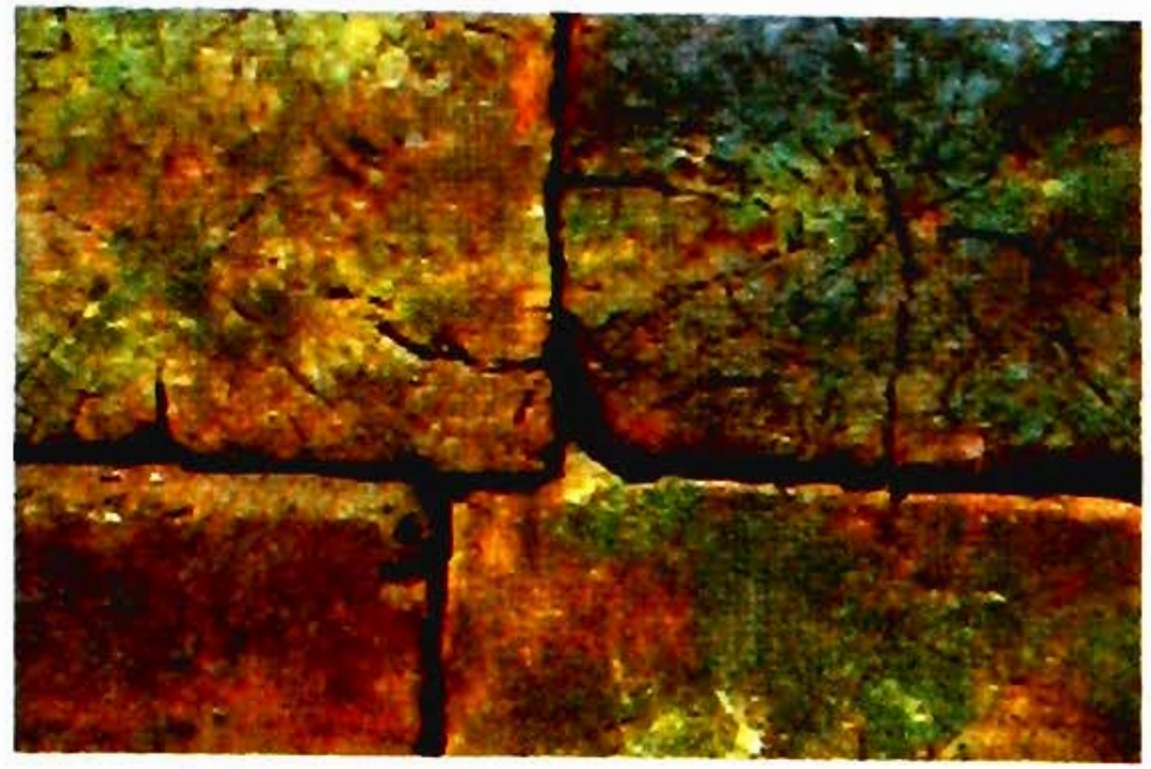


รูป ใบไม้มีรงควัตถุดูดกลืนแสงสีแดงและน้ำเงิน ในขณะที่แสงสีเขียวสามารถทะลุผ่านและสะท้อนกลับได้ เราจึงมองเห็นใบไม้สีเขียว



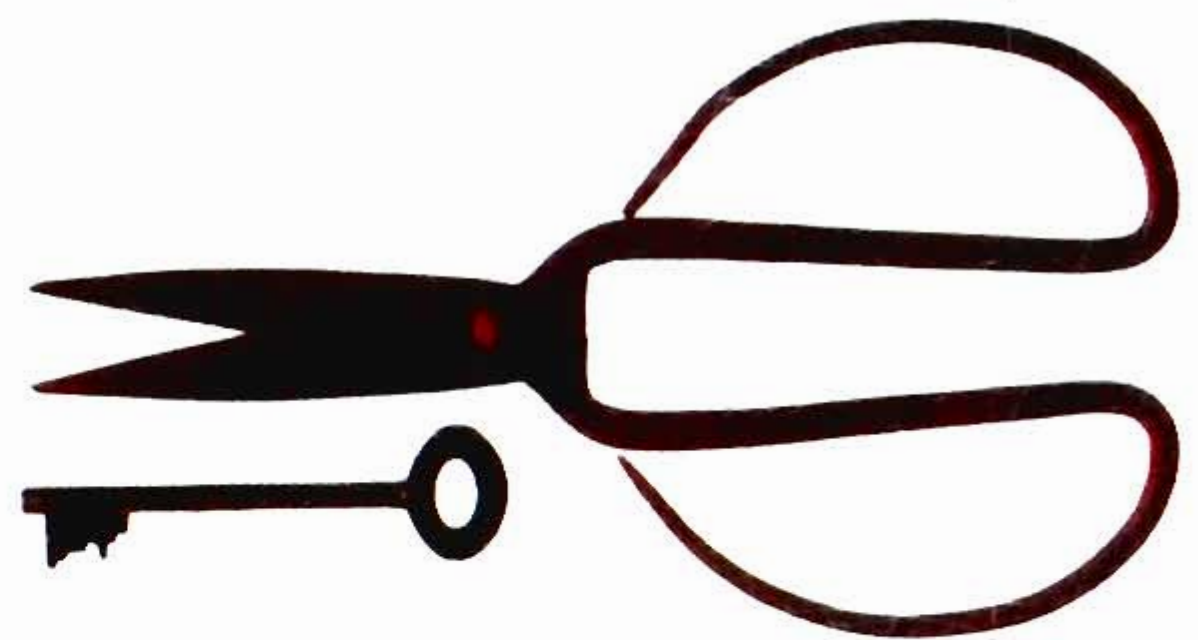
รูป ปลาขนาดเล็กชนิดหนึ่ง ซึ่งภายในตัวมีน้ำมันชนิดพิเศษเป็นสารโปร่งแสง (transparent oils) ซึ่งมีส่วนช่วยให้สัตว์น้ำขนาดเล็กซ่อนตัวจากศัตรูได้

เรียงตัวกันเป็นชั้นบางๆ เช่น ใบไม้ กลีบดอก เป็น **วัตถุที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน (Translucent)** อย่างไรก็ตามความสามารถในการให้แสงผ่านขึ้นอยู่กับความหนาของวัตถุ ถ้าเรานำกระดาษมาหนึ่งแผ่นส่องกับโคมไฟเส้นใยในกระดาษทำให้เกิดการกระจายของแสง หรือมีการดูดซับแสงส่วนหนึ่งไว้ ในขณะที่แสงอีกส่วนหนึ่งส่องผ่านกระดาษลงไปได้ ถ้าเราเอากระดาษหลายๆ แผ่นมาซ้อนกัน

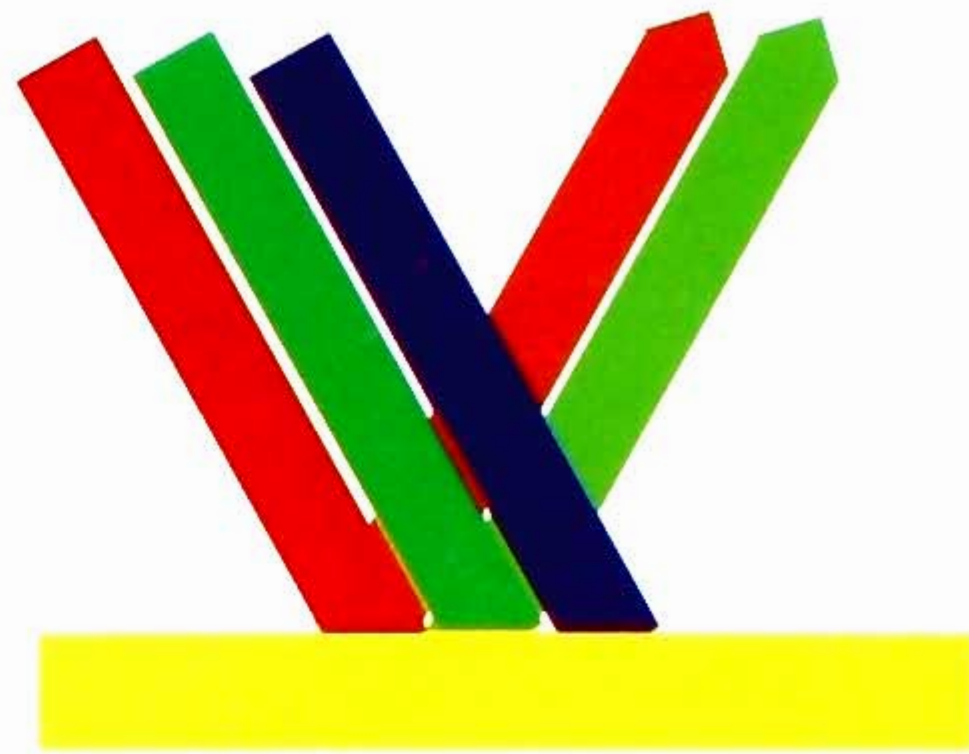
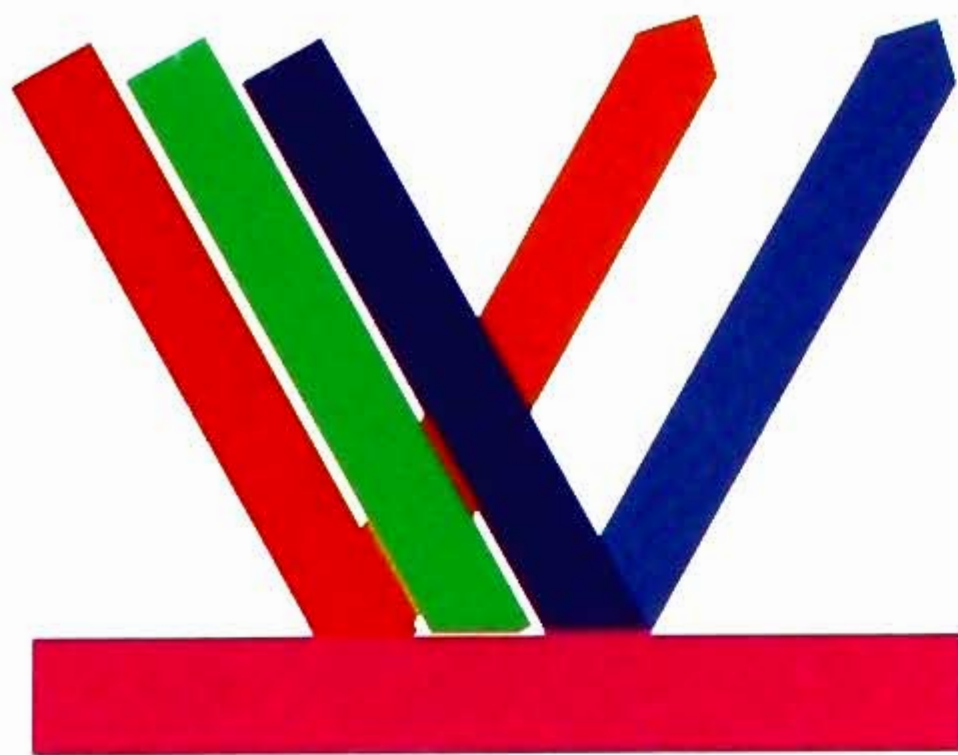


รูป ท่อนไม้เป็นวัตถุทึบแสง (Opaque) ชนิดหนึ่ง แสงถูกตัดไปเรื่อยๆ จนในที่สุดเราจะไม่เห็นแสงอีกข้างหนึ่งของกระดาษเลย สำหรับวัตถุบางชนิดความโปร่งใสขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลองเปรียบเทียบดูระหว่างก้อนเทียนไขกับน้ำมันหมูที่ทิ้งไว้ในที่เย็น เมื่อเอามาทำให้ละลายเกิดอะไรขึ้น

สารบางอย่างทึบแสงหรือไม่ยอมให้แสงผ่านวัตถุเหล่านี้เรียกว่า **วัตถุทึบแสง (Opaque)** ลองนำกระดาษอะลูมิเนียมฟอยด์มาหุ้มแก้วน้ำหรือขวดแก้วสังเกตรู้อะไร สารเคมีบางชนิดเมื่อถูกแสงไม่ว่าแสงไฟฟ้าหรือแสงอาทิตย์อาจเสื่อมคุณภาพ เราจึงมักเห็นในห้องปฏิบัติการเก็บสารเหล่านี้ไว้ในขวดที่มีอะลูมิเนียมฟอยด์หุ้มไว้ เมื่อเราเอาวัตถุทึบแสงมาส่องดูกับไฟ แสงที่เรามองเห็นเป็นแสงที่สะท้อนมาจากผิวของวัตถุ วัตถุที่เป็นเงา เช่น โลหะ จะสะท้อนแสงทั้งหมดที่ตกกระทบลงบนวัตถุ



รูป เราเห็นโลหะเป็นเงา เนื่องจากโลหะสามารถสะท้อนแสงทั้งหมดที่ตกกระทบ



รูป สีม่วงและสีเหลืองที่ตามองเห็น เกิดจากวัตถุดูดแสงบางสีไว้ และปล่อยแสงสีอื่นออกมา ซึ่งเป็นเทคนิคที่เราใช้ในการย้อมสี

วัตถุจะดูดแสงบางสีหรือบางความยาวคลื่นไว้เท่านั้น และปล่อยให้แสงสีอื่นทะลุออกไปหรือสะท้อนกลับ ในใบไม้มีรงควัตถุหรือพิกเมนต์หลายชนิด แต่ที่มีมากคือคลอโรฟิลล์ รงควัตถุเหล่านี้ดูดแสงสีแดงและสีน้ำเงิน ในขณะที่แสงสีเขียวบางส่วนสะท้อนกลับบางส่วนทะลุผ่านใบลงไป เราจึงเห็นใบไม้ส่วนใหญ่ที่มีคลอโรฟิลล์มีสีเขียว

การที่วัสดุมีสีต่าง ๆ จึงไม่ใช่การสร้างสีนั้นขึ้นมา แต่เป็นการดูดหรือกำจัดสีบางสีออกไป ตัวอย่างเช่น ถ้าเอาสีน้ำเงินออกจากแสงสีขาว แสงที่สะท้อนออกมามีสีเขียวกับแดง จากการสังการของสมองเรามองเห็นเป็นสีเหลือง ถ้าเอาแสงสีเขียวออกจากแสงสีขาว เหลือสีน้ำเงินและแดง เรามองเห็นเป็นสีม่วง ดังนั้นตั้งแต่โบราณกาลมานุษย์พยายามหาสารที่จะมาดึงเอาสีบางสีออกไปเพื่อเอามาใช้ใส่เป็นสีผสมอาหาร ย้อมผ้า หรือขีดเขียน ลองสังเกตดูพริกชนิดต่างๆ บางชนิดมีสีแดง บางชนิดมีสีเหลือง ทราบหรือไม่ว่าจริงๆ แล้วสีที่ชอบอยู่ (หรือที่สะท้อนออกมา) คือสีอะไร

ที่ดอกหรือผลมีรงควัตถุ แต่รงควัตถุเหล่านี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง

ดังเช่น รงควัตถุที่พบในใบพริกชี้หนูที่อ่อนมีสีเขียวอ่อน เมื่ออายุมากขึ้นมีสีเขียวเข้มและต่อมามีสีแดง ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างรงควัตถุที่แตกต่างกัน ในประเทศที่มีฤดูใบไม้ร่วง ใบไม้จะมีการเปลี่ยนสีก่อนที่จะมีการสลัดใบ เนื่องจากการสร้างคลอโรฟิลล์ลดลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของรงควัตถุที่เรียกว่า **แคโรทีนอยด์** จากสีเหลืองไปเป็นสีส้ม (แคโรทีนอยด์ทำให้หัวแครอทมีสีส้ม คำว่าแคโรทีนอยด์จึงมาจากแครอท) และสีแดง หรือมีการสร้างรงควัตถุอื่นมากขึ้น เช่น ในใบเมเปิล เอาน้ำตาลมาสร้างแอนโทไซยานิน ดังนั้นสีของใบ ดอก และผลจึงขึ้นกับองค์ประกอบของรงควัตถุในขณะนั้น 🌸



รูป การเปลี่ยนแปลงสีของใบไม้ก่อนการสลัดใบ

สรุปความรู้เรื่องแสง

ก่อนที่จะเรารู้ถึงอิทธิพลของแสงอาทิตย์ต่อพืช โดยเฉพาะในเรื่องการสังเคราะห์แสง เราลองสรุปความรู้ที่เราเรียนรู้เกี่ยวกับแสงกันก่อนจะดีไหม

1. แสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยสเปกตรัมของแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ กัน เมื่อแสงส่องผ่านบรรยากาศ แสงบางความยาวคลื่นถูกดูดซับไว้ สเปกตรัมของแสงที่นอกบรรยากาศและที่บนโลก (พื้นผิวน้ำทะเล) จึงแตกต่างกัน

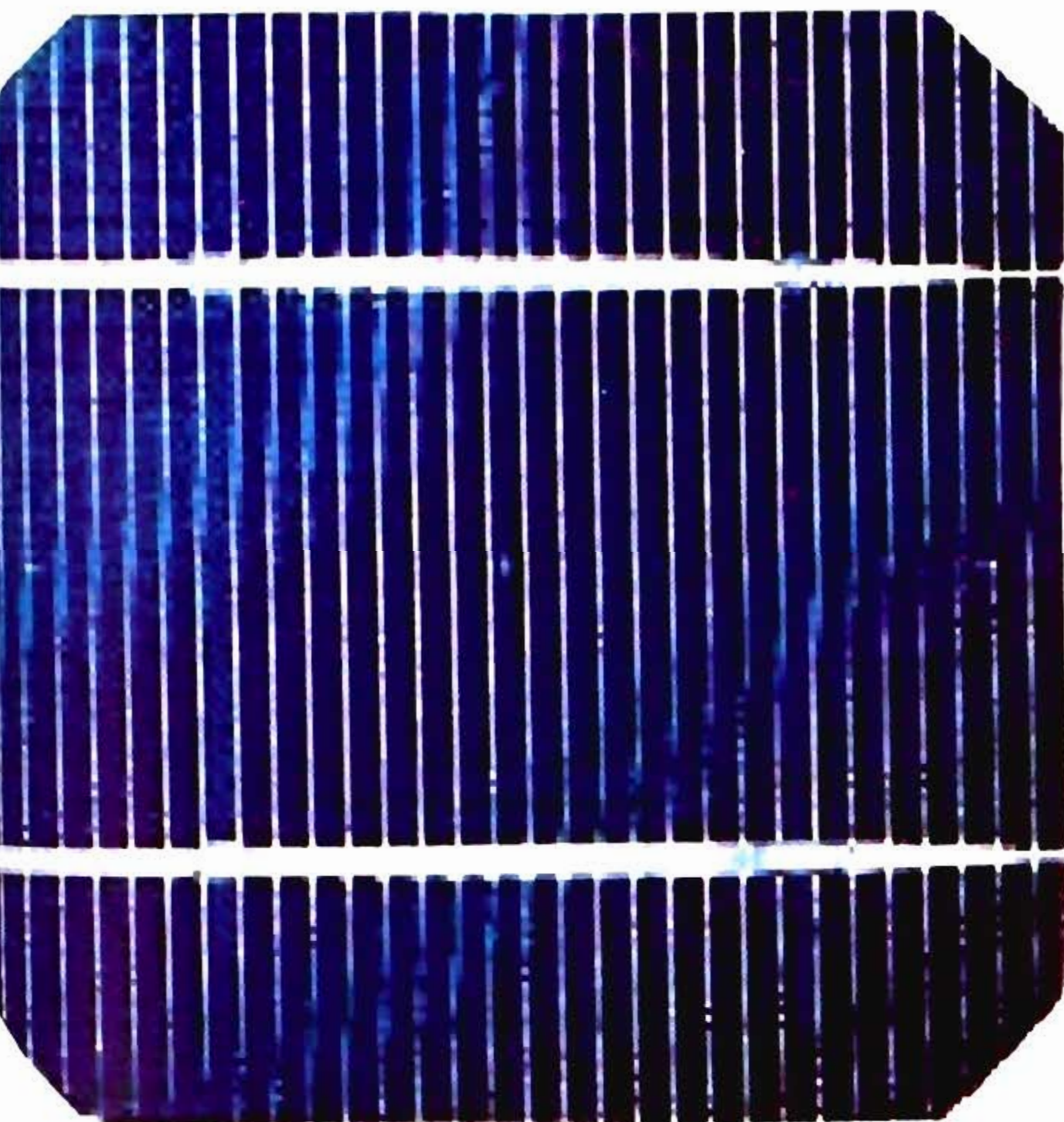
2. แสงอาทิตย์มีพลังงาน พลังงานทำให้อิเล็กทรอนิกส์ของอะตอมของสารถูกกระตุ้น เมื่ออิเล็กทรอนิกส์กลับมาอยู่ที่เดิม จะคายพลังงานออกมาพลังงานที่คายออกมาจะถูกนำไปใช้งานได้ ดังนั้นขั้นตอนแรกของ



รูป แสงรับแสงอาทิตย์

การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ต้องมีตัวจับพลังงาน (ดูดแสงอาทิตย์) และเปลี่ยนพลังงานที่จับได้เป็นพลังงานรูปที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น เซลล์แสงอาทิตย์จับพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าบรรจุไว้ในแบตเตอรี่ เลนส์ที่ใช้รวมแสงอาทิตย์เกิดเป็นพลังงานความร้อนใช้ในการจุดไฟ เช่น ไฟพระฤกษ์ที่ใช้ในการเปิดการแข่งขันกีฬา พืชจับพลังงานจากแสงโดยตรงควัตถุที่ใบ การเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีหรือที่เราารู้จักกันว่า **เอทีพี (ATP)** เกิดที่คลอโรพิลล์ ดังนั้นคลอโรพิลล์จึงเป็นรงควัตถุที่ทั้งดูดแสง และเป็นจุดศูนย์กลางของการสร้างพลังงานเคมี จึงเป็นรงควัตถุที่มีอยู่มากในใบ

3. แสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยแสงที่มีหลายความยาวคลื่น คลอโรพิลล์ดูดแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร) ได้ดีที่สุด แต่ดูดกลืนแสงสีเขียวได้น้อยมากจึงเห็นใบไม่มีสีเขียว

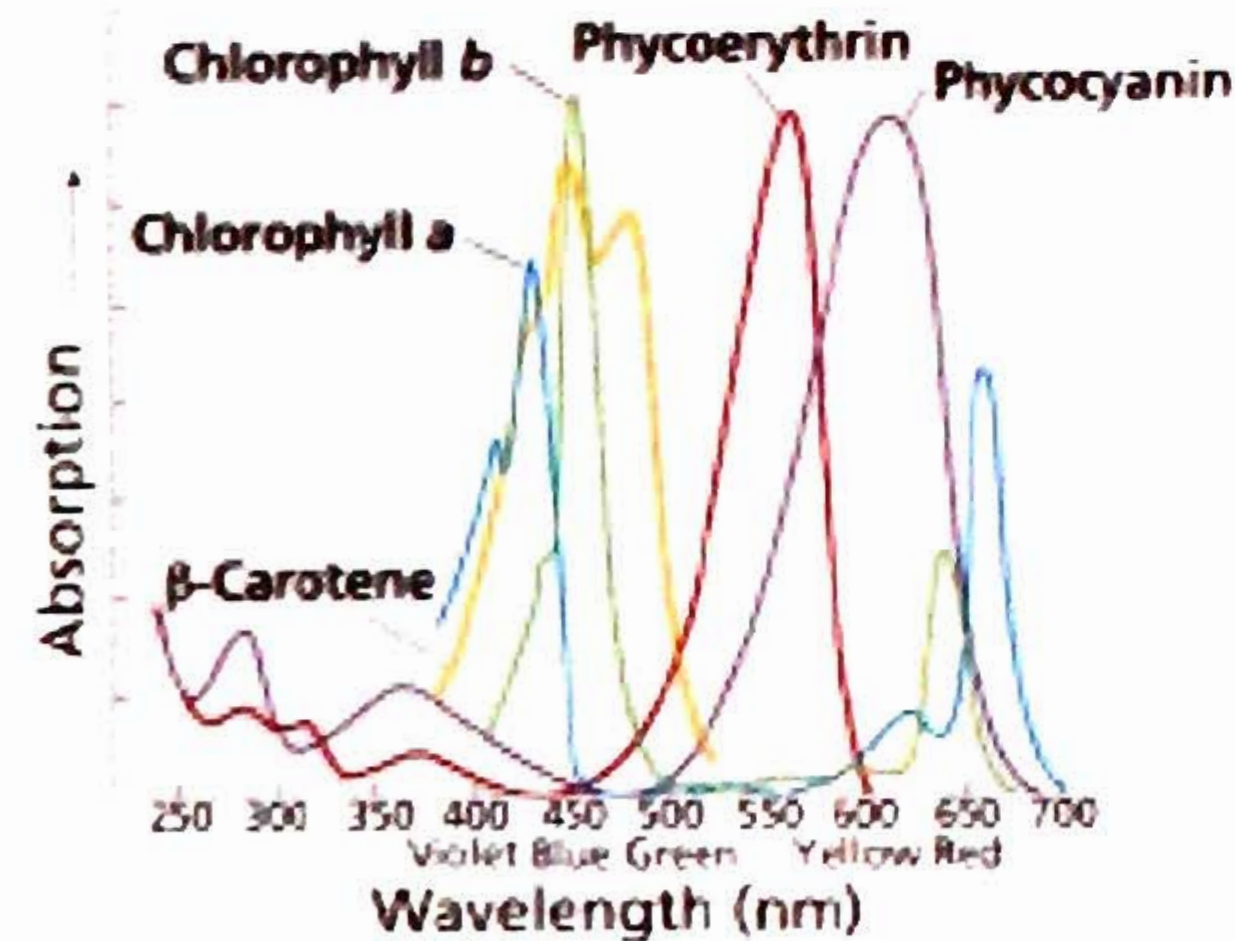


รูป โซลาร์เซลล์

เพื่อให้การใช้แสงอาทิตย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ใบพืชจึงมีรงควัตถุอื่นอยู่ด้วยเพื่อช่วยจับแสงความยาวคลื่นที่คลอโรฟิลล์จับไม่ได้ และส่งพลังงานที่ได้ต่อไปให้คลอโรฟิลล์อีกทีหนึ่ง รงควัตถุเสริมเหล่านี้เรียกว่า **Accessory Pigments** ใบพืชที่จะสังเคราะห์แสงได้ต้องมีคลอโรฟิลล์ แต่บางครั้งเรามองไม่เห็นสีเขียวเพราะรงควัตถุอื่นบดบัง เช่น ในใบโกศล ใบฤๅษีผสม เป็นต้น ตัวอย่างของรงควัตถุเสริม คือ ไฟโคอีริทรินที่ดูดแสงสีเขียวได้ดี และไฟโคไซยานิน เป็นต้น



รูป แสงที่มีพลังงานมาก (ความยาวคลื่นสั้น) สามารถส่องผ่านน้ำได้ลึกกว่าแสงที่มีพลังงานน้อย (ความยาวคลื่นยาว)



รูป การดูดกลืนแสงของรงควัตถุชนิดต่างๆ ที่ความยาวคลื่นต่างๆ

โดยสรุปแล้วรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงมีอยู่ 3 พวก พวกที่ 1 เป็น **คลอโรฟิลล์** ที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์เอ และ บี พวกที่ 2 เป็น **แคโรทีนอยด์** และพวกที่ 3 เป็น **ไฟโคบิลิน** ที่ประกอบด้วยไฟโคไซยานินและไฟโคอีริทริน รงควัตถุ 2 พวกแรกไม่ละลายน้ำ ส่วนพวกที่ 3 ละลายน้ำได้ รงควัตถุที่สำคัญที่สุดในการสังเคราะห์แสงก็คือ คลอโรฟิลล์ เอ หากไม่มีคลอโรฟิลล์ เอ พืชก็ไม่สามารถสังเคราะห์แสง

ได้ถึงแม้จะมีรงควัตถุอื่นๆ ก็ตาม แสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นยาวมีแสงสีแดงและเหลืองมากที่สุด คลอโรฟิลล์ดูดแสงในช่วงเหล่านี้ได้ดีที่สุด จึงถูกเลือกให้เป็นรงควัตถุหลักที่มีหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง

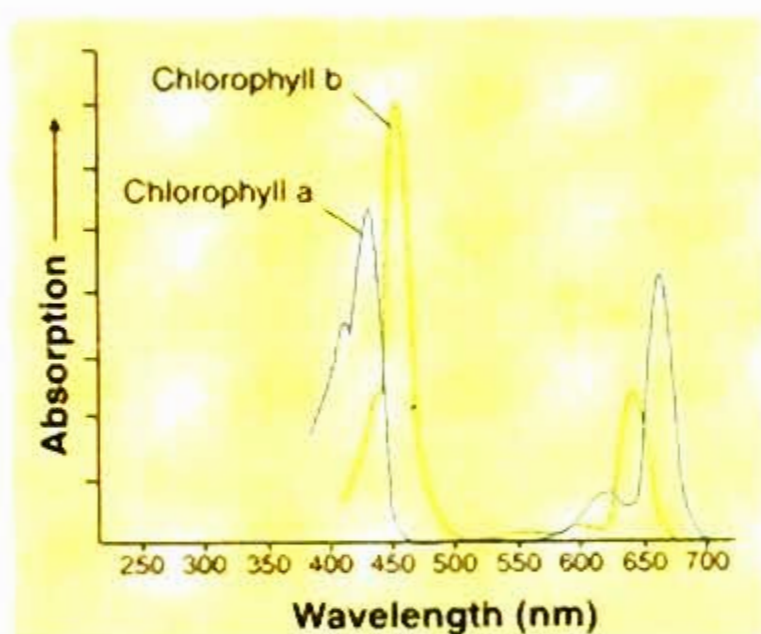
4. เมื่อแสงตกกระทบลงบนวัตถุ เช่น ใบไม้ แสงส่วนหนึ่งถูกดูดซับไว้ บางส่วนสะท้อนกลับ บางส่วนส่องผ่านลงมาปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมาจึงน้อยลง ในป่าที่มีต้นไม้ขึ้นอย่างหนาแน่น ต้นไม้หรือใบที่อยู่ข้างล่างจะทำอย่างไรดีเพื่อให้ได้ปริมาณแสงพอเพียง

5. ในข้อ 4. เราเห็นว่านอกจากปริมาณแสงถูกตัดลงไปเรื่อยๆ เมื่อมีสิ่งบดบังมากขึ้นแล้ว ยังมีเฉพาะแสงบางความยาวคลื่นเท่านั้นที่ส่องผ่านไปได้ เช่น ใบพืชข้างบนดูดแสงสีน้ำเงินและแดง แสงที่ลงมายังใบข้างล่างมีแสงสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ ใบพืชที่อยู่ข้างล่างสังเคราะห์แสงได้อย่างไร

ในน้ำก็เช่นกัน ถ้าน้ำค่อนข้างใส แสงสีแดงส่องลงไปได้ลึก 50 เมตร ส่วนแสง สีเขียว น้ำเงินและม่วงลงไปได้ลึกถึง 150 และ 200 เมตรตามลำดับ แสงที่มีความยาวคลื่นสั้น สามารถผ่านลงไปได้ลึกเพราะมีพลังงานมาก ในน้ำยังมีอนุภาคต่างๆ แขนงลอยอยู่ ทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต พวกมีชีวิตเป็นพืชน้ำหรือ สาหร่ายขนาดเล็ก (ไฟโตแพลงตอน) พวก นี้มีคลอโรฟิลล์ดูดแสงสีน้ำเงินและแดงไว้ แสงที่เหลือลงไปในที่ลึกจึงเหลือเพียงแสง บางความยาวคลื่นเท่านั้น แต่เรายังพบเห็น สาหร่ายบางชนิดขึ้นได้ในที่ลึก พวกนี้มี รังควัตถุเสริมร่วมกับคลอโรฟิลล์หรือไม่

เราสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่นต่างๆ ได้ โดยใช้เครื่องมือที่ เรียกว่า **สเปกโตรโฟโตมิเตอร์** ตัวอย่างเช่น ถ้าเรามีสารละลายคลอโรฟิลล์อยู่ เราสามารถ ตรวจดูได้ว่าคลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงที่ความ ยาวคลื่นใดได้สูงสุด โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่แต่ละความยาวคลื่น (400 ถึง 700 นาโน เมตร) ลองนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มา เขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์กับความ ยาวคลื่น ซึ่งจะได้ผลดังรูป ทราบหรือไม่ว่า คลอโรฟิลล์ดูดแสงที่ความยาวคลื่นใดสูงสุด

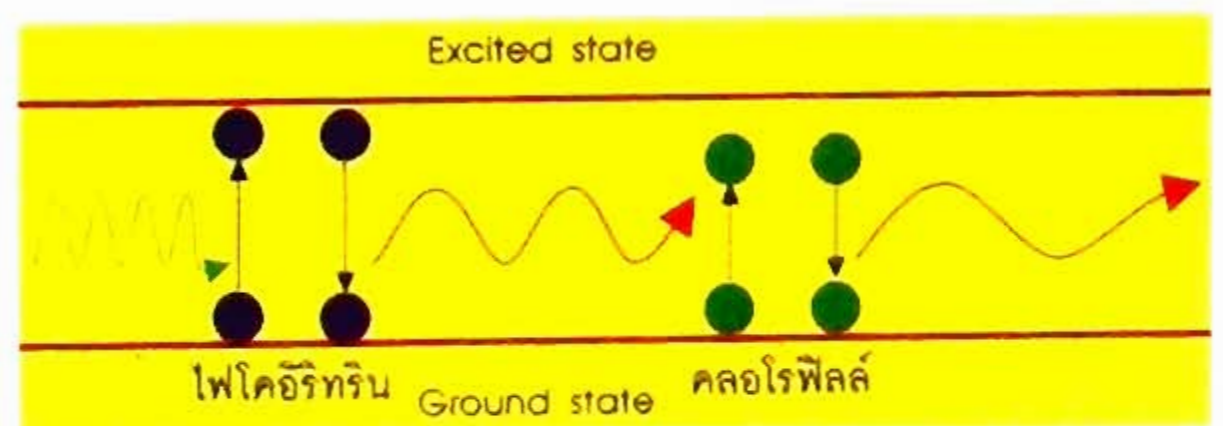
6. การถ่ายทอดพลังงานจาก รังควัตถุหนึ่งไปยังอีกรังควัตถุหนึ่งจะเกิดขึ้น ได้ เมื่อรังควัตถุที่เป็นตัวส่งพลังงานไปให้ต้อง



รูป ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความยาวคลื่น

มีพลังงานมากกว่ารังควัตถุที่เป็นตัวรับ ตัวอย่างเช่น ไฟโคอีริทรินดูดแสงสีเหลือง เขียวที่มีพลังงานประมาณ 55 กิโลแคลอรี คลอโรฟิลล์ดูดแสงสีแดงที่มีพลังงาน 45 กิโล แคลอรี ในกรณีเช่นนี้ไฟโคอีริทรินดูดแสง เหลืองเขียว และส่งต่อไปให้คลอโรฟิลล์ได้ แต่คลอโรฟิลล์ไม่สามารถส่งพลังงานไปให้ ไฟโคอีริทรินได้

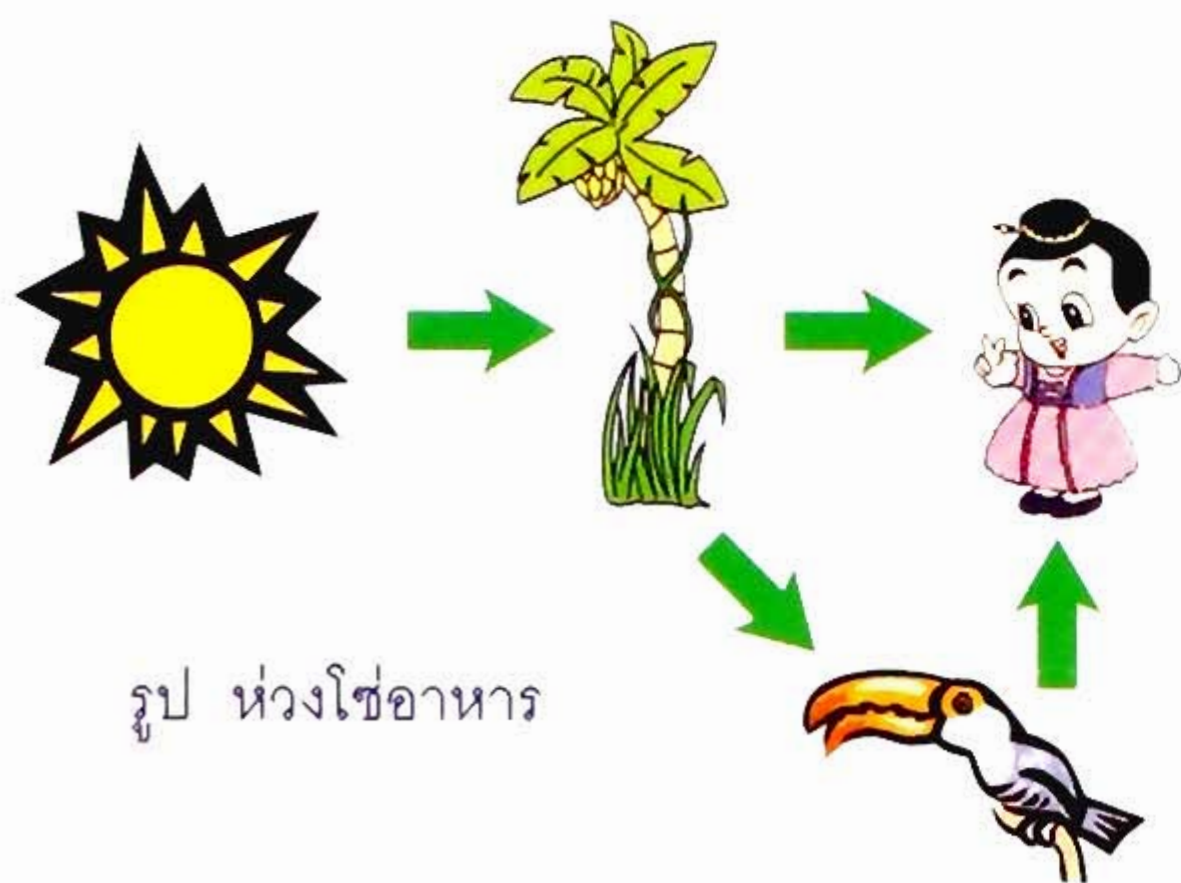
พลังงานที่ถ่ายทอดจากรังควัตถุ หนึ่งไปอีกรังควัตถุหนึ่ง ถ่ายทอดในรูป พลังงานแสง เมื่อรังควัตถุหนึ่งดูดแสงไป แล้วจะถ่ายทอดพลังงานออกมาในรูปของ แสงเรือง (Fluorescence) แสงที่ถูกปล่อย ออกมามีความยาวคลื่นยาวกว่าที่มันดูดเข้าไป (สูญเสียพลังงาน) แสงที่ถูกปล่อยถูกดูดโดย รังควัตถุอีกตัวหนึ่งที่เป็นตัวรับพลังงาน ตัวอย่างเช่น เมื่อไฟโคอีริทรินดูดแสงสีเหลือง เขียว (พลังงาน 55 กิโลแคลอรี) ปล่อยแสง สีแดง (พลังงาน 45 กิโลแคลอรี) ทำให้ คลอโรฟิลล์ดูดแสงสีแดงที่ปล่อยออกมา และ ใช้ในการสังเคราะห์แสงต่อไปได้ ดังนั้นในน้ำ ลึกสาหร่ายสีแดงมีทั้งไฟโคอีริทรินและคลอโร ฟิลล์อยู่ด้วยกัน เมื่อรังควัตถุทั้งสองดูดแสงเข้า ไปแล้ว แสงที่เหลือออกมาจึงมีเพียงในช่วง ปลายสุดของแสงสีแดงจึงเห็นสาหร่ายเหล่า นี้มีสีแดง



รูป การถ่ายทอดพลังงานของไฟโคอีริทรินและคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรังควัตถุในสาหร่ายสีแดง แสงที่เหลือออกมาอยู่ในช่วงปลาย สุดของแสงสีแดง เราจึงเห็นสาหร่ายสีแดง

การสังเคราะห์แสง

ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ มนุษย์ต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการทำงานของระบบต่างๆ เป็นต้นว่าการเคลื่อนไหว การคิด การออกกำลังกาย การเจริญเติบโต พลังงานเหล่านี้ได้มาจากการย่อยสลายสารอาหารที่มนุษย์กินเข้าไป พลังงานที่เหลือถูกนำไปสร้างอาหารสะสมเช่น ไขมันสะสมไว้สำหรับร่างกายในยามขาดแคลน แหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์คือ พืชและสัตว์ เมื่อเขียนเป็นวัฏจักรอาหารจะได้ดังนี้



พืชเป็นแหล่งกำเนิดอาหารแหล่งแรก ถ้าไม่มีพืช มนุษย์และสัตว์ก็ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ พืชเองก็เป็นสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตเช่นกัน เช่น ใช้ดูดน้ำและแร่ธาตุจากดิน และส่งจากรากไปยังใบ หรือในการลำเลียงอาหารจากใบไปยังส่วนต่าง ๆ

พืชสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเองโดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ ในเวลากลางวันพืชได้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้สร้างอาหาร เมื่อไม่มีแสงพืชได้พลังงานมา



รูป การสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช

จากการย่อยอาหารที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกับการหายใจของมนุษย์ อิทธิพลที่สำคัญของแสงที่มีผลโดยตรงต่อพืช เกี่ยวเนื่องกับการสร้างอาหารหรือที่เรียกว่า **การสังเคราะห์แสง**

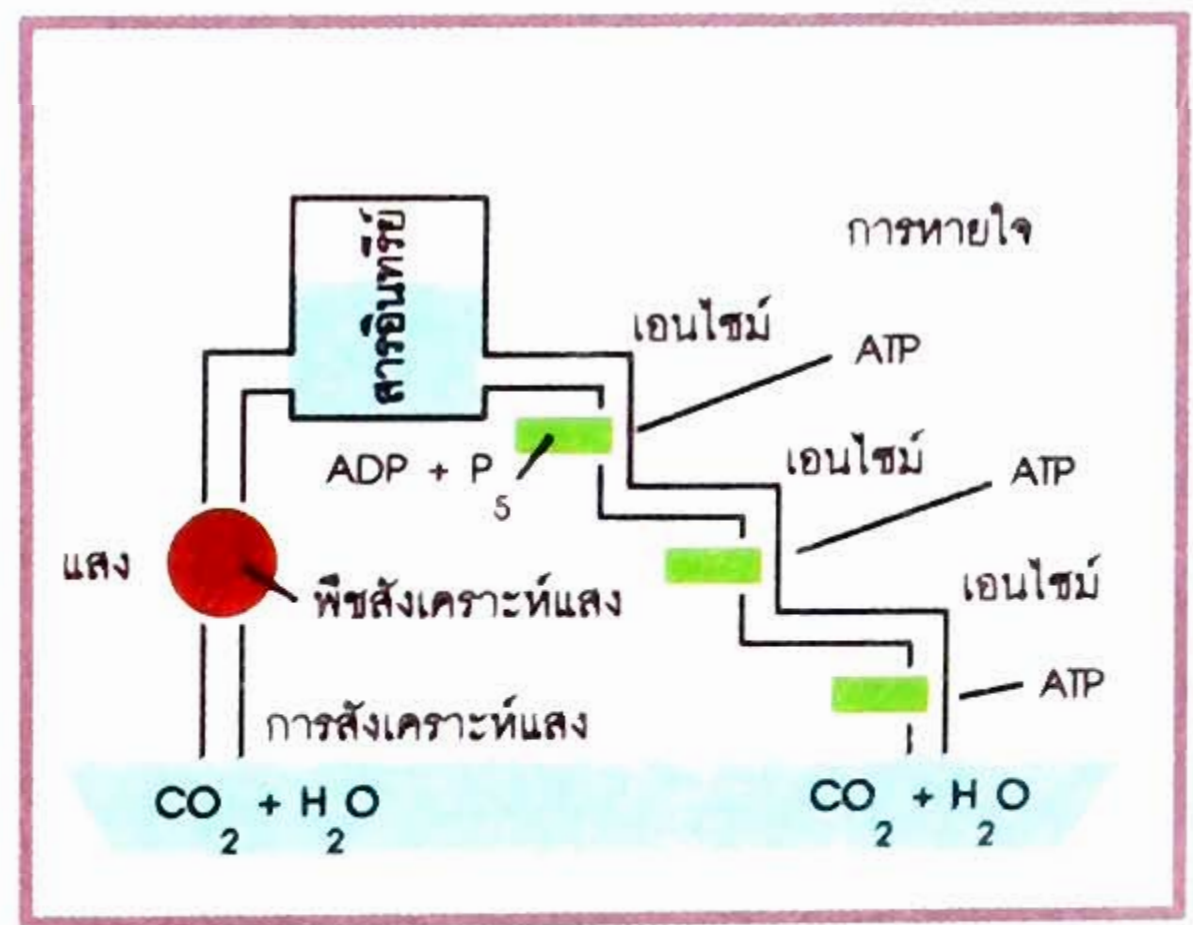
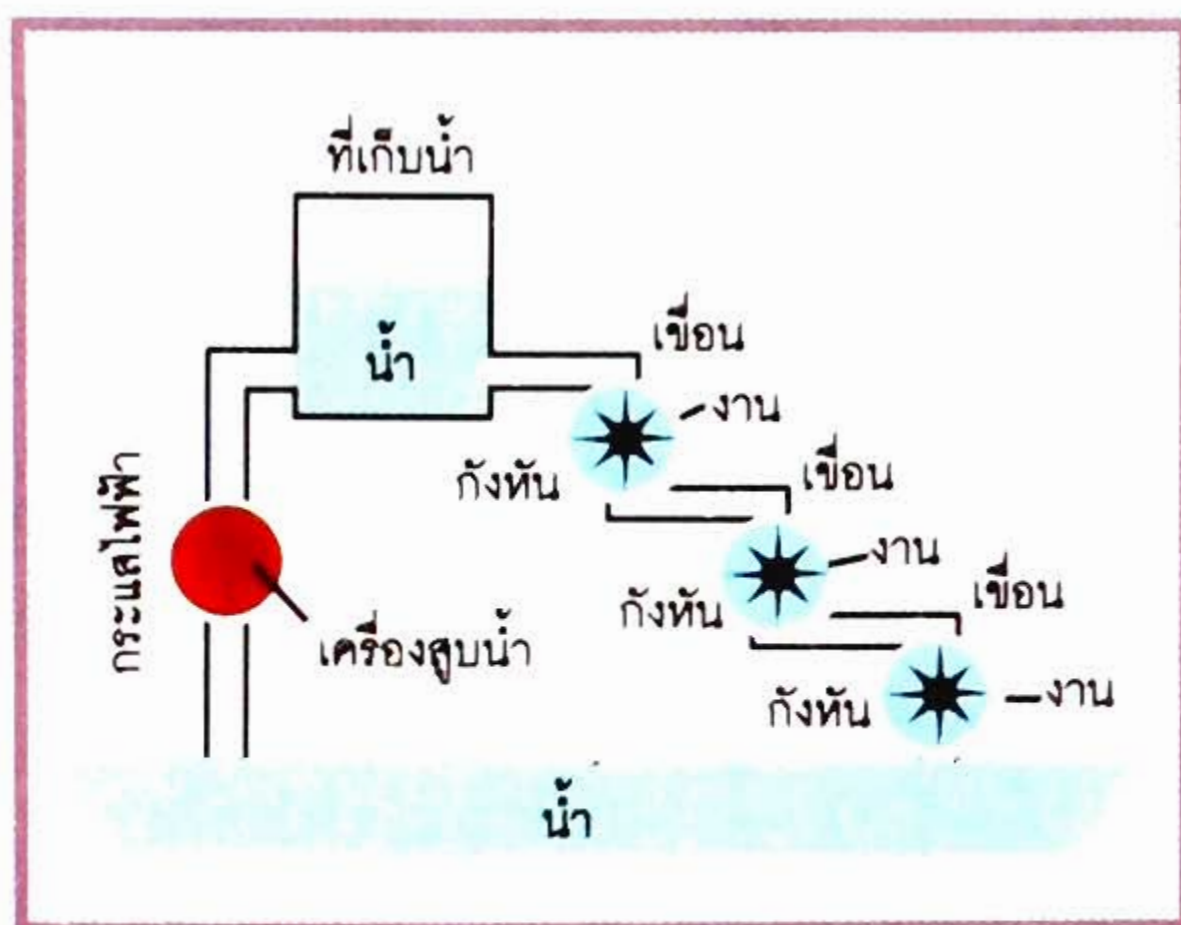
การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่พืชสร้างอินทรีย์สารจากอนินทรีย์สารโดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ พืชเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี นำไปใช้ในการสร้างคาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ในระหว่างที่พืชสังเคราะห์แสง เช่น ในเวลากลางวัน พืชจะปล่อยออกซิเจน ซึ่งมาจากการแตกตัวของน้ำ การแตกตัวของน้ำจะให้อิเล็กตรอนด้วย จากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเกิดพลังงานที่นำไปใช้ในการสร้างพลังงานเคมี หรือ ATP ที่นำไปใช้ในการสร้างคาร์โบไฮเดรต



ในมนุษย์ สัตว์ หรือแม้แต่พืชในตอนกลางคืน ได้พลังงานมาจากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า **การหายใจ** ในกระบวนการนี้ออกซิเจนถูกนำไปใช้ในการย่อยอินทรีย์สาร (คาร์โบไฮเดรต) ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ พลังงานที่ถูกเก็บไว้ในคาร์โบไฮเดรตถูกปล่อยออกมานำไปใช้ในการสร้าง ATP ไปใช้ในการทำงาน การสังเคราะห์แสงและการหายใจเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาสสมดุลคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ คาร์โบไฮเดรตและออกซิเจนที่สูญเสียไปในระหว่างกระบวนการหายใจ ถูกสร้างขึ้นในระหว่างการสังเคราะห์แสง โดยใช้คาร์บอน

ไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจหรือการเผาไหม้ การเผาผลาญสารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเป็นขั้นตอน ทั้งนี้เพราะป้องกันไม่ให้ออกซิเจนสูญเสียพลังงานไปโดยสูญเปล่า เหมือนกับการเผาไหม้ที่หมดไปอย่างรวดเร็ว

การสูบน้ำจากที่ต่ำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำที่อยู่สูงต้องใช้พลังงาน ในที่นี้ใช้พลังงานไฟฟ้า กระบวนการสูบน้ำเปรียบได้กับการสร้างคาร์โบไฮเดรตที่ต้องการพลังงานจากแสง ในการนำน้ำที่เก็บในถังเก็บไปใช้งาน น้ำถูกปล่อยลงมา การตกลงของน้ำจากที่สูงทำให้เกิดแรงไปหมุนกังหันนำไปใช้ทำงานได้ เปรียบเทียบได้กับกระบวนการหายใจที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต คาร์โบไฮเดรตที่สร้างขึ้น



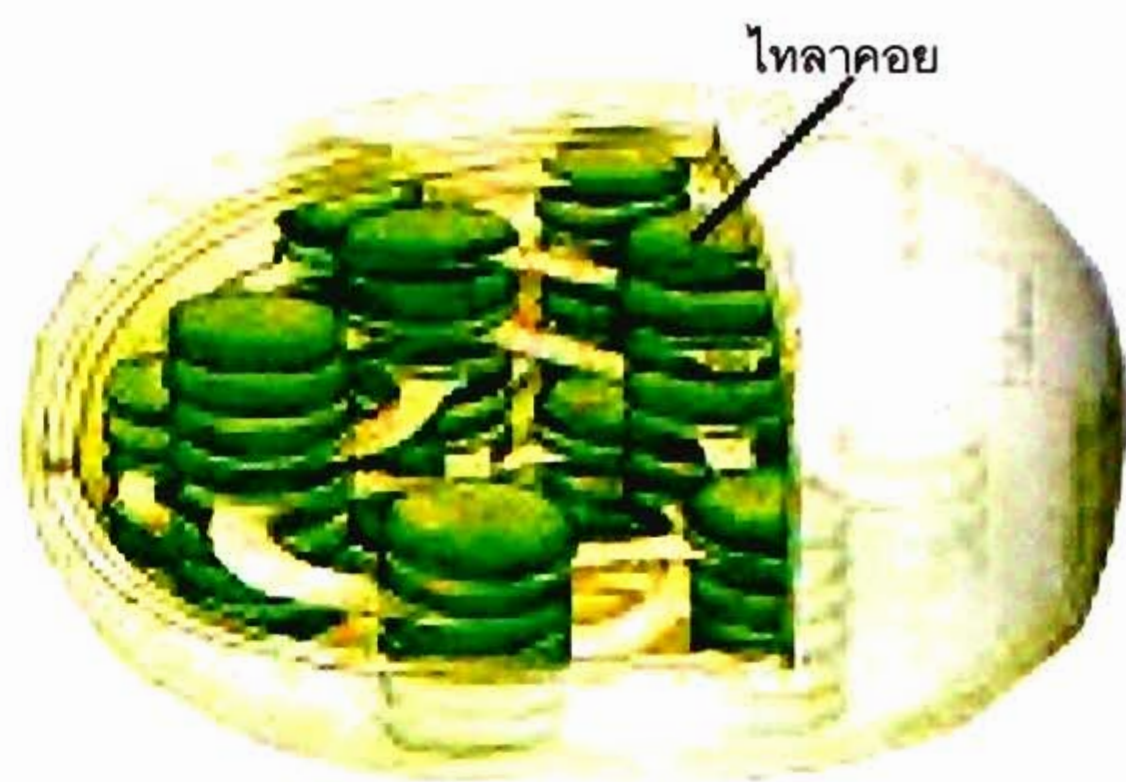
รูป การเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจ กับการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

จากการสังเคราะห์แสงมีพลังงานเก็บสะสมไว้ จะถูกย่อยสลายโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งให้เกิดเร็วขึ้น พลังงานที่ได้จากการย่อยสลายนำไปใช้สร้าง ATP ไปใช้เป็นพลังงานต่อไป

แสงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงบริเวณพื้นโลก ประกอบไปด้วยแสงที่มีความยาวในช่วงต่างๆ กัน ร้อยละ 50 ของปริมาณแสงทั้งหมดที่ส่องผ่านมาเป็นแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ ซึ่งเป็นช่วงของความยาวคลื่น 400–800 นาโนเมตร อีกประมาณเกือบร้อยละ 50 เป็นช่วงของแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 800 นาโนเมตร ในกระบวนการสังเคราะห์แสงพลังงานแสงถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีแสงที่ถูกใช้ต้องมีพลังงานมากพอที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้น แต่ต้องไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายกับโมเลกุลสาร แสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400–700 นาโนเมตร การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นบริเวณใบในส่วนที่เรียกว่า **คลอโรพลาสต์** ที่มีรงควัตถุ เช่น คลอโรฟิลล์อยู่

นอกจากความยาวคลื่นแสง (คุณภาพ) แล้ว ความเข้มแสง (ปริมาณ) ยังมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืช เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น พืชสามารถสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้แม้จะเพิ่มความเข้มของแสงไปอีก การสังเคราะห์แสงไม่เพิ่มขึ้น และถ้าความเข้มสูงเกินไปจะเป็นอันตรายต่อพืชได้

ปริมาณแสงอาทิตย์ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ของวันแตกต่างกันไป จึงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง ในตอนรุ่งเช้าปริมาณแสงอาทิตย์มีน้อยพืชสังเคราะห์แสงได้น้อย



รูป คลอโรพลาสต์ที่บรรจุไทลาคอย ซึ่งมีคลอโรฟิลล์อยู่ภายใน คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน แดง และม่วง แต่สะท้อนสีเขียวทำให้เรามองเห็นใบไม้สีเขียว

พอดอนสายพืชสังเคราะห์แสงได้มากขึ้น แต่เมื่อถึงตอนใกล้เที่ยงที่ความเข้มแสงสูงสุดพืชกลับสังเคราะห์แสงได้น้อยลง เนื่องจากสภาวะแวดล้อมบางอย่างไม่เหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง เช่น อุณหภูมิ นอกจากนี้พืชยังต้องลดการสูญเสียน้ำทางรูใบโดยการปิดรูใบ การดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ทางรูใบจึงลดลงด้วย จึงขาดอาหารที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ในตอนบ่ายอุณหภูมิของอากาศลดลงและยังมีแสงอยู่ การสังเคราะห์แสงจึงเริ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

ความเข้มสูงสุดที่พืชสังเคราะห์แสงได้มากที่สุดแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น ข้าวโพดเป็นพืชชอบแสง สังเคราะห์แสงได้มากที่ความเข้มแสงสูง พวกพืชที่ชอบร่มเงา เช่น สาหร่ายขนาดเล็กและไฟโตแพลงตอนที่ลอยลอยอยู่ในน้ำ สังเคราะห์แสงได้สูงที่ความเข้มต่ำ ถ้าความเข้มแสงสูงการสังเคราะห์แสงจะถูกยับยั้ง พวกนี้จึงอยู่ได้ผิวน้ำมากกว่าบนผิวน้ำที่ได้รับแสงมาก สาหร่าย

บางพวกมีถุงก๊าซในเซลล์ เมื่อมีแสงมากก็จะเคลื่อนที่หนีแสงลงไปข้างล่าง เมื่อแสงไม่เพียงพอ ก็จะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ

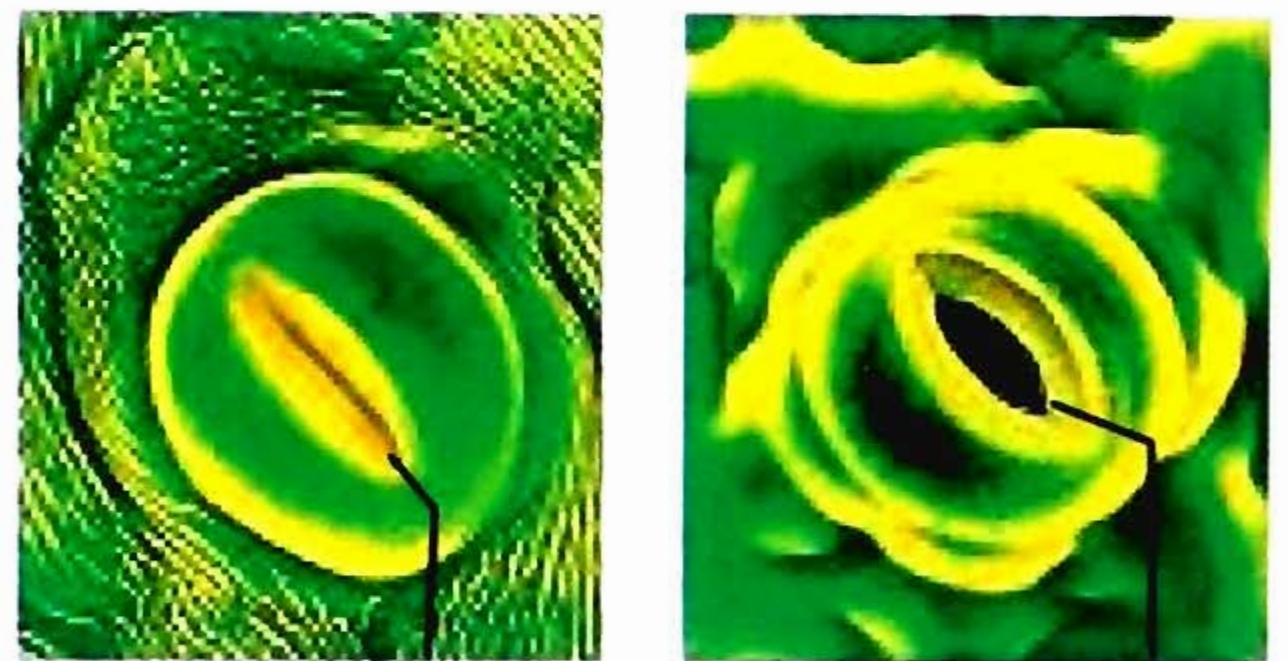
รงควัตถุที่ใบเป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ดูดแสง พื้นที่รับแสงของใบตลอดจนจำนวนคลอโรฟิลล์ จึงมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ถ้าต้นไม้มีใบน้อยเกินไปพื้นที่รับแสงน้อย ถ้ามีมากเกินไปใบส่วนบนจะบังใบที่อยู่ส่วนล่าง ทำให้ใบส่วนล่างสร้างอาหารไม่เต็มที่ พืชจึงต้องมีการปรับตัวให้เหมาะสมทั้งรูปร่าง ขนาด และการเรียงตัวของใบ ตลอดจนมุมที่ใบทำกับส่วนของลำต้นหรือกิ่งก้าน เพื่อให้ใบในส่วนต่างๆ รับแสงมากที่สุด มุมที่ใบทำกับลำต้นยิ่งชันมากขึ้นเท่าไร แสงส่องมายังส่วนล่างของต้นได้มากขึ้น เช่น ใบหญ้าคา พืชที่อยู่ชั้นล่างของป่าเขตร้อนมักมีใบใหญ่ ในขณะที่พืชที่ขึ้นตามหน้าผาที่มีแสงพอเพียงแต่มีลมแรงใบมักมีขนาดเล็ก

ใบที่ออกมาใหม่อยู่ข้างบนจึงถูกกับแสงมาก ใบเหล่านี้เป็นใบที่ชอบแสง ต่อมาใบเหล่านี้จะกลายมาเป็นใบล่างและถูกบังโดยใบอ่อนที่แตกมาใหม่ ใบที่อยู่บนมีจำนวนไม่มากเมื่อเทียบกับใบที่อยู่ล่าง การสร้างอาหารจึงเป็นหน้าที่ของใบข้างล่าง เพื่อให้ใบล่างสังเคราะห์แสงได้ที่ความเข้มแสงต่ำ ใบล่างจึงปรับตัวให้ชอบร่มเงา จำนวนคลอโรฟิลล์ต่อพื้นที่ใบสูงเพื่อช่วยจับแสง ใบจึงมีสีเขียวเข้ม ส่วนใบบนที่รับแสงอาทิตย์มากจึงไม่ต้องมีคลอโรฟิลล์มาก แต่หากใบถูกกับแสงมากเกินไปรงควัตถุอาจถูกทำลายได้ ใบบนจึงมักหนากว่าใบล่างเพราะมีชั้นของเซลล์ที่เรียกว่า **พาลิเซด มีโซฟิลล์ (Palisade**

Mesophyll) ที่อยู่ถัดเซลล์ผิวใบลงไปหนากว่าใบที่ชอบร่มเงา

การคายน้ำของพืช

การคายน้ำของพืชเป็นการระเหยน้ำออก **ทางรูใบ (Stomata)** แสงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อการคายน้ำของพืช การคายน้ำจึงขึ้นกับปริมาณแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ยังขึ้นกับความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์อีกด้วย



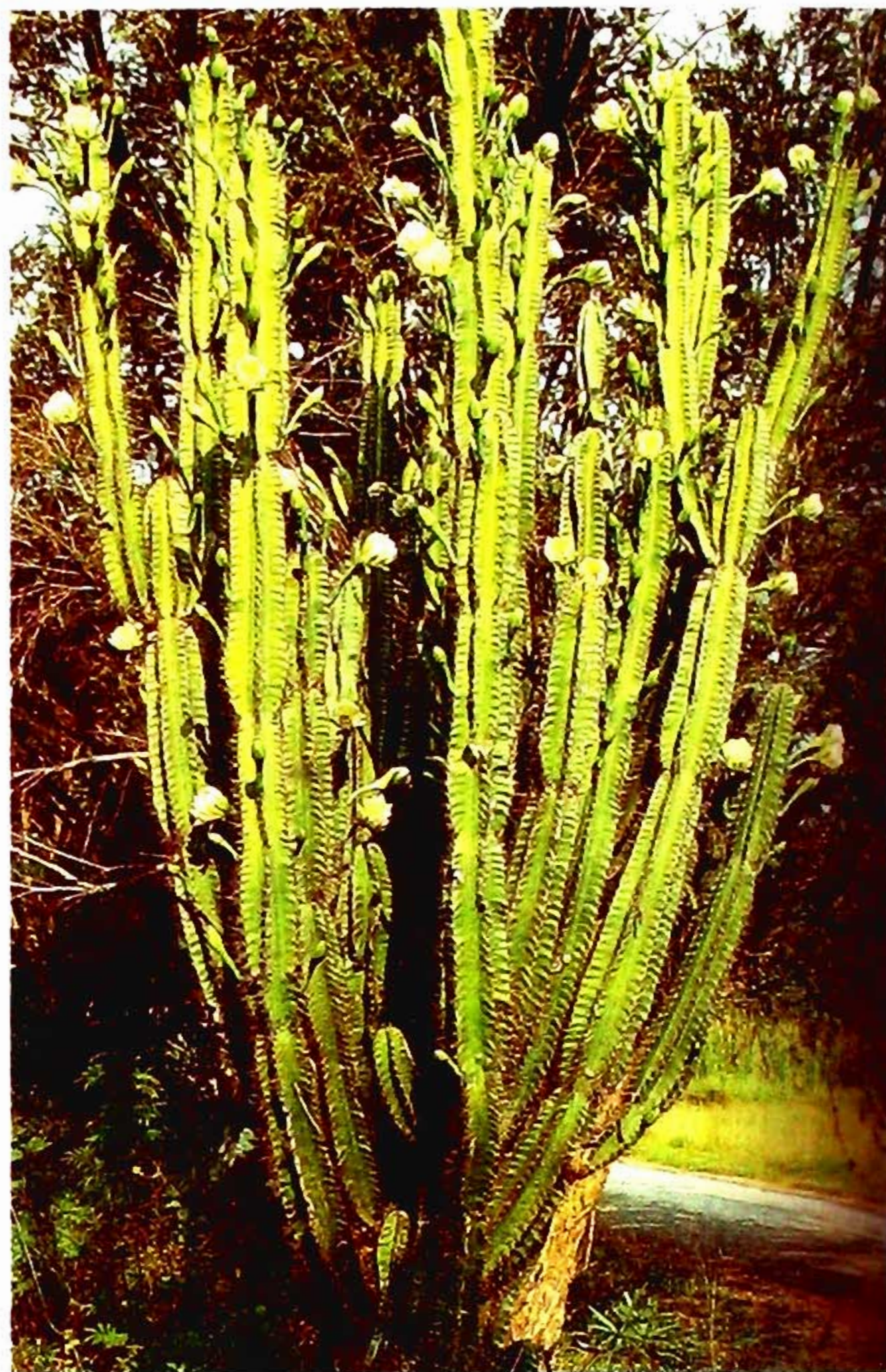
รูป รูใบซึ่งจะปิดตอนกลางคืนและเปิดตอนกลางวัน

ในการสังเคราะห์แสงของพืช คาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศผ่านเข้าไปในเซลล์พืชทางรูใบ เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ในใบลดลง ความเข้มแสงเพิ่มขึ้น รูใบเปิดการคายน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ในใบสูง ความเข้มแสงต่ำรูใบปิด ในพืชส่วนใหญ่รูใบจะปิดในเวลากลางคืนและเปิดในเวลากลางวัน ยกเว้นพวกกระบองเพชรที่ขึ้นอยู่ในทะเลทราย ในเวลากลางวันรูใบจะปิดเพื่อป้องกันการเสียน้ำ ในเวลากลางคืนการเสียน้ำน้อยกว่ารูใบจะเปิด คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศซึมเข้าไปในรูใบ รวมตัวกับสารประกอบที่มีคาร์บอน 3 ตัว เกิดเป็นสารประกอบคาร์บอน 4 ตัว ที่เป็นกรดอินทรีย์สะสมไว้ ในเวลากลางวันเมื่อมีแสงอาทิตย์

กรดอินทรีย์นี้แตกตัวออกให้ก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง โดยไม่ต้องมีการเปิดรูใบเพื่อเอาคาร์บอน-ไดออกไซด์จากภายนอกเลย

ในเซลล์หรือร่างกายของสิ่งมีชีวิต จะพยายามรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่ เพราะอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ เพื่อเป็นการรักษาอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น คนเราระบายความร้อนออกทางเหงื่อ การคายน้ำเป็นการลดอุณหภูมิของพืช ถ้าอุณหภูมิสูงมากพืชคายน้ำออกมาก ในขณะเดียวกันเพื่อรักษาปริมาณน้ำในพืช รากจะดูดน้ำขึ้นมาเกิดการลำเลียงของน้ำจากรากสู่ใบ ถ้าอัตราการคายน้ำสูงกว่าการลำเลียงน้ำ หรือในที่ขาดน้ำ พืชจะแสดงอาการเหี่ยวเฉา เช่นที่เราเห็นบ่อยๆ ในเวลาที่อากาศร้อนมากๆ เมื่ออากาศเย็นลงในตอนกลางคืน และมีการรดน้ำพืชจะกลับคืนสู่สภาวะปกติ

ในพืชพวกทะเลทรายในขณะที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ พืชจะคายความร้อนออกโดยการพาความร้อนมากกว่าการคายน้ำ พืชพวกนี้จะลดขนาดของใบให้เล็กลงและมีลักษณะเป็นเส้นตรง ทำให้การสูญเสียความร้อนโดยการพาดีขึ้น



รูป พืชทะเลทราย คายความร้อนโดยการพาความร้อน



ตัวอย่างรูปแบบชนิดต่างๆ ที่พบในกลุ่มเห็ดหิง



ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อาคารมหานครนิคม ชื่น 15 เลขที่ 539/2 ถนนศรีอยุธยา
แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 642-5322-31
<http://www.biotec.or.th>

STKS 074