



# หลักพืชศาสตร์



พศ. ดร. วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร  
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

2557

# หลักพืชศาสตร์

---

PLANT SCIENCE

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวัลย์ แก้วตากิพย์

# 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 หรือแม้แต่ว่าผู้ที่ไม่ได้เรียนวิชานี้โดยตรงแต่มีความสนใจ สามารถทำการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ไม่ยากจากหนังสือหลักพืชศาสตร์เล่มนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์  
มีนาคม 2557

---

บทที่	หน้า
<b>1</b>	<b>บทนำ.....1</b>
	แนวคิด.....1
	1. ธรรมชาติของพืช.....2
	2. บทบาทของพืช.....2
	3. ความสัมพันธ์ของพืชกับมนุษย์.....2
	4. ความสัมพันธ์ของวิชาหลักพืชศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ.....4
	5. สรุป.....6
	คำถามวัดการเรียนรู้.....6
<b>2</b>	<b>ส่วนต่าง ๆ ของพืช.....7</b>
	แนวคิด.....8
	1. ราก.....9
	2. ลำต้น.....12
	3. ใบ.....17
	4. ดอก.....19
	5. ผล.....21
	6. สรุป.....25
	คำถามวัดการเรียนรู้.....25
<b>3</b>	<b>เซลล์เนื้อเยื่อพืช.....26</b>
	แนวคิด.....26
	1. เซลล์พืช.....27
	2. การแบ่งเซลล์ของพืช.....31
	3. เนื้อเยื่อพืช.....32
	4. สรุป.....35
	คำถามวัดการเรียนรู้.....36
<b>4</b>	<b>กระบวนการเกิดขึ้นในพืช.....37</b>
	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
<b>5 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช.....</b>	<b>60</b>
แนวคิด.....	60
1. นิยามการเจริญเติบโตของพืช.....	61
2. นิยามการพัฒนาการของพืช.....	61
3. วงจรการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช.....	61
4. สรุป.....	65
คำถามวัดการเรียนรู้.....	66
<b>6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช.....</b>	<b>67</b>
แนวคิด.....	67
1. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม.....	68
2. ปัจจัยทางพันธุกรรม.....	73
3. ปัจจัยทางฮอร์โมนพืช.....	74
4. สรุป.....	76
คำถามวัดการเรียนรู้.....	77
<b>7 การจำแนกประเภทของพืช.....</b>	<b>78</b>
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
<b>8 การขยายและปรับปรุงพันธุ์พืช.....</b>	<b>93</b>
แนวคิด.....	93
1. การขยายพันธุ์พืช.....	93
2. การปรับปรุงพันธุ์พืช.....	100
3. สรุป.....	102
คำถามวัดการเรียนรู้.....	103
<b>9 การปลูกและบำรุงรักษาพืช.....</b>	<b>104</b>
แนวคิด.....	104
1. วิธีการปลูกพืช.....	105
2. ข้อพิจารณาในการเลือกวิธีการปลูก.....	109
3. การบำรุงรักษาพืช.....	110
4. สรุป.....	118
คำถามวัดการเรียนรู้.....	118
<b>10 การเก็บเกี่ยวและปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว.....</b>	<b>119</b>
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. การจัดการกับผลผลิตที่ถูกตัดออก.....	133
14. สรุป.....	134
คำถามวัดการเรียนรู้.....	135
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>136</b>

---

# 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 มิเช่นนั้นจะทำให้ต้นกล้าที่งอกขึ้นมาแน่นเกินไป จนทำให้ต้นพืชแคระแกร็น 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 การโรยเมล็ดในแถวที่ห่างเท่าไรขึ้นกับอัตราปลูกที่ต้องการหลังจากต้นกล้างอกขึ้นมาแล้ว จึงทำการถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นที่ต้องการ เช่น การปลูกข้าวฟ่างโดยเป็นแถวจะถอนแยกให้เหลือ 10 ต้นต่อแถวยาว 1 เมตร

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

ต่ำหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม และหลังจากต้นกล้างอกขึ้นมาแล้วจึงถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นในแต่ละหลุมตามที่ต้องการ ดังตารางที่ 9.1 นอกจากนี้ปัจจุบันได้มีเครื่องหยอดเมล็ดแบบต่าง ๆ ที่สามารถหุ้บแรงเกษตรกรได้ (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 นอกจากนี้ปัจจัยดังกล่าวแล้วลักษณะของดินก็มีส่วนในการพิจารณาถึงความลึกในการปลูกด้วย 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 การแตกกออ่อนย 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 การตกลำ<sup>1</sup> สำหรับการปลูกข้าวนาดำ ก็ต้องเตรียมที่สำหรับการหว่านเมล็ดข้าวโดยเฉพาะ ซึ่งผิดกับการปลูกยาสูบซึ่งต้องยกแปลงเพาะขึ้นมาเป็นรูปแปลง แต่ทั้งนี้แปลงที่เพาะกล้าควรจะมี ความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง ปราศจากเชื้อ เมื่อเตรียมแปลงเพาะให้เรียบร้อยแล้วจึงนำเมล็ดมาหว่านหรือโรยเป็นแถว จากนั้นจึงรดน้ำแล้วหว่านวัสดุคลุมหรือพรางแสง 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

<sup>1</sup> การตกลำ หมายถึง การเอาเมล็ดข้าวที่เรียกว่าข้าวเปลือกไปหว่านในหังอกและเจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้นกล้า

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

2.2 การย้ายปลูก โดยขนย้ายกล้ามายังแปลงปลูก สำหรับต้นกล้าที่ถอนจากแปลงเพาะพยายามอย่าให้ต้นกล้ากระทบกระเทือนมาก จากนั้นนำกล้าลงปลูกตามหลุมที่ได้เตรียมไว้ในแถวปลูก การปลูกเราจะใช้ช้อนปลูกขุดหลุมให้ลึกพอควร แล้วนำต้นกล้าลงปลูกไม่ควรให้ต้นกล้าอยู่ลึกหรือตื้นเกินไป 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 ให้วางท่อนพันธุ์ขนานกับพื้นดินและกลบดินเพียงเล็กน้อย การวางท่อนพันธุ์เช่นนี้ก็เพื่อให้ท่อนพันธุ์มีโอกาสใช้ความชุ่มชื้นในดินมากที่สุด

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 ใช้กับพืชที่ต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมในช่วงแรกหลังจากงอกมาจากเมล็ด คือเป็นช่วงต้นกล้าที่ยังอ่อนแอ ส่วนการปลูกโดยใช้ส่วนเจริญของพืชนั้นใช้กับพืชที่ไม่สะดวกในการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เพราะติดเมล็ดได้ยากหรือติดเมล็ดได้น้อย หรือใช้วิธีขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนเจริญของพืชสะดวกกว่า เช่น อ้อยและมันสำปะหลัง เป็นต้น ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงเหตุผลอย่างกว้างๆ การที่จะพิจารณาให้ละเอียดลงไปว่า พืชใดควรปลูกด้วยเมล็ดโดยตรงหรือปลูกโดยวิธีการย้ายกล้าปลูกมีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

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

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

**2.3 ขนาดของเมล็ด** เมล็ดพืชบางชนิดมีขนาดเล็กมาก เช่น ยาสูบ ซึ่งมีอาหารสะสมอยู่ในเมล็ดน้อย ตลอดจนถึงต้นกล้ามีขนาดเล็กมาก 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 ชมพู ข้าว ย่อมมีความต้องการน้ำมากกว่าพืชที่คายน้ำช้า

2) ระยะเวลาเจริญเติบโตของพืช โดยปกติพืชต้องการน้ำมากในระยะเวลาเจริญเติบโตทางกิ่งก้านสาขา (vegetative phase) มีระยะวิกฤติ (critical period) ก่อนการออกดอกที่ไม่ต้องการน้ำ แต่เมื่อติดดอกและผลแล้วก็ต้องการน้ำมากอีก และจะลดน้อยลงไปเมื่อใกล้ถึงระยะเก็บเกี่ยว ดังนั้นให้น้ำกับพืชจะต้องให้ถูกต้องกับระยะเวลาเจริญเติบโตที่พืชต้องการน้ำ

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

3.1.2 คุณภาพของน้ำ คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการชลประทานเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา โดยเฉพาะน้ำที่ได้มาจากแหล่งใหม่ ๆ การตรวจสอบคุณภาพของน้ำควรทำเป็นระยะ ๆ ตลอดปี เพราะเราจะเชื่อมั่นว่าน้ำที่ใช้ในการชลประทานนั้นเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับพืชที่ปลูก 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 การให้น้ำแบบร่องมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา ได้แก่ แถวพืชที่ปลูกไม่ควรยาวเกินไป โดยเฉพาะในดินทราย ไม่ควรยาวเกิน 100 เมตร เพราะดินทรายซึมน้ำได้ง่าย ความลาดลาดเทของพื้นที่ไม่ควรใหญ่เกินไปและควรเป็นท้องแบนเพื่อให้ผ่านในดินได้มากขึ้น การให้น้ำแบบร่องเหมาะสำหรับการปลูกพืชที่มีเนื้อที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ สามารถใช้ได้กับพืชต้นใหญ่ 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 ลดการสูญเสียจากการซึมหายไปดินหรือไหลไปที่อื่น 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 และขีดต้น แต่ควรพรวนตื้น ๆ ห่างจากโคนต้นออกมา หากต้นพืชกำลังออกผล ควรหยุดพรวนดิน สำหรับพืชหัวขณะที่เริ่มลงหัวควรหยุดการพรวนดินเพราะจะทำให้รากกระทบกระเทือน

**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



1) ปุ๋ยคอก หมายถึง มูลสัตว์ปัสสาวะ และวัฏธรองพื้นในคอกสัตว์ เช่น ฟาง หญ้า เป็นต้น ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ฮิวมัส แบคทีเรีย และส่วนของอาหารปุ๋ยที่ยังย่อยไม่หมด เช่น เซลล์ลูโลส (cellulose) และลิกนิน (lignin) ปกติปุ๋ยคอกให้ธาตุอาหารแก่พืชจำนวนน้อย แต่ให้ธาตุอาหารแก่พืชหลายชนิด ปุ๋ยคอกที่ดีควรเป็นปุ๋ยคอกที่เก่า ไม่ควรใช้ปุ๋ยคอกที่ใหม่ใสให้พืชเพราะปุ๋ยคอกที่ใหม่มีอัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจน (C/N) ค่อนข้างสูงทำให้พืชมีแก๊สแสดงอาการขาดไนโตรเจน เพราะจุลินทรีย์ที่ช่วยให้มีการย่อยสลายตัวของปุ๋ยคอกมีความต้องการไนโตรเจน จึงดึงไนโตรเจนไปใช้ทำให้พืชขาดไนโตรเจน การให้ปุ๋ยคอกควรให้ก่อนปลูกในอัตรา 4-5 ตันต่อไร่ เนื่องจากปุ๋ยคอกสลายตัวให้ธาตุอาหารแก่พืชช้า ดังนั้นต้นพืชอายุสั้น ๆ บางชนิดจึงไม่สามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยคอกได้ในฤดูกาลปลูกนั้น แต่จะได้ประโยชน์จากปุ๋ยคอกในฤดูถัดไป

2) ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยซึ่งได้มาจากเศษพืช ดิน ปุ๋ยคอกอินทรีย์วัตถุอื่น ๆ มากองสลับกันเป็นชั้น ๆ จนมีการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้น โดยมีจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญคือ แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ การย่อยสลายจะเกิดได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไนโตรเจน (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 (B<sub>2</sub>) ปุ๋ยหมักมีข้อดีคือไม่มีอันตรายต่อผักที่ปลูก ส่วนมากใส่ให้ก่อนปลูกและพร้อมปลูกผัก

3) ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบในขณะที่พืชยังมีชีวิตอยู่ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการไถกลบส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงที่พืชออกดอก หลังจากนั้นต้องปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก็จะช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสแก่ดิน วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นการลงทุนที่น้อย พืชที่นิยมใช้ปุ๋ยสด คือ พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ปอเทือง ถั่วลาย ถั่วเขียวเมล็ดเล็ก ถั่วพริ้ว ถั่วพุ่ม และโสนอัฟริกัน รากพืชตระกูลถั่วมีคุณสมบัติพิเศษกว่าพืชชนิดอื่นคือ ที่รากของพืชตระกูลถั่วจะเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (rhizobium) ที่ปมราก (ภาพที่ 9.3) สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้กลายเป็นกรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ให้พืชนำไปใช้ได้ สำหรับวิธีการใช้ปุ๋ยสดสามารถนำมาใช้ปลูกก่อนการปลูกพืชหลักและไถกลบในช่วงที่กำลังออกดอก หรือการปลูกร่วมกับพืชหลัก เช่น การหว่านถั่วและข้าวในการทำนาหว่านหึ่งออกพร้อมกัน ดังภาพที่ 9.4 (สุปรานี, 2557)



ภาพที่ 9.3 ปมที่ลำต้นและรากของโสนอัฟริกัน  
ที่มา: สุปรารณี (2557)



ภาพที่ 9.4 การหว่านถั่วและข้าวในการทำนาหว่านไถงอกพร้อมกัน  
ที่มา: สุปรารณี (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 ถ้าทำด้วยมือก็ต้องเบ็กร่องเล็ก ๆ ข้าง ๆ แถวของเมล็ดพืชที่ปลูกแล้ว โรยปุ๋ยไปที่ร่อง เสร็จแล้วกลบดิน การใส่แบบนี้มักจะทำให้สะดวกมากเมื่อใช้เครื่องจักรช่วย

3) การใส่ปุ๋ยใต้เม็ด (in the row application) เป็นการใส่ปุ๋ยให้อยู่ใต้เม็ดในแถวเดียวกัน เช่น อาจหยอดปุ๋ยกับเม็ดไปพร้อม ๆ กัน หรืออาจเบ็กร่องให้ลึกโรยปุ๋ยไปที่ร่องแล้วกลบดิน 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](http://www.kasetporpeang.com) (2013)

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

กล่าวโดยสรุปแล้วการที่จะใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์กับพืชให้ได้ผลเต็มที่มีข้อที่ควรปฏิบัติดังนี้

- 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

- ควบคุมระดับธาตุอาหารพวกจุลธาตุ (trace elements) ให้พอเพียง กับความต้องการของพืช

**3.4 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช** การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเป็นสิ่งจำเป็นมากใน ขั้นตอนการบำรุงรักษาพืช สิ่งแรกที่มีผลกระทบก่อนคือการกำจัดวัชพืชซึ่งมักกระทำพร้อม ๆ กับการพรวนดิน หรืออาจจะถือว่าการพรวนดินเป็นการกำจัดวัชพืชเบื้องต้นวิธีการหนึ่ง นอกจากนี้ 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 ปลูกพืช (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 ผลิตกิ่ง ก้านใบ ดอกและผล ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เป็นการตัดบางส่วนของพืช ออกไปเพื่อปรับปรุงรูปร่างสัดส่วนที่ไม่ต้องการออก เพิ่มการติดผล ปรับปรุงคุณภาพของผล และลดปริมาณโรคและแมลงที่จะมาชุกซอนอยู่ การตัดแต่งกิ่งนิยมมากในพืชพวกไม้ผล เพราะ ต้องการเพิ่มผลผลิตในฤดูถัดไปเนื่องจากไม้ผลเป็นพืชยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ การตัดแต่งกิ่งต้อง แล้วแต่ชนิดของพืช คือบางชนิดต้องการตัดแต่งกิ่งมาก เช่น ฝรั่ง น้อยหน่า บางชนิดต้องการตัด แต่งกิ่งเพียงเล็กน้อย เช่น ทุเรียน 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 ต่อวูฉี (2554) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว การสูญเสีย และ ความเสียหาย ดังต่อไปนี้

**1.1 การเก็บเกี่ยว (harvest)** คือ วิธีการใดๆ ก็ตามที่ใช้ในการแยกส่วนของพืชที่มนุษย์ใช้บริโภคเป็นอาหารหรือบริโภคด้วยอารมณ์ความรู้สึกออกจากต้นเดิม หรือจากสิ่งที่เป็นเจริญเติบโตอยู่ ส่วนของพืชที่เก็บเกี่ยวมาได้นี้ อาจจะมีส่วนของพืชที่มนุษย์ไม่ได้ใช้ประโยชน์โดยตรงติดมาด้วย

**1.2 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (post-harvest)** คือการใช้วิทยาศาสตร์เข้ามาจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตผลต่างๆ 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 แต่การแยกแยะระหว่างผลผลิตที่เสียหายกับผลผลิตที่สูญเสียให้ชัดเจนนั้นค่อนข้างยาก 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 ซ้ำหรือเร็วขึ้นกับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม อาจจะมีขบวนการใหม่เกิดขึ้น 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. อัตราการหายใจต่ำและปล่อยความร้อนออกมาน้อย	3. อัตราการหายใจสูงและปล่อยความร้อนออกมามาก
4. เนื้อเยื่อแข็ง	4. เนื้อเยื่ออ่อน เกิดบาดแผลได้ง่าย
5. สูญเสียได้ยาก อายุเก็บ 1 ปี จนกระทั่งหลายปี	5. สูญเสียได้ง่าย อายุสั้น 2-3 วัน จนกระทั่งหลายเดือน
6. การสูญเสียเกิดขึ้นโดยเชื้อรา แมลง นกและหนู	6. การสูญเสียเกิดขึ้นเนื่องจากการเน่าโดยเชื้อโรค การแตกหน่อ การเกิดบาดแผลและสรีระของผลิตผลเอง

ที่มา: สังคม (2542)

### 3. ดัชนีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผลิตผลไม่ว่าจะเป็นผลิตผลพืชไร่หรือพืชสวน จะต้องคำนึงถึงอายุที่เหมาะสมของผลิตผลที่จะทำการเก็บเกี่ยว เพราะถ้าเก็บเกี่ยวในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสม เช่น เก็บในระยะที่อ่อนหรือแก่เกินไป จะทำให้ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้ไม่มีคุณภาพ การที่เราจะทราบว่าผลิตผลชนิดนั้นเจริญเติบโตมาจนถึงระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยวหรือยังนั้น เราสามารถทราบได้จากตัวบ่งชี้ที่เรียกว่า “ดัชนีการเก็บเกี่ยว” ซึ่งดัชนีการเก็บเกี่ยวนี้มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น การนับระยะเวลา การสังเกตจากสีของผลิตผล การสังเกตจากรูปร่าง การวัดองค์ประกอบทางเคมีของผลิตผล เช่น ปริมาณน้ำตาล เป็นต้น ผลิตผลบางชนิดสามารถใช้ดัชนีการเก็บเกี่ยวได้หลายแบบ ซึ่งดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลิตผลที่สำคัญบางชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 10.2 และ 10.3 นอกจากนี้ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่กล่าวในข้างต้นแล้ว ในต่างประเทศนิยมใช้การสะสมความร้อน (heat unit หรือ degree day) เป็นตัวกำหนดเวลาการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพราะการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงผลิตผลจะแก่เร็ว แต่ถ้ามีอุณหภูมิต่ำผลิตผลจะแก่ช้า ดังนั้นพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่หรือความสุกแก่ (maturity) ได้ต้องผ่านช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการสะสมความร้อนสามารถคำนวณได้จากผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันและอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชหรือส่วนของพืชนั้นจะเจริญได้ (base line temperature) ดังสูตร (จริงแท้, 2546) ต่อไปนี้

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

บางครั้ง base line temperature ก็ได้จากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น ข้าวโพดหวานพันธุ์วิคตอรีโกลเด้น (victory golden) มี base line temperature เท่ากับ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณของการสะสมความร้อนนับจากวันปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเท่ากับ 2,021 CDD (celcius degree day) แอปเปิ้ลพันธุ์โกลเด้นดีลิเชียส (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	- วัดค่าบริกซ์บริเวณ โคน กลาง และยอด เฉลี่ยแล้วมากกว่า 18 บริกซ์
8. ยางพารา	- เปิดกรีดเมื่ออายุประมาณ 6 ปี - เส้นรอบวงของลำต้นมากกว่า 50 ซม.

ที่มา: จำเริญ, วิจิตต์, ประวิตรและวิษณุ (2543)

ตารางที่ 10.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวพืชสวนบางชนิด

ชนิดพืชสวน	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
1. กระจับเขียว	- 3-5 วัน หลังดอกบาน - กลีบเลี้ยงยังไม่ร่วง
2. กะหล่ำดอก	- 50-125 วัน หลังปลูก - ดอกแน่น สีขาวนวล ไม่เหลือง
3. ข้าวโพดหวาน	- 64-95 วัน หลังปลูก - ความชื้น 70-75% / ระยะเวลาน้ำนม
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 - เส้นผ่าศูนย์กลางกลาง 0.6-0.7 ซม. ฝักยังไม่พอง
8. บวบเหลี่ยม	- 40-60 วัน หลังปลูก
9. กล้วยน้ำว่า, กล้วยหอมทอง	- 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 ควรทำการเก็บเกี่ยวด้วยความประณีต อย่างระมัดระวัง อย่าให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายจากบาดแผล หรือการที่ผลผลิตมีการกระทบกระแทกกันรุนแรง วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตอาจกระทำได้ โดยใช้แรงคน การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องจักรกล และการเก็บเกี่ยวโดยใช้สัตว์ช่วยเก็บเกี่ยว

**4.1 การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน** เป็นการเก็บเกี่ยวโดยการใช้มือคนเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งมีทั้งการใช้มือเพียงอย่างเดียว และ การใช้อุปกรณ์ช่วยในการเก็บเกี่ยว การใช้มือในการเก็บเกี่ยวเพียงอย่างเดียว นั้น ได้แก่ การใช้มือปลิดผลไม้ นิยมใช้กับผลผลิตที่ต้นไม่สูงนัก และมีการสร้างเนื้อเยื่อแอบซิสชัน (abscission layer) ขึ้นแล้ว ผลจะหลุดออกจากต้นโดยง่าย ส่วนการใช้อุปกรณ์ช่วยในการเก็บเกี่ยวนั้นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ช่วยในการเก็บเกี่ยวมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น การใช้เคียวหรือแฉะเก็บเกี่ยวข้าว การใช้มีดหรือกรรไกรเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชสวน เช่น กล้วย ลองกอง หรืออุปกรณ์ที่ช่วยในการตัดอื่นๆ ซึ่งต้องมีความคม เพื่อทำให้เกิดบาดแผลหรือความบอบช้ำน้อยที่สุด ถ้าหากผลผลิตอยู่สูงหรืออยู่ปลายกิ่ง หรือต้นมีหนาม เก็บเกี่ยวด้วยมือไม่สะดวก การใช้ตะกร้อจะเป็นประโยชน์อย่างมากและทำงานได้เร็วกว่าการใช้มือ มีด หรือกรรไกร ต้นไม้ที่มีพุ่มหนาที่บ 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 เมื่อทำเสร็จต้นหนึ่งก็สามารถกระโดดข้ามไปเก็บผลผลิตผลต้นใหม่ได้ 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 และพาหนะ ขนส่ง
- 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

เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะมีขั้นตอนการเตรียมผลผลิตก่อนที่จะจำหน่ายผลผลิตหรือ นำผลผลิตไปเก็บรักษา ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้อาจดำเนินไปพร้อมกันหรือมีลำดับก่อนหลังแตกต่างกันไป ตามสภาพการดำเนินการและชนิดของผลผลิต ซึ่งขั้นตอนปฏิบัติการต่าง ๆ เหล่านี้ต้องดูชนิดของพืชประกอบด้วย 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 ผลิตผลบางชนิด เช่น มันฝรั่ง มันเทศ แครอท และหอมหัวใหญ่ มีความสามารถที่จะสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาปิดแผลได้ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้นผลิตผลดังกล่าวมักจะต้องผ่านขั้นตอนที่เรียกว่า curing ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น มีการถ่ายเทอากาศดี และอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อให้มีการรักษาแผลที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ผลไม้ไม่มีคุณสมบัติในการรักษาแผลดังกล่าว แต่ผลไม้มักจะมีสารประกอบพวกฟีนอลอยู่สูง สารดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยมีเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดเป็นสารสีน้ำตาล ซึ่งมีพิษต่อเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดอาจจะหยุดการงอกของสปอร์หรือฆ่าเชื้อราบางชนิดได้ นอกจากนั้นการ

แห่งของผลก็จะระงับการเข้าทำลายได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการความชื้นสูงในการเข้าทำลายผลิตผล

7.5 การเคลือบผิว (coating/ waxing) การใช้สารเคลือบผิวทดแทนส่วนที่หลุดหายไป เพื่อลดการสูญเสียน้ำ และปรับปรุงลักษณะผิวให้เกิดลักษณะเป็นมัน ดูสดเพื่อให้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค และอาจใช้สารเคมีร่วมด้วย เพื่อให้ผลิตผลมีความต้านทานต่อโรคและแมลงเพิ่มขึ้น

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 ชนิดก้อนซีผึ้ง

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) ทำได้โดยผึ่งไว้ในที่ร่มช่วงระยะเวลาหนึ่งในสภาวะที่เหมาะสม ระหว่างการ curing ผลิตผลจะเกิดการสูญเสียน้ำหนักไปบ้าง แต่ก็จำเป็นต้องทำเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น

7.12 การบ่มให้สุก (ripening) ต้องใช้กับผลไม้ที่บ่มแล้วสุก เช่น มะม่วง กัลย 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) ต้องรวดเร็วเพื่อลดระยะเวลาที่จะก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำ และต้องสมราคาเพื่อไม่ทำให้ราคาต้นทุนสูงเกินไป



## 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 กลิ่น รสชาติและคุณค่าอาหาร
- 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
  - การสูญเสียน้ำทำให้ผลผลิตเหี่ยวหุดตัว 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 ตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยวจนถึงมือผู้บริโภค จุดต่าง ๆ ที่มีการเสียหายเกิดขึ้น คือ

9.1 การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวที่อ่อนหรือแก่มากเกินไป เก็บเกี่ยวไม่ประณีตเก็บเกี่ยว ในขณะที่อุณหภูมิสูง 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 ท้องถิ่น ที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนไม่อาจผลิตพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนท้องถิ่นที่มีภูมิอากาศเขตร้อนก็ไม่อาจผลิตพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะมีการนำวิทยาการและเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการผลิตแล้วก็ตาม แต่จะส่งกระทบคือค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในแง่ของการตลาดการเก็บรักษาผลผลิตไว้ระยะหนึ่ง จะช่วยในการรักษาระดับราคาของผลผลิตไว้ไม่ให้ตกต่ำจนเกินไป หากไม่มีการเก็บรักษาผลผลิต ปริมาณผลผลิต (supply) จะมีมากเกินไปความต้องการของผู้บริโภค (demand) ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายจะไม่สามารถควบคุมระดับราคาไว้ได้ ราคาผลผลิตจะลดลงมาก ก่อให้เกิดความเสียหายทางมูลค่าที่ผู้ผลิต และผู้ค้าควรจะได้รับ การเก็บรักษาผลผลิตไว้ระยะเวลานึง จะช่วยให้สามารถควบคุมระดับราคาของผลผลิตไว้ได้

หลักทั่วไปในการเก็บรักษาผลผลิต คือการเก็บรักษาผลผลิตไว้ภายใต้สภาพที่ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดกิจกรรมทางเมตาโบลิซึม อันจะช่วยชะลอให้การเสื่อมที่จะเกิดขึ้นเกิดช้าลง การควบคุมกิจกรรมทางด้านหายใจ โดยเฉพาะการสร้างเอทิลีน จะเป็นหลักสำคัญที่ใช้ในการชะลอการเสื่อม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้ยาวนานขึ้น การเก็บรักษาผลผลิตสามารถเก็บรักษาได้ทั้งในระดับแปลงปลูกและในโรงเรือน

**10.1 การเก็บรักษาผลผลิตแบบไม่เก็บเกี่ยวผลผลิต** ผลผลิตบางอย่างถึงแม้จะแก่แล้ว แต่ก็ยังสามารถทิ้งไว้ให้อยู่บนต้นหรือยังคงอยู่ในแปลงปลูกโดยไม่ต้องเก็บเกี่ยว โดยที่คุณภาพมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย เช่น ส้ม อะโวคาโด มันฝรั่ง ชিং มันเทศ

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

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

## 11. วิธีการเก็บรักษาผลผลิต

ผลผลิตที่ถูกเก็บรักษาไว้ มักมีคุณภาพไม่ดีไปกว่าเดิม แม้ว่าจะมีวิธีการในการเก็บรักษาดีอย่างไรก็ตามการสูญเสียก็ยังสามารถเกิดขึ้นได้ ในบางครั้งผลผลิตที่ถูกเก็บรักษาไว้จะมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะวิตามินซี แต่แม้ว่าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็ตามการเก็บรักษาผลผลิตโดยให้ผลผลิตมีคุณภาพดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาผลผลิต โดยผลผลิตมีการสูญเสียน้อยที่สุด ได้แก่

**11.1 การใช้ความเย็น (refrigerated storage)** สภาพอุณหภูมิต่ำ เป็นสภาพแวดล้อมที่นิยมและเป็นหัวใจสำคัญในการเก็บรักษาผลผลิต โดยจะต้องใช้สภาพความชื้นสูงควบคู่กันไป สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกการเก็บรักษาวิธีนี้ 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 ซึ่งการตอบสนองอาจเป็นไปได้ในทางบวกหรือทางลบก็ได้ 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 อาการที่ผลผลิตแต่ละชนิดแสดงออกมาก็จะแตกต่างกันไป โดยอาจเป็นไปได้ในลักษณะต่างๆ คือ

**12.2.1 การเน่าเสีย (decay)** ผลผลิตที่ได้รับอันตรายจากอุณหภูมิต่ำจะแสดงอาการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว การเน่าเสียจะเป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งกว่าการเน่าเสียจากการแพร่ระบาดของเชื้อโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไป เนื่องจากผลผลิตที่ได้รับอันตรายจะมีความต้านทานของเซลล์ต่อเชื้อลดลง นอกจากนี้การที่เซลล์แตกหรือเนื้อเยื่อตาย ทำให้สารที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์จะถูกใช้เป็นสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ เชื้อโรคเจริญเติบโตและแพร่ระบาดได้ดี

12.2.2 การมีสีผิดปกติ (discoloration) อุณหภูมิต่ำทำให้ลักษณะผิวภายนอกของผลผลิตบางชนิด เช่น กล้วย เงาะ ถั่ว 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 ความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ (freezing injury) เป็นอันตรายที่เกิดขึ้นในทำนองเดียวกับอันตรายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ โดยผลผลิตที่ได้รับอันตรายมักแสดงอาการฉ่ำน้ำ และสูญเสียรสชาติ

### 13. การจัดการกับผลผลิตที่ถูกตัดออก

ผลผลิตที่ถูกตัดออกอาจนำไปแปรรูปเป็นผักผลไม้สดพร้อมบริโภค โดยผ่านกรรมวิธีการทำความสะอาด ปอก ตัดแต่ง ทำเป็นชิ้นเล็ก และบรรจุในภาชนะบรรจุ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกในการรับประทาน อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ตัดออกนี้จะต้องยังมีคุณภาพในการบริโภคคือ มีเนื้อสัมผัส รสชาติ และคุณค่าทางอาหารที่ยังเป็นปกติ แต่อาจถูกตัดออกเนื่องจากมีรูปร่างผิดปกติ ขนาดไม่ได้ตามมาตรฐาน หรือมีตำหนิเล็กน้อย ที่สามารถตัดแต่งได้ เป็นต้น นอกจากนี้ผลผลิตที่มีขนาดใหญ่มาก เช่น ขนุน หรือผลไม้ปอกยาก เช่น ทุเรียน มะพร้าว ส้มโอ มักนิยมนำมาผ่านการแปรรูปเป็นผลไม้สดพร้อมบริโภค ส่วนผักสดจะพบมากในรูปของผักสลัดที่อาจจะมีผักหลายๆ ชนิดผสมกันบรรจุในถุงพลาสติกที่สามารถซื้อไปเทใส่จานและบริโภคได้ทันที 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 ผาน 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 หรือกรดฟีนอลิกส์ส่วนเกินออกไปสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของผักผลไม้คือซัลไฟท์ (sulfite) ซึ่งมีการใช้ทั่วไปในกระบวนการแปรรูปอาหาร นอกจากนั้นยังใช้กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน (anti-oxidant) วิธีการที่นิยมใช้กันมากในการเพิ่มความกรอบของเนื้อผักผลไม้ คือ การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl<sub>2</sub>) 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 การผสมานแผล การเคลือบผิว การคัดเลือก การตัดแต่ง การป้องกัน การบ่ม การบรรจุหีบห่อ ฯลฯ และหากผลผลิตพืชบางชนิดจำเป็นต้องเก็บรักษาไม่นำไปบริโภคหรือจำหน่ายในทันทีอาจเก็บรักษาผลผลิตได้โดยการใช้ความเย็น การใช้สภาพควบคุมบรรยากาศและการใช้สภาพตัดแปลงบรรยากาศ แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวอาจเกิดความเสียหายต่อผลผลิตได้เช่นกัน

---

### คำถามวัดการเรียนรู้

1. จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลผลิตพีชไรส์และพีชสวน
  2. ยกตัวอย่างดัชนีเก็บเกี่ยวโดยประมาณของพีชไรส์อย่างน้อย 5 ชนิดและพีชสวนอย่างน้อย 5 ชนิด
  3. วิธีการเก็บเกี่ยวพีชทำได้อย่างไร
  4. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวโดยทั่วไปทำได้อย่างไร
  5. สาเหตุการสูญเสียของผลผลิตทางการเกษตรเกิดจากอะไร
  6. จงบอกวิธีรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว
-

# บรรณานุกรม

- กนกวรรณ เสรีภาพ. 2551. การหายใจระดับเซลล์ของพืช, เอกสารประกอบการสอนรายวิชา **ชีววิทยาทั่วไป 2**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการเกษตร. (2013). **ผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตร ควารางวัล “วันนักประดิษฐ์”**. Retrieved October 28, 2013, from [http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n15/v\\_2-mar/korkui.html](http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n15/v_2-mar/korkui.html)
- เกศิณี รมิ่งคังค์. (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 ชีรนุต รมโพธิ์ภักดี. (2549). **การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จิรา ณ หนองคาย. (2551). **การขยายพันธุ์พืชในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. หน้า 1.
- จำเริญ ยืนยงสวัสดิ์ ประวิตร โสภโณดร วิจิตต์ วรณชิต และ วิษณุ สมทรัพย์. (2543). **หลักการกลไกกรรม**. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. Retrieved November 23, 2012, from [http://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter08/Agri\\_08.htm](http://natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/510-111web/book/book%20content.htm/chapter08/Agri_08.htm)
- ชนะ วังหมูน. (2553). **งานเกษตร (พืช)**. กรุงเทพฯ: บริษัทอักษรเจริญทัศน์จ.จำกัด. 106 หน้า.
- ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. (2544). **สรีรวิทยาพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา. หน้า 4-5.
- เชน รอดศิริและต่อวุฒิ จำมัน.(2554). **เอกสารประกอบการสอนหลักพืชสวน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. Retrieved October 28, 2013, from <http://www.media.ac.th>.
- จีระ สุตะบุตร และปราณี (สมุทสินธุ์) ฮัมเมอลิงค์. (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](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/>
- รัมม์พันธ์ โกศลานครินทร์. (2550). **สรีรวิทยาและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (E-book)**. กรมวิชาการเกษตร.โครงการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. Retrieved November 30, 2013, from <http://ag-book.lib.ku.ac.th>
- เรณู ศรสำราญ. (2545). **พฤษานาฏ**. กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา. 319 หน้า.
- ลิลลี่ กาวีตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุรียา 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).
- สถาบันนวัตกรรมและพัฒนาระบบการเรียนรู้ออนไลน์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (มปป.). **วิวัฒนาการของพืช**. Retrieved June 18, 2013, from [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/150charles-darwin/Less7\\_3\\_2\\_2\\_1.html](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 ประธานธรรารักษ์, พร้อมจิต ศรีลัมพ์, และธัญชา บุญจรัส. (2542). **การวิภาคและสัณฐานวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 1-22.
- สุกัญญา พสุธารชาติ. (2541). **การเกษตรเบื้องต้น: บทที่ 4 สิ่งแวดล้อมของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 11 กรุงเทพฯ: ภาคซีวิทยา 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://r05.ldd.go.th/Website\\_station/ro5/index.php?view=article&catid=25%3Aknowledge&id=114%3A2014-02-19-03-28-22&option=com\\_content&Itemid=90](http://r05.ldd.go.th/Website_station/ro5/index.php?view=article&catid=25%3Aknowledge&id=114%3A2014-02-19-03-28-22&option=com_content&Itemid=90)
- สุรพล มนัสเสรี. (2531). **หลักพืชศาสตร์**. มปท.: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2552). **สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย**. กรุงเทพฯ: บางกอกบลิ๊ก. หน้า 64-69.
- อภิพรรณ พุกภักดี. (2552). **ปฏิวัติเขียวจากความหิวโหยสู่ความอิ่มเอม**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. หน้า 26-27.
- อัมณชญาณ์ มงคลชัยพฤกษ์. (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 Pupliching 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](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](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. **ประโยชน์จากบรระพีต**. 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](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](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](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 | วิถีไกลโคลิซิส.** May 13, 2014, form [http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/respiration/L2T1\\_new.html](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](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](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/AAAAAAAAAC8M/P6SzpUPNo0E/s1600/biji+monokotil+dan+dikotil.bmp](http://1.bp.blogspot.com/_4lwHTsRufBg/S8-jr1_cRQI/AAAAAAAAAC8M/P6SzpUPNo0E/s1600/biji+monokotil+dan+dikotil.bmp)
- 1.bp.blogspot.com. Retrieved May 13, 2014, form <http://1.bp.blogspot.com/-5NftoueTO6s/ULbt3B84b8I/AAAAAAAAAuM/usD5bXm-l4A/s400/gly2.jpg>