



หลักพืชศาสตร์

พศ. ดร. วิไลวัลย์ แก้วตากิพย์

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

2557



หลักพืชศาสตร์

PLANT SCIENCE

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์

คำนำ

หนังสือหลักพืชศาสตร์นี้ผู้เขียนเรียบเรียงขึ้น เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาหลักพืชศาสตร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเกษตรศาสตร์หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากหนังสือที่พบแต่ละเล่มมีเนื้อหาไม่ครอบคลุมคำอธิบายรายละเอียดทั้งรายวิชา บางเล่มก็มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์อยู่บ้าง แต่เป็นเอกสารค่อนข้างเก่า เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้จึงเป็นไปตามรายละเอียดประจำวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555) คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา รายละเอียดในหนังสือเล่มนี้ให้แก่วิทยาศาสตร์ทางวิชาการพร้อมทั้งตัวอย่างประกอบ

เนื้อหาในหนังสือแบ่งเป็น 10 บท บทที่ 1 มีรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญและความสัมพันธ์ของพืชในมิติต่าง ๆ บทที่ 2 อธิบายถึงส่วนต่าง ๆ ของพืชและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืช บทที่ 3 กล่าวถึงเซลล์พืช การแบ่งเซลล์ของพืชและเนื้อเยื่อพืช ในบทที่ 4 ให้สาระสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในพืช เช่น การดูดน้ำ การดูดแร่ธาตุอาหาร การลำเลียงแร่ธาตุและสารอาหาร การคายน้ำ การสังเคราะห์แสงและการหายใจ บทที่ 5 ให้ความรู้เรื่องการเจริญเติบโตของพืช บทที่ 6 อธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยทางฮอร์โมน บทที่ 7 การจัดแบ่งประเภทพืชตามลักษณะต่าง ๆ บทที่ 8 เป็นสาระเกี่ยวกับการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช บทที่ 9 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการปลูกพืชและบำรุงรักษาพืช และบทที่ 10 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวพืช

ผู้เรียบเรียงหวังว่าหนังสือหลักพืชศาสตร์เล่มนี้จะมีประโยชน์ในการสอนและการเรียนวิชา “หลักพืชศาสตร์” หรือรายวิชาอื่น ๆ ที่มีสาระสัมพันธ์กัน เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรียนรู้ทางด้านพืชระดับสูงต่อไป หรือนำความรู้จากรายวิชานี้ไปบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และประสบการณ์นำไปสู่การปฏิบัติจริงทางการผลิตพืชสมัยใหม่ได้ หรือแม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เรียนวิชานี้โดยตรงแต่มีความสนใจ สามารถทำการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ไม่ยากจากหนังสือหลักพืชศาสตร์เล่มนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์
มีนาคม 2557

บทที่	หน้า
1	บทนำ.....1
	แนวคิด.....1
	1. ธรรมชาติของพืช.....2
	2. บทบาทของพืช.....2
	3. ความสัมพันธ์ของพืชกับมนุษย์.....2
	4. ความสัมพันธ์ของวิชาหลักพืชศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ.....4
	5. สรุป.....6
	คำถามวัดการเรียนรู้.....6
2	ส่วนต่าง ๆ ของพืช.....7
	แนวคิด.....8
	1. ราก.....9
	2. ลำต้น.....12
	3. ใบ.....17
	4. ดอก.....19
	5. ผล.....21
	6. สรุป.....25
	คำถามวัดการเรียนรู้.....25
3	เซลล์เนื้อเยื่อพืช.....26
	แนวคิด.....26
	1. เซลล์พืช.....27
	2. การแบ่งเซลล์ของพืช.....31
	3. เนื้อเยื่อพืช.....32
	4. สรุป.....35
	คำถามวัดการเรียนรู้.....36
4	กระบวนการเกิดขึ้นในพืช.....37
	แนวคิด.....38
	1. การดูดน้ำ.....38
	2. การดูดแร่ธาตุอาหาร.....40
	3. การลำเลียงน้ำ.....40
	4. การลำเลียงแร่ธาตุอาหาร.....42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. การลำเลียงอาหาร.....	42
6. การคายน้ำ.....	44
7. การสังเคราะห์แสง.....	47
8. การหายใจ.....	51
9. สรุป.....	58
คำถามวัดการเรียนรู้.....	59
5 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช.....	60
แนวคิด.....	60
1. นิยามการเจริญเติบโตของพืช.....	61
2. นิยามการพัฒนาการของพืช.....	61
3. วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช.....	61
4. สรุป.....	65
คำถามวัดการเรียนรู้.....	66
6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	67
แนวคิด.....	67
1. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม.....	68
2. ปัจจัยทางพันธุกรรม.....	73
3. ปัจจัยทางฮอร์โมนพืช.....	74
4. สรุป.....	76
คำถามวัดการเรียนรู้.....	77
7 การจำแนกประเภทของพืช.....	78
แนวคิด.....	79
1. การจำแนกตามลักษณะการปลูกและดูแลรักษา.....	80
2. การจำแนกทางการเกษตร.....	84
3. การจำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะภูมิศาสตร์.....	85
4. การจำแนกตามการผลัดใบ.....	86
5. การจำแนกตามอุณหภูมิที่พืชต้องการ.....	86
6. การจำแนกตามอายุของพืช.....	87
7. จำแนกตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง.....	87

บทที่	หน้า
8. การจำแนกทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์.....	88
9. การจำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น.....	91
10. สรุป.....	91
คำถามวัดการเรียนรู้.....	92
8 การขยายและปรับปรุงพันธุ์พืช.....	93
แนวคิด.....	93
1. การขยายพันธุ์พืช.....	93
2. การปรับปรุงพันธุ์พืช.....	100
3. สรุป.....	102
คำถามวัดการเรียนรู้.....	103
9 การปลูกและบำรุงรักษาพืช.....	104
แนวคิด.....	104
1. วิธีการปลูกพืช.....	105
2. ข้อพิจารณาในการเลือกวิธีการปลูก.....	109
3. การบำรุงรักษาพืช.....	110
4. สรุป.....	118
คำถามวัดการเรียนรู้.....	118
10 การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว.....	119
แนวคิด.....	120
1. ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว.....	120
2. ความสำคัญของการเก็บเกี่ยว.....	121
3. ดัชนีการเก็บเกี่ยว.....	122
4. วิธีการเก็บเกี่ยว.....	124
5. การจัดการเก็บเกี่ยว.....	126
6. ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว.....	127
7. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยว.....	127
8. สาเหตุของการสูญเสีย.....	129
9. แหล่งของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว.....	130

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
10. การเก็บรักษาผลผลิต.....	130
11. วิธีการเก็บรักษาผลผลิต.....	131
12. ความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา.....	132
13. การจัดการกับผลผลิตที่ถูกคัดออก.....	133
14. สรุป.....	134
คำถามวัดการเรียนรู้.....	135
บรรณานุกรม.....	136



บทที่

1

บทนำ

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. ธรรมชาติของพืช
2. บทบาทของพืช
3. ความสัมพันธ์ของพืชกับมนุษย์
 - 3.1 การเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์
 - 3.2 การใช้พืชและผลิตภัณฑ์จากพืชเป็นเครื่องนุ่งห่ม
 - 3.3 การใช้พืชเป็นยารักษาโรค
 - 3.4 การสร้างที่อยู่อาศัย
 - 3.5 การรักษาสภาพแวดล้อม
 - 3.6 การสร้างอาชีพและสร้างรายได้
4. ความสัมพันธ์ของวิชาหลักพืชศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ
 - 4.1 วิชาทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์
 - 4.2 วิชาทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์
5. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

วิชาหลักพืชศาสตร์ (plant science) เป็นวิชาสาขาหนึ่งของวิชาเกษตรศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์เกษตร (agricultural science) ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งพืชเป็นสิ่งมีชีวิตหน่วยหนึ่งของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ดังนั้นเรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของพืช บทบาทของพืช ความสัมพันธ์ของพืชกับมนุษย์ และความสัมพันธ์ของวิชาหลักพืชศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ เป็นสิ่งที่ควรศึกษาทำความเข้าใจ

1. ธรรมชาติของพืช

พืชโดยทั่วไปเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง (autotrophic) โดยใช้วัตถุดิบ ได้แก่ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และใช้พลังงานจากแสงสว่างซึ่งพืชที่มีรงควัตถุสีเขียวหรือเรียกว่า คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ทำหน้าที่ดูดพลังงานเพื่อมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) พืชบางชนิดสร้างอาหารเองไม่ได้ เช่น พวกเห็ดรา เพราะไม่มีคลอโรฟิลล์ ผนังเซลล์ของพืชประกอบด้วย เซลลูโลส (cellulose) ที่ประกอบด้วยไคติน (chitin) เป็นส่วนใหญ่ และสาเหตุที่จัดพวกเห็ดราเป็นพืชเพราะมีการสืบพันธุ์เหมือนพืช ซึ่งพืชส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ไม่ได้ แต่จะเคลื่อนไหวได้โดยมีการเจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขาที่เรียกว่า เป็นระบบเปิด (open system of growth) กล่าวคือ เจริญเติบโตแบบไม่มีขีดจำกัด เกิดการเจริญเติบโตจากกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) สำหรับในสัตว์การเจริญเติบโตเป็นระบบแบบปิด (closed system of growth) ซึ่งสัตว์แต่ละชนิดจะเจริญเติบโตตามขนาดของสัตว์ชนิดนั้น ๆ (ชวนพิศ, 2544)

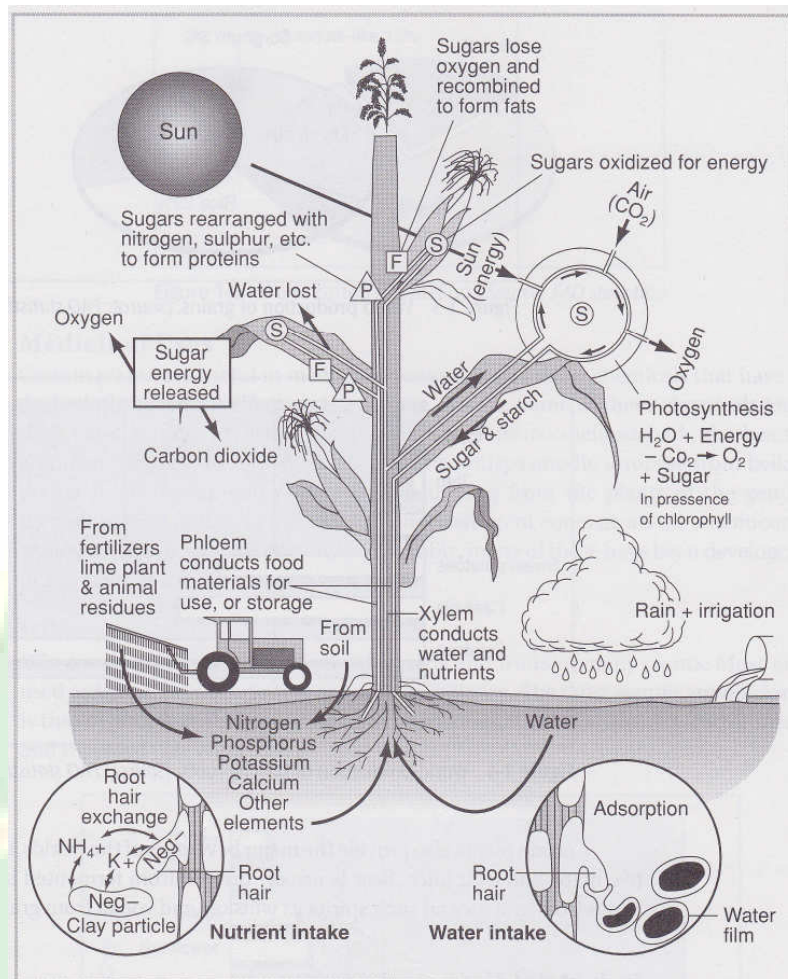
2. บทบาทของพืช

พืชสีเขียวเป็นผู้ผลิตอันดับแรกในระบบห่วงโซ่อาหาร กระบวนการสังเคราะห์แสงในพืช เปรียบเสมือนเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างพลังงานให้กับระบบนิเวศ (ภาพที่ 1.1) ซึ่งสามารถดูธาตุอาหารทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สารแล้วสังเคราะห์เป็นสารประกอบไปสร้างเนื้อเยื่อให้พัฒนาเป็นส่วนต่าง ๆ พืชเป็นกลไกสำคัญในระบบห่วงโซ่อาหาร แต่ต้องอาศัยแบคทีเรีย รา และจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดินหรือน้ำ พลังงานที่ได้จากระบบพืชไม่ได้นำมาใช้โดยตรง แต่พืชนำไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิตสำหรับการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ หรือ ให้ชีวมวล หรือสร้างอวัยวะพืช จากนั้นมนุษย์ใช้พืชเป็นแหล่งอาหาร

3. ความสัมพันธ์ของพืชกับมนุษย์

การดำรงชีวิตของมนุษย์มีความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมกับพืช อย่างเช่น การเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ การใช้พืชและผลิตภัณฑ์จากพืชเป็นเครื่องนุ่งห่ม การใช้พืชเป็นยารักษาโรค การสร้างที่อยู่อาศัย การรักษาสภาพแวดล้อม การสร้างอาชีพและสร้างรายได้ ฯลฯ

3.1 การเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ พืชเป็นแหล่งอาหารสำคัญของมนุษย์และสัตว์ อาหารที่ได้จากพืชแบ่งเป็นอาหารประเภท โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ ประชากรโลกประมาณหนึ่งในสองได้อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจากข้าว ส่วนที่เหลือรับประทานข้าวสาลีและข้าวโพดเป็นอาหารหลัก (มนตรี, 2541) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสนใจการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชอย่างกว้างขวางเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหาร เช่น ปี พ.ศ. 2497 นักวิทยาศาสตร์ได้ผลิตพันธุ์ข้าวสาลีเม็กซิกัน ซึ่งให้ผลผลิตสูงถึง 9,000 กก./เฮกตาร์ (อภิพรหม, 2552) สำหรับอาหารประเภทโปรตีนและไขมันส่วนใหญ่ได้จากพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ส่วนอาหารประเภทวิตามินและแร่ธาตุจะได้จากผักและผลไม้



ภาพที่ 1.1 กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช
ที่มา: Parker (1998)

3.2 การใช้พืชและผลิตภัณฑ์จากพืชเป็นเครื่องนุ่งห่ม มนุษย์ใช้พืชทำเครื่องนุ่งห่ม กล่าวคือมนุษย์ในสมัยโบราณนำเอาส่วนต่าง ๆ ของพืชมาใช้เพื่อปกปิดร่างกาย เช่น ใบไม้ เป็นต้น ต่อมาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าขึ้น จึงได้นำเอาพืชและวัสดุจากส่วนต่าง ๆ ของพืชจำพวกเส้นใยมาทอเป็นผ้าใช้ทำเครื่องนุ่งห่มที่มีลักษณะสวยงามและคงทนโดยใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งนำมาใช้ภายในประเทศและยังส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศอีกด้วย

3.3 การใช้พืชเป็นยารักษาโรค มนุษย์ทุกยุคทุกสมัยได้นำพืชบางชนิดมาใช้เป็นยารักษาโรค หรือเรียกว่า “พืชสมุนไพร” ในอดีตมนุษย์ได้ใช้ส่วนของพืช ได้แก่ ราก ใบ ดอก ผล เมล็ด อาจจะนำทุกส่วนหรือบางส่วนของพืชมาใช้เป็นยาในการรักษาโรคแต่ละชนิดได้ สำหรับในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญอย่างรวดเร็ว มนุษย์จึงได้นำเอาพืชบางชนิดมาทำการทดลองและแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการและสกัดเอาแต่

เฉพาะในส่วนที่ใช้เป็นยาได้แล้วนำไปปรุงแต่งใหม่กลายเป็นยาที่สกัดได้จากธรรมชาติ เช่น ยาควินิน น้ำมันยูคาลิปตัส สารสกัดน้ำและเอทานอลของใบมะรุยม ยาสดไขมันในเส้นเลือดจากกระเจี๊ยบแดง ดอกคำฝอยและเสาวรส ฯลฯ

3.4 การสร้างที่อยู่อาศัย การสร้างบ้านเรือนในอดีต มนุษย์นำต้นพืชที่เป็นไม้เนื้อแข็งมาสร้างเป็นที่อยู่อาศัยหรือเรียกว่านำมาสร้างบ้าน แต่ในปัจจุบันพืชกำลังจะหมดไปโดยเฉพาะไม้ยืนต้นที่เป็นไม้เนื้อแข็งจึงทำให้มนุษย์ต้องสร้างบ้านเรือนหรืออาคารโดยใช้วัสดุอื่นทดแทน เช่น ทราย ปูน อิฐ สารโพลีเมอร์ ฯลฯ

3.5 การรักษาสภาพแวดล้อม พืชช่วยรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ โดยขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พืชดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน ทำให้อากาศบริสุทธิ์ สดชื่น พืชช่วยอุ้มน้ำ กักเก็บน้ำ ช่วงหน้าฝนช่วยชะลอความแรงของน้ำป้องกันการพังทลายของดิน เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติไว้ให้มวลมนุษย์ ส่วนในหน้าร้อนช่วยเป็นร่มเงาและลดอุณหภูมิในบรรยากาศให้ต่ำลง โดยเฉพาะบริเวณน้ำตกจะเย็นและมีความร่มรื่น

3.6 การสร้างอาชีพและสร้างรายได้ พืชเป็นแหล่งสร้างอาชีพและรายได้ จะเห็นได้ว่าประชากรไทยจำนวนไม่น้อยยึดอาชีพที่เกี่ยวข้องกับพืช เช่น การปลูกไม้ดอกไม้ประดับ การทำสวนผลไม้ การทำสวนยางพารา การปลูกข้าว การปลูกอ้อย การปลูกมันสำปะหลัง การปลูกผัก การแปรรูปผลผลิตจากพืชอย่างกล้วยฉาบ ทุเรียนกวน ผักและผลไม้กระป๋อง อีกทั้งมีการส่งออกจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเป็นรายได้ของประเทศไทย สินค้าส่งออกประเภทพืชของประเทศไทยที่สำคัญได้แก่ ข้าว ถั่ว ข้าวโพด ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ผลไม้ เครื่องเทศสมุนไพร พืชน้ำมัน กล้วยไม้ ยางพารา ฯลฯ ซึ่งใน พ.ศ. 2550-2551 มีมูลค่ารวมไม่ต่ำกว่า 402,000 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2552)

4. ความสัมพันธ์ของวิชาหลักพืชศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ

การศึกษาด้านพืชศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับประเภทพืชสวนและพืชไร่ คาบเกี่ยวกับวิชาการหลายสาขาทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์หรือวิทยาศาสตร์เกษตร

4.1 วิชาทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เป็นวิชาพื้นฐานว่าด้วยการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่

4.1.1 พฤกษศาสตร์ (botany) เป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิชาชีววิทยา ที่ศึกษาเกี่ยวกับพืชในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ส่วนประกอบและหน้าที่ของเซลล์พืช การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต รูปร่างลักษณะโครงสร้างทั้งภายในและภายนอก ตลอดจนความสัมพันธ์ของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ดแลต้นอ่อน กระบวนการต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตของพืช เช่น การหายใจ การคายน้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสง การลำเลียง พันธุกรรม วิวัฒนาการ และการจัดหมวดหมู่ (ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา บรมราชินีนาถ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, มปป.)

4.1.2 สรีรวิทยา (plant physiology) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของกระบวนการทางสรีรวิทยาต่อการผลิตพืช การเจริญเติบโตและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต กระบวนการสังเคราะห์แสง การหายใจ การคายน้ำ การลำเลียง การเจริญเติบโต การออกดอก ติดผลและการสุกแก่ของพืช กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

ภายในเซลล์และกิจกรรมการดำรงชีวิตของพืช การใช้ความรู้ทางสรีรวิทยาในการผลิตและปรับปรุงผลผลิตพืช (ผ่องศรี แก้วชูเสน, มปป.)

4.1.3 กายวิภาคพืช (plant anatomy) เป็นวิชาที่ศึกษาชนิดและการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของพืช โครงสร้างและลักษณะภายในของพืช ส่วนประกอบและรูปแบบการเรียงตัวของเนื้อเยื่อในอวัยวะของพืช

4.1.4 เคมี (chemistry) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร ความสามารถของสสาร และการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ของพืชร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติและพลังงาน ศึกษาโครงสร้าง คุณสมบัติ และการจัดเรียงอะตอมเพื่อรวมตัวกันเป็นโมเลกุล เช่น แก๊ส โลหะ หรือผลึกคริสตัล เคมีปัจจุบันได้ระบุว่าโครงสร้างของสสารในระดับอะตอมนั้นถือเป็นตัวกำหนดธรรมชาติของสสารทุกชนิด

4.1.5 ชีววิทยา (biology) เป็นวิชาที่ศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จำแนกออกหลายสาขา ได้แก่ สัตว์วิทยา (zoology) พฤกษศาสตร์ (botany) นิเวศวิทยา (ecology) จุลชีววิทยา (microbiology) พันธุศาสตร์ (genetic) วิวัฒนาการ (evolution) สิ่งมีชีวิต

4.2 วิชาทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นวิธีเกี่ยวกับการปลูกและการดูแลรักษาพืช

4.2.1 ปฐพีวิทยา (soil science) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับดินและปุ๋ย เช่น การกำเนิดดิน คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย การปฏิบัติบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับปลูกพืช การพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ และชนิดของดิน

4.2.2 การขยายพันธุ์พืช (plant propagation) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มจำนวนพืชวิธีต่าง ๆ เช่น การขยายพืชแบบอาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ รวมทั้งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

4.2.3 กีฏวิทยา (entomology) เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งของสัตววิทยา ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปร่าง สันฐานวิทยาของแมลง ระบบสรีรวิทยาของแมลง ตัวอ่อนของแมลง โครงสร้างภายในของแมลง และการจำแนกชนิดของแมลง

4.2.4 โรคพืชวิทยา (plant pathology) เป็นวิชาที่ศึกษาถึงธรรมชาติของโรคพืช สาเหตุของการเป็นโรค และการควบคุมโรคพืช

4.2.5 การเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (harvest and post harvest) เป็นวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ และการเก็บรักษาผลิตผลทางพืช ตั้งแต่เก็บมาจากต้นจนถึงผู้บริโภค

การศึกษาพืชศาสตร์จะศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางรูปพรรณสัณฐานและกายวิภาคของพืช โครงสร้างและหน้าที่สำคัญของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ดของพืช กระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นในพืช การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช การจำแนกประเภทพืช หลักการพิจารณาเลือกพืชที่ปลูก หลักและวิธีการปลูกพืชแบบต่าง ๆ หลักการบำรุงรักษา หลักการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืช หลักการเก็บเกี่ยวผลผลิต และวิทยาการภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต

5. สรุป

พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เอง เป็นผู้ผลิตอันดับแรกในระบบห่วงโซ่อาหาร โดยมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์คือเป็นพื้นฐานปัจจัยสี่ของมนุษย์ อีกทั้งยังมีความเกี่ยวข้องกับการสร้างอาชีพ สร้างรายได้ และรักษาสมดุลธรรมชาติ ดังนั้นวิชาที่ว่าด้วยพืชหรือหลักพืชศาสตร์เป็นสาขาวิชาหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาการสาขาต่าง ๆ หลายสาขา อย่างเช่น สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ สรีรวิทยา เคมี ปฐพีวิทยา การขยายพันธุ์พืช หรือ แม้แต่วิทยาการการเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยว

คำถามวัดการเรียนรู้

1. ทำไมจึงกล่าวว่าพืช “เป็นผู้ผลิตอันดับแรก” ในระบบห่วงโซ่อาหาร
 2. พืชมีความสัมพันธ์กับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร
 3. วิชาพืชศาสตร์เกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาวิชาอื่น ๆ อย่างไร
 4. การเรียนวิชาพืชศาสตร์จะเกิดประโยชน์อย่างไร
 5. ท่านมีความคิดเห็นในเรื่องพืชอย่างไรบ้าง
 6. วิธีชีวิตการดำเนินชีวิตของท่านแต่ละวันเกี่ยวข้องกับพืชหรือไม่อย่างไร
-

บทที่

2

ส่วนต่าง ๆ ของพืช

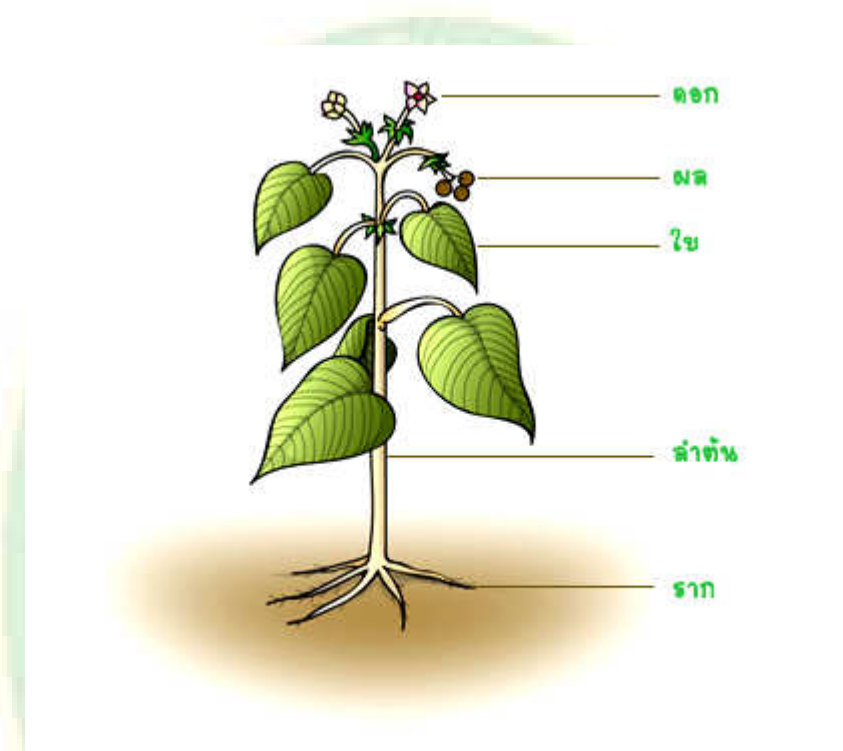
ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. ราก
 - 1.1 หน้าที่ของราก
 - 1.2 ระบบราก
 - 1.3 ระบบรากพิเศษ
 2. ลำต้น
 - 2.1 ส่วนประกอบของลำต้น
 - 2.2 หน้าที่ของลำต้น
 - 2.3 หน้าที่พิเศษของลำต้น
 - 2.4 ชนิดลำต้น
 3. ใบ
 - 3.1 หน้าที่ของใบ
 - 3.2 หน้าที่พิเศษของใบ
 - 3.3 ส่วนประกอบทั่วไปของใบ
 - 3.4 ส่วนประกอบของพืชที่แตกต่างจากทั่วไป
 4. ดอก
 - 4.1 ส่วนประกอบของดอก
 - 4.2 หน้าที่ของดอก
 - 4.3 ชนิดของดอก
 5. ผล
 - 5.1 หน้าที่ของผล
 - 5.2 ชนิดของผล
 6. สรุปล
- คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

พืชประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล ซึ่งอวัยวะแต่ละส่วนของพืชนั้นมีหน้าที่และส่วนประกอบแตกต่างกัน แต่ทำงานเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันหากขาดอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งไป อาจทำให้พืชนั้นผิดปกติหรือตายได้ และยังมีปัจจัยบางประการที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช



ภาพที่ 2.1 ส่วนต่างๆ ของพืช
ที่มา: www.myfirstbrain.com (2013)

1. ราก (root)

ราก คือ อวัยวะที่เป็นส่วนประกอบของพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่มีข้อ ปล้อง ตาและใบ รากเจริญเติบโตตามแรงดึงดูดของโลกลงสู่ดิน มีขนาดและความยาวแตกต่างกัน บริเวณปลายรากจะมีกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า หมวกราก (root cap) ทำหน้าที่ป้องกันปลายรากไม่ให้เกิดอันตรายขณะที่รากเจริญลงไปในดิน (มนตรี, 2541)

1.1 หน้าที่ของราก

หน้าที่ของรากโดยทั่วไป (Parker, 1998; มนตรี, 2541)

1.1.1 ยึดลำต้นให้ติดกับพื้นดินหรือวัสดุปลูก

1.1.2 ดูดน้ำและธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายดินโดยกระบวนการแพร่ (diffusion) หรือออสโมซิส (osmosis) แล้วลำเลียงขึ้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยผ่านทาง

ลำต้นหรือกิ่ง ปัจจุบันมีการปลูกพืชไร่ดิน รากพืชจะแช่ในสารละลายแร่ธาตุ ดังนั้นการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืชจึงไม่ใช่จากดิน

1.1.3 เปลี่ยนแปลงลักษณะไปทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น สะสมอาหาร ยึดเกาะ ค้ำจุน สังเคราะห์แสง หายใจ ฯลฯ

1.2 ระบบราก

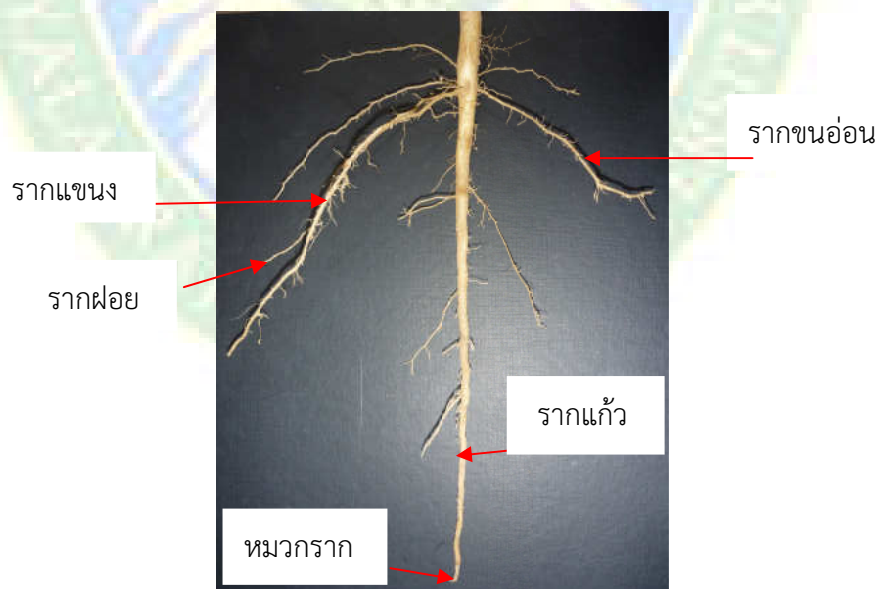
โครงสร้างทั้งหมดของรากพืชแต่ละต้นเรียกระบบราก (เกศินี, 2540) ระบบรากพืชประกอบด้วยรากต่าง ๆ (ภาพที่ 2.2) ดังนี้ (Parker, 1998); (Colorado State University, 2009)

1.2.1 รากแก้ว (primary root หรือ tap root) เป็นรากที่งอกออกมาจากเมล็ด โคนของรากแก้วจะมีขนาดใหญ่แล้วค่อย ๆ เรียวไปจนถึงปลายราก พืชที่มีระบบรากแก้วส่วนใหญ่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชกลุ่มเมล็ดเปลือย (gymnosperm) หรือเป็นกลุ่มพืชที่สร้างเนื้อไม้แข็ง (สถาบันนวัตกรรมและพัฒนาระบบการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, มปป.)

1.2.2 รากแขนง (secondary roots หรือ lateral root หรือ branch root) เป็นรากที่แตกออกมาจากรากแก้ว จะเจริญเติบโตขนานไปกับพื้นดิน และสามารถแตกแขนงไปได้เรื่อย ๆ

1.2.3 รากฝอย (fibrous roots) เป็นรากที่มีลักษณะและขนาดโตสม่ำเสมอ กันจะงอกออกมาเป็นกระจุก

1.2.4 รากขนอ่อนหรือขนราก (root hairs) เป็นขนเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากมายที่อยู่รอบ ๆ ปลายราก ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร ขนรากมีอายุสั้นเพียงสองสามวันเท่านั้น และขึ้นปกคลุมช่วงสั้น ๆ ที่ปลายราก ขนรากเก่าจะแห้งและร่วงหลุดไปและมีขนรากใหม่ขึ้นมาแทนที่ที่ปลายราก บางที่เรียกว่าขนดูดซึม (absorbent hairs) (ปริศนา, 2548)

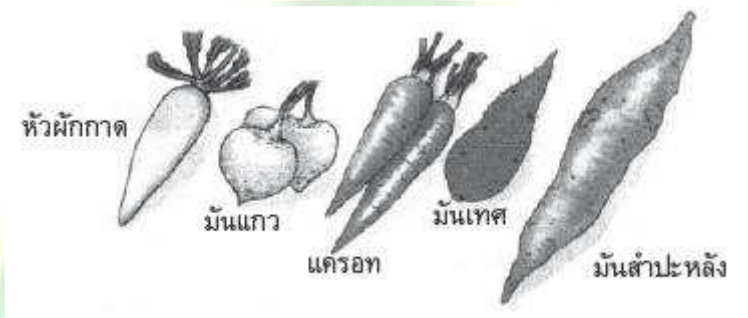


ภาพที่ 2.2 ชนิดของราก

1.3 ระบบรากพิเศษ

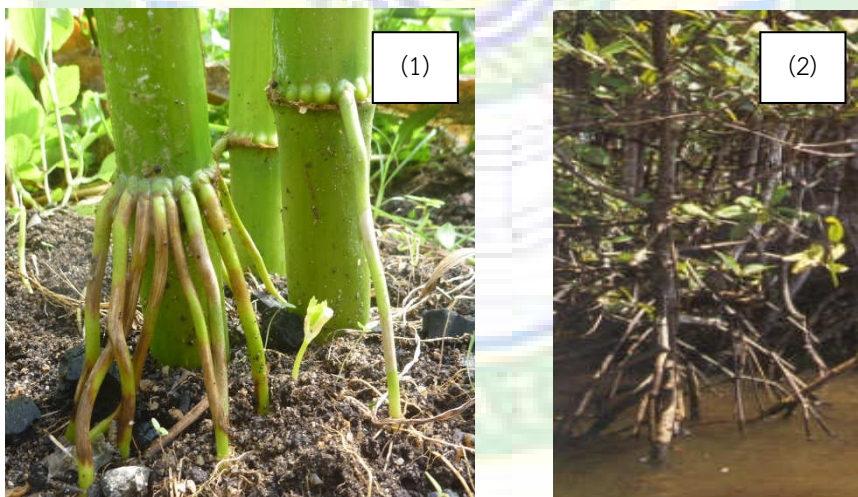
พืชบางชนิดทำหน้าที่พิเศษนอกเหนือจากการยึดลำต้น ดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร เรียกว่า รากพิเศษ (adventitious root) เช่น รากสะสมอาหาร รากค้าจุน รากยึดเกาะ รากสังเคราะห์แสง และ รากหายใจ เป็นต้น

1.3.1 รากสะสมอาหาร เป็นรากที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสะสมอาหารไว้สำหรับลำต้น เช่น รากมันแกว รากแครอท รากมันสำปะหลัง และรากหัวผักกาด ฯลฯ (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 รากพืชที่ทำหน้าที่สะสมอาหาร

1.3.2 รากค้าจุน เป็นรากที่ช่วยค้ำยันและพยุงลำต้นไว้ เช่น รากโกงกาง รากข้าวโพด ฯลฯ (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 รากค้าจุน : (1) รากค้าจุนของข้าวโพด (2) รากค้าจุนของโกงกาง

1.3.3 รากยึดเกาะ เป็นรากสำหรับยึดเกาะลำต้นหรือกิ่งไม้อื่น เช่น รากพลู รากพลูด่าง รากฟีโลเดนดรอน รากพริกไทย และรากตีนตุ๊กแก (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 รากยึดเกาะของตีนตุ๊กแก

1.3.4 รากสังเคราะห์แสง พืชบางชนิดมีสีเขียวตรงปลายของรากไว้สำหรับสร้างอาหาร โดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น รากกล้วยไม้ รากไทร (ภาพที่ 2.6)

1.3.5 รากหายใจ เป็นรากที่มีลักษณะแหลมๆ โผล่ขึ้นมาเหนือดินและน้ำ ช่วยในการดูดอากาศ เช่น รากแสม รากลำพู เป็นต้น (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.6 รากสังเคราะห์แสงของกล้วยไม้



ภาพที่ 2.7 รากหายใจของแสม

2. ลำต้น (stem)

ลำต้น คือ อวัยวะของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือพื้นดินต่อจากราก มีขนาด รูปร่าง และลักษณะแตกต่างกันไป ลำต้นมีทั้งลำต้นอยู่เหนือดิน เช่น มะละกอ มะม่วง มะนาว ชมพู ฯลฯ และ ลำต้นอยู่ใต้ดิน เช่น ขิง ข่า ขมิ้น กัลยารักษา เหง้าแพรง พุทธรักษา เป็นต้น

2.1 ส่วนประกอบของลำต้น

2.1.1 ข้อ เป็นส่วนของลำต้นบริเวณที่มีกิ่ง ใบหรือตางอกออกมา ลำต้นบางชนิดอาจมีตอกงอกออกมาแทนกิ่ง หรือมีหนามงอกออกมาแทนกิ่งหรือใบ

2.1.2 ปล้อง เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ระหว่างข้อแต่ละข้อ

2.1.3 ตา เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของลำต้น ทำให้เกิดกิ่ง ใบและดอก ตามีรูปร่างโค้งงอ หรือรูปกรวย ประกอบด้วยตายอดและตาข้าง

2.2 หน้าที่ของลำต้น

2.2.1 เป็นแกนช่วยพยุงอวัยวะต่างๆ ได้แก่ กิ่ง ใบ ดอก ผล และเมล็ด ช่วยให้ใบ กางออก รับแสงแดดเพื่อประโยชน์ในการสร้างอาหาร โดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง

2.2.2 เป็นทางลำเลียงน้ำและแร่ธาตุที่รากดูดขึ้นมาส่งต่อไปยังใบและส่วนต่างๆ ของพืช

2.2.3 เป็นทางลำเลียงอาหารที่ใบสร้างขึ้น ส่งผ่านลำต้นไปยังรากและส่วนอื่นๆ

2.2.4 ทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น สะสมอาหาร สังเคราะห์แสง ขยายพันธุ์ เปลี่ยนไปเป็นมือพัน

2.3 หน้าที่พิเศษของลำต้น

2.3.1 ลำต้นสะสมอาหาร เป็นลำต้นที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสะสมอาหาร จะมีลำต้นอยู่ใต้ดิน เช่น ขิง ข่า ขมิ้น เผือก มันฝรั่ง ฯลฯ (ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 ลำต้นสะสมอาหารของข่า

2.3.2 ลำต้นสังเคราะห์แสง พืชบางชนิดมีลำต้นเป็นสีเขียวไว้สำหรับสร้างอาหาร โดยวิธีการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น กระบองเพชร พญาไร้ใบ ผักบุ้ง ฯลฯ (ภาพที่ 2.9)

2.3.3 ลำต้นขยายพันธุ์ เช่น โหระพา พลุ ต่าง โกสน คุณนายตื่นสาย ลีลาวดี ฯลฯ (ภาพที่ 2.10)

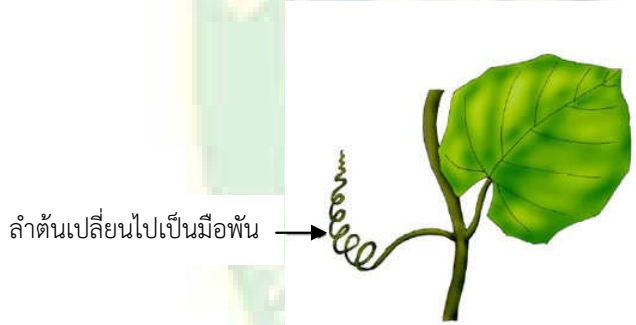
2.3.4 ลำต้นเปลี่ยนไปเป็นมือพัน เพื่อช่วยพยุงลำต้น เช่น บวบ ตำลึง น้ำเต้า ฯลฯ (ภาพที่ 2.11)



ภาพที่ 2.9 ลำต้นสังเคราะห์แสงของกระบองเพชร



ภาพที่ 2.10 ลำต้นขยายพันธุ์ของโหระพา



ภาพที่ 2.11 ลำต้นแตงกวาที่เปลี่ยนไปเป็นมือพัน

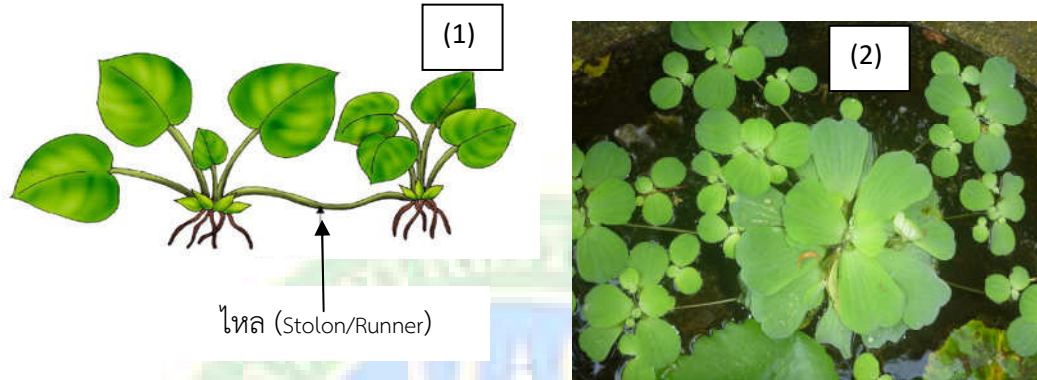
2.4 ชนิดของลำต้น

ลำต้นจำแนกออกตามแหล่งที่อยู่ได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ลำต้นเหนือดิน (aerial stem) และลำต้นใต้ดิน (underground stem)

2.4.1 ลำต้นเหนือดิน (aerial stem)

1) ลำต้นเลื้อย (creeping stem หรือ prostrate stem) เป็นลำต้นที่ทอดหรือเลื้อยขนานไปตามผิวดินหรือผิวน้ำ ตามข้อมักมีรากงอกออกมาแล้วแทงลงดินเพื่อช่วยยึดลำต้นนอกจากนี้บริเวณข้อจะมีตาเจริญไปเป็นแขนงยาวขนานไปกับพื้นดินหรือผิวน้ำซึ่งจะออกรากและ ลำต้นขึ้นใหม่และจะแยกเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป เป็นการแพร่พันธุ์ของพืชได้วิธีหนึ่ง แขนงที่

ขนานไปตามพื้นดินหรือผิวน้ำดังกล่าวนี้ เรียกว่า ไหล (stolon หรือ runner) (ภาพที่ 2.12) เช่น ต้นหญ้า ผักบุ้ง ผักกระเฉด ผักตบชวา บัวบก สตรอเบอร์รี่ จอก ฯลฯ



ภาพที่ 2.12 แสดง: (1) ไหลพืช (2) ลำต้นทอดเลื้อยขนาดใหญ่ไปตามผิวน้ำและแตกเป็นต้นใหม่ของจอก

2) ลำต้นไต่ (climbing stem) เป็นลำต้นที่เลื้อยหรือไต่ขึ้นที่สูง มักมีลำต้นอ่อนเป็นพวงไม้เลื้อย ได้แก่

- ทไวเนอร์ (twiner) เป็นลำต้นที่ไต่ขึ้นที่สูงโดยใช้ลำต้นพันกับหลักเป็นเกลียว เช่น ต้นถั่ว บอระเพ็ด และเถาวัลย์ต่างๆ (ภาพที่ 2.13)



ภาพที่ 2.13 ลำต้นที่ไต่ขึ้นที่สูงของบอระเพ็ด
ที่มา: www.biletban.com

- มือเกาะ (stem tendril) เป็นลำต้นที่เปลี่ยนเป็นมือเกาะ (tendrils) สำหรับพันหลักเพื่อไต่ขึ้นที่สูง ส่วนของ tendril จะบิดเป็นเกลียวคล้ายลวดสปริงเพื่อยึดหยุน เช่น บวบ แตงกวา ฟักทอง กะทกรก พวงชมพู เป็นต้น (ภาพที่ 2.14)



ภาพที่ 2.14 ลำต้นที่เปลี่ยนเป็นมือเกาะ

ที่มา: www.hiltonpond.org

- รุทไคลมเบอร์ (root climber) เป็นลำต้นที่ไต่ขึ้นที่สูง โดยใช้รากซึ่งงอกออกมาตามข้อยึดกับหลักหรือต้นไม้ เช่น ต้นพริกไทย พลู พลูต่าง (ภาพที่ 2.15)



ภาพที่ 2.15 ลำต้นที่ไต่ขึ้นที่สูงของพริกไทย

ที่มา: www.oknation.net

- หนาม (stem spine หรือ stem thorn) เป็นลำต้นที่ดัดแปลงไปเป็นหนามรวมทั้งขอเกี่ยวสำหรับไต่ขึ้นที่สูง เช่น เฟื่องฟ้า มะนาว มะกรูด พวกส้มต่างๆ ไม่ยราบ

3) แคลโดฟิลล์ (cladophyll) เป็นลำต้นที่เปลี่ยนไปมีลักษณะคล้ายใบ ทำหน้าที่แทนใบโดยมีสีเขียวและสังเคราะห์แสงได้ เช่น สนทะเล พญาไร้ใบ กระบองเพชร โปรงฟ้า

4) บัลบิล (bulbil) เป็นลำต้นเหนือดินสั้นๆ มีใบออกมาเป็นกระจุก เช่น หอมกระเทียม

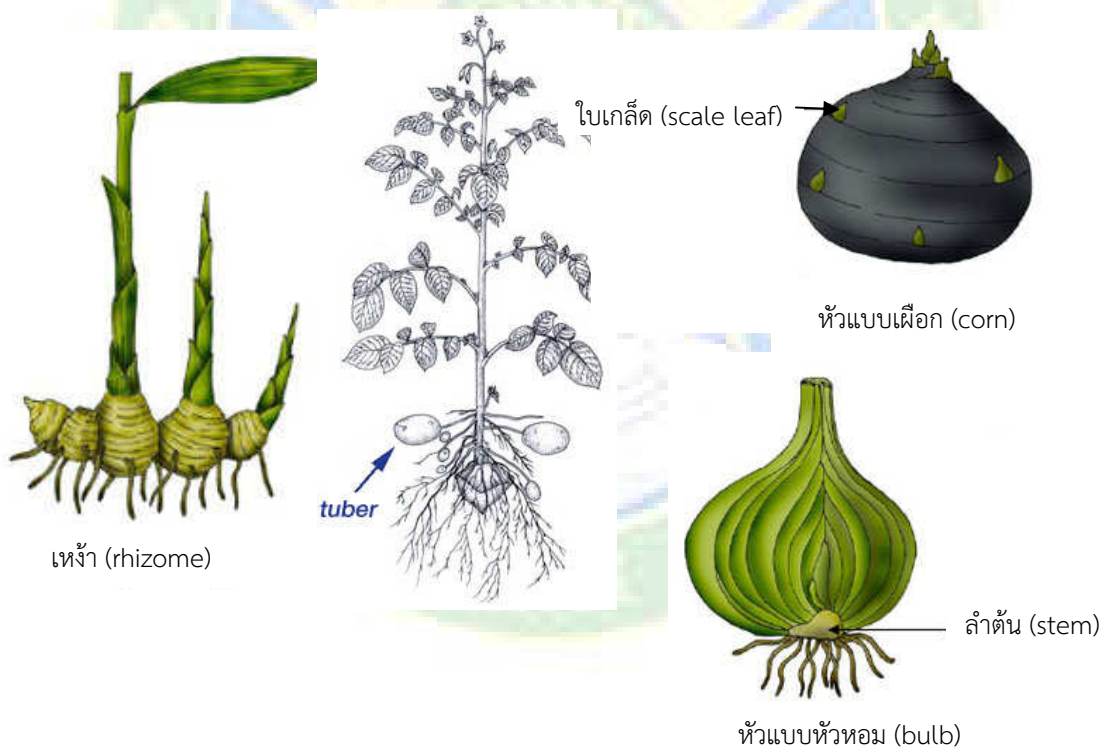
2.4.2 ลำต้นใต้ดิน (underground stem)

1) เหง้า (rhizome หรือ root stock) เป็นลำต้นใต้ดินที่มักเจริญในแนวขนานกับผิวดิน อาจมีลักษณะกลมแตกติดต่อกันหรือกลมยาว มีข้อและปล้องสั้นๆ มีใบเกล็ดหุ้มตาไว้ ตาอาจแตกแขนงเป็นลำต้นใต้ดินหรือลำต้น และใบแทงขึ้นเหนือดินมีส่วนรากแทงลงดิน ได้แก่ ขมิ้น ขิง ข่า พุทธรักษา

2) ทูเบอร์ (tuber) เป็นลำต้นใต้ดินสั้นๆ ประกอบด้วยข้อและปล้อง 3-4 ปล้องไม่มีใบ ลำต้นมีอาหารสะสม ทำให้อวบกลม มีตาอยู่โดยรอบเกล็ด บริเวณปล้องมีตาซึ่งตามักจะบวมลงไป ตาเหล่านี้สามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้ ได้แก่ มันฝรั่ง มันหัวเสือ

3) บัลบ์ (bulb) เป็นลำต้นใต้ดินที่ตั้งตรงมีข้อปล้องสั้นมากตามปล้องมีใบเกล็ด (Scale leaf) ทำหน้าที่สะสมอาหารซ้อนห่อหุ้มลำต้นไว้หลายชั้นจนเห็นเป็นหัวลักษณะกลม ใบชั้นนอกสุดจะลีบแบนไม่สะสมอาหาร ส่วนล่างของลำต้นมีรากเป็นกระจุก เช่น หอม กระเทียม พลับพลึง วานสืทศหวักลม

4) คอรัม (corm) เป็นลำต้นใต้ดินที่มีลำต้นตั้งตรงลักษณะกลมยาวหรือกลมแบนมีข้อปล้องเห็นชัดตามข้อมีใบเกล็ดบางๆ หุ้ม ลำต้นสะสมอาหารทำให้อวบกลมมีตาตามข้อสามารถงอกเป็นใบโผล่ขึ้นเหนือดินหรืออาจแตกเป็นลำต้นใต้ดินต่อไปได้ด้านล่างของลำต้นมีรากฝอยเส้นเล็กจำนวนมาก ได้แก่ เผือก แห้ว บัวสวรรค์ ช่อนกลั่น



ภาพที่ 2.16 ลำต้นใต้ดินของพืชแบบเหง้า ทูเบอร์ บัลบ์และคอรัม

3. ใบ (leaf)

ใบ คือ อวัยวะของพืชที่เจริญออกมาจากข้อของลำต้นและกิ่ง ใบส่วนใหญ่จะมีสารสีเขียวเรียกว่า คลอโรฟิลล์ ใบมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช

3.1 หน้าที่ของใบ

3.1.1 สร้างอาหาร ใบของพืชจะดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อนำไปสร้างอาหาร เรียกกระบวนการสร้างอาหารของพืชว่า การสังเคราะห์แสง

3.1.2 คายน้ำ พืชคายน้ำทางปากใบ

3.1.3 หายใจ ใบของพืชจะดูดแก๊สออกซิเจนและคายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ใบยังอาจเปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่พิเศษอื่นๆ

3.2 หน้าที่พิเศษของใบ

3.2.1 สะสมอาหาร เช่น ใบว่านหางจระเข้ กลีบของกระเทียม และหัวหอม เป็นต้น

3.2.2 ขยายพันธุ์ เช่น ใบคว่ำตายหงายเป็น ใบเศรษฐีพันล้าน โคมญี่ปุ่น เป็นต้น

3.2.3 ยึดและพยุงลำต้นให้ตั้งขึ้นที่สูงได้ เช่น ใบตำลึง ใบมะระและถั่วลิ้นเต่า เป็นต้น

3.2.4 ล่อแมลง เช่น ใบดอกของหน้าวัว ใบดอกของเฟื่องฟ้า เป็นต้น

3.2.5 ดักและจับแมลง ทำหน้าที่จับแมลงเป็นอาหาร เช่น ใบหม้อข้าวหม้อแกงลิง ใบกาบหอยแครง เป็นต้น

3.2.6 ลดการคายน้ำของใบ เช่น ใบกระบองเพชรจะเปลี่ยนเป็นหนามแหลม เป็นต้น

3.3 ส่วนประกอบทั่วไปของใบพืช

ใบพืชประกอบด้วย ก้านใบ (petiole) แผ่นใบ (leaf blade หรือ lamina หรือ limb) เส้นกลาง (central vein) และเส้นใบ (veins) นอกจากนี้ใบของพืชยังมีลักษณะอื่นๆ ที่แตกต่างกันอีก ได้แก่

3.3.1 ขอบใบ พืชบางชนิดมีขอบใบเรียบ บางชนิดมีขอบใบหยัก

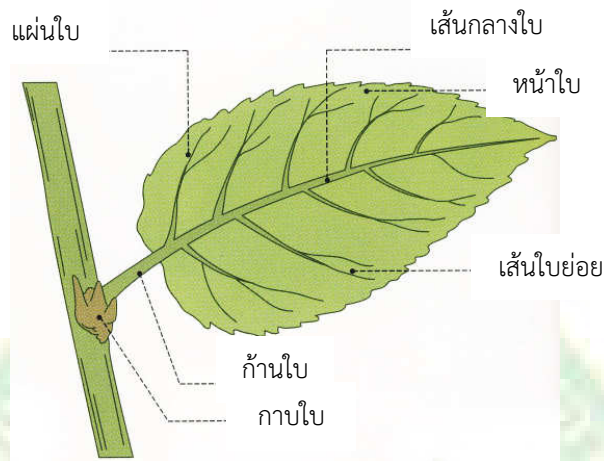
3.3.2 ผิวใบ พืชบางชนิดมีผิวใบเรียบเป็นมัน บางชนิดมีผิวใบด้านหรือขรุขระ

3.3.3 สีของใบ พืชส่วนใหญ่จะมีใบสีเขียว แต่บางชนิดมีใบสีอื่น เช่น แดง ส้ม เหลือง เป็นต้น

3.3.4 เส้นใบ เส้นใบของพืชมีการเรียงตัวใน 2 ลักษณะ ได้แก่

1) เรียงตัวแบบร่างแห เช่น ใบมะม่วง ตำลึง อัญชัน ชมพู เป็นต้น

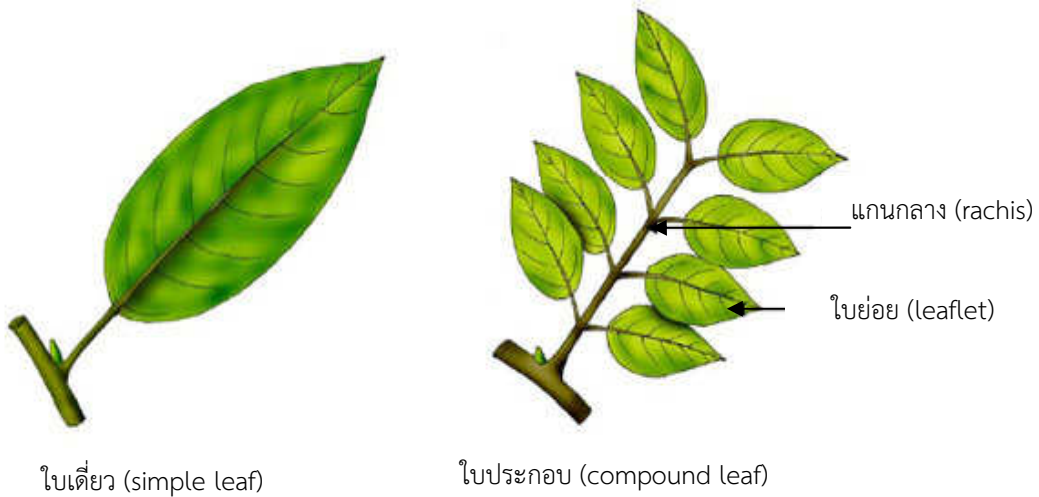
2) เรียงตัวแบบขนาน เช่น ใบกล้วย หย้า อ้อย มะพร้าว ข้าว เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 ส่วนต่าง ๆ ของใบ

3.4 ส่วนประกอบของใบพืชที่แตกต่างจากทั่วไป

3.4.1 ใบเดี่ยว คือ ใบที่มีแผ่นใบเพียงแผ่นเดียวติดอยู่บนก้านใบที่แตกออกจากกิ่งหรือลำต้น เช่น ใบมะม่วง ชมพู่ กล้วย ข้าว ฟักทอง ใบเดี่ยวบางชนิดอาจมีขอบใบเว้าหยักลึกเข้าไปมากจนดูคล้ายใบประกอบ เช่น ใบมะละกอ สาเก มันสำปะหลัง เป็นต้น

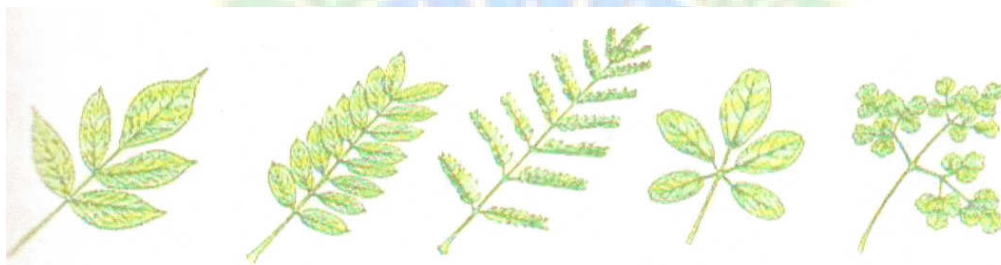


ภาพที่ 2.18 ลักษณะใบเดี่ยวและใบประกอบ

3.4.2 ใบประกอบ คือ ใบที่มีแผ่นใบแยกเป็นใบย่อยๆ หลายใบ ใบประกอบยังจำแนกย่อย ได้ดังนี้ (เรณู, 2545)

1) ใบประกอบแบบมือ (palmately compound leaf) เป็นใบประกอบที่มีใบย่อยแต่ละใบแยกออกจากจุดเดียวกันที่ส่วนของโคนก้านใบ พืชบางชนิดอาจมีใบย่อยสองใบ เช่น มะขามเทศ หรือสามใบ เช่น ยางพารา ถั่วเหลือง ถั่วฝักยาว บางชนิดอาจมีสี่ใบ เช่น ฝักแฉ้ง หรือมากกว่าสี่ใบ เช่น ใบนุ่น หนวดปลาหมึก ใบย่อยดังกล่าวอาจมีก้านใบหรือไม่ก็ได้

2) ใบประกอบแบบขนนก (pinnately compound leaf) เป็นใบประกอบที่มีใบย่อยแต่ละใบแยกออกจากก้านสองข้างของแกนกลางคล้ายขนนก ปลายสุดของใบประกอบอาจมีใบย่อยใบเดียว เช่น ใบกุหลาบ หรืออาจมีใบย่อยสองใบ เช่น ใบมะขาม



(1) (2) (3) (4) (5)

ภาพที่ 2.19 ใบประกอบ: (1), (2) ใบประกอบขนนก (3) ใบประกอบขนนกซ้อน 2 ชั้น
(4) ใบประกอบแบบมือ (5) ใบประกอบแบบมือซ้อน

4. ดอก (flower)

ดอก คือ อวัยวะสืบพันธุ์ของพืช ทำหน้าที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ที่เกิดมาจากตาชนิดตาดอกที่อยู่ตรงบริเวณปลายยอด ปลายกิ่ง บริเวณลำต้นตามแต่ชนิดของพืช

4.1 ส่วนประกอบของดอก

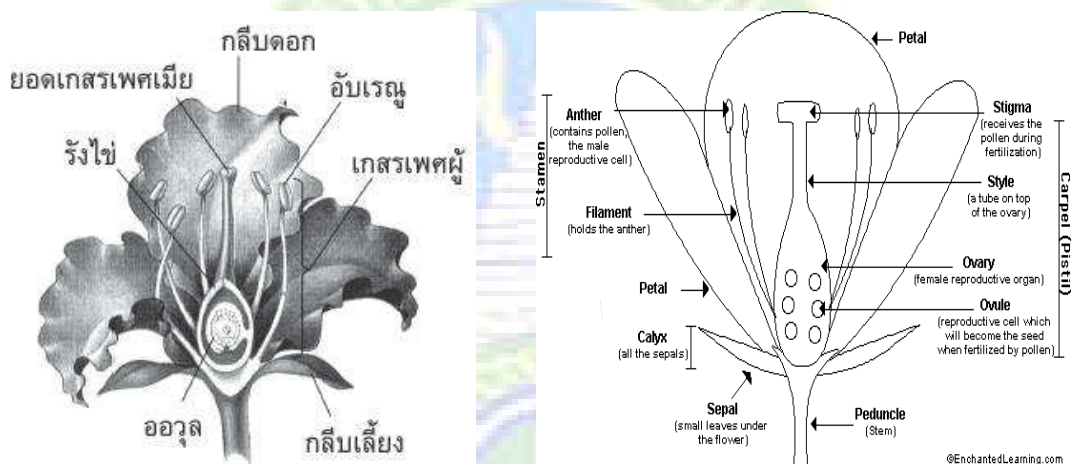
ดอกประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วน แต่ละส่วนจะเรียงเป็นชั้นเป็นวงตามลำดับจากนอกสุดเข้าสู่ด้านใน คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ดังนี้

4.1.1 กลีบเลี้ยง (sepal) เป็นส่วนของดอกที่อยู่ชั้นนอกสุดเรียงกันเป็นวงเรียกว่า วงกลีบเลี้ยง ส่วนมากมีสีเขียว เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากใบ ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายต่างๆ จากสิ่งแวดล้อม แมลงและศัตรูอื่นๆ ที่จะมาทำอันตรายในขณะที่ดอกยังตูมอยู่ นอกจากนี้ยังช่วยในการสังเคราะห์แสง จำนวนกลีบเลี้ยงในดอกแต่ละชนิดอาจไม่เท่ากัน ดอกบางชนิดกลีบเลี้ยงจะติดกันหมดตั้งแต่โคนกลีบจนเกือบถึงปลายกลีบ มีลักษณะคล้ายถ้วยหรือหลอด เช่น กลีบเลี้ยงของดอกชบา แดง บานบุรี แด่ บางชนิดมีกลีบเลี้ยงแยกกันเป็นกลีบๆ เช่น กลีบเลี้ยงของดอกบัวสาย พุทธรักษา กลีบเลี้ยงของพืชบางชนิดอาจมีสีอื่นนอกจากสีเขียว ทำหน้าที่ช่วยล่อแมลงในการผสมเกสรเช่นเดียวกับกลีบดอก

4.1.2 กลีบดอก (petal) เป็นส่วนของดอกที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้ามาข้างใน มีสีสรรต่างๆ สวยงาม เช่น สีแดง เหลือง ชมพู ขาว มักมีขนาดใหญ่กว่ากลีบเลี้ยง บางชนิดมีกลิ่นหอม บางชนิดตรงโคนกลีบดอกจะมีต่อมน้ำหวานเพื่อช่วยล่อแมลงมาช่วยผสมเกสร

4.1.3 เกสรเพศผู้ (stamen) เป็นส่วนของดอกที่อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้ามาข้างใน ประกอบด้วยก้านชูอับเรณู (filament) อับเรณู (anther) ซึ่งภายในบรรจุละอองเรณูมีลักษณะเป็นผงสีเหลือง อับเรณูทำหน้าที่สร้างละอองเรณู ภายในละอองเรณูมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

4.1.4 เกสรเพศเมีย (pistil) เป็นส่วนของดอกที่อยู่ชั้นในสุด ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ก้านยอดเกสรเพศเมีย (style) รังไข่ (ovary) และอวุล (ovule)



ภาพที่ 2.20 ส่วนประกอบของดอก

4.2 หน้าที่ของดอก

4.2.1 ช่วยห่อหุ้มส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสืบพันธุ์ของพืช

4.2.2 ทำหน้าที่ผสมพันธุ์ โดยดอกจะมีสีสรรที่สวยงามเพื่อใช้ล่อแมลงให้มาดูดน้ำหวาน เพื่อนำเกสรไปผสมกับดอกอื่น

4.3 ชนิดของดอก

พิจารณาเกสรของดอกที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์เป็นเกณฑ์ จะจำแนกดอกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศ

4.3.1 ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) คือ ดอกที่มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เช่น ดอกชบา ดอกมะม่วง ดอกต้อยติ่ง ดอกอัญชัน ดอกมะเขือ เป็นต้น

4.3.2 ดอกไม่สมบูรณ์เพศ (imperfect flower) คือ ดอกที่มีเกสรเพศผู้หรือเกสรเพศเมียอยู่ในดอกเพียงเพศเดียว ดอกที่มีเกสรเพศผู้อย่างเดียว เรียกว่า ดอกเพศผู้ และดอกที่มีเกสรเพศเมียอย่างเดียว เรียกว่า ดอกเพศเมีย เช่น ดอกฟักทอง ดอกบวบ ดอกตำลึง ดอกมะละกอ เป็นต้น

5. ผล (fruit)

ผล คือ รังไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ (fertilization) แล้วเจริญเติบโตเต็มที่ อาจจะมีบางส่วนของดอกเจริญขึ้นมาด้วย เช่น ฐานดอกหรือกลีบเลี้ยง ภายในผลมีเมล็ดได้ตั้งแต่หนึ่งถึงหลายเมล็ด หรือไม่มีเมล็ดก็ได้ ผลอาจจะเกิดจากรังไข่ที่ได้รับหรือไม่ได้รับการผสมเกสรก็ได้ ผลที่ไม่มีเมล็ดเรียกว่า ผลลม (parthenocarpic fruit)

5.1 หน้าที่ของผล

ผลมีหน้าที่สำคัญคือ ปกป้องกันต้นอ่อน (embryo) ภายในเมล็ด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการขยายพันธุ์ของพืช นอกจากนี้ยังช่วยสะสมอาหารและช่วยในการกระจายพันธุ์ของเมล็ด

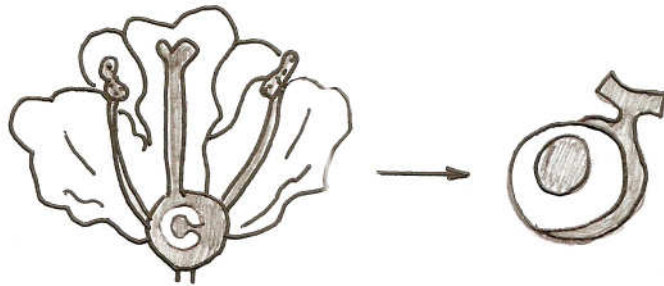
5.2 ชนิดของผล

5.2.1 พิจารณาจากจำนวนของดอกและคาร์เพลว่าเชื่อมหรือแยก สามารถจำแนกชนิดของผลเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ผลเดี่ยว (simple fruit) หมายถึง ชนิดของผลที่เกิดจากดอกเดี่ยวที่เกสรเพศเมียมีคาร์เพลเดียว หรือหลายคาร์เพลที่เชื่อมติดกัน เช่น ผลมะม่วง มะละกอ ละครทุเรียน ส้ม ฯลฯ

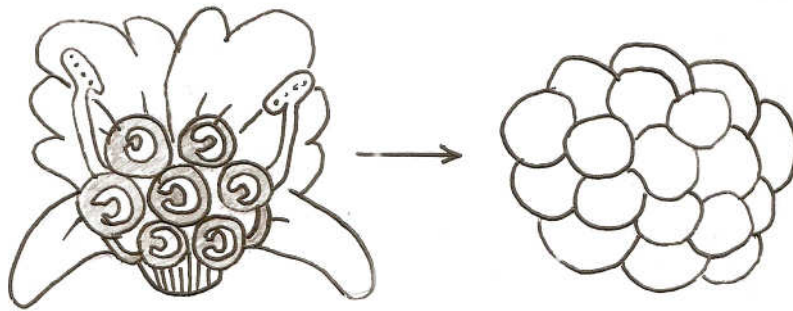
2) ผลกลุ่ม (aggregate fruit) หมายถึง ผลที่เกิดจากดอกเดี่ยวที่มีหลายคาร์เพลแยกกันบนฐานรองดอกเดียวกัน แต่ละคาร์เพลจะเกิดเป็นผลย่อย เช่น ผลจำปี จำปา กระดังงา การะเวก นมแมว สตรอบอรี่ ลูกจาก น้อยหน่า โมก รัก ฝักบัว ฯลฯ

3) ผลรวม (multiple fruit, composite fruit, collective fruit หรือ compound fruit) หมายถึง ผลที่เกิดจากการที่ดอกย่อยหลายๆ ดอกในช่อดอกเดียวกันเจริญเชื่อมติดกันเป็นผลเดี่ยว เช่น ผลขนุน ลูกยอ มะเดื่อ โพธิ์ ไทร สับปะรด ยอ สาเก หม่อน ฯลฯ



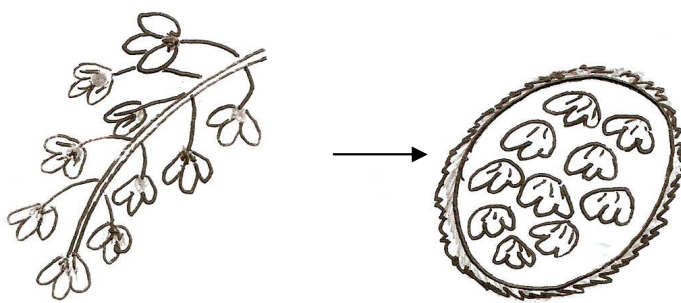
1 ดอก เกสรเพศเมียคาร์เพลเดียว

ผลเดี่ยว



1 ดอก เกสรเพศเมียหลายคาร์เพลเดียว

ผลกลุ่ม



ดอกย่อยหลาย ๆ ดอกในช่อเดียวกัน

ผลรวม

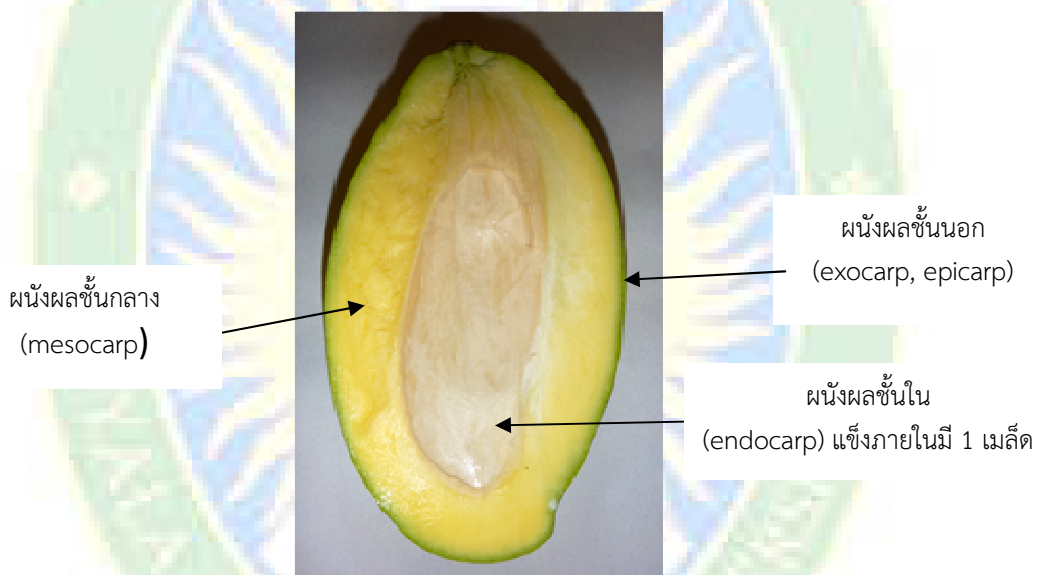
ภาพที่ 2.21 การเจริญเป็นผลหลังจากรังไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ

5.2.2 พิจารณาลักษณะเฉพาะของผนังผล พบว่าผนังผลบางชนิดมีลักษณะอ่อนนุ่ม บางชนิดมีลักษณะแข็งและแข็ง หรือลักษณะอื่นๆ อีกมากจึงจำแนกผลออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

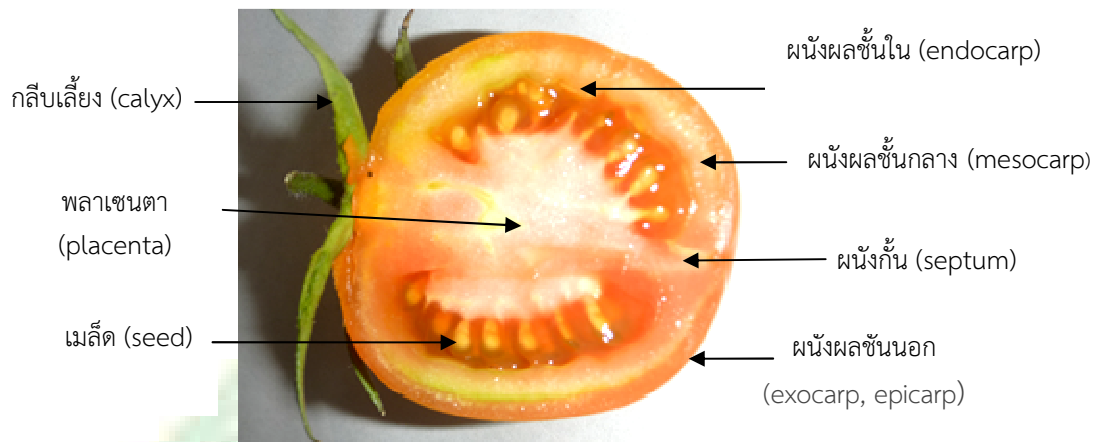
1) ผลมีเนื้อสด (fleshy fruit) หมายถึง ผลที่แก่แล้วมีผนังผลสดไม่แห้ง มีหลายชนิด เช่น ผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe) ผลแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (berry) ผลแบบส้ม (hesperidium) ผลแบบแตง (pepo)

2) ผลแห้ง (dry fruit) หมายถึง ผลที่เมื่อแก่แล้วผนังผลกลายเป็นเปลือกแข็งและแห้ง มีหลายชนิด ดังนี้

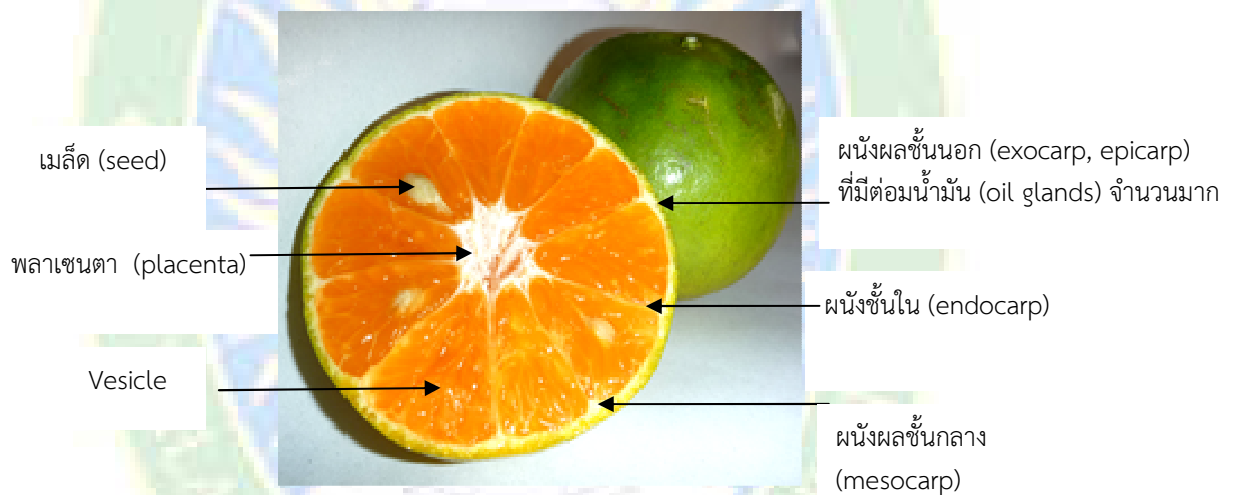
- ผลแห้งที่ไม่แตก (indehiscent dry fruit) หมายถึง ผลแก่แล้วผลแห้งและไม่แตก เช่น ข้าว
- ผลแห้งแตก (dehiscent dry fruit) หมายถึง ผลเมื่อแก่แล้ว ผนังผลแห้งและแตกออก เช่น ผลฝักชี่



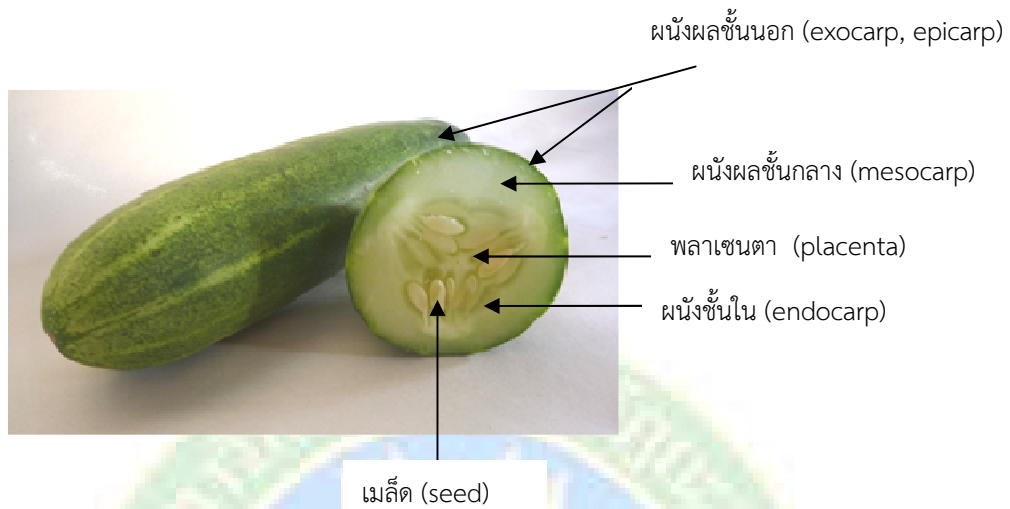
ภาพที่ 2.22 ผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe)



ภาพที่ 2.23 ผลมีเนื้อหลายเมล็ด (berry)



ภาพที่ 2.24 ผลแบบส้ม (hesperidium)



ภาพที่ 2.25 ผลแบบแตง (pepo)

6. สรุป

อวัยวะที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชประกอบด้วย ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล โดยรากมีบทบาทสำคัญในการยึดพื้ของลำต้น ดูดน้ำสารละลายส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ส่วนลำต้นทำหน้าที่เป็นแกนพื้ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืช รวมทั้งเป็นทางลำเลียงน้ำธาตุอาหาร ใบมีหน้าที่สำคัญในการสังเคราะห์อาหาร คายน้ำและหายใจ สำหรับดอกทำหน้าที่สืบพันธุ์ และผลของพืชช่วยป้องกันต้นอ่อนภายในเมล็ด สะสมอาหาร และใช้ขยายพันธุ์ นอกจากนี้อวัยวะส่วนต่างๆ ของพืชยังทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ อีกด้วย เช่น รากสะสมอาหาร ลำต้นสังเคราะห์แสง ใบล่อแมลง ฯลฯ

คำถามวัดการเรียนรู้

1. อวัยวะแต่ละส่วนของพืชมีความจำเป็นและสำคัญอย่างไร
2. อวัยวะพืชแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไรบ้าง
3. รากทำหน้าที่พิเศษได้อย่างไรบ้าง
4. ลำต้นทำหน้าที่พิเศษได้อย่างไรบ้าง
5. ใบทำหน้าที่พิเศษได้อย่างไรบ้าง
6. ใบพืชโดยทั่วไปมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
7. จงอธิบายเกี่ยวกับดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศ
8. ท่านสามารถพิจารณาแยกผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวมของพืชได้อย่างไร

บทที่

3

เซลล์และเนื้อเยื่อพืช

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. เซลล์พืช
 - 1.1 ขนาดของเซลล์
 - 1.2 รูปร่างของเซลล์
 - 1.3 โครงสร้างของเซลล์
2. การแบ่งเซลล์ของพืช
 - 2.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
 - 2.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
3. เนื้อเยื่อพืช
 - 3.1 เนื้อเยื่อเจริญ
 - 3.2 เนื้อเยื่อถาวร
4. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

ปี ค.ศ. 1665 โรเบิร์ต ฮุก (Robert C. Hooke) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษเป็นคนแรกที่ศึกษาลักษณะของเซลล์พืช โดยการตัดไม้คอร์กเป็นชิ้นบาง ๆ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า ไม้คอร์กประกอบด้วยช่องว่างจำนวนมากและมีผนังกันหรือคล้ายเป็นห้อง ๆ เขาเรียกช่องเหล่านั้นว่า โพ (pore) หรือ เซลล์ (cell) (House, 2009) เซลล์พืชเป็นเซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) เพราะภายในเซลล์มีนิวเคลียสและมีอวัยวะเล็กๆ เรียกว่าออร์แกเนลล์ (organelle) ประกอบอยู่ภายในเซลล์เพื่อช่วยกันทำหน้าที่ต่างๆ ให้สมบูรณ์ เซลล์พืชจะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ของพืช ซึ่งเนื้อเยื่อต่าง ๆ เหล่านั้นจะประกอบกันเป็นอวัยวะของพืชแล้วอวัยวะต่าง ๆ นั้นก็จะประกอบกันเป็นต้นพืช เซลล์พืชทั่วไปเป็นเซลล์ที่มีชีวิต แต่อาจมีเซลล์บางชนิดเป็นเซลล์ที่ตายแล้วเหลือเพียงผนังเซลล์ที่คงรูปร่างเซลล์ไว้และยังสามารถทำหน้าที่ได้ (เรณู, 2545)

1. เซลล์พืช

เรณู (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับเซลล์พืช (plant cell) ในเรื่องขนาดรูปร่างและโครงสร้างของเซลล์ ดังต่อไปนี้

1.1 ขนาดของเซลล์ โดยทั่วไปเซลล์พืชจะมีขนาดตั้งแต่เล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจนถึงขนาดใหญ่ คือมีขนาดตั้งแต่ประมาณ 0.01 - 0.1 มิลลิเมตร แต่เซลล์พืชบางชนิดก็ใหญ่หรือยาวมากเช่น เซลล์ไฟเบอร์ (fiber) อาจมีความยาวถึง 6- 8 มิลลิเมตร รูปร่างและขนาดของเซลล์จะขึ้นกับชนิดและหน้าที่ของเซลล์นั้น

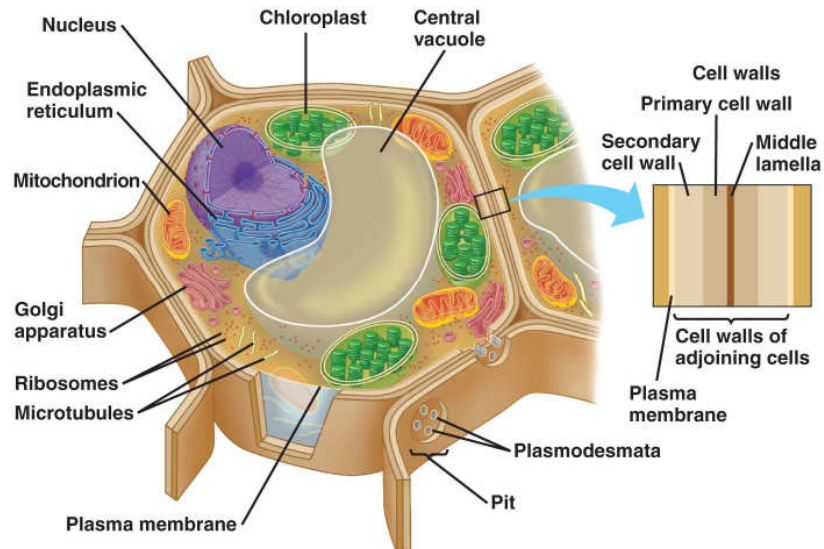
1.2 รูปร่างของเซลล์ เซลล์พืชทั่วไปมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรืออาจมีรูปร่างต่างๆ กันไปขึ้นกับหน้าที่ของเซลล์นั้น เช่น เซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารมักจะมีขนาดใหญ่ รูปร่างกลมป้อม เพื่อให้เก็บอาหารได้มาก หรือเซลล์พืชบางชนิดอาจมีรูปร่างเรียวยาวเพื่อช่วยสร้างความเหนียวให้กับเนื้อไม้

1.3 โครงสร้างของเซลล์ โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์พืช ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ผนังเซลล์ (cell wall) โพรโทพลาซึม (protoplasm) และส่วนประกอบภายในเซลล์ (inclusion) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.3.1 ผนังเซลล์ เป็นผนังหุ้มล้อมรอบเซลล์พืชไว้โดยอยู่นอกสุดของเซลล์ ซึ่งจะล้อมรอบเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane หรือ plasma membrane) ไว้อีกทีหนึ่ง ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกคาร์โบไฮเดรต และยังมีสารพวกเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ลิกนิน (lignin) ชูเบอร์ริน (suberin) และคิวทิน (cutin) รวมอยู่ด้วย ผนังเซลล์ของพืชจะมีลักษณะหนาและแข็ง ซึ่งต่างจากเซลล์สัตว์ที่ไม่มีผนังเซลล์จึงอ่อนนุ่ม โดยผนังเซลล์ของพืชมี 2 ชั้น คือ ผนังเซลล์ชั้นแรกและผนังเซลล์ชั้นที่สอง

1) ผนังเซลล์ชั้นแรก (primary cell wall) เป็นผนังเซลล์ชั้นแรกที่เกิดขึ้นตั้งแต่มีการแบ่งเซลล์ เป็นผนังเซลล์ชั้นที่โพรโทพลาซึมของเซลล์สร้างขึ้น แล้วไปล้อมรอบเซลล์ไว้โดยหุ้มล้อมรอบเยื่อหุ้มเซลล์ไว้อีกทีหนึ่งผนังเซลล์ชั้นแรกนี้ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ และยังมีสารพวกเฮมิเซลลูโลส ชูเบอร์ริน ลิกนิน รวมอยู่ด้วยเล็กน้อย

2) ผนังเซลล์ชั้นที่สอง (secondary cell wall) เป็นผนังเซลล์ที่เกิดขึ้นทีหลัง โดยมีการสร้างขึ้นในเซลล์ที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าปกติ ผนังเซลล์ชั้นที่สองนี้นอกจากจะมีพวกเซลลูโลสแล้วยังมีสารพวกลิกนิน เป็นส่วนใหญ่ประกอบด้วย โดยโพรโทพลาซึมเป็นผู้สร้างสารทั้ง 2 ชนิดนี้แล้วขับสารทั้งสองผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกไปพอกอยู่ด้านนอกเซลล์ จึงเห็นผนังเซลล์ชั้นที่สองเกิดคั่นอยู่ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ชั้นแรก การที่เซลล์พืชแต่ละชนิดเกาะติดกันแน่นแม้พืชจะตายแล้วเพราะระหว่างผนังของเซลล์พืชแต่ละเซลล์จะมีสารประกอบพวกเพกทิน (pectic substance) เช่น แคลเซียมเพกเตต (calcium pectate) แมกนีเซียมเพกเตต (magnesium pectate) แทรกอยู่ เรียกชั้นของสารนี้ว่า ชั้นมิดเดิลลามেলা (middle lamella) ชั้นนี้ไม่จัดเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ แต่เป็นชั้นของสารที่ทำหน้าที่ที่เคลือบอยู่ภายนอกผนังเซลล์ซึ่งอยู่ติดกับผนังของเซลล์อื่น ๆ ที่อยู่โดยรอบ เพื่อทำหน้าที่คล้ายกาวยาเชื่อมให้ผนังเซลล์แต่ละเซลล์ที่ติดกันนั้นเกาะกันแน่น ถึงแม้เมื่อพืชเหล่านั้นตายลงเซลล์พืชก็ยังไม่แยกจากกัน



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของเซลล์พืช

ที่มา: www.ealingindependentcollege.com (2013)

1.3.2 โปรโทพลาซึม คือของเหลวชั้นที่อยู่ภายในเซลล์โดยมีเยื่อหุ้มเซลล์ล้อมรอบไว้ สำหรับเซลล์พืชจะมีผนังเซลล์มาหุ้มล้อมรอบเยื่อหุ้มเซลล์อีกทีหนึ่ง ของเหลวชั้นที่เป็น ส่วนประกอบของโปรโทพลาซึมนี้ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และสารต่างๆ อีกมากมาย และภายในโปรโทพลาซึมนี้ยังมีอวัยวะเล็กๆที่ทำหน้าที่ต่างๆ ภายในเซลล์อีกหลายชนิด โปรโทพลาซึม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ นิวเคลียส (nucleus) และไซโทพลาซึม (cytoplasm) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) นิวเคลียส จะเห็นได้ในเซลล์ทั่วไปขณะเซลล์นั้นยังไม่มี การแบ่งเซลล์ มีลักษณะเป็นเม็ดกลม อาจมีมากกว่า 1 นิวเคลียสต่อ 1 เซลล์ หรือเซลล์บางชนิดของพืชอาจไม่มี นิวเคลียสก็ได้ นิวเคลียสประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear envelope) ซึ่งเป็นเยื่อที่ประกอบด้วยไขมันและโปรตีนที่มีการเรียงตัวกันเช่นเดียวกับลักษณะของเยื่อหุ้มเซลล์ แต่จะซ้อนกัน 2 ชั้น และมีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่ช่อง (nuclear pore) กระจายทั่วไป ภายใน นิวเคลียสจะมีของเหลวที่ประกอบด้วยสารเคมีหลายอย่างเช่น โปรตีน เอนไซม์ RNA ไรโบโซม (ribosome) และส่วนประกอบที่สำคัญของนิวเคลียสคือโครโมโซมหรือโครมาทิน (chromosome หรือ chromatin) ซึ่งก็คือสาร DNA ที่เรียงตัวกันเป็นสายยาวและมีโปรตีนหุ้มล้อมรอบ ในเวลาปกติที่ยังไม่มีการแบ่งเซลล์จะเห็นโครโมโซมไม่ชัดเจน คือจะเห็นเป็นจุดที่ย่อมสืติดเท่านั้น เรียกจุดนั้นว่า โครมาทิน โครโมโซมจะอยู่กันเป็นคู่ๆในพืชแต่ละชนิดจะมีจำนวนโครโมโซมที่แน่นอน ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานภายในเซลล์แล้วยังมีหน้าที่ในการถ่ายทอด พันธุกรรมด้วย ในนิวเคลียสยังพบมีเม็ดกลมทึบแสงอยู่อีก 1-2 เม็ด นั่นคือนิวคลีโอลัส (nucleolus) ซึ่งพบว่าประกอบด้วย RNA และโปรตีน นิวคลีโอลัสนี้จะเป็นแหล่งสังเคราะห์

ไรโบโซม หน้าที่ของนิวเคลียสคือ ควบคุมกระบวนการต่างๆของเซลล์เช่น การสร้างโปรตีน รวมทั้งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2) ไโซโทพลาซึม คือส่วนของโพรโทพลาซึมที่อยู่นอกนิวเคลียสโดยมีเยื่อหุ้มเซลล์หุ้มล้อมรอบไว้ ไโซโทพลาซึมมีลักษณะเป็นของเหลวประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) และแร่ธาตุ รวมทั้งสารอื่นๆ อีกมาก ไโซโทพลาซึมจะมีลักษณะกึ่งเหลวกึ่งแข็ง มีน้ำประกอบอยู่ถึง 85–95 เปอร์เซ็นต์ มีการเคลื่อนไหวเพราะมีกระบวนการต่างๆ เกิดขึ้นในขณะที่เซลล์ยังมีชีวิต นอกจากนั้นในไโซโทพลาซึมยังมีอวัยวะเล็กๆ ของเซลล์อยู่ทั่วไปเรียกว่า ออร์แกเนลล์ ซึ่งอาจรวมเรียกว่าสิ่งต่างๆ ภายในไโซโทพลาซึมว่า ส่วนประกอบภายในเซลล์

1.3.3 ส่วนประกอบภายในเซลล์ คือส่วนประกอบต่างๆ ที่อยู่ภายในไโซโทพลาซึม มีทั้งอวัยวะเล็กๆ ของเซลล์ที่เรียกว่าออร์แกเนลล์ ซึ่งจัดเป็นส่วนประกอบที่มีชีวิตภายในเซลล์ (protoplasmic inclusions) และส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตคือ แร่ธาตุ สารต่างๆ (metaplasmic inclusions) ส่วนประกอบที่มีชีวิตภายในเซลล์ ภายในไโซโทพลาซึมของเซลล์จะมีอวัยวะเล็ก ๆ หรือออร์แกเนลล์ต่าง ๆ มากมาย ที่ทำหน้าที่สำคัญภายในเซลล์พืช ดังนี้

1) พลาสติด (plastid) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์พืชเท่านั้น มีรูปร่างหลายแบบเช่น กลมรี ยาว และมีหลายขนาด เยื่อผนังของพลาสติดเป็นผนังที่ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน ภายในพลาสติดมีส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า เมทริกซ์ (matrix) หรือสโตรมา (stroma) ซึ่งประกอบด้วย DNA ไรโบโซม เอนไซม์ วิตามินต่างๆ พลาสติดแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ (1) คลอโรพลาสต์ (chloroplast) ซึ่งเป็นพลาสติดที่มีสารสีเขียวคือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) และมีสารสีเหลืองคือ แคโรทีน (carotene) จะพบคลอโรพลาสต์จำนวนมากในเซลล์ของใบหรือลำต้นที่มีสีเขียวคลอโรพลาสต์มีหน้าที่สำคัญ คือ สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้แก่พืช (2) โครโมพลาสต์ (chromoplast) เป็นพลาสติดที่มีโครงสร้างคล้ายคลอโรพลาสต์ แต่ผนังชั้นในคือไทลาคอยด์จะสลายไป และมีสารสีที่เป็นสีอื่นๆ ที่ไม่ใช่สีเขียว เช่น สีเหลือง สีแดง หรือสีส้ม ซึ่งประกอบด้วยสารแคโรทีนอยด์ (carotenoid) หรือสารสีชนิดอื่น โดยจะพบโครโมพลาสต์อยู่ตามกลีบดอกไม้ เนื้อผลไม้ เช่น มะเขือเทศ มะละกอสุก หรือในส่วนหัวของพืช เช่น แครอต สารแคโรทีนอยด์ทำให้ส่วนดังกล่าวของพืชมีสีเหลือง แดง หรือส้ม (3) ลิวโคพลาสต์ (leucoplast) เป็นพลาสติดที่ไม่มีสี ผนังชั้นในคือไทลาคอยด์จะสลายตัวไป และมีการสะสมอาหารจำพวกแป้ง ไขมัน หรือโปรตีนไว้ในแทน จะพบลิวโคพลาสต์มากในบริเวณเนื้อเยื่อพืชส่วนที่ไม่ถูกแสง เช่น หัว หรือลำต้นใต้ดิน

2) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) คือออร์แกเนลล์สำคัญในเซลล์พืช มีหน้าที่ในการหายใจในระดับเซลล์ทำให้เกิดสารที่ให้พลังงานคือ ATP ภายในไมโทคอนเดรียจะมีของเหลวเรียกว่า เมทริกซ์ ซึ่งจะมี DNA ไรโบโซมและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจ หน้าที่สำคัญของไมโทคอนเดรีย คือสร้างสารที่ให้พลังงานคือ ATP

3) ดิกทิโอโซม (dictyosome) คือออร์แกเนลล์ที่ประกอบด้วยกลุ่มของถุงแบนๆ ที่ทับซ้อนกัน ถุงแบนนั้นเรียกว่าซิสเทอร์นี (cisternae) เยื่อผนังของถุงแบนประกอบด้วย

สารพวกโปรตีนและไขมัน ภายในถุงแบนจะมีสารที่จำเป็นสำหรับกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์ เช่น สารพวกพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่ใช้ในการสร้างผนังเซลล์

4) ไรโบโซม (ribosome) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีขนาดเล็กมากประกอบด้วยโปรตีนและ RNA ชนิด rRNA มีหน้าที่ในการสร้างโปรตีนจะพบไรโบโซมกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาซึมหรือเกาะอยู่บนผนังของออร์แกเนลล์อื่น

5) เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีลักษณะเยื่อผนังที่ประกอบด้วยโปรตีนและไขมันประกอบด้วยกันเป็นเยื่อที่มีลักษณะเป็นถุงแบนหรือเป็นท่อที่เชื่อมโยงประสานกันเป็นแขนงทั่วไปภายในไซโทพลาซึม มีหน้าที่ส่งผ่านสารต่างๆ จากออร์แกเนลล์หนึ่งไปยังออร์แกเนลล์หนึ่ง หรือส่งผ่านสารจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งก็ได้

6) แวกิวโอล (vacuole) คือออร์แกเนลล์ที่มีขนาดใหญ่พบอยู่ในเซลล์พืชไม่ค่อยพบในเซลล์สัตว์ ในเซลล์พืชที่อายุน้อยจะมีแวกิวโอลจำนวนมากแต่มีขนาดเล็ก ซึ่งเมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้นแวกิวโอลเล็ก ๆ เหล่านี้จะมารวมกันเข้า ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนน้อยลง แวกิวโอลจะมีรูปร่างต่างกัน แต่ส่วนมากจะกลมหรือรี มีผนังที่ประกอบด้วยโปรตีน และไขมัน เรียกผนังนี้ว่า โทโนพลาสต์ (tonoplast) ซึ่งทำหน้าที่กั้นของเหลวภายในแวกิวโอลซึ่งเรียกว่า เซลล์แซป (cell sap) ออกจากไซโทพลาซึม เซลล์แซปนี้จะประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ นอกนั้นอาจเป็นอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สารต่างๆ หลายชนิด เช่น น้ำตาล กรดอินทรีย์ โปรตีน แทนนิน (tannin) สารมีสีเช่น แอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งทำให้เกิดสีชมพู ม่วง ฟ้าม่วง ในกลีบดอกไม้ และยังพบผลึก (crystal) ต่าง ๆ ด้วย

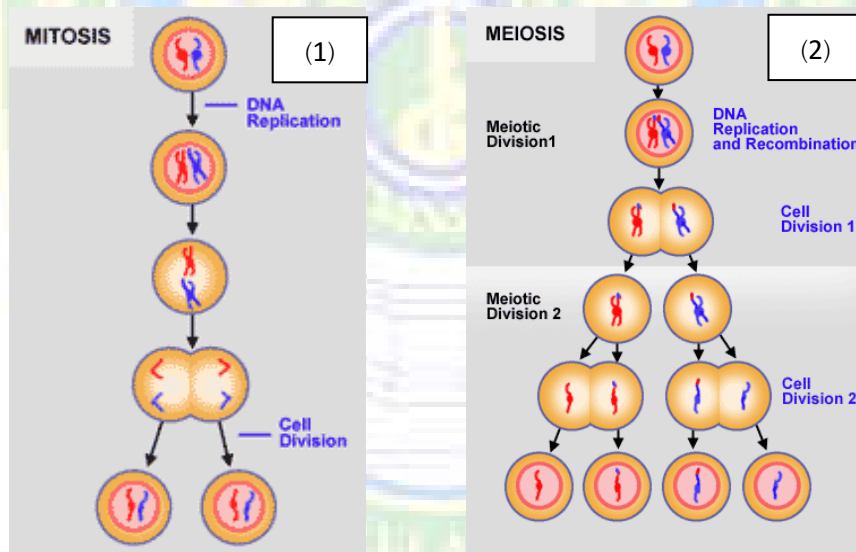
ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ภายในเซลล์ที่กล่าวไปแล้วนั้น เป็นส่วนที่มีชีวิตภายในเซลล์ เพราะออร์แกเนลล์เหล่านั้นต้องการอาหาร ต้องการแก๊สออกซิเจน (O_2) ในการดำรงชีวิต ต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ เพื่อให้สามารถมีชีวิตอยู่และเจริญเติบโตสืบพันธุ์ต่อไปได้ ถ้าออร์แกเนลล์เหล่านั้นได้รับความกระทบกระเทือนเช่นได้รับสารพิษต่าง ๆ เข้าไปทำให้แตกสลาย เซลล์ก็จะตายซึ่งต้นพืชก็จะอยู่ไม่ได้

ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิตภายในเซลล์ คือสารประกอบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ของเซลล์ ซึ่งอาจเป็นสารที่สะสมไว้ใช้ประโยชน์ในภายหลังหรือเป็นของเหลือทิ้งตัวอย่างของสารประกอบเหล่านั้น เช่น คาร์โบไฮเดรตซึ่งอาจอยู่ในรูปของเซลลูโลส แป้ง (starch) และยังมีโปรตีน ไขมัน (lipid) น้ำมัน (oil) และไข (wax) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยพืชจะขับไขออกมานอกเซลล์เพื่อเคลือบผิวผนังเซลล์ด้านที่สัมผัสอากาศและแสงแดด เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ นอกจากนั้นยังพบสารอื่นๆ เช่น แทนนิน แอลคาลอยด์ (alkaloid) ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ในการใช้เป็นยารักษาโรค และยังพบผลึกของสารต่างๆ ภายในเซลล์พืชด้วย

2. การแบ่งเซลล์ของพืช

การแบ่งเซลล์ เป็นการเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดการเจริญเติบโต ผลที่เกิดขึ้นคืออวัยวะเพิ่มขนาด เซลล์ที่สามารถแบ่งตัวได้คือเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) ที่อยู่ในบริเวณปลายราก ปลายยอด ตา หรือ การแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอในเมล็ด การแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ให้มากขึ้น เรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis หรือ mitotic cell division) ส่วนการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์เรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis หรือ meiotic cell division) (เรณู, 2545; Novikova, G. V. & et al., 2013)

2.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์พืชสมบูรณ์ ได้รับน้ำและอาหารในปริมาณที่เหมาะสม มีการสร้างสารต่าง ๆ ขึ้นภายในเซลล์ รวมทั้งมีการจำลองสารพันธุกรรม (DNA) หรือ สร้างโครโมโซมขึ้นอีกชุดที่เหมือนชุดเดิม เมื่อกระบวนการสร้างสารและการจำลองสารพันธุกรรมเสร็จแล้ว การแบ่งเซลล์ก็จะเริ่มขึ้น เป็นการแบ่งเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ในบริเวณปลายราก ปลายยอด ตา รวมทั้งเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียม (vascular cambium) และคอร์กแคมเบียม (cork-cambium) ทำให้ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ที่เหมือนเซลล์เดิมและมีจำนวนโครโมโซมภายในเซลล์เท่าเดิม การแบ่งเซลล์ไมโทซิสมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนเป็นการแบ่งนิวเคลียส (karyokinesis) และต่อมาการแบ่งไซโทพลาสซึม (cytokinesis)



ภาพที่ 3.2 การแบ่งเซลล์ (1) แบบไมโทซิส (mitosis) (2) ไมโอซิส (meiosis)

ที่มา: www.thaigoodview.com (2013)

2.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชคือ เซลล์ไข่และเซลล์ละอองเกสรตัวผู้พืชแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมคงที่ ดังนั้นในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จึงต้องมีการลดจำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ลงครึ่งหนึ่งคือ มีสภาพแฮพลอยด์ (haploid) ทำให้ภายในเซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซมเพียง 1 ชุด หรือ (n) เพื่อให้หลังจากที่เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียมีการปฏิสนธิแล้วจะได้ลูกที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับพ่อแม่ ในกระบวนการนี้จะมีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมกัน จึงทำให้เกิดลักษณะที่หลากหลายในรุ่นลูก

ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จะมีการสร้างสารต่าง ๆ ขึ้นภายในเซลล์ก่อนจะมีการแบ่งเซลล์ เช่น สารพวกโปรตีน DNA และ RNA รวมทั้งมีการจำลองตัวเองของโครโมโซมเป็น 2 เท่าจากจำนวนเดิม การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสแบ่งเป็น 2 ระยะใหญ่ๆคือระยะไมโอซิส I (first meiotic cell division) และ ระยะไมโอซิส II (second meiotic cell division) ในระยะไมโอซิส I การเกิดขึ้นที่สำคัญคือการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม และมีการลดจำนวนโครโมโซมลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของโครโมโซมในเซลล์เดิม ส่วนระยะไมโอซิส II การเกิดขึ้นที่สำคัญคือการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์ทั้งสองจะเกิดขึ้นโดยไม่มีการจำลองตัวของโครโมโซมอีก เพราะโครโมโซมในเซลล์ทั้งสองเซลล์นั้นประกอบด้วยโครมาทิด 2 แห่งอยู่แล้ว

3. เนื้อเยื่อพืช

เนื้อเยื่อ หมายถึง กลุ่มเซลล์หลายๆ เซลล์ที่อาจมีรูปร่างเหมือนกันหรือต่างกันมารวมอยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อร่วมกันทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งให้แก่พืช ซึ่งเมื่อเนื้อเยื่อหลายชนิดมาประกอบกันเข้าก็จะกลายเป็นอวัยวะ (organ) ของพืช อวัยวะหลายส่วนประกอบกันร่วมกันทำงานทำให้เกิดเป็นระบบ (system) ของการทำงานของพืชขึ้น (เรณู, 2545) เช่น ใบพืช ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิดมาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อทำหน้าที่สำคัญคือการสร้างอาหาร

เนื้อเยื่อพืชอาศัยการแบ่งเซลล์เป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ใหญ่ๆ โดยใช้ความสามารถในการแบ่งเซลล์เป็นเกณฑ์ คือ เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue หรือ meristems) และ เนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue) (Parker, 1998, สมภาพและคณะ, 2542, เรณู, 2545)

3.1 เนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อเจริญคือเนื้อเยื่อพืชที่สามารถแบ่งเซลล์ได้ โดยจะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ตลอดเวลา จึงมีผลทำให้พืชมีการเจริญเติบโต เนื้อเยื่อเจริญของพืชจะอยู่ที่บริเวณปลายราก ปลายยอด ปลายกิ่ง หรือที่ตาข้างของลำต้น ลักษณะทั่วไปของเนื้อเยื่อเจริญคือ ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต แต่ละเซลล์จะมีรูปร่างเป็นทรงลูกบาศก์ของสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผ้นง เซลล์บางเพราะเป็นผ้นงเซลล์ชั้นแรกซึ่งประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ ภายในเซลล์มีนิวเคลียสใหญ่ มีแวคิวโอลขนาดเล็กแต่มีจำนวนมากหลายอัน เซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญจะเรียงตัวติดกันจนไม่มีช่องระหว่างเซลล์ และที่สำคัญคือ เซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญจะมีความสามารถในการแบ่งเซลล์ได้ และจะแบ่งเซลล์ตลอดเวลาทำให้เกิดเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ โดยที่เซลล์หนึ่งจะยังคงสภาพเป็นเนื้อเยื่อเจริญแต่อีกเซลล์หนึ่งจะเจริญ

เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นเซลล์ที่จะทำหน้าที่อื่นต่อไปเนื้อเยื่อเจริญแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด โดยใช้ตำแหน่งที่อยู่ของเนื้อเยื่อเจริญนั้นเป็นเกณฑ์ในการแบ่งดังนี้

3.1.1 เนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด (apical meristem) คือเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่บริเวณปลายยอดลำต้น ตาข้าง หรือปลายราก เมื่อเนื้อเยื่อเจริญบริเวณนี้มีการแบ่งเซลล์จะทำให้อวัยวะส่วนนั้นของพืชยืดตัวยาวออก เช่นทำให้รากยาวออกไป ลำต้นสูงขึ้น แต่จะไม่ค่อยทำให้อวัยวะนั้นขยายออกทางด้านกว้าง เช่น การเจริญเติบโตของรากและลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

3.1.2 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (lateral meristem) เกิดอยู่ที่บริเวณด้านข้างของอวัยวะของพืช เช่น เนื้อเยื่อเจริญด้านข้างแต่ลึกเข้าไปในรากหรือลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่

3.1.3 เนื้อเยื่อเจริญที่ซื่อ (intercalary meristem) ที่บริเวณเหนือข้อของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หล่อกา อาจพบกลุ่มเนื้อเยื่อเจริญแทรกอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อที่เจริญเต็มที่แล้ว เนื้อเยื่อเจริญกลุ่มนี้เมื่อมีการแบ่งเซลล์จะทำให้มีการยืดตัวของปล้องยาวออกไปได้อีก

3.2 เนื้อเยื่อถาวร เนื้อเยื่อถาวรคือเนื้อเยื่อพืชที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญและไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้อีก เพราะได้เจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจนเต็มที่เพื่อให้รูปร่างนั้นเหมาะสมกับหน้าที่ของตน ดังนั้นจึงทำให้ความสามารถในการแบ่งเซลล์หมดไปด้วย แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (simple permanent tissue) และเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (complex permanent tissue)

3.2.1 เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวคือ เนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์พืชชนิดเดียวกันล้วน ๆ และมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน มาอยู่รวมกันเพื่อช่วยกันทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวมี 5 ชนิดดังนี้

1) เอพิเดอร์มิส (epidermis) คือเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์เอพิเดอร์มิส (epidermal cell) จำนวนมากเรียงตัวเป็นแถวซ้อนกัน 1-2 แถว มีลักษณะคล้ายเป็นแผ่นปกคลุมอยู่นอกสุดของอวัยวะต่างๆ ของพืชในขณะที่พืชนั้นมีชีวิตอยู่ในระยะการเติบโตขึ้นแรกเช่น บริเวณนอกสุดของราก ลำต้น ใบ กลีบดอก เซลล์เอพิเดอร์มิสเป็นเซลล์ที่มีชีวิต ภายในเซลล์จึงมีโปรโทพลาสซึม มีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ เกิดในเซลล์จึงมีโปรโทพลาสซึม มีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นภายในเซลล์ตามปกติ แต่ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงเพราะในเซลล์เอพิเดอร์มิสไม่มีคลอโรพลาสต์

การเรียงตัวของเซลล์เอพิเดอร์มิสจะเรียงตัวติดกันแน่นไม่มีช่องระหว่างเซลล์ผนังเซลล์เป็นผนังชั้นแรกมีลักษณะบาง ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส เพกทิน เนื่องจากเอพิเดอร์มิสเรียงตัวคลุมส่วนต่างๆ ของพืชไว้ จึงทำให้ผนังเซลล์ด้านหนึ่งสัมผัสกับอากาศหรือสิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งผนังเซลล์ด้านนี้จะค่อนข้างหนากว่าผนังด้านอื่นและมีสารคิวทินเคลือบอยู่หนามาก เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำเพราะต้องสัมผัสกับแดดลมทั้งวัน รวมทั้งยังป้องกันราแบคทีเรีย แมลงหรือความร้อนได้ด้วย เซลล์เอพิเดอร์มิสอาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่อื่นได้ เช่น เปลี่ยนไปเป็นเซลล์คุม (guard cell) ซึ่งจะเห็นประกบกันอยู่ 2 เซลล์ ทำให้เกิดช่องปากใบ (stoma) อยู่ระหว่างเซลล์คุมทั้งสองด้าน ช่องปากใบนี้ทำหน้าที่เป็นช่องทางให้อากาศ และไอน้ำผ่านเข้าออก เซลล์เอพิเดอร์มิสที่รากอาจเปลี่ยนรูปร่างไปโดยผนังเซลล์ด้านหน้าที่จะยื่นออกไปเป็นหลอดและยืดตัวยาวออกไปเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวหน้าให้มากขึ้นเพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือ

แร่ เรียกส่วนนี้ว่า ขนราก (root hair) เซลล์เอพิเดอร์มิสที่ผิวของใบหรือลำต้นของพืชบางชนิด อาจมีการเจริญยื่นออกไปเป็นขนหรือต่อมก็ได้ซึ่งจะทำให้รู้สึกคันเมื่อสัมผัสกับพืชที่มีลักษณะดังกล่าว

เอพิเดอร์มิสมีหน้าที่ป้องกันอันตรายต่าง ๆ จากภายนอกให้แก่เซลล์ที่อยู่ภายในอวัยวะของพืช ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำออกจากเซลล์ของพืช เพราะมีสารคิวทินเคลือบผนังด้านนอกไว้ ช่วยแลกเปลี่ยนแก๊สเพราะมีช่องปากใบ ส่วนขนรากจะช่วยดูดน้ำและเกลือแร่ สำหรับขนหรือต่อมที่อยู่ตามผิวใบหรือผิวลำต้นอาจช่วยป้องกันการเสียน้ำหรือป้องกันแมลงมากัดกิน

2) พาแรงคิมา (parenchyma) พบได้ทั่วไปในแทบทุกส่วนของพืชเช่น ลำต้น ราก ใบ กลีบดอก และเมล็ด เป็นเนื้อเยื่อพื้น ลักษณะทั่วไปเป็นเซลล์ที่มีชีวิต ผนังเซลล์บาง เพราะเป็นผนังชั้นแรกที่อยู่รอบด้วยเซลล์โลส เฮมิเซลล์โลส ภายในเซลล์พบมีโปรโทพลาสซึมและมีออร์แกเนลล์ต่างๆครบ จึงทำหน้าที่ได้หลายอย่างเช่น พาแรงคิมาในใบจะมีคลอโรพลาสต์เป็นจำนวนมาก จึงทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง พาแรงคิมาในหัวหรือลำต้นใต้ดินของพืชจะทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวกแป้ง จึงทำให้พาแรงคิมาที่ทำหน้าที่นี้มีรูปร่างค่อนข้างกลม กลีบดอกหรือเนื้อของผลไม้บางชนิดที่เห็นเป็นสีแดง ส้มหรือเหลือง ก็เพราะภายในเซลล์พาแรงคิมาที่มีโครพลาสต์ ที่มีสารแคโรทีนอยด์ ส่วนกลีบดอกไม้บางชนิดมีสีม่วง ชมพู ฟ้า ก็เพราะภายในเซลล์พาแรงคิมาของกลีบดอกมีสารแอนโทไซยานินละลายอยู่ในเซลล์แซปของแวคิวโอล

ส่วนหน้าที่ของเนื้อเยื่อพาแรงคิมานั้นมีมากมายเช่น สังเคราะห์ด้วยแสง หายใจ เพราะมีผนังเซลล์บางทำให้ออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึมผ่านได้รวมทั้งแสงก็ทะลุผ่านได้ง่าย นอกจากนั้นยังทำหน้าที่สะสมอาหาร สร้างสารและยังสามารถทำหน้าที่แบ่งเซลล์ได้เมื่อมีความจำเป็น เช่นในกรณีที่เกิดบาดแผลขึ้นที่อวัยวะของพืชอาจถูกตัดหรือถูกฟัน จะเห็นว่าบริเวณปากแผลจะมีเนื้อเยื่อพาแรงคิมาเจริญพุ่มขึ้นมาปิดแผลหรือในกรณีที่มีการสร้างคอร์กแคมเปียมและวาสคิวลาร์แคมเปียมขึ้น เนื้อเยื่อพาแรงคิมาก็มีส่วนเป็นต้นกำเนิดร่วมทำหน้าที่ในการแบ่งเซลล์ให้เกิดเซลล์เหล่านั้นได้ด้วย

3) คอลเลงคิมา (collenchyma) เป็นเนื้อเยื่อถาวรที่ประกอบด้วยเซลล์ คอลเลงคิมาเพียงชนิดเดียวลักษณะทั่วไปเป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีรูปร่างยาวเป็นกระบอก แต่ถ้ามองด้านตัดขวางจะเห็นค่อนข้างกลม ภายในเซลล์มีโปรโทพลาสซึมและออร์แกเนลล์ต่างๆ ตามปกติ ผนังเซลล์เป็นผนังชั้นแรกที่อยู่รอบด้วยเซลล์โลส แต่มีความหนามากกว่าปกติและความหนานั้นไม่ค่อยสม่ำเสมอ

4) สเกลอเรนคิมา (sclerenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ สเกลอเรนคิมา ลักษณะทั่วไปคือมีผนัง 2 ชั้น โดยมีผนังเซลล์แรก เกิดจากการที่มีสารลิกนินมาพอกทับลงบนผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์หนาและแข็งแรงมากขึ้น แต่เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่ก็ตายโดยโปรโทพลาสซึมภายในเซลล์จะสลายไป คงเหลือแต่โครงของผนังเซลล์ซึ่งแข็งแรงและยังคงรูปอยู่ในสภาพเดิม ดังนั้นเนื้อเยื่อชนิดนี้จึงประกอบด้วยเซลล์ที่ตายแล้วเป็นส่วนใหญ่แต่ยังสามารถทำงานได้ หน้าที่หลักคือช่วยเสริมสร้างให้ความแข็งแรงแก่โครงสร้างต่าง ๆ ของพืช และช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ชนิดอื่นที่มีผนังบาง

5) คอร์ก (cork) เป็นเนื้อเยื่อถาวรที่ประกอบด้วยเซลล์คอร์ก ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากคอร์กแคมเบียม พืชที่สร้างเนื้อเยื่อคอร์กมักเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ที่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง โดยคอร์กแคมเบียมจะเกิดขึ้นในบริเวณด้านนอกของชั้นคอร์กเทกซ์ของส่วนลำต้นหรือราก หรือเกิดบริเวณใต้ชั้นเอพิเดอร์มิส เมื่อคอร์กแคมเบียมแบ่งเซลล์ออกไปทางด้านนอกทำให้เกิดเนื้อเยื่อคอร์ก เซลล์คอร์กจะมีรูปร่างค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมเล็กน้อยเมื่อดูจากภาคตัดขวางแต่ถ้าดูตามยาวจะเห็นว่าเซลล์มีความยาวด้วยและเรียงตัวไปตามความยาวของลำต้นหรือรากนั้น เซลล์คอร์กจะมีอายุสั้นเพราะในขณะที่มีการเจริญขยายขนาดอยู่นั้นจะมีสารจำพวกซูเบอร์ิน (suberin) มาพอกที่ผนังเซลล์อย่างรวดเร็วทำให้ผนังเซลล์หนามาก ซึ่งไม่พบว่ามีพิต (pit) เกิดขึ้นบนผนังเซลล์ นอกนั้นยังมีสารอื่นมาพอกทับอีกด้วย สารนี้อาจมีสีทำให้เซลล์คอร์กมีผนังเป็นสีน้ำตาล และเมื่อผนังหนามากเซลล์ก็จะตายทับถมกันหนาหลายชั้นกลายเป็นเปลือกนอกของลำต้นหรือราก ซึ่งจะทำหน้าที่หุ้มลำต้นหรือรากไว้เป็นการป้องกันอันตรายจากสัตว์หรือแมลงได้เป็นอย่างดี พืชบางชนิดมีเปลือกลำต้นชั้นคอร์กนี้หนามาก สามารถลอกเปลือกไม้ชนิดนี้ไปใช้ทำจุกขวด คอร์กแคมเบียมจะมีการแบ่งเซลล์สร้างเซลล์คอร์กตลอดเวลาเพื่อชดเชยเซลล์คอร์กชั้นนอกๆ ที่หลุดลอกไป คอร์กทำหน้าที่ห่อหุ้มลำต้นและรากของพืชที่เจริญอยู่ในระยะการเจริญเติบโตขั้นที่สองเพราะคอร์กเป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนา แข็งแรง จึงทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ภายในลำต้นและรากได้ดีกว่าเอพิเดอร์มิส

3.2.2 เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน คือ เนื้อเยื่อพืชที่ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันไปแต่มารวมกันอยู่เป็นกลุ่มในบริเวณเดียวกันเพื่อทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เนื้อเยื่อถาวรในพืชแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำหรือไซเลม (xylem) และเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารหรือโฟลเอ็ม (phloem)

1) ไซเลม คือ เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำที่รากดูดจากดิน ลำเลียงส่งต่อไปตามลำต้นไปสู่กิ่งใบยอดอ่อนดอกและผล นอกจากนั้นยังช่วยให้ความแข็งแรงแก่พืชอีกด้วยเพราะเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังหนาแข็งแรง

2) โฟลเอ็ม คือ เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนที่ทำหน้าที่ลำเลียงส่งผ่านอาหารให้แก่พืชอาหารให้แก่พืชอาหารนี้อาจเป็นอาหารที่พืชสร้างขึ้นที่ใบแล้วลำเลียงไปเก็บหรือนำไปใช้ตามอวัยวะอื่นๆ ที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้ ดังนั้นทิศทางการลำเลียงอาหารในพืชจึงมีการลำเลียงทั้งแนวขึ้นและแนวลง ต่างจากการลำเลียงน้ำซึ่งมีทิศทางขึ้นทางเดียว

4. สรุป

เซลล์พืชมีรูปร่างต่าง ๆ กันตามหน้าที่ของเซลล์ มีขนาดเล็กตั้งแต่ 0.01-8 มิลลิเมตร โครงสร้างที่สำคัญของเซลล์ประกอบด้วยผนังเซลล์ โพรโทพลาสซึม และส่วนประกอบภายในเซลล์ พืชมีการแบ่งเซลล์ 2 แบบคือ แบบไมโทซิส (mitosis) และ แบบไมโอซิส (meiosis) การแบ่งเนื้อเยื่อพืชโดยอาศัยการแบ่งเซลล์เป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ เนื้อเยื่อเจริญ (Meristems) เป็นเนื้อเยื่อที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และเนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue) เป็นเนื้อเยื่อพืชที่เปลี่ยนมาจากเนื้อเยื่อเจริญและไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้อีก

คำถามวัดการเรียนรู้

1. ท่านสามารถกล่าวถึงขนาดและรูปร่างของเซลล์พืชได้อย่างไร
 2. อธิบายโครงสร้างสำคัญของเซลล์พืช
 3. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสอย่างไร
 4. อธิบายเกี่ยวกับเนื้อเยื่อเจริญและบอกตำแหน่งของเนื้อเยื่อเจริญตามส่วนต่าง ๆ ของพืช
 5. ลักษณะของเนื้อเยื่อเจริญเป็นแบบใดจงอธิบาย
-



บทที่

4

กระบวนการเกิดขึ้นในพืช

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. การดูดน้ำ
 - 1.1 วิธีการดูดน้ำ
 - 1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำของพืช
 - 1.3 ผลกระทบต่อพืชเมื่อขาดน้ำ
 - 1.4 การปรับตัวต่อสภาพขาดน้ำ
2. การดูดแร่ธาตุอาหาร
 - 2.1 การแพร่
 - 2.2 การแลกเปลี่ยนไอออน
 - 2.3 กระบวนการแอกทีฟแอฟซอพชั่นและการสะสมไอออน
3. การลำเลียงน้ำ
 - 3.1 กลไกการลำเลียงน้ำของพืช
 - 3.2 วิธีทางการลำเลียงน้ำทางรากพืช
4. การลำเลียงแร่ธาตุอาหาร
5. การลำเลียงอาหาร
6. การคายน้ำ
 - 6.1 บริเวณที่คายน้ำ
 - 6.2 กลไกการคายน้ำของพืช
 - 6.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการคายน้ำของพืช
 - 6.4 ผลกระทบของการคายน้ำ
 - 6.5 การวัดการคายน้ำของพืช
 - 6.6 การคายน้ำในรูปหยดน้ำ
7. การสังเคราะห์แสง
 - 7.1 ปฏิกริยาเคมีของการสังเคราะห์แสง
 - 7.2 สิ่งจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

7.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง

8. การหายใจ

8.1 กระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน

8.2 กระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

9. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

พืชมีกระบวนการทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นภายในเซลล์หลายกระบวนการ ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช แต่ละกระบวนการมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน มีความสำคัญเท่าเทียมกัน อาศัยซึ่งกันและกัน ทำงานร่วมกันเพื่อให้พืชนั้นสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ กระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นในพืชได้แก่ การดูดน้ำ การดูดเกลือแร่ การลำเลียงน้ำ การลำเลียงเกลือแร่ การลำเลียงอาหาร การคายน้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ

1. การดูดน้ำ (absorption of water)

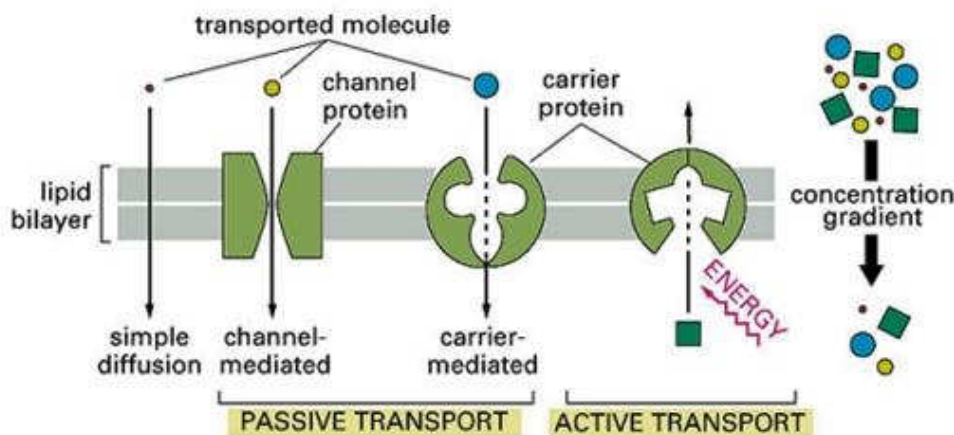
น้ำเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ทั้งหลายภายในเซลล์พืช น้ำเป็นตัวทำละลายที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ขึ้นภายในเซลล์อีกทั้งน้ำยังเป็นตัวกลางที่ทำให้สารเคลื่อนย้ายจากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่งได้ เซลล์พืชสามารถปรับปริมาณน้ำภายในตัวเองให้เหมาะสมกับชนิดและหน้าที่ของตน เช่น เซลล์ที่มีชีวิตยังทำหน้าที่ตามปกติของพืชจะมีปริมาณน้ำในเซลล์ประมาณ 85-95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เซลล์พืชที่กำลังพักตัวเช่น เซลล์ในเมล็ดจะมีน้ำเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ เซลล์ของพืชที่พักตัวในฤดูหนาวก็จะมีปริมาณน้ำน้อยเช่นเดียวกัน (เรณู, 2545) พืชมีเนื้อเยื่อไซเล็ม (xylem) ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุต่างๆ จากรากขึ้นสู่ส่วนต่างๆ ของพืช บริเวณที่มีการดูดน้ำมากที่สุดคือ บริเวณขนราก (root hair zone) โมเลกุลของน้ำเข้าสู่เซลล์พืชในชั้นคอร์เทกซ์ได้ 2 ทาง คือ ทางอะพอพลาสต์ (apoplast) เป็นการที่โมเลกุลของน้ำเคลื่อนผ่านเข้าทางส่วนที่ไม่มีชีวิตของเซลล์รากคือบริเวณผนังเซลล์และช่องระหว่างเซลล์ ส่วนอีกทางหนึ่งคือทางซิมพลาสต์ (symplast) เป็นการที่โมเลกุลของน้ำเคลื่อนเข้าสู่ภายในเซลล์พืชจากเซลล์ขนรากผ่านเข้าในเซลล์ของชั้นคอร์เทกซ์ โดยผ่านเข้าสู่โปรโตพลาสซึม แควอโอล ซึ่งน้ำเคลื่อนจากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่งโดยผ่านทางพลาสโมเดสมาตา (plasmodesmata)

1.1 วิธีการดูดน้ำ การดูดน้ำของรากทำได้ 2 วิธี คือ วิธีดูดน้ำโดยที่พืชไม่ต้องใช้พลังงาน และวิธีดูดน้ำที่พืชต้องใช้พลังงาน (Chavarria and Santos, 2012)

1.1.1 วิธีดูดน้ำโดยที่พืชไม่ต้องใช้พลังงาน (passive water absorption) เป็นวิธีที่โมเลกุลน้ำจะเคลื่อนผ่านเข้าสู่เซลล์พืชได้เองโดยที่เซลล์ไม่ต้องใช้แรงในการดึงโมเลกุลน้ำ เช่น โดยวิธีการแพร่ (diffusion) หรือโดยวิธีออสโมซิส (osmosis) เป็นวิธีที่พืชดูดน้ำได้เป็นส่วนใหญ่ โดยเริ่มจากเซลล์ขนราก ซึ่งมีสารละลายอยู่มากในไซโตพลาสซึมจึงมีแรงดันออสโมซิส (osmotic

pressure) สูงกว่าน้ำในดิน น้ำจากดินจึงแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ เมื่อน้ำเข้าสู่เซลล์จนรากจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายในเซลล์น้อยกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไป น้ำจากเซลล์จนรากจึงแพร่เข้าสู่เซลล์ใกล้เคียงได้ และในทำนองเดียวกันนี้ น้ำจะสามารถแพร่ต่อไปยังเซลล์ถัดไปได้เรื่อยๆ

1.1.2 วิธีดูดน้ำที่พืชต้องใช้พลังงาน (active water absorption) เป็นวิธีที่พืชต้องใช้พลังงาน ATP (adenosine triphosphate) หรือพลังงานซึ่งได้จากขบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ดึงน้ำจากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าน้ำในเซลล์เข้าสู่เซลล์ได้ ซึ่งมักเกิดในบริเวณที่แห้งแล้ง น้ำในดินมีน้อย



ภาพที่ 4.1 การดูดน้ำของพืช

ที่มา: plantcellbiology.masters.grkraj.org

1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำของพืช

ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลายในดินจะต้องเจือจางจึงจะทำให้การดูดน้ำเป็นไปด้วยดี และอัตราการดูดน้ำยังขึ้นกับปริมาณน้ำในดิน อุณหภูมิในดิน และการถ่ายเทอากาศในดิน เพราะเกี่ยวข้องกับการหายใจของรากรวมทั้งขึ้นกับโครงสร้างลักษณะของรากด้วย

1.3 ผลกระทบต่อพืชเมื่อขาดน้ำ

- 1.3.1 ทำให้ปากใบของพืชปิดลดการสังเคราะห์แสง
- 1.3.2 ประสิทธิภาพการพัฒนาของใบลดลง ใบแก่เร็วขึ้นหรือหลุดร่วงได้ง่าย
- 1.3.3 การสร้างและสะสมฮอร์โมน ABA, ethylene เพิ่มขึ้น แต่การสร้างและสะสมฮอร์โมน IAA, CK, GA และการตอบสนองทางสัณฐานวิทยา (morphological response) ลดลง
- 1.3.4 มีใบน้อย ใบหนาขึ้น สัดส่วนยอดต่อรากลดลง
- 1.3.5 ใบขาดไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์
- 1.3.6 ใบและต้นเหี่ยว
- 1.3.7 ใบบิดม้วน

1.4 การปรับตัวต่อสภาพขาดน้ำ

- 1.4.1 พัฒนาสภาพเร็วขึ้น (rapid phenological development) เช่น แก่หรือสุกเร็วขึ้น
- 1.4.2 การยืดระยะเวลาการพัฒนารอกไป (plasticity)
- 1.4.3 การทนต่อสภาวะแห้งแล้งด้วยกระบวนการ osmotic adjustment คือ การสะสมตัวถูกละลาย (solute) ในเซลล์มากขึ้น เพื่อรักษาปริมาณน้ำในเซลล์
- 1.4.4 การลดการคายน้ำและการดูดน้ำเพิ่มขึ้นด้วยการมีขนหรือแว็กซ์ (wax) ที่ผิวใบ การม้วนใบ การลดพื้นที่ใบ การมีระบบรากที่ลึก
- 1.4.5 การลดฮอร์โมนและการมีเอนไซม์บางตัว เช่น โพลีน (proline)

2. การดูดธาตุอาหารของพืช (absorption of mineral plant nutrition)

พืชส่วนใหญ่ดูดธาตุอาหารในรูปของไอออนทั้งประจุบวกและลบ พืชอาจดูดไอออนชนิดต่างๆ ด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน วิธีการดูดธาตุอาหารของพืชได้แก่ การแพร่ การแลกเปลี่ยนไอออน และกระบวนการแอคทีฟแอฟซอพชั่นและการสะสมไอออน

2.1 การแพร่ (diffusion) ปกติในดินจะมีแร่ธาตุอาหารมากกว่าในเซลล์เสมอ ดังนั้นแร่ธาตุอาหารจากดินจึงแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ เมื่อเซลล์หนึ่งรับแร่ธาตุอาหารเข้ามาทำให้มีความเข้มข้นสูงกว่าเซลล์ถัดไป จึงแพร่ผ่านต่อกันไปได้อย่างต่อเนื่อง

2.2 การแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) เป็นวิธีดูดแร่ธาตุอาหารโดยมีการแลกเปลี่ยนไอออนกับผิวราก ที่รากจะมีไฮโดรเจนไอออน (H^+) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้มาจากคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในการหายใจของเซลล์ที่เข้ารวมกับน้ำเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) แล้วแตกตัวให้ H^+ ยึดเกาะกับผิวรากและเคลื่อนที่ในวงจำกัด บริเวณผิวรากจึงมีแรงดึงดูดระหว่างประจุบวกกับประจุลบ และสามารถแลกเปลี่ยนไอออนกันได้ เช่น ในสารละลายที่มีโพแทสเซียมไอออน (K^+) มาก แล้วเคลื่อนที่เข้าไปอยู่บริเวณราก K^+ ก็มีโอกาที่จะถูกจับไว้ที่ผิวรากได้เช่นเดียวกับ H^+ และโอกาสที่ H^+ และ K^+ จะหลุดออกจากรากก็มีเท่ากัน ถ้า H^+ หลุดออก K^+ ก็สามารถจะเข้าไปแทนที่ได้เช่นกัน ส่วนการแลกเปลี่ยนโดยการดูดประจุลบ เกิดจากการเข้าแทนที่ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) หรือกรดคาร์บอนิก (HCO_3^-) ซึ่งมีอยู่ในรากเป็นส่วนใหญ่ การแลกเปลี่ยนไอออนทำให้ pH ของน้ำในดินเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้ามีการแลกเปลี่ยนประจุบวกมาก pH ของน้ำในดินจะเป็นกรดมากขึ้น

2.3 กระบวนการแอคทีฟแอฟซอพชั่นและการสะสมไอออน (active absorption and ion accumulation) การดูดเกลือแร่โดยวิธี active absorption ส่วนใหญ่เกิดที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของราก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอัตราการหายใจสูง มีพลังงานมาก จึงดูดและสะสมเกลือแร่มาก

3. การลำเลียงน้ำ (conduction of water)

เมื่อรากพืชได้ดูดน้ำสู่เนื้อเยื่อไซเล็ม (xylem tissue) แล้ว จากนั้นไซเล็มก็จะทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำนั้นให้ขึ้นสู่ลำต้น ใบ และอวัยวะอื่นๆที่อยู่สูงขึ้นไปการลำเลียงน้ำจะมีทิศทาง

ขึ้นสู่เบื้องบนเท่านั้น โดยผ่านเข้าไปในเซลล์เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member) หรือในพีชพวกสนจะเป็นเนื้อเยื่อเทรคีด (tracheid tissue) ส่วนพารังคิมา (parenchyma) และไฟเบอร์ (fiber) ก็อาจช่วยทำหน้าที่ละเลียงได้แต่ไม่มากนัก การลำเลียงน้ำทางไซเล็มอาจมีแรงต่าง ๆ มาช่วย เช่น แรงดันราก แรงดึงแคพิลลารี และแรงดึงจากการคายน้ำ

3.1 กลไกการลำเลียงน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืชจากส่วนล่างสู่ส่วนบน คือ จากรากขึ้นสู่ที่สูงไปยังลำต้นและใบของพืช มีกลไกการลำเลียงหลายวิธีร่วมกัน ได้แก่

3.1.1 แรงดันราก (root pressure) คือ แรงดันให้น้ำเคลื่อนที่ต่อเนื่องกันจากรากเข้าสู่ไซเล็มจนถึงปลายยอดของพืช แรงดันนี้เป็นกระบวนการ active absorption แรงดันรากมีเพียง 2-5 บรรยากาศเท่านั้น และเกิดเฉพาะกับพืชบางชนิดในสภาพพื้นดินที่มีความชุ่มชื้นมาก ดังนั้นแรงดันรากเพียงอย่างเดียวจึงไม่น่าจะเพียงพอที่จะดันให้น้ำขึ้นไปถึงยอดที่มีความสูงมาก ๆ ได้ ต้องมีแรงดันอย่างอื่นมาช่วยดันให้น้ำขึ้นไปด้วย

3.1.2 แรงดึงแคพิลลารี (capillary action) คือ การเคลื่อนที่ของน้ำในหลอดขนาดเล็ก (capillary tube) ที่ถูกดันให้ขึ้นไปสูงกว่าระดับน้ำในบริเวณเดียวกัน ซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดผิวของโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านข้างของหลอดที่มีแรงยึดเกาะกัน เรียกว่า แอดฮีชันแคพิลลารี แอคชัน (adhesion capillary action) ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำในท่อเวสเซลที่ไหลต่อกันอย่างไม่มีขาดสาย เป็นเพราะโมเลกุลของน้ำมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน คือ แรงโคฮีชัน (cohesion) และมีแรงแอคฮีชัน (adhesion) ยึดเกาะกับผิวของท่อเวสเซล การที่น้ำจะลำเลียงขึ้นไปได้สูงมาก ๆ นั้น ท่อจะต้องมีขนาดเล็กมาก แต่ท่อน้ำของพืชยังมีขนาดเล็กไม่พอที่จะทำให้เกิดแคพิลลารีแอคชัน นำน้ำไปถึงยอดพืชที่สูงมาก ๆ ได้

3.1.3 แรงดึงจากการคายน้ำ (transpiration pull) คือ แรงที่เกิดจากการคายน้ำของพืช ซึ่งเป็นวิธีลำเลียงน้ำได้ดีของพืชทุกชนิด ทุกขนาด ใบของพืชมีการคายน้ำตลอดเวลาทำให้เซลล์ของใบขาดน้ำจึงเกิดแรงดึงนำน้ำจากข้างล่างขึ้นมาทดแทนได้อย่างต่อเนื่อง

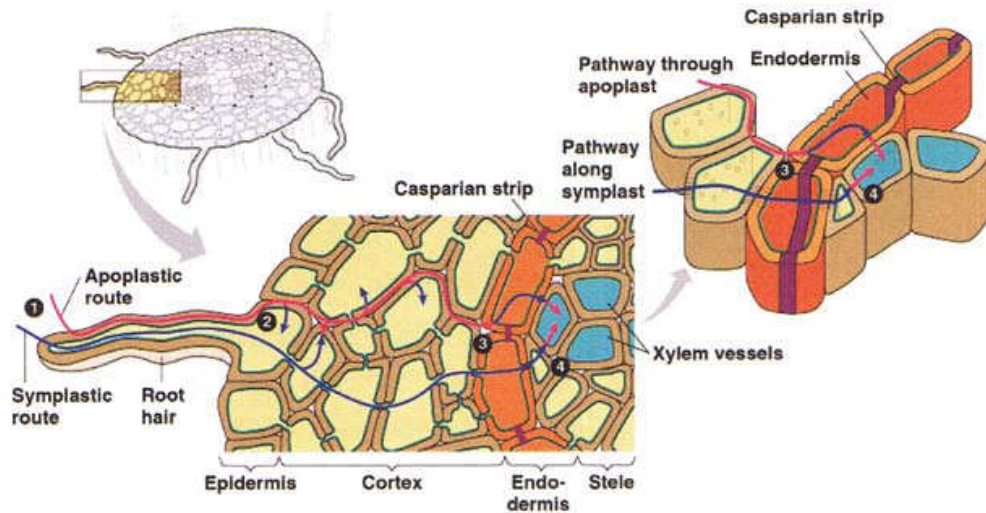
3.2 วิธีการลำเลียงน้ำทางรากพืช น้ำในดินที่สัมผัสกับผิวรากจะเข้าสู่ท่อน้ำในราก โดยผ่านเซลล์ชั้นต่าง ๆ คือ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส และท่อน้ำ ด้วย 2 วิธีการ

3.2.1 วิธีอะโปพลาสต์ (apoplast pathway) น้ำจะเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์ โดยทาง Membrane หรือทางช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งน้ำจะต้องเคลื่อนที่ข้ามผ่าน Membrane ในแต่ละเซลล์ 2 ครั้ง และขณะที่น้ำอยู่ในเซลล์ น้ำอาจจะเข้าและออกจากแวคิวโอลได้

3.2.2 วิธีซิมพลาสต์ (symplast pathway) น้ำเคลื่อนที่จากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์ที่อยู่ข้างเคียง โดยผ่านทางรูผนังเซลล์ (plasmodesma) ช่องทางนี้เป็นทางติดต่อของไซโตพลาสซึม ดังนั้นน้ำจึงเคลื่อนที่ผ่านไซโตพลาสซึมจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง วิธีซิมพลาสต์นี้สามารถผ่านเซลล์เอพิเดอร์มิสเข้าสู่คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส และไซเล็มได้

การลำเลียงน้ำโดยวิธีอะโปพลาสต์ จะมาสิ้นสุดที่เซลล์เอนโดเดอร์มิสเนื่องจากเซลล์ชั้นนี้มีแถบไขมันพวกซูเบอร์ิน (suberin) เคลือบผนังเซลล์ที่เรียกว่า แถบแคสปาเรียน (casparian stripe) ซึ่งไขมันไม่ละลายในน้ำ ทำให้น้ำผ่าน Membrane ไม่ได้ ดังนั้นน้ำที่ลำเลียงมาโดยวิธีอะโปพลาสต์จะเข้าสู่เอนโดเดอร์มิสได้ด้วยวิธีซิมพลาสต์ หรือช่องว่างของแถบแคสปาเรียนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเกิดรากแขนง อย่างไรก็ตาม พบว่า สารซูเบอร์ินจะมีแต่เฉพาะใน

เอนโดเดอร์มิสของรากที่มีอายุมาก ซึ่งหยุดการเจริญเติบโตแล้ว และเป็นบริเวณที่ห่างจากปลายราก ซึ่งมีการดูดน้ำน้อยส่วนปลายรากที่อายุน้อยไม่พบซูเบอร์ริน ดังนั้น น้ำจึงเคลื่อนที่ผ่านเซลล์บริเวณปลายรากในปริมาณที่มาก



ภาพที่ 4.2 วิธีทางการลำเลียงน้ำทางรากพืชทางอะโพลลาสต์และซิมพลาสต์
ที่มา: Johnson (1997)

4. การลำเลียงแร่ธาตุอาหาร (translocation of minerals)

พืชจะลำเลียงเกลือแร่ไปทางเนื้อเยื่อไซเล็ม โดยลำเลียงไปพร้อมกับน้ำ ซึ่งอาจใช้วิธีการแพร่ แรงดึงแคพิลลารี แรงดันราก รวมทั้งแรงดึงจากการคายน้ำ วิธีต่าง ๆ ทั้งหมดนี้คาดว่าพืชจะใช้ร่วมกันในการลำเลียงเกลือแร่ และยังพบว่ามีไอออนของเกลือแร่ในเนื้อเยื่อโพลีเอมด้วย โดยมีปริมาณสูงเท่า ๆ กับในเนื้อเยื่อไซเล็มซึ่งอาจเกิดขึ้นเพราะมีการแพร่เข้าไปก็ได้ เพราะเนื้อเยื่อทั้งสองนี้อยู่ติดกัน นอกจากนั้นในท่อไซเล็มนี้ยังพบการลำเลียงน้ำตาล กรดอะมิโนบางชนิด และฮอร์โมนไซโทไคนิน (cytokinin) อัตราการดูดซึมและลำเลียงเกลือแร่แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ธาตุบางชนิดดูดซึมเข้ามามาก บางชนิดดูดซึมเข้ามาน้อย คาดว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องต้องมีหลายปัจจัย เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจ รวมทั้งกระบวนการทางเคมีต่าง ๆ ในพืชจะเป็นผู้ตัดสินปริมาณและชนิดของเกลือแร่ที่พืชต้องการ

5. การลำเลียงอาหาร (translocation of organic compound)

พืชทำการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ใบได้น้ำตาลซูโครสและอาหารอื่น ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่พืชสร้างได้ การลำเลียงโดยลำเลียงผ่านเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารหรือโพลีเอม แรงดันที่ใช้ในการขับเคลื่อนอาหารนี้สูงมาก อีกทั้งยังสามารถขับเคลื่อนให้การลำเลียงมีทิศทางทั้งขึ้นและลง รวมทั้งลำเลียงไปตามแนวรัศมีด้วย การทดลองที่แสดงว่าพืชลำเลียงอาหารไปตามท่อโพลีเอมอาจทำได้

โดยการควั่นและลอกเปลือกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ออก ทั้งไว้ 2-3 สัปดาห์ จะสังเกตเห็นบริเวณ รอยควั่นตอนบนโป่งออก เนื่องจากอาหารที่ลำเลียงลงมาจากยอดมาสะสมอยู่มาก (สกุส, ม.ป.ป.)

สมมติฐานที่อธิบายกลไกการลำเลียงสารอาหารของพืชที่ยอมรับกันทั่วไปในปัจจุบัน คือ Mass Flow Hypothesis ซึ่งอธิบายว่า สารอาหารถูกลำเลียงไปในท่อโฟลเอ็มเกิดจากการ ผลักดันโดยความแตกต่างของความดันภายในท่อ สมมติฐานนี้มีนักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษา วิจัยเพื่อสนับสนุน ดังเช่น M.H. Zimmerman ได้สังเกตการใช้ปากของเพลี้ยอ่อนเจาะเข้าไปใน ท่อโฟลเอ็มของพืช เพื่อดูดของเหลวจากท่อจนล้นออกมาทางกัน (Honey dew) การวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของของเหลวที่ไม่ผ่านลำตัวของเพลี้ยน่าจะเป็นสิ่งที่น่าเชื่อถือมากกว่า เขา จึงตัดส่วนของลำตัวเพลี้ยโดยการทำให้สลบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และตัดตัวเพลี้ยด้วยแสง เลเซอร์ ของเหลวที่ได้จากปากเพลี้ยพบว่า ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส ดังนั้นถ้าให้ 14CO_2 ทาง ใบกับพืชเพื่อทำการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะได้ซูโครสที่มี 14C เป็นองค์ประกอบ และเมื่อให้ เพลี้ยอ่อนแทงปากในโฟลเอ็มตำแหน่งต่าง ๆ ก็จะหาอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำตาลในโฟลเอ็มได้ จากการทดลอง พบว่า น้ำตาลในโฟลเอ็มสามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราประมาณ 100 เซนติเมตร ต่อ ชั่วโมง จากผลการทดลองนี้ทำให้คิดได้ว่า การเคลื่อนที่ของน้ำตาลในโฟลเอ็มคงไม่ใช่ กระบวนการแพร่ธรรมดา ต้องมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วย (กนกวรรณ, 2551)

ในทฤษฎี Mass Flow ซึ่งเสนอโดย Ernst Munch ในปีค.ศ. 1930 อธิบายการไหลของ ของเหลวในเซลล์ลำเลียงอาหารว่ามีแรงผลักดันที่เกิดจากความแตกต่างของความดันระหว่าง แหล่งสร้าง (source) กับแหล่งเก็บ (sink) ซึ่งความแตกต่างของความดันเกิดจากการลำเลียง อาหารเข้าสู่โฟลเอ็มที่แหล่งสร้าง และการลำเลียงอาหารออกจากโฟลเอ็มที่แหล่งเก็บ (sink cell) พืชจะใช้พลังงานในการลำเลียงอาหารเข้าสู่โฟลเอ็มที่แหล่งสร้าง ทำให้ความเข้มข้นของ สารละลายในโฟลเอ็มเพิ่มมากขึ้น ความเข้มข้นของน้ำในเซลล์โฟลเอ็มจึงลดลง น้ำจากเซลล์ไซ เล็มข้างเคียงจึงแพร่เข้าสู่เซลล์โฟลเอ็ม ทำให้เซลล์มีแรงดันเต่ง (turgor pressure หรือ T.P.) เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันการลำเลียงอาหารออกจากโฟลเอ็มไปที่เซลล์แหล่งเก็บ ทำให้ความ เข้มข้นของน้ำในเซลล์โฟลเอ็มเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสารละลายมีความเข้มข้นลดลง ทำให้น้ำแพร่ ไปยังเซลล์ไซเล็มที่อยู่ข้างเคียง แรงดันเต่งในโฟลเอ็มจึงลดลง แรงดันเต่งที่แหล่งสร้างกับที่แหล่ง เก็บจึงแตกต่างกันทำให้เกิดการแพร่ของสารจากเซลล์แหล่งสร้างมายังเซลล์แหล่งเก็บได้ ซึ่งไม่ ต้องใช้พลังงาน

แม้ว่าการลำเลียงอาหารจะใช้กลไกความแตกต่างของความดันเป็นแรงผลักดันให้ สารละลายในโฟลเอ็มเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลแบบไม่ใช้พลังงาน (passive) แต่พืชก็ยังต้องใช้ พลังงาน (active) ในการนำสารละลายเข้าและออกจากโฟลเอ็มในปริมาณมากเพื่อสร้างความ แตกต่างของความดันที่จะเป็นแรงผลักดันในการลำเลียงจากใบที่เป็นแหล่งสร้างไปยังรากซึ่งเป็น แหล่งเก็บ

6. การคายน้ำ (transpiration)

น้ำที่พืชดูดเข้าไปทางราก จะถูกลำเลียงผ่านลำต้นไปที่ใบเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น น้ำส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกไปในรูปของไอน้ำทางปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ ซึ่งจะเกิดในเวลากลางวันที่พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนในเวลากลางคืนเป็นเวลาที่ปากใบปิด พืชจะกำจัดน้ำออกทางท่อไฮดราโทด (hydrathode) ที่บริเวณปลายใบในรูปของหยดน้ำ เรียกว่า กัดเตชัน (guttation)

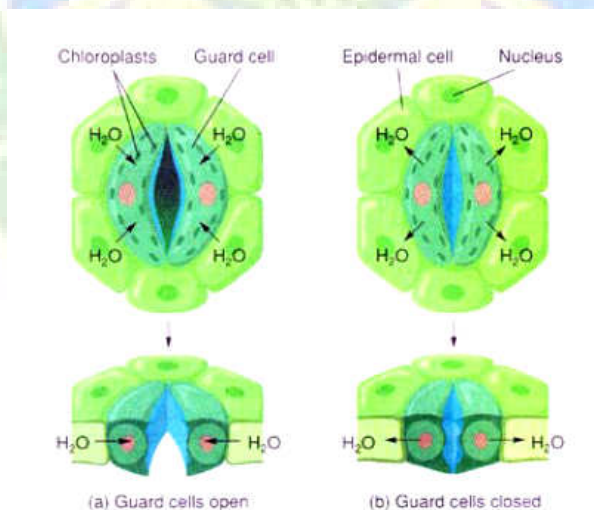
6.1 บริเวณที่คายน้ำ การคายน้ำของพืชส่วนใหญ่เป็นการแพร่ของไอน้ำ ซึ่งเกิดได้หลายบริเวณ ได้แก่ ปากใบ ผิวใบ และรอยแตกของลำต้น

6.1.1 การคายน้ำทางปากใบ (stomatal transpiration) เกิดมากที่สุด

6.1.2 การคายน้ำทางผิวใบ (cuticular transpiration) ที่ผิวใบมีคิวติเคิล (cuticle) ฉาบอยู่ที่ผิวเซลล์เอพิเดอร์มิส บริเวณนี้คายน้ำได้น้อย เนื่องจากมีสารพอกไขมัน (wax) เคลือบอยู่ป้องกันการแพร่ของไอน้ำ

6.1.3 การคายน้ำทางรอยแตกของลำต้นที่เรียกว่า ตา (lenticular transpiration) เกิดขึ้นน้อยมาก เนื่องจาก lenticel มีน้อยและเป็นส่วนของ cork cell ด้วย

6.2 กลไกการคายน้ำของพืช การคายน้ำคือการที่ปากใบเปิดออกเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สสำคัญ เช่น O_2 และ CO_2 ซึ่งใช้สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ในพืช การคายน้ำของพืชส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบเพราะใบเป็นอวัยวะที่มีช่องปากใบมากที่สุด ปากใบประกอบด้วยเซลล์คุม 2 เซลล์ที่ประกบคู่กันโดยผนังเซลล์ตรงกลางสามารถแยกจากกันเป็นช่องเรียกว่า ช่องปากใบ (stoma) ปากใบจะเปิดเมื่อเซลล์คุมมีน้ำอยู่ในเซลล์เป็นปริมาณมาก ทำให้เซลล์คุมทั้งสองเต่งและดันตัวออกจากกัน ทำให้ช่องปากใบเปิดกว้างออกและจะปิดเมื่อเซลล์คุมเสียน้ำมากจนเซลล์เหี่ยวแฟบลงทำให้ปากใบปิด



ภาพที่ 4.3 การปิดเปิดของปากใบ: (a) เซลล์คุมเปิด และ (b) เซลล์คุมปิด

ที่มา: Johnson (1997)



ภาพที่ 4.4 การคายน้ำของพืช
ที่มา: mail.vcharkarn.com

6.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการคายน้ำของพืช การคายน้ำของพืชจะเกิดมากหรือน้อยเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับสภาพต่าง ๆ ดังนี้

6.3.1 แสงสว่าง ในสภาพที่มีความเข้มของแสงมาก จะมีผลทำให้ปากใบเปิดกว้าง เนื่องจากเซลล์คุมมีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากใบจึงคายน้ำมาก นอกจากนี้แสงสว่างยังมีผลทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศรอบใบสูง ทำให้น้ำระอบ ๆ ใบกลายเป็นไอน้ำมากขึ้น ใบจึงคายน้ำมาก

6.3.2 ความชื้นในบรรยากาศ ถ้าความชื้นหรือปริมาณไอน้ำที่อยู่รอบต้นไม่มีมาก ไอน้ำภายในใบพืชย่อมแพร่ออกมาได้ยาก แต่ถ้าอากาศแห้งไอน้ำในใบย่อมออกมาได้ง่ายและเร็ว

6.3.3 ลม ขณะที่ลมพัดแรงจะพัดพาไอน้ำไปจากบริเวณรอบใบ ทำให้เกิดความแห้งที่รอบใบ ไอน้ำจากใบใบจึงระเหยออกมาสะสมมาก แต่ถ้าลมพัดแรงมากจนเป็นพายุ ปากใบจะปิดการคายน้ำจะลดลง ถ้าลมสงบไอน้ำภายในกับภายนอกใบไม่แตกต่างกันมาก ใบจะคายน้ำได้ตลอดเวลา ในอัตราที่ต่ำกว่ามีลมพัด

6.3.4 อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงเช่นเวลาเที่ยงหรือบ่าย ทำให้น้ำในใบระเหยเป็นไอน้ำและมีโอกาสแพร่ออกจากใบได้ง่าย ดังนั้นในวันที่อากาศร้อนจัดต้นไม้จึงเหี่ยวมาก

6.3.5 ความเข้มของแสงในสภาพที่มีความเข้มของแสงมาก จะมีผลทำให้ปากใบเปิดกว้าง เนื่องจากเซลล์คุมมีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากใบจึงคายน้ำมาก นอกจากนี้แสงสว่างยังมีผลทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศรอบใบสูง ทำให้น้ำระอบ ๆ ใบกลายเป็นไอน้ำมากขึ้น ใบจึงคายน้ำมาก

6.3.6 ปริมาณน้ำในดิน ถ้าน้ำในดินมีมาก พืชก็สามารถดูดขึ้นมาและคายออกไปได้ตลอดเวลาทำให้ปริมาณการคายน้ำสูง แต่ถ้าน้ำในดินน้อยการคายน้ำก็จะต่ำตามไปด้วย

6.3.7 ความกดดันของบรรยากาศ ถ้าความกดดันของบรรยากาศต่ำไอน้ำในใบจะแพร่ออกมาได้ง่ายกว่าในเวลาที่มีบรรยากาศมีความกดดันสูง

6.3.8 โครงสร้างของใบ พืชแต่ละชนิดมีลักษณะโครงสร้างของใบแตกต่างกัน ซึ่งมักจะเป็นการปรับตัวตามสภาพของแหล่งที่อยู่ด้วย เช่น พืชทะเลทราย (xerophyte) มีการปรับตัวโดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของใบ เพื่อลดการคายน้ำ เช่น มีปากใบบุ๋มลึกเข้าไปในเนื้อใบ เพื่อทำให้เกิดแอ่งเล็ก ๆ ชื้นน้ำ เรียกว่า shunken stoma น้ำในแอ่งจะทำให้บรรยากาศรอบใบอึดอัดด้วยความชื้นและไอน้ำ ใบจึงคายน้ำได้ยาก เป็นการลดการคายน้ำ นอกจากนี้ยังมีการลดขนาดของใบ หรือดัดแปลงใบไปเป็นหนาม เพื่อลดปากใบให้น้อยลงหรือไม่มี ส่วนพืชที่อยู่ในที่ชุ่มชื้น (hydrophyte) มักมีปากใบเรียบหรือนูนขึ้น (raised stoma) และมีแผ่นใบขนาดใหญ่ ทำให้คายน้ำได้มาก พืชบกที่ขึ้นในที่ที่มีความชื้นปานกลาง (mesophyte) มักมีแผ่นใบปานกลาง มีการคายน้ำแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจำนวนปากใบของพืช

6.4 ผลกระทบของการคายน้ำ การคายน้ำเป็นกระบวนการที่ให้โทษกับพืชมากกว่าจะเป็นประโยชน์และพืชอาจตายได้หากมีการคายน้ำมากเกินไป แต่การคายน้ำอาจเป็นประโยชน์ได้ เช่น ช่วยลดอุณหภูมิของใบ ช่วยในการดูดน้ำเกลือแร่ และช่วยในการลำเลียงน้ำและเกลือแร่ เพราะจะทำให้เกิดแรงดึงจากการคายน้ำ

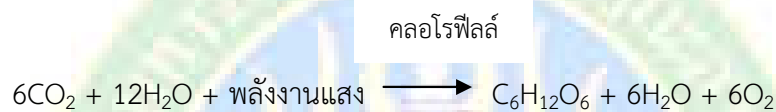
6.5 การวัดการคายน้ำของพืช พืชแต่ละชนิดมีการคายน้ำที่แตกต่างกัน อัตราการคายน้ำจึงไม่เท่ากัน การคายน้ำของพืชคิดเป็นน้ำหนักหรือปริมาตรต่อหน่วยเวลา วิธีวัดทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันมาก คือ วัดด้วย โปโตมิเตอร์ (potometer method) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วย หลอดแก้วบรรจุน้ำมีกึ่งไม้เสียบกับจุกยางที่ปากหลอด จากหลอดแก้วมีแขนยื่นออกไป 2 ข้าง แขนด้านซ้ายติดกับกรวยที่มีก๊อกปิดเปิด สำหรับเติมน้ำเข้าหลอดแก้ว แขนด้านขวาเป็นหลอดแก้วที่มีรูขนาดเล็กมาก (capillary tube) มีมาตราส่วนแบ่งเป็นปริมาตรที่มีความละเอียด ปลายหลอดงอจุ่มอยู่ในแก้วบรรจุน้ำสี

การทดลองหาอัตราการคายน้ำของพืช ก่อนทำการทดลองนำถัวยบรรจุน้ำออกจากปลาย capillary tube ก่อน เพื่อให้เกิดฟองอากาศเข้าสู่หลอด เมื่อใบพืชคายน้ำ ฟองอากาศจะเคลื่อนที่ไปเป็นตัวชี้วัดบนมาตราส่วน เพื่อบอกปริมาตรของไอน้ำที่พืชคายออกไปทางใบ ต่อจากนี้จึงจุ่มปลายหลอด capillary ลงไปในถัวยน้ำสี ที่หลอดแก้วใหญ่ จะมีด้นไม้ทั้งต้นหรือเฉพาะกิ่งเสียบแน่นทะลุแผ่นจุกยาง มีหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างอยู่ภายนอก เมื่อเตรียมเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว เริ่มจับเวลาที่ฟองอากาศ เคลื่อนที่ใน capillary อ่านปริมาตรของน้ำที่ถูกดูดเข้าสู่ลำต้นแล้วระเหยออกทางใบ วัดพื้นที่ของใบพืชทั้งหมด นำมาคำนวณหาอัตราการคายน้ำของพืชต่อพื้นที่ผิวใบ 1 ตารางหน่วยในเวลา 1 หน่วย

6.6 การคายน้ำในรูปหยดน้ำ (guttation) การคายน้ำของพืชที่ออกมาเป็นหยดน้ำส่วนใหญ่เกิดบริเวณปลายใบและขอบใบที่เป็นรอยหยักแหลม และมักเกิดเนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอกไม่เอื้ออำนวยให้เกิดการคายน้ำในรูปของไอน้ำ เช่น อากาศมีความชื้นสูง อึดอัดด้วยไอน้ำ ลมสงบ อุณหภูมิต่ำ และไม่มีแสงสว่าง ทำให้ปากใบไม่เปิด แต่รากมีการดูดน้ำตลอดเวลา น้ำที่ถูกดันขึ้นมาจะสิ้นสุดที่ปลายของท่อเทรคีด (tracheid) ปลายเส้นใบ ซึ่งจะติดต่อกับเซลล์พาเรนไคมาที่จัดเรียงตัวอย่างหลวม ๆ บางช่วงบางตอนมีรูที่อาจต่อเนื่องไปถึงปลายใบที่มีปากใบอยู่ด้วย ดังนั้นในเวลากลางคืนที่ปากใบปิดก็ยังมีรูเล็ก ๆ เปิดอยู่ เรียกว่า ไฮดราโทด (hydrathode) น้ำจะดันผ่านเซลล์พาเรนไคมามายังรูที่ปลายใบหรือขอบใบได้กลายเป็นหยดน้ำ

7. การสังเคราะห์แสง (photosynthesis)

7.1 ปฏิกิริยาเคมีของการสังเคราะห์แสง กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นที่ใบของพืชเป็นส่วนใหญ่ ที่เซลล์ใบของพืชมีออร์แกเนลล์ที่เรียกว่า คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้กระบวนการดำเนินไปได้ตลอด ซึ่งไม่มีโครงสร้างใดในเซลล์พืชที่จะทดแทนได้ นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาค้นคว้าจนพบความจริงว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะดำเนินไปใน 3 ขั้นตอน คือ 1) จับพลังงานจากแสงอาทิตย์ 2) ใช้พลังงานสร้างสารเก็บพลังงาน คือ ATP และ NADPH และ 3) ใช้ ATP เป็นพลังงานในการสร้างโมเลกุลของพืชจาก CO₂ ในอากาศ จากปฏิกิริยาเคมีของการสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถสรุปได้ดังนี้



สารหลักที่ใช้เป็นวัตถุดิบคือ คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide: CO₂) และน้ำ (H₂O) พืชสามารถรับสารทั้งสองนี้เข้าไปได้ง่ายโดยไม่ต้องเสียพลังงานมาก สารทั้งสองนี้มีความคงตัวสูงและมีพลังงานต่ำ จึงสามารถรับพลังงานปริมาณสูงเข้าไปในตัวได้อีก เมื่อเกิดผลผลิตคือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารที่มีพลังงานสูงแต่มีความคงตัวไม่ไวต่อปฏิกิริยาเช่นเดียวกัน CO₂, H₂O และคาร์โบไฮเดรตเป็นสารที่ไม่มีพิษ สามารถดูดซับหรือเก็บสะสมไว้ในเซลล์ได้มาก

7.2 สิ่งจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

กระบวนการสังเคราะห์แสงจำเป็นต้องอาศัย แสง คลอโรพลาสต์ สารสี น้ำ เกลือแร่ และคาร์บอนไดออกไซด์

7.2.1 แสง (light) ช่วงแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงมีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 380-760 นาโนเมตร (nanometer ย่อเป็น nm) ซึ่งเป็นแสงช่วงเดียวกับที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้

7.2.2 คลอโรพลาสต์ (chloroplast) คือ ออร์แกเนลล์ของพืชที่เป็นแหล่งเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โครงสร้างประกอบด้วยเยื่อ 2 ชั้น เยื่อชั้นนอกเรียบ เยื่อชั้นในยื่นเข้าไปข้างใน มีลักษณะเป็นถุงกลมแบนคล้ายเหรียญเรียกว่า ไทลาคอยด์ (thylakoid) ไทลาคอยด์จำนวนมากมีการจัดเรียงตัวโดยวางซ้อนกันเป็นตั่งเรียกว่า กรานูม (granum) แต่ละคลอโรพลาสต์มี 40-60 กรานูม แต่ละกรานูมเชื่อมต่อกันด้วยโครงสร้างที่เรียกว่า สโตรมา ลาเมลลา (stroma lamella) ซึ่งจะพบเฉพาะในพืชชั้นสูง รอบ ๆ เยื่อไทลาคอยด์เป็นสารกึ่งเหลว (semifluid) เรียกว่า สโตรมา (stroma) ประกอบด้วย เอนไซม์ DNA RNA และไรโบโซม ทำให้คลอโรพลาสต์สามารถสร้างโปรตีนของตัวเองได้ในบางกรณี และสามารถแบ่งตัว (division) ได้ ไทลาคอยด์เป็นที่อยู่ของสารสีพวกคลอโรฟิลล์และสารสีประกอบอื่น ๆ โดยที่ผิวของไทลาคอยด์มีการจัดกลุ่มสารสีชนิดเดียวกันเป็นร่างแห เรียกว่า ระบบแสง (photosystem) (สกุณ, ม.ป.ป.)

7.2.3 สารสีหรือรงควัตถุ (pigments) สารที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีที่อยู่ที่ผนังเยื่อชั้นในเรียกว่าไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ คลอโรฟิลล์มี 4 ชนิดคือ ชนิดเอ (a) บี (b) ซี (c) และ ดี (d) สำหรับคลอโรฟิลล์ a นั้นมีในสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ทุกชนิด ส่วนคลอโรฟิลล์ชนิดอื่น ๆ จะพบในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ กัน เช่น ในพืชชั้นสูงและสาหร่ายสีเขียวจะพบคลอโรฟิลล์ b ในสาหร่ายสีแดงจะมีคลอโรฟิลล์ d ส่วนสาหร่ายน้ำตาลจะมีคลอโรฟิลล์ c

สารสีหรือรงควัตถุอย่างคลอโรฟิลล์จะทำหน้าที่ดึงพลังงานจากแสง โดยใช้ อิเล็กตรอน (electron = e^-) เป็นผู้นำพลังงานนั้นเข้าสู่กระบวนการทางเคมี คลอโรฟิลล์ a จะดูดกลืนพลังงานที่ความยาวคลื่นแสงสีแดง โดยเฉพาะที่ความยาวคลื่น 660 nm และแสงสีน้ำเงินที่ ความยาวคลื่น 440 nm ได้ดีมาก

คลอโรพลาสต์นอกจากจะมีคลอโรฟิลล์ a แล้วยังมีสารอื่น ๆ อีกด้วย เช่น ในพืชชั้นสูงจะพบคลอโรฟิลล์ b และยังมีสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งมีสีส้ม สีเหลือง เพราะประกอบด้วยสารสี 2 กลุ่ม คือ แคโรทีน (carotene) มีสีส้มแดง และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ซึ่งมีสีน้ำตาล สารกลุ่มแคโรทีนอยด์นี้จะช่วยดึงพลังงานจากแสงแล้วส่งต่อไปให้กับ คลอโรฟิลล์ และยังช่วยป้องกันแสงที่เข้มเกินไปไม่ให้เกิดการทำลายคลอโรฟิลล์ เพราะคลอโรฟิลล์จะสลายตัวได้ง่ายในที่ที่มีแสงจัดเกินไป

7.2.4 คาร์บอนไดออกไซด์ พืชได้รับ CO_2 จากบรรยากาศซึ่งประกอบด้วยแก๊สต่าง ๆ หลายชนิด คือ แก๊สไนโตรเจนประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ แก๊สออกซิเจนประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือปริมาณเล็กน้อย เป็นแก๊ส CO_2 แก๊สอาร์กอน (Ar) แก๊สนีออน (Ne) แก๊สฮีเลียม (He) โดยเฉพาะ CO_2 นั้นปริมาณเพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น CO_2 จะเคลื่อนผ่านเข้าทางปากใบ ผ่านช่องระหว่างเซลล์ ผ่านผนังเซลล์เข้าสู่เซลล์พาลิเสดและเซลล์สpongji เข้าสู่ไซโทพลาซึมและในที่สุดจะเข้าสู่คลอโรพลาสต์ โดยอยู่ในรูปของ CO_2 ที่ละลายไปกับน้ำ เป็นคาร์โบเนต (carbonate) หรือไบคาร์โบเนต (bicarbonate) ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลกนี้ทำให้คิดว่าน่าจะมีปริมาณของ CO_2 เกิดขึ้นมากมาย แต่พืชก็สามารถควบคุมปริมาณของ CO_2 ไว้ได้ มีการทดลองให้ CO_2 แก่พืชเป็นปริมาณมากเพื่อเร่งอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ปรากฏว่ากลับเป็นผลเสียต่อพืชคือพืชมีอาการเหี่ยวเฉาลง

การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 การตรึง CO_2 ในวัฏจักรคัลวินเกิดสารอินทรีย์ที่อยู่ตัวชนิดแรก คือ PGA ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน 3 อะตอม กับ 1 หมู่ฟอสเฟต จึงเรียกการตรึง CO_2 โดยวิธีนี้ว่า วิธี C_3 (C_3 - pathway) และเรียกพืชพวกนี้ว่า พืช C_3 (C_3 - plant) ในปฏิกิริยาต้องใช้เอนไซม์ ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase (rubisco) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์นี้นอกจากเร่งปฏิกิริยาการตรึง CO_2 ด้วย RuBP แล้วยังสามารถเร่งปฏิกิริยาการตรึง O_2 ด้วย RuBP ได้ด้วย ทำให้การตรึง CO_2 ของพืช C_3 หลายชนิดลดลง เนื่องจากมี O_2 แข่งขันกับ CO_2 ในการเข้ารวมกับ RuBP อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจึงลดลง พืช C_3 ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวบาร์เลย์ ถั่วและพืชทั่วไป

พืชบางชนิดมีกลไกเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในสภาพแวดล้อมได้ด้วย 2 กลไกสำคัญ ได้แก่ กลไกการตรึงคาร์บอนด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ C_4 (C_4 Photosynthetic Carbon Fixation) และ กลไก crassulacean acid metabolism pathway (CAM)

กลไกการตรึงคาร์บอนด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ C_4 (C_4 Photosynthetic Carbon Fixation) ซึ่งพบในพืชเขตร้อนหลายชนิด ได้แก่ อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และพืชตระกูลหญ้า

ข้อแตกต่างระหว่างพืช C_3 และ C_4 คือ

1) พืช C_4 สามารถตรึง CO_2 ได้ดีกว่าพืช C_3 มาก โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะมี CO_2 ต่ำ พืช C_4 จะเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในเซลล์บันเดิลชีทได้

2) พืช C_4 สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงในสภาพความเข้มแสงมาก ๆ ได้ ในขณะที่พืช C_3 สังเคราะห์ด้วยแสงได้มากที่สุดที่ระดับความเข้มแสงที่จำกัด

3) พืช C_4 สังเคราะห์ด้วยแสงที่อุณหภูมิพอเหมาะ (optimum) ค่อนข้างสูง คือ $30-40^\circ\text{C}$ ในขณะที่พืช C_3 อยู่ในระดับอุณหภูมิประมาณ 25°C

4) ปริมาณ O_2 ที่เพิ่มขึ้น ($3-20\%$) ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืช C_4 ลดลง แต่มีผลในพืช C_3

5) ในสภาพที่มีแสงจ้าและอุณหภูมิสูงจะมีผลต่อการหายใจด้วยแสง (photorespiration) ในพืช C_3 ทำให้มีการสลายคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง กรณีเช่นนี้จะเกิดขึ้นในพืช C_4

กลไก crassulacean acid metabolism pathway (CAM) พบในพืชทะเลทรายตระกูล crassulaceae เช่น กุหลาบหินและพืชในสกุลอื่น ๆ เช่น กระบองเพชร สับปะรด วานิลา และอาคาเว่ ฯลฯ พืชทะเลทรายมีการปรับตัวโดยการลดรูปของปากใบ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและปากใบจะปิดในเวลากลางวัน เปิดเวลากลางคืน CO_2 จะเข้าสู่ใบทางปากใบไปที่เซลล์มีโซฟิล มีการตรึง CO_2 ด้วย phosphoenolpyruvic acid (PEP) ได้ oxaloacetic acid (OAA) และเปลี่ยนไปเป็นกรดมาลิก (Malic Acid) ไปเก็บสะสมไว้ในแวคิวโอล เมื่อเริ่มมีแสงในเวลากลางวันปากใบจะเปิดและมีการเคลื่อนย้ายกรดมาลิกออกจากแวคิวโอลเพื่อทำปฏิกิริยาปล่อย CO_2 ออกจากกรดมาลิก (decarboxylation) เข้าสู่กระบวนการตรึง CO_2 ในวัฏจักรคัลวินตามปกติ

กระบวนการ CAM - pathway พืชจะปิดปากใบในเวลากลางวัน ทำให้มีความเข้มข้นของ CO_2 สูงมาก อัตราการหายใจจึงลดลงต่ำมากและการตรึง CO_2 ด้วย PEP เกิดในเวลากลางคืน เนื่องจากในเวลากลางวันมีแสง กรดมาลิกที่ปล่อยออกจากแวคิวโอลจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่กระตุ้นการตรึง CO_2 ด้วย PEP ส่วนในเวลากลางคืนไม่มีแสง กรดมาลิกจะไม่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่กระตุ้นการตรึง CO_2 ด้วย PEP จึงทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากการตรึง CO_2 ด้วย PEP ของพืชบริเวณแห้งแล้ง หรือทะเลทราย พบครั้งแรกในพืชตระกูล crassulaceae จึงเรียกพืชพวกนี้ว่า crassulacean acid metabolism plant หรือ พืช CAM

7.2.5 น้ำ พืชได้รับน้ำจากดิน โดยรากดูดซึมน้ำเข้ามา และลำเลียงส่งต่อจากรากสู่ลำต้นและใบตามลำดับ โดยผ่านทางเนื้อเยื่อไซเลม โมเลกุลของน้ำถูกส่งออกจากปลายสุดของเส้นใบ ทำให้เข้าสู่เซลล์มีโซฟิลล์ของใบเพื่อเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์แสงต่อไป ซึ่งอาจมีน้ำบางส่วนเสียออกไปโดยการคายน้ำ

7.2.6 เกลือแร่ พืชดูดซึมเกลือแร่จากดินแล้วนำมาใช้ในการสร้างโมเลกุลของสารสำคัญ เช่น คลอโรฟิลล์ จากสูตรทั่วไปของคลอโรฟิลล์ a คือ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ และคลอโรฟิลล์ b ซึ่งมีสูตรทั่วไปเป็น $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ จะเห็นว่ามีธาตุที่สำคัญคือ N และ Mg ซึ่งพืชได้รับจากเกลือแร่ในดิน และธาตุที่สำคัญอีกธาตุหนึ่งคือธาตุเหล็ก ถ้าไม่มีเหล็กพืชก็จะไม่สามารถสร้างคลอโรฟิลล์ได้ ส่วนธาตุทองแดงก็มีความสำคัญเพราะเป็นองค์ประกอบของพลาสโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่สำคัญชนิดหนึ่ง

7.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง

7.3.1 แสงสว่าง (light) อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง ช่วงคลื่นแสงและระยะเวลาการได้รับแสง เช่น ความเข้มของแสงน้อยเป็นปัจจัยจำกัดของการสังเคราะห์แสง การเพิ่มความเข้มของแสงจึงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น แต่ถ้าพืชได้รับแสงที่มีความเข้มมากเป็นเวลานานเกินไป จะทำให้การสังเคราะห์แสงหยุดลงได้ เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกกระตุ้นมากเกินไป และออกซิเจนที่เกิดขึ้นถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจด้วยแสง (photorespiration) ซึ่งมีการสลายโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต ทำให้สูญเสียคาร์บอน อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงไม่ตอบสนองต่อแสง

7.3.2 ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไม่มีผลในช่วงเวลาที่มีแสงมาก แต่ในสภาวะที่มี CO_2 มากแต่แสงน้อย อัตราการสังเคราะห์แสงจะน้อย

7.3.3 อุณหภูมิ (temperature) พืชจะมีการสังเคราะห์แสงได้ดีที่อุณหภูมิพอเหมาะ (optimum temperature) คือ $30-35^{\circ}C$ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป เช่น $60^{\circ}C$ เอนไซม์จะไม่ทำงาน เนื่องจากโปรตีนเสียสภาพ ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไป เอนไซม์จะทำงานไม่ดีเท่าที่ควร การแพร่ของ CO_2 เข้าสู่ใบเกิดช้ามาก นอกจากนี้ยังมีผลทางอ้อม คือ อุณหภูมิสูงอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง เพราะมีการสลายโมเลกุลคาร์โบไฮเดรตไปใช้ในการหายใจ

7.3.4 เกลือแร่ ธาตุไนโตรเจน และแมกนีเซียมของเกลือในดิน มีความสำคัญต่ออัตราการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ถ้าขาดจะมีผลต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ ธาตุเหล็กแม้ไม่ใช่องค์ประกอบของคลอโรฟิลล์โดยตรงแต่ก็มีผลต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ซึ่งขาดไม่ได้เช่นกัน

7.3.5 ธรรมชาติของใบพืช

1) ใบของพืชมีโครงสร้างที่เอื้อต่อการรับแสง และแลกเปลี่ยนแก๊ส เริ่มตั้งแต่เซลล์ชั้นนอกสุด คือ เอพิเดอร์มิส จะปล่อยให้แสงส่องผ่านไปในใบได้ โดยเฉพาะใบพืชพื้นป่าเขตร้อน เอพิเดอร์มิสจะมีลักษณะคล้ายเลนส์นูน ซึ่งรวมแสงให้มีความเข้ม แสงที่ผ่านไปที่คลอโรฟิลล์จึงมีความเข้มมากกว่าแสงนอกใบ ชั้นมีโซฟิลล์ มีเซลล์พาลิเสด ลักษณะเป็นแท่งตั้ง จะดูดแสงส่วนหนึ่งโดยใช้สารสีต่าง ๆ ในคลอโรพลาสต์ แสงส่วนที่เหลือจะผ่านเข้าสู่ช่องว่างในเซลล์สปีนจ์ ซึ่งมี

รูปร่างหลายแบบ ในช่องว่างที่มีน้ำและอากาศจะช่วยให้แสงสะท้อนจากรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศไปหลายทิศทาง โอกาสการดูดแสงของเซลล์สปีนจึงมีเพิ่มขึ้น พืชที่อยู่บริเวณแสงมากจนอาจเป็นอันตราย จะมีโครงสร้างพิเศษ เพื่อป้องกันการได้รับแสงมาก เช่น มีขน มีชั้นไขมันเคลือบ ช่วยในการสะท้อนกลับของแสง เป็นต้น

2) ใบพืชควบคุมการรับแสงโดยการเคลื่อนที่ของคลอโรพลาสต์ในเซลล์และการเคลื่อนไหวของใบ พืชพวกถั่วและฝ้ายสามารถเคลื่อนใบตามแสงอาทิตย์ทำให้ได้รับแสงมาก โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้าและเย็น ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นและอุณหภูมิต่ำกว่าตอนเที่ยงวัน ในขณะที่พืชบางชนิดมีการเคลื่อนใบหลบหลักแสงอาทิตย์ เพื่อลดการได้รับแสงมาก ซึ่งมักเป็นกับพืชบริเวณขาดน้ำ

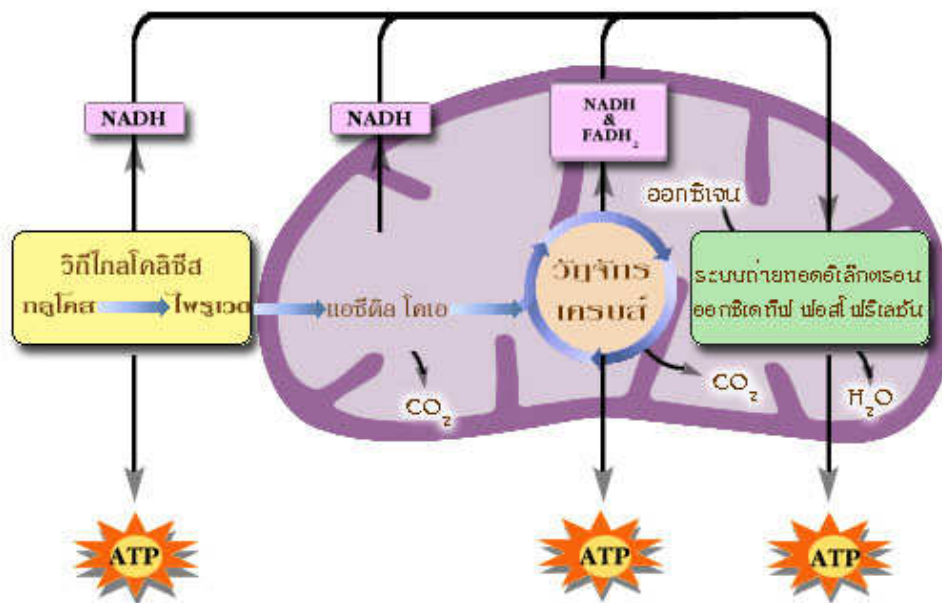
3) พืชมีการปรับตัวทั้งเซลล์ใบและลำต้น โดยพืชที่อยู่ในที่มีแสงน้อย มักมีใบหนาเพื่อเพิ่มขึ้นเซลล์

4) การจัดโครงสร้างของเรือนพุ่ม โดยจัดเรียงตัวของใบ ลำต้น กิ่ง และก้านใบให้สามารถแข่งขันเพื่อรับแสง เช่น ใบมะละกอ มีก้านใบยาว และจัดเรียงตัวรอบลำต้น จึงทำให้ใบทุกใบได้รับแสงเต็มที่

8. การหายใจ (respiration)

กระบวนการหายใจคือ การสลายอาหารที่สร้างจากกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อนำพลังงานที่แฝงอยู่ในโมเลกุลของอาหารมาใช้ในการดำรงชีวิต การสลายสารอาหารถูกควบคุมโดยเอนไซม์อย่างมีระบบ ทำให้พลังงานค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาในรูปของ ATP (adenosine triphosphate) โดยไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงเกินไป พืชหายใจโดยให้แก๊สออกซิเจนเช่นเดียวกับสัตว์สูงทั่วไป โดยดูดซึมแก๊สออกซิเจนเข้าทางปากใบหรือตามผิวของอวัยวะ เช่น ราก ฯลฯ แก๊สออกซิเจนจะผ่านเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้ในกระบวนการหายใจซึ่งเกิดขึ้นที่ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) กระบวนการหายใจเพื่อสลายอาหารในพืชเพื่อให้ได้พลังงานนั้นมี 2 แบบ คือ กระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนและกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน (กนกวรรณ, 2551)

8.1 กระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) เป็นการสลายสารอาหารโดยเบื้องต้น โดยการสลายจากกลูโคสเป็นพลังงาน ATP กระบวนการหายใจแบบใช้ O_2 ของพืชชั้นสูงมีความซับซ้อน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญคือ การสลายกลูโคส วัฏจักรเครบส์ และการถ่ายทอดอิเล็กตรอน

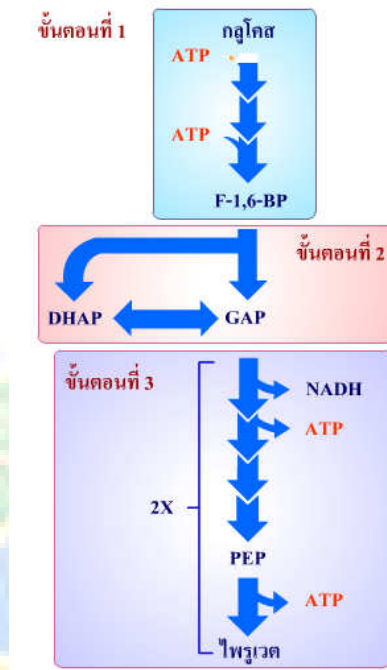


ภาพที่ 4.5 กระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน
ที่มา: www.bs.ac.th

8.1.1 การสลายกลูโคส (glycolysis) หรือ วิถีไกลโคลิซิส หรือ วิถี Embden-Myerhof-Panas Pathway (EMP Pathway) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในไซโตซอล มีหลายขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนจะมีเอนไซม์ต่างๆ มาเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาเริ่มจากการที่กลูโคสถูกออกซิไดส์ สุดท้ายได้ไพรูเวตเอทีพีและเอ็นเอทีเอช (pyruvate ATP &) วิถีไกลโคลิซิสแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ (ภาพที่ 4.6) หากแบ่งตามการใช้และได้พลังงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน (ภาพที่ 4.7) และการแบ่งอย่างละเอียดมี 10 ขั้นตอน (ภาพที่ 4.8)

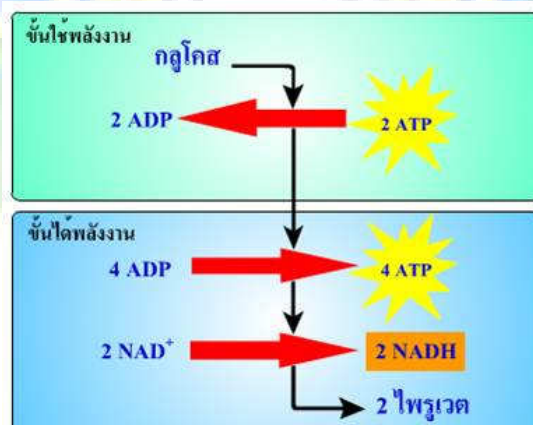
NADH = nicotinamide adenine dinucleotide

FADH = flavin adenine dinucleotide



ภาพที่ 4.6 วิธีไกลโคลิซิส 3 ขั้นตอน
ที่มา: sites.google.com

ภาพที่ 4.6 วิธีไกลโคลิซิส 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ เริ่มจากขั้นตอนที่ 1 เติมพลังงาน ATP 2 โมเลกุลให้กับน้ำตาลกลูโคส ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนน้ำตาลที่มี 6 คาร์บอนให้เป็น น้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม หรือที่เรียกว่าไตรออสฟอสเฟต (triose phosphate) จำนวน 2 ตัว (ในที่นี้คือ GAP และ DHAP) และขั้นตอนที่ 3 เป็นการออกซิเดชันของไตรออสฟอสเฟตให้เป็นไพรูเวต และได้ ATP



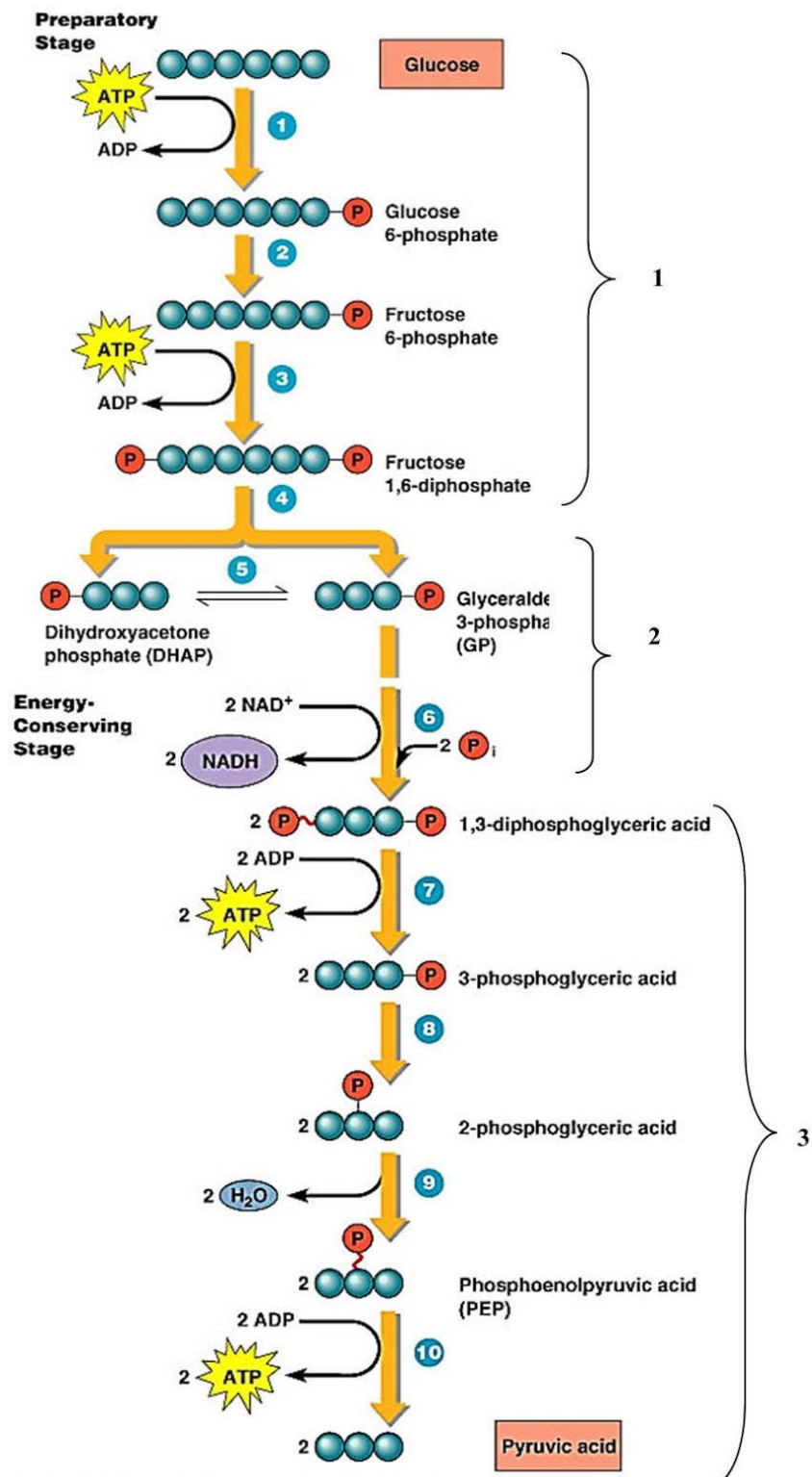
ภาพที่ 4.7 พลังงานที่ใช้ไปและพลังงานที่ได้กลับมาจากวิธีไกลโคลิซิส
ที่มา: 1.bp.blogspot.com

DHAP = dihydroxyacetone phosphate

ATP = adenosine tri phosphate

ADP = Adenosine diphosphate

NAD+ = nicotinamide adenine dinucleotide phosphate



ภาพที่ 4.8 วิถีไกลโคไลซิสอย่างละเอียด
ที่มา: mamagrcthai2.blogspot.com

วิถีไกลโคลิซิสอย่างละเอียด 10 ขั้นตอน (www.bs.ac.th และ www.il.mahidol.ac.th)
 ดังแสดงในภาพที่ 4.8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กลูโคสเข้าไปในเซลล์ และถูกเติมหมู่ฟอสเฟต กลายเป็น กลูโคส-6-ฟอสเฟต (glucose-6-phosphate) โดยเอนไซม์เฮกโซไคเนส (hexokinase)

ขั้นตอนที่ 2 กลูโคส-6-ฟอสเฟต เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็น ฟรุคโตส-6-ฟอสเฟต (fructose-6-phosphate) โดยเอนไซม์ ฟอสโฟกลูโค ไอโซเมอเรส (phosphoglucose isomerase)

ขั้นตอนที่ 3 ในขั้นตอนนี้เป็นการเติมหมู่ฟอสเฟตให้แก่ฟรุคโตส-6-ฟอสเฟต กลายเป็นฟรุคโตส-1,6-บิสฟอสเฟต (fructose-1,6-bisphosphate) ปฏิกริยานี้เร่งโดยเอนไซม์ ฟอสโฟฟรุคโต ไคเนส (phosphofructokinase)

ขั้นตอนที่ 4 ฟรุคโตส-1,6-บิสฟอสเฟต (มี 6 คาร์บอนอะตอม) แตกออกเป็น 2 โมเลกุล ที่มี 3 คาร์บอนอะตอม คือกลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต (glyceraldehyde-3-phosphate) และไดไฮดรอกซีอะซิโตนฟอสเฟต (dihydroxyacetone phosphate) โดยใช้เอนไซม์อัลโดเลส (aldolase) น้ำตาล 2 โมเลกุลที่เกิดขึ้นนี้เป็น isomer ซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นไปพร้อมกับขั้นที่ 4 คือ ไดไฮดรอกซีอะซิโตนฟอสเฟตจะเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นกลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟตโดยใช้เอนไซม์ไตรออสฟอสเฟตไอโซเมอเรส (triose phosphate isomerase) น้ำตาล 2 ตัวนี้ จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปได้

ขั้นตอนที่ 6 กลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต เปลี่ยนไปเป็น 1,3-บิสฟอสโฟกลีเซอเรต (1,3-bisphosphoglycerate) โดยเอนไซม์กลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต ดีไฮโดรจีเนส (glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase) ในขั้นนี้จะได้ NADH 1 โมเลกุล

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนนี้ 1,3-บิสฟอสโฟกลีเซอเรต ซึ่งเป็นสารพลังงานสูงที่สามารถให้หมู่ฟอสเฟต (ที่จับอยู่กับหมู่คาร์บอนิล) แก่ตัวรับ คือ ADP โดยเอนไซม์ ฟอสโฟกลีเซอเรต ไคเนส (phosphoglycerate kinase) จะเร่งปฏิกิริยาการโยกย้ายหมู่ฟอสเฟตจาก 1,3-บิสฟอสโฟกลีเซอเรตไปให้ ADP ได้เป็น ATP และ 3-ฟอสโฟกลีเซอเรต (3-phosphoglycerate)

ขั้นตอนที่ 8 เป็นการโยกย้ายตำแหน่งของหมู่ฟอสเฟตของ 3-ฟอสโฟกลีเซอเรต โดยย้ายจากตำแหน่งที่ 3 ไปเป็นตำแหน่งที่ 2 ได้เป็น 2-ฟอสโฟกลีเซอเรต (2-phosphoglycerate) ปฏิกริยานี้เร่งโดยเอนไซม์ฟอสโฟกลีเซอเรต มิวเตส (phosphoglycerate mutase)

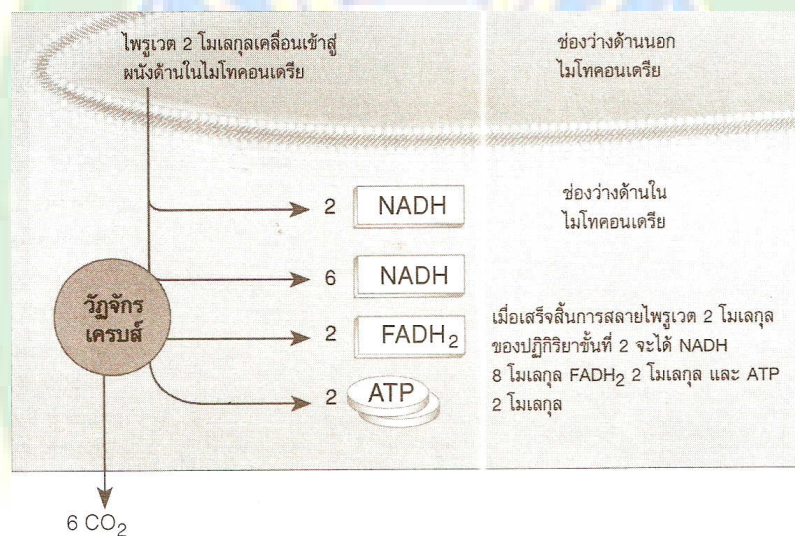
ขั้นตอนที่ 9 ในขั้นตอนนี้ 2-ฟอสโฟกลีเซอเรต จะเสีย H_2O ไป 1 โมเลกุล กลายเป็น ฟอสโฟอินอลไพรูเวต (phosphoenolpyruvate) ปฏิกริยานี้เร่งโดยเอนไซม์อินอลเลส (enolase)

ขั้นตอนที่ 10 เป็นขั้นสุดท้ายของวิถีไกลโคลิซิส เป็นการสร้าง ATP โดย ฟอสโฟอินอลไพรูเวต จะให้หมู่ฟอสเฟตแก่ ADP ได้เป็น ATP แล้ว ตัวเองเปลี่ยนไปเป็นไพรูเวต ปฏิกริยานี้เร่งโดยเอนไซม์ ไพรูเวต ไคเนส (pyruvate kinase)

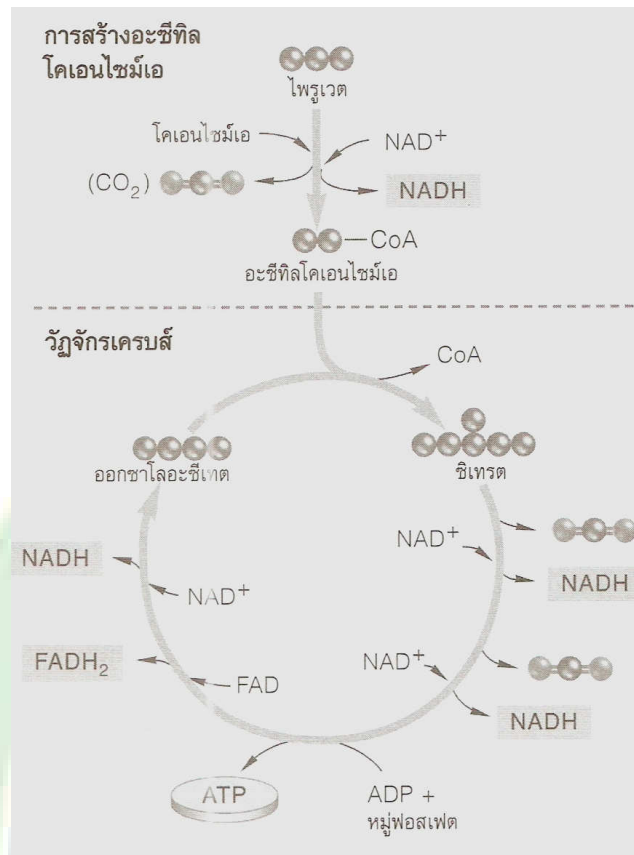
8.1.2 วัฏจักรเครบส์ (krebs cycle) หรือ วัฏจักรกรดซิตริก (citric acid cycle) หรือ วัฏจักรกรดไตรคาร์บอกซิลิก (tricarboxylic acid cycle) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในไมโทคอนเดรีย โดยไพรูเวตที่ได้จากกระบวนการสลายกลูโคสเคลื่อนไปยังไมโทคอนเดรีย (mitochondria) อะซีทิลโคเอเอ็นเอ็มแต่ละโมเลกุลจะเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ โดยการถ่ายทอดหมู่ อะซีทิล (acetyl group) ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 2 อะตอม ให้แก่ ออกซาโลอะซีเทต

(oxaloacetate) ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 4 อะตอม ทำให้เกิดสารประกอบที่มีคาร์บอน 6 อะตอม คือ กรดกรดซิตริกหรือซิเทรต เมื่อเกิดปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์ครบ 2 รอบ ก็จะทำให้ไพรูเวต 2 โมเลกุลสลายตัวอย่างสมบูรณ์ กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีการสร้าง ATP 2 โมเลกุลและมีการสร้าง NADH เพิ่มขึ้นอีก 6 โมเลกุล และ FADH_2 2 โมเลกุล เมื่อรวมกับ NADH 2 โมเลกุลที่ได้จากปฏิกิริยาการสร้างอะซีทิลโคเอ็นไซม์เอ จึงได้โคเอ็นไซม์ที่เป็นแหล่งเก็บอิเล็กตรอนพลังงานสูงและไฮโดรเจนอยู่ทั้งหมด 10 โมเลกุล ซึ่งจะนำไปสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ต่อไป (กนกวรรณ, 2551 และ Starr, 2554)

ปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์ 2 รอบ ทำให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอีก 4 โมเลกุล ดังนั้นในขั้นตอนที่ 2 ของการหายใจแบบใช้ออกซิเจน คาร์บอน 6 อะตอมในไพรูเวต 2 โมเลกุล จึงถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6 โมเลกุล (ภาพที่ 4.9 และ 4.10) ดังนั้นเมื่อถึงขั้นนี้น้ำตาลกลูโคสได้สลายตัวอย่างสมบูรณ์ คาร์บอนทั้ง 6 อะตอมถูกออกซิไดซ์กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Starr, 2554)



ภาพที่ 4.9 จำนวน ATP และ โคเอ็นไซม์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่สองของการหายใจแบบใช้ออกซิเจน
ที่มา: Starr (2554)



ภาพที่ 4.10 ขั้นตอนที่สองของการหายใจแบบใช้ออกซิเจน: ปฏิกิริยาการสร้างอะซีทิลโคเอนไซม์เอและวัฏจักรเครบส์
ที่มา: Starr (2554)

8.1.3 การถ่ายทอดอิเล็กตรอน (electron transfer) กระบวนการนี้เกิดขึ้นในผนังชั้นในของไมโทคอนเดรีย (mitochondria wall) หรือผนังคริสตี (cristae wall) โดยพืชเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนที่เซลล์ที่ได้จาก TCA cycle ในรูปของ NADH และ FADH₂ ไปเก็บพลังงานไว้ใน ATP โปรตีนที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดอิเล็กตรอนจัดเป็นโปรตีนเชิงซ้อน (protein complex) ต่าง ๆ ฝังอยู่บริเวณเยื่อหุ้มชั้นในของไมโทคอนเดรีย โดยโปรตีนเชิงซ้อนเหล่านี้จะทำหน้าที่ส่งต่ออิเล็กตรอนเป็นทอด ๆ และนำพลังงานส่วนต่างที่ลดลงในแต่ละขั้นมาใช้ในการนำโปรตรอนจากเมตริก (matrix) ของไมโทคอนเดรียเข้าสู่ช่องว่างระหว่างชั้นนอกและชั้นใน (intermembrane space) ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าของโปรตอน (proton gradient) ระหว่าง matrix และ intermembrane space พลังงานในรูปศักย์ไฟฟ้าเคมีที่เกิดขึ้นจะถูกนำมาใช้ในการสร้าง ATP ด้วยวิธีนี้ เรียกว่า oxidative phosphorylation ซึ่งใช้หลักการของกลไก chemiosmotic mechanism ส่วนตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายคือ ออกซิเจน เมื่อรวมตัวกับโปรตรอนในเมตริก (matrix) จะได้น้ำ (H₂O)

8.2 กระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) กรณีที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอที่จะรับอิเล็กตรอนจากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ทำให้สารนำอิเล็กตรอนคือ NADH และ FADH_2 ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนไปให้กับตัวรับอิเล็กตรอน จึงไม่เกิดศักย์ไฟฟ้าของโปรตอนและไม่สามารถสร้าง ATP ได้ ทำให้ขาด NAD^+ และ FAD^+ กระบวนการหายใจจึงถูกยับยั้ง ดังนั้นเซลล์จึงมีกระบวนการที่สามารถเปลี่ยน NADH ให้เป็น NAD^+ ทำให้ glycolysis สามารถดำเนินต่อไปได้ และมีการสร้าง ATP ได้ กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือกระบวนการหมัก (fermentation) กระบวนการหมักอาจเกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ การเปลี่ยนไพรูเวตให้เป็นกรดแลคติก (lactic acid) โดยการทำงานของเอนไซม์แลคเตต ดีไฮโดรจีเนส (lactate dehydrogenase) หรือการเปลี่ยนไพรูเวตให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) และคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล โดยการทำงานของเอนไซม์ pyruvate decarboxylase และ alcohol dehydrogenase ในสภาวะที่พืชประสบปัญหาออกซิเจนไม่เพียงพอ เช่น น้ำท่วม รากพืชอาจขาดออกซิเจน โดยทั่วไปจะเป็นการหมักที่เกิดการสร้างแอลกอฮอล์มากกว่าการหมักที่สร้างกรดแลคติก โดยคาดว่าแอลกอฮอล์มีความเป็นพิษต่อเซลล์พืชน้อยกว่ากรดแลคติก

9. สรุป

กระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นในพืชได้แก่ การดูดน้ำ การดูดแร่ธาตุอาหาร การลำเลียงน้ำ การลำเลียงแร่ธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การคายน้ำ การสังเคราะห์แสงและการหายใจ ซึ่งพืชดูดน้ำจากรากขึ้นสู่ส่วนต่างๆ บริเวณที่มีการดูดน้ำมากที่สุดคือ บริเวณขนราก (root hair zone) โดยวิธีการดูดน้ำมีทั้งใช้พลังงานและไม่ใช้พลังงาน ส่วนการดูดธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไอออนทั้งประจุบวกและลบ และมีอัตราการดูดเร็วไม่เท่ากัน การลำเลียงน้ำจะมีทิศทางขึ้นสู่เบื้องบน โดยผ่านเข้าไปในเซลล์เวสเซลเมมเบอร์ การลำเลียงน้ำทางไซเล็มอาจมีแรงดันราก แรงดึงแคปิลลารี และแรงดึงจากการคายน้ำมาช่วย ส่วนการลำเลียงแร่ธาตุอาหารนั้นจะลำเลียงผ่านเนื้อเยื่อไซเล็มไปพร้อมกับน้ำ สำหรับการลำเลียงอาหารจะลำเลียงผ่านเนื้อเยื่อโฟลเอ็มและใช้แรงดันในการขับเคลื่อนสูงมาก การคายน้ำของพืชส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกไปในรูปของไอน้ำทางปากใบ การคายน้ำของพืชเกิดบริเวณ ปากใบ ผิวใบ และรอยแตกของลำต้น ส่วนการสังเคราะห์ด้วยแสงมีกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ จับพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้สร้างสารเก็บพลังงานและใช้ ATP เป็นพลังงานในการสร้างเนื้อเยื่อพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ กระบวนการหายใจคือการสลายอาหารที่สร้างจากกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อนำพลังงานที่แฝงอยู่ในโมเลกุลของอาหารมาใช้ในการดำรงชีวิต กระบวนการหายใจเพื่อสลายอาหารในพืชเพื่อให้ได้พลังงานนั้นมี 2 แบบ คือ กระบวนการสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจนและกระบวนการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

คำถามวัดการเรียนรู้

1. พืชมีวิธีการดูดน้ำอย่างไรบ้าง
 2. การดูดแร่ธาตุอาหารของพืชเป็นอย่างไร
 3. การลำเลียงน้ำทางไซเล็มจำเป็นต้องอาศัยแรงใดมาช่วยบ้าง จงอธิบาย
 4. จงอธิบายการลำเลียงแร่ธาตุอาหารพืช
 5. จงอธิบายวิถีไกลโคไลซิส (glycolysis) ตามความเข้าใจของท่าน
 6. อัตราการคายน้ำของพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง
 7. จงอธิบายทฤษฎีและสรุปปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง
 8. สิ่งที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของพืชมีอะไรบ้าง
 9. พืชชั้นสูงมีกระบวนการหายใจอย่างไร
-



บทที่

5

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

ประเด็นสาระ

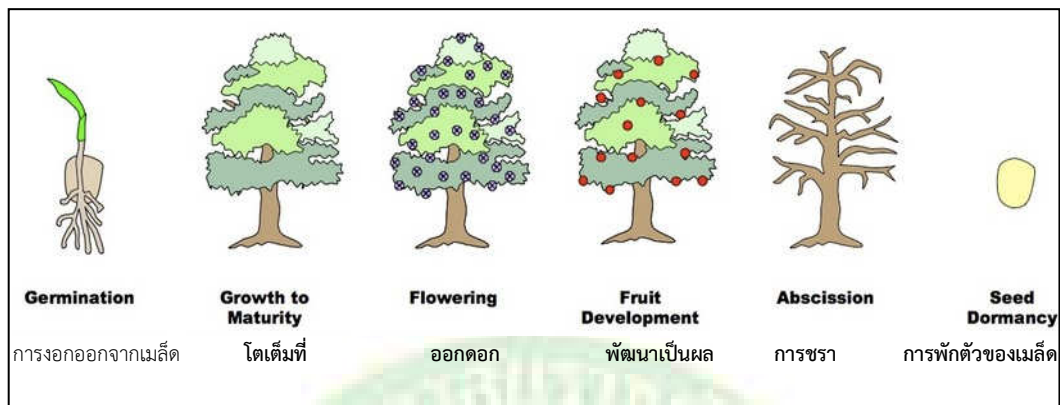
แนวคิด

1. นิยามการเจริญเติบโตของพืช
2. นิยามการพัฒนาการของพืช
3. วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช
 - 3.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้น
 - 3.2 การเติบโตและการพัฒนาการทางการสืบพันธุ์
4. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชเริ่มตั้งแต่การงอกออกจากเมล็ดและมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สัณฐานวิทยาและชีวเคมีอย่างต่อเนื่องและเป็นลำดับ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ระดับเซลล์และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับเนื้อเยื่อ อวัยวะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช เพื่อเกิดเป็นต้นอ่อน เมื่อพืชโตเต็มที่ที่มีการออกดอก ติดผล สุกแก่ จากนั้นพืชจะร่วงลง จนถึงระยะที่ต้นพืชตาย การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาการของพืชจะดำเนินไปเช่นนี้เป็นวัฏจักรหรือเรียกว่าวงจรชีวิตของพืช (life cycle)



ภาพที่ 5.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

ที่มา : http://www.vce.bioninja.com.au/_Media/plant_hormones_med.jpeg

1. นิยามการเจริญเติบโตของพืช (definition of plant growth)

การเจริญเติบโตของพืช หมายถึง การเพิ่มขนาดของอวัยวะและชิ้นส่วนพืชแต่ละส่วน หรือการแบ่งเซลล์ การเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์พืช ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับกระบวนการสร้าง การเผาผลาญอาหาร และการใช้พลังงานของพืช (Tangpu, 2011)

2. นิยามการพัฒนาการของพืช (definition of plant development)

การพัฒนาการของพืช หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นลำดับ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลา หรือช่วงอายุของพืช ซึ่งรวมถึงการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนสภาพ คือมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนารูปร่าง โครงสร้างหรือส่วนประกอบของเซลล์จากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง เพื่อทำหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกันออกไป (ลีลลีและคณะ, 2552)

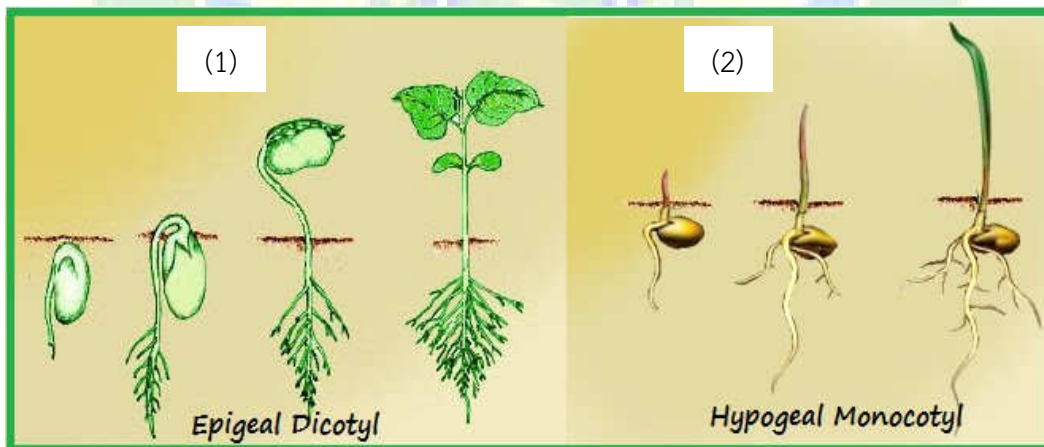
3. วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช (life cycle of plant growth and development)

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชตลอดชีพจักร (life cycle) นั้น พืชต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่พืชงอกจากเมล็ด ไปเป็นต้นกล้า (seedling) และพัฒนาการไปเป็นต้นพืช (plant) โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังสิ้นสุดกระบวนการกำเนิดเอ็มบริโอ (embryo) และการสร้างเมล็ด ซึ่งจะแบ่งการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชออกเป็น 2 ช่วงคือ การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้น และการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางสืบพันธุ์

3.1 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้น (growth and development of the vegetative parts) พืชมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้นอย่างต่อเนื่องตลอดอายุ โดยสร้างโครงสร้างใหม่ตลอดเวลา ลำต้นสร้างข้อและปล้องที่มีใบและตาข้างและพัฒนาเติบโตไปเป็นกิ่ง ส่วนรากมีการขยายตัวเพิ่มความยาว เกิดรากแขนงและรากขนอ่อน ต้นพืชมี

การเพิ่มขนาดโดยมีรูปแบบของโครงสร้างเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เรียกว่า phytomers (ลิลลี่และคณะ, 2552) กระบวนการสำคัญในขั้นการเจริญเติบโตในส่วนลำต้น ใบและราก คือ การแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์และช่วงต้นของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ (สังคม, 2547) การเจริญเติบโตและการพัฒนาการในช่วงนี้ นับตั้งแต่พืชเริ่มงอกออกจากเมล็ดไปจนถึงเริ่มมีตาดอก โดยการเจริญเติบโตทางลำต้นระยะต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1.1 การงอกของเมล็ด (seed germination) เป็นการเริ่มต้นการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เมื่อเมล็ดอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือ ได้รับความชื้นสูงถึงประมาณ 30-60% เพื่อให้เยื่อหุ้มเมล็ดอ่อนตัวลงและน้ำสามารถผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ ปริมาณออกซิเจนมากกว่า 20 % หรือพืชบางชนิด เช่น ข้าว (*oryza sativa*) เมล็ดปรับตัวงอกในน้ำ และมีอัตราการงอกดีในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำกว่า 8 % สำหรับอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดคือ พืชบางชนิดจะมีอัตราการงอกลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง พืชบางชนิดจะมีอัตราการงอกลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น พืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิสลับ เช่น ถั่วเหลืองงอกได้ดีที่สุดเมื่ออุณหภูมิสลับ 30 °C กับ 20 °C เป็นเวลา 8 กับ 16 ชั่วโมง และเมล็ดพืชบางชนิดต้องการแสงในการงอกโดยทั่วไปเมื่อสภาพภายในเมล็ดพร้อมก็จะงอกทันทีที่มีน้ำ ออกซิเจนและอุณหภูมิที่เหมาะสม (ลิลลี่และคณะ, 2552) การงอกของต้นกล้ามี 2 แบบ คือ การงอกของเมล็ดแบบยกใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะ (epigeal germination) พืชที่มีการงอกแบบนี้ เช่น ถั่วเขียว หัวหอมใหญ่ ทานตะวัน ฯลฯ และการงอกแบบไม่ยกใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะ (hypogeal germination) พืชที่มีการงอกแบบนี้ เช่น ข้าวโพด มะพร้าว ข้าว ฯลฯ



ภาพที่ 5.2 การงอกของเมล็ด (1) แบบยกใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะของพืชใบเลี้ยงคู่ และ (2) แบบไม่ยกใบเลี้ยงโผล่พ้นวัสดุเพาะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ที่มา : http://1.bp.blogspot.com/_4lwHTsRufBg/S8jr1_cRQI/AAAAAAAC8M/P6SzpUPNo0E/s1600/biji+monokotil+dan+dikotil.bmp

3.1.2 การพักตัวของเมล็ด (seed dormancy) เป็นสภาพที่เมล็ดไม่งอกแม้มีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมาะสมในการงอก ซึ่งสาเหตุของการพักตัวเกิดจาก สภาพทางกายภาพและสภาพทางสรีระ

1) การพักตัวเนื่องจากสภาพทางกายภาพหรือโครงสร้าง(physical dormancy) เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพภายนอกของเมล็ดไม่เหมาะสม เช่น เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) หนาหรือแข็งเกินไป หรือเยื่อหุ้มเมล็ดเหนียวหรือเป็นมัน ทำให้น้ำและอากาศไม่อาจผ่านเข้าไปในเมล็ด การแก้ไขการพักตัว ทำได้โดยการทำลายเปลือกเมล็ด การทำบาดแผลให้กับเปลือกเมล็ด (scarification) ด้วยการฝนให้เปลือกบางลง การทุบเปลือกเมล็ดให้แตกออก การเจาะรู หรือตัดปลาย การแช่เมล็ดในกรดหรือน้ำร้อน การใช้กรดกำมะถัน ฯลฯ

2) การพักตัวเนื่องจากสภาพทางสรีระ (physiological dormancy) เกิดขึ้นเนื่องจากภายในเมล็ดมีสารยับยั้งการงอกหรือมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตอยู่มากเกินไป ซึ่งสารเหล่านี้จะไปขัดขวางขบวนการงอกของเมล็ด นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อของเมล็ด เช่น เอ็มบริโอเจริญเติบโตหรือพัฒนาไม่เต็มที่ การแก้ไขการพักตัวลักษณะนี้ทำได้โดย การปรับระดับของสารยับยั้งการงอก หรือสารยับยั้งการเจริญเติบโตให้ลดลง โดยการนำเมล็ดไปเก็บไว้ในที่เย็นหรืออุณหภูมิต่ำและขึ้นระยะหนึ่ง แล้วนำเมล็ดไปเพาะในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ระดับของอุณหภูมิและระยะเวลาของการเก็บรักษาจะขึ้นกับชนิดของพืชเป็นหลัก

3.1.3 พัฒนาการของพืชในช่วงต้นหรือช่วงก่อนการสืบพันธุ์ (juvenility) เป็นช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโตของพืชหลังจากที่เมล็ดงอกและมีพัฒนาการของยอดเจริญจนกระทั่งออกดอก ต้นพืชวัยอ่อนจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและกิ่งใบอย่างรวดเร็ว แต่ไม่สามารถออกดอกได้จนกว่าพืชนั้น จะมีอายุมากขึ้น (adult) ระยะเวลาของความอ่อนวัยของพืชนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช พืชบางชนิดพ้นระยะวัยอ่อนภายในฤดูเดียว พืชบางชนิดอาจใช้เวลาหลายฤดู ลักษณะทั่วไปของพืชที่ยังอ่อนวัย คือ

1) ลักษณะทางสัณฐาน พืชที่ยังอ่อนจะมีหนาม ใบเป็นแฉกหรือไม่เป็นแฉก ส่วนพืชที่พ้นระยะวัยอ่อนแล้วจะมีลักษณะตรงข้าม คือ ไม่มีหนาม ใบไม่เป็นแฉกหรือเป็นแฉก ฯลฯ

2) ลักษณะทางสรีระ พืชที่ยังอ่อนมักตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก ไม่ออกดอก ไม่ผลัดใบ ส่วนพืชที่พ้นระยะวัยอ่อนแล้วจะมีลักษณะตรงข้าม คือ ไม่ตอบสนองต่อแรงดึงดูดของโลก ออกดอกและผลัดใบ ตามลำดับ ช่วงระยะวัยอ่อนของพืชขึ้นอยู่กับชนิดพืช พืชล้มลุกอาจมีระยะเวลาเพียง 1-3 เดือน ไม่ยืนต้นอาจมีระยะเวลานานถึง 4-10 ปี

3.1.4 การพักตัวของตา (bud dormancy) เป็นลักษณะที่ปรากฏในพืชบางชนิดโดยปกติ พืชจะมีการเจริญเติบโตจากส่วนตาไปเป็น กิ่ง ใบ หรือ ดอก แต่พืชบางชนิด ตาจะมีการพักตัว เนื่องจากสภาพภายในมีสารยับยั้งการแตกตาอยู่มาก และสภาพแวดล้อมภายนอกอาจยังไม่เหมาะสม การพักตัวของตาแบบนี้มักพบกับพืชผลัดใบที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น โดยตาจะมีการพักตัวในฤดูหนาว ถ้าพืชไม่มีการพักตัวและแตกตาออกมา กิ่ง ใบ หรือดอกจะได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น อุณหภูมิต่ำเกินไป หรือมีหิมะหรือน้ำค้างแข็ง ทำให้กิ่ง ใบ ดอกที่แตกออกมาจะได้รับอันตราย โดยปกติพืชเหล่านี้จะพ้นการพักตัวในฤดูใบไม้ผลิ หรือเมื่อสภาพอากาศอบอุ่นขึ้น

นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลข่มตายอด (apical dominant) เป็นปรากฏการณ์ที่ตายอด (terminal bud) ส่งอิทธิพลทำให้ตาข้าง (lateral bud) ซึ่งอยู่ถัดลงมาจากปลายยอดไม่สามารถแตกออกมา ซึ่งเชื่อว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน (auxin) ที่ถูกสร้างจากตายอดมีการเคลื่อนย้ายลงตามแรงดึงดูดของโลกทางท่อลำเลียงอาหาร เมื่อสารนี้เคลื่อนย้ายผ่าน ทำให้ตาข้างไม่สามารถแตกออกมา อย่างไรก็ตาม ตาข้างซึ่งอยู่ห่างจากตายอดค่อนข้างมากจะสามารถแตกออกมาได้ เนื่องจากตายอดไม่สามารถส่งอิทธิพลไปยังตาข้างเหล่านั้น การทำลายอิทธิพลของตายอด ทำได้โดยการตัดปลายยอดออก เป็นการทำลายแหล่งสร้างสารในกลุ่มออกซินหรือการโน้มน้าให้ปลายยอดอยู่ต่ำกว่าตาข้าง ซึ่งจะทำให้สารในกลุ่มออกซินที่ตายอดสร้างขึ้นไม่สามารถเคลื่อนย้ายสวนทางกับแรงดึงดูดของโลก ตาข้างจะสามารถแตกออกมาได้ อย่างไรก็ตามเมื่อตาข้างที่แตกออกมาแล้วเจริญไปได้ระยะหนึ่ง ตาข้างที่อยู่สูงที่สุดจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นตายอดและส่งอิทธิพลของตายอดข่มตาข้างอีก

3.2 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางสืบพันธุ์ (growth and development of the reproductive parts) เป็นระยะที่พืชมีการสร้างตาดอก ออกดอก ติดผล และสร้างเมล็ด เพื่อเป็นการสืบทอดและดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไป หรือพืชบางชนิดมีการขยายตัวและการแก่ของส่วนสะสมอาหาร เช่น ราก ลำต้น ฯลฯ ลักษณะที่แสดงว่าพืชเข้าสู่ระยะการเจริญทางการสืบพันธุ์ ได้แก่ เนื้อเยื่อแก่ตัว เส้นใยมีความหนามากขึ้น มีการสร้างเซลล์ใหม่้อย่างมาก เกิดฮอร์โมนที่จำเป็นต่อการพัฒนาการของการ เกิดตาดอก เกิดพัฒนาการของตาดอก เกิดพัฒนาการของส่วนสะสมอาหาร เกิดสารบางชนิด พวก water-retaining substances เช่น พวก hydrophilic colloids

3.2.1 การแก่ของพืช (maturity) เป็นระยะที่พืชพ้นจากระยะวัยอ่อน มีการเจริญเติบโตทางลำต้น กิ่งใบอย่างเต็มที่แล้ว พืชพร้อมจะสืบพันธุ์ได้ สามารถให้ดอก ติดผลและเมล็ดได้แล้ว

3.2.2 การออกดอกของพืช (flowering) เป็นขั้นแรกของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) เมื่อพืชพร้อมจะออกดอก จะมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเจริญ (vegetative meristematic tissue) ซึ่งเดิมเป็นจุดกำเนิดของกิ่งใบ ไปเป็นจุดกำเนิดของดอก (reproductive meristematic tissue) เนื้อเยื่อในส่วนนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอกแล้วจะมีการพัฒนาการต่อไป จนกระทั่งพืชออกดอก

3.2.3 การชราของพืช (senescence) เป็นขั้นที่พืชเข้าสู่วัยที่ใกล้จะสิ้นสุดชีพจักร การชราของพืชอาจเกิดขึ้นกับพืชทั้งต้น (complete senescence) หรืออาจชราเพียงบางส่วน of พืช (partial senescence) เช่น ใบ ลำต้น ผล ดอก การชราของพืชแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1) การชราทั้งต้น (overall senescence) เป็นการชราที่เกิดขึ้นกับทุก ๆ ส่วนของพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฯลฯ

2) การชราเฉพาะส่วนเหนือดิน (top senescence) เป็นการชราที่เกิดขึ้นเฉพาะกับส่วนที่อยู่เหนือดินที่มีอายุฤดูเดียว แต่ส่วนที่อยู่ใต้ดิน เช่น ราก หัว ฯลฯ ยังคงมีชีวิตอยู่

และสามารถงอกส่วนเหนือดิน (ลำต้น) ใหม่ได้อีก เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น พืชพวก ขิง ข่า ว่านสีทศ ว่านแสงอาทิตย์ ฯลฯ

3) การชราพร้อมกันของใบพืช (deciduous senescence) การชราชนิดนี้จะเกิดกับใบพืชเท่านั้น ส่วนอื่น ๆ ยังคงมีชีวิตอยู่ การชราลักษณะนี้จะเกิดกับพืชทุก ๆ ใบพร้อมกัน อาจมีการเปลี่ยนสีเป็นสีแดงหรือสีเหลืองพร้อม ๆ กันในช่วงต้นฤดูใบไม้ร่วง และใบพืชจะร่วงพร้อม ๆ กันหมดทั้งต้นในฤดูใบไม้ร่วง พบในพืชผลัดใบ ทั้งพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น และพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนบางชนิด เช่น แคล้ว ฝรั่ง องุ่น น้อยหน่า หูกวาง กาลพฤกษ์ ยางพารา ฯลฯ

4) การชราของใบพืช (progressive senescence) เป็นการชราของใบพืชเฉพาะใบที่มีอายุมากหรือได้รับอันตราย หรือถูกโรคแมลงเข้าทำลาย การชราแบบนี้ ใบพืชจะทยอยร่วงตลอดทั้งปีเกิดในพืชประเภทไม่ผลัดใบ

สาเหตุของการชรา อาจเกิดจากการที่อาหารถูกเคลื่อนย้ายออกจากส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช ไปยังส่วนดอก ผล เมล็ด ทำให้อาหารสะสมในลำต้นพืชมีไม่เพียงพอ วิธีการแก้การชรา ทำโดยการปลิดดอกและปลิดผลออกบ้าง เพราะดอกและผลเป็นแหล่งใช้อาหารของพืช หรือใช้การตัดแต่ง (pruning) เพื่อลดกิ่งที่แก่เกินไปหรือกิ่งที่ไม่สามารถให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งมีการใช้อาหารมากกว่าสร้างอาหาร เพื่อให้อาหารที่มีอยู่ในต้นพืช สามารถกระจายไปเลี้ยงดูส่วนอื่น ๆ ได้มากขึ้น

3.2.4 การตายของพืช (death) เป็นขั้นตอนที่พืชสิ้นสุดชีวิตจักรลง อายุของพืชแต่ละชนิด จะแตกต่างกันตามประเภทของพืชนั้น ๆ ว่าเป็นพืชฤดูเดียว (annual plant) พืชสองฤดู (biennial plant) หรือพืชหลายฤดู (perennial plant) หรือเป็นพืชที่ออกดอกครั้งเดียวแล้วตาย (monocarpic plant) หรือสามารถออกดอกได้หลายครั้ง (polycarpic plant) การตายของพืชเกิดขึ้นเนื่องจาก ภาวะหรือเนื้อเยื่อพืชหมดความสามารถในการดำเนินขบวนการเพื่อการดำรงชีพ เช่น การสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายสารอาหาร การสร้างสารประกอบต่าง ๆ การหายใจ ฯลฯ นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญอยู่ เช่น โรค แมลง วัชพืช น้ำและความชื้น ฯลฯ ก็มีส่วนสำคัญที่สามารถเร่งให้พืชตายเร็วขึ้น

4. สรุป

ความแตกต่างของการเจริญเติบโตของพืชกับการพัฒนาการของพืชสามารถกล่าวได้คือ การพัฒนาการของพืชเป็นการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ของรูปร่างและโครงสร้างพืชเพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะ แต่การเจริญเติบโตเป็นเพียงการเพิ่มขนาดและน้ำหนักที่เกิดจากการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์พืช สำหรับวงจรการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เริ่มจากการงอกจากเมล็ดของต้นอ่อนพืช ระยะเวลาเป็นพืชช่วงวัยอ่อนหรือก่อนการสืบพันธุ์ซึ่งมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและกิ่งก้านอย่างรวดเร็ว จากนั้นเป็นพืชช่วงโตเต็มที่หรือระยะพืชแก่ ซึ่งจะสร้างตาดอก ออกดอก ติดผลและสร้างเมล็ด ถัดจากระยะพืชแก่จะเป็นระยะชราซึ่งเป็นระยะที่พืชใกล้จะสิ้นสุดชีวิตจักร และระยะสุดท้ายเป็นระยะการตายของพืช ซึ่งอายุตลอดวงจรชีวิตของพืชจะขึ้นอยู่กับประเภทของพืชว่าเป็นพืชกี่ฤดูกาล

คำถามวัดการเรียนรู้

1. การเจริญเติบโตของพืชกับพัฒนาการของพืชแตกต่างกันอย่างไร
2. ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดได้แก่ปัจจัยใดบ้าง
3. การพักตัวของเมล็ดเกิดขึ้นจากสาเหตุใด
4. อิทธิพลข่มตายอด (apical dominant) มีผลต่อพืชอย่างไร
5. อธิบายสภาพของพืชช่วงการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางการสืบพันธุ์
6. จงอธิบายวงจรการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช



บทที่

6

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

- 1.1 แสง
- 1.2 อุณหภูมิ
- 1.3 ดิน
- 1.4 น้ำ
- 1.5 ธาตุอาหาร

2. ปัจจัยทางพันธุกรรม

- 2.1 พืชพันธุ์ป่า
- 2.2 พืชพันธุ์ปลูก

3. ปัจจัยทางฮอร์โมนพืช

- 3.1 ออกซิน
- 3.2 ไซโทไคนิน
- 3.3 จิบเบอเรลลิน
- 3.4 กรดแอบไซสิก
- 3.5 เอทิลีน

4. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

การเจริญเติบโตของพืชขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อม อันได้แก่ แสง อุณหภูมิ ดิน น้ำและแร่ธาตุ หรือปัจจัยทางพันธุกรรมซึ่งพืชจะเจริญเติบโตอย่างไร นั้นขึ้นอยู่กับว่าพืชชนิดนั้นเป็นพืชพันธุ์ป่าหรือพันธุ์ปลูก หรือแม้แต่ปัจจัยทางฮอร์โมนพืชก็มี อิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกัน

1. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (environmental factors)

สิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญคือ แสง อุณหภูมิ ดิน น้ำและธาตุอาหาร

1.1 แสง (light) พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) สร้างอาหารเพื่อการเจริญเติบโต เมื่อแสงแดดตกที่ต้นพืช ใบไม้จะดูดได้ประมาณ 80% สะท้อนกลับ 15% และทะลุผ่านไป 5% (สุกัญยา, 2541) แสงแดดที่มีความเข้มข้นน้อยจะทำให้พืชเจริญทางใบ แสงที่มีความเข้มข้นมากจะทำให้พืชเจริญทางผล พืชที่ขึ้นในที่ร่มบังทำให้พืชชะงืดและอ่อนแอ แสงแดดที่พืชดูดซับส่วนใหญ่เป็นแสงสีแดง พืชใช้แสงสีแดงในการงอกของเมล็ดและการเติบโตของลำต้น แสงที่พืชดูดซับรองลงมาคือ แสงสีน้ำเงิน และสีม่วง ใช้สำหรับเกิดช่อดอก ส่วนแสงสีเหลืองและสีเขียวดูดน้อยมีการสะท้อนกลับมาก ทำให้เห็นใบพืชเป็นสีเขียว พืชใช้แสงสีเหลืองและสีเขียวน้อยที่สุด ส่วนแสงอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) ใช้ทำลายแบคทีเรีย (bacteria) ได้ดี

การออกดอกของพืชขึ้นอยู่กับความยาวนานของวันและความเข้มของแสงแดดอย่างไร้ใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง พืชวันสั้นหมายถึงพืชที่ต้องการแสงแดดในการออกดอกและออกดอกได้วันละไม่เกิน 10 ชั่วโมง เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ยาสูบ ถ้าปลูกพืชเหล่านี้ในฤดูวันยาว (14 ชั่วโมง/วัน) มันเจริญทางลำต้นเรื่อยไปไม่มีการออกดอก พืชวันยาวเช่น ข้าวสาลี มันฝรั่ง ผักกาดหอม ถ้าปลูกในฤดูวันสั้นมันจะไม่ออกดอก พืชบางชนิดจะออกดอกได้ทุกฤดู ไม่ว่าจะเป็นวันสั้นหรือวันยาวก็ตาม เรียกว่า neutral plant เช่นมะเขือเทศ แตงกวา กะหล่ำปลี แต่มีพืชบางชนิดต้องการแสง 12-14 ชั่วโมง/วัน จึงจะออกดอก เรียกพืชกลุ่มนี้ว่า Intermediate plant เช่น อ้อย

อิทธิพลของแสงที่มีต่อพืชมีดังนี้

- 1.1.1 ใช้ในการปรุงอาหารของพืช ให้พลังงานสำหรับสังเคราะห์สารประกอบคาร์บอน (carbon)
- 1.1.2 ช่วยในการออกดอกของพืช
- 1.1.3 มีอิทธิพลต่อขบวนการ physiological เช่น การงอกเมล็ด การออกดอก การพักตัว และการเคลื่อนไหวของพืช
- 1.1.4 ทำให้พืชและผลผลิตของพืชแก่
- 1.1.5 ใช้ในการคายน้ำของพืช
- 1.1.6 ทำให้พืชแข็งแรงและเจริญเติบโต
- 1.1.7 ช่วยให้อินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยผุพังเร็วขึ้น พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.2 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อพืชตั้งแต่การเริ่มงอกของเมล็ดพืชที่เดียว อุณหภูมิที่เหมาะสมที่พืชจะเจริญเติบโตได้ เรียกว่า cardinal temperature อาจแบ่งออกเป็น minimum, optimum และ maximum เช่น เมล็ดข้าวโพดจะไม่งอกถ้าอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่า 9.5 °C หรือสูงกว่า 46 °C แต่จะงอกได้ดีที่สุดเมื่ออากาศมีอุณหภูมิ 34 °C นั่นคือ ข้าวโพดมี cardinal temperature อยู่ระหว่าง 9.5 °C - 46 °C มี minimum temperature เป็น 9.5 °C มี maximum temperature เป็น 46 °C และมี optimum temperature เป็น 34 °C

พืชชนิดหนึ่ง ๆ จะมี cardinal, minimum, maximum, optimum temperature ในการงอกของเมล็ดแตกต่างกันไป เช่น เมล็ดของพืชแถบขั้วโลกเหนือหรือพืชที่ขึ้นอยู่บนยอดเขาสูงเกินกว่า 10,000 ฟุตขึ้นไปจะงอกได้แม้ว่าอุณหภูมิจะเย็นจัดถึง 0°C และมี maximum เพียง 10°C เท่านั้น แต่พืชเมืองร้อนส่วนมากมักจะมี minimum สูงกว่า 10°C ขึ้นไป ดังนั้นเมล็ดพืชเมืองหนาวจำนวนมากจึงไม่อาจเพาะให้งอกได้ในเมืองไทย

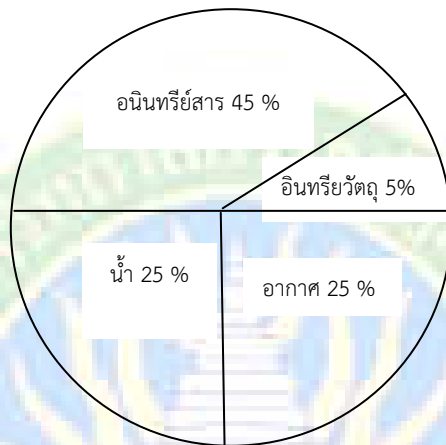
พืชแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตต่างกัน โดยทั่วไปพืชส่วนมากจะเจริญเติบโตได้ดีในระหว่าง $15-30^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิที่สูงที่สุดสำหรับพืชนั้นประมาณ 54°C หรือ 130°F และต่ำสุดได้ประมาณ 5°C หรือ 41°F ณ อุณหภูมิสองจุดนี้หมายความว่าพืชส่วนมากจะไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ได้ ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 54°C หรือจะไม่เจริญเติบโตถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 5°C ระดับอุณหภูมิระหว่าง $4.5^{\circ}\text{C} - 5.5^{\circ}\text{C}$ ($40 - 24^{\circ}\text{F}$) พืชเกือบทั้งหมดจะหยุดการเจริญเติบโต เว้นแต่พืชบางชนิดของทางขั้วโลกซึ่งจะยังคงทำหน้าที่ปกติ ณ อุณหภูมิ $1-2^{\circ}\text{C}$ ($33.8-35.6^{\circ}\text{F}$) แต่ ณ อุณหภูมิเหล่านี้อัตราการเมตาบอลิซึมจะช้าลง พืชส่วนมากที่ขึ้นในอากาศหนาวและภูมิอากาศที่แตกต่างกันมากจะมีลักษณะเตี้ยและเล็ก พืชบางชนิดจะใช้เวลาประมาณ 150 ปี หรือมากกว่านี้จึงจะโตได้ 1 หรือ 2 ฟุต

อุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลต่อการเกิดและเจริญเติบโตของตา (bud) พืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิสูงเพื่อการเกิดตาและอุณหภูมิต่ำเพื่อการเจริญเติบโตของตา ส่วนพืชบางชนิดต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อการเกิดตาแต่ดอกนั้นจะเจริญเติบโตเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงในระยะต่างๆ กัน เช่น เมื่อต้องการทำลายการพักตัวของเมล็ด พืชต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าการงอก และในการการงอกของพืชต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าการเจริญทางลำต้นและใบ การเจริญทางลำต้นพืชต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าการเจริญทางดอกและผล พืชทุกๆ ไปเจริญเติบโตในเวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน พืชจะเจริญได้ผลดีอุณหภูมิของอากาศแตกต่างกันในเวลากลางคืนและกลางวัน 8°C (สูกันยา, 2541)

อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อพืชมีดังนี้

- 1.2.1 ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช
- 1.2.2 ช่วยทำพืชให้แก่
- 1.2.3 ช่วยทำให้อินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อย
- 1.2.4 ช่วยเพิ่มสารละลายของแร่ธาตุต่าง ๆ
- 1.2.5 เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเจริญของพืชจะเพิ่มขึ้น
- 1.2.6 ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการหายใจของพืชมีมากขึ้น
- 1.2.7 อุณหภูมิสูงจะทำลายกลั่นรสของพืช
- 1.2.8 อุณหภูมิสูงทำให้การสะสมอาหารแป้งหรือน้ำตาลของพืชลดลง
- 1.2.9 อุณหภูมิสูงจะช่วยให้การเกิดและการระบาดของแมลงมีมากขึ้น ทำให้แมลงเข้าทำลายพืชมากขึ้น
- 1.2.10 หากอุณหภูมิต่ำทำให้พืชอ่อนแอติดโรคได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อพืชยังเล็กอยู่
- 1.2.11 อุณหภูมิต่ำช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ช่วยในการงอกของเมล็ดและการออกดอกของพืช

1.3 ดิน (soil) พืชต้องอาศัยดินในการเจริญเติบโตตั้งแต่เริ่มงอกจากเมล็ดจนกระทั่งโตให้ดอกให้ผล ส่วนของดิน (ภาพที่ 6.1) ประกอบด้วย อนินทรีย์สาร 45 % อินทรีย์วัตถุ 5 % น้ำ 25 % และ อากาศ 25 %



ภาพที่ 6.1 ส่วนประกอบของดิน

1.3.1 อนินทรีย์สาร เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่เป็นแหล่งธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชและจุลินทรีย์ในดิน

1.3.2 อินทรีย์วัตถุ เกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังของซากสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ซากพืช ซากสัตว์ รวมทั้งพวกจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน ส่วนประกอบนี้เป็นวัตถุควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินร่วนซุย ส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืชที่ปลูก เพราะดินสามารถเก็บน้ำและระบายน้ำได้ดีขึ้น

1.3.3 น้ำ ในดินจะมีน้ำมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ดินเหนียวมักจะมีน้ำแทรกอยู่ในช่องว่างมากกว่าดินทราย พืชดูดน้ำจากดินผ่านทางรากขนอ่อนไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและทำให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้ หากน้ำไม่เพียงพอหรือมีมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของพืช

1.3.4 อากาศ เป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของรากพืชและจุลินทรีย์ในดิน ดินที่มีช่องว่างขนาดใหญ่จะมีการถ่ายเทอากาศดีกว่าดินที่มีช่องว่างขนาดเล็ก พืชและจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่ร่วนซุย

1.3.5 หน้าที่ของดินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

- 1) ดินทำหน้าที่เป็นเกาะของราก เพื่อยึดลำต้นให้แน่น ไม่ให้ล้มเอียง
- 2) ดินเป็นที่เก็บน้ำ (water storage) เพื่อการเจริญเติบโตของพืช
- 3) ดินให้อากาศแก่รากพืช เพื่อการหายใจ
- 4) ดินเป็นแหล่งที่พืชได้อาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นในการเจริญเติบโต

1.4 น้ำ (water) พืชจะพัฒนาไปตามปกติแข็งแรงและสามารถทำงานได้ดีที่สุดเมื่อเซลล์ของพืชอัมตัวไปด้วยน้ำอย่างเพียงพอ ในทางกลับกันหากในระยะหนึ่งของการพัฒนาการพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอ อัตราการพัฒนาการจะลดลงไปด้วย เนื้อเยื่อที่มามีการทำงาน (ปฏิกิริยาในกระบวนการ) มาก เช่น ใบที่สังเคราะห์แสงจะมีน้ำอยู่ประมาณ 95% ในการตรงข้ามส่วนที่มามีการทำงานต่ำซึ่งจะพบในส่วนที่พักตัว (quiescent or dormant structures) เช่น เมล็ดจะมีน้ำน้อยกว่า 10% ความสัมพันธ์ระหว่างการทำปฏิกิริยาและปริมาณน้ำไม่เพียงพอ น้ำที่พืชใช้เพื่อการดำรงชีวิตนั้น ส่วนใหญ่จะได้มาจากน้ำในดินแทบทั้งสิ้น

อิทธิพลของน้ำที่มีต่อพืชมีดังนี้

1.4.1 เป็นวัตถุดิบที่จำเป็นของขบวนการสังเคราะห์แสงในการสร้างอาหารของพืช

1.4.2 จำเป็นสำหรับการหล่อเลี้ยงเซลล์และช่วยให้เซลล์เต่งตึง ซึ่งทำให้ต้นไม้ทรงตัวและยึดต้นทนอยู่ได้

1.4.3 เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.5 ธาตุอาหาร (plant nutrients) พืชรับธาตุอาหารในรูปของไอออนของธาตุต่าง ๆ ที่แตกตัวอยู่ในสารละลาย ธาตุอาหารจำแนกตามปริมาณความต้องการของพืชได้ 2 กลุ่ม คือ ธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก และ ธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย (เรณู, 2545)

1.5.1 ธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณมาก (macronutrient) พืชต้องการธาตุเหล่านี้เป็นปริมาณมากเพราะต้องใช้เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างสำคัญทุกส่วนของพืช เช่น เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ รวมทั้งออร์แกเนลล์ (organelles) ภายในเซลล์ ซึ่งเซลล์เหล่านี้จะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อและเป็นอวัยวะของพืช ตลอดจนประกอบกันเป็นต้นพืชทั้งต้น ธาตุหลัก 9 ธาตุในกลุ่มนี้คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ซัลเฟอร์ (S) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

1) คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน (C: Carbon, H: Hydrogen, O: Oxygen) ธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้จะเป็นธาตุหลักที่อยู่ในสารประกอบสร้างโครงสร้างที่สำคัญ ๆ ของพืช เช่น ประกอบเป็นเซลล์ลูโลสในผนังเซลล์ ประกอบเป็นไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์หรือประกอบเป็นโครโมโซม สารประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ดังนั้นพืชจะขาดธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้ไม่ได้ พืชรับคาร์บอนในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ผ่านเข้าทางปากใบ ส่วนไฮโดรเจนและออกซิเจนพืชดูดซึมเข้าทางรากในรูปของน้ำ (H_2O)

2) ไนโตรเจน (N: Nitrogen) เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน ซึ่งเป็นสารประกอบที่สำคัญในโปรโทพลาสซึมและเป็นองค์ประกอบของสารประกอบสำคัญ อย่างสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในพืช เช่น คลอโรฟิลล์ นอกจากนั้นไนโตรเจน ยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน (Amino acid) และฮอร์โมนบางชนิดในพืช

พืชทั่วไปไม่สามารถใช้ไนโตรเจนในบรรยากาศซึ่งมีอยู่ถึง 78 % ได้ แต่พืชจะดูดซึมไนโตรเจนเข้าไปในรูปของไนเตรต (NO_3^- : Nitrate) ที่อาจได้จากโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3 : Potassium Nitrate) หรือแคลเซียมไนเตรต [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: Calcium Nitrate] ที่แตกตัวแล้วหรือในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+ : Ammonium) และพืชไม่สามารถใช้สารประกอบอินทรีย์ที่

มีไนโตรเจนประกอบอยู่ได้ ต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในดินเปลี่ยนสารประกอบเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของไนเตรทหรือแอมโมเนียมเสียก่อน

อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง ถ้าพืชขาดธาตุไนโตรเจนและมีอาการผิดปกติที่เห็นชัดคือ ใบเหลือง โดยเฉพาะใบแก่จะเหลืองเร็วขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่สามารถลำเลียงเคลื่อนย้ายได้ เมื่อปริมาณไม่เพียงพอพืชจึงลำเลียงจากส่วนที่แก่เพื่อนำไปให้ส่วนที่อ่อนหรือกำลังมีการเจริญเติบโตสูง นอกจากนั้นการขาดไนโตรเจน ยังทำให้พืชแคระแกร็น ออกดอกเร็วกว่าที่ควร แต่ให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงข้ามถ้าพืชได้รับปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปพืชจะมีการแตกกิ่งและใบมากเกินไปเรียกว่า “บ้าใบ” สีใบจะเขียวมากเพราะมีการสร้างคลอโรฟิลล์มากเกินไป ออกดอกช้าจึงไม่มีผลผลิต พืชจะได้รับธาตุไนโตรเจนจากอินทรีย์สารต่างๆ เช่น ปุ๋ยคอก

3) ฟอสฟอรัส (P: Phosphorus) เป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิดในพืชเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ธาตุฟอสฟอรัสมีมากบริเวณที่มีการเจริญเติบโตของพืชสูง เช่น ปลายยอด ผลอ่อนและเมล็ด พืชจะรับฟอสฟอรัสในรูปของไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (H_2PO_4^- : Dihydrogenphosphate) หรือโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-} : Monohydrogenphosphate) ถ้าพืชขาดฟอสฟอรัสจะมีอาการใบเล็กแกร็นสีเขียวเข้ม ไม่มีการสะสมแป้ง อวัยวะบางส่วนมีสีม่วงเพราะสารแอนโทไซยานินสะสมมากขึ้น เช่น ที่ท้องใบหรือก้านใบ ลำต้นแคระแกร็น ออกดอกเร็วก่อนอายุอันควร ซึ่งอาการต่างๆ เหล่านี้ คล้ายกับอาการขาดธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสพืชสามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้นอาการขาดฟอสฟอรัส จึงปรากฏที่ใบแก่ก่อนส่วนอื่น

4) โพแทสเซียม (K: Potassium) เป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อที่แก่ไปสู่เนื้อเยื่อที่อ่อน เช่น เนื้อเยื่อเจริญ พบว่าในขณะที่ผลยังอ่อนมีการเจริญเติบโตสูงมีการเคลื่อนย้ายโพแทสเซียมจากใบมาสู่ผลเป็นปริมาณสูง ในเซลล์พืชโพแทสเซียมจะอยู่ในรูปของอนินทรีย์สารและแตกตัวเป็นโพแทสเซียมไอออน (K^+) พืชต้องการธาตุนี้ ในปริมาณสูง พืชที่ขึ้นในดินที่ไม่มีธาตุโพแทสเซียมจะไม่แข็งแรง ติดโรคง่าย ไม่เติบโต ถ้าพืชได้รับโพแทสเซียมพอเพียงพืชจะมีกระบวนการต่างๆ ปกติ เช่น มีการแบ่งเซลล์ตามปกติ มีการสร้างและลำเลียงคาร์โบไฮเดรตปกติ มีการสร้างโปรตีนในเนื้อเยื่อเจริญ มีการสร้างคลอโรฟิลล์ และมีการเปิดปิดปากใบตามปกติ พืชได้รับโพแทสเซียมจากสารอนินทรีย์ที่สามารถละลายน้ำแตกตัวได้ เช่น โพแทสเซียมซัลเฟต(K_2SO_4) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3 : Potassium Nitrate) ถ้าพืชขาดโพแทสเซียมจะมีอาการคลอโรซิส (Chlorosis) คือใบจะแก่จะเป็นจุดเหลืองก่อนใบอ่อน

5) ซัลเฟอร์ (S: Sulfur) เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนหลายชนิด พืชทั่วไปไม่สามารถใช้ซัลเฟอร์ปกติได้ ต้องดูดซึมเข้าสู่รากในรูปแบบของซัลเฟต (SO_4^{2-} : Sulfate) พืชที่ขาดซัลเฟอร์จะมีอาการคลอโรซิส คือเกิดจุดเหลืองขึ้นบนใบ เพราะซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์

6) แคลเซียม (Ca: Calcium) เป็นส่วนสำคัญของสารประกอบในชั้นมิเดิลเลเมลลา ซึ่งชั้นนี้อยู่ระหว่างผนังเซลล์ของเซลล์พืช 2 เซลล์ทำหน้าที่เป็นกาวเชื่อมเซลล์ สารประกอบสำคัญคือสารประกอบเพกทิน (Pectin หรือ Pectic substance) ซึ่งมีแคลเซียม

เพกเตต (Calcium pectate) เป็นองค์ประกอบสำคัญ แคลเซียมยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการผ่านเข้าออกของสารในไซโทพลาซึม มักพบแคลเซียมในรูปสารประกอบอินทรีย์ในเซลล์ เช่น แคลเซียมออกซาเลต (Calciumoxalate) ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการรวมตัวกันของแคลเซียมและกรดออกซาลิก (Oxalic acid) แคลเซียมช่วยในการลำเลียงคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโน และช่วยในการเจริญพัฒนาของรากด้วย พืชขาดแคลเซียมจะทำให้บริเวณที่เป็นจุดของการเจริญของพืชเสียหายได้ เช่น เกิดอาการคลอโรซิสที่ใบอ่อนและใบจะเล็กแคระแกร็น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่เมื่อขาดจึงแสดงอาการที่ใบอ่อน ยอดอ่อนหรือปลายราก เช่น รากสั้น คดงอ มีสีน้ำตาลเป็นปุ่มปมเพราะขาดสารช่วยเชื่อมผนังเซลล์ ถ้าพืชขาดแคลเซียมขณะที่ออกดอก ช่อดอกจะเน่า แต่ถ้าได้รับแคลเซียมมากเกินไปจะมีผลต่อการลำเลียงธาตุอื่น พืชดูดแคลเซียมเข้าไปในรูปแคลเซียมไอออน (Ca^{+2})

7) แมกนีเซียม (Mg: Magnesium) เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ดังนั้นการขาดแมกนีเซียมจึงทำให้พืชมีสีใบซีดจางและเกิดอาการคลอโรซิส นอกจากนั้นพบว่าการทำงานของเอนไซม์หลายชนิดภายในเซลล์พืชขึ้นอยู่กับไอออนของแมกนีเซียมด้วย พืชดูดแมกนีเซียมเข้าไปในรูปของแมกนีเซียมไอออน (Mg^{+2})

1.5.2 ธาตุที่พืชต้องการเป็นปริมาณน้อย (Micronutrient) ธาตุกลุ่มนี้ถึงแม้พืชจะต้องการในปริมาณน้อย แต่ก็จำเป็นต่อพืชมากจะขาดเสียมิได้ ธาตุเหล่านี้คือ เหล็ก (Fe: Iron) โบรอน (B: Boron) สังกะสี (Zn: Zinc) แมงกานีส (Mn: Manganese) คลอรีน (Cl: Chlorine) โมลิบดีนัม (Mo: Molybdenum) และทองแดง (Cu: Copper) พืชต้องการธาตุกลุ่มนี้เพียงปริมาณน้อยเพราะธาตุเหล่านี้มิได้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของพืช แต่จะทำหน้าที่เป็นโคแอคติเวเตอร์ (Co-activator) หรือ โคเอนไซม์ (Coenzyme) ในปฏิกิริยาสำคัญ ซึ่งเมื่อทำหน้าที่เสร็จแล้วก็สามารถเวียนกลับมาทำหน้าที่ใหม่ได้อีก จึงมีปริมาณเล็กน้อยก็พอเพียง

2. ปัจจัยทางพันธุกรรม

พืชที่ปลูกในสภาพแวดล้อมเหมือนกัน แต่การเจริญเติบโต พัฒนาการ และการให้ผลผลิตต่างกัน เป็นผลมาจากพันธุกรรมของพืชซึ่งเกิดจากความแตกต่างของยีน เมื่อยีนต่างกันทำให้เกิดขบวนการทางสรีรวิทยา เช่น การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตที่แตกต่างกันโดยมีอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้องด้วย (นพรัตน์, 2534) พันธุกรรมถือเป็นลักษณะเด่นประจำตัวของพืช ปกติพืชที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันสามารถจำแนกตามกลุ่มพันธุกรรมได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พืชพันธุ์ป่าหรือพันธุ์ดั้งเดิมยังไม่ได้ปรับปรุงหรือพัฒนาพันธุ์ และพืชพันธุ์ปลูกได้พัฒนาพันธุ์จนใช้ปลูกกันแพร่หลายหรือเรียกว่าพันธุ์เกษตร ซึ่งถือว่าเป็นพันธุ์ที่ดี โดยทั่วไปมนุษย์เรามีการพัฒนาการปลูกโดยเริ่มจากการสังเกตธรรมชาติและเริ่มใช้พืชพันธุ์ป่าปลูกก่อนพืชพันธุ์ดี โดยอาศัยพันธุ์ป่าเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืชขึ้นมาให้เป็นพืชพันธุ์ดี

2.1 พืชพันธุ์ป่า (wild varieties) ลักษณะเด่นของพืชป่าที่สำคัญคือ พืชพันธุ์ป่าจะมีความแปรปรวนสูงมาก ไม่มีความสม่ำเสมอเพราะโครโมโซม (chromosome) กระจายอย่างไม่เป็นระเบียบ ยังไม่ได้รับการรวมให้เป็นหมวดหมู่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ พืชพันธุ์ป่าบางชนิดก็มีการคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติ โดยการพยายามปรับตัวเข้ากับ

สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศของแต่ละท้องถิ่น พืชธรรมชาติที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้แล้วจึงมักจะแสดงลักษณะของพันธุ์แท้ เพราะโครโมโซม (chromosome) ได้รับการจัดระเบียบตามธรรมชาติ

2.2 พืชพันธุ์ปลูก (cultivated varieties) มีลักษณะที่สำคัญคือ มีความสม่ำเสมอมาก หรือมีความคงที่สูง เพราะมีโครโมโซมซึ่งได้รับการจัดระเบียบไว้เป็นหมวดหมู่เป็นอย่างดี มักจะแสดงลักษณะเด่นประจำพันธุ์ ถือว่าเป็นพันธุ์แท้ เป็นพันธุ์ที่ใช้เพาะปลูก โดยทั่ว ๆ ไป พืชพันธุ์ปลูกจะต้องได้รับการปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการของมนุษย์ (สุรพล, 2531) กล่าวคือ

2.2.1 จะต้องมียอดผลิตเพิ่มขึ้น เช่น ผลไม้มีขนาดผลใหญ่ขึ้น น้ำหนักผลมากขึ้น

2.2.2 จะต้องมียอดคุณภาพดีขึ้น ทั้งนี้ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น มีสี สัน รส ขนาด ตรงกับความต้องการ

2.2.3 จะต้องต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดีขึ้น เช่น ข้าวพันธุ์ กข. 1, 3, 5 ต้านทานโรคใบสีส้ม (ธีระ และปราณี, มปป.)

2.2.4 เก็บเกี่ยวได้ง่าย เช่น ทรงพุ่มลำต้นเตี้ย ให้ผลผลิตพร้อมกันและสม่ำเสมอ

2.2.5 จะต้องมีความสามารถในการผลิตเมล็ดดีขึ้น

2.2.6 จะต้องการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี เช่น พื้นที่น้ำน้อย พืชพันธุ์ที่เหมาะสมต้องเป็นพืชทนแล้ง

2.2.7 จะต้องมีการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยสูง ลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจมีพืชพันธุ์ปลูกจะมีอย่างน้อย 1 ข้อ หรือหลาย ๆ ข้อก็ได้

3. ปัจจัยทางฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนเป็นสารอินทรีย์ที่ถูกสร้างขึ้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชแล้วถูกลำเลียงไปใช้อีกที่หนึ่ง โดยฮอร์โมนที่ใช้จะมีความเข้มข้นต่ำและมีปริมาณน้อยมาก กลุ่มเซลล์ที่อยู่ในบริเวณที่ฮอร์โมนจะไปทำหน้าที่นั้นจะมีตัวรับ (receptor molecule) ที่สามารถรับคำสั่งจากฮอร์โมนได้ แต่ถ้าไม่ใช่เซลล์ที่เป็นเป้าหมายในการทำงานของฮอร์โมนเซลล์นั้นจะไม่มีตัวรับ ทำให้ฮอร์โมนไม่มีผลต่อเซลล์นั้น เช่น เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงส่งผ่านฮอร์โมนจะไม่ได้รับผลการกระตุ้นจากฮอร์โมนเลย เพราะไม่มีตัวรับอยู่ในเซลล์ ฮอร์โมนจึงเป็นคล้ายคำสั่งที่ส่งไปยังเซลล์ที่ทำหน้าที่ตามคำสั่งนั้น ตัวอย่างฮอร์โมนพืชที่สำคัญ เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน กรดแอบไซสิก และเอทิลีน

3.1 ออกซิน (auxin) คือ กรดอินโดลแอซิดิก หรือ IAA (indoleacetic acid) ซึ่งมีผลกระตุ้นในพืชหลายประการ พืชจะสร้างฮอร์โมนออกซินขึ้นที่บริเวณปลายยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อนและพบที่ปลายราก ซึ่งออกซินที่ปลายรากนี้คาดว่าอาจไม่ได้สร้างขึ้นเอง แต่ทำการลำเลียงมาจากส่วนอื่น (เรณู, 2545) ผลของออกซินต่อพืชมีดังต่อไปนี้

3.1.1 ทำให้เซลล์ยืดตัว (cell elongation) เช่น ที่ปลายยอดลำต้นมีการสร้างออกซิน IAA เป็นปริมาณมาก ซึ่งมีผลทำให้เซลล์ของปลายยอดยืดตัวและสร้างใบใหม่ขึ้นด้วย

3.1.2 ตายอดเด่นข่มตาข้าง (apical dominance) ดังเห็นได้จากที่ปลายยอดสุดของพืชจะเจริญเติบโตได้ดี แต่ตาข้างจะมีการเจริญน้อยมาก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากตายอดมีการ

สร้างออกซินมากแล้วส่งลงมาให้ตาข้างที่อยู่ต่ำลงมา แต่ตาข้างก็มีการสร้างออกซินได้เองด้วยจึงทำให้ปริมาณมากเกินไป ซึ่งแทนที่จะเป็นผลดีกลับทำให้เกิดการห้ามการเติบโตของตาข้าง ในกรณีนี้ถ้าเด็ดตายอดทั้งก็จะทำให้ตาข้างเจริญได้ตามปกติ

3.1.3 การเจริญเปลี่ยนแปลงสร้างเนื้อเยื่อลำเลียง (differentiation of vascular tissues) ในการเจริญเติบโตของพืชเมืองหนาวพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นหลังจากหน้าหนาวสิ้นสุดลงนั้น ฮอร์โมนออกซินจะกระตุ้นให้วาสคิวลาร์แคมเปียมเริ่มแบ่งเซลล์และยังกระตุ้นให้เซลล์ที่แบ่งได้ใหม่นั้น มีการเจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อไซเลมอีกด้วย

3.1.4 การเกิดรากของกิ่งปักชำ (root initiation) กิ่งปักชำที่ได้รับออกซินจะมีการแตกรากเร็วกว่ากิ่งปักชำตามปกติมาก ซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นของฮอร์โมนออกซินนั่นเอง

3.1.5 การสุกของผล (fruit maturation) ในผลไม้ร้อนจะพบมีฮอร์โมนออกซินมาก คาดว่ามีหน้าที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของผลจนกระทั่งผลนั้นเจริญสุกเต็มที่ ในผลไม้บางชนิดแม้ดอกจะไม่ได้มีการผสมพันธุ์ก็สามารถเจริญเติบโตเป็นผลได้ เพราะมีออกซินมากระตุ้นรังไข่ให้เจริญเติบโตเป็นผล

3.1.6 การโน้มเข้าหาสิ่งเร้า (plant tropism) สิ่งเร้าในที่นี้คือสิ่งที่ทำให้พืชเจริญเข้าหาหรือหันหนีไปทางอื่น เช่น การเจริญของพืชโดยมีแสงมากระตุ้น (phototropism) ซึ่งพบว่าลำต้นจะเจริญเข้าหาแสง (Positive phototropism) ส่วนรากจะเจริญหนีแสง (negative phototropism)

3.2 ไซโทไคนิน (cytokinins) เป็นกลุ่มฮอร์โมนที่มีฮอร์โมนธรรมชาติประกอบอยู่หลายชนิด เช่น ซีเอทิน (zeatin) ไอโซเพนทีนินอะดีนีน (isopentenyl adenine) ฯลฯ ไซโทไคนินมีอิทธิพลสำคัญต่อพืชคือ สามารถกระตุ้นให้รากและลำต้นเจริญไปพร้อม ๆ กัน เช่น พืชที่ปักชำในฤดูหนาวเมื่ออากาศอบอุ่นขึ้น รากจะเริ่มเจริญเติบโตมีการสร้างไซโทไคนินขึ้นที่รากเป็นปริมาณมาก แล้วลำต้นส่งไปให้ปลายยอดลำต้น เป็นผลให้ปลายยอดเจริญเติบโตไปพร้อมกันกับราก เอนโดสเปิร์มก็มีปริมาณไซโทไคนินสูง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเจริญพัฒนาของเอ็มบริโอและเมล็ดด้วย บทบาทของไซโทไคนินที่มีต่อพืช มีดังนี้

3.2.1 กระตุ้นตาให้เจริญเติบโต หลังจากมีการพักตัว

3.2.2 กระตุ้นการแบ่งเซลล์

3.2.3 กระตุ้นให้ผลและเอ็มบริโอมีการพัฒนา

3.2.4 ชะลอการแก่ของใบ

3.3 จิบเบอเรลลิน (gibberellins) หรือ GA ฮอร์โมนกลุ่ม GA มีอิทธิพลต่อพืชดังต่อไปนี้

3.3.1 กระตุ้นให้เซลล์ของลำต้นยืดตัวยาวออก ทำให้ลำต้นสูงขึ้นได้ เช่น พืชบางชนิดตามธรรมชาติจะมีข้อสั้นทำให้ลักษณะต้นเป็นกอเตี้ยติดดิน แต่เมื่อได้รับ GA ทำให้ลำต้นยืดกลายเป็นพืชที่มีต้นสูงขึ้น

3.3.2 กระตุ้นให้พืชที่ยังอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่ และกระตุ้นให้พืชที่โตเต็มที่กลับเป็นพืชที่อ่อนลงได้อีก

3.3.3 เกี่ยวข้องกับการออกดอก

3.3.4 กระตุ้นให้เมล็ดและตา พ้นจากสภาวะการพักตัว

3.3.5 กระตุ้นให้หลุดล่อนองเกอร์ตัวผู้งอก

3.4 กรดแอบซิสิก (abscisic acid) หรือ ABA พืชปกติถ้าได้รับ ABA เข้าไปจะทำให้พืชสามารถทนต่อสภาพผิดปกติได้ดีมาก ในขณะที่พืชคายน้ำมากและกำลังจะเหี่ยว พบว่าปริมาณ ABA จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเมื่อมีปริมาณมากพอแล้วเซลล์ปากใบก็จะปิด (เรณู, 2545) ABA มีอิทธิพลต่อพืชดังต่อไปนี้

3.4.1 กระตุ้นให้พืชมีการพักตัวเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ฤดูหนาว

3.4.2 ทำให้พืชสามารถต้านทานต่อสภาพตึงเครียดได้ดี

3.4.3 ทำให้การเจริญเติบโตลดลงเหลือน้อยที่สุด เช่น กรณีการพักตัวของเอ็มบริโอในเมล็ด

3.4.4 กระตุ้นให้ปากใบปิด

3.5 เอทิลีน (ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสภาพเป็นแก๊ส พบในพืชขณะที่พืชสร้างผล ผลไม้บางชนิดจะมีการสุกอย่างช้า ๆ แต่เมื่อใกล้สุกเต็มที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาในผลไม้บางอย่างรวดเร็ว เช่น แอปเปิ้ลในเซลล์ของผลจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลผนังเซลล์สลายตัวและอ่อนนุ่มลง มีรสและกลิ่นเกิดขึ้น สีของผลเปลี่ยนไปจากขณะที่ยังอ่อน ปรากฏการณ์เหล่านี้ล้วนมีผลมาจากเอทิลีน โดยในช่วงแรกที่ยังอ่อนปริมาณเอทิลีนยังน้อยทำให้การเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างช้า ๆ แต่เมื่อผลไม้ยังเปลี่ยนแปลงไป จะยิ่งกระตุ้นให้เกิดเอทิลีนในปริมาณเพิ่มมากขึ้นและส่งผลต่อผลไม้ให้สุกมากขึ้นและเร็วขึ้นตามลำดับ เป็นการทำให้ผลไม้ค่อย ๆ สุก จนสุดท้ายจะสุกเต็มที่เพราะฤทธิ์จากเอทิลีน ตัวอย่างของผลไม้จำพวกนี้เช่น แอปเปิ้ล อะโวคาโด กล้วย มะม่วง มะเขือเทศ พุริณ ชนุน ฯลฯ อิทธิพลของเอทิลีนต่อพืชมีดังต่อไปนี้

3.5.1 ทำให้เกิดการสุกในผลไม้

3.5.2 ทำให้เกิดโพรงอากาศในรากและลำต้นพืชน้ำ

3.5.3 กระตุ้นให้เกิดขนราก

3.5.4 ทำให้มีการสร้างน้ำยาง (latex) ในพืช

4. สรุป

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชมีผลมาจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ปัจจัยทางพันธุกรรม และ ปัจจัยทางฮอร์โมนพืช โดยปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชประกอบด้วย แสง อุณหภูมิ ดิน น้ำและธาตุอาหาร ส่วนปัจจัยทางพันธุกรรมอันเป็นผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการแตกต่างกันคือความแตกต่างของยีนในพืช ที่เห็นได้ชัด เช่น พืชพันธุ์ป่ามีความแปรปรวนสูงกว่าพืชพันธุ์ปลูก ที่เป็นเช่นนี้เพราะความไม่สม่ำเสมอของโครโมโซมซึ่งเป็นที่ตั้งของยีน และปัจจัยทางฮอร์โมนพืช ซึ่งมีบทบาทให้พืชพัฒนาการแตกต่างกัน อย่างเช่น ฮอร์โมนออกซินมีผลทำให้เซลล์ของปลายยอดยืดตัวและสร้างใบใหม่ ในขณะที่ฮอร์โมนไซโทไคนินกระตุ้นให้ตาเจริญเติบโตหลังจากมีการพักตัว หรือแม้แต่ว่าฮอร์โมนเอทิลีนมีผลทำให้เกิดการสุกในผลไม้เป็นต้น

คำถามวัดการเรียนรู้

1. ความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชอย่างไร
 2. หากพืชขาดแสงเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง
 3. อธิบายสภาพอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช ที่เรียกว่า
 - Cardinal temperature
 - Minimum temperature
 - Maximum temperature
 - Optimum temperature
 4. ดินส่งเสริมการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชอย่างไรบ้าง
 5. พืชขาดน้ำจะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง
 6. อธิบายการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชที่เป็นผลมาจากพันธุกรรม
 6. ยกตัวอย่างอิทธิพลของฮอร์โมนที่มีต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช
-



บทที่

7

การจำแนกประเภทของพืช

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. การจำแนกตามลักษณะการปลูกและดูแลรักษา
 - 1.1 พืชไร่
 - 1.2 พืชสวน
2. การจำแนกทางการเกษตร
 - 2.1 ไม้ผล
 - 2.2 ผัก
 - 2.3 ไม้ดอก
 - 2.4 ไม้ประดับ
 - 2.5 พืชอุตสาหกรรม
 - 2.6 พืชให้แบ่ง
 - 2.7 พืชให้น้ำตาล
 - 2.8 พืชน้ำมันใช้รับประทาน
 - 2.9 พืชน้ำมันที่ใช้แปรรูป
 - 2.10 พืชให้ยีสต์
 - 2.11 พืชถั่ว
 - 2.12 พืชกระตุ้นประสาท
 - 2.13 พืชให้สี
 - 2.14 พืชอาหารสัตว์
 - 2.15 พืชเส้นใย
 - 2.16 พืชให้น้ำยาง
 - 2.17 พืชให้เนื้อไม้
3. การจำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะภูมิศาสตร์
 - 3.1 พืชน้ำ
 - 3.2 พืชที่ลุ่ม
 - 3.3 พืชทุ่งหญ้า

- 3.4 พืชทะเลทราย
 - 3.5 พืชใบเขียวชุ่ม
 - 3.6 พืชผลัดใบ
 4. การจำแนกตามการผลัดใบ
 - 4.1 ไม่ผลัดใบ
 - 4.2 ไม่ผลัดใบหรือเขียวตลอดปี
 5. การจำแนกตามอุณหภูมิที่พืชต้องการ
 - 5.1 พืชเขตร้อน
 - 5.2 พืชกึ่งเขตร้อน
 - 5.3 พืชเขตหนาว
 6. การจำแนกตามอายุของพืช
 - 6.1 พืชฤดูเดียว
 - 6.2 พืชสองฤดู
 - 6.3 พืชหลายฤดู
 7. จำแนกตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง
 - 7.1 พืชคลุมดิน
 - 7.2 พืชสำหรับเป็นปุ๋ยพืชสด
 - 7.3 พืชปลูกเสริมสำรอง
 - 7.4 พืชที่ช่วยบำรุงรักษาพืชปลูกหลัก
 8. การจำแนกทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์
 9. การจำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น
 - 9.1 พืชลำต้นอ่อน
 - 9.2 ไม้เถา
 - 9.3 ไม้พุ่ม
 - 9.4 ไม้ยืนต้น
 10. สรุป
- คำถามวัดการเรียนรู้**

แนวคิด

ชนิดพืชบนโลกทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์ปลูกมีมากมายหลายชนิด มีความแตกต่างกันทั้งลักษณะ รูปร่าง การเจริญเติบโต การปลูก การดูแลรักษา และการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการศึกษา นักวิชาการมีวิธีการจำแนกพืชออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีหลักในการแบ่งที่แตกต่างกันออกไป วิธีการแบ่งที่พบได้แก่ การจำแนกตามลักษณะการปลูกและดูแลรักษา การจำแนกทางพืชสวน การจำแนกทางการเกษตร การจำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะภูมิศาสตร์ การจำแนกตามการผลัดใบ การจำแนก

ตามอุณหภูมิที่พืชต้องการ การจำแนกตามอายุของพืช การจำแนกทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์ และการจำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น (สุรพล, 2531; www.natres.psu.ac.th, 2556; www.agron.agr.ku.ac.th, 2556; Tellstone, 2011)

1. การจำแนกตามลักษณะการปลูกและดูแลรักษา (classification base on planting and nurse)

การจำแนกตามลักษณะการปลูกและดูแลรักษา (ชนะ, 2553) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.1 พืชไร่ เป็นพืชที่ปลูกบริเวณพื้นที่กว้างมาก ไม่พิถีพิถันในการปลูก ไม่มีการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด ปลูกได้ง่ายกว่าพืชสวน ส่วนใหญ่จะเป็นพืชล้มลุก มีอายุในการเก็บเกี่ยวไม่นาน เมื่อให้ผลผลิตแล้วมักจะตายไป พืชกลุ่มนี้ได้แก่

1.1.1 ธัญพืช หมายถึง พืชตระกูลหญ้าที่ใช้เมล็ดเป็นอาหาร เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฯลฯ

1.1.2 พืชน้ำมัน เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ทานตะวัน ฯลฯ

1.1.3 พืชน้ำตาล เช่น อ้อย บีท ฯลฯ

1.1.4 พืชเส้นใย เช่น ปอ ฝ้าย ป่านศรนารายณ์ ฯลฯ

1.1.5 พืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ มันแกว เผือก ฯลฯ

1.1.6 พืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้า ข้าวโพด ฯลฯ

1.2 พืชสวน เป็นพืชที่ต้องดูแลอย่างพิถีพิถัน ดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด มีพื้นที่การปลูกมีขอบเขต การทำการเกษตรมีความประณีตนับตั้งแต่การเพาะเมล็ด การเตรียมดิน กำหนดระยะปลูก การให้ปุ๋ย ให้น้ำ พรวนดิน การป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว พืชกลุ่มนี้ได้แก่

1.2.1 พืชประเภทไม้ผล ได้แก่ พืชที่เราใช้ผลของมันเป็นบริโภค การจำแนกไม้ผลสามารถจำแนกได้ 2 วิธี

1) จำแนกไม้ผลตามขนาดของทรงพุ่ม แบ่งไม้ผลออกเป็น 3 ขนาด คือ

- ไม้ผลขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มหรือระยะปลูกประมาณ 1-3 เมตร ได้แก่ สับปะรด ทับทิม กัลย ฯลฯ

- ไม้ผลขนาดกลาง มีเส้นผ่าศูนย์กลางของพุ่มหรือระยะปลูกประมาณ 4.5 เมตร ได้แก่ ส้ม น้อยหน่า ลำไย ฯลฯ

- ไม้ผลขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มหรือระยะปลูกตั้งแต่ 8 เมตรขึ้นไป ได้แก่ มะม่วง เงาะ ลำไย ลิ้นจี่ ฯลฯ

2) การจำแนกไม้ผลตามอุณหภูมิ แบ่งไม้ผลออกเป็น 3 ประเภท

- ไม้ผลเมืองร้อน (tropical fruit crops) คือไม้ผลที่ต้องการอากาศร้อนและความชื้นสูง หรือต้องการอุณหภูมิสูงจึงจะให้ดอกและผลตก เช่น ลำไย เงาะ ทูเรียน กัลย ขนุน

- ไม้ผลกึ่งเมืองร้อน (sub-tropical fruit crops) คือไม้ผลที่ต้องการอากาศค่อนข้างเย็น (อุณหภูมิประมาณ 4-14 องศาเซลเซียส) ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนที่จะให้ดอก

และผล ถ้าไม่มีช่วงระยะเวลานี้หรือมีแต่ช่วงสั้นเกินไป การให้ดอกและผลจะน้อยลงหรือไม่ให้เลย เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ส้ม

- ไม้ผลเมืองหนาว (temperate fruit crops) คือไม้ผลที่ต้องการอากาศหนาวจัด (0 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า) ระยะเวลาหนึ่งในฤดูหนาว แล้วจึงแตกตา ดอกและผล ในฤดูใบไม้ผลิต่อมา เช่น แอปเปิล สาลี่ ท้อ การจำแนกไม้ผลตามอุณหภูมิบางครั้งก็มีการข้ามเขตกันได้ เช่น ไม้ผลเขตหนาวอาจนำไปปลูกได้ในเขตกึ่งเมืองร้อน ไม้ผลเขตกึ่งเมืองร้อนอาจจะนำไปปลูกในเขตร้อน

3) การจำแนกไม้ผลตามการเจริญเติบโตและลักษณะของลำต้น สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

- ไม้ยืนต้น (tree) เช่น มะม่วง ลำไย เงาะ
- ไม้ผลเป็นเถาเลื้อย (vine) เช่น องุ่น
- ไม้ผลล้มลุกพืชมกอบน้ำ (herbaceous) เช่น สตรอเบอร์รี่

1.2.2 พืชประเภทผัก ได้แก่ พืชที่เราใช้ส่วนต่าง ๆ บริโภคเป็นผัก มักมีลักษณะอวบน้ำมีวิตามินและแร่ธาตุสูง การจำแนกผักสามารถจำแนกได้หลายวิธี

1) การจำแนกผักตามอายุของพืช (life cycle) ได้แก่

- ผักฤดูเดียว เช่น คื่นช่าย แตงกวา ถั่วฝักยาว
- ผักสองฤดู เช่น หอมหัวใหญ่ กะหล่ำปลี
- ผักหลายฤดู เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ชิงช้า

2) การจำแนกผักตามส่วนที่ใช้บริโภค ได้แก่

- ผักกินใบ เช่น ผักกาด กะหล่ำปลี ผักสลัด
- ผักกินลำต้น เช่น หน่อไม้ฝรั่ง กะหล่ำปม
- ผักกินดอกหรือดอก เช่น กะหล่ำดอก บร็อคโคลี่
- ผักกินผล เช่น พริก มะเขือ มะเขือเทศ
- ผักกินฝักหรือเมล็ด เช่น ถั่วต่าง ๆ
- ผักกินราก เช่น ผักกาดหัว แครอท
- ผักกินหัว เช่น มันฝรั่ง หอม กระเทียม

3) การจำแนกผักโดยอาศัยความสามารถในการทนความหนาวเย็น

- hardy vegetables คือผักที่สามารถทนความหนาวเย็นหรือน้ำค้างแข็งโดยไม่เป็นอันตราย มักเป็นผักเมืองหนาว เช่น ถั่วปากอ้า ถั่วลันเตา กะหล่ำปลี ฯลฯ

- half-hardy สามารถทนความหนาวเย็นได้ปานกลาง เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 15-18 องศาเซลเซียส เช่น บีท แครอท เซเลอรี่ ผักกาดหอม ฯลฯ

- tender vegetables ไม่สามารถทนความหนาวเย็นได้เลย มักเป็นผักเมืองร้อน จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25 -30 องศาเซลเซียส ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในที่อากาศเย็น เช่น พืชผักตระกูลแตง ข้าวโพดหวาน มะเขือต่าง ๆ พริก กระเจี๊ยบแดง กระเจี๊ยบ ถั่วฝักยาว ถั่วแขก ฯลฯ

1.2.3 พืชประเภทไม้ดอก-ไม้ประดับ ได้แก่ พืชที่เราใช้ประโยชน์เพื่อความสวยงามแก่อาคารสถานที่และเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ สามารถจำแนกได้หลายวิธี

1) การจำแนกไม้ดอกไม้ประดับตามความมุ่งหมายของการใช้ประโยชน์

- ไม้ดอก หมายถึง พันธุ์ไม้ที่ต้องการดอก สามารถแบ่งเป็น

ไม้ตัดดอก (cut flower) เป็นการปลูกไม้ดอกเพื่อตัดดอกไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ กุหลาบ เบญจมาศ เยอบีร่า หน้าวัว กล้วยไม้ ดอกบัว ไม้ตัดดอกควรมีคุณสมบัติโดยทั่ว ๆ ไปคือ จะต้องมีความสวยงาม สีสดดูตา ก้านดอกยาวและแข็งแรง ทนทานไม่เหี่ยวง่าย กลีบดอกหนา และแข็งแรง

ไม้ดอกกระถาง (potted plant) เป็นการปลูกดอกเพื่อให้มีดอกติดอยู่ที่กระถาง มักจะเป็นไม้ดอกที่มีดอกเด่น ออกดอกเป็นกลุ่ม ๆ ดอกมีสีสันสวยงามสดดูตา ดอกมักบอบบาง ดอกไม่ใหญ่ ก้านดอกไม่แข็งแรงพอที่จะตัดดอกได้ ได้แก่ กล็อกซิเนีย (gloxinia) อัฟริกันไวโอเลต (African violet) โป๊ยเซียน เป็นต้น

ไม้ดอกประดับแปลง (bedding plant) เป็นการปลูกไม้ดอกกลางแจ้ง เพื่อให้มีความงามของดอกติดประดับแปลง เช่น ดาวกระจาย หงอกไก่ กระจับปี่ ผกากรอง เป็นต้น

- ไม้ประดับ หมายถึง พันธุ์ไม้ที่มีความมุ่งหมายและต้องการให้พันธุ์เหล่านี้เป็นเครื่องประดับอาคารสถานที่ต่าง ๆ โดยไม่คำนึงถึงดอกของมัน แต่คำนึงถึงรูปร่าง ความสวยงามของทรวดทรง ลำต้น ใบ เป็นสิ่งสำคัญ สามารถจำแนกเป็น

ใบไม้ (foliage plant) เป็นพันธุ์พืชที่มีรูปร่างลักษณะและสีของใบที่สวยงาม เช่น บอน โกสน เฟิร์น อ้อลาย เป็นต้น

ไม้กระถาง (potted plant) เป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกในกระถางมีรูปทรงกะทัดรัดเหมาะสำหรับการยกไปประดับสถานที่ต่าง ๆ พันธุ์ไม้บางอย่างเมื่อปลูกกับพื้นไม่มีความงดงามแต่เมื่อปลูกในกระถางจะมีความงดงามและเพิ่มความน่าดูมากยิ่งขึ้น เช่น ไม้ในสกุลสวน้อยประแป้ง (Dieffenbachia) ไม้ตระกูลปาล์มบางชนิด เช่น สนฉัตร สนหางสิงห์ เป็นต้น

ไม้พุ่มไม้ยืนต้น นิยมประดับอาคารสถานที่และบริเวณอาคารจะทำให้เกิดร่มเงาและความสวยงามด้วย ได้แก่ โอศก ปาล์มขาว ไม้ หูกวาง หลิว เป็นต้น

ไม้ตัดและไม้แคระ ได้แก่ การปลูกไม้ตัดไทย และพวกบอนไซ

2) การจำแนกพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับตามความต้องการแสง สามารถจำแนกไม้ดอกไม้ประดับได้ 2 จำพวก

- ไม้ในร่ม (indoor plant) ไม้พวกนี้ส่วนใหญ่มีใบหรือดอกที่บอบบาง ไม่สามารถที่จะทนแสงแดดที่จัดเกินไป บางชนิดจะมีอัตราการคายน้ำสูงจะถูกแดดจัด ๆ และอุณหภูมิสูง ไม้พวกนี้เจริญได้ดีในที่ที่มีแสงน้อย หรือที่มีความชื้นสูง ไม้ในร่มที่เป็นไม้ดอก ได้แก่ อัฟริกันไวโอเลต กล็อกซิเนีย กล้วยไม้ หน้าวัว ที่เป็นไม้ประดับ ได้แก่ ไม้สกุลสวน้อยประแป้ง แบบต่าง ๆ เป็นต้น

- ไม้กลางแจ้ง (outdoor plant) ไม้พวกนี้เจริญได้ดีบริเวณที่ได้รับแสงเต็มที่ ใช้ปลูกกลางแจ้ง ถ้าปลูกในร่มจะเติบโตช้า หรือไม่สมบูรณ์ ต้นจะสูง ดอกและใบมีสีซีด ไม่สวยเหมือนปลูกกลางแจ้ง ไม้กลางแจ้งมีอยู่มากมายทั้งที่เป็นไม้ดอกและไม้ประดับ

3) การจำแนกตามลักษณะของต้น สามารถจำแนกได้ 4 ลักษณะด้วยกันคือ

- ไม้เลื้อย (climbing or vine) เป็นพวกที่มีลำต้นเป็นเถาเลื้อย มักนิยมปลูกให้เลื้อยคลุมเรือนต้นไม้ เลื้อยตามรั้ว หรือต้นไม้อื่น ๆ

- ไม้พุ่ม (shrub) เป็นพวกที่มีกิ่งก้านแตกแขนงออกมามากมาย ทำให้รูปทรงเป็นพุ่มรูปต่างๆ ได้ มักชอบขึ้นกลางแจ้ง นิยมปลูกเป็นพุ่มตามขอบสนาม ขอบถนน เช่น ชบา เข็ม เล็บครุฑ เป็นต้น

- ไม้ต้น (tree) เป็นพวกที่มีลำต้นเป็นไม้ยืนต้นมีลำต้นเดี่ยวแตกกิ่งก้านสาขา บริเวณส่วนบนของต้น ให้ร่มและบางชนิดให้ดอกที่สวยงาม ส่วนมากมีอายุยืน เช่น ประดู่ หางนกยูงฝรั่ง ชงโค ตะแบก แคแสด เป็นต้น

- ไม้หัว (bulb, tuber, corm, rhizome) เป็นพวกที่มีลำต้นอยู่ใต้ดิน มีดอกสวยงาม เช่น ชอนกลีน แก้วหน้าม้า วานต่างๆ เป็นต้น

4) การจำแนกไม้ดอกไม้ประดับตามอายุ (life cycle) สามารถจำแนกตามลักษณะนิสัยของอายุได้ 2 ลักษณะ

- ฤดูเดียว (annual) หมายถึง ไม้ดอกไม้ประดับที่เป็นไม้ล้มลุกหรือมีอายุไม่เกิน 1 ปี เช่น บานชื่น ดาวเรือง ฝ้าย เป็นต้น

- หลายฤดู (perennial) หมายถึง พันธุ์ที่มีอายุเกิน 2 ปี อาจจะมีอายุเกิน 100 ปีก็มี จะมีลักษณะแตกต่างกัน มีทั้งที่เป็นไม้ต้นเล็กจนถึงไม้ขนาดใหญ่

5) การจำแนกไม้ดอกไม้ประดับตามถิ่นกำเนิด สามารถจำแนกได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

- ไม้ในป่าหรือไม้พื้นเมือง หมายถึง พันธุ์ไม้ที่มนุษย์นำมาจากถิ่นกำเนิดของมันโดยตรง เช่น นำมาจากป่าตามธรรมชาติที่ขึ้นงอกงามอยู่

- ไม้ลูกผสมและไม้พันธุ์แท้ หมายถึง พันธุ์ไม้ที่มนุษย์นำมาเพาะปลูกเลี้ยงดูให้การเอาใจใส่อย่างดีจนมีความเคยชินกับสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติแตกต่างจากพันธุ์ไม้ธรรมชาติบางพันธุ์มนุษย์ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่และมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างไปจากพันธุ์ป่ามาก

1.2.4 พืชอุตสาหกรรม ได้แก่ พืชที่เรานำมาใช้เพื่อทำอุตสาหกรรม อาจจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ได้ดังนี้

- 1) พืชเครื่องเทศ (spices) เช่น อบเชย กานพลู วานิลลา พริก ผักชี
- 2) พืชเครื่องดื่ม (beverage crops) เช่น ชา กาแฟ โกโก้
- 3) พืชตระกูลปาล์มที่ให้น้ำมัน (oil palm) เช่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว
- 4) พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหย (aromatic crops) เช่น ตะไคร้ ยูคาลิปตัส มะกรูด โหระพา แมงลัก

5) พืชให้น้ำยาง (latexes) คือพืชที่มีน้ำเลี้ยงเป็นสีขาวข้นคล้ายน้ำมัน ใช้ทำยาง เช่น ยางพารา

2. การจำแนกทางการเกษตร (agricultural classification)

การจำแนกทางการเกษตรเป็นการแบ่งแยกหมวดหมู่ของพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรแบ่งออกได้ดังนี้คือ

2.1 ไม้ผล (fruit crops) คือ พืชที่ผลและเมล็ดใช้เป็นอาหาร เช่น กล้วย มะม่วง มะม่วง-หิมพานต์ มะละกอ ลิ้นจี่ เงาะ ทุเรียน มังคุด ลำไย สับปะรด ฝรั่ง ขนุน สาลี่ ชมพู่มะเหมี่ยว อาโวคาโด มะนาว ส้มเกลี้ยง ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะเดื่อเทศ ฝรั่ง น้อยหน่า พุทรา ทับทิม อินทผลัม แอปเปิล สาลี่ ท้อ พลับ เชอร์รี่ สตรอเบอร์รี่ องุ่น

2.2 ผัก (vegetable crops) คือ พืชที่ให้ส่วนอ่อนเป็นอาหาร มีทั้งหัว ราก ใบ ก้าน ลำต้น ยอด ดอก ผล และเมล็ด เช่น มันฝรั่ง มันเทศ ผักกาดหัว แครอท เทอร์นิพ บีท ผักกาดเขียว ผักกาดขาว กะหล่ำปลี คะน้า ตั้งโอ๋ ผักกะเฉด ผักบุ้ง กะหล่ำดอก มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา

2.3 ไม้ดอก (flower plants) คือ พืชที่ให้ดอกเพื่อประโยชน์ในการประดับ เช่น กุหลาบ มะลิ เบญจมาศ หน้าวัว เยอบีร่า แกลดดิโอลัส

2.4 ไม้ประดับ (ornamental plants) คือ พืชที่ใช้ใบ ลำต้น ทรงพุ่ม ในการประดับและให้ร่มเงา เช่น เฟิร์น สน ปาล์ม บอน วาน สาวนน้อยประแป้ง อโศกอินเดีย หางนกยูง จามจุรี

2.5 พืชอุตสาหกรรม (industrial crops) คือ พืชที่ใช้ประโยชน์ในรูปอุตสาหกรรม มักจะเป็นพืชยืนต้น ต้องมีการจัดการและแปรรูปก่อนใช้ประโยชน์ เช่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ขา กาแฟ โกโก้ พืชเครื่องเทศต่าง ๆ พืชยาร และพืชน้ำหอมก็มีกลิ่นหอมใช้ประกอบเครื่องสำอาง คือ พืชให้เมล็ดจำพวกแป้ง (cereal crops) เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาเลย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวไรย์

2.6 พืชให้แป้ง (starch plants) คือ พืชหัวที่ให้แป้ง เช่น มันสำปะหลัง สาหร่าย

2.7 พืชให้น้ำตาล (sugar plants) คือ พืชผลิตสารรสหวานหรือน้ำตาล เช่น อ้อยตาลโตนด บีทหวาน ข้าวโพดหวาน (ลำต้น) หญ้าหวาน

2.8 พืชน้ำมันใช้รับประทาน (edible oil plants) คือ พืชที่ให้น้ำมันใช้รับประทาน เช่น น้ำมันโอลีฟ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าวโพด ถั่วฝักยาว ถั่วลิสง

2.9 พืชน้ำมันที่ใช้แปรรูป (industrial oil plants) คือ พืชที่ให้น้ำมันใช้ในการอุตสาหกรรม เช่น ละหุ่ง ลินสีด ทางตะวัน

2.10 พืชให้ขี้ผึ้ง (wax plants) คือ พืชที่ให้สารขี้ผึ้งจากใบ เช่น ปาล์ม คาร์นوبا (*copernicia cerifera*) และจากเมล็ด เช่น โฮโฮบา (*simmondsia chinensis*)

2.11 พืชถั่ว (pulse or grain legume) คือ พืชที่ให้เมล็ดที่มีคุณค่าทางอาหารเป็นโปรตีนและไขมัน เช่น ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วมะแฮะ ถั่วลูกไก่

2.12 พืชกระตุ้นประสาท (narcotics plants) คือ พืชที่มนุษย์เสพเข้าไปแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทำให้จิตใจมีความสุขไปชั่วขณะหนึ่ง ใช้ส่วนใบดอกผลของพืช เช่น ยาสูบ กัญชา ฝิ่น ชา กาแฟ ฯลฯ

2.13 พืชให้สี (dyes) คือ พืชที่ให้สีในการประกอบอาหารและอุตสาหกรรม เช่น คราม (indigofere tinctoria) ให้สีน้ำเงิน คำฝอยให้สีเหลือง กระเจี๊ยบให้สีแดง เตยให้สีเขียว

2.14 พืชอาหารสัตว์ (forage crops) คือ พืชที่ให้ใบ กิ่ง ก้าน ผล เมล็ด เป็นอาหารสัตว์ เช่น หญ้าขน หญ้ากีนี ถั่วโครบเวอร์ ถั่วกุดชู กระถิน

2.15 พืชเส้นใย (fiber crops) คือ พืชที่ให้ส่วนผลิตผลเป็นเส้นใยใช้ในการทำเครื่องนุ่งห่มและเครื่องใช้ เช่น ฝ้าย ป่าน ลินิน ทุ่น ปอแก้ว ปอกระเจา

2.16 พืชให้น้ำยาง (latexes) คือ พืชที่มีน้ำเลี้ยงเป็นสีขาวข้นคล้ายน้ำนมใช้ทำยาง เช่น ยางพารา

2.17 พืชให้เนื้อไม้ (woods and timbers) คือ พืชที่ขึ้นตามธรรมชาติ หรือปลูกเพื่อใช้ประโยชน์จากเปลือกและเนื้อไม้ในการทำเครื่องใช้ สิ่งก่อสร้าง เยื่อกระดาษและไม้คอร์ก เช่น สัก แดง เต็ง รัง สน ยูคาลิปตัส

3. การจำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะภูมิศาสตร์ (classification based on ecological and geographical distribution)

การจำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ โดยจำแนกตามลักษณะของสภาพแวดล้อมของพืชและภูมิประเทศที่พืชเกิด คือ

3.1 พืชน้ำ (aquatic plants) ได้แก่ พืชที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำ (submerged plants) หรือพืชที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ (floating plants) หรือพืชที่มีบางส่วนอยู่ในน้ำ และบางส่วนอยู่ในอากาศ (amphibious, emerged plants) พืชจะมีใบลำต้นเป็นสีเขียวของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ใบมักจะมียี่ห้อยหุ้มมีเคลือบใบหนา และสามารถจะดูดออกซิเจนและอาหารได้โดยตรงจากน้ำ รากมีขนาดเล็กมากและไม่ค่อยมีสาขา ไม่มีรากขนอ่อน อาจพบรากพองออกเป็นถุง เช่น จอก แห้ว บัว ผักตบชวา ผักกระเฉด หน่อไม้ฝรั่ง หัวจัน

3.2 พืชที่ลุ่ม (boggy plants) ได้แก่ พืชเจริญเติบโตในดินที่อุดมสมบูรณ์และชื้นตลอดตามปกติรากของพืชจะไม่อยู่ในน้ำโดยตรง เพราะถ้าอยู่ในน้ำรากจะเน่าและตายไป เช่น ไม้กระดาด บอน เฟิร์น

3.3 พืชทุ่งหญ้า (pasture plants) ได้แก่ พืชที่ใช้ปลูกในบริเวณกว้างใหญ่เพื่อเลี้ยงสัตว์ต่าง ๆ เช่น วัวควาย แพะ แกะ พืชเหล่านี้อาจเจริญเติบโตได้ในสภาพสิ่งแวดล้อมและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เขตชื้น (humid) ไปจนถึงเขตร้อนกึ่งทะเลทราย (arid, subdesert) ส่วนรูปร่างลักษณะของลำต้นและส่วนที่ใช้ประโยชน์ ตลอดจนคุณค่าทางอาหารขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสภาพแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น หญ้าต่าง ๆ ถั่วต่าง ๆ

3.4 พืชทะเลทราย (desert plants) ได้แก่ พืชที่อยู่ในแถบที่ฝนตกน้อยมาก ประมาณไม่เกิน 10 นิ้วต่อปี พืชเหล่านี้มักจะมีรากแผ่กว้าง แต่ไม่หยั่งลึกลงไปดินและมักมีลักษณะเป็น

พืชอวบน้ำ (succulent) เพื่อเก็บน้ำไว้ภายในใบและลำต้น เช่น กระบองเพชร อาจพบว่ามีใบขนาดเล็ก หรือไม่มีใบเพื่อลดการคายน้ำออกจากต้น

3.5 พืชใบเขียวชุ่ม (evergreen plants) ได้แก่ พืชที่อยู่ในเขตร้อนส่วนมาก และพืชบางชนิดในเขตหนาวและเขตอบอุ่น เป็นพืชที่มีใบเขียวทั้งปี โดยไม่มีการร่วงหล่นของใบในฤดูใบไม้ร่วง และไม่มีการพักตัวในฤดูหนาว เช่น ส้ม ลำไย มะม่วง เยอบีร่า กุหลาบ ขนุน

3.6 พืชผลัดใบ (deciduous plants) ได้แก่ ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มที่อยู่ในเขตอากาศหนาวหรืออบอุ่นที่มีการผลัดใบ โดยในฤดูใบไม้ร่วงใบทุกใบจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือแดง หลังจากนั้นจะเริ่มร่วงจากใบแรกถึงใบสุดท้าย เมื่อฤดูหนาวแล้วพืชทั้งต้นจะไม่มีใบอยู่เลย พืชจะพักตัวตลอดฤดูหนาวเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากความหนาวเย็นของอากาศ และในฤดูใบไม้ผลิถัดมาพืชทั้งต้นจะผลิใบหรือรวมทั้งดอกออกมา เช่น เชอร์รี่ แอปเปิล สตรอเบอร์รี่ องุ่น ท้อ สาลี่

4. การจำแนกตามการผลัดใบ (defoliation)

การพืชจำแนกตามการผลัดใบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

4.1 ไม้ผลัดใบ (deciduous) ต้นไม้ที่เมื่อถึงช่วงเวลาหนึ่งของปี หรือฤดูกาลหนึ่งแล้ว จะมีการผลัดใบ เช่น ไม้ในประเทศเขตหนาวทั่วไป อย่างพารา ฯลฯ

4.2 ไม้ไม่ผลัดใบหรือเขียวตลอดปี (evergreen) ไม่มีการผลัดใบตามฤดูกาล ใบจะเขียวชุ่มตลอดปี ได้แก่ ไม้ที่ขึ้นในเขตร้อนส่วนใหญ่ และจำพวกสนในเขตหนาว ฯลฯ

5. การจำแนกตามอุณหภูมิที่พืชต้องการ (thermo classification)

การจำแนกตามอุณหภูมิที่พืชต้องการเป็นการจำแนกพืชโดยอาศัยอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช แบ่งแยกออกได้คือ

5.1 พืชเขตร้อน (tropical plants) พืชที่ต้องการอุณหภูมิค่อนข้างสูง อยู่ในเขตร้อนย์สูตรและบริเวณใกล้เคียงเส้นศูนย์สูตร พืชเมืองร้อนยังแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

5.1.1 พืชเขตร้อนชื้น (humid tropical plants) คือ พืชที่ต้องการอากาศร้อน และฝนตกชุกและความชื้นสูง เช่น ทุเรียน มังคุด เงาะ ลำไย

5.1.2 พืชเขตร้อนค่อนข้างแล้ง (semi-arid plants) คือ พืชที่ต้องการอากาศร้อน ฝนตกปานกลาง แต่มีความแห้งแล้งเป็นบางช่วงในรอบปี เช่น มะม่วง ขนุน น้อยหน่า

5.1.3 พืชเขตร้อนแห้งแล้ง (arid plants) คือ พืชที่ชอบอากาศร้อนและมีความชื้นในบรรยากาศน้อย เช่น อินทผลัม

5.2 พืชกึ่งเขตร้อน (sub-tropical plants) คือ พืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำแต่ไม่ถึงขั้นมีสภาวะน้ำค้างแข็งหรือหิมะ (ประมาณ 4°C - 14°C) และมีอากาศร้อนไม่ถึงกับทำให้ใบไหม้ เช่น ลิ้นจี่ ลำไย ส้ม

5.3 พืชเขตหนาว (temperate plants) คือ พืชที่ทนต่อความหนาวเย็นประมาณ 0 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้ และมักจะผลัดใบในฤดูหนาว เช่น แอปเปิล สาลี่ ท้อ

6. การจำแนกตามอายุของพืช (plant's age classification)

การจำแนกตามอายุของพืชเป็นการแบ่งแยกพืชออกเป็นหมวดหมู่ อาศัยช่วงการเจริญเติบโตในช่วงชีวิตของพืช แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

6.1 พืชฤดูเดียว (annual plants) ได้แก่ พืชที่ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ต้นกล้างอกออกจากเมล็ด มีการเจริญเติบโตและพัฒนาการจนให้ดอก ผล และเมล็ด โดยใช้ระยะเวลาตลอดชีพจักรนี้ภายใน 1 ปี หรือ 1 ฤดู ส่วนมากเป็นพืชล้มลุก (herbaceous plants) เช่น มะเขือ มะเขือเทศ ดอกดาวเรือง ทานตะวัน

6.2 พืชสองฤดู (biennial plants) ได้แก่ พืชที่ใช้ระยะเวลาตลอดชีพจักรภายใน 2 ปี หรือ 2 ฤดู โดยพืชเหล่านี้แสดงลักษณะของพืชเมืองหนาว คือ พืชต้องการระยะพักตัว (dormant period หรือ dormancy) ตามธรรมชาติระยะหนึ่งหลังจากที่มีการเจริญทางใบและลำต้น การพักตัวนี้จะต้องถูกเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำชั่วระยะเวลาหนึ่งราว 2 เดือนหรือมากกว่านั้น หลังจากนั้นพืชจึงจะมีพัฒนาการให้ดอกและผล เช่น หอมฝรั่ง กะหล่ำปลี ดอกทิวลิป

6.3 พืชหลายฤดู (perennial plants) ได้แก่ พืชที่ใช้ระยะเวลาตลอดชีพจักรภายในเวลามากกว่า 2 ปีขึ้นไป สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

6.3.1 ไม้ยืนต้นอวบน้ำ (herbaceous perennial plants) ได้แก่ พืชที่ลักษณะหัวอวบน้ำ (succulent) ลำต้นประกอบด้วยส่วนที่อยู่บนดิน (shoot) และส่วนที่อยู่ใต้ดิน (root, crown) ลำต้นส่วนที่อยู่บนดินจะมีลักษณะเป็นพืชฤดูเดียว ดังนั้นเมื่อพ้นปีแรกส่วนลำต้นที่อยู่ใต้ดินยังคงมีชีวิตอยู่ และอยู่ในสภาพพักตัวในฤดูถัดมา หลังจากนั้นจึงเจริญแตกส่วนลำต้นบนดินอีกครั้งเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น ว่านสี่ทิศ ว่านแสงอาทิตย์ กล้วยาคา บางชนิดจะไม่มีส่วนใต้ดินหรือส่วนที่อยู่บนดินไม่แสดงลักษณะของพืชฤดูเดียวแต่จะแสดงลักษณะของพืชหลายฤดู ตัวอย่างพืชประเภทนี้ได้แก่ มะละกอ กล้วย กุหลาบหิน โคมญี่ปุ่น ฯลฯ

6.3.2 ไม้ยืนต้นเนื้อแข็ง (woody perennial) ได้แก่ พืชที่มีลำต้นลักษณะเป็นไม้เนื้อแข็ง ความแข็งแรงของเนื้อไม้แตกต่างกันตามความแข็งแรงเหนียวของใบไม้ อาจเป็นไม้ผลัดใบหรือไม่ก็ได้ พืชเหล่านี้สามารถแยกออกได้เป็น 3 พวกย่อย ๆ คือ

- 1) ไม้ยืนต้น (tree) ได้แก่ ไม้ที่มีลำต้นประธาน (trunk, main of central axis) กิ่งก้านสาขาแยกออกจากลำต้นประธานนี้ เช่น สน ทองกวาว โพธิ์ มะขาม ขนุน
- 2) ไม้พุ่ม (shrub) ได้แก่ ไม้ที่ไม่มีลำต้นประธาน แต่มีลำต้น (stem) ที่แตกออกตาม (crown) หลาย ๆ ลำต้น และมีขนาดเล็กเลี้ยกัน เช่น ปักษาสวรรค์ ไม้เตย จาก
- 3) ไม้เลื้อย (vine) ได้แก่ ไม้ที่มีลำต้นที่พองตัวเองไม่ได้ ต้องมีสิ่งรองรับหรือพยุงเอาไว้ เช่น องุ่น กระเทียมเถา เล็บมือนาง

7. จำแนกตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง (specific objectives)

จำแนกพืชตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม

7.1 พืชคลุมดิน (cover crops) ปลูกเพื่อคลุมดิน รักษาความชื้น ป้องกันการชะล้างหน้าดิน และให้ความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน เช่น พืชตระกูลถั่วหลายชนิด

7.2 พืชสำหรับเป็นปุ๋ยพืชสด (green manure crops) ปลูกแล้วไถกลบในพื้นที่ที่พืชนั้นเจริญเติบโตถึงช่วงหนึ่ง เพื่อเป็นปุ๋ยบำรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน มักเป็นพืชตระกูลถั่ว

7.3 พืชปลูกเสริมสำรอง (catch crops) ปลูกพืชเสริมหรือสำรองพืชหลัก เพื่อใช้พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์เต็มที่ หรือประกันความเสียหายที่อาจจะเกิดจากพืชหลัก มักเป็นพืชเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็ว

7.4 พืชที่ช่วยบำรุงรักษาพืชปลูกหลัก (nurse หรือ companion crops) ได้แก่ พืชที่ปลูกเพื่อให้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชหลัก เช่น ปลูกเพื่อให้ร่มเงาให้กับพืชบางชนิดที่ไม่ชอบสภาพแดดจัด เช่น โสนฝรั่ง เป็นต้น

8. การจำแนกทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์ (scientific or botanical classification)

การจำแนกตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์นี้ หมายถึง การจำแนกพืชออกเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการจำแนก ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกให้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันทั้งหมด ซึ่งถือว่าการจำแนกทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากวิทยาการและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้ามากขึ้น แนวความคิดการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตจึงเปลี่ยนไปจากเดิมมาเป็นการจัดสิ่งมีชีวิตตามลักษณะของเซลล์และองค์ประกอบทางเคมี มีระดับเซลล์ที่เหมือนกันหรือคล้ายกันมากที่สุดก็จัดอยู่ในอาณาจักรเดียวกัน

การจำแนกพืชทางหลักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นการจำแนกอย่างละเอียด ต้องการจำแนกในระดับสกุล (genus) และในระดับชนิด (species) เป็นส่วนมากเพราะสามารถจำแนกพืชออกจากกันและเอามาใช้ในการเรียกชื่อพืชต่าง ๆ ได้ ในการจำแนกพืชทางหลักวิทยาศาสตร์ถ้าจำแนกอย่างหยาบพืชยังมีความแตกต่างอย่างเด่นชัด แต่ถ้าจำแนกอย่างละเอียดพืชจะมีความใกล้เคียงกันมองเห็นความแตกต่างได้ยากขึ้น

ลินเนียส (Linnaeus, 1707–1778) ชาวสวีเดน คิดค้นระบบการตั้งชื่อสิ่งมีชีวิต “Binomial Nomenclature” กำหนดชื่อพืช โดยชื่อแรกเป็นชื่อสกุล (genus) ชื่อหลังเป็นชื่อชนิด (species) เมื่อเขียนชื่อสกุลและชื่อชนิด คือ ชื่อวิทยาศาสตร์นั่นเอง ส่วนอักษรต่อท้ายเป็นชื่อย่อผู้ตั้งชื่อพืชนั้น เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ของข้าวคือ *Oryza sativa* L. โดย *Oryza* คือ ชื่อสกุล *sativa* คือ ชื่อชนิด และ L. คือชื่อย่อผู้ตั้งชื่อพืช

การตั้งชื่อพืช การตั้งชื่อพืชหรือสิ่งมีชีวิตมีหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาหลายประการและจะต้องกระทำอย่างมีหลักเกณฑ์สากลทั่วโลก (international code of botanical nomenclature) หลักเกณฑ์ที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไปได้แก่

1. ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชและสัตว์ต่างก็เป็นอิสระไม่ขึ้นอยู่แก่กัน
2. พืชและสัตว์แต่ละหมวดหมู่จะมีชื่อที่ถูกต้องที่สุดเพียงชื่อเดียว
3. ชื่อวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นภาษาลาตินเสมอไม่ว่ารากศัพท์จะมาจากภาษาใดก็ตาม
4. การเขียนหรือการพิมพ์ชื่อวิทยาศาสตร์จะต้องทำให้แตกต่างจากตัวอักษรอื่น ๆ โดยใช้อักษรตัวเอน หรืออักษรตัวทึบ หรือใช้อักษรธรรมดาแต่ต้องขีดเส้นใต้เสมอ

5. การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์จะต้องใช้ระบบ 2 ชื่อ (binomial system) เสมอ คือ ประกอบด้วยคำ 2 คำเสมอ คำแรกเป็นชื่อของสกุล (genus) แล้วตามด้วยชื่อของชนิด (species) การเขียนชื่อคำแรกขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่เสมอ แล้วตามด้วยอักษรตัวเล็ก ชื่อวิทยาศาสตร์อาจจะมีชื่อของผู้ตั้งชื่อต่อท้ายด้วยก็ได้

ในการจำแนกพืชตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์สามารถแบ่งตามลำดับชั้นได้ดังนี้

อาณาจักร (kingdom)

อาณาจักรย่อย (subkingdom)

กลุ่ม (division)

กลุ่มย่อย (subdivision)

ชั้น (class)

ชั้นย่อย (sub Class)

วงศ์ (order)

ตระกูล (family)

สกุล (genus)

ชนิด (species)

ชนิดย่อย (subspecies)

สายพันธุ์ (variety)

ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) (www.itis.gov)

kingdom	<u>plantae</u> – plantes, planta, vegetal, plants
subkingdom	<u>viridaeplantae</u> – green plants
division	<u>tracheophyta</u> – vascular plants, tracheophytes
subdivision	<u>spermatophytina</u> – spermatophytes, seed plants, phanérogames
class	<u>magnoliopsida</u>
order	<u>malpighiales</u>
family	<u>euphorbiaceae</u> – spurge, euphorbes
genus	<u>hevea</u> aubl
species	Hevea brasiliensis (will. Ex a. juss) müll. Arg. – rubber tree



พืชที่มีความสำคัญในทางการเกษตรเป็นพืชที่อยู่ใน Class angiospermae ลักษณะที่สำคัญของพืชในชั้นนี้คือ มีดอกและผล ซึ่งผลเกิดจากการเจริญเติบโตของรังไข่และห่อหุ้มเมล็ดเอาไว้ภายใน

Class angiospermae แบ่งออกได้ 2 ชั้นย่อย (Sub-class) ด้วยกันคือ

1. Subclass monocotyledoneae มีใบเลี้ยงเดี่ยว

1.1 Family gramineae เป็นตระกูลที่สำคัญที่สุด เพราะพืชตระกูลนี้คือ พวกธัญพืชต่างๆ ที่ให้อาหารจำพวกแป้งแก่มนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมาก ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้าต่างๆ ต้นไผ่

1.2 Family palmaceae เป็นไม้ใหญ่และไม้พุ่ม ได้แก่ มะพร้าว ตาล จาก หมาก สาคุ ปาล์ม

1.3 Family liliaceae เป็นไม้ประดับและที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ได้แก่ หอม กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง

1.4 Family orchidaceae เป็นพวกที่อาศัยเกาะอยู่กับต้นไม้อื่น (epiphytes) แต่ไม่ได้อาศัยน้ำ แร่ธาตุอาหารจากต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่ ได้แก่ กล้วยไม้ต่างๆ

- 1.5 Family iridaceae เป็นไม้เนื้ออ่อนยืนต้น เช่น ช่อนกลั่นฝรั่ง (gladiolus)
- 1.6 Family cyperaceae พวกกกต่างๆ
2. Subclass dicotyledoneae มีใบเลี้ยงคู่ มีตระกูลที่สำคัญหลายตระกูล คือ
 - 2.1 Family cruciferae ใช้เป็นอาหารและที่เป็นวัชพืชที่ร้ายแรง ส่วนมากเป็นไม้เนื้ออ่อน (herb) พวกที่ใช้เป็นอาหาร เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คื่นหอย ผักกาดหัว
 - 2.2 Family malvaceae เป็นพืชเส้นใยซึ่งใช้ทอเป็นเครื่องนุ่งห่ม เช่น ปอ ฝ้าย
 - 2.3 Family sclanaceae เป็นอาหารประเภทผัก เช่น มะเขือเทศ มันฝรั่ง พริก มะเขือต่างๆ และยาสูบ ซึ่งใช้ใบยาผลิตบุหรี่และยารักษาโรค
 - 2.4 Family convolvulaceae เป็นพืชลำต้นเลื้อย เช่น มันเทศ ผักบุ้ง
 - 2.5 Family leguminoceae พืชพวกถั่วต่างๆ
 - 2.6 Family compositae เป็นพืชไม้เนื้ออ่อน เช่น เบญจมาศ บานชื่น ทานตะวัน ผักกาดหอม
 - 2.7 Family euphorbiaceae เป็นไม้พุ่มหรือไม้ต้น เช่น ยางพารา มันสำปะหลัง ละหุ่ง มะยม มะไฟ
 - 2.8 Family rosaceae เช่น กุหลาบ แอปเปิ้ล สตรอเบอร์รี่ เชอร์รี่

9. จำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น (classification base on structure and form of stem)

พืชจำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

- 9.1 พืชลำต้นอ่อน (herbaceous) มีลักษณะของลำต้นอ่อนอวบน้ำ มีเยื่อเนื้อไม้แข็งน้อยหรือไม่มี เป็นพืชขนาดเล็ก เช่น ผักขม และผักบุ้ง เป็นต้น
- 9.2 ไม้เถา (vines) ลำต้นเลื้อยไม่มีเนื้อไม้แข็ง เช่น องุ่น เป็นต้น
- 9.3 ไม้พุ่ม (shrubs) ลำต้นเตี้ยมีเนื้อไม้แข็งบ้างพอที่จะชูลำต้นให้ตั้งตรงได้ ต้นหนึ่งๆ จะมีลำต้นหลักหลายต้น
- 10.4 ไม้ยืนต้น (trees) ลำต้นเดี่ยว มีเนื้อไม้แข็งมาก มักเป็นต้นไม้ใหญ่ และสูง

10. สรุป

นักวิชาการจำแนกพืชโดยใช้เกณฑ์แตกต่างกันกล่าวคือ จำแนกตามลักษณะการปลูก และดูแลรักษาพืช จำแนกทางพืชสวน จำแนกทางการเกษตร จำแนกทางนิเวศวิทยาและการแพร่พันธุ์พืชตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ จำแนกตามการผลัดใบ จำแนกตามอายุของพืช จำแนกตามวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง การจำแนกตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์ และจำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้น ซึ่งการจำแนกเหล่านี้จะทำให้ผู้ศึกษา หรือผู้ใช้ประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ มีความสะดวกในการค้นหาหรือใช้ประโยชน์ในงานที่เกี่ยวข้องทางด้านพืชมากยิ่งขึ้น

คำถามวัดการเรียนรู้

1. การจำแนกพืชมีความจำเป็นและสำคัญอย่างไร
 2. การแบ่งแยกหมวดหมู่ของพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรคือการจำแนกแบบใด
 3. การจำแนกตามลักษณะของสภาพแวดล้อมของพืชและภูมิประเทศที่พืชเกิดเป็นการจำแนกแบบใด และแบ่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
 4. จงยกตัวอย่างผักที่จำแนกตามส่วนที่ใช้บริโภค
 5. การจำแนกตามหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือพฤกษศาสตร์มีหลักเกณฑ์อย่างไร
 6. พืชที่จำแนกตามโครงสร้างและทรงของลำต้นแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง พร้อมทั้งยกตัวอย่างพืชแต่ละประเภท
-



บทที่

8

การขยายและปรับปรุงพันธุ์พืช

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. การขยายพันธุ์พืช
 - 1.1 ความหมาย
 - 1.2 ความเข้าใจเบื้องต้น
 - 1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายพันธุ์พืช
 - 1.4 รูปแบบการขยายพันธุ์พืช
2. การปรับปรุงพันธุ์พืช
 - 2.1 ความหมาย
 - 2.2 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช
3. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

การขยายและปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นการทำให้พืชเพิ่มจำนวนมากพอ พร้อมทั้งพัฒนาพันธุ์ให้ได้พืชที่มีคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ดีโดยใช้วิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามชนิดของพืช การขยายพันธุ์แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือการขยายพันธุ์โดยใช้เพศและการขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ ส่วนการปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถทำได้โดย การนำพันธุ์ใหม่เข้ามาปลูก การคัดเลือกพันธุ์ การผสมพันธุ์พืช หรือแม้แต่การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีทำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นต้น

1. การขยายพันธุ์พืช

1.1 ความหมาย

การขยายพันธุ์พืช (plant propagation) หมายถึง การเพิ่มจำนวนต้นพืชและพันธุ์พืชที่มีอยู่ให้มีจำนวนมากขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ส่วน จิรา (2551) ให้ ความหมาย การขยายพันธุ์พืชว่า การทวีจำนวนต้นพืชให้มากกว่าเดิม แต่ไม่ได้รวมถึงการเพิ่มจำนวนต้นพืชด้วยวิธีการนำมาจากที่อื่น

1.2 ความเข้าใจเบื้องต้น

การขยายพันธุ์พืชเป็นพื้นฐานของการเกษตรที่สำคัญ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์และทางศิลปะมาผนวกเข้าด้วยกัน โดยมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช และส่วนประกอบของพืช วิธีการปฏิบัติในการขยายพันธุ์พืชต้องอาศัยทักษะและความชำนาญประกอบกัน การขยายพันธุ์พืชเป็นการมุ่งเน้นที่จะเพิ่มปริมาณของพืชให้มีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะพืชที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ ปกติต้นพืชจะถูกคัดเลือกโดยสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติอยู่แล้ว โดยพันธุ์พืชที่แข็งแรงสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงผันผวนอยู่ตลอดเวลาจะมีชีวิตรอดอยู่ได้ไม่สูญพันธุ์ พืชใดที่อ่อนแอจะตายและสูญพันธุ์ไป การขยายพันธุ์พืชสามารถที่จะช่วยให้พืชเหล่านี้ดำรงพันธุ์อยู่ต่อไปได้ โดยการนำพืชนั้นมาปลูกไว้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและทำการขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณให้มากขึ้นได้ในภายหลัง

1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายพันธุ์พืช

อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้สำหรับการขยายพันธุ์พืชได้แก่

- 1.3.1 มีดสำหรับการขยายพันธุ์
- 1.3.2 กรรไกรตัดแต่งกิ่ง
- 1.3.3 คีมสำหรับตอนกิ่ง ซึ่งจะทำให้ตอนกิ่งมีได้รวดเร็วขึ้น
- 1.3.4 หินลับมีด
- 1.3.5 วัสดุที่อุ้มความชื้น ได้แก่ กาบมะพร้าวและขุยมะพร้าว
- 1.3.6 ทรายหยาบ ถ่านแกลบ ดินร่วนและปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก
- 1.3.7 ถังพลาสติกใสขนาด 4 x 6 นิ้ว (ใช้สำหรับการทาบกิ่งและตอนกิ่ง) ขนาด 8 x 12 นิ้ว (ใช้สำหรับการตอนกิ่ง) และขนาด 20 x 30 นิ้ว (ใช้สำหรับการต่อกิ่งและการปักชำ)
- 1.3.8 กระบะไม้หรือตะกร้าพลาสติกสำหรับเพาะเมล็ด
- 1.3.9 พลาสติกสีและพลาสติกใส สำหรับพันรอยแผลในการทาบกิ่งและการต่อกิ่ง
- 1.3.10 เชือกฟาง ใช้มัดรอยแผลและมัดปากถังพลาสติกสำหรับการต่อกิ่ง ใช้ในการตอนกิ่ง การทาบกิ่งและใช้มัดกิ่งพันธุ์กับไม้หลักสำหรับการชำลงถังพลาสติกดำ
- 1.3.11 สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน เช่น สารไอบีเอ (IBA) เพื่อช่วยกระตุ้นการเกิดรากของกิ่งพันธุ์
- 1.3.12 สารป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น สารเบนโนไมล์ หรือสารคอปเปอร์ออกซิคลอไรด์ เป็นต้น รวมทั้ง อุปกรณ์พ่นสารกำจัดเชื้อรา
- 1.3.13 สารเคมีกำจัดแมลง เช่น สารคาร์บาริล หรือสารคาร์โบซัลเฟน และอุปกรณ์พ่นสารกำจัดแมลง
- 1.3.14 ถังพลาสติกดำหรือภาชนะสำหรับใส่กิ่งพันธุ์เพื่อดูแลในสภาพโรงเรือน

1.4 รูปแบบการขยายพันธุ์พืช

การขยายพันธุ์พืชแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การขยายพันธุ์พืชแบบใช้เพศและไม่ใช้เพศ (วิไลวัลย์, 2549) ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังภาพที่ 8.1

1.4.1 การขยายพันธุ์พืชแบบใช้เพศ (sexual propagation) ได้แก่ การใช้เมล็ด การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด มีข้อได้เปรียบกว่าการขยายพันธุ์โดยวิธีอื่น ๆ หลายอย่าง เนื่องจากสามารถทำได้ง่ายและทำได้เป็นจำนวนมาก โดยเสียต้นทุนต่ำ แต่มีข้อเสียคือมักเกิดการกลายพันธุ์และการออกดอกติดผลใช้ระยะเวลานาน วิธีการเพาะเมล็ดของพืชแต่ละชนิดมีวิธีการที่แตกต่างกัน การเพาะเมล็ดให้ได้ผลดีนั้น จะต้องกระทำด้วยความประณีต มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและเทคนิคในการดำเนินการที่ดีจึงจะทำให้การเพาะเมล็ดประสบผลสำเร็จ การขยายพันธุ์พืชด้วยการเพาะเมล็ดนั้นมีข้อเสียคือเกิดการกลายพันธุ์ ส่วนใหญ่จะได้ลักษณะด้อยกว่าต้นแม่ และให้ผลผลิตค่อนข้างช้าแต่ไม้ผลบางชนิดยังมีความจำเป็นในการขยายพันธุ์จากเมล็ด เช่น มะละกอ มะพร้าว น้อยหน่า หรือการใช้ประโยชน์จากต้นกล้าเพื่อเป็นต้นตอสำหรับการขยายพันธุ์โดยการติดตา ต่อกิ่ง เช่น มะม่วง พืชตระกูลส้ม มะขาม ลำไย ขนุน กระท้อน และมะปราง เป็นต้น การขยายพันธุ์ ไม้ผลด้วยเมล็ดมีข้อดีและข้อเสียตามตารางที่ 8.1



ภาพที่ 8.1 รูปแบบการขยายพันธุ์พืช

ตารางที่ 8.1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสียของการขยายพันธุ์พืชโดยการเพาะเมล็ด

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวก	1. มีการกลายพันธุ์มักไปในทางที่เร็วกว่าต้นแม่พันธุ์
2. ได้ต้นพืชแต่ละครั้งจำนวนมาก	2. การออกดอกและติดผลใช้ระยะเวลานาน
3. ต้นพืชมีระบบรากแก้วค่อนข้างแข็งแรง	3. ต้นพันธุ์ไม่ผลที่มีขนาดใหญ่เช่น มะม่วง มะขาม
4. นำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นต้นต่อ	กระถ่อน ลำไยและลิ้นจี่ มีทรงต้นสูงชะลูด
5. มีโอกาสได้พันธุ์ใหม่จากกลายพันธุ์	

ที่มา: วิไลวัลย์ (2554)

1) ส่วนประกอบและการงอกของเมล็ด เมล็ดพืชประกอบด้วยส่วนที่เป็นคัพภะ อาหารสะสมภายในเมล็ดและเปลือกหุ้ม เมล็ดหลังจากที่เมล็ดถูกแยกออกจากต้นแม่แล้วเมล็ดจะอยู่ในสภาพหยุดเจริญช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อนำเอามาไว้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คัพภะที่อยู่ภายในจะเจริญเป็นต้นพืชใหม่ ขบวนการที่คัพภะภายในเมล็ดเจริญเป็นต้นใหม่นี้เรียกว่า “การงอก” ต้นพืชที่เจริญจากคัพภะในขณะยังเป็นต้นอ่อนอยู่ต้องอาศัยอาหารที่เก็บไว้ในเมล็ดอยู่เรียกว่า ต้นกล้า สำหรับการงอกของเมล็ดมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง

2) ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด การงอกของเมล็ดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการมีชีวิตของเมล็ดพืช การแก้ปัญหาให้เมล็ดงอกดีขึ้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตและการที่เมล็ดอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการงอก (วิไลวัลย์, 2554)

- การมีชีวิตของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่จะนำมาขยายพันธุ์ได้นั้นจะต้องเป็นเมล็ดที่ยังมีชีวิตอยู่ การมีชีวิตนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเมล็ด การที่เมล็ดมีการงอกน้อย อาจมีผลมาจากการเจริญเติบโตของเมล็ดไม่สมบูรณ์ขณะที่ยังอยู่บนต้น หรือได้รับอันตรายขณะที่ทำการเก็บเกี่ยวหรือขบวนการในการผลิตเมล็ดไม่ดีพอ เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการงอกของเมล็ด

- การแก้ปัญหาให้เมล็ดงอกดีขึ้น การปฏิบัติเพื่อช่วยให้เมล็ดงอกดีขึ้น คือการแก้ปัญหาเรื่องการพักตัวของเมล็ด การปฏิบัติบางอย่างสามารถช่วยให้เมล็ดงอกได้ดี การพักตัวของเมล็ดเป็นปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้เมล็ดเพาะไม่งอกหรืองอกน้อย งอกไม่สม่ำเสมอหรืองอกช้า เนื่องจากเปลือกเมล็ดแข็งและหนา น้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ การทำให้เปลือกบางลง เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนตัวลงหรือทำให้เปลือกเมล็ดแตกจะช่วยให้เมล็ดงอกได้ดีและเร็วขึ้น การปฏิบัติเพื่อช่วยให้เมล็ดงอกดีขึ้นคือ การแก้ปัญหาเรื่องการพักตัวของเมล็ดการปฏิบัติบางอย่างสามารถช่วยให้เมล็ดงอกได้ดี เช่น การแช่น้ำ การฝนหรือถูเปลือก การเจาะรู การทุบหรือกะเทาะเปลือก ฯลฯ

การแช่น้ำจะช่วยให้เมล็ดงอกได้ดีและเร็วขึ้น เพราะน้ำจะช่วยให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัว คัพภะสามารถเจริญเติบโตออกมาได้ง่าย ทำให้สารยับยั้งการเจริญเติบโตซึ่งติดมากับเปลือกของเมล็ดบางชนิดหมดไป ทำให้เมล็ดงอกเร็ว ได้ต้นกล้าที่แข็งแรงลดอัตราการเสียหายจากศัตรูบางชนิดที่ทำลายเมล็ด การแช่เมล็ดในน้ำควรใส่น้ำพอท่วมเมล็ดเล็กน้อย

(ปริ่มน้ำ) พวกเมล็ดที่งอกง่ายใช้เวลาแค่ 1-2 วัน ก็พอ นอกจากการแช่เมล็ดโดยตรง อาจทำให้เปลือกเมล็ดอ่อนตัวโดยการห่อเมล็ดด้วยกระดาษที่เปียกน้ำแล้วคอยรดน้ำอยู่เรื่อย ๆ สำหรับวิธีนี้ต้องระวังอย่างให้เมล็ดในห่อนั้นร้อนเกินไป จะทำให้เมล็ดเสียได้

การฝนหรือถูเปลือก โดยใช้กระดาษทรายหรือหินลับมีดหรือฝนกับพื้นซีเมนต์ เพื่อให้เปลือกบางลงและส่วนที่เคลือบเมล็ดหมดไป เมื่อนำไปเพาะน้ำและอากาศผ่านเข้าออกได้ การฝนต้องระมัดระวังอย่าให้ส่วนข้างในได้รับอันตราย โดยเฉพาะส่วนที่เป็นจุดเจริญหรือคัพพะ ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ หากได้รับการกระทบกระเทือนมากอาจทำให้เมล็ดนั้นตายเพาะแล้วไม่งอกได้

การเจาะรูหรือตัดบางส่วนของเปลือกเมล็ดออกบ้าง มักใช้กับเมล็ดขนาดใหญ่ซึ่งจะเจาะหรือตัดได้ง่าย การเจาะหรือตัดเปลือกเมล็ดบางส่วนนี้ให้ทำตรงข้ามกับคัพพะเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้คัพพะเป็นอันตราย ตัวอย่างของเมล็ดพวกนี้ เช่น น้อยหน่า ละมุด มะม่วง โดยใช้กรรไกรตัดเปลือกหุ้มเมล็ดตรงข้ามกับคัพพะออก (ตรงที่สับ ๆ) หรือในกรณีผลมะพร้าว ถ้าใช้มีดเฉือนเปลือกตรงด้านข้างผลออกบ้าง ก็จะช่วยให้มะพร้าวนั้นงอกได้เร็วขึ้น

การทุบหรือกะเทาะเปลือกเอาเนื้อเมล็ดข้างในออกมาเพาะ ในพวกที่เปลือกเมล็ดหนาหรือแข็งมาก มักใช้วิธีทุบให้เปลือกแตกก่อนนำไปเพาะ หรือกะเนื้อในออกมาเพาะ การทุบหรือการกะเทาะต้องทำด้วยความระมัดระวัง อย่าให้แรงมากจนทำให้เนื้อในเป็นอันตราย ก่อนจะทุบควรทิ้งให้เมล็ดแห้งและหลวมตัวเสียก่อนหรือเมล็ดคลอน คือเนื้อเมล็ดหลุดตัว ไม่ติดกับเปลือกเมล็ด อย่างเช่น เมล็ดพุทรา เมล็ดมะม่วง นิยมกะเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออกทั้งหมดก่อนนำไปเพาะจะทำให้งอกเร็วและได้ต้นกล้าที่แข็งแรง

- การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น การใช้สารจิบเบอเรลลิน (GA) ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เมล็ดมะละกอกงอกเร็วกว่าปกติประมาณ 4 วัน การใช้สารจิบเบอเรลลินช่วยให้การงอกเร็วขึ้นแต่ไม่ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก แต่การใช้เอทธิฟอนความเข้มข้น 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตรกับเมล็ดมะละกามีผลเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกเร็วขึ้น การใช้เอทธิฟอน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นจาก 42.5 เป็น 64.2 และงอกเร็วขึ้นประมาณ 6 วัน

- การที่เมล็ดอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการงอก เมล็ดจะต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสม สภาพที่เหมาะสมจะต้องประกอบไปด้วย น้ำ อุณหภูมิ แสงและออกซิเจน

น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการงอกของเมล็ด โดยเมล็ดจะดูดน้ำเข้าไปภายในเมล็ดแล้วเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ มีผลทำให้เมล็ดงอก แปลงเพาะเมล็ดจำเป็นต้องมีความชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา แต่ไม่ถึงกับมีน้ำขังแฉะ การเตรียมดินแปลงเพาะหรือวัสดุที่ใช้เพาะเมล็ดจึงมีความสำคัญ ถ้าเพาะเมล็ดด้วยดินควรเป็นดินที่ร่วนซุย สามารถอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี เป็นดินละเอียดเพื่อจะได้สนิทกับเมล็ด ทำให้เมล็ดดูดน้ำจากดินได้ง่าย

อุณหภูมิ มีความสำคัญต่อการงอกของเมล็ด โดยเฉพาะพืชที่ปลูกในเขตหนาว ส่วนในเขตอบอุ่นมักไม่ค่อยพบปัญหานี้สักเท่าไร แต่โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิที่สูงจะช่วยเมล็ดงอกได้เร็วขึ้นและยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้วย

แสง โดยทั่วไปแล้วแสงไม่ค่อยมีบทบาทในการงอกของเมล็ดมากนัก นอกจากพืชบางอย่างเท่านั้น ที่แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ด คือช่วยให้เมล็ดงอก หรือยับยั้งการงอกของเมล็ดได้ แสงจะมีบทบาทในการเพาะเมล็ดสองประการคือ เกี่ยวกับการงอกของเมล็ดและเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นกล้า

ออกซิเจน การเพาะเมล็ดที่เพาะบนผิวดิน ไม่มีปัญหาในเรื่องนี้ ส่วนพวกที่เพาะเมล็ดโดยการฝังเมล็ดอาจจะเกิดปัญหาเรื่องเมล็ดขาดออกซิเจนได้ เนื่องจากการฝังเมล็ดลึกเกินไป หรือน้ำท่วมแปลงเพาะ เป็นต้น มีผลทำให้เมล็ดไม่งอกได้เช่นเดียวกัน หรือทำให้ต้นกล้าเล็ก ๆ ที่งอกออกมาแล้วชะงักการเติบโต เป็นต้น ซึ่งจะพบเสมอในแปลงเพาะปลูกที่เป็นดินเหนียว หลังจากฝนตกหนักเมล็ดจะจมดินและขาดออกซิเจน ทำให้การงอกของเมล็ดช้ากว่าปกติ ดังนั้นการเตรียมแปลงเพาะให้โปร่ง ร่วนซุยเพื่อให้อากาศและน้ำถ่ายเทได้สะดวก จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

3) วิธีการเพาะเมล็ด การเพาะเมล็ดที่ทำการอยู่โดยทั่วไปนั้น ทำได้ 2 วิธี คือ การเพาะในภาชนะและการเพาะในแปลงเพาะ เมล็ดที่จะนำมาเพาะต้องเป็นเมล็ดที่ได้จากต้นแม่ที่สมบูรณ์และแข็งแรง ควรเลือกเมล็ดที่เต่ง มีน้ำหนักดี เมล็ดไม่อยู่ในระยะพักตัว ไม่มีเมล็ดพืชชนิดอื่นหรือวัตถุอื่นเจือปนและเมล็ดต้องปราศจากโรคแมลงทำลาย มีผลทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง

- การเพาะในภาชนะ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการต้นกล้าพืชไม่มากนักหรือต้องการย้ายต้นกล้าลงภาชนะอื่นอีกครั้ง ภาชนะที่ใช้เพาะอาจเป็นกะละมัง กะละมังเพาะชำ กระถางเคลือบที่มีรูระบายน้ำหรือตะกร้าพลาสติก และการเพาะลงถุง ส่วนวัสดุที่ใช้เพาะชำนั้นควรโปร่งอุ้มน้ำได้พอสมควร มีธาตุอาหารอย่างเพียงพอสำหรับให้กับกล้าพืชตามปกติ คือประมาณ 30-45 วัน มีน้ำหนักเบา ปราศจากโรคแมลง แร่ธาตุที่เป็นพิษ และไม่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำเกินไปที่จะทำให้กล้าพืชได้รับอันตราย วัสดุที่ใช้เพาะเมล็ดได้แก่ ดินร่วน ทราย และขี้เถ้ากลบ ในการเพาะเมล็ดควรมีการพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แมนโคแซบ หรือเบนโนมิล ผสมสารป้องกันกำจัดแมลง เช่น คาบาร์ลิล และสารจับใบ ฉีดครั้งแรกเมื่อต้นกล้าเริ่มงอก และการพ่นสารกำจัดแมลงควรดูการระบาดของแมลงด้วย อาจฉีดทุก ๆ 2-4 สัปดาห์แล้วแต่ชนิดของพืช

- การเพาะในแปลงเพาะ การเพาะแบบนี้เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการต้นกล้าจำนวนมากกว่า ส่วนใหญ่ทำในฤดูกาลปกติ การเตรียมพื้นที่ เลือกพื้นที่มีวัชพืชน้อย ดินมีความสมบูรณ์พอควร ไม่เป็นที่สะสมโรคและแมลง ทำการกำจัดวัชพืชและเก็บวัชพืชต่าง ๆ ออกให้หมด การเตรียมแปลงเพาะควรให้หัวท้ายของแปลงอยู่ในแนวทิศเหนือ - ใต้ ขนาดของแปลงปกติ ประมาณ 1 x 5 เมตร ถ้าดินเหนียวควรจะพรวนดินตากแดดขนาดของก้อนดินจะต้องไม่เกินหัวแม่มือ เมื่อดินแห้งแล้วจึงใส่ปุ๋ยคอกลงไปดิน อาจใส่ปูนขาวเล็กน้อยหรืออาจใส่แกลบเพื่อให้ดินร่วนซุย ทำการเพาะเมล็ดโดยการโรยเมล็ดในแปลงเพาะเป็นแถว ซึ่งจะง่ายต่อการถอนย้าย หรือใช้ไม้ขูดทำร่องเล็กๆ แล้วนำเมล็ดมาวางในร่อง หรือถ้าเป็นเมล็ดใหญ่อาจใช้วิธีขุดฝังเมล็ดแล้วทำการกลบดินประมาณ 2-3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเมล็ด

ทำรุ่มให้แก่ต้นกล้าในแปลงเพาะและดูแลรักษาต้นกล้าอย่างสม่ำเสมอ เช่น การรดน้ำทุกวัน การป้องกันกำจัดวัชพืช โรคและแมลงที่รบกวน

1.4.2 การขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (asexual propagation) การขยายพันธุ์พืชที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้เพศเป็นการใช้ส่วนต่าง ๆ ของพืช อาจเป็น ราก ลำต้น กิ่ง ใบ ตา ยอด หน่อ ไหล มาทำให้เกิดรากและต้นใหม่ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปักชำ การตอนกิ่ง การติดตา การทาบกิ่ง และการต่อกิ่ง ฯลฯ ข้อสำคัญของการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศควรทำความเข้าใจถึงส่วนประกอบต่างๆ ของต้นพืชเสียก่อนว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างและแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ การขยายพันธุ์พืชที่ไม่ใช้เพศมีข้อดีและข้อเสียดังแสดงในตารางที่ 8.2

1) การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้ส่วนของต้นพืชและอาศัยรากตัวเอง มีวิธีการขยายพันธุ์ดังต่อไปนี้

- การปักชำ (cutting) รูปแบบการขยายพันธุ์ที่สามารถทำได้คือ
 - การปักชำราก (root cutting) เช่น สาเก สน ขนุน
 - การปักชำใบ (leaf cutting) เช่น ต้นคว่ำตายหงายเป็น ต้นดาช ตะกั่ว วานหางเสือ
 - การปักชำกิ่ง (stem cutting) เช่น ฤาษีผสม เบญจมาศ มั่นเทศ
- การตอนกิ่ง (layering) เป็นการทำให้กิ่งพืชเกิดรากขึ้น ขณะที่ยังติดอยู่กับต้นแม่เมื่อกิ่งได้ออกรากดีแล้วก็ตัดไปปลูก การตอนกิ่งมีหลายวิธี เช่น
 - การตอนกิ่งโดยวิธีฝังยอด (tip layering)
 - การตอนกิ่งโดยวิธีง่าย ๆ (simple layering) เช่น มะลิ
 - การตอนกิ่งโดยวิธีตอนซ้อน (compound layering) เช่น เถา มั่นเทศ ตีนตุ๊กแก
 - การตอนกิ่งโดยวิธีขุดร่อง (trench layering) เช่น ผลไม้บางชนิดที่ออกรากยาก
 - การตอนกิ่งโดยวิธีตอนอากาศ (air layering) ซึ่งมีการตอนแบบควั่น กิ่ง กรีดรอบกิ่ง และแบบปาด ใช้กับผลไม้และไม้ดอกทั่ว ๆ ไป
- การใช้หน่อ ไหล เช่น พวงตรعر กุลหญ้า กล้วย สับปะรดเป็นต้น
- การแบ่งแยก เป็นการขยายพันธุ์พืชให้มีปริมาณมากขึ้นโดยใช้ลำต้นพิเศษ เช่น หอม กระเทียม ขิง ข่า เป็นต้น
- การขยายพันธุ์ในสภาวะปลอดเชื้อ (aseptic method of micro-propagation) คือการนำเอาส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช เช่น ชี้นเล็ก ๆ ของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล คัพภะ (embryo) หรือเนื้อเยื่อ (callus tissue) มาเลี้ยงในสภาวะปลอดเชื้อ

ตารางที่ 8.2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการขยายพันธุ์พืชที่ไม่ใช้เพศ

ข้อดี	ข้อเสีย
1. พืชบางชนิดไม่สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดได้ เช่น กล้วย สับปะรด น้อยหน่าพันธุ์ไม่มีเมล็ด องุ่นพันธุ์ไม่มีเมล็ด และฝรั่งพันธุ์ไม่มีเมล็ด 2. ได้ต้นพันธุ์ที่มีลักษณะเหมือนต้นพันธุ์เดิม (ไม่กลายพันธุ์) 3. การขยายพันธุ์ด้วยการปักชำและการตอนกิ่ง กิ่งพันธุ์ที่ได้จะมีระบบรากไม่แข็งแรงเหมือนต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ด 4. ต้นพันธุ์มีการออกดอกและติดผลได้เร็ว 5. สามารถเปลี่ยนยอดพันธุ์ดี ตามที่ต้องการได้	1. วิธีการติดตา ทาบกิ่งและต่อกิ่งต้องอาศัยทักษะและความชำนาญในการปฏิบัติ 2. ต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์หลายอย่าง 3. กิ่งพันธุ์สามารถแพร่และกระจายโรคไปกับกิ่งพันธุ์ได้ 4. กิ่งพันธุ์มีขนาดใหญ่ทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการขยาย

ที่มา: วิไลวัลย์ (2554)

2) การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยใช้ส่วนของต้นพืชและอาศัยรากจากต้นอื่น มีวิธีการขยายพันธุ์ดังต่อไปนี้

- การต่อกิ่ง (grafting) ซึ่งต่อเพื่อต้องการเชื่อมหรือประสานเนื้อของพืชทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน เนื้อของพืชสองส่วนนั้น ส่วนหนึ่งเรียกว่ากิ่งพันธุ์ดี อีกส่วนหนึ่งเรียกว่าต้นตอ

กิ่งพันธุ์ดี (scion) คือ ส่วนของกิ่งพืชที่ต้องการเอามาต่อซึ่งประกอบด้วยตาที่กำลังพักตัว เพื่อนำมาติดกับต้นตอแล้วจะกลายเป็นส่วนของต้นพืชและเจริญเป็นต้นหรือกิ่งของต้นใหม่ที่ต่อขึ้น

ต้นตอ (rootstock or understock or stock) คือส่วนที่อยู่ต่ำกว่ารอยต่อ ทำหน้าที่เป็นระบบรากของต้นพืชที่นำมาต่อขึ้น

- การทาบกิ่ง (approach grafting) คือการนำต้นพืชสองต้นซึ่งต่างก็ยังมีรากและยอดเหมือน ๆ กัน มาทำให้เชื่อมติดกันเป็นต้นเดียวกัน หลังจากที่เราเชื่อมกันสนิทดีแล้วจึงทำการตัดยอดต้นตอเหนือรอยต่อ และตัดกิ่งพันธุ์ดีใต้อยอดต่อ แต่บางครั้งการตัดจะค่อย ๆ ทำทีละน้อยเพื่อให้ต้นพืชรู้ตัวแทนที่จะตัดทันทีทันใด การต่อแบบนี้ทำได้ทุกฤดูกาล แต่ต้นพืชจะติดได้ดีในฤดูที่พืชอยู่ในระยะเจริญเติบโตเท่านั้น

- การติดตา (techniques of budding) มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับการต่อกิ่ง การติดตานี้กิ่งพันธุ์ดีมีตาเพียงตาเดียวอยู่บนส่วนแผ่นเปลือก ซึ่งอาจจะมีเนื้อไม้หรือไม่ก็ได้

2. การปรับปรุงพันธุ์พืช

การปรับปรุงพันธุ์พืชจำเป็นต้องใช้ศาสตร์ (วิทยาศาสตร์) และศิลป์ที่ ว่าเป็นวิทยาศาสตร์คือ นักปรับปรุงพันธุ์ต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจ

ว่าพันธุ์ไหนดีที่สุด วิทยาการด้านต่าง ๆ เหล่านั้นได้แก่ ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ โรคและแมลง สถิติเพื่อการวางแผนและวิเคราะห์ผลทดลอง ฯลฯ ส่วนศิลป์หรือศิลปะที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องใช้คือ การสังเกตและตัดสินใจว่า พืชต้นใดดีหรือเลว ตรงกับความต้องการของคนหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องมีความชำนาญและคุ้นเคย กับพืชชนิดนั้น ๆ เป็นอย่างดี จึงจะสามารถคัดต้นที่ดีออกมาจากต้นที่ไม่ดีได้ เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์พืชมากยิ่งขึ้น จะได้กล่าวรายละเอียดเกี่ยวกับความหมายและวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไป

2.1 ความหมาย

การปรับปรุงพันธุ์พืช (crop improvement) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงพันธุกรรมของพืช เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม ซึ่งอาจหมายถึงพันธุ์ที่ดีกว่าในแง่ของผลผลิต คุณภาพ ความต้านทานโรคและแมลง อายุเก็บเกี่ยว หรือทรงต้น และการเจริญเติบโต (e-book.ram.edu, 2013)

2.2 วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช

วิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นทำได้หลายวิธี แต่ที่มักทำการปรับปรุงพันธุ์แบ่งเป็นวิธีหลัก ๆ ได้ 4 วิธีดังนี้ (e-book.ram.edu, 2013; สุทัศน์, 2553)

2.2.1. การนำพันธุ์ใหม่เข้ามาปลูก (plant introduction) วิธีนี้เป็นการนำพันธุ์ดีจาก ต่างประเทศเข้ามาปลูก ซึ่งถ้าพันธุ์ที่นำเข้ามาสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแห่งใหม่ได้ ก็สามารถใช้ปลูกขยายพันธุ์ต่อไปได้เลย ซึ่งนับว่าเป็นวิธีที่สะดวก ประหยัด และรวดเร็วที่สุดวิธีหนึ่ง แต่โดยความเป็นจริงแล้วพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ ที่นำเข้ามาปลูกนี้ มักจะไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแห่งใหม่ได้ดีนัก จึงอาจจะต้องทำการ คัดเลือกพันธุ์ขึ้นมาใหม่อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะเผยแพร่เป็นพันธุ์ต่อไป ตัวอย่างพืชนำเข้าเช่น ปี พ.ศ. 2463 หม่อมเจ้าสิทธิพร กฤดากร ได้นำข้าวโพด 2 พันธุ์ คือ Maxican june¹ และ Nicholson yellow dent² มาทดลองปลูกที่ตำบลบางเบิด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อได้ผลดีมีการเผยแพร่ปลูกกันทั่วไป

2.2.2 การคัดเลือกพันธุ์ (selection) สามารถทำได้โดยคัดเลือกพันธุ์พืชพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่เพื่อหาพันธุ์ที่ดีที่สุดเพียงพันธุ์เดียว พันธุ์ที่มีอยู่นี้อาจได้มาจากการรวบรวมพันธุ์จากท้องถิ่นต่าง ๆ ทั้งในประเทศหรือต่างประเทศก็ได้ หลังจากที่ได้ปลูกพันธุ์ต่าง ๆ เหล่านี้เพื่อดูความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม จะคัดพันธุ์ที่ดีที่สุดไว้เพียง 1-2 พันธุ์เท่านั้นเพื่อเผยแพร่เป็นพันธุ์ต่อไป

2.2.3 การผสมพันธุ์พืช (hybridization) เป็นการผสมพันธุ์พืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์กัน เพื่อให้ได้พืชชนิดใหม่ หรือพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ดีกว่าเดิมซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1) การผสมภายในสายพันธุ์ (intravarietal hybridization) คือ การนำพืชสายพันธุ์เดียวกันมาผสมกันเอง เพื่อรักษาพันธุ์ให้คงที่ เช่น การทำพันธุ์บริสุทธิ์ เป็นต้น

2) การผสมข้ามสายพันธุ์ (interspecific hybridization) คือ การนำพืชคนละชนิดมาผสมกันเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม เช่น การผสมระหว่างถั่วลิสงพันธุ์เพาะปลูก กับ ถั่วลิสงพันธุ์ป่า เพื่อให้ได้ถั่วลิสงชนิดใหม่ที่มีความต้านทานต่อโรคดีขึ้น

3) การผสมข้ามสกุล (intergeneric hybridization) หมายถึง การนำพืชคนละ พวก (genus) มาผสมกัน เช่น การผสมพันธุ์ระหว่างข้าวสาลีกับหญ้า (*Triticum*

¹ Maxican june เป็นข้าวโพดเมล็ดสีขาวหัวบุบ

² Nicholson yellow dent เป็นข้าวโพดเมล็ดสีเหลืองหัวบุบ

monococcum X *Aegilops speltoides*) ทำให้ได้ข้าวสาลีพันธุ์ใหม่ที่ต้านทานต่อโรคราสนิมได้ดี การผสมระหว่างข้าวสาลีกับข้าวไรย์ (*Triticum aestivum* X *Secale cereale*) ทำให้เกิดธัญพืชชนิดใหม่ในโลกเรียกว่า *Triticale* เป็นต้น

2.2.4 การทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยการนำต้นพืชหรือชิ้นส่วนของพืช เช่น เมล็ด หัว ท่อนพันธุ์ ฯลฯ ไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมเพื่อสร้างพืชพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาให้มีลักษณะพิเศษ ซึ่งหาไม่ได้ในธรรมชาติ เช่น ลักษณะต้านทานโรคและแมลง สีของดอกหรือใบ ฯลฯ การทำให้เกิดการกลายพันธุ์นี้ อาจทำได้โดยใช้สิ่งที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutagens) เช่นการใช้รังสี แสงอุตราไวโอเลต และสารเคมี

1) รังสีชนิดต่าง ๆ (ionizing radiation) เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา ซึ่งเป็นรังสีที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

2) แสงอุตราไวโอเลต (ultraviolet radiation) ซึ่งเป็นแสงที่มีความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่ 10^{-6} ถึง 10^{-5} นาโนเมตรและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

3) สารเคมี (chemical mutagens) เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติ ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ขึ้นได้ เช่น mustard gas, ethyl methane sulfonate (EMS) ฯลฯ

การกลายพันธุ์นี้ปกติเกิดขึ้นได้เองในธรรมชาติ แต่เกิดในอัตราที่ต่ำมาก การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินี้เรียกว่า สปอนเตเนียสมิวเตชัน (spontaneous mutation) ซึ่งตรงข้ามกับการกลายพันธุ์ที่เราชักนำให้มันเกิดขึ้นโดยใช้รังสีหรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ซึ่งการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์นี้เรียกว่า Induced mutation

3. สรุป

การขยายพันธุ์แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือการขยายพันธุ์โดยใช้เพศและการขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ สำหรับวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การนำพันธุ์ใหม่เข้ามาปลูก การคัดเลือกพันธุ์ การผสมพันธุ์พืชและการทำให้เกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งทั้งนี้ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดพืชทั้งวิธีหรือรูปแบบการขยายพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์

คำถามวัดการเรียนรู้

1. การขยายพันธุ์พืชแบบใช้เพศและไม่ใช้เพศแตกต่างกันอย่างไร
 2. การตอกิ่งอากาศใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นอะไรบ้าง
 3. จงอธิบายวิธีการเพาะเมล็ดในแปลงเพาะทำได้อย่างไรหรือมีขั้นตอนอะไรบ้าง
 4. ต้นคว่ำตายหงายเป็น ต้นดาษตะกั่ว ว่านหางเสื่อ เหมาะที่จะขยายพันธุ์แบบใด
 5. ท่านมีวิธีการใดบ้างที่จะแก้ปัญหาการพักตัวของเมล็ดพืช
 6. การปรับปรุงพันธุ์พืชคืออะไร
 7. การปรับปรุงพันธุ์พืชทำอย่างไรได้บ้าง
-



บทที่

9

การปลูกและการบำรุงรักษา

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. วิธีการปลูกพืช
 - 1.1 การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง
 - 1.2 การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก
 - 1.3 การปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืช
2. ข้อพิจารณาในการเลือกวิธีการปลูก
 - 2.1 การเกิดรากใหม่
 - 2.2 ระบบราก
 - 2.3 ขนาดของเมล็ด
 - 2.4 แรงงานและต้นทุน
3. การบำรุงรักษาพืช
 - 3.1 การให้น้ำหรือการชลประทาน
 - 3.2 การพรวนดิน
 - 3.3 การใส่ปุ๋ย
 - 3.4 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 - 3.5 การตัดแต่งกิ่ง
4. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

ความสำเร็จของการปลูกพืช ผู้ปลูกควรศึกษาวิธีการปลูกพืช โดยวิธีการที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ การปลูกด้วยเมล็ดโดยการหว่านหรือปลูกเป็นแถว การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก ตลอดจน การปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืช หลังจากปลูกพืชแล้วควรมีการบำรุงรักษาพืชนั้น เช่น ให้น้ำ พรวนดิน ใส่ปุ๋ย ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ตัดแต่งกิ่ง เพื่อให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตและให้ผลผลิต คุณภาพตามต้องการ

1. วิธีการปลูกพืช

วิธีการปลูกพืชแบ่งเป็นวิธีใหญ่ๆ ได้ 3 วิธี คือ การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก และการปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืช (จำเริญและคณะ, 2543)

1.1 การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง (direct seeding) การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงอาจกระทำได้โดยวิธีการดังนี้คือ

1.1.1 การหว่าน (broadcasting) มีทั้งการหว่านด้วยมือและด้วยเครื่องจักรกล (จำเริญและคณะ, 2543 และ Kathryn and Ian, 2011) เช่น เครื่องหว่านข้าวแห้งติดรถแทรกเตอร์ (ภาพที่ 9.1) การหว่านใช้กับพืชบางชนิดที่เมล็ดพันธุ์ราคาถูก เพราะการปลูกโดยวิธีนี้จะสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์มาก อย่างเช่น ข้าวนาหว่านจะใช้เมล็ดในอัตราปลูก 1-2 ถังต่อไร่ หรือการปลูกข้าวฟ่างแบบหว่านจะใช้เมล็ดอัตราปลูกประมาณ 3-4 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกด้วยวิธีนี้เกษตรกรจะต้องมีความชำนาญในการหว่าน มิเช่นนั้นจะทำให้ต้นกล้าที่งอกขึ้นมาแน่นเกินไปจนทำให้ต้นพืชแคระแกร็น หรือทำให้โรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่าย แต่เกษตรกรแก้ปัญหาโดยวิธีการถอนแยก (thinning) เพื่อจัดระยะปลูกให้เหมาะสมจึงจะได้ผล



ภาพที่ 9.1 เครื่องหว่านข้าวแห้งติดรถแทรกเตอร์
ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2013)

1.1.2 การปลูกเป็นแถว (row planting) การปลูกโดยวิธีนี้มีการจัดระยะปลูกค่อนข้างแน่นอน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

1) การโรยเป็นแถว (drill planting) การปลูกแบบนี้มีการจัดระยะระหว่างแถวแน่นอน แต่ระยะระหว่างต้นไม่แน่นอน เช่น การปลูกข้าวฟ่าง หรือพืชผักบางชนิด การโรยเมล็ดในแถวถี่ห่างเท่าไรขึ้นกับอัตราปลูกที่ต้องการหลังจากต้นกล้างอกขึ้นมาแล้ว จึงทำการถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นที่ต้องการ เช่น การปลูกข้าวฟ่างโดยเป็นแถวจะถอนแยกให้เหลือ 10 ต้นต่อแถวยาว 1 เมตร

2) การหยอดเป็นหลุม (hill planting) วิธีนี้จะมีการกำหนดระยะระหว่างต้นและระหว่างแถวแน่นอน เช่น การปลูกข้าวโพด ถั่วเหลือง แตงโม เป็นต้น แต่ทั้งนี้เมล็ดที่หยอดในแต่ละหลุมขึ้นอยู่กับอัตราปลูกที่ต้องการ ซึ่งปกติจะเผื่อไว้กรณีที่เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอก

ต่ำหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม และหลังจากต้นกล้าออกขึ้นมาแล้วจึงถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นในแต่ละหลุมตามที่ต้องการ ดังตารางที่ 9.1 นอกจากนี้ปัจจุบันได้มีเครื่องหยอดเมล็ดแบบต่าง ๆ ที่สามารถหุ้नแรงเกษตรกรได้ (ภาพที่ 9.2)

ตารางที่ 9.1 ชนิดพืช ระยะปลูก จำนวนเมล็ดที่หยอดต่อหลุม และจำนวนต้นต่อหลุมที่เหลือหลังจากถอนแยก

ชนิดพืช	ระยะปลูก (ซม.)		จำนวนเมล็ดต่อหลุม	จำนวนต้นต่อหลุม
	ระหว่างแถว	ระหว่างหลุม		
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	75	75	4-5	3
ข้าวโพดหวาน	75	25	4-5	2
ข้าวโพดฝักอ่อน	75	30	4-5	3
ข้าวฟ่าง	60	30	6-7	3
ถั่วเหลือง	50	20	4-5	4
ถั่วฝักยาว (แบบแถวคู่)	75	50	3-4	2
ถั่วลิสง	30-35	20-25	2-3	2-3
ถั่วเขียว	50	20	3-4	2-3
งา	50	5-10	3-4	1-2
ละหุ่งพันธุ์พื้นเมือง	300	300	2-3	1
ละหุ่งพันธุ์อายุสั้น	100	50	2-3	1
ฝ้าย	100-150	50	5-7	1

ที่มา: จำเริญและคณะ (2543)



เครื่องหยอดเมล็ดสองปาก



รถเข็นหยอดเมล็ด

ภาพที่ 9.2 เครื่องหยอดเมล็ด

ที่มา: www.bdcountrylife.com (2013)

ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการปลูกด้วยเมล็ด มีดังต่อไปนี้

1) ความลึกของการปลูก (depth of planting) โดยปกติแล้วขนาดของเมล็ดจะมีความสัมพันธ์กับความลึกในการปลูกด้วย คือเมล็ดขนาดใหญ่มีอาหารสำรองมากกว่าเมล็ดขนาดเล็ก ดังนั้นต้นกล้าที่งอกออกมาย่อมมีสมรรถภาพในการยึดตัวได้ดีกว่า และสามารถงอกแทงโผล่ผิวดินออกมาได้ดีกว่าเมล็ดขนาดเล็ก นอกจากนี้ชนิดของการงอกก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับ ความลึกในการปลูกด้วย คือเมล็ดที่มีการงอกแบบไฮโปจีล (hypogeal) สามารถปลูกได้ลึกกว่าเมล็ดที่มีการงอกแบบอีปีจีล (epigeal) เพราะการงอกแบบอีปีจีลนั้นต้นกล้าต้องชูใบเลี้ยง (cotyledon) ขึ้นมาเหนือดิน นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้วลักษณะของดินก็มีส่วนในการพิจารณาถึง ความลึกในการปลูกด้วย คือถ้าดินร่วนโปร่งสามารถหยอดเมล็ดได้ลึกกว่าในสภาพดินแน่น

2) การสัมผัสของเมล็ดกับดิน (seed-soil contact) นับว่าเกี่ยวข้องกับการเตรียมดิน และสำคัญมากกับการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง คือต้องพยายามทำให้เมล็ดได้สัมผัสกับดินเพื่อสามารถดูดน้ำจากดินมาใช้ในการงอกได้ นั่นคือต้องอย่าทำให้ดินเกาะกันเป็นก้อนใหญ่ ต้องพยายามย่อยดินให้ร่วนซุย แต่ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้ดินแน่นด้วย

3) อัตราการปลูกและการกระจายตัวของต้นพืชที่เหมาะสม (proper rate and distribution) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการปลูกและการกระจายตัวของพืชมีดังต่อไปนี้

- เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด เมล็ดพันธุ์ที่ดีที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความบริสุทธิ์สูงจะเป็นตัวช่วยให้จำนวนต้นกล้าที่งอกขึ้นมาต่อหน่วยพื้นที่เป็นไปตามที่ต้องการ
- ความสามารถในการแข่งขัน ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของทรงพุ่ม พืชที่มีทรงพุ่มใหญ่การปลูกจะใช้อัตราปลูกต่ำ เช่นเดียวกับพืชที่มีการแตกกอหรือมีทรงพุ่มแผ่ออกก็ใช้อัตราปลูกต่ำเช่นกัน ยกเว้นในบางพืชเช่น ปอแก้ว ปอกระเจา ที่ต้องปลูกให้ถี่เพื่อลดการแตกกิ่งแขนงตามลำต้น

- อิทธิพลของสภาพแวดล้อม นับว่ามีส่วนสำคัญมากโดยเฉพาะชนิดของดินที่แตกต่างกัน ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และอุ้มน้ำได้ดีจะช่วยให้พืชเจริญได้เป็นปกติใช้อัตราปลูกที่ต้องการ ไม่ควรสูงนัก แต่ในกรณีที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและอุ้มน้ำได้ไม่ดีจะมีผลทำให้พืชแคระแกร็น การแตกกอน้อย ส่วนในสภาพเช่นนี้ควรเพิ่มอัตราปลูกให้สูงขึ้นเพื่อให้พืชขึ้นคลุมทั่วพื้นที่และได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง นอกจากนี้ลักษณะของดินและลมฟ้าอากาศและวันปลูก (Planting date) นับว่ามีอิทธิพลมาก เกษตรกรในประเทศไทยปลูกพืชโดยอาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการกำหนดวันปลูกให้เหมาะสมกับฤดูกาลจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะจะมีผลถึงการใช้อัตราปลูกและผลผลิตที่จะได้รับ ตัวอย่างเช่น ข้าวโพดที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนและปลูกด้วยอัตราปลูกสูงให้ผลผลิตสูงกว่าและมีจำนวนต้นที่ปราศจากฝักน้อยกว่าการปลูกล่าช้าออกไปปลายฤดู

4) เวลาในการปลูก การปลูกพืชตามปกติแล้วควรให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมมากที่สุด เพราะพืชต้องการการเจริญเติบโตช่วงหนึ่งทางลำต้น คือมีการแตกกิ่งก้านและสร้างใบให้มากที่สุดเพื่อสังเคราะห์แสงและสะสมอาหารได้เต็มที่ ซึ่งจะส่งผลไปถึงการให้ผลผลิตที่สูงขึ้นต่อไปด้วย ดังนั้นการปลูกพืชจึงไม่ควรปลูกให้ช้ากว่าช่วงการปลูกที่เหมาะสม

1.2 การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก (transplanting) การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูกประกอบด้วยขั้นตอน 2 ขั้นตอนที่สำคัญคือ การเตรียมกล้าและการย้ายปลูก

1.2.1 การเตรียมกล้า การเตรียมกล้าเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นการทำให้ต้นกล้าแข็งแรงเมื่อย้ายปลูกไปในแปลงปลูกและทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี มีการเจริญเติบโตต่อไปได้อย่างรวดเร็ว การเตรียมกล้าจำเป็นต้องเพาะเมล็ดก่อน ซึ่งมี 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1) การเพาะกล้าในแปลงเพาะ (seedbed method) เป็นการเพาะเมล็ดในแปลงเพาะที่เตรียมไว้อย่างดี ซึ่งวิธีการเตรียมแปลงเพาะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น การตกกล้า¹ สำหรับการปลูกข้าวนาดำ ก็ต้องเตรียมที่สำหรับการหว่านเมล็ดข้าวโดยเฉพาะ ซึ่งผิดกับการปลูกยาสูบซึ่งต้องยกแปลงเพาะขึ้นมาเป็นรูปแปลง แต่ทั้งนี้แปลงที่เพาะกล้าควรจะต้องมีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง ปราศจากเชื้อ เมื่อเตรียมแปลงเพาะให้เรียบร้อยแล้วจึงนำเมล็ดมาหว่านหรือโรยเป็นแถว จากนั้นจึงรดน้ำแล้วหาวัสดุมาคลุมหรือพรางแสง ถ้าต้นกล้าที่ออกขึ้นมาแน่นเกินไปควรทำการถอนแยกออกบ้าง

2) การเพาะกล้าในกระบะ (seedbox method) วิธีนี้ใช้กับพืชที่ไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม การถอนย้ายกล้าแบบลำราก (bare root) เช่น ไม้ดอกและพืชผักบางชนิด การเพาะโดยวิธีนี้ใช้กระบะขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูงประมาณ 7 เซนติเมตร สำหรับขนาดของกระบะขึ้นกับความสะดวกในการขนย้าย ที่ก้นกระบะต้องมีช่องระบายน้ำ วัสดุที่ใช้เพาะควรเป็นส่วนผสมของทรายหยาบ ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักเก่า ในอัตราส่วน 1:1:1 และต้องฆ่าเชื้อก่อนที่จะนำไปเพาะกล้า การเพาะกล้าในกระบะเพาะนี้มักจะโรยเมล็ดเป็นแถวให้ช่วงแถวห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร และกลบผิวหน้าดินบาง ๆ นอกจากการเพาะในกระบะนี้แล้วอาจเพาะในถ้วยกระดาษหรือกระตักก็ได้ วิธีนี้จะทำให้รากของต้นกล้าไม่กระทบกระเทือนเวลาย้ายลงปลูกในแปลงปลูก

¹ การตกกล้า หมายถึง การเอาเมล็ดข้าวที่เรียกว่าข้าวเปลือกไปหว่านในถังอกและเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นกล้า

การเตรียมต้นกล้าก่อนการย้ายปลูก เป็นสิ่งจำเป็นทั้งนี้เพราะหลังจากเมล็ดเริ่มงอกขึ้นมาแล้วต้องมีการดูแลรักษาอย่างดี ต้องมีการรดน้ำให้พอเหมาะ โดยพิจารณาจากความชื้นของดินในแปลงเพาะ เพราะถ้ารดน้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดโรคได้ง่าย เมื่อต้นกล้าโตได้ขนาดแล้วก่อนที่จะย้ายปลูกต้องทำให้ต้นกล้าอยู่ในสภาพพร้อมที่จะย้ายปลูก ซึ่งเรียกว่าการทำให้ต้นกล้าแข็งแรง (hardening) ควรทำในระยะ 7-10 วันก่อนการย้ายปลูก โดยรดน้ำให้น้อยลงและให้ต้นกล้าได้รับแสงแดดเต็มที่

2.2 การย้ายปลูก โดยขนย้ายกล้ามายังแปลงปลูก สำหรับต้นกล้าที่ถอนจากแปลงเพาะพยายามอย่าให้ต้นกล้ากระทบกระเทือนมาก จากนั้นนำกล้างปลูกตามหลุมที่ได้เตรียมไว้ในแถวปลูก การปลูกเราจะใช้ช้อนปลูกขุดหลุมให้ลึกพอควร แล้วนำต้นกล้างปลูกไม่ควรให้ต้นกล้าอยู่ลึกหรือตื้นเกินไป จากนั้นเอาดินกลบโคนต้นกล้า ใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางสอดไประหว่างโคนต้นกล้าแล้วกดดินที่โคนต้นกล้าให้แน่น แล้วรดน้ำให้ชุ่มพอควร ปกติการย้ายปลูกต้นกล้าควรทำในตอนเย็นเพื่อลดปัญหาแสงแดดจัดในเวลากลางวัน และต้นกล้าจะตั้งตัวได้ในวันรุ่งขึ้น หากต้นกล้ายังเหี่ยวอยู่ควรหาวัสดุคลุมกันแสงแดดเพื่อช่วยให้ต้นกล้าตั้งตัวได้เร็วขึ้น

1.3 การปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืช (vegetative structure planting) เป็นการปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์ซึ่งมีตาข้างอย่างน้อย 2-3 ตา อาจจะเป็นส่วนซึ่งตัดมาจากลำต้นโดยตรง (Stem cutting) ซึ่งนิยมทำกับอ้อยและมันสำปะหลัง หรือท่อนพันธุ์ที่นำไปปักชำแล้ว (Rooted cutting) การปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์นี้ ควรเตรียมดินโดยไถเปิดร่องให้ห่างกันประมาณ 1.50 เมตร และให้ร่องลึกประมาณ 15-25 เซนติเมตร จากนั้นนำท่อนพันธุ์ปลูกในร่องซึ่งห่างกันประมาณ 1-1.50 เมตร การปลูกท่อนพันธุ์ในร่องควรกระทำดังนี้

1.3.1 ถ้าหากดินแห้งหรือมีความชื้นในดินน้อย ให้วางท่อนพันธุ์ขนานกับพื้นดิน และกลบดินเพียงเล็กน้อย การวางท่อนพันธุ์เช่นนี้เพื่อให้ท่อนพันธุ์มีโอกาสใช้ความชุ่มชื้นในดินมากที่สุด

1.3.2 ถ้าดินมีความชุ่มชื้นปานกลาง ให้ปักท่อนพันธุ์ทำมุม 45 องศากับระดับพื้นดิน

1.3.3 ถ้าหากดินมีความชุ่มชื้นสูงหรือดินเปรี้ยว ให้ปักท่อนพันธุ์ทำมุม 90 องศากับระดับพื้นดิน เพื่อป้องกันท่อนพันธุ์เน่า

2. ข้อพิจารณาในการเลือกวิธีการปลูก

การปลูกทั้ง 3 วิธีที่กล่าวแล้วข้างต้น วิธีที่นิยมใช้กันมากคือ การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง เพราะทำได้ง่ายและประหยัดแรงงาน ซึ่งนิยมใช้กับการปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ รองลงมาคือการปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก ใช้กับพืชที่ต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมในช่วงแรกหลังจากออกมาจากเมล็ด คือเป็นช่วงต้นกล้าที่ยังอ่อนแอ ส่วนการปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืชนั้นใช้กับพืชที่ไม่สะดวกในการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เพราะติดเมล็ดได้ยากหรือติดเมล็ดได้น้อย หรือใช้วิธีขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนเจริญของพืชสะดวกกว่า เช่น อ้อยและมันสำปะหลัง เป็นต้น ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงเหตุผลอย่างกว้างๆ การที่จะพิจารณาให้ละเอียดลงไปว่า พืชใดควรปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงหรือปลูกโดยวิธีการย้ายกล้าปลูกมีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 การเกิดรากใหม่ เนื่องจากกระบวนการที่ทำการย้ายปลูกรากพืชจะขาดเสียหาย ทำให้พืชตั้งตัวได้ช้า พืชจะเจริญได้เป็นปกติเมื่อมีรากใหม่งอกขึ้นมา พืชที่มีรากงอกขึ้นมาใหม่ได้ช้า ได้แก่ ข้าวโพด ถั่ว และแตงโม เป็นต้น เพราะมีสารซูเบอร์ิน (suberin) เคลือบอยู่ในระยะที่มีการงอกและยับยั้งการเกิดรากใหม่ จึงมีการชะงักการเจริญเติบโต ซึ่งต่างกับพืชบางชนิด เช่น กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ที่ย้ายปลูกได้ดีเพราะมีรากงอกขึ้นมาใหม่ได้ง่าย สรุปคือว่าพืชใดที่ออกรากใหม่ได้ช้าควรปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง

2.2 ระบบราก สำหรับพืชบางชนิดโดยเฉพาะพวกพืชหัว ที่ผลิตได้จากส่วนของราก แก้วที่ขยายตัวขึ้นเพื่อสะสมอาหาร เช่น ผักกาดหัว (chinese radish) และแครอท (carrot) เป็นต้น ซึ่งพืชพวกนี้จำเป็นต้องปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง เพราะถ้าปลูกโดยวิธีย้ายกล้าจะมีผลทำให้รากแก้วขาดเสียหาย ทำให้การลงหัวผิดปกติหรือไม่ลงหัว

2.3 ขนาดของเมล็ด เมล็ดพืชบางชนิดมีขนาดเล็กมาก เช่น ยาสูบ ซึ่งมีอาหารสะสมอยู่ในเมล็ดน้อย ตลอดจนถึงกล้ามีขนาดเล็กมาก ดังนั้นในช่วงที่เป็นต้นกล้าอ่อนถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมก็จะทำให้ต้นกล้าอ่อนแอต่อการถูกทำลายของโรคและแมลงได้ง่าย พืชพวกนี้จึงนิยมปลูกโดยวิธีย้ายกล้า เพราะต้องมีการดูแลรักษาอย่างดีในระยะที่เป็นต้นกล้า ต่างกับพืชที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ เช่น ข้าวโพด ถั่ว พืชพวกนี้มีอาหารสำรองในเมล็ดมากจึงใช้อาหารในการช่วยกระตุ้นในการงอกได้ดีกว่า ต้นกล้าจึงแข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าพืชพวกที่มีเมล็ดขนาดเล็ก

2.4 แรงงานและต้นทุน เพราะการปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงจะประหยัดแรงงานกว่า ส่วนการปลูกด้วยต้นกล้าต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าแรงงานในการเตรียมแปลงเพาะกล้า การดูแลรักษาต้นกล้า การขนย้ายกล้า และการปลูกต้นกล้า แต่ข้อเสียของการปลูกด้วยเมล็ดคือ ใช้ปริมาณเมล็ดมากกว่าการปลูกโดยวิธีย้ายกล้าประมาณ 3-4 เท่า ด้วยเหตุนี้การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีมีราคาแพงควรปลูกด้วยวิธีย้ายกล้าเพราะจะช่วยประหยัดเมล็ดพันธุ์ลงได้ แต่ต้องพิจารณาการเกิดรากใหม่ ระบบราก และขนาดเมล็ดประกอบด้วย

3. การบำรุงรักษาพืช

การบำรุงรักษาหลังจากได้ปลูกพืชแล้วเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช คือมีผลต่อผลผลิตที่จะได้ตามมา ถ้าหากว่ามีการบำรุงรักษาที่ดีผลผลิตที่ได้จะดีด้วย แต่ถ้าหากมีการบำรุงรักษาไม่ดีผลผลิตที่ได้ก็จะไม่ดีตาม ทำให้ขาดทุนหรือได้กำไรไม่คุ้มทุน การบำรุงรักษาทำได้โดย การให้น้ำ การพรวนดิน การใส่ปุ๋ย การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และการตัดแต่งกิ่ง เป็นต้น

3.1 การให้น้ำหรือการชลประทาน การให้น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อพืชมากเพราะเกี่ยวข้องกับการใช้แร่ธาตุในดินและปุ๋ยให้เกิดประโยชน์ เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและสารละลายให้เกิดประโยชน์แก่พืช ข้อที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับการให้น้ำแก่พืช (วิไลวัลย์, 2554) มีดังนี้

3.1.1 ปริมาณน้ำที่ให้แก่พืช การให้น้ำแก่พืชจะให้น้ำปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1) ชนิดของพืช พืชแต่ละชนิดต้องการน้ำในการเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน พืชที่มีการคายน้ำดี เช่น เงาะ ชมพู่ ข้าว ย่อมมีความต้องการน้ำมากกว่าพืชที่คายน้ำช้า

2) ระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยปกติพืชต้องการน้ำมากในระยะการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านสาขา (vegetative phase) มีระยะวิกฤติ (critical period) ก่อนการออกดอกที่ไม่ต้องการน้ำ แต่เมื่อติดดอกและผลแล้วก็ต้องการน้ำมากอีก และจะลดน้อยลงไปเมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยว ดังนั้นให้น้ำกับพืชจะต้องให้ถูกต้องกับระยะการเจริญเติบโตที่พืชต้องการน้ำ

3) วิธีการที่น้ำผ่านลงดิน เมื่อน้ำตกถึงผิวดินน้ำส่วนหนึ่งจะซึมเข้าไปในดิน น้ำ ส่วนที่เหลือจะไหลไปตามผิวดินออกจากที่เพาะปลูก การที่น้ำจะซึมผ่านลงดินได้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น น้ำจะซึมผ่านดินที่ร่วนซุย มีผิวน้ำหยาบขรุขระได้ดีกว่าดินที่แน่นและผิวเรียบ วัสดุคลุมดินที่สามารถช่วยคลุมความชื้นได้ดีจะช่วยให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย อุณหภูมิที่สูงจะทำให้ให้น้ำซึมลงดินได้ดีกว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า เพราะพืชจะคายน้ำเมื่ออุณหภูมิสูง และระยะเวลาการให้น้ำจะมีผลต่อการซึมน้ำ เพราะถ้ามีระยะเวลานานพอการซึมน้ำย่อมซึมได้ดีกว่า

3.1.2 คุณภาพของน้ำ คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการชลประทานเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา โดยเฉพาะน้ำที่ได้มาจากแหล่งใหม่ ๆ การตรวจสอบคุณภาพของน้ำควรทำเป็นระยะ ๆ ตลอดปี เพราะเราจะเชื่อมั่นใจว่าน้ำที่ใช้ในการชลประทานนั้นเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับพืชที่ปลูก ถ้าน้ำมีปริมาณแร่ธาตุสูงเราต้องให้น้ำแก่พืชบ่อยครั้งขึ้น การให้น้ำแก่พืชแต่ละครั้งจะต้องให้น้ำในปริมาณมากกว่าปกติเพื่อทำให้แร่ธาตุที่เกินมานั้นชะไปกับน้ำที่ไหลซึมลงสู่ใต้ดิน คุณภาพของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและสถานที่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับพืชที่ปลูก

3.1.3 วิธีการให้น้ำ วิธีการให้น้ำแก่พืชมีวิธีการหรือกระบวนการอยู่หลายลักษณะ ได้แก่

1) การให้น้ำโดยแรงคน ถือว่าเป็นวิธีการให้น้ำทั่ว ๆ ไป เหมาะสำหรับพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็ก ข้อดีคือต้นพืชทุกต้นได้รับน้ำตามความต้องการ เครื่องมือราคาถูกไม่ซับซ้อน ถ้ามีพื้นที่มากขึ้นก็ต้องใช้แรงงานคนมากขึ้น หรือมีการดัดแปลงระบบการให้น้ำโดยใช้เครื่องจักรเข้าช่วย ตัวอย่างการให้น้ำโดยใช้แรงคนได้แก่ การใช้บัวรดน้ำ การตักรด การใช้เรือขนาดเล็ก ติดตั้งเครื่องสูบน้ำหันท่อฉีดพ่นเข้าหาแปลงปลูกพืช

2) การให้น้ำแบบร่อง (furrow system) การให้น้ำวิธีนี้จะปล่อยให้ น้ำไหลไปตามร่องระหว่างแถวที่ปลูกพืช น้ำที่ไหลไปตามร่องระหว่างแถวนั้นก็ซึมลงสู่ดินและพืชจะได้รับน้ำจากดินที่ดูดซับน้ำเอาไว้ นั่น การให้น้ำแบบร่องมีสิ่งที่ควรพิจารณา ได้แก่ แถวพืชที่ปลูกไม่ควรยาวเกินไป โดยเฉพาะในดินทราย ไม่ควรยาวเกิน 100 เมตร เพราะดินทรายซึมน้ำได้ง่าย ความลาดลาดเทของพื้นที่ไม่ควรใหญ่เกินไปและควรเป็นท้องแบนเพื่อให้ผ่านในดินได้มากขึ้น การให้น้ำแบบร่องเหมาะสำหรับการปลูกพืชที่มีเนื้อที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ สามารถใช้ได้ดีกับพืชต้นใหญ่ ไม่เหมาะกับพืชอายุสั้น ๆ

3) การใช้น้ำแบบน้ำท่วมแปลง (flooding system) จะต้องมีการเตรียมพื้นที่ให้ขังน้ำได้ การให้น้ำจะทำได้โดยการปล่อยน้ำให้ท่วมเนื้อที่ขนาดใหญ่ทั้งแปลง เป็นวิธีการที่สูญเสียน้ำมากและเพิ่มวัชพืชด้วย เหมาะสำหรับดินทุกชนิดที่มีการดูดซึมของน้ำไม่สูงและไม่ต่ำนัก ไม่เหมาะกับดินทรายเพราะดูดซึมน้ำได้เร็วเกินไป

4) การให้น้ำแบบพ่นฝอย (sprinkler system) วิธีนี้บางครั้งเรียกว่าการให้น้ำระบบฉีดพ่น (Sprinkler system) หรือระบบเหนือพื้น (over head system) สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทย่อยคือ

- ประเภทส่งสูง (high post) ประเภทนี้มีท่อพ่นน้ำต่อจากท่อส่งน้ำตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าต้นพืช
- ประเภทส่งต่ำ (low post) ประเภทนี้มีท่อพ่นน้ำต่อจากท่อส่งน้ำที่ตั้งอยู่ในระดับต่ำกว่าต้นพืช

การให้น้ำระบบพ่นฝอยต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง คือจะต้องมีเครื่องสูบน้ำพร้อมอุปกรณ์ฉีดพ่น มีข้อดีตรงที่ให้น้ำพืชได้อย่างสม่ำเสมอ การพังทลายของดินมีน้อย แต่มีข้อเสียคือเปลืองน้ำและค่าใช้จ่าย โรคแมลงวัชพืชระบาดได้ง่าย และอาจทำให้ผลผลิตเสียหายได้

5) การให้น้ำแบบหยด (drip irrigation) คือ การให้น้ำต่อพืชอย่างช้า ๆ ในเขตรากหาอาหาร เป็นวิธีการประหยัดน้ำ ลดการสูญเสียน้ำจากการซึมหายไปดินหรือไหลไปที่อื่น ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืช ผลมีคุณภาพดีและแก่เร็วขึ้น สามารถควบคุมการให้น้ำได้ เหมาะสำหรับการให้น้ำในฤดูร้อนหรือเขตค่อนข้างแห้งแล้ง

6) การให้น้ำใต้ผิวดิน (sub-irrigation system) วิธีนี้เหมาะกับดินที่มีความลึกของดินล่างประมาณ 3-5 ฟุต และดินล่างมีสมบัติการเก็บกักน้ำได้ปล่อยให้ไหลไปสู่ดินชั้นล่างที่ลึกกว่า การให้น้ำวิธีนี้ทำได้โดยการวางท่อลึก 18-24 นิ้ว และวางห่างแถวละ 20 ฟุต ท่อน้ำจะมีรูโดยรอบเมื่อปล่อยน้ำ น้ำก็จะไหลซึมรูไปยังระดับรากพืช สามารถป้องกันการระเหยน้ำได้ดี ป้องกันการพังทลายของดิน ป้องกันโรคพืช แต่เป็นการลงทุนที่สูง ยุ่งยาก และเหมาะสำหรับดินที่ดูดซึมน้ำได้ดีเท่านั้น

3.2 การพรวนดิน การพรวนดินเป็นสิ่งจำเป็นต่อการปลูกพืช การพรวนดินทำให้ดินร่วนซุย เก็บความชุ่มชื้นได้ดี การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ช่วยทำลายวัชพืชและป้องกันการชะล้างผิวดิน การพรวนดินควรกระทำในขณะที่ดินแห้งพอควร หรือหลังจากใส่ปุ๋ยแล้ว (ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ที่เป็นเม็ด) ไม่ควรกระทำในขณะที่ดินเปียกหรือมีความชื้นสูง เพราะจะทำให้ดินจับตัวกันแน่น และ แข็งเวลาดินแห้งแล้ว ขณะพรวนดินต้องคำนึงถึงรากพืชที่ปลูก รากอาจจะกระเทือนหรือขาดได้ ถ้าต้นพืชยังเล็กอย่าพรวนลึก ๆ และชิดต้น แต่ควรพรวนตื้น ๆ ห่างจากโคนต้นออกมา หากต้นพืชกำลังออกผล ควรหยุดพรวนดิน สำหรับพืชหัวขณะที่จะเริ่มลงหัวควรหยุดการพรวนดินเพราะจะทำให้รากกระทบกระเทือน

3.3 การใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยให้แก่พืชเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น ปุ๋ยที่ให้กับพืชจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอนินทรีย์

3.3.1 การให้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญในการช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน คือ ทำให้ดินร่วนโปร่ง มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่ธาตุที่พืชต้องการอย่างละเล็กละน้อยและมีความจำเป็น ซึ่งเรียกว่า จุลธาตุ หรือธาตุเสริม เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ให้ธาตุอาหารเพียงเล็กน้อยเราจึงนิยมเรียกปุ๋ยอินทรีย์ว่า ปุ๋ยรองพื้น ซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุที่จะเพิ่มลงไปดิน ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมเพิ่มในดินให้แก่พืช ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด

2) ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยซึ่งได้มาจากเศษพืช ดิน ปุ๋ยคอกอินทรีย์วัตถุอื่น ๆ มากองสลับกันเป็นชั้น ๆ จนมีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้น โดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญ คือ แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ การย่อยสลายจะเกิดได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ คาร์บอนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจน (C/N ration) คือ ถ้า C/N ration สูงขบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้า แต่ถ้า C/N ต่ำขบวนการย่อยจะเกิดขึ้นเร็ว ช่วง C/N ration เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ คือ 20/1 - 30/1 ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ซึ่งมีธาตุอาหารแตกต่างกันไป วิธีการที่นำมาทำปุ๋ยหมักคือ การทำให้เกิดการย่อยสลายตัวของเศษพืชอินทรีย์ต่าง ๆ การทำปุ๋ยหมักทำได้โดยการนำเศษพืช ดิน ปุ๋ยคอก และอินทรีย์วัตถุอื่น ๆ มากองสลับกันเป็นชั้น ๆ แล้วให้ความชื้นเป็นระยะ ควรมีการกลับกองเป็นระยะ ๆ เพื่อให้อากาศออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ที่จะช่วยในการย่อยสลายวัตถุเหล่านี้ ถ้าจะให้ปุ๋ยหมักสลายตัวได้เร็วทำได้โดยการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนในกองปุ๋ย หรือการให้หัวเชื้อเร่งการสลายตัว ซึ่งเรียกว่า เชื้อเร่งการทำปุ๋ยหมัก (B₂) ปุ๋ยหมักมีข้อดีคือไม่มีอันตรายต่อผักที่ปลูก ส่วนมากใส่ให้ก่อนปลูกและพร้อมปลูกผัก

3) ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ ระยะที่เหมาะสมในการไถกลบส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงที่พืชออกดอก หลังจากนั้นต้องปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก็จะช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสแก่ดิน วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นการลงทุนที่น้อย พืชที่นิยมใช้ปุ๋ยสด คือ พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ปอเทือง ถั่วลาย ถั่วเขียวเมล็ดเล็ก ถั่วพราง ถั่วพุ่ม และโสนอัฟริกัน รากพืชตระกูลถั่วมีคุณสมบัติพิเศษกว่าพืชชนิดอื่นคือ ที่รากของพืชตระกูลถั่วจะเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (rhizobium) ที่ปมราก (ภาพที่ 9.3) สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้กลายเป็นกรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ให้พืชนำไปใช้ได้ สำหรับวิธีการใช้ปุ๋ยสดสามารถนำมาใช้ปลูกก่อนการปลูกพืชหลักและไถกลบในช่วงที่กำลังออกดอก หรือการปลูกร่วมกับพืชหลัก เช่น การหว่านถั่วและข้าวในการทำนาหว่านในหังอกพร้อมกัน ดังภาพที่ 9.4 (สปรานี, 2557)



ภาพที่ 9.3 ปมที่ลำต้นและรากของโสนอัฟริกัน
ที่มา: สุปราณี (2557)



ภาพที่ 9.4 การหว่านถั่วและข้าวในการทำนาหว่านไถงอกพร้อมกัน
ที่มา: สุปราณี (2557)

3.3.2 การให้ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ หรือปุ๋ยเคมี ปุ๋ยชนิดนี้ถือว่าเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง เพราะการให้เพียงปุ๋ยอินทรีย์จะให้ธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช หรือต้นพืชจะดูดปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ก็ต้องผ่านกระบวนการสลายตัวของจุลินทรีย์ก่อน ซึ่งนับว่าช้ากว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นปุ๋ยเคมีซึ่งมีส่วนช่วยให้ต้นพืชเจริญเติบโตเร็วและมีคุณภาพดีด้วย ปุ๋ยเคมีที่ให้กับต้นพืชก็จะมีทั้งในรูปของปุ๋ยเดี่ยวและปุ๋ยรวม

3.3.3 การให้ปุ๋ยเคมีในรูปของปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย ซึ่งได้แก่ปุ๋ยต่อไปนี้
แม่ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่

- แอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulfate) มี 21 %N
- ยูเรีย (urea) มี 46 % N

แม่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้แก่

- หินฟอสเฟต (rock phosphate) 3% P_2O_5
- ซุปเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate) 20% P_2O_5

แม่ปุ๋ยโพแทสเซียม ที่นิยมให้ได้แก่

- โพแทสเซียมซัลเฟต (potassium sulfate) มี 50% K_2O
- โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) มี 60% K_2O

3.3.4 การให้ปุ๋ยเคมีในรูปของปุ๋ยผสมหรือปุ๋ยรวม ซึ่งหมายถึงการให้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ปุ๋ยผสมหรือปุ๋ยรวมจะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน ซึ่งนิยมเรียกว่า สูตรปุ๋ย สูตรปุ๋ยหมายถึง การบอกรับประกันปริมาณธาตุอาหารปุ๋ยขั้นต่ำสุด ที่มีในปุ๋ยนั้น ๆ จะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ปริมาณกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ที่ละลายน้ำได้ เช่น ปุ๋ยสูตร 10-15-10 เป็นปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 10% กรดฟอสฟอริกที่เป็นประโยชน์ 15% และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ 10% ปุ๋ยเคมีในรูปของปุ๋ยผสมหรือปุ๋ยรวมจะมีความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน หลักการพิจารณาให้ปุ๋ยเคมีแก่พืช ให้พิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และพิจารณาชนิดของพืชที่ปลูก พืชแต่ละชนิดของจะมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน เช่น

- พืชกินใบและลำต้น จะมีความต้องการธาตุไนโตรเจนสูง
- พืชที่กินดอก ผล จะมีความต้องการอาหารฟอสฟอรัสสูง
- พืชที่กินหัว กินรากและส่วนสะสมอาหารอื่น ๆ มีความต้องการ

โพแทสเซียมสูง

3.3.5 วิธีการใส่ปุ๋ย วิธีการใส่ปุ๋ยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่ละวิธีก็มีข้อได้เปรียบต่างกัน จะเลือกใ่วิธีใต้นั้นอยู่กับชนิดของพืช ดินฟ้าอากาศ เวลา อัตราปุ๋ย ชนิดของปุ๋ย และเครื่องมือใช้ในการใส่ปุ๋ย วิธีการใส่ปุ๋ยที่กล่าวถึงนี้ ถือว่าเป็นวิธีการใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เท่านั้น วิธีการใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น

1) การใส่แบบหว่าน (broadcasting) เป็นการใส่โดยการหว่านปุ๋ยไปทั่ว ๆ บนพื้นดิน เมื่อหว่านแล้วจะไถกลบหรือไม่ก็ได้

2) การใส่แบบเป็นแถว (band placement) เป็นการใส่ปุ๋ยโดยโรยเป็นแถบตามแนวของพืชที่ปลูก ถ้าทำด้วยมือก็ต้องเบิกร่องเล็ก ๆ ข้าง ๆ แถวของเมล็ดพืชที่ปลูกแล้ว โรยปุ๋ยไปที่ก้นร่อง เสร็จแล้วกลบดิน การใส่แบบนี้มักจะทำได้สะดวกมากเมื่อใช้เครื่องจักรช่วย

3) การใส่ปุ๋ยใต้เม็ด (in the row application) เป็นการใส่ปุ๋ยให้อยู่ใต้เม็ดในแถวเดียวกัน เช่น อาจหยอดปุ๋ยกับเม็ดไปพร้อม ๆ กัน หรืออาจเบิกร่องให้ลึกโรยปุ๋ยไปที่ก้นร่องแล้วกลบดิน หลังจากนั้นจึงหยอดเมล็ดบนร่องนั้น ๆ

4) การใส่ปุ๋ยหยอดหน้า (top dressing หรือ side dressing) เป็นการใส่ปุ๋ยภายหลังจากที่งอกและเจริญเติบโตขึ้นมาแล้วระยะหนึ่ง คำว่า top dress มักจะใช้กับพืชที่ปลูกไม่เป็นแถวเป็นแนวหรือปลูกแบบหว่าน เช่น พืชที่ปลูกเพื่อทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (pasture หรือ sward) เป็นต้น ส่วน side dress นั้นมักจะใช้กับพืชที่ปลูกเป็นแถวเป็นแนว เช่น ข้าวโพด ข้าว

ฟาง ฝ้าย เป็นต้น โดยโรยเป็นเส้นขนาดไปกับแถวที่ปลูกพืช หรือปัจจุบันอาจใช้เครื่องยอดปุ๋ย เพื่อหว่านแรงก็ได้ (ภาพที่ 9.5)



ภาพที่ 9.5 เครื่องหยอดปุ๋ย

ที่มา: www.kasetporpeang.com (2013)

5) การใส่ปุ๋ยทางใบ (foliar application) โดยใช้ปุ๋ยผสมกับน้ำให้เจือจางเสียก่อนแล้วพ่นหรือทาไปบนใบพืชที่ขาดธาตุอาหาร ส่วนมากมักจะนิยมใช้กับธาตุอาหารพวกจุลธาตุ (trace elements) ที่เคลื่อนย้ายภายในพืชยาก เช่น ธาตุเหล็ก และพวกธาตุอาหารรอง (micronutrient elements) เช่น ธาตุแคลเซียม เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปแล้วการที่จะใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์กับพืชให้ได้ผลเต็มทีนั้น มีข้อที่ควรปฏิบัติดังนี้

- ใช้ปุ๋ยที่มีสัดส่วนซึ่งสมดุลกันระหว่างธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมให้เป็นไปตามความต้องการของพืช
- ควรใช้ปุ๋ยให้พอเพียงและให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ต้องการ
- เลือกใช้ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบที่เหมาะสม เช่น หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีคลอรีนปนอยู่มาก ๆ
- ใช้วิธีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง
- ควรแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนหลาย ๆ ครั้ง (split application)
- รักษาระดับ pH ของดินให้เหมาะสมกับพืชที่จะปลูก
- ปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินให้เหมาะสม
- ใช้พันธุ์พืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยมากที่สุด (most responsive varieties)
- ควบคุมวัชพืช โรค และแมลงอย่างเต็มที่

- ควบคุมระดับธาตุอาหารพวงจุลธาตุ (trace elements) ให้พอเพียง กับความต้องการของพืช

3.4 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเป็นสิ่งจำเป็นมากใน ขั้นตอนการบำรุงรักษาพืช สิ่งแรกที่มีผลกระทบก่อนคือการกำจัดวัชพืชซึ่งมักกระทำพร้อม ๆ กับ การพรวนดิน หรืออาจจะถือว่าการพรวนดินเป็นการกำจัดวัชพืชเบื้องต้นวิธีการหนึ่ง นอกจาก การกำจัดวัชพืชแล้วต้องคอยดูแลศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ แมลงศัตรูพืช โรคพืช และสัตว์พืช วิธี ป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยทั่ว ๆ ไป ได้แก่วิธีการดังต่อไปนี้

3.4.1 วิธีทางกายภาพ เป็นการกำจัดศัตรูพืชโดยตรง อาจจะเรียกว่าเป็นวิธีการ เบื้องต้นที่สุด สามารถทำได้โดยการใช้มือหรือการใช้เครื่องจักรเข้าช่วย

3.4.2 วิธีการทางเกษตรหรือวิธีเขตกรรม เช่น การไถพรวนดิน การจัดระบบการ ปลุกพืช (การปลูกพืชร่วม การปลูกพืชหมุนเวียน ฯลฯ) การรักษาความสะอาด การรักษาความ สะอาด การคัดเลือกพันธุ์ต้านทาน

3.4.3 วิธีการทางชีวภาพคือการใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมศัตรูพืช เช่น การใช้แมลงตัวห้ำ แมลงตัวเบียน การใช้เชื้อโรคปราบศัตรูพืช

3.4.4 การใช้เคมี เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายและเห็นผลทันตา แต่มีข้อเสียคืออาจเป็น อันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมถ้าใช้ไม่ถูกต้องและไม่ระมัดระวัง

3.5 การตัดแต่งกิ่ง การตัดแต่งกิ่งเป็นกลไกกระตุ้นการทำงานในระบบต่าง ๆ ของพืชให้ ผลผลิตกิ่ง ก้านใบ ดอกและผล ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เป็นการตัดบางส่วนของพืช ออกไปเพื่อปรับปรุงรูปทรงตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก เพิ่มการติดผล ปรับปรุงคุณภาพของผล และลดปริมาณโรคและแมลงที่จะมาซุกซ่อนอยู่ การตัดแต่งกิ่งนิยมมากในพืชพวกไม้ผล เพราะ ต้องการเพิ่มผลผลิตในฤดูถัดไปเนื่องจากไม้ผลเป็นพืชยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ การตัดแต่งกิ่งต้อง แล้วแต่ชนิดของพืช คือบางชนิดต้องการตัดแต่งกิ่งมาก เช่น ฝรั่ง น้อยหน่า บางชนิดต้องการตัด แต่งกิ่งเพียงเล็กน้อย เช่น พุริณ ส้ม การตัดแต่งกิ่งมักจะกระทำหลังการเก็บผลแล้วก่อนการให้ ปุ๋ยแก่พืช ในพืชพวกผักหรือไม้ดอกบางชนิดต้องเอาใจใส่ดูแลตัดแต่งลำต้น กิ่ง ใบ ยอด ดอกและ ผล การตัดแต่งที่ทำกันทั่วไปคือ เด็ดใบแก่เหลือง ใบที่เป็นโรค ใบที่ระพัน ผักบางชนิดอาจช่วย ห่อ เช่น กะหล่ำดอก ใช้ใบห่อเพื่อให้ดอกขาวน่ารับประทาน ผักกาดขาวปลี บางชนิดต้องเด็ด แขนงหรือดอกทิ้งเพื่อมิให้แตกกิ่งก้านสาขามากเกินไปทำให้ผลเล็ก เช่น มะเขือเทศ ฝรั่ง บาง ชนิดต้องทำร้านหรือค้ำ ลูกจะได้ไม่สกปรกเปื้อนดิน เน่าเสียง่าย ให้ยอด รับแสงแดดได้ต้อง ต้องการ เช่น บวบ มะระ ถั่วฝักยาว เป็นต้น ในพืชไร่ไม่ค่อยนิยมตัดกิ่งเนื่องจากมีความประณีต น้อยจะมีการตัดแต่งกิ่งอยู่บ้างเพียงไม่กี่ชนิด เช่น ยาสูบ เป็นต้น

4. สรุป

วิธีการปลูกพืชแบ่งเป็น 3 วิธีหลักคือ การปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง การปลูกโดยวิธีย้ายกล้าปลูก และการปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืช อย่างไรก็ตามข้อควรพิจารณาที่สำคัญในการเลือกวิธีปลูกพืชต้องคำนึงถึง การเกิดรากใหม่ ระบบราก ขนาดของเมล็ด แรงงานและต้นทุน พืชหลังปลูกมีความจำเป็นต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี เช่น การให้น้ำ การพรวนดิน การใส่ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการตัดแต่งกิ่ง หากผู้ปลูกพืชตระหนักในสิ่งดังกล่าวข้างต้น การปลูกพืชจะประสบความสำเร็จได้ไม่ยาก

คำถามวัดการเรียนรู้

1. การปลูกทุเรียนควรใช้วิธีการปลูกแบบใด อธิบายวิธีการปลูก
2. การปลูกข้าวนาปีควรใช้วิธีการปลูกแบบใด อธิบายวิธีการปลูก
3. จงบอกถึงข้อพิจารณาที่สำคัญในการเลือกวิธีปลูกพืช
4. ท่านสามารถดูแลบำรุงรักษาพืชได้อย่างไรบ้าง
5. ท่านเข้าใจเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง
6. ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์อย่างไรบ้าง

บทที่

10

การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ประเด็นสาระ

แนวคิด

1. ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว
2. ความสำคัญของการเก็บเกี่ยว
3. ดัชนีการเก็บเกี่ยว
4. วิธีการเก็บเกี่ยว
 - 4.1 การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงคน
 - 4.2 การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกล
 - 4.3 การเก็บเกี่ยวโดยใช้สัตว์ช่วยเก็บเกี่ยว
5. การจัดการเก็บเกี่ยว
6. ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว
7. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยว
8. สาเหตุของการสูญเสีย
 - 8.1 สาเหตุที่มีผลโดยตรงต่อการสูญเสีย
 - 8.2 สาเหตุที่มีผลทางอ้อมต่อการสูญเสีย
9. แหล่งของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว
10. การเก็บรักษาผลผลิต
11. วิธีการเก็บรักษาผลผลิต
 - 11.1 การใช้ความเย็น
 - 11.2 การใช้สภาพควบคุมบรรยากาศ
 - 11.3 การใช้สภาพการดัดแปลงบรรยากาศ
12. ความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา
 - 12.1 ความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำหรือจากความเย็น
 - 12.2 อาการที่ผลผลิตที่ได้รับอันตรายจากสภาพอุณหภูมิต่ำแสดงออก
 - 12.3 ความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิเยือกแข็ง

13. การจัดการกับผลผลิตที่ถูกคัดออก

14. สรุป

คำถามวัดการเรียนรู้

แนวคิด

ขั้นสุดท้ายของกระบวนการปลูกพืชคือการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการจัดการหลังเก็บเกี่ยว ดังนั้นผู้ปลูกจึงมีความจำเป็นต้องเรียนรู้และสร้างความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว ความสำคัญของการเก็บเกี่ยว ดัชนีการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว การจัดการเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยว สาเหตุของการสูญเสีย แหล่งของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาผลผลิต วิธีการเก็บรักษาผลผลิต ความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา และการจัดการกับผลผลิตที่ถูกคัดออก

1. ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว

เซน และ ต่อวุฒิ (2554) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว การสูญเสีย และ ความเสียหาย ดังต่อไปนี้

1.1 การเก็บเกี่ยว (harvest) คือ วิธีการใดๆ ก็ตามที่ใช้ในการแยกส่วนของพืชที่มนุษย์ใช้บริโภคเป็นอาหารหรือบริโภคด้วยอารมณ์ความรู้สึกออกจากต้นเดิม หรือจากสิ่งทีพืชเจริญเติบโตอยู่ ส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมาได้นี้ อาจจะมีส่วนของพืชที่มนุษย์ไม่ได้ใช้ประโยชน์โดยตรงติดมาด้วย

1.2 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (post-harvest) คือการใช้วิทยาศาสตร์เข้ามามีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตผลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นผักหรือผลไม้ โดยการประยุกต์ใช้วิธีต่างๆ ในการเก็บรักษาผลผลิตให้อยู่ได้นาน และมีสภาพสมบูรณ์ที่สุด ก่อนจะถึงมือผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นวิธีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ หรือ การเก็บเกี่ยวในรูปแบบไหน จึงทำให้ผลไม่ช้ำ เก็บได้นาน

1.3 การสูญเสีย (loss) คือ การลดลงหรือหายไปของส่วนที่เคยใช้เป็นอาหารได้ของพืช การลดลงนั้นเป็นการลดลงเชิงปริมาณ (quantitative) เช่นการลดลงของน้ำหนัก โดยการสูญเสีย น้ำ หรือน้ำหนักแห้งลดลงเนื่องจากถูกใช้ในการหายใจ หรืออาจเป็นการลดลงเชิงคุณภาพ (qualitative) เช่น มีการเปลี่ยน สี กลิ่น รูปร่าง รส หรือคุณค่าทางอาหาร เช่นปริมาณวิตามินลดลง

ความเสียหาย (damage) คือการเสื่อมสภาพลงของผลผลิตในลักษณะที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ ในขณะที่การสูญเสีย (loss) สามารถวัดหรือประเมินออกมาเป็นตัวเลขได้ แต่การแยกระหว่างผลผลิตที่เสียหายกับผลผลิตที่สูญเสียให้ชัดเจนนั้นค่อนข้างยาก เนื่องจากการจะตัดสินว่าผลผลิต “สูญเสีย” คือไม่สามารถบริโภคได้แล้วขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพทางเศรษฐกิจและอุปนิสัยหรือประเพณีนิยมของผู้บริโภค

2. ความสำคัญของการเก็บเกี่ยว

หลังการเก็บเกี่ยว (post harvest) เป็นระยะเวลาที่เริ่มตั้งแต่พืชที่ใช้บริโภคถูกเก็บเกี่ยวจากต้นหรือจากสิ่งพืชขึ้นอยู่ ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวสิ้นสุดลงเมื่อส่วนของพืชที่ใช้บริโภคถึงมือของผู้บริโภค การศึกษาทางด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวหรือสรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวจะเริ่มตั้งแต่เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต วิธีการเก็บเกี่ยว การบรรจุหีบห่อ การขนส่ง การตลาด การเก็บรักษาจนกระทั่งผลผลิตถึงมือผู้บริโภค เพื่อนำไปใช้เป็นอาหารโดยตรง แต่จะไม่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปผลผลิตเพื่อแปลงผลผลิตสดให้เป็นอาหาร ไม่ว่าจะเป็น ดอง หมัก บรรจุกระป๋อง ซึ่งวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปในด้านต่างๆ จัดอยู่ในสายงานทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร (food science) วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวคือการลดหรือป้องกันการเสียหาย ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิต ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสำคัญ ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวเป็นผลผลิตที่ยังคงมีชีวิตอยู่ กระบวนการต่างๆ ที่เคยดำเนินอยู่ภายในเนื้อเยื่อของผลผลิต (metabolic activities) ขณะที่ยังติดอยู่บนต้นยังคงมีอยู่ต่อไป อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดกระบวนการ ช้าหรือเร็ว ขึ้นกับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม อาจจะมีกระบวนการใหม่เกิดขึ้น ขบวนการต่างๆทางสรีระและชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสูญเสียของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในผลผลิตก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดหรือป้องกันความเสียหายของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ผลผลิตที่ถูกเก็บเกี่ยวแล้วนี้ก่อนนำมาใช้ประโยชน์จะมีการผ่านกระบวนการปฏิบัติภายหลังเก็บเกี่ยวหลายประการด้วยกัน (จริงแท้, 2549)

ตารางที่ 10.1 ความแตกต่างระหว่างผลิตผลพืชไร่และพืชสวน

พืชไร่	พืชสวน
1. น้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 10-20%	1. น้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 70-95%
2. ส่วนมากมีขนาดเล็ก น้ำหนักน้อยกว่า 1 กรัม	2. ส่วนมากมีขนาดใหญ่ น้ำหนัก 5 กรัม-5 กิโลกรัม
3. อัตราการหายใจต่ำและปล่อยความร้อนออกมา น้อย	3. อัตราการหายใจสูงและปล่อยความร้อนออกมา มาก
4. เนื้อเยื่อแข็ง	4. เนื้อเยื่ออ่อน เกิดบาดแผลได้ง่าย
5. สูญเสียได้ยาก อายุเก็บ 1 ปี จนกระทั่งหลายปี	5. สูญเสียได้ง่าย อายุสั้น 2-3 วัน จนกระทั่งหลาย เดือน
6. การสูญเสียเกิดขึ้นโดยเชื้อรา แมลง นกและหนู	6. การสูญเสียเกิดขึ้นเนื่องจากการเน่าโดยเชื้อโรค การแตกหน่อ การเกิดบาดแผลและสรีระของ ผลิตผลเอง

ที่มา: สังคม (2542)

3. ดัชนีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ว่าจะเป็นผลผลิตพืชไร่หรือพืชสวน จะต้องคำนึงถึงอายุที่เหมาะสมของผลผลิตที่จะทำการเก็บเกี่ยว เพราะถ้าเก็บเกี่ยวในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสม เช่น เก็บในระยะที่อ่อนหรือแก่เกินไป จะทำให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ไม่มีคุณภาพ การที่เราจะทราบว่าการเก็บเกี่ยวได้เหมาะสมหรือไม่ เราสามารถทราบได้จากตัวบ่งชี้ที่เรียกว่า “ดัชนีการเก็บเกี่ยว” ซึ่งดัชนีการเก็บเกี่ยวนี้มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น การนับระยะเวลา การสังเกตจากสีของผลผลิต การสังเกตจากรูปร่าง การวัดองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิต เช่น ปริมาณน้ำตาล เป็นต้น ผลผลิตบางชนิดสามารถใช้ดัชนีการเก็บเกี่ยวได้หลายแบบ ซึ่งดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลผลิตที่สำคัญบางชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 10.2 และ 10.3 นอกจากดัชนีการเก็บเกี่ยวที่กล่าวในข้างต้นแล้ว ในต่างประเทศนิยมใช้การสะสมความร้อน (heat unit หรือ degree day) เป็นตัวกำหนดเวลาการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงผลผลิตจะแก่เร็ว แต่ถ้ามีอุณหภูมิต่ำผลผลิตจะแก่ช้า ดังนั้นพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่หรือความสุกแก่ (maturity) ได้ต้องผ่านช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการสะสมความร้อนสามารถคำนวณได้จากผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันและอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชหรือส่วนของพืชนั้นจะเจริญได้ (base line temperature) ดังสูตร (จริงแท้, 2546) ต่อไปนี้

$$\text{การสะสมความร้อน} = \sum (\text{อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน} - \text{อุณหภูมิต่ำสุดที่พืชเจริญได้})$$

บางครั้ง base line temperature ก็ได้จากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น ข้าวโพดหวานพันธุ์วิคตอรีโกลด์ (victory golden) มี base line temperature เท่ากับ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณของการสะสมความร้อนนับจากวันปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,021 CDD (celcius degree day) แอปเปิ้ลพันธุ์โกลด์ดีลิเชียส (golden delicious) มี base line temperature เท่ากับ 4.4 องศาเซลเซียส มีปริมาณของการสะสมความร้อนนับจากวันออกดอกจนกระทั่งผลสุกเท่ากับ 4,400 CDD

ตารางที่ 10.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยวพืชไร่บางชนิด

ชนิดพืชไร่	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
1. ข้าว	- ประมาณ 30 วันหลังออกรวง - ระยะที่เมล็ดข้าวที่โคนรวงมีสีเหลืองไม่สนทนาก (ระยะพลับพลึง)
2. ข้าวโพด	- ประมาณ 105 - 110 วัน หลังหยอดเมล็ด - กาบหุ้มฝักแห้งเป็นสีฟาง
3. ถั่วเขียว	- ประมาณ 60-70 วัน หลังจากงอก - ฝักเปลี่ยนสีเป็นสีดำ หรือ ขาวนวล
4. ถั่วเหลือง	- ประมาณ 75 - 110 วัน หลังจากงอก - ใบของถั่วเหลืองจะเริ่มเหลืองและเริ่มร่วง ฝักจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน
5. มันสำปะหลัง	- ประมาณ 12 เดือน ตั้งแต่เริ่มปลูก
6. ปาล์มน้ำมัน	- สีส้มเปลี่ยนเป็นสีแดงส้ม
7. อ้อย	- วัดค่าบrixบริเวณ โคน กลาง และยอด เฉลี่ยแล้วมากกว่า 18 บrix
8. ยางพารา	- เปิดกรีดเมื่ออายุประมาณ 6 ปี - เส้นรอบวงของลำต้นมากกว่า 50 ซม.

ที่มา: จำเริญ, วิจิตร, ประวิตรและวิษณุ (2543)

ตารางที่ 10.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวพืชสวนบางชนิด

ชนิดพืชสวน	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
1. กระจับปี่เขียว	- 3-5 วัน หลังดอกบาน - กลีบเลี้ยงยังไม่ร่วง
2. กะหล่ำดอก	- 50-125 วัน หลังปลูก - ดอกแน่น สีขาวนวล ไม่เหลือง
3. ข้าวโพดหวาน	- 64-95 วัน หลังปลูก - ความชื้น 70-75% / ระย้าน้ำนม
4. คะน้า	- 45-55 วัน หลังปลูก - ใบออกนวล
5. แคนตาลูป	- 85-110 วัน หลังปลูก - 9-10% มีร่องรอบขั้ว
6. แตงกวา	- 30-40 วัน หลังปลูก - ผลยังมีหนาม

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชนิดพืชสวน	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
7. ถั่วฝักยาว	- 7-10 หลังดอกบาน - เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-0.7 ซม. ฝักยังไม่พอง
8. บวบเหลี่ยม	- 40-60 วัน หลังปลูก
9. ถั่วฝักยาว, ถั่วพุ่ม, ถั่วพุ่ม	- 60-75 วัน หลังตัดปลี - ก้านชูเกสรตัวเมียแห้ง, ผลมีสีเขียวอ่อน, เหลี่ยมลบ
10. มะม่วงดิบ	- 70-90 วัน หลังติดผล
11. มะม่วงสุก	- 95-105 วัน หลังติดผล - เริ่มเปลี่ยนสีนวลมาก
12. ลองกอง, ลางสาด	- 6 เดือน หลังดอกบาน - สีเขียวบนผลหมดไปมากกว่า 80% นวลหายไป

ที่มา: จริงแท้ (2546)

4. วิธีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีที่สุด ควรทำการเก็บเกี่ยวด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายจากบาดแผล หรือการที่ผลผลิตมีการกระทบกระแทกกันรุนแรง วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตอาจทำได้ โดยใช้แรงคน การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกล และการเก็บเกี่ยวโดยใช้สัตว์ช่วยเก็บเกี่ยว

4.1 การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน เป็นการเก็บเกี่ยวโดยใช้มือคนเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งมีทั้งการใช้มือเพียงอย่างเดียว และการใช้อุปกรณ์ช่วยในการเก็บเกี่ยว การใช้มือในการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว นั้นได้แก่การใช้มือปลิดผลไม้ นิยมใช้กับผลผลิตที่ต้นไม่สูงนัก และมีการสร้างเนื้อเยื่อแอบซิสชัน (abscission layer) ขึ้นแล้ว ผลจะหลุดออกจากต้นโดยง่าย ส่วนการใช้อุปกรณ์ช่วยในการเก็บเกี่ยวนั้นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ช่วยในการเก็บเกี่ยวมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น การใช้เคียวหรือแฉะเก็บเกี่ยวข้าว การใช้มีดหรือกรรไกรเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชสวน เช่น ถั่วฝักยาว ลองกอง หรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการตัดอื่นๆ ซึ่งต้องมีความคม เพื่อทำให้เกิดบาดแผลหรือความบอบช้ำน้อยที่สุด ถ้าหากผลผลิตอยู่สูงหรืออยู่ปลายกิ่ง หรือต้นมีหนาม เก็บเกี่ยวด้วยมือไม่สะดวก การใช้ตะกร้อจะเป็นประโยชน์อย่างมากและทำงานได้เร็วกว่าการใช้มือ มีด หรือกรรไกร ต้นไม้ที่มีพุ่มหนาทึบ กิ่งเล็กฉีกขาดง่ายคนปีนไม่ได้ การใช้บันไดหรือพะองจะช่วยให้ผู้เก็บเกี่ยวใช้มือ มีดหรือกรรไกรเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สะดวกขึ้น



ภาพที่ 10.1 การเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยใช้แรงงานคน: (1) การเก็บดอกหน้าวัว และ (2) การเก็บแก้วมังกร

4.2 การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกล ปัจจุบันการใช้เครื่องจักรกลเริ่มเข้ามามีบทบาทในการเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากปัญหาแรงงานหายากและราคาสูง โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายๆ ประเทศ ส่วนใหญ่แล้วเครื่องจักรกลนิยมใช้กับผลผลิตที่มีความทนทานต่อการตกกระทบและเก็บเกี่ยวได้พร้อมกันทั้งต้น และเหมาะกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวเพื่อแปรรูปในโรงงาน สำหรับผลผลิตรับประทานสดส่วนใหญ่ยังคงเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนอยู่ เนื่องจากเครื่องจักรไม่สามารถแยกแยะความอ่อนแก่ของผลผลิตได้ และการเก็บเกี่ยวไม่ประณีตเพียงพอ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวโดยการใช้เครื่องจักรกลอย่างเดียว จึงนิยมใช้ในผลผลิตพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าว และผลผลิตพืชสวนที่เก็บเกี่ยวเพื่อแปรรูปในโรงงานเป็นส่วนใหญ่ เช่น สับปะรด มะเขือเทศ เป็นต้น



ภาพที่ 10.2 การเก็บเกี่ยวข้าวโดยใช้เครื่องจักร (รถเก็บเกี่ยว)

4.3 การเก็บเกี่ยวโดยใช้สัตว์ช่วยเก็บเกี่ยว จากปัญหาในเรื่องแรงงาน และความยากลำบากในการเก็บเกี่ยวผลผลิตบางชนิด เช่น มะพร้าว สะตอ ทำให้เกิดธุรกิจการฝึกหัดลิงทางใต้ให้รู้จักปีนต้นไม้เพื่อเก็บผลผลิต การเก็บมะพร้าวลิงสามารถเลือกผลที่แก่สุกโดยใช้มือและเท้าบิดก้านผลก้านผลขาดและตกลงมายังพื้นดิน เมื่อทำเสร็จต้นหนึ่งก็สามารถกระโดดข้ามไปเก็บผลิตผลต้นใหม่ได้ ส่วนสะตอลิงก็สามารถเลือกฝักที่แก่และใช้ปากกัดก้านฝักจนขาดในการเก็บฝักสะตอเช่นกัน แต่การเก็บสะตอโดยใช้ลิงอาจทำให้ผลผลิตบางส่วนเสียหายเพราะฝักสะตอที่หล่นลงด้านล่างหัก ฝักไม่สวยงาม



ภาพที่ 10.3 การเก็บสะตอโดยลิง

5. การจัดการเก็บเกี่ยว

ในการจัดการเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้น ผู้ผลิตควรมีการพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 5.1 ต้องวางแผนในการผลิตที่ดี เพื่อให้ผลผลิตแก่ในช่วงที่มีราคาเหมาะสมหรือราคาสูง
- 5.2 ต้องมีการติดต่อประสานงานกับผู้ซื้อ เพื่อให้ผู้ซื้อรู้ถึงเวลาที่สามารถเก็บเกี่ยว
- 5.3 ต้องวางแผนล่วงหน้า เพื่อจัดการเตรียม เครื่องมือเก็บเกี่ยว แรงงาน และพาหนะขนส่ง
- 5.4 ต้องมีการปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มีการดูแลปฏิบัติต่อผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาได้อย่างถูกต้อง ประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวยังต้องอาศัยประสบการณ์และผู้ร่วมงานที่ผ่านการฝึกอบรมมาแล้ว ทั้งนี้วิธีการต่างๆ ต้องเป็นที่ยอมรับของผู้ซื้อด้วย

6. ช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยว

เมื่อผลผลิตถึงระยะที่ต้องเก็บเกี่ยวและจะทำการเก็บเกี่ยว ผู้ผลิตควรได้มีการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการตัดสินใจเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนี้

6.1 สภาพแวดล้อม ควรเก็บเกี่ยวในตอนเช้าตรู่ซึ่งอากาศไม่ร้อนจัดและผลผลิตยังสดอยู่ในกรณีจำเป็นต้องขนส่งในเวลากลางคืนควรเก็บเกี่ยวตอนเช้าแล้วพักผลผลิตไว้ในที่ร่มรอจนกระทั่งเย็นจึงขนย้ายผลผลิตอย่างไรก็ตามเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวยังต้องพิจารณาคุณลักษณะของผลผลิตแต่ละชนิดประกอบด้วย ผลผลิตบางอย่างอาจต้องรอให้ลดความสดลงบ้าง การเก็บเกี่ยวจึงจะเกิดความเสียหายน้อยลง

6.2 การขนย้ายผลผลิตควรเก็บเกี่ยวเมื่อมั่นใจแล้วว่ามีรถบรรทุกในการขนย้ายผลผลิต

6.3 แรงงาน ควรเตรียมแรงงานที่ผ่านการอบรม และมีประสบการณ์ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตชนิดนั้น ๆ ไว้ให้พร้อม จึงกำหนดเวลาของการเก็บเกี่ยว

6.4 การวางแผนเป้าหมาย ก่อนการเก็บเกี่ยวต้องวางแผนการดำเนินงานให้พร้อมตามขั้นตอนที่เหมาะสม ตั้งแต่เก็บเกี่ยว ขนย้ายผลผลิต การดำเนินการในโรงคัดบรรจุ และการเก็บรักษา

7. การปฏิบัติภายหลังเก็บเกี่ยว

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะมีขั้นตอนการเตรียมผลผลิตก่อนที่จะจำหน่ายผลผลิตหรือนำผลผลิตไปเก็บรักษา ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้อาจดำเนินไปพร้อมกันหรือมีลำดับก่อนหลังแตกต่างกันไป ตามสภาพการดำเนินการและชนิดของผลผลิต ซึ่งขั้นตอนปฏิบัติการต่าง ๆ เหล่านั้นต้องดูชนิดของพืชประกอบด้วย บางขั้นตอนอาจปฏิบัติกันไป ส่วนบางขั้นตอนอาจไม่จำเป็นต้องปฏิบัติในผลผลิตบางชนิด ขั้นตอนทั่วไปในการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวมีดังนี้

7.1 การขนย้ายหรือลำเลียงจากสวนไปยังโรงเรือนคัดบรรจุหรือแหล่งรวบรวมผลผลิต

7.2 การทำความสะอาด (cleaning) ควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของพืช การปรับปรุงคุณภาพที่มองเห็นให้ดีขึ้นและเตรียมผลผลิตให้พร้อมสำหรับขั้นตอนต่อไป

7.3 การคัดขนาด (sizing) คัดเอาเฉพาะผลที่มีคุณภาพดี แยกตามขนาดเพื่อง่ายต่อการบรรจุ และเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิต

7.4 การสमानแผล (curing) เป็นการซ่อมแซมรักษาแผลของผลิตผล เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าทำลายผลิตผลทางแผลได้ง่ายที่สุด แผลนั้นมักจะเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บเกี่ยว ผลผลิตบางชนิด เช่น มันฝรั่ง มันเทศ แครอท และหอมหัวใหญ่ มีความสามารถที่จะสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาปิดแผลได้ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้นผลผลิตดังกล่าวจะต้องผ่านขั้นตอนที่เรียกว่า curing ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น มีการถ่ายเทอากาศดี และอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อให้มีการรักษาแผลที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ผลไม้ไม่มีคุณสมบัติในการรักษาแผลดังกล่าว แต่ผลไม้มักจะมีสารประกอบพวกฟีนอลอยู่สูง สารดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสารสีน้ำตาล ซึ่งมีพิษต่อเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดอาจจะหยุดการงอกของสปอร์หรือฆ่าเชื้อราบางชนิดได้ นอกจากนั้นการ

แห้งของเปลือกก็จะระงับการเข้าทำลายได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการความชื้นสูงในการเข้าทำลายผลิตผล

7.5 การเคลือบผิว (coating/ waxing) การใช้สารเคลือบผิวทดแทนส่วนที่หลุดหายไป เพื่อลดการสูญเสีย และปรับปรุงลักษณะผิวให้เกิดลักษณะเป็นมัน ดูสดเพื่อให้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค และอาจใช้สารเคมีร่วมด้วย เพื่อทำให้ผลิตผลมีความต้านทานต่อโรคและแมลงเพิ่มขึ้น

7.6 การคัดเลือก (sorting) เป็นการคัดคุณภาพ คือไม่มีรอยร้าวรอยบุบที่ผิว ผิวเกลี้ยงปราศจาก รอยแผลกร้านจากการทำลายของศัตรูพืช

7.7 การจัดลำดับชั้น (grading) คัดผลผลิตออกตามคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งต้องมีเกณฑ์สำหรับการคัด

7.8 การตัดแต่ง (trimming) เนื่องจากการการเก็บเกี่ยวนั้นอาจจะมีส่วนที่ไม่ต้องการติดมาด้วยทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ

7.9 การป้องกันกำจัดศัตรู (pesticide treatment) ปรับปรุงสภาพโรงเก็บให้สะอาด เก็บขยะและเศษอาหาร ใช้กรงดักหรือกับดักควบคู่กับการใช้สารกำจัดหนูประเภทออกฤทธิ์ช้า ชนิดก้อนขี้ผึ้ง

7.10 การลดอุณหภูมิของผลิตผลอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยว (precooling) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น hydrocooling, in-package icing, evaporative cooling, room cooling forced air cooling หรือ vacuum cooling เป็นต้น ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมสำหรับผลิตผลแต่ละชนิด และต้นทุน

7.11 การผึ่งให้แห้ง (drying) ทำได้โดยผึ่งไว้ในที่ร่มช่วงระยะหนึ่งในสภาวะที่เหมาะสม ระหว่างการ curing ผลิตผลจะเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปบ้าง แต่ก็จำเป็นต้องทำเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น

7.12 การบ่มให้สุก (ripening) ต้องใช้กับผลไม้ที่บ่มแล้วสุก เช่น มะม่วง กล้วย ฯลฯ

7.13 การบรรจุหีบห่อ (packaging) ควรเลือกหีบห่อที่สามารถรับน้ำหนักและสามารถรับแรงกระแทกจากภายนอกได้

7.14 การเก็บรักษา (storage) มีทั้งแบบธรรมชาติและใช้อุปกรณ์ เช่น เครื่องทำความเย็น

7.15 การบ่มสีผิว (degreening) คือการบ่มผลไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีที่สวยงาม ให้สีเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีส้มเพื่อดึงดูดผู้บริโภค นิยมทำกับส้มเขียวหวานโดยทั่วไปแก๊สเอทิลีนเป็นตัวเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

7.16 การขนส่ง (transportation) ต้องรวดเร็วเพื่อลดระยะเวลาที่จะก่อให้เกิดการสูญเสีย และต้องสมราคาเพื่อไม่ให้ราคาต้นทุนสูงเกินไป

8. สาเหตุของการสูญเสีย

การสูญเสียของผลผลิตโดยเฉพาะผลผลิตทางการเกษตรเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนต่างๆทุกขั้นตอน นับตั้งแต่ผลผลิตถูกเก็บเกี่ยวมา สาเหตุการสูญเสียอาจเกิดจาก

8.1 สาเหตุที่มีผลโดยตรงต่อการสูญเสีย (primary cause of loss)

- 8.1.1 สัตว์ กินผลผลิตหรือทำให้เกิดความเสียหายในรูปต่าง เช่น แมลง นก หนู
- 8.1.2 เชื้อโรคการเน่าเสียของผลผลิตอาจจะเกิดจากเชื้อรา หรือ แบคทีเรีย
- 8.1.3 ปฏิกริยาทางเคมีและชีวเคมี การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้เกิดการสูญเสียสี กลิ่นรสชาติและคุณค่าอาหาร
- 8.1.4 เกิดบาดแผล รอยขีด ถลอก ขีดข่วน ตัดแต่งมากเกินไป
- 8.1.5 สาเหตุทางสรีระ เช่น การหายใจ การคายน้ำ การแตกหน่อ การเกิดราก
- 8.1.6 สภาพของพืชหรือส่วนของพืช ได้แก่ ความแข็งแรง การสุก
- 8.1.7 สภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น
- 8.1.8 การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ
 - การสูญเสียน้ำทำให้ผลผลิตเหี่ยวหดรัดตัว ย่น
 - การหายใจ ทำให้เกิดการสะสมความร้อน สูญเสียแป้งและน้ำตาล
 - การเจริญเติบโตมีการแตกหน่อ เกิดรากใหม่
 - การแก่ ผลผลิตมีเส้นใยเพิ่มขึ้น เช่น หน่อไม้ฝรั่ง
 - การสุก ผลผลิตอ่อนนุ่ม ซอกข้าง่าย
 - การสิ้นอายุขัย ผลผลิตสูญเสียคลอโรฟิลล์เกิดสี
 - การร่วงของใบ กลีบดอก
 - การเปลี่ยนรูปขององค์ประกอบภายใน เช่น แป้งเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล
 - การผิดปกติทางสรีระ
- 8.1.9 การสูญเสียเนื่องจากเกิดบาดแผล ผักและผลไม้ขณะที่เก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยวเกิดบาดแผลได้ง่าย เช่น รอยขีดข่วน ถลอก ฉีกขาด เป็นรู เป็นต้น สิ่งที่ทำให้เกิดบาดแผลอาจเกิดจากคน ของมีคม หรือ เครื่องจักรกลที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว การขนส่ง ภาชนะบรรจุ แมลงกัดกินก็ทำให้เกิดบาดแผลได้

8.2 สาเหตุที่มีผลทางอ้อมต่อการสูญเสีย (secondary cause of loss)

- 8.2.1 ไม่มีความชำนาญในการเก็บเกี่ยว การบรรจุ และการปฏิบัติการอื่น ๆ
- 8.2.2 ไม่มีภาชนะบรรจุผลผลิตที่ดีสำหรับการขนส่งหรือการเก็บรักษา
- 8.2.3 โรงเก็บรักษาไม่ดี
- 8.2.4 ไม่มีห้องเย็น
- 8.2.5 ระบบการตลาดไม่ดี
- 8.2.6 ไม่มีมาตรฐานคุณภาพ

9. แหล่งของการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

การสูญเสียของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวอาจเกิดขึ้น ณ สถานที่หนึ่งสถานที่ใด ตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยวจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค จุดต่าง ๆ ที่มีการเสียหายเกิดขึ้น คือ

- 9.1 การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวที่อ่อนหรือแก่มากเกินไป เก็บเกี่ยวไม่ประณีตเก็บเกี่ยวในขณะที่อุณหภูมิสูง เกิดบาดแผลเป็นตำหนิ
- 9.2 การเตรียมก่อนส่งตลาด ตัดแต่งมากเกินไป ไม่มีความสม่ำเสมอ
- 9.3 การบรรจุภาชนะบรรจุไม่เหมาะสม บรรจุแน่นหรือหลวมมากเกินไป การระบายอากาศไม่เพียงพอ
- 9.4 การขนส่งขนย้ายรุนแรง ถนนไม่ดี สั่นสะเทือน อุณหภูมิสูง
- 9.5 การเก็บรักษา อุณหภูมิหรือความชื้นในการเก็บรักษาสูง หรือต่ำเกินไป โรคและแมลงรบกวน การสูญเสียน้ำหนัก การแตกหน่อ การเกิดราก สุกงอม เกิดสีเหลือง
- 9.6 การตลาดอุณหภูมิหรือความชื้นไม่เหมาะสม สกปรก เน่าเสีย สุกงอมเกิดสีเหลือง

10. การเก็บรักษาผลผลิต (storage operation)

การเก็บรักษาผลผลิตมีความสำคัญในแง่อาหารของมนุษย์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการเก็บรักษาผลผลิต อันเนื่องมาจากสภาพทางภูมิศาสตร์ของแต่ละท้องถิ่นที่มีฤดูกาลสภาพแวดล้อม ทั้งอุณหภูมิความสูงจากระดับน้ำทะเล ปริมาณความชื้นและอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน ทำให้การผลิตทางกลกรรม โดยเฉพาะการผลิตพืช ไม่สามารถผลิตได้ในทุกท้องถิ่นและทุกเวลา ท้องถิ่นที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนไม่อาจผลิตพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนท้องถิ่นที่มีภูมิอากาศเขตร้อนก็ไม่อาจผลิตพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะมีการนำวิทยาการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการผลิตแล้วก็ตาม แต่จะส่งกระทบคือค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในแง่ของการตลาดการเก็บรักษาผลผลิตไว้ระยะหนึ่ง จะช่วยในการรักษาระดับราคาของผลผลิตไว้ไม่ให้ตกต่ำจนเกินไป หากไม่มีการเก็บรักษาผลผลิต ปริมาณผลผลิต (supply) จะมีมากเกินไปความต้องการของผู้บริโภค (demand) ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายจะไม่สามารถควบคุมระดับราคาไว้ได้ ราคาผลผลิตจะลดลงมาก ก่อให้เกิดความเสียหายทางมูลค่าที่ผู้ผลิต และผู้ค้าควรจะได้รับ การเก็บรักษาผลผลิตไว้ระยะเวลานึง จะช่วยให้สามารถควบคุมระดับราคาของผลผลิตไว้ได้

หลักทั่วไปในการเก็บรักษาผลผลิต คือการเก็บรักษาผลผลิตไว้ภายใต้สภาพที่ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดกิจกรรมทางเมตาโบลิซึม อันจะช่วยชะลอให้การเสื่อมที่จะเกิดขึ้นเกิดช้าลง การควบคุมกิจกรรมทางด้านการหายใจ โดยเฉพาะการสร้างเอทธิลีน จะเป็นหลักสำคัญที่ใช้ในการชะลอการเสื่อม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้ยาวนานขึ้น การเก็บรักษาผลผลิตสามารถเก็บรักษาได้ทั้งในระดับแปลงปลูกและในโรงเรือน

10.1 การเก็บรักษาผลผลิตแบบไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต ผลผลิตบางอย่างถึงแม้จะแก่แล้ว แต่ก็ยังสามารถทิ้งไว้ให้อยู่บนต้นหรือยังคงอยู่ในแปลงปลูกโดยไม่ต้องเก็บเกี่ยว โดยที่คุณภาพมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย เช่น ส้ม อะโวคาโด มันฝรั่ง ขิง มันเทศ

10.2 การเก็บรักษาผลผลิตไว้ภายในแปลงปลูก (field storage or clamps) โดยการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วทิ้งไว้ในแปลงปลูก ซึ่งจะต้องมีการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อม เช่น การสะสมของความร้อน ความชื้น เป็นต้น การเก็บรักษาผลผลิตในแปลงปลูกอาจเก็บเป็นกอง ซึ่งมักใช้กับพืชหัวต่างๆ การกองอาจกองบนพื้นดิน ปกคลุมกองผลผลิตด้วยเศษพืชหรือฟาง และปิดทับซ้ำอีกชั้นด้วยดิน ปกติกองผลผลิตมักกว้างประมาณ 1-2.5 เมตร ส่วนความยาวมักไม่จำกัด ในการกองผลผลิตนั้น ควรมีการทำช่องระบายอากาศที่บริเวณฐานของกองผลผลิตด้วยเพื่อจัดความร้อนและความชื้นที่เกิดขึ้น และเป็นช่องทางเข้าออกของออกซิเจน เพื่อป้องกันการหายใจของกองผลผลิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือความเสียหายจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน การเก็บรักษาผลผลิตในแปลงปลูกอีกวิธีหนึ่งโดยการขุดดินเป็นร่องหรือเป็นหลุม กองผลผลิตขึ้นมาจากระดับดิน ปกคลุมกองผลผลิตด้วยเศษพืชหรือฟาง และปิดทับซ้ำอีกชั้นด้วยดิน มีการทำช่องระบายอากาศให้กับผลผลิตภายในหลุมด้วย

10.3 การเก็บรักษาผลผลิตในโรงเรือน การสร้างโรงเรือนเพื่อใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตเป็นปฏิบัติการที่ต้องมีการลงทุน และต้องมีการใช้วิทยากรมาก แต่สามารถให้ประโยชน์ในทางปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวได้ดีมาก การควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ในโรงเรือนสามารถกระทำได้ง่าย ทำให้สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับผลผลิตได้ดีขึ้น โรงเรือนที่ใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตอาจเป็นห้องใต้ดิน โรงนา ยุ้งฉาง หรือโรงเรือนระบบเปิด และโรงเรือนระบบปิดที่มีระบบการระบายอากาศ

11. วิธีการเก็บรักษาผลผลิต

ผลผลิตที่ถูกเก็บรักษาไว้ มักมีคุณภาพไม่ดีไปกว่าเดิม แม้ว่าจะมีวิธีการในการเก็บรักษาตัวอย่างใดก็ตามการสูญเสียก็ยังสามารถเกิดขึ้นได้ ในบางครั้งผลผลิตที่ถูกเก็บรักษาไว้จะมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะวิตามินซี แต่แม้ว่าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็ตามการเก็บรักษาผลผลิตโดยให้ผลผลิตมีคุณภาพดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาผลผลิต โดยผลผลิตมีการสูญเสียน้อยที่สุด ได้แก่

11.1 การใช้ความเย็น (refrigerated storage) สภาพอุณหภูมิต่ำ เป็นสภาพแวดล้อมที่นิยมและเป็นหัวใจสำคัญในการเก็บรักษาผลผลิต โดยจะต้องใช้สภาพความชื้นสูงควบคู่กันไปกับสิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกการเก็บรักษาวิธีนี้ คือ

11.1.1 ชนิดของผลผลิต และสภาพแวดล้อมที่ผลผลิตได้รับก่อนเก็บเกี่ยว

11.1.2 วิธีการลดอุณหภูมิล่วงหน้าและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา

11.1.3 การหมุนเวียนของอากาศเย็น

11.1.4 ความชื้นสัมพัทธ์ ผลผลิตส่วนใหญ่ ต้องการความชื้นของอากาศสูงประมาณ 90-95% แต่อาจมีปัญหาในเรื่องการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์หรือโรคที่ติดมากับผลผลิต แต่ถ้าความชื้นต่ำเกินไป ผลผลิตจะสูญเสียน้ำและเหี่ยว

11.2 การใช้สภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere storage) เป็นวิธีการเก็บรักษาผลผลิต โดยการควบคุมความเข้มข้นของบรรยากาศที่ผลผลิตได้รับเพื่อควบคุม

อัตราการหายใจของผลผลิต การเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น และ/หรือ การลดความเข้มข้นของออกซิเจนให้ต่ำลง จะทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดต่ำลง การเก็บรักษาผลผลิตโดยวิธีนี้ จะมีการควบคุมปริมาณและอัตราส่วนของก๊าซในระดับที่กำหนดไว้ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังต้องควบคุมโรงเก็บรักษาให้มีอุณหภูมิต่ำและความชื้นสูงด้วย

11.3 การใช้สภาพการดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere storage)

การเก็บรักษาผลผลิตโดยวิธีนี้จะต่างจากการเก็บรักษาแบบควบคุมบรรยากาศ ในด้านการควบคุมความเข้มข้นของบรรยากาศ โดยการเก็บรักษาแบบการดัดแปลงบรรยากาศไม่ได้มีการควบคุมความเข้มข้นของบรรยากาศ เช่น การเก็บรักษาผลผลิตในภาชนะปิดสนิท การเก็บในถุงพลาสติก การใช้แผ่นฟิล์มห่อผลผลิต เป็นต้น

12. ความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเก็บรักษา

การเก็บรักษาผลผลิตโดยวิธีการต่าง ๆ นั้น ผลผลิตแต่ละชนิดจะมีการตอบสนองต่อวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้นแตกต่างกันไป ซึ่งการตอบสนองอาจเป็นไปในทางบวกหรือทางลบก็ได้ ในบางครั้งแทนที่วิธีการเก็บรักษาผลผลิตจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น กลับก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้เช่นกัน นอกจากความสูญเสียในด้านคุณค่าอาหารที่อาจเกิดขึ้นแล้ว ผลผลิต อาจเกิดความเสียหายโดยตรงจากการเก็บรักษา ความเสียหายของผลผลิตอันเนื่องมาจากการเก็บรักษามีหลายสาเหตุด้วยกัน ดังนี้

12.1 ความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำหรือจากความเย็น (chilling injury) ผลผลิตที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนจำนวนมาก และผลผลิตที่มีถิ่นกำเนิดในเขตนานาบางชนิด อาจได้รับอันตรายจากอุณหภูมิในช่วง 0-20 องศาเซลเซียส ความเสียหายจากความเย็นจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิที่ยังไม่เป็นจุดเยือกแข็ง และบางครั้งอาจสูงกว่าที่ระดับจุดเยือกแข็งมาก ระดับของอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผลผลิตจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลผลิต เช่น กล้วย ได้รับอันตรายที่อุณหภูมิในช่วง 12-13 องศาเซลเซียส มะม่วง ที่ 10-13 องศาเซลเซียส สับปะรด ที่ 7-10 องศาเซลเซียส มะเขือ มะละกอ ที่ 7 องศาเซลเซียส ส้ม ที่ 5 องศาเซลเซียส เป็นต้น

12.2 อาการที่ผลผลิตที่ได้รับอันตรายจากสภาพอุณหภูมิต่ำแสดงออก ผลผลิตที่ได้รับอันตรายจากสภาพอุณหภูมิต่ำ มักไม่แสดงอาการให้เห็นชัดเจนในขณะที่ยังคงอยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำ แต่จะแสดงอาการออกมาเมื่อผลผลิตนั้นๆ ได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น อาการที่ผลผลิตแต่ละชนิดแสดงออกมาจะแตกต่างกันไป โดยอาจเป็นไปในลักษณะต่างๆ คือ

12.2.1 การเน่าเสีย (decay) ผลผลิตที่ได้รับอันตรายจากอุณหภูมิต่ำจะแสดงอาการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว การเน่าเสียจะเป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งกว่าการเน่าเสียจากการแพร่ระบาดของเชื้อโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไป เนื่องจากผลผลิตที่ได้รับอันตรายจะมีความต้านทานของเซลล์ต่อเชื้อลดลง นอกจากนี้การที่เซลล์แตกหรือเนื้อเยื่อตาย ทำให้สารที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์จะถูกใช้เป็นสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ เชื้อโรคเจริญเติบโตและแพร่ระบาดได้ดี

12.2.2 การมีสีผิดปกติ (discoloration) อุณหภูมิต่ำทำให้ลักษณะผิวภายนอกของผลผลิตบางชนิด เช่น ถั่วลิสง กล้วย กล้วย มีสีผิดปกติไปหรือสีของเนื้อผลผลิต เช่น มะเขือ ผิดปกติ ลักษณะเป็นจุดหรือแถบสีดำหรือสีน้ำตาล หรือมีสีคล้ำลงกว่าเดิม อาการสีผิดปกตินี้ บางครั้งอาจเห็นได้ชัดเจน ตั้งแต่ผลผลิตยังอยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำหรือเมื่อเคลื่อนย้ายไปยังที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ทั้งนี้ขึ้นกับความรุนแรงของอันตรายที่ได้รับ

12.2.3 รอยบุ๋ม (pitting) รอยบุ๋มที่ลึกลงไปจากผิวเนื้อเยื่อเป็นอาการที่พบเห็นโดยทั่วไปกับผลผลิตที่ได้รับความเสียหาย และมักเป็นอาการแรกๆ ที่ผลผลิตแสดงออกมา ความรุนแรงของการเกิดรอยบุ๋มจะขึ้นกับความรุนแรงของอันตรายและความชื้นของบรรยากาศ ในสภาพความชื้นต่ำความรุนแรงของการเกิดรอยบุ๋มจะเกิดขึ้นมาก

12.2.4 การสุกผิดปกติ (abnormally ripening) อุณหภูมิต่ำทำให้ผลผลิตหลายชนิดมีลักษณะการสุกที่ผิดไปจากปกติ เช่น มะเขือเทศที่ได้รับอันตรายจากอุณหภูมิต่ำ จะมีการเกิดสีแดงที่ไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งผล การอ่อนตัวของผลจะถูกชะลอให้เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ผลทุเรียนที่ได้รับอันตรายจากอุณหภูมิต่ำ เมื่อนำมาบ่ม จะมีกลิ่น รส ที่ผิดปกติไป

12.3 ความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิเยือกแข็ง (freezing injury) เป็นอันตรายที่เกิดขึ้นในทำนองเดียวกับอันตรายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ โดยผลผลิตที่ได้รับอันตรายมักแสดงอาการฉ่ำน้ำ และสูญเสียรสชาติ

13. การจัดการกับผลผลิตที่ถูกคัดออก

ผลผลิตที่ถูกคัดออกอาจนำไปแปรรูปเป็นผักผลไม้สดพร้อมบริโภค โดยผ่านกรรมวิธีการทำความสะอาด ปอก ตัดแต่ง ทำเป็นชิ้นเล็ก และบรรจุในภาชนะบรรจุ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกในการรับประทาน อย่างไรก็ตามผลผลิตที่คัดออกนี้จะต้องยังมีคุณภาพในการบริโภค คือ มีเนื้อสัมผัส รสชาติ และคุณค่าทางอาหารที่ยังเป็นปกติ แต่อาจถูกคัดออกเนื่องจากมีรูปร่างผิดปกติ ขนาดไม่ได้ตามมาตรฐาน หรือมีตำหนิเล็กน้อย ที่สามารถตัดแต่งได้ เป็นต้น นอกจากนี้ผลผลิตที่มีขนาดใหญ่มาก เช่น ขนุน หรือผลไม้ปอกยาก เช่น ทุเรียน มะพร้าว ส้มโอ มักนิยมนำมาผ่านการแปรรูปเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภค ส่วนผักสดจะพบมากในรูปของผักสลัดที่อาจจะมีผักหลายๆ ชนิดผสมกันบรรจุในถุงพลาสติกที่สามารถซื้อไปแช่ใส่จานและบริโภคได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องนำไปทำความสะอาดก่อน

ข้อควรปฏิบัติในการเตรียมผักผลไม้สดพร้อมบริโภคคือ การปอก หั่น ผักผลไม้ต้องทำด้วยความประณีต ผักผลไม้ควรทำให้เย็นก่อนบรรจุในภาชนะ เช่น ถุงพลาสติก หรือถาดโฟม ทั้งนี้เพื่อป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำ การเก็บรักษาอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้มีอายุการวางจำหน่ายนาน ผักสลัดมักเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด การเก็บที่อุณหภูมิต่ำใกล้ 0 องศาเซลเซียส จะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลนี้ และจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานประมาณ 1 สัปดาห์ มะพร้าวอ่อนที่ปอกเปลือกนอกออกจะมีการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (KMS) เข้มข้น 2-4% ก่อนวางจำหน่าย เพื่อป้องกัน ผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล สิ่งสำคัญของการแปรรูปผักผลไม้สดพร้อมบริโภคคือ ความสะอาดของกระบวนการผลิต กระแสความต้องการอาหารที่ปลอดภัย (food safety) ทำให้ผู้บริโภคตระหนักในเรื่องนี้มากขึ้น การนำหลักประกันคุณภาพ

ด้านความปลอดภัยมาใช้ เช่น หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) การวิเคราะห์อันตราย และจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นและสามารถขยายตลาดออกไปได้

นอกจากนี้ยังสามารถนำผักผลไม้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งจะต้องมีความรู้และทักษะจึงจะสามารถแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ การเตรียมผักและผลไม้เพื่อจะแปรรูป เช่น ล้าง ขูดผิว ปอกเปลือก ฝาน หั่น สับ มีผลให้เนื้อเยื่อผักผลไม้ฉีกขาดทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี โดยเอนไซม์ polyphenol oxidases (PPO) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลไม้ให้กลายเป็นสีน้ำตาลขึ้นได้ (enzymatic browning reaction) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด เช่น มะเขือ แอปเปิล สาลี่ ชมพู การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เพื่อป้องกัน ไม่ให้ผักกับผลไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทำได้ทั้งวิธีการทางฟิสิกส์และเคมี วิธีการทางฟิสิกส์ คือ ลดหรือเพิ่มอุณหภูมิ (ใช้ความเย็นชะลอปฏิกิริยาของเอนไซม์หรือความร้อนทำลายเอนไซม์) ลดออกซิเจนโดยแช่ในน้ำหรือน้ำเกลือ ส่วนวิธีการทางเคมีคือใช้สารเคมีหยุดการทำงานของเอนไซม์ หรือกำจัดออกซิเจน หรือกรดฟอสฟอรัสส่วนเกินออกไปสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของผักผลไม้คือซัลไฟท์ (sulfite) ซึ่งมีการใช้ทั่วไปในกระบวนการแปรรูปอาหาร นอกจากนั้นยังใช้กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน (anti-oxidant) วิธีการที่นิยมใช้กันมากในการเพิ่มความกรอบของเนื้อผักผลไม้ คือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) เข้มข้น 0.5% หรือ 1% หรือแต่เดิมใช้น้ำปูนใส หรือใช้สารส้ม สำหรับวิธีการในการแปรรูปผักผลไม้เหล่านั้นทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ความร้อน (บรรจุกระป๋อง ขวด) การใช้น้ำตาล (แช่อิ่ม เชื่อม กวน ทำแยม) การทำแห้ง การหมักดอง เป็นต้น

14. สรุป

การเก็บเกี่ยวคือการแยกส่วนของพืชมาใช้ประโยชน์ มีวิธีการที่ใช้กัน เช่น การใช้คนในการเก็บเกี่ยว การใช้เครื่องจักรกลช่วยหรือแม้แต่การใช้สัตว์ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช ความเหมาะสมในการเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์ เช่น พืชบางชนิดบริโภคขณะยังอ่อน บางชนิดบริโภคเมื่อแก่ ส่วนบางชนิดบริโภคตอนสุก และในขณะเก็บเกี่ยวต้องพิถีพิถันเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพมากที่สุด จากนั้นควรมีการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ดีและเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการลำเลียง การทำความสะอาด การคัดขนาด การสี การบรรจุ การเคลื่อนย้าย การคัดเลือก การตัดแต่ง การป้องกัน การบ่ม การบรรจุหีบห่อ ฯลฯ และหากผลผลิตพืชบางชนิดจำเป็นต้องเก็บรักษาไม่นำไปบริโภคหรือจำหน่ายในทันทีอาจเก็บรักษาผลผลิตได้โดยการใช้ความเย็น การใช้สภาพควบคุมบรรยากาศและการใช้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวอาจเกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้เช่นกัน

คำถามวัดการเรียนรู้

1. จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลผลิตพีชไรและพีชสวน
 2. ยกตัวอย่างดัชนีเก็บเกี่ยวโดยประมาณของพีชไรอย่างน้อย 5 ชนิดและพีชสวนอย่างน้อย 5 ชนิด
 3. วิธีการเก็บเกี่ยวพีชทำได้อย่างไร
 4. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปทำได้อย่างไร
 5. สาเหตุการสูญเสียของผลผลิตทางการเกษตรเกิดจากอะไร
 6. จงบอกวิธีรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว
-



บรรณานุกรม

- กนกวรรณ เสรีภาพ. 2551. การหายไจระดับเซลล์ของพืช, เอกสารประกอบการสอนรายวิชา **ชีววิทยาทั่วไป 2**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการเกษตร. (2013). **ผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตร คว่ำรางวัล “วันนักประดิษฐ์”**. Retrieved October 28, 2013, from http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n15/v_2-mar/korkui.html
- เกศินี ระมิงค์วงศ์. (2540). **ลักษณะโครงสร้างของพืชสวน**. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2550). **การบรรจุอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็ม. การพิมพ์.
- จริงแท้ ศิริพาณิชย์. (2546). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ชาติ. 396 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพาณิชย์. (2549). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- จริงแท้ ศิริพาณิชย์ และ ชีรนต์ ร่มโพธิ์กักดี. (2549). **การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จิรา ณ หนองคาย. (2551). **การขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. หน้า 1.
- จำเริญ ยืนยงสวัสดิ์ ประวิตร โสภโณตร วิจิตร วรรณชิต และ วิษณุ สมทรัพย์. (2543). **หลักการกลีกรม**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. Retrieved November 23, 2012, from http://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/book/book%20content.html/chapter08/Agri_08.htm
- ชนะ วังหมื่น. (2553). **งานเกษตร (พืช)**. กรุงเทพฯ: บริษัทอักษรเจริญทัศน์จกท.จำกัด. 106 หน้า.
- ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. (2544). **สรีรวิทยาพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา. หน้า 4-5.
- เชน รอดศิริและต่อวุฒิ จำนั. (2554). **เอกสารประกอบการสอนหลักพืชสวน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. Retrieved October 28, 2013, from <http://www.media.ac.th>.
- ธีระ สุธะบุตร และปราณี (สมุทสินธุ์) อัมเมอลิงค์. (มปป.). **การป้องกันและกำจัดโรคพืช**. Retrieved December 27, 2012, from http://guru.sanook.com/search/knowledge_search.php?select=1&q=%F8.+%A1%D2%C3%E3%AA%E9%BE%D1%B9%B8%D8%EC%B5%E9%D2%B9%B7%D2%B9%E2%C3%A4%BB%C5%D9%A1

- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2534). **เอกสารคำสอนวิชาหลักพืชศาสตร์**. ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. หน้า 18.
- ปรีศนา สิริอาษา. (2548). **พฤกษศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ผ่องศรี แก้วชูเสน. (มปป.). **วิชาสรีรวิทยาของพืช (Plant Physiology)**. Retrieved May 3, 2014, from <http://www.pongsee.com/>
- รัมภ์พจน์ โกศลนันท์. (2550). **สรีรวิทยาและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (E-book)**. กรมวิชาการเกษตร.โครงการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. Retrieved November 30, 2013, from <http://ag-book.lib.ku.ac.th>
- เรณู ศรสำราญ. (2545). **พฤษานาความรู้**. กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา. 319 หน้า.
- ลิลลี่ กาวีตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุริยา ตันติวิวัฒน์. (2552). **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 261 หน้า.
- มนตรี เพ็ชรทองคำ. (2541). **การเกษตรเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ. (2549). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาหลักพืชศาสตร์**. ยะลา: ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วิไลวัลย์ อินทรไชยมาศ. (2554). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาหลักพืชศาสตร์**. ยะลา: ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ. (ม.ป.ป.). **คู่มือการเรียนรู้ พฤกษศาสตร์นำรู้**. ม.ป.ท.: ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา บรมราชินีนาถ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา บรมราชินีนาถ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. (มปป.). **คู่มือการเรียนรู้พฤกษศาสตร์เบื้องต้น**. Retrieved May 3, 2014, from <http://lumphaya.stkc.go.th/pdf/ebook/011.pdf>. หน้า ก.
- สกุล มูลแสดง. (ม.ป.ป.). **หลักสูตรและสาระการเรียนรู้ชีววิทยา**. [Online]. เข้าถึงได้จาก: <http://e-book.ram.edu/e-book/inside/html/dlbook.asp?code=CU474> (2556, กันยายน 11).
- สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. (มปป.). **วิวัฒนาการของพืช**. Retrieved June 18, 2013, from http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/150charles-darwin/Less7_3_2_2_1.html
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. (2547). **สรีรวิทยาของพืชสวน**. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 173 หน้า.

- สมภพ ประธานธรรมาภรณ์, พร้อมจิต ศรีลัมพ์, และธัญญา บุญจรัส. (2542). **การวิภาคและสัณฐานวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 1-22.
- สุกัญญา พสุธารชาติ. (2541). **การเกษตรเบื้องต้น: บทที่ 4 สิ่งแวดล้อมของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 11 กรุงเทพฯ: ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. หน้า 45-59.
- สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. (2553). **การปรับปรุงพันธุ์พืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 259 หน้า.
- สุปราณี ศรีทำบุญ. (2557). **การใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตในระบบการปลูกข้าว**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5. Retrieved January 16, 2014, from http://ro5.ldd.go.th/Website_station/ro5/index.php?view=article&catid=25%3Aknowledg&id=114%3A2014-02-19-03-28-22&option=com_content&Itemid=90
- สุรพล มั่นสเสรี. (2531). **หลักพืชศาสตร์**. มปท.: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2552). **สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย**. กรุงเทพฯ: บางกอกบลิ๊ก. หน้า 64-69.
- อภิพรรณ พุกภักดี. (2552). **ปฏิกิริยาชีวจากความเครียดสู่ความอิมมูน**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. หน้า 26-27.
- อัมมชัญญา มงคลชัยพุก. (2551). **การเก็บเกี่ยวผลไม้.โครงการผลิตเอกสารวิชาการเผยแพร่แก่เกษตรกร (E-book)**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. โครงการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. Retrieved November 25, 2013 <http://ag-book.lib.ku.ac.th>
- Chavarria, G. and Pessoa Santos, P. dos H. (2012). **Plant Water Relations: Absorption, Transport and Control Mechanisms**. In Montanaro, G., *Advances in Selected Plant Physiology Aspects* (pp.105-132). Shanghai: University Campus STeP Ri.
- Colorado State University. (2009). **Plant Structures: Roots**. Retrieved June 18, 2013, from <http://www.ext.colostate.edu/mg/gardennotes/132.html>
- e-book.ram.edu. (2013). **การปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจ**. Retrieved October 20, 2013, from [http://e-book.ram.edu/e-book/b/BO216\(H\)/BO216-H12\(H\).pdf](http://e-book.ram.edu/e-book/b/BO216(H)/BO216-H12(H).pdf)
- House, P. (2009). **Robert Hooke and The Discovery of the Cell**. n.p.: MasParaSol Media Group Ltd.
- Johnson B. G. (1997). **The Living World**. Massachusetts: McGraw-Hill Companies. [mail.vcharkarn.com](http://mail.vcharkarn.com/uploads/140/140804.jpg). Retrieved May 12, 2014, from <http://mail.vcharkarn.com/uploads/140/140804.jpg>
- Kathryn P. F. and Ian H. B. (2011). Direct seeding. **Department of Environment and Primary Industries, Victoria**. Retrieved October 23, 2013, from

- <http://www.dpi.vic.gov.au/forestry/private-land-forestry/site-establishment-or-regeneration/what-is-direct-seeding>
- mamagrcthai2.blogspot.com. **Glycolysis Pathway**. Retrieved May 13, 2014, form <http://mamagrcthai2.blogspot.com/p/21.html>
- Novikova, G. V., Nosov, A. V., Stepanchenko, N. S., Fomenkov, A. A., Mamaeva, A. S. & Moshkov, I. E. (2013). Plant cell proliferation and its regulators. **RUSSIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY**. 40 (4): 500-506.
- Parker, R. (1998). **Plant Science**. Albany: International Thomson Puplishing company. p. 5.
- plantcellbiology.masters.grkraj.org. ABSORPTION OF MINERAL NUTRIENTS. Retrieved May 7, 2014, form http://plantcellbiology.masters.grkraj.org/html/Plant_Cellular_Physiology4-Absorption_Of_Mineral_Nutrients.htm
- sites.google.com. การสลายคาร์โบไฮเดรต. Retrieved May 13, 2014, form <https://sites.google.com/site/alcoholicfermentation1/kar-slay-molekul-baeb-chi-xxksicen/kar-slay-kharbohidert>
- Starr, C. (2554). **ชีววิทยา 1/Biology I**. กรุงเทพฯ: เจเอสที พับลิชชิง จำกัด. หน้า 158-159.
- Tangpu, V. (2011). **Plant Growth and Development**. Retrieved November 5, 2012, form <http://textbook.s-anand.net/ncert/class-11/biology/15-plant-growth-and-development>
- Tellstone, Jeremy J. (2011). **Flowering Plants : Classification, Characteristics and Breeding**. New York : Nova Science Publishers.
- www.agron.agr.ku.ac.th. (2556). ข้อแตกต่างระหว่างพืชไร่-พืชสวน. Retrieved September 2, 2013, form http://www.agron.agr.ku.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=138:2012-06-17-10-29-52&catid=21:2011-06-08-08-11-00
- www.bdcountrylife.com. (2013). **สินค้าวิถีชนบท**. Retrieved October 31, 2013, form <http://www.bdcountrylife.com/>
- www.biletban.com. **ประโยชน์จากบอระเพ็ด**. Retrieved June 19, 2013, form <http://www.biletban.com/2012/04/09/%e0%b8%9b%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b9%82%e0%b8%a2%e0%b8%8a%e0%b8%99%e0%b9%8c-%e0%b8%88%e0%b8%b2%e0%b8%81%e0%b8%9a%e0%b8%ad%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b9%80%e0%b8%9e%e0%b9%87%e0%b8%94/>
- www.bs.ac.th. Retrieved May 12, 2014, form http://www.bs.ac.th/2548/e_bs/g3/sumalee2/pagea.htm
- www.bs.ac.th. **ไกลโคลิซิส**. Retrieved May 13, 2014, form http://www.bs.ac.th/2548/e_bs/g3/sumalee2/pagea_1.htm

- www.ealingindependentcollege.com. (2013). **Structures and functions in living organisms**. Retrieved July 5, 2013, form http://www.ealingindependentcollege.com/wp-content/uploads/2012/06/31_06aPlantCellStructure-L.jpg
- www.hiltonpond.org. **CROSSVINE: HAVEN FOR HUNGRY HUMMINGBIRDS**. Retrieved June 18, 2013, form <http://www.hiltonpond.org/ThisWeek060422.html>
- www.il.mahidol.ac.th. **การหายใจระดับเซลล์ I วิถีไกลโคไลซิส**. May 13, 2014, form http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/respiration/L2T1_new.html
- www.itis.gov. **IT IS Report**. Retrieved January 23, 2014, form <http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt>
- www.kasetporpeang.com. (2013). **เกษตรพอเพียง**. Retrieved October 31, 2013, form <http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=19480.0>
- www.myfirstbrain.com. **ส่วนต่าง ๆ ของพืช**. Retrieved June 5, 2013, form <http://www.myfirstbrain.com/thaidata/image.asp?ID=1452082>
- www.natres.psu.ac.th. (2556). **พืชสำหรับกิจกรรม**. Retrieved August 27, 2013, form http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter03/Agri_03.htm
- www.oknation.net. **แนะนำอาหารเมืองเลย**. Retrieved June 19, 2013, form <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=290424>
- www.thaigoodview.com. (2013). **การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์**. Retrieved July 5, 2013, form <http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2547/chonburi/bio/members.thai.net/m6141/Lesson5.htm>
- www.vce.bioninja.com. Retrieved December 25, 2012, form http://www.vce.bioninja.com.au/_Media/plant_hormones_med.jpeg
- 1.bp.blogspot.com. **Germination**. Retrieved December 23, 2012, form http://1.bp.blogspot.com/_4lwHTsRufBg/S8-jr1_cRQI/AAAAAAAC8M/P6SzpUPNo0E/s1600/biji+monokotil+dan+dikotil.bmp
- 1.bp.blogspot.com. Retrieved May 13, 2014, form <http://1.bp.blogspot.com/-5NftoueTO6s/ULbt3B84b8I/AAAAAAAAM/usD5bXm-l4A/s400/gly2.jpg>