คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ทั้งการบริโภคภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ เป็นไม้ผลที่ปลูกง่าย และปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ขณะเดียวกันมะม่วงก็เป็นไม้ผลที่มีแมลงศัตรูพืชหลายชนิด ด้วยเหตุนี้การส่งมะม่วงไปจำหน่ายต่างประเทศจึงมีเงื่อนไข และกระบวนการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวหลายขั้นตอนตามความต้องการของตลาดภายในและต่างประเทศที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งล้วนแต่ต้องการมะม่วงที่มีคุณภาพทั้งสิ้น เช่น ต้องการความสด รสชาติดี สีและผิวสวย ไม่เน่าเสีย ปราศจากสารพิษตกค้าง เก็บได้นาน เป็นต้น การผลิตมะม่วงคุณภาพควรให้ความสำคัญในทุก ๆ ขั้นตอนของการผลิต หนังสือ **มะม่วง** เล่มนี้ได้ถ่ายทอดความรู้จากผู้ที่มีประสบการณ์ไว้อย่างครบถ้วน ตั้งแต่การรู้จักพันธุ์เพื่อการค้า เทคนิคการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก แนวทางภาคปฏิบัติที่ถูกต้อง ตลอดจนการตลาดที่น่าสนใจ การรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่มากมายเกี่ยวกับมะม่วง ตั้งแต่ความเป็นมา ถิ่นกำเนิด เทคโนโลยีการผลิต การตลาด คุณประโยชน์ การใช้ประโยชน์จากมะม่วง และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมะม่วงได้รวบรวมข้อมูลเข้าไว้เป็นหมวดหมู่ในหนังสือ **มะม่วง** เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องกับมะม่วงทุกฝ่าย ทั้งผู้ที่สนใจทั่วไป นักวิชาการ นักวิจัย เกษตรกร ผู้ผลิต ผู้ค้า ผู้ประกอบการส่งออก ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิต นิสิต นักศึกษา และผู้บริโภค เปรียบเสมือนเป็นคู่มือสำหรับผู้เกี่ยวข้องเหล่านั้นได้ศึกษา และนำไปสู่การปฏิบัติ อันจะส่งผลให้กระบวนการผลิต การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยว และการค้ามะม่วงของไทย พัฒนาก้าวหน้าสู่การเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยในระดับต้น ๆ

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือ **มะม่วง** เล่มนี้ จะเป็นต้นแบบของการประมวลองค์ความรู้อย่างครอบคลุมทุกด้านสำหรับพืชชนิดอื่น ๆ และเสมือนเป็นกุญแจสำคัญดอกหนึ่งที่จะนำไปสู่ความสำเร็จได้ หากท่านมีการไขว่คว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ สาระที่บรรจุภายในพร้อมที่จะนำท่านไปสู่การพัฒนาเปลี่ยนแปลงที่ดีต่อไปในอนาคต

พีระศักดิ์ ฉายประสาท

เมษายน 2561

สารบัญเรื่อง

หน้า

คำนำ ..... **ก**

สารบัญเรื่อง ..... **ค**

สารบัญภาพ ..... **ฎ**

สารบัญตาราง ..... **ฑ**

บทที่ 1 พันธุ์มะม่วง **1**

1. การจัดจำแนกกลุ่มพันธุ์มะม่วง 1
2. พันธุ์มะม่วงทางการค้าของประเทศไทย (Commercial Thai Mango Cultivars) 22
   2.1 การจำแนกชนิดมะม่วงในประเทศไทย (มนู โป้สมบูรณ์ และธวัชชัย รัตน์ชเลศ, 2556) 22
   2.2 พันธุ์มะม่วงที่ปลูกเพื่อการค้าในประเทศไทย 25
3. พันธุ์มะม่วงตามฤดูกาล 42
   3.1 กลุ่มที่ออกดอกนอกฤดูตามธรรมชาติ 42
   3.2 กลุ่มที่ไม่ออกดอกนอกฤดูกาล 42
4. พันธุ์มะม่วงความต้องการของตลาด 42
   4.1 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตเพื่อตลาดภายในประเทศ 42
   4.2 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตเพื่อส่งออกตลาดต่างประเทศ 43
   4.3 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตส่งโรงงานแปรรูป 43

สรุป 43

5. เอกสารอ้างอิง 44

บทที่ 2 การเลือกและเตรียมพื้นที่ทำสวนมะม่วง **45**

1. การเลือกพื้นที่ทำสวนมะม่วง 45
   1.1 ปริมาณน้ำฝนและความชื้นในอากาศ 45
   1.2 อุณหภูมิ 45
   1.3 ดิน 46
   1.4 ความลึกของหน้าดินและระดับน้ำในดิน 75
   1.5 น้ำ 75
   1.6 ลม 76
   1.7 ความเข้มแสง 76
   1.8 การคมนาคมและการติดต่อสื่อสาร 76
   1.9 ปัญหาแรงงาน 77
2. การเตรียมพื้นที่ปลูก 77

2.1 การเตรียมพื้นที่ปลูกในที่ลุ่ม 77
2.2 การเตรียมพื้นที่ปลูกในที่ดอน 79
สรุป 81
3. เอกสารอ้างอิง 83
บทที่ 3 การขยายพันธุ์ การปลูก และการดูแลมะม่วงระยะแรกหลังปลูก 77
1. การเพาะเมล็ด 77
2. การทาบกิ่ง 78
2.1 การเตรียมต้นตอ 78
2.2 การเลือกกิ่งพันธุ์ 79
2.3 ฤดูกาล 79
2.4 วิธีการ 79
3. การต่อกิ่งแบบเสียบยอด 84
4. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการขยายพันธุ์ 85
5. การเลือกระยะปลูก 85
6. การปลูก 90
7. การขุดหลุมปลูก 90
8. การดูแลรักษามะม่วงในระยะแรกก่อนให้ผลผลิต 91
8.1 มะม่วงระยะเริ่มปลูกถึงก่อนให้ผลผลิต 91
8.2 มะม่วงระยะเจริญทางกิ่งใบ 92
8.3 การให้น้ำ 92
9. การตัดแต่งกิ่ง 93
9.1. ประโยชน์ของการตัดแต่งกิ่ง 93
9.2. วิธีการตัดแต่งกิ่ง 93
10. ขั้นตอนการตั้งพุ่มที่ความสูงประมาณ 2 ฟุตแบบเปิดศูนย์กลาง 96
สรุป 97
11. เอกสารอ้างอิง 97
บทที่ 4 เทคโนโลยีการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก 95
1. ความหมายของมะม่วงนอกฤดู 95
2. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงนอกฤดูของประเทศไทย 95
3. หลักการผลิตมะม่วงนอกฤดู 95

3.1 การใช้พันธุ์ทะวาย (off-season cultivar) 95
3.2 การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง 96
3.3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) 98
4. ปัจจัยที่ควบคุมการออกดอกติดผลของมะม่วง 100
4.1 การชักนำการออกดอก 100
4.2 ขั้นตอนการบังคับการออกดอกในมะม่วง 102
4.3 การติดผล 104
5. ขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อผลิตมะม่วงนอกฤดู 109
5.1 การตัดแต่งกิ่ง 109
5.2 การใส่ปุ๋ยและการปรับปรุงดิน 110
5.3 การให้น้ำ 110
5.4 การบังคับให้ออกดอกนอกฤดู 110
5.5 การกระตุ้นตาใบและตาดอก 111
5.6 การป้องกันกำจัดโรคและแมลง 111
5.7 การแต่งผลและห่อผล 111
สรุป 112
6. เอกสารอ้างอิง 113
บทที่ 5 ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด 113
1. โรคที่สำคัญของมะม่วง 113
1.1 โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) 113
1.2 โรคราดำและช่อดอกดำ 115
1.3 โรคราแป้ง 117
1.4 โรคจุดสนิม 118
1.5 โรคราสีชมพู 119
1.6 โรคเปลือกแตกยางไหล (bark cracking and gummosis) 119
1.7 โรคใบจุดและใบไหม้ (leaf spot and blight) 120
1.8 โรคเส้นใบสีดำและเสี้ยนดำในผล (Black leave vein, Black thread fruit pulp) 121
1.9 โรคใบจุดสีเทา (Grey leaf spot) 121
1.10 โรคใบจุดนูน (Crusty leaf spot) 122
1.11 โรคใบจุดสาหร่าย (Algal leaf spot, Red rust) 122
1.12 โรคสแคบ (scab) 123

1.13 โรคช่อดอกพุ่ม 124
1.14 โรคดอกพลาสติก (Mango Malformation Disease : MMD) 124
1.15 โรคดอกพิการของมะม่วง 125
1.16 โรคขั้วผลเน่าหรืออาการผลเน่า 126
1.17 จุดดำแบคทีเรีย (bacterial black spot) 126
1.18 โรคโคนเน่า (Collar rot) 127
2. แมลงศัตรูสำคัญของมะม่วง และสารป้องกันกำจัด (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552) 127
2.1 เพลี้ยไฟ (Thrips) 128
2.2 แมลงวันผลไม้ (Oriental fruit fly) 130
2.3 เพลี้ยแป้ง (Mealy bug) 132
2.4 แมลงค่อมทอง (Green weevil) 133
2.5 เพลี้ยจักจั่นมะม่วง (Mango Leal hopper) 134
2.6 หนอนผีเสื้อเจาะผลมะม่วง (Mango seed borer, seed boring caterpillar) 135
2.7 ด้วงงวงเจาะเมล็ดมะม่วง (mango seed weevil) *Sternochetus olivieri* (Faust) 135
3. อาการผิดปกติอื่น ๆ ของมะม่วง (นิพนธ์ วิสาทานนท์, 2552) 136
3.1 อาการขอบใบไหม้ ปลายใบไหม้ 136
3.2 อาการก้นผลดำ (black tip) 136
3.3 อาการขาดธาตุแมกนีเซียม 136
3.4 อาการผลแตก (fruit cracking) 136
3.5 อาการเป็นพิษจากสารกำจัดวัชพืช (herbicide toxicity) 137
3.6 อาการผลเป็นหมันหรือผลลม (parthenocarpic fruit) 137
3.7 อาการเนื้อตาย (spongy tissues) 137
4. อาการผิดปกติอื่น ๆ ที่เกิดกับมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว 138
4.1 อาการรอยจุดดำบนผิวผล 138
4.2 อาการสุกผิดปกติ 138
4.3 อาการแผลไหม้จากน้ำยางในมะม่วงบางสายพันธุ์ (sap burn) 139
4.4 อาการผิดปกติที่เกิดจากอุณหภูมิ 139
4.5 Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) 140
4.6 Stem end rot (*Lasiodiplodia theobromae* Pat.) 140
4.7 Aspergillus rot (*Aspergillus niger*) 140

4.8 Rhizopus rot (*Rhizopus stolonifer*) 140
4.9 Dothiorella rot (*Dothiorella dominicana* Petr. & Cif.) 141
4.10 Phomopsis rot (*Phomopsis mangiferae* Ahmed) 141
5. อาการผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุอื่น ๆ 141
6. วัชพืช (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552) 141
6.1 วัชพืชฤดูเดียว 141
6.2 วัชพืชข้ามปี 142
6.3 การป้องกันกำจัดวัชพืช 142
6.4 การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 142
6.5 การใช้เครื่องพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 143
6.6 วิธีการพ่นและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 144
6.7 ข้อควรปฏิบัติในการฉีดพ่นสารเคมี 145
6.8 อักษรย่อบนฉลากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 145
7. การป้องกันกำจัด 146
7.1 คำแนะนำการใช้สารเคมีในการควบคุมโรค 146
7.2 ชนิดสารเคมีที่สำคัญในการให้คำแนะนำเพื่อป้องกันกำจัดโรคพืช (นิพนธ์ วิสาทานนท์, 2552) 148
7.3 การใช้สารเคมีควบคุมโรคในสวนผลไม้เพื่อลดการเน่าเสียหลังเก็บเกี่ยว (สมศิริ แสงโชติ, 2552) 150
7.4 วิธีการป้องกันกำจัดเชื้อโรคของผลไม้ระยะหลังเก็บเกี่ยว 151
7.5 วิธีการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา 152
สรุป 152
8. เอกสารอ้างอิง 154
บทที่ 6 การดูแลต้นมะม่วงระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง 149
1. ระยะติดผล 149
1.1 การแต่งผลหรือการปลิดผล 149
1.2 การห่อผล 151
2. ระยะเก็บเกี่ยว 152
2.1 การตรวจสอบความแก่ของผลมะม่วง 153
2.2 วิธีหาดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วง 154
2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วงบางสายพันธุ์ 155
2.4 หลักการในการเก็บเกี่ยว 158
2.5 วิธีการเก็บเกี่ยว 158

2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว 159
2.7 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว 160
2.8 ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 160
3. การพัฒนาคุณภาพมะม่วง 161
4. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว 163
5. การประเมินความเสียหายของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว 163
6. การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงและการป้องกัน 164
7. ข้อควรระวังในการเก็บเกี่ยวมะม่วง 164
8. ผลของระยะการเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษา 166
9. การคัดคุณภาพผล (Fruit Quality Grading) 166
9.1 การวิเคราะห์คุณภาพ 166
9.2 มาตรฐานคุณภาพมะม่วง 167
9.3 ข้อกำหนดเรื่องขนาด 169
9.4 การคัดคุณภาพมะม่วง 169
10. การตรวจสอบผลมะม่วง 171
10.2 การตรวจสอบโดยการส่งผ่านคลื่นเสียง 173
10.3 การทดสอบโดยคลื่นเหนือเสียง 174
10.4 การตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายเอกซ์เรย์ 174
10.5 ประโยชน์ของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย 175
11. การล้างผล (Fruit Washing) 175
11.1 สารละลายคลอรีน 175
11.2 ด่างทับทิม 176
11.3 สบู่และสารซักล้าง 176
11.4 สารที่ใช้เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ 177
11.5 กรดชนิดต่าง ๆ 177
11.6 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 178
11.7 น้ำอิเล็กโทรไลต์ 178
11.8 ปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไทเทเนียมไดออกไซด์ 179
12. การอบไอน้ำเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ 179
12.1 เครื่องอบไอน้ำ 180

12.2 ขั้นตอนปฏิบัติการอบไอน้ำกำจัดแมลงวันผลไม้ 180
13. การฉายรังสีผลไม้ (Fruit Irradiation) 182
13.1 การฉายรังสีแกมมาในผลผลิตทางการเกษตร 182
13.2 การฉายรังแกมมามะม่วงเพื่อการส่งออก 184
13.3 แนวทางการปฏิบัติของเกษตรกรและผู้ส่งออก 185
13.4 แนวทางการปฏิบัติของผู้ส่งออกหรือโรงคัดบรรจุ 185
13.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพมะม่วงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 186
14. การแช่น้ำร้อน (Hot Water Treatment) 187
14.3 ขั้นตอนการแช่น้ำร้อนสำหรับมะม่วงเพื่อการส่งออก 192
14.4 ข้อควรระวัง 193
15. การบรรจุ 193
15.1 การบรรจุผล (Fruit Packaging) 193
15.2 หลักการบรรจุ 194
15.3 ลักษณะตามธรรมชาติของผลผลิต 194
15.4 หน้าที่ของการบรรจุ 194
15.5 ประเภทและวิธีการบรรจุมะม่วง 194
15.6 ภาชนะบรรจุผล (Fruit Package) 195
15.7 วัสดุที่ใช้ในการทำภาชนะบรรจุ 196
15.8 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุมะม่วง 199
15.9 เครื่องหมายบนกล่องบรรจุมะม่วงส่งออก 200
15.10 ความต้องการในการป้องกันจากการสูญเสียน้ำ 201
16. การเพิ่มมูลค่ามะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว 202
17. การเก็บรักษา (storage) 202
18. การบ่ม (Hastening Ripening) 213
18.1 วิธีการบ่มผลมะม่วง 214
18.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการบ่มผลมะม่วง 215
18.3 ประโยชน์ของการบ่ม 217
19. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2561) 217
19.1 การคัดแยกความแก่ของมะม่วงด้วยการลอยน้ำ 217
19.2 คัดแยกขนาด ใส่โฟมกันกระแทก จัดส่งมายังโรงอบไอน้ำ 218
19.3 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ณ โรงอบไอน้ำและคัดบรรจุ 219

19.4 อบไอน้ำ.....221
19.5 คัดแยกขนาด.....222
19.6 การบรรจุ.....223
19.7 จัดส่งยังไปท่าเรือและส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นทางเรือ.....228
สรุป.....229
20. เอกสารอ้างอิง.....231
ภาคผนวก.....227

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มแก้ว 2
ภาพที่ 2 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มเขียวเสวย 3
ภาพที่ 3 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มน้ำดอกไม้ 4
ภาพที่ 4 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มหนังกลางวัน 6
ภาพที่ 5 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มอกร่อง 8
ภาพที่ 6 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มพราหมณ์ 10
ภาพที่ 7 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มผลกลม 11
ภาพที่ 8 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มเบ็ดเตล็ด 12
ภาพที่ 9 องค์ประกอบของดินที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืช 47
ภาพที่ 10 ชุดทดสอบดินอย่างง่าย (kit test) 50
ภาพที่ 11 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) 51
ภาพที่ 12 ค่า pH ต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุในดิน
แถบกว้างแสดงว่าธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืชมาก 51
ภาพที่ 13 การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนช่วยลดอาการเนื้อเป็นโพรง
ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง 68
ภาพที่ 14 การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนช่วยยืดอายุการเก็บรักษา
มะม่วงมหาชนกได้นาน 24 วัน 68
ภาพที่ 15 การปลูกมะม่วงในโดยไม่ยกร่องในจังหวัดสุพรรณบุรี 77
ภาพที่ 16 การทำสวนมะม่วงแบบขุดร่องน้ำสวนมะม่วงจังหวัดสุพรรณบุรี 79
ภาพที่ 17 การทำสวนมะม่วงในที่ดอนสวนมะม่วงจังหวัดพิษณุโลก 79
ภาพที่ 18 แสดงวิธีการทาบกิ่งแบบประกับ 79
ภาพที่ 19 แสดงวิธีการทาบกิ่งแบบเข้าลิ้น 80
ภาพที่ 20 วิธีการทาบกิ่งแบบพาดร่อง 81
ภาพที่ 21 วิธีทาบกิ่งแบบฝานบวบแปลง 81
ภาพที่ 22 วิธีการทาบกิ่งแบบเข้าบ่าขัดหลัง 82
ภาพที่ 23 วิธีการทาบกิ่งแบบเสียบข้างแปลง 83
ภาพที่ 24 การวางหลุมและระยะปลูกไม่ควรให้ร่มเงาซ้อนทับเมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนสูงขึ้น 87
ภาพที่ 25 การวางหลุมและระยะปลูกไม่ให้ร่มเงาต้นมะม่วงทับกัน 87
ภาพที่ 26 ลักษณะทรงพุ่มต้นมะม่วงก่อนการตัดแต่ง 95
ภาพที่ 27 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบเบา 95

ภาพที่ 28 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบปานกลาง 95
ภาพที่ 29 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบหนัก 95
ภาพที่ 30 ลักษณะของการเสียบกิ่งที่เจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตได้แล้ว 98
ภาพที่ 31 ขั้นตอนการบังคับออกดอกนอกฤดูของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง *(พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)* 102
ภาพที่ 32 ลักษณะช่อดอกมะม่วงและดอกกระเทย หรือ ดอกสมบูรณ์เพศ 105
ภาพที่ 33 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการตัดแต่งเพื่อควบคุมความสูงของพุ่มไม่เกิน 2.5-3.0 เมตร 110
ภาพที่ 34 ตาดอกที่พร้อมสำหรับการดึงดอก 111
ภาพที่ 35 การห่อผลมะม่วงด้วยถุงห่อผลมะม่วงสีน้ำตาล หรือถุงคาร์บอน 112
ภาพที่ 36 ลักษณะโรคแอนแทรกโนสเข้าทำลายที่ใบและผลมะม่วง 115
ภาพที่ 37 ลักษณะช่อดอกมะม่วงและผลมะม่วงที่เกิดโรคราดำ 117
ภาพที่ 38 แสดงใบที่ถูกเชื้อสาเหตุโรคราสนิมเข้าทำลาย 119
ภาพที่ 39 แสดงอาการของโรคยางไหล 120
ภาพที่ 40 แสดงภาพใบมะม่วงที่เป็นโรคใบไหม้ 121
ภาพที่ 41 แสดงภาพผลมะม่วงที่เป็นโรคสแคบ 123
ภาพที่ 42 แสดงช่อมะม่วงเป็นโรคดอกพลาสติก 125
ภาพที่ 43 แสดงโรคดอกพิการของช่อมะม่วง 125
ภาพที่ 44 แสดงมะม่วงที่มีอาการขั้วผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยว 126
ภาพที่ 45 แสดงลักษณะเพลี้ยไฟ ผลและใบอ่อนของมะม่วงที่ถูกเพลี้ยไฟเข้าทำลาย 129
ภาพที่ 46 แสดงลักษณะของแมลงวันผลไม้ และผลมะม่วงที่ถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผลมะม่วง 130
ภาพที่ 47 กับดักแมลงวันผลไม้ 131
ภาพที่ 48 แสดงลักษณะการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้ง 133
ภาพที่ 49 แมลงค่อมทอง 134
ภาพที่ 50 แสดงลักษณะของเพลี้ยจักจั่น ไข่ของเพลี้ยจักจั่นบนใบมะม่วง
และจุดดำที่เกิดจากเพลี้ยจักจั่นดูดกินน้ำเลี้ยงบนผลมะม่วง 135
ภาพที่ 51 อาการผลแตก 137
ภาพที่ 52 แสดงอาการแผลไหม้จากน้ำยางบนผลมะม่วง 139
ภาพที่ 53 รถแอร์บลาสสำหรับฉีดพ่นสาร 144
ภาพที่ 54 การแต่งผลหรือการปลิดผล 150
ภาพที่ 55 การห่อผลมะม่วง 151
ภาพที่ 56 การเก็บเกี่ยวผลมะม่วง 153

ภาพที่ 57 เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะม่วง 159
ภาพที่ 58 ลักษณะของเครื่องหมายติดบนกล่องบรรจุมะม่วงส่งออกประเทศญี่ปุ่น 201
ภาพที่ 59 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (control) และสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนต่างกันและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 27 วัน 204
ภาพที่ 60 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงไม่บรรจุถุง (control) (A) และพลาสติกชนิด white ethylene-absorbing bags (WEB) (B) และ green ethylene-absorbing bags (GEB) (C) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน 206
ภาพที่ 61 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ (จมในน้ำเปล่า) 217
ภาพที่ 62 การคัดแยกคุณภาพมะม่วงและใส่ตาข่ายโฟมกันกระแทก 218
ภาพที่ 63 มะม่วงที่เรียงใส่ตะกร้ารอขนขึ้นรถเพื่อไปโรงอบไอน้ำ 218
ภาพที่ 64 เจ้าหน้าที่สุ่มตัวอย่างมะม่วงตรวจสารตกค้าง 219
ภาพที่ 65 แยกตาข่ายโฟมออกจากมะม่วงและตัดขั้วผล 220
ภาพที่ 66 ล้างด้วยน้ำคลอรีน 220
ภาพที่ 67 จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที 221
ภาพที่ 68 จุ่มในน้ำเย็น 1 นาที ยกวางบนพาเลทเตรียมเข้าห้องอบไอน้ำ 221
ภาพที่ 69 เรียงมะม่วงใส่ลังพลาสติกและนำลังมะม่วงเข้าตู้อบไอน้ำ 222
ภาพที่ 70 การคัดแยกขนาด 222
ภาพที่ 71 ติดสติกเกอร์และใส่ตาข่ายโฟม 223
ภาพที่ 72 การบรรจุมะม่วงในถุงพลาสติกยืดอายุ 224
ภาพที่ 73 การเรียงมะม่วงลงกล่องและปิดผนึก 224
ภาพที่ 74 บรรจุกล่องมะม่วงและติดสติกเกอร์ที่กล่อง 226
ภาพที่ 75 เรียงกล่องมะม่วงบนพาเลท เข้ามุมเพื่อไม่ให้กล่องขยับได้ 227
ภาพที่ 76 ขนย้ายพาเลทกล่องมะม่วงเข้าตู้คอนเทนเนอร์และขนส่งไปยังท่าเรือ 228

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การจำแนกกลุ่มพันธุ์มะม่วงโดยอาศัยลักษณะภายนอก 10
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ 12
ตารางที่ 3 ลักษณะของมะม่วงกลุ่มอินเดียและกลุ่มอินโดจีน 23
ตารางที่ 4 พันธุ์มะม่วง ถิ่นกำเนิด แหล่งผลิตที่สำคัญ และตลาดต่างประเทศ 23
ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ 26
ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก 35
ตารางที่ 7 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการแปรรูป 43
ตารางที่ 8 ระดับค่า pH ของดินและสภาพความเป็นกรดและด่าง 50
ตารางที่ 9 ฤทธิ์ด่างของปูนเมื่อเป็นสารบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ 52
ตารางที่ 10 ระดับความเค็มของดินและผลต่อพืช 53
ตารางที่ 11 ธาตุอาหารหลักที่พืชที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 53
ตารางที่ 12 ธาตุอาหารรองที่พืชที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 55
ตารางที่ 13 ธาตุอาหารเสริมที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 55
ตารางที่ 14 บทบาทของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช 57
ตารางที่ 15 การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดินและแนวทางการบำรุงดินสำหรับมะม่วง 69
ตารางที่ 16 ระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและแนวทางการบำรุงดิน 70
ตารางที่ 17 ระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินกับการบำรุงดิน 71
ตารางที่ 18 สูตรและปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมีบางชนิด 74
ตารางที่ 19 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการปลูกไม้ผลในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน 86
ตารางที่ 20 ข้อดีที่อาจเกิดขึ้นในการปลูกไม้ผลแบบปลูกระยะชิดและปลูกระยะห่าง 88
ตารางที่ 21 ข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นในการปลูกไม้ผลแบบปลูกระยะชิดและปลูกระยะห่าง 88
ตารางที่ 22 การใช้สารป้องกันกำจัดโรคของมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550) 147
ตารางที่ 23 การใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550) 147
ตารางที่ 24 การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550) 148
ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบดัชนีการเก็บเกี่ยวมะม่วงแต่ละสายพันธุ์ (วิลาวัลย์ คำปวน, 2556) 157
ตารางที่ 26 ประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงจากสวนจำนวน 20 สวนในเขตภาคเหนือตอนล่าง 163
ตารางที่ 27 ข้อกำหนดเรื่องขนาดของผลมะม่วง 169
ตารางที่ 28 ความต้องการของตลาดด้านคุณภาพและราคามะม่วงในปี 2552 ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออกอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ 170
ตารางที่ 29 การแช่น้ำร้อนเพื่อควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงในประเทศต่าง ๆ 190

บทที่ 1
พันธุ์มะม่วง

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) ชื่อสามัญ Mango อยู่ในวงศ์ Anacardiaceae ซึ่งมะม่วงที่พบในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ เช่น มะม่วงขี้ยา มะม่วงแปบ มะม่วงช้างเหยียบ มะม่วงป่า มะม่วงกะเลง มะม่วงไข่แลนหรือกิเลน มะม่วงป้อม มะม่วงป่า มะม่วงกะล่อน มะม่วงคัน มะม่วงชัน มะม่วงจิ้งหรีด และมะม่วงบาป เป็นต้น แต่ชนิดที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายและเป็นการค้า คือ มะม่วงบ้าน (วิจิตร วังใน, 2533) ซึ่งพบในอินเดียมากกว่า 4,000 ปี และแพร่กระจายไปยังภูมิภาคเอเชียใต้ แอฟริกา และอเมริกาใต้ ปัจจุบันปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วไปในเขตร้อนและร้อนชื้น อินเดียเป็นประเทศที่มีการปลูกมากที่สุด ประเทศผู้นำในการส่งออกมะม่วง ได้แก่ ฟิลิปปินส์ ปากีสถาน บราซิล อินเดีย และเปรู เป็นต้น มะม่วงจัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากปลูกง่าย โตเร็ว รับประทานได้ทั้งผลสุกและผลดิบ แปรรูปได้หลายชนิด เช่น น้ำผลไม้ กระป๋อง มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม และมะม่วงกวน เป็นต้น นอกจากนี้การรับประทานมะม่วงยังให้คุณค่าทางอาหารแก่ร่างกาย ในเนื้อมะม่วง 100 กรัม ประกอบด้วย น้ำตาล 13.7 กรัม เส้นใย 1.6 กรัม ไขมัน 0.38 กรัม โปรตีน 0.82 กรัม เป็นต้น นอกจากนี้ในเนื้อมะม่วงยังมีวิตามินอีกหลายชนิด ได้แก่ เอ บี ซี และธาตุอาหารอื่น ๆ

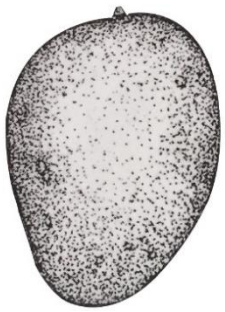
1. การจัดจำแนกกลุ่มพันธุ์มะม่วง

มะม่วงเป็นไม้ผลที่นิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นไม้ผลที่ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ การขยายพันธุ์มะม่วงแบบดั้งเดิมด้วยการเพาะเมล็ด ทำให้เกิดความหลากหลายของสายพันธุ์ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนา และปรับปรุงพันธุ์ กรมวิชาการเกษตรสามารถรวมพันธุ์มะม่วงจากทั่วประเทศ โดยรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี มีการรายงานของพันธุ์มะม่วงที่สำรวจพบในประเทศไทยไว้ประมาณ 150 สายพันธุ์ บางพันธุ์มีลักษณะคล้ายกัน บางพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกัน บางสายพันธุ์อาจจะมีชื่อเรียกหลายชื่อแตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศที่เป็นแหล่งปลูก จากการที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันเป็นสาเหตุให้เกิดความสับสนในการสำรวจ และรวบรวมข้อมูล ศิวพร จินตนาวงศ์ (2534 และ 2539) จึงได้เริ่มศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ตามหลักเกณฑ์ของ IPGRI ของมะม่วงที่รวบรวมไว้ดังกล่าว ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะภายนอกพบว่า มีบางลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จึงได้จัดแบ่งกลุ่มมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ โดยศึกษาจากลักษณะทรงพุ่ม ต้น ใบ ช่อดอก ผล และลักษณะอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 8 กลุ่ม (ตารางที่ 1) และสามารถเปรียบเทียบลักษณะระหว่างสายพันธุ์ได้ ดังตารางที่ 2 การจำแนกกลุ่มของมะม่วงสามารถจำแนกได้ดังนี้

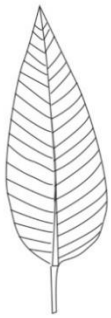
1. กลุ่มแก้ว	2. กลุ่มเขียวเสวย
3. กลุ่มน้ำดอกไม้	4. กลุ่มหนังกลางวัน
5. กลุ่มอกร่อง	6. กลุ่มพราหมณ์
7. กลุ่มผลกลม	8. เบ็ดเตล็ด

1. กลุ่มแก้ว

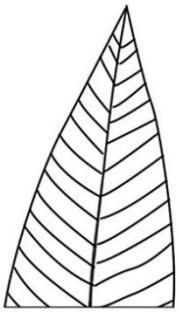
- ลักษณะทรงผล (fruit shape) รูปไข่กลับ (obovate)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ป้อมโคนใบ (lanceolate)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) สอบเรียว (attenuate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



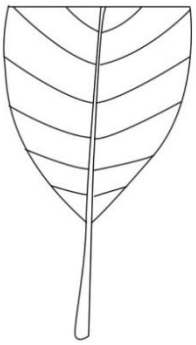
รูปไข่กลับ (obovate)



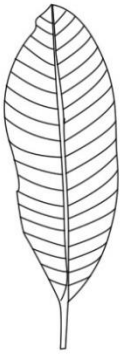
ป้อมโคนใบ (lanceolate)



สอบเรียว (attenuate)



แหลม (acute)



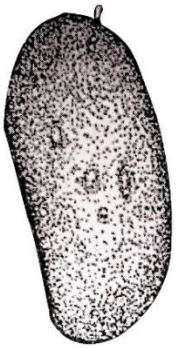
เรียบ (entire)

ภาพที่ 1 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มแก้ว
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

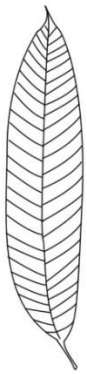
ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มแก้ว ได้แก่ แก้วขาว แก้วจุก แก้วเขียว อ่อนมัน มันแห้ว บานเย็น หนองแซง แมวเซา และบานขาว เป็นต้น

2. กลุ่มเขียวเสวย

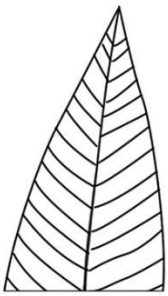
- ลักษณะทรงผล (fruit shape) รูปขอบขนาน (oblong)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ขอบขนาน (oblong)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) สอบเรียว (attenuate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) สอบเรียว (attenuate)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



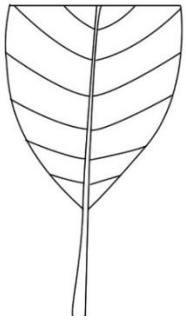
รูปขอบขนาน (oblong)



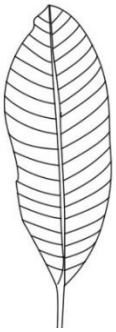
ขอบขนาน (oblong)



สอบเรียว (attenuate)



สอบเรียว (attenuate)



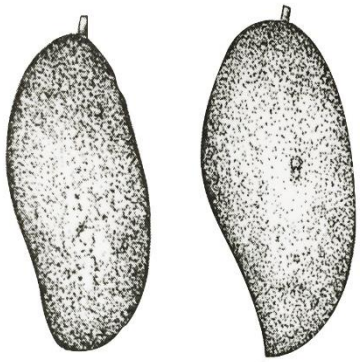
เรียบ (entire)

ภาพที่ 2 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มเขียวเสวย
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

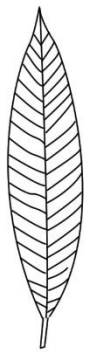
ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มเขียวเสวย ได้แก่ เขียวเสวย มันบ้านลาด เขียวเสวยรจนา ทองดำ ยายกล่ำ ลิ้นงูเห่า ฟ้าลั่น ขุนทิพย์ ศาลายา ไขตึก หมอนทอง กระแตลืมรัง รจนา มันสะเด็ด และสังขยา เป็นต้น

3. กลุ่มน้ำดอกไม้

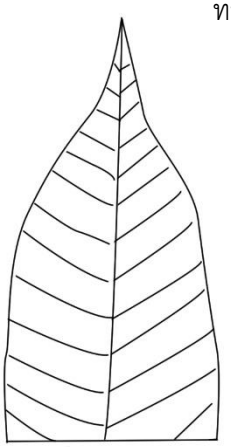
- ลักษณะทรงผล (fruit shape) ทรงรี (elliptical)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ป้อมกลางใบ (elliptical)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (acuminate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) คลื่น (undulate)



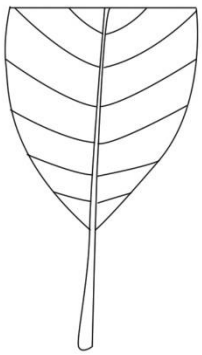
ทรงรี (elliptical)



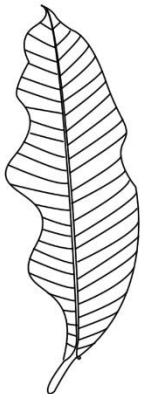
ป้อมกลางใบ (elliptical)



เรียวแหลม (acuminate)



แหลม (acute)



คลื่น (undulate)

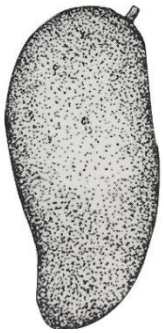
ภาพที่ 3 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มน้ำดอกไม้

ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

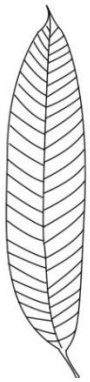
ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มน้ำดอกไม้ ได้แก่ น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 น้ำดอกไม้เบอร์ 5 น้ำดอกไม้ทะวาย สาวน้อยลืมผัว คอนกแก้ว มะลิลา ล่าหงส์ทอง เจ้าพระยา และเมล็ดนิ่ม เป็นต้น

4. กลุ่มหนังกลางวัน

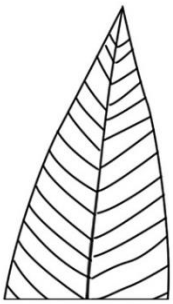
- ลักษณะทรงผล (fruit shape) ทรงกระบอก (cylindrical)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ขอบขนาน (oblong)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) สอบเรียว (attenuate)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



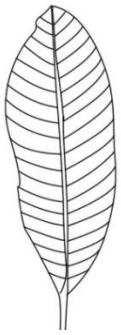
ทรงกระบอก



ขอบขนาน (oblong)



สอบเรียว (attenuate)



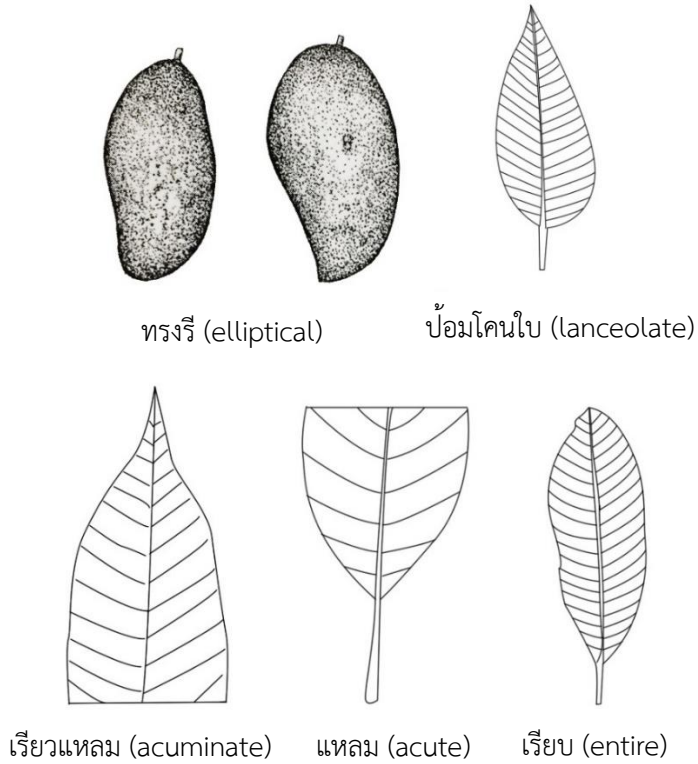
เรียบ (entire)

ภาพที่ 4 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มหนังกลางวัน
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มหนังกลางวัน ได้แก่ หนังกลางวัน งาเขียว งาแดง งาดาบ งาขาวหรือหม่นสั้น งาขาวหรืองาหม่นยาว งาท้องเรือ งาช้าง งาเพชรบูรณ์ (สามใบแขน) แก้วลืมรัง แก้วลืมคอน ผ้าขี้ริ้วห่อทอง ทองปลายแขน น้ำตาลปากกระบอก เล็บมือนาง และนวลจันทร์ เป็นต้น

5. กลุ่มอกร่อง

- ลักษณะทรงผล (fruit shape) ทรงรี (elliptical)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ป้อมโคนใบ (lanceolate)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (acuminate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



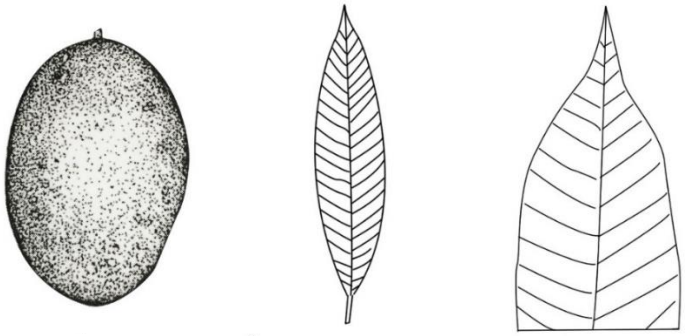
ภาพที่ 5 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มอกร่อง
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มอกร่อง ได้แก่ อกร่องทอง อกร่องมัน อกร่องเขียว อกร่องขาว พิมพ์เสนมัน ทองแดง ทองขาว ทองขาวยาว ทองขาวกลม มันทะวาย หงสาวดี การะเกด แห้วหลวงอิงค์ สวนทิพย์ ตะเพียนทอง ทองไม่รู้วาย แสงทอง แตงกวา แห้ว พิมเสนเปรี้ยว มันทะวาย พรวนขอ ตับเป็ด แปบ กำปั่น ระเด่นขาว ขี้ทุบ นวลแตง ทูลถวาย แก้มแดง ลูกโยนพระอินทร์ สามฤดู ขี้ไต้ หอระฆัง มันทองเอก แรด เจ้าคุณทิพย์ สามปี พญาลืม

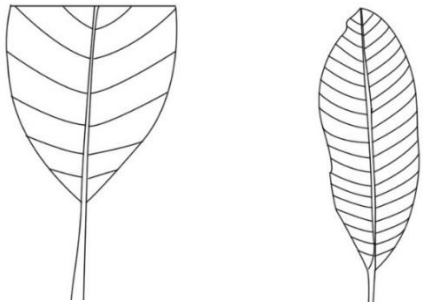
เฝ้า ระเด่นเขียว อกร่องกะทิ มันอยุธยา กล้วย ขอช้าง มันค่อม ตาเตะหลาน ค้างคาวลืมรัง ขายตึก เลื้อย และเทพนิมิตร เป็นต้น

6. กลุ่มพราหมณ์

- ลักษณะผล (fruit shape) รูปไข่ (ovate)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ป้อมกลางใบ (elliptical)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) เรียวแหลม (acuminate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



รูปไข่ (ovate) ป้อมกลางใบ (elliptical) เรียวแหลม (acuminate)



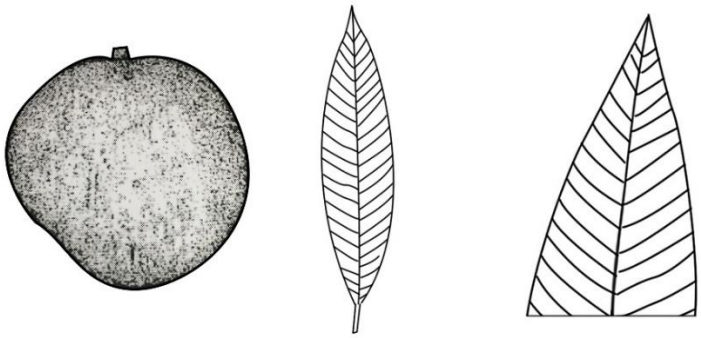
แหลม (acute) เรียบ (entire)

ภาพที่ 6 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มพราหมณ์
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

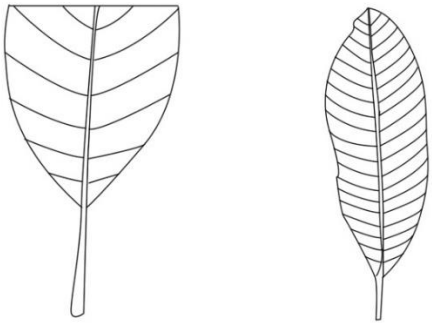
ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มพราหมณ์ ได้แก่ พราหมณ์เนื้อเหลือง พราหมณ์เนื้อแดง พราหมณ์ก้นขอ เบามะปราง นกกระจิบ ทองหยด ทองทะวาย กะล่อนทองคำ หินทอง และเทพรส เป็นต้น

7. กลุ่มผลกลม

- ลักษณะทรงผล (fruit shape) ทรงกลม (roundish)
- ลักษณะทรงใบ (leaf shape) ป้อมกลางใบ (elliptical)
- ลักษณะปลายใบ (leaf apex) สอบเรียว (attenuate)
- ลักษณะฐานใบ (leaf base) แหลม (acute)
- ลักษณะขอบใบ (leaf margin) เรียบ (entire)



ทรงกลม (roundish) ป้อมกลางใบ (elliptical) สอบเรียว (attenuate)



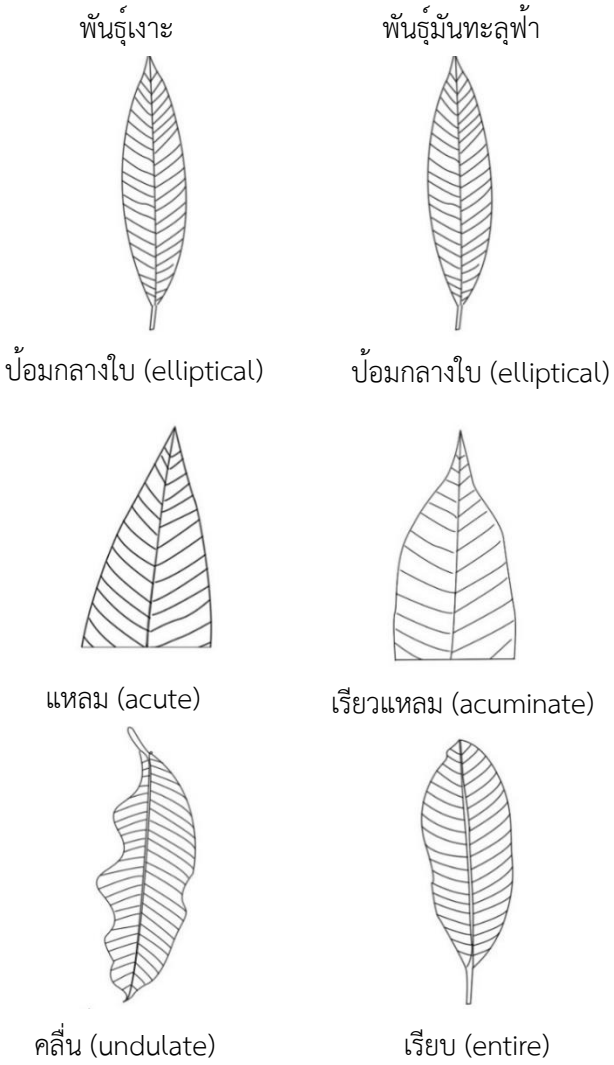
แหลม (acute) เรียบ (entire)

ภาพที่ 7 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มผลกลม
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มผลกลม ได้แก่ ตลับนาค อินทรชิต น้ำตาลเตา น้ำตาลทรายหนัก น้ำตาลจีน ทุเรียน หอยแครง จันทร์เจ้าขา และตะพาบกลม เป็นต้น

8. กลุ่มเบ็ดเตล็ด

- ลักษณะทรงผล (fruit shape) หลายแบบไม่สามารถจัดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- ลักษณะทรงใบ ปลายใบ ฐานใบ และขอบใบ ไม่อยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง อาจมีลักษณะกลุ่มหนึ่งปนกับลักษณะอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นต้น



ภาพที่ 8 ลักษณะภายนอกของมะม่วงกลุ่มเบ็ดเตล็ด
ที่มา : ดัดแปลงจากศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

ตัวอย่างมะม่วงกลุ่มเบ็ดเตล็ด ได้แก่ เงาะ มันทะลุฟ้า มะปราง มาทัน ไอ้ฮวบ พระยาเสวย มันหมู และกะลาแม เป็นต้น

ตารางที่ 1 การจำแนกกลุ่มพันธุ์มะม่วงโดยอาศัยลักษณะภายนอก

ชื่อกลุ่มพันธุ์มะม่วง	ลักษณะทรงผล (fruit shape)	ลักษณะทรงใบ (leaf shape)	ลักษณะปลายใบ (leaf apex)	ลักษณะฐานใบ (leaf base)	ลักษณะขอบใบ (leaf margin)
1. กลุ่มแก้ว เช่น แก้วขาว แก้วเขียว แก้วจุก หนองแซง มันแห้ว	รูปไข่กลับ (obovate)	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	สอบเรียว (attenuate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)
2. กลุ่มเขียวเสวย เช่นเขียวเสวย ทองดำ ลิ้นงูเห่า ฟ้าลั่น ขุนทิพย์	รูปขอบขนาน (oblong)	ขอบขนาน (oblong)	สอบเรียว (attenuate)	สอบเรียว (attenuate)	เรียบ (entire)
3. กลุ่มน้ำดอกไม้ เช่นน้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้ทะวาย น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 น้ำดอกไม้เบอร์ 5	ทรงกระบอก (cylindrical)	ขอบขนาน (oblong)	สอบเรียว (attenuate)	-	เรียบ (entire)
4. กลุ่มหนังกลางวัน เช่น หนังกลางวัน งาแดง งาเขียว งาช้าง แก้วลืมรัง	ทรงกระบอก (cylindrical)	ขอบขนาน (oblong)	สอบเรียว (attenuate)	-	เรียบ (entire)
5. กลุ่มอกร่อง เช่น อกร่องเขียว อกร่องทอง พิมเสนเปรี้ยว ตาเตะหลาน แก้วสามปี	ทรงรี (elliptical)	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)
6. กลุ่มพราหมณ์ เช่น พราหมณ์เนื้อเหลือง มะปราง เบา คำ เทพรส	รูปไข่ (ovate)	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)
7. กลุ่มผลกลม เช่น ตลับนาค อินทรชิต ทุเรียน จันทร์เจ้าขา น้ำตาลจีน	กลม (roundish)	ป้อมกลางใบ (elliptical)	สอบเรียว (attenuate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)

ชื่อกลุ่มพันธุ์มะม่วง	ลักษณะทรงผล (fruit shape)	ลักษณะทรงใบ (leaf shape)	ลักษณะปลายใบ (leaf apex)	ลักษณะฐานใบ (leaf base)	ลักษณะขอบใบ (leaf margin)
8. กลุ่มเบ็ดเตล็ด เช่น เงาะ มันทะลุฟ้า มันหมู พระยาเสวย ไอ้ฮวบ	ไม่สามารถจัดกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้	ไม่อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง	ไม่อยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งอาจมีลักษณะกลุ่มหนึ่งปนกับลักษณะอีกกลุ่มหนึ่ง	ไม่อยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งอาจมีลักษณะกลุ่มหนึ่งปนกับลักษณะอีกกลุ่มหนึ่ง	ไม่อยู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งอาจมีลักษณะกลุ่มหนึ่งปนกับลักษณะอีกกลุ่มหนึ่ง

ที่มา : ศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
1. กลุ่มแก้ว	**ป้อมโคนใบ lanceolate)**	**สอบเรียว (attenuate)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**รูปไข่กลับ (obovate)**	
1) คุ	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
2) แก้วเขียว	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	รูปไข่ (ovate)	
3) เพชรบ้านลาด	ป้อมโคนใบ-ขอบขนาน (oblong-lanceolate)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
4) หนองแซง	ป้อมโคนใบ-ขอบขนาน (oblong-lanceolate)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	
5) มันแห้ว	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
6) บานเย็น	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
7) อ่อนมัน	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
8) แก้วทะวาย	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
9) แก้ว 007	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วง จำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
2. กลุ่มเขียวเสวย	**ขอบขนาน (oblong)**	**สอบเรียว (attenuate)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**รูปขอบขนาน (oblong)**	
10) เขียวเสวย	ป้อมกลางใบ (elliptical)	-	-	-	-	
11) ทองดำ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
12) ลิ้นงูเห่า	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
13) ฟ้าลั่น	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	
14) ขุนทิพย์	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
15) เขียวไข่กา	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปขอบขนาน (oblong)	
16) มันบ้านลาด	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
17) ศาลายา	ป้อมโคนใบ-ขอบขนาน (oblong-lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	
18) คล้ายเขียวเสวย	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปขอบขนาน (oblong)	
19) เขียวเสวยรจนา	-	-	-	-	รูปขอบขนาน (oblong)	
20) กระแตลืมรัง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
21) มันสะเด็ด	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
22) สังขยา	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
23) ยายกล่ำ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
24) หมอนทอง	-	-	-	-	ทรงกระบอก (cylindrical)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วง จำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
3. กลุ่มน้ำดอกไม้	**ป้อมกลางใบ (elliptical)**	**เรียวแหลม (acuminate)**	**แหลม (acute)**	**คลื่น (undulate)**	**ทรงรี (elliptical)**	
25) น้ำดอกไม้	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
26) น้ำดอกไม้พระประแดง	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
27) น้ำดอกไม้สีทอง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
28) น้ำดอกไม้เบอร์ 4	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
29) เจ้าพระยา	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
30) มันขุนศรี	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปขอบขนาน (oblong)	
31) คอนกแก้ว	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
32) ล่า	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
33) หงษ์ทอง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
34) สาวน้อยลืมผัว	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
35) เมล็ดนิ่ม	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
36) มะลิลา	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
37) แม่ลูกดก	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกระบอก (cylindrical)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
4. กลุ่มหนังกลางวัน	**ขอบขนาน (oblong)**	**แหลม (acute)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**รูปขอบขนาน (oblong)**	
38) หนังกลางวัน	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
39) งาแดง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
40) งาเขียว	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
41) งาดาบ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
42) งาขาวหรืองาหม่นยาว	-	-	-	-	ทรงกระบอก (cylindrical)	
43) ทองเจ้าพัฒน์	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปขอบขนาน (oblong)	
44) งาช้าง	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
45) งาท้องเรือ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกระบอก (cylindrical)	ลูกผสม
46) งาหม่น	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	ระหว่าง
47) แก้วลืมคอน	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกระบอก (cylindrical)	ซันเซท
48) แก้วลืมรัง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	กับหนัง
49) ทองปลายแขน	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	กลางวัน
50) ผ้าขี้ริ้วห่อทอง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
51) มันบางขุนศรี	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกระบอก (cylindrical)	
52) นวลจันทร์	-	-	-	-	ทรงกระบอก (cylindrical)	
53) น้ำตาลปากกระบอก	-	-	-	-	ทรงกระบอก (cylindrical)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
54) มหาชนก	ยาวเรียว (linear-oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	รูปขอบขนาน (oblong)	
5. กลุ่มอกร่อง	**ป้อมโคนใบ (lanceolate)**	**เรียวแหลม (acuminate)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**ทรงรี (elliptical)**	
55) อกร่องเขียว	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
56) อกร่องทอง	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
57) อกร่องขาว	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
58) อกร่องมัน	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
59) ทองแดง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
60) ทองขาว	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	ติดผล
61) ทองขาวยาว	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	นอก
62) ทองขาวกลม	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	ฤดูกาล
63) แห้วหลวงอิงค์	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	(out of
64) หงสาวดี	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	season)
65) การะเกด	ป้อมโคนใบ-ขอบขนาน (oblong-lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
66) พิมเสนมัน	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
67) อกร่องไทรโยค	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
68) ทองไม่รู้วาย	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
69) แสงทอง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
70) แตงกวา	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
71) แห้ว	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
72) มันทะวาย	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
73) พรวนขอ	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
74) ตับเป็ด	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
75) แปบ	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
76) จำปา	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
77) ระเด่นขาว	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
78) ขี้ทุบ	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
79) นวลแตง	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
80) แก้มแดง	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
81) ลูกโยนพระอินทร์	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
82) สามฤดู	ขอบขนาน (oblong)	-	-	-	ทรงกลม (roundish)	
83) ขี้ไต้	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
84) มันทองเอก	ขอบขนาน (oblong)	-	-	-	ทรงกลม (roundish)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
85) แรด	ขอบขนาน (oblong)	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
86) เจ้าคุณทิพย์	ขอบขนาน (oblong)	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
87) ตะเพียนทอง	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
88) สามปี	ป้อมกลางใบ (elliptical)	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
89) พิมเสนเปรี้ยว	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
90) บุญบันดาล	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
91) อกร่องกะทิ	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
92) มันอยุธยา	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
93) กล้วย	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
94) ขอช้าง	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
95) ทะวายเดือนเก้า	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	-	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
96) หอระฆัง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
97) มันค่อม	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
98) ตาเตะหลาน	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
99) ค้างคาวลืมรัง	-	-	-	-	รูปขอบขนาน (oblong)	
100) เลื้อย	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
101) ทูลถวาย	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
102) เทพนิมิตร	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
103) เจ้าเสวย	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
104) โชคโสภณ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
105) แก้ว 3 ปี	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
106) โชคอนันต์	ป้อมกลางใบ (elliptical)	สอบเรียว (attenvate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
107) โชคอนันต์ก้านชมพู	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
108) แก้วหอม	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
109) กระสวย	-	-	-	-	รูปขอบขนาน (oblong)	
110) ช้างตกตึก	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	
111) มณโฑ	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
112) เขียวภูเก็ต	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	
113) พัดน้ำผึ้ง	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
114) ทองประกายแสด	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
115) สาวน้อยกระทืบหอ	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	
116) พิมเสนแดง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
6. กลุ่มพราหมณ์	**ป้อมกลางใบ (elliptical)**	**แหลม (acute)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**รูปไข่ (ovate)**	
117) พราหมณ์เนื้อเหลือง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่ (ovate)	
118) พราหมณ์เนื้อแดง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
119) พราหมณ์ก้นขอ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
120) มะลิทอง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
121) เบา	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
122) กะล่อนทอง	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	
123) คำ	-	-	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	ติดผลนอก
124) ทองทะวาย	-	-	-	-	ทรงรี (elliptical)	ฤดูกาล
125) เทพรส	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	(out of
126) หินทอง	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	season)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
7. กลุ่มผลกลม	**ป้อมกลางใบ (elliptical)**	**แหลม (acute)**	**แหลม (acute)**	**เรียบ (entire)**	**ทรงกลม (roundish)**	
127) อินทรชิต	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	
128) ตลับนาค	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
129) ทุเรียน	ขอบขนาน (oblong)	เรียวแหลม (acuminate)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	กลิ่นฉุน
130) จันทร์เจ้าขา	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
131) น้ำตาลทรายหนัก	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	
132) สายทิพย์	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
133) หอยแครง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
134) ลูกแดง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
135) สำปั่น	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	
136) ลูกกลม	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
137) หงษ์สา	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	
138) ฟ้าแอปเปิล	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงกลม (roundish)	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของใบและผลมะม่วงจำนวน 151 สายพันธุ์ (ต่อ)

กลุ่มพันธุ์	ใบ (leaf)				ทรงผล (fruit shape)	หมายเหตุ
สายพันธุ์	ทรงใบ (leaf shape)	ปลายใบ (leaf apex)	ฐานใบ (leaf base)	ขอบใบ (leaf margin)		
8. กลุ่มเบ็ดเตล็ด						
139) เงาะ	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงกลม (roundish)	พระยาเสวย
140) มันทะลุฟ้า	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
141) มะปราง	ป้อมกลางใบ (elliptical)	เรียวแหลม (acuminate)	-	-	ทรงรี (elliptical)	
142) สายน้ำค้าง	ป้อมโคนใบ (lanceolate)	แหลม (acute)	มน (obtuse)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
143) สายฝน	ยาวเรียว (linear-oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	ทรงรี (elliptical)	
144) พญาเสวย	ป้อมโคนใบ-ขอบขนาน (oblong-lanceolate)	-	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปขอบขนาน (oblong)	
145) มันหมู	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	-	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	
146) กะลาแม	ป้อมกลางใบ (elliptical)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	ผิวเปลือกไม่
147) มันพิเศษ	ยาวเรียว (linear-oblong)	-	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	รูปไข่กลับ (obovate)	เรียบ
148) มันสายฟ้า	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	ค่อนข้าง
149) มันหวาน	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	แหลม (acute)	คลื่น (undulate)	ทรงรี (elliptical)	ขรุขระ
150) ขายตึก	ขอบขนาน (oblong)	-	แหลม (acute)	เรียบ (entire)	รูปไข่กลับ (obovate)	
151) หวานน้ำผึ้ง	ขอบขนาน (oblong)	แหลม (acute)	-	-	รูปไข่กลับ (obovate)	

ที่มา : ศิวพร จินตนาวงศ์ (2534)

2. พันธุ์มะม่วงทางการค้าของประเทศไทย (Commercial Thai Mango Cultivars)

2.1 การจำแนกชนิดมะม่วงในประเทศไทย (มนู โป้สมบูรณ์ และธวัชชัย รัตน์ชเลศ, 2556)

มะม่วงเป็นไม้ผลขนาดใหญ่ จัดอยู่ในวงศ์มะม่วง (พเยาว์ อินสุวรรณ, 2548; วิกิพีเดีย, 2556) หรืออะนาคาร์ดิอาซิอี (Anacardiaceae) ซึ่งประกอบด้วยพืชประมาณ 82 สกุล 800 ชนิด (Pell, 2009) แต่เดิมพบพืชกลุ่มนี้เฉพาะในเขตร้อน (tropical zone) และเขตกึ่งร้อน (subtropical zone) แต่ปัจจุบันได้ขยายไปสู่เขตอบอุ่น (temperate zone) ไม้ผลที่อยู่ในวงศ์นี้ที่สำคัญ ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ มะปราง มะยง มะกอก และมะกอกฝรั่ง เป็นต้น

มะม่วงเพื่อการบริโภคที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน จำแนกตามถิ่นกำเนิดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอินเดีย (Indian type) มีถิ่นกำเนิดในบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย และกลุ่มอินโดจีน (Indochinese type) มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Mukherjee and Litz, 2009) เช่น เมียนมาร์ ไทย เวียดนาม อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันเล็กน้อย **กลุ่มอินเดีย** เมล็ดงอก ได้ต้นกล้า (seedling) 1 ต้นต่อเมล็ด (monoembryonic seed) ต้นกล้ามาจากเอ็มบริโอซึ่งเกิดจากการปฏิสนธิ (zygotic embryo) แต่เนื่องจากมะม่วงเป็นพืชผสมข้าม จึงทำให้ต้นกล้าที่ได้อาจแตกต่างไปจากต้นแม่ นอกจากนั้นมีลักษณะพิเศษ คือ ส่วนใหญ่ผิวผลเมื่อแก่จะมีสีเข้ม เช่น แดงและม่วง และมักอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส **กลุ่มอินโดจีน** เป็นกลุ่มที่เมล็ดมักงอกให้ต้นกล้ามากกว่า 1 ต้นต่อเมล็ด (polyembryonic seed) อาจให้ต้นกล้าจนถึง 30 ต้นต่อเมล็ด (Ram and Litz, 2009) แต่โดยธรรมชาติแล้วต้นกล้าเหล่านี้มีเพียงต้นเดียวที่เกิดจากการปฏิสนธิ ส่วนที่เหลือได้จากกลุ่มเซลล์นิวเซลลัส (nucellar embryo) ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์แม่ในถุงเอ็มบริโอของออวุลซึ่งต่อมาพัฒนาเป็นเมล็ด ดังนั้นต้นกล้าส่วนใหญ่ของมะม่วงในกลุ่มนี้จึงมีลักษณะเหมือนต้นแม่ (Singh, 1968) ผลเมื่อแก่จะยังคงมีสีเขียว และไม่ค่อยเปลี่ยนสี ยกเว้นอาจพบสีเหลืองอมส้มบ้าง แต่ก็ไม่ได้เป็นลักษณะเด่นประจำพันธุ์ ค่อนข้างต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนสกว่า (Crane, 2008) มีช่วงพักตัวก่อนการออกดอกสั้นกว่าและศูนย์กลางของความหลากหลายอยู่ในเขตร้อน หรือถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตามพันธุ์การค้าที่สำคัญของโลกหลายพันธุ์ ได้มาจากการปรับปรุงพันธุ์โดยอาศัยมะม่วงทั้งกลุ่มอินเดียและอินโดจีน เช่น ทอมมีแอทกินส์ (Tommy Atkins) ปาล์มเมอร์ (Palmer) และเคียทท์ (Keitt) เป็นต้น (วิจิตร วังใน, 2533) โดยลักษณะของมะม่วงกลุ่มอินเดียและอินโดจีน สามารถศึกษาได้จากตารางที่ 3 และสายพันธุ์ของมะม่วงในประเทศไทยที่สัมพันธ์กับตลาดในต่างประเทศ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ลักษณะของมะม่วงกลุ่มอินเดียและกลุ่มอินโดจีน

ลักษณะ	มะม่วงกลุ่มอินเดีย	มะม่วงกลุ่มอินโดจีน
จำนวนคู่ของเส้นใบ	18-24	26-30
เปลือกผลหรือผนังผลชั้นนอก	ขรุขระ	เรียบ
รูปร่างผล	กลมอ้วนหรือกลมค่อนข้างแบน	ยาวค่อนข้างแบน
สีผล	สีเข้ม	ผลสุกสีเหลืองทองหรือเหลืองปนเขียว
เสี้ยน	มีหรือไม่มี	ไม่มี
รสและกลิ่น	หวานและมีกลิ่น (ขี้ไต้) แรง	หวานและมีกลิ่นไม่แรง
จำนวนกล้า	1 ต้น (เป็นต้นกล้าที่เกิดจากการปฏิสนธิ)	มากกว่า 1 ต้น (2-30 ต้น)
การเป็นโรคแอนแทรกโนส	ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส	ค่อนข้างต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส
ช่วงพักตัวก่อนการออกดอก	ยาว (ประมาณ 4 เดือน)	สั้น (ประมาณ 2 เดือน)
ศูนย์กลางของความหลากหลาย	เขตกึ่งร้อน	เขตร้อน
ถิ่นกำเนิด	ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย	ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา : จิรวรรณ โรจนพรทิพย์ (2555); ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา (2555); ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ (2552; 2555)

ตารางที่ 4 พันธุ์มะม่วง ถิ่นกำเนิด แหล่งผลิตที่สำคัญ และตลาดต่างประเทศ

ชื่อพันธุ์	ถิ่นกำเนิด	แหล่งผลิตที่สำคัญ	ตลาดต่างประเทศ
1. เขียวเสวย	นครปฐม	ทั่วประเทศ ผลิตมากที่ฉะเชิงเทรา สมุทรสาคร นครปฐม ราชบุรี	มาเลเซีย เวียดนาม รัสเซีย
2. ฟ้าลั่น	สมุทรสาคร	สมุทรสาคร นครปฐม	มาเลเซีย เวียดนาม
3. แรด	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	เวียดนาม
4. เพชรบ้านลาด	เพชรบุรี	พิจิตร	
5. มันเดือนเก้า	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา ระยอง	
6. บางขุนศรี	สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี สมุทรสาคร	
7. ทองดำ	กรุงเทพฯ	ทั่วไป	มาเลเซีย

ชื่อพันธุ์	ถิ่นกำเนิด	แหล่งผลิตที่สำคัญ	ตลาดต่างประเทศ
8. เขียวมรกต	ลำพูน	ลำพูน	กัมพูชา
9. ขายตึก	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา นนทบุรี กรุงเทพฯ ฝั่งธนบุรี	
10. น้ำดอกไม้	สมุทรปราการ	ทั่วไป	

ตารางที่ 4 พันธุ์มะม่วง ถิ่นกำเนิด แหล่งผลิตที่สำคัญ และตลาดต่างประเทศ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ถิ่นกำเนิด	แหล่งผลิตที่สำคัญ	ตลาดต่างประเทศ
11. น้ำดอกไม้สีทอง	กรุงเทพฯ	ทั่วไป	ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สาธารณรัฐประชาชนจีน รัสเซีย สหภาพยุโรป มาเลเซีย สิงคโปร์
12. มหาชนก	ลำพูน	ลำพูน เชียงใหม่	ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สาธารณรัฐประชาชนจีน รัสเซีย สหภาพยุโรป มาเลเซีย สิงคโปร์
13. โชคอนันต์	เชียงใหม่	ชลบุรี ราชบุรี เชียงราย	มาเลเซีย กัมพูชา
14. อกร่อง	ราชบุรี	ทั่วไป	
15. หนังกลางวัน	ภาคเหนือตอนบน	ทั่วไป	
16. ยายกล่ำ	นนทบุรี	นนทบุรี	
17. ลิ้นงูเห่า	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา สมุทรสาคร ราชบุรี	มาเลเซีย
18. อกร่องพิกุลทอง	กรุงเทพฯ		
19. อาร์ทูอีทู (R2E2)	ออสเตรเลีย	ราชบุรี	สิงคโปร์ ฮ่องกง รัสเซีย สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น
20. แก้ว แก้วศรีสะเกษ แก้วชัยภูมิ แก้วเชียงใหม่	ประเทศไทย ศรีสะเกษ ชัยภูมิ เชียงใหม่	ภาคเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันเหลือพื้นที่ปลูกน้อยมาก	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
21. สามปี	ภาคเหนือตอนบน	ลำปางปัจจุบันเหลือพื้นที่ปลูกน้อยมาก	

ที่มา : จิรวรรณ โรจนพรทิพย์ (2555); ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา (2555); ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ (2552; 2555)

2.2 พันธุ์มะม่วงที่ปลูกเพื่อการค้าในประเทศไทย

มะม่วงการค้าในประเทศไทยเป็นกลุ่มพันธุ์ปลูก ชนิดมะม่วงบ้าน (*Mangifera indica* L.) หากจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มพันธุ์ ได้แก่ มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ มะม่วงเพื่อ

การรับประทานผลสุก และมะม่วงเพื่อการแปรรูป ปัจจุบันพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้ามีทั้งพันธุ์ไทย และพันธุ์ต่างประเทศ

2.2.1 มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (green delicious mango)

มีสมบัติเหมาะสมกับการรับประทานผลดิบ ตั้งแต่ระยะยังไม่แก่จนถึงแก่จัด มากกว่าการรับประทานผลสุก ส่วนมะม่วงที่เนื้อ มีรสหวาน มัน กรอบ หรือ หวานมัน อมเปรี้ยวเล็กน้อย นิยมเรียกว่า “มะม่วงมัน” เช่น เขียวเสวย ฟ้าลั่น แรด เพชรบ้านลาด มันเดือนเก้า บางขุนศรี ทองดำ เขียวมรกต และขายตึก เป็นต้น (ตารางที่ 5)

2.2.2 มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ripe delicious mango)

มีสมบัติเหมาะสมสำหรับการรับประทานสุก มากกว่าการรับประทานดิบ เมื่อดิบอาจมีรสเปรี้ยวถึงเปรี้ยวมาก พอสุกได้ที่จึงจะมีรสหวานอร่อย เช่น น้ำดอกไม้ น้ำดอกไม้สีทอง มหาชนก โชคอนันต์ อกร่อง หนังกลางวัน ยายกล่ำ ลิ้นงูเห่า และอกร่องพิกุลทอง สำหรับมะม่วงที่มาจากต่างประเทศ และกำลังได้รับสนใจจากชาวสวนในปัจจุบัน เกือบทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์นี้ เช่น นวลคำ (Nualkhum) หรือจินหวง (Jinhuang) เออร์วิน (Irwin) อาร์ทูอีทู (R2E2) และแดงจักรพรรดิหรืออี้เหวิน (Yuwen) เป็นต้น (ตารางที่ 6)

2.2.3 มะม่วงเพื่อการแปรรูป (processing mango)

มีสมบัติเหมาะสำหรับการแปรรูปมากกว่าการใช้ประโยชน์อย่างอื่น (รับประทานผลดิบหรือสุก) โดยจะมีลักษณะเนื้อหนา แน่นไม่มีเส้นใย สีเข้ม มีกลิ่นหอมเด่นชัด รสหวาน เช่น แก้ว และสามปี แต่บางพันธุ์ก็อาจเป็นกลุ่มมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก เช่น มหาชนก และโชคอนันต์ เป็นต้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
1) เขียวเสวย	- พุ่มค่อนข้างโปร่ง - ใบยาวรูปหอก ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบสอบเข้า เนื้อใบหนา สีเขียวเข้ม - มีการแตกยอดอ่อนเป็นกระจุก - การแตกกิ่งค่อนข้างช้า	- ทรงผลค่อนข้างกลมเรียวยาว หลังผล โค้งนูน ท้องผล ค่อย ๆ ลาดลง ปลายผลมน - ผลดิบสีเขียวเข้ม - ผลแก่มีสีเขียวเข้ม - ผลสุกสีเขียวปนเหลือง	- ผลขนาดปานกลาง - น้ำหนักผลโดยเฉลี่ย 335 กรัม - เปลือกหนาและเหนียว - เมล็ดลีบแหลมเล็ก	- ผลดิบเนื้อขาวละเอียดกรอบ - ผลแก่สีเหลืองอ่อน - ผลสุกเนื้อสีเหลืองละเอียด มีเสี้ยนค่อนข้างน้อย	- ผลอ่อนเปรี้ยว - ผลแก่จัดหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มันแน่น กรอบ - ผลสุกรสหวาน	- 100-110 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
2) ฟ้าลั่น	- ทรงพุ่มค่อนข้างทึบ ขนาดปานกลาง - เปลือกลำต้นเรียบใบยาวเรียว ปลายใบแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเรียบ	- ทรงผลยาว ส่วนหัวโต ปลายผลเรียวแหลม มีจุดกระเขียว ขนาดปานกลาง - ผิวผลเมื่อแก่จัดสีเขียวอ่อน มีนวล - ผลสุกสีเขียวปนเหลือง	- ผลขนาดปานกลาง - น้ำหนักผลโดยเฉลี่ย 300 กรัม - เปลือกหนาไม่เหนียว - เมล็ดยาวแบน	- ผลดิบเนื้อสีขาว - ผลแก่จัดเนื้อสีขาวนวลค่อนข้างเหลือง เนื้อหยาบกรอบ - ผลสุกเนื้อสีเหลืองค่อนข้างละเอียด มีเนื้อมาก เสี้ยนน้อย	- ผลดิบรสมันอมเปรี้ยว - ผลแก่จัดรสหวานมัน เนื้อเปราะ - ผลสุกรสหวาน	- 70 วันหลังดอกบาน

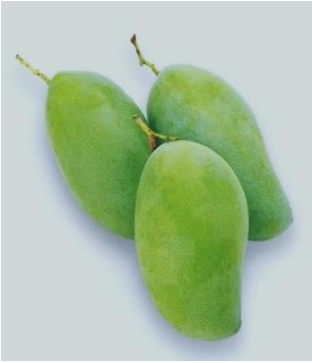
ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
3) แรด	- ทรงพุ่มขนาดใหญ่ ค่อนข้างทึบ โดยธรรมชาติเป็นทรงกลมใบสีเขียว ขนาดปานกลาง - ใบรูปหอกแกรมรูปไข่ เรียงตัวเป็นระเบียบ	- ทรงผลเป็นทรงกลมรี ส่วนหัวค่อนข้างอ้วนกลม ที่ไหล่ผลด้านหลังมักมี “นอ” คล้ายนอของแรด - ผลดิบสีเขียวปนเหลือง - ผลสุกมีสีเหลืองเข้ม	- ผลขนาดปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 250 กรัม - เปลือกค่อนข้างหนาและเหนียว - เมล็ดแบนค่อนข้างสั้น	- ผลแก่เนื้อสีขาวอมเหลือง เนื้อหยาบ แข็ง กรอบ - ผลสุกเนื้อสีเหลือง อมส้ม มีเสี้ยนค่อนข้างมาก	- ผลอ่อนรสเปรี้ยวจัด - ผลแก่รสหวานอมเปรี้ยว - ผลสุกรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	- รับประทานผลดิบ เก็บเกี่ยวที่อายุ 77 วันหลังดอกบาน - รับประทานผลสุก เก็บเกี่ยวที่อายุ 100 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
4) เพชรบ้านลาด	- ขนาดต้นปานกลาง - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบป้อมโคนใบขอบขนาน ปลายใบแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเรียบ	- ทรงผลกลมแบน ส่วนหัวผลใหญ่ ปลายผลเรียว ก้นผลมนกลม - ผิวผลดิบสีเขียว มีจุดกระขนาดใหญ่ - ผิวผลสุกสีเหลืองทอง	- ผลขนาดปานกลาง - น้ำหนักผลโดยเฉลี่ย ประมาณ 250-350 กรัม - เปลือกค่อนข้างหนา	- ผลดิบเนื้อสีขาว - ผลสุกเนื้อสีเหลืองทอง เนื้อหยาบ มีเสี้ยนเล็กน้อย	- ผลดิบรสมันกรอบ - ผลแก่จัดรสหวานมัน - ผลสุกรสชาติหวาน	- 100 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
5) มันเดือนเก้า 	- ทรงพุ่มทึบ - ใบสีเขียวเข้ม มีการแตกใบค่อนข้างหนาแน่น ใบยาว ปลายใบเรียวแหลม ขอบใบค่อนข้างเรียบ	- ทรงผลกลม อ้วน ยาว ปลายผลมนกลม - ผลดิบผิวสีเขียวอ่อน - ผลแก่สีเขียวเข้ม - ผลสุกผิวสีเหลืองทอง	- ขนาดผลปานกลางถึงใหญ่ - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 350 กรัม - เมล็ดขนาดปานกลาง	- ผลดิบเนื้อสีขาวถึงขาวอมเหลือง - ผลแก่เนื้อสีเหลือง	- ผลดิบรสเปรี้ยว แข็ง หยาบ - ผลแก่รสหวานเปรี้ยว - ผลสุกมีรสหวาน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว	- 90 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
6) บางขุนศรี	- ทรงพุ่มกว้างค่อนข้างกลม - ใบจำนวนมาก หนาแน่นทึบ ใบใหญ่ ปลายเรียวแหลม ขอบใบค่อนข้างเรียบ	- ทรงผลกลมยาว ส่วนหัวมนเรียว ปลายผลมน - ผิวสีเขียวเข้ม มีนวลและจุดกระเล็กน้อย	- ขนาดผลค่อนข้างโต น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 350-450 กรัม - เมล็ดขนาดปานกลาง	- ผลดิบแก่เนื้อสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย - ผลสุกเนื้อสีเหลือง อมส้ม	- ผลแก่รสหวานมันอมเปรี้ยวเล็กน้อย - ผลสุกรสหวาน	- 120 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
7) ทองดำ	- ต้นขนาดปานกลาง - ทรงพุ่มทึบ - ใบเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ สีเขียวเข้ม เรียบ ฐานใบแหลม ป้อมกลางใบ ปลายใบแหลมขอบใบเป็นคลื่น	- ขนาดผลปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 350 กรัม - เปลือกค่อนข้างหนา - เมล็ดค่อนข้างยาว	- ทรงผลกลมรี ส่วนหัวและอกผลใหญ่ อูมปลายผลเรียวมน ผิวเรียบ - ผลดิบสีเขียวเข้ม - ผลแก่สีเขียวคล้ำผิวละเอียด - ผลสุกสีเหลืองปนเขียว	- ผลดิบเนื้อสีขาวปนเหลือง - ผลแก่เนื้อสีเหลืองเข้มอมส้ม - ผลสุกเนื้อสีส้มเข้มเนื้อหนาละเอียด มีเสี้ยนน้อยหรือไม่มี	- ผลดิบรสเปรี้ยว - ผลแก่จัดรสหวานมันอมเปรี้ยว กรอบ - ผลสุกหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อยถึงหวาน	- 105 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
8) เขียวมรกต	- ทรงต้นกลม - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบรูปร่างป้อมกลางใบ ปลายเรียวแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น	- ทรงผลกลมแบน ปลายผลมนเรียว - ผิวผลสีเขียวเข้ม มีจุดกระหรือช่องอากาศเล็กน้อย	- ผลขนาดกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 267 กรัม	- ผลดิบแก่จัดเนื้อสีขาวอมเหลือง - ผลสุกเนื้อสีเหลือง เส้นใยมาก	- ผลแก่จัด มันอม เปรี้ยวเล็กน้อย - ผลสุกรสหวาน	- 180 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 5 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
9) แขกขายตึก	- พุ่มขนาดปานกลาง - เปลือกต้นขรุขระ - ใบรูปใบหอก ขอบขนานปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมน ขอบใบเรียบ	- รูปร่างกลมมน ส่วนหัวใหญ่ ปลายผลด้านท้องสอบเข้า คล้ายรูปหัวใจ - ผลดิบสีเขียว - ผลแก่สีเหลือง - ผลแก่จัดมีกระเป็นจุดดำขึ้นทั่วผล - ผลสุกสีเหลืองเข้ม	- น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 230 กรัม - เมล็ดลีบ	- ผลแก่สีเหลืองเข้ม - ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เนื้อละเอียด	- ผลดิบรสหวานมันปนเปรี้ยว - ผลแก่รสมันอมเปรี้ยวเล็กน้อย - ผลสุกรสชาติหวาน	- 100 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
1) น้ำดอกไม้	- ทรงพุ่มโปร่ง - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบมีลักษณะขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมนขอบใบเป็นคลื่น การเรียงตัวของใบเป็นระเบียบ	- ทรงผลรูปไข่ค่อนข้างยาว ปลายผลแหลม ไหล่ด้านท้องผลกลมมน นูนออกเล็กน้อย - ผลดิบสีเขียวนวล - ผลแก่สีเขียวอ่อน มีนวลขึ้นชัดเจน - ผลสุกสีเหลืองทอง	- ขนาดปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 330 กรัม - เปลือกค่อนข้างบาง - เนื้อมาก - เมล็ดบาง	- ผลแก่เนื้อสีขาว - ผลสุกเนื้อสีเหลือง อมส้มละเอียด ไม่มีเสี้ยน	- ผลดิบมีรสเปรี้ยวจัด - ผลสุกรสชาติหวาน มีกลิ่นหอม	- 100 วันหลังดอกบาน
2) น้ำดอกไม้สีทอง	- ทรงพุ่มโปร่ง - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบมีลักษณะขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบมนขอบใบเป็นคลื่น การเรียงตัวของใบเป็นระเบียบ	- รูปร่างผลเหมือนพันธุ์น้ำดอกไม้ - ผลดิบสีเขียวนวล - ผลแก่สีเขียวอมเหลือง - ผลสุกสีเหลืองทอง	- น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 350 กรัม - เนื้อมาก - เปลือกหนากว่าน้ำดอกไม้ทั่วไป - เมล็ดบางลีบ	- ผลดิบแก่จัดสีขาวนวล - ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เนื้อละเอียด เสี้ยนน้อย	- ผลดิบมีรสเปรี้ยวจัด - ผลสุกรสชาติหวาน มีกลิ่นหอม	- 100-105 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
3) มหาชนก	- ทรงพุ่มใหญ่ - เจริญเติบโตเร็ว - เปลือกลำต้นเรียบ สีน้ำตาลอมดำ - ใบค่อนข้างยาวใหญ่ หนา ปลายใบเรียวแหลมและบิด ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย	- ทรงกลมผลยาวกลม ด้านท้องโค้งเข้าเล็กน้อย - ผลดิบผิวสีเขียวอ่อน - ผลสุกผิวสีเหลืองปนเขียว - เหลืองอมส้ม และส้มแต้มแดง	- น้ำหนักผลประมาณ 280-380 กรัม - เนื้อมาก - เมล็ดบาง	- ผลดิบแก่จัด เนื้อสีขาวปนเขียวอ่อน - ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เนื้อแน่นละเอียด มีเสี้ยนน้อย	- ผลดิบรสเปรี้ยวจัด - ผลสุกหวานอมเปรี้ยว เมื่อสุกจัดมีกลิ่นหอมฉุน	- 120 วันหลังดอกบาน
4) โชคอนันต์	- ทรงพุ่มกลม ขนาดปานกลาง - ใบเป็นรูปหอกแกมรูปไข่ สีเขียวเข้ม - การแตกกิ่งเป็นกระจุก โดยแต่ละกิ่งย่อยจะมีใบอยู่เฉพาะส่วนปลายยอดของกิ่ง	- ผลรูปกลมแบน สามเหลี่ยม ไหล่ผลกว้างและปลายผลเรียวมนกลม - ผลดิบสีเขียวอ่อน ผิวเรียบ - ผลสุกสีเหลือง เปลือกค่อนข้างหนา	- ขนาดผลปานกลางถึงใหญ่ น้ำหนักผลประมาณ 300 กรัม - เมล็ดค่อนข้างลีบ	- ผลแก่เนื้อสีเขียวอมเหลือง - ผลสุกเนื้อสีเหลืองอ่อน มีเสี้ยน	- ผลดิบรสเปรี้ยว เนื้อแน่น - ผลสุกรสชาติหวาน มีกลิ่นหอมคล้ายมะม่วงสามปี	- 110-120 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
5) อกร่อง	- ต้นขนาดใหญ่ - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเรียบ	- ทรงผลกลมรีแบน เมื่อแก่ผลอ้วนกลมส่วนท้อง ปลายผลเว้าเล็กน้อย - ผิวผลแก่จัดสีเขียวอ่อน - ผลสุกสีเหลืองทอง	- น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 250 กรัม - เปลือกบางนุ่ม - เมล็ดแบนยาว	- ผลสุกเนื้อสีเหลืองทอง เนื้อแน่น ฉ่ำน้ำ มีเสี้ยน เนื้อละเอียด	- ผลสุกรสชาติหวานแหลม กลิ่นหอม	- 90 วันหลังดอกบาน
6) หนังกลางวัน	- ต้นเป็นพุ่มใหญ่ - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบสีเขียวเข้ม ค่อนข้างใหญ่ เรียวยาว รูปใบหอกแกมรูปไข่ ขอบใบเป็นคลื่น	- ทรงผลยาว คล้ายงาช้าง ส่วนหัวใหญ่กว่าส่วนปลาย ด้านท้องอูม ปลายผลโค้งงอ ฐานผลมน - ผลดิบสีเขียวเข้ม - ผลแก่จัดผิวสีเขียวหม่น - ผลสุกสีเขียวอมเหลืองทอง	- ขนาดผลปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ย 340 กรัม - ผลดิบเปลือกค่อนข้างหนาและเหนียว - เมล็ดบาง	- ผลดิบเนื้อสีขาวนวล เนื้อละเอียดกรอบ มีเสี้ยนน้อย - ผลสุกสีขาวอมเหลือง	- ผลดิบรสเปรี้ยวจัด - ผลแก่จัดรสมันอมเปรี้ยว - ผลสุกรสหวานมีกลิ่นหอม	- 110-120 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
7) ยายกล่ำ	- ต้นขนาดปานกลาง - เปลือกลำต้นขรุขระ - รูปร่างใบป้อมกลางใบ ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเป็นคลื่น	- ทรงผลกลมแบน ส่วนอกใหญ่ ส่วนท้องเว้าเข้าเล็กน้อย ก้นผลเรียวมน - ผลอ่อนสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อย - ผลแก่ผิวสีเหลืองอมเขียว - ผลสุกสีเหลืองทอง	- ขนาดผลปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 250 กรัม	- ผลดิบเนื้อสีขาวค่อนข้างละเอียด มีเสี้ยนเล็กน้อย - ผลแก่เนื้อสีเหลืองอ่อน - ผลสุกระยะสุกห่ามเนื้อสีเหลืองและค่อย ๆ เข้มขึ้น จนเป็นสีส้ม	- ผลดิบรสเปรี้ยว - ผลสุกเนื้อรสหวานจัด มีกลิ่นหอม	- 90 วันหลังดอกบาน
8) ลิ้นงูเห่า	- ต้นขนาดปานกลาง - เปลือกลำต้นเรียบ - รูปร่างใบขอบขนาน ปลายใบแหลม ฐานใบแหลม ขอบใบเรียบ	- ทรงผลกลมยาว ส่วนหัวเล็กกว่าส่วนอกเล็กน้อย ส่วนปลายผลโค้งเว้าเข้าเล็กน้อย - ผลดิบสีเขียวเข้ม - ผลแก่สีเขียวซีดอมนวล - ผลสุกสีเหลืองปนเขียว	- ขนาดผลปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 300 กรัม - เมล็ดลีบ	- ผลดิบเนื้อสีขาวนวล เนื้อค่อนข้างละเอียด - ผลแก่จัดเนื้อสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอมเฉพาะตัว - ผลสุกสีเหลืองนวลละเอียด เนื้อหนา	- ผลอ่อนรสเปรี้ยว - ผลแก่จัดรสมันอมเปรี้ยว - ผลสุกรสหวานจัดมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว	- 115 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 6 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
9) อกร่องพิกุลทอง	- ทรงพุ่มทึบ - ใบรูปหอกยาวแกมขอบขนาน ปลายเรียวแหลมโคนมนแหลม	- ทรงผลยาวแบน ปลายผลโค้งเล็กน้อย - ผิวผลดิบสีเขียวอมเหลือง - ผลแก่จัดสีเขียวอมครีม - ผลสุกสีเหลืองอมส้ม	- น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 300 กรัม - เปลือกหนาและเหนียว - เมล็ดลีบ	- ผลดิบเนื้อสีขาวอมเหลือง - ผลสุกเนื้อสีเหลืองอ่อน เนื้อละเอียด เสี้ยนน้อย	- ผลดิบรสเปรี้ยว กรอบ - ผลสุกรสชาติหวานปานกลาง มีกลิ่นอ่อน	- 120 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 7 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการแปรรูป

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
1) แก้ว	- ทรงพุ่มกลม ขนาดปานกลาง - เจริญเติบโตเร็ว	- ผลทรงไข่กลับ แบนด้านข้างเล็กน้อย - ผลแก่พันธุ์แก้วเขียว ผิวสีเขียวเข้ม พันธุ์แก้วขาวผิวสีเขียวซีด พันธุ์แก้วดำผิวสีเขียวคล้ำ - ผลสุกผิวสีเหลือง	- ขนาดผลเล็กถึงปานกลาง - น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 204 กรัม - เมล็ดใหญ่	- ผลดิบเนื้อสีขาวอมเขียว - ผลแก่จัดสีเหลืองอมส้ม - ผลสุก เนื้อแน่นค่อนข้างละเอียด เสี้ยนปานกลางถึงไม่มี	- ผลอ่อนรสเปรี้ยว - ผลแก่รสหวานมันอมเปรี้ยว - ผลสุกรสหวาน	- 90 วันหลังดอกบาน
2) มหาชนก	- ทรงพุ่มใหญ่ - เจริญเติบโตเร็ว - เปลือกลำต้นเรียบ สีน้ำตาลอมดำ - ใบค่อนข้างยาวใหญ่หนา ปลายใบเรียวแหลมและบิด ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย	- ทรงกลมผลยาวกลม ด้านท้องโค้งเข้าเล็กน้อย - ผลดิบผิวสีเขียวอ่อน - ผลสุกผิวสีเหลืองปนเขียว-เหลือง-เหลืองอมส้ม และส้มแต้มแดง	- น้ำหนักผลประมาณ 280-380 กรัม - เนื้อมาก - เมล็ดบาง	- ผลดิบแก่จัดเนื้อสีขาวปนเขียวอ่อน - ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เนื้อแน่นละเอียด มีเสี้ยนน้อย	- ผลดิบรสเปรี้ยวจัด - ผลสุกหวานอมเปรี้ยว เมื่อสุกจัดมีกลิ่นหอมฉุน	- 120 วันหลังดอกบาน

ตารางที่ 7 ลักษณะของมะม่วงเพื่อการแปรรูป (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ลักษณะทรงพุ่ม	รูปร่างและสีผิวผล	ขนาดผล	สีเนื้อ	รสชาติ	อายุการเก็บเกี่ยว
3) โชคอนันต์	- ทรงพุ่มกลม ขนาดปานกลาง - ใบเป็นรูปหอกแกมรูปไข่ สีเขียวเข้ม - การแตกกิ่งเป็นกระจุก โดยแต่ละกิ่งย่อยจะมีใบอยู่เฉพาะส่วนปลายยอดของกิ่ง	- ผลรูปกลมแบนสามเหลี่ยม ไหล่ผลกว้าง และปลายผลเรียวมนกลม - ผลดิบสีเขียวอ่อนผิวเรียบ - ผลสุกสีเหลืองเปลือกค่อนข้างหนา	- ขนาดผลปานกลางถึงใหญ่ น้ำหนักผลประมาณ 300 กรัม - เมล็ดค่อนข้างลีบ	- ผลแก่เนื้อสีเขียวอมเหลือง - ผลสุกเนื้อสีเหลืองอ่อน มีเสี้ยน	- ผลดิบรสเปรี้ยว เนื้อแน่น - ผลสุกรสชาติหวาน มีกลิ่นหอมคล้ายมะม่วงสามปี	- 110-120 วันหลังดอกบาน

4) สามปี	- ทรงพุ่มใหญ่ - มีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบเร็วมาก - เปลือกลำต้นเรียบ - ใบขนาดปานกลาง รูปป้อม เส้นใบชัด ใบสอบลง	- ผลรูปไข่แบน เล็กน้อย ฐานผลกว้างสอบเข้าปลายผล ปลายผลมน - ผิวผลดิบสีเขียวเข้ม - ผลแก่สีเขียวอมเหลือง - ผลสุกสีเหลืองส้ม	- ขนาดผลค่อนข้างเล็ก - น้ำหนักประมาณ 100-125 กรัม - เมล็ดโตปานกลาง	- ผลอ่อนมีเนื้อสีขาว - ผลแก่มีสีขาวอมเหลือง - ผลสุกสีเหลืองเข้ม	- ผลดิบรสเปรี้ยวจัด เนื้อกรอบ - ผลแก่รสเปรี้ยว - ผลสุกรสเปรี้ยวอมหวาน	- 125 วันหลังดอกบาน

3. พันธุ์มะม่วงตามฤดูกาล

การจำแนกมะม่วงที่ผลิตเชิงการค้าในประเทศไทยตามฤดูกาลที่มีการออกดอก สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1 กลุ่มที่ออกดอกนอกฤดูตามธรรมชาติ

มะม่วง "พันธุ์ทะวาย" เป็นกลุ่มพันธุ์มะม่วงที่ออกดอกตามธรรมชาติได้ทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล การออกดอกนอกฤดูกาลตามธรรมชาติ อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน การออกดอกทะวายหรือนอกฤดูกาลตามธรรมชาติ กิ่งที่สะสมอาหารไว้อย่างเพียงพอสามารถออกดอกได้ก่อน ส่วนกิ่งที่เพิ่งผ่านการแตกใบอ่อน ยังไม่สามารถออกดอกทะวายได้ทันที การออกดอกทะวายจึงขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของกิ่ง จึงมักไม่ออกดอกพร้อมกัน จึงให้ผลผลิตค่อนข้างน้อย แต่กลุ่มพันธุ์นี้สามารถชักนำการออกนอกฤดูกาลได้โดยใช้สารพาโคลบิวทราโซล ตัวอย่างมะม่วงพันธุ์ทะวาย เช่น มะม่วงโชคอนันต์ มะม่วงพันธุ์ทะวายเดือนเก้า มะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง และมะม่วงยายกล่ำ หรือศรีสยาม เป็นต้น

3.2 กลุ่มที่ไม่ออกดอกนอกฤดูกาล

มะม่วงกลุ่มนี้เป็นพันธุ์ที่ออกดอกตามฤดูกาลเพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันสามารถทำให้ออกดอกนอกฤดูกาลได้ โดยการใช้สารชักนำการออกดอกนอกฤดูกาล แต่การตอบสนองต่อสารชักนำแตกต่างไปกันไปตามแต่ละสายพันธุ์ สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสารพาโคลบิวทราโซลค่อนข้างต่ำ จึงต้องใช้สารในอัตราที่สูงขึ้นถึง 15 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร จึงจะสามารถชักนำการออกดอกได้ มีช่วงเวลาพักตัวของตาหลังราดสารนาน ประมาณ 60-90 วัน จึงจะพร้อมให้มีการเปิดตาดอกได้ ตัวอย่างพันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้ เช่น อกร่อง เขียวเสวย ขายตึก แรด และหนังกลางวัน เป็นต้น
- กลุ่มพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสารพาโคลบิวทราโซลได้ดี ชักนำการออกดอกโดยใช้สารในอัตรา 10 กรัมต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร มีช่วงเวลาพักตัวของตาหลังราดสารค่อนข้างสั้น ประมาณ 45-60 วัน ตัวอย่างพันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้ เช่น น้ำดอกไม้สีทอง โชคอนันต์ มะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย มันเดือนเก้า ฟ้าลั่น ลิ้นงูเห่า ทองดำ และศรีสยาม เป็นต้น

4. พันธุ์มะม่วงความต้องการของตลาด

4.1 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตเพื่อตลาดภายในประเทศ

พันธุ์มะม่วงที่ผลิตเพื่อตลาดภายในประเทศจะต้องมีคุณลักษณะตามความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ ตัวอย่างพันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้ เช่น มะม่วงอกร่อง เพชรบ้านลาด แรด ลิ้นงูเห่า ยายกล่ำ ศรีสยาม มันเดือนเก้า บางขุนศรี และเขียวมรกต เป็นต้น

4.2 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตเพื่อส่งออกตลาดต่างประเทศ

พันธุ์มะม่วงกลุ่มนี้จะต้องมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคต่างประเทศ มีรสชาติที่ถูกปากผู้บริโภคแต่ละประเทศ นอกจากนี้จะต้องมีผิวที่สวย ดึงดูดสายตา และผู้ผลิตต้องผลิตมะม่วงตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices : GAP) เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่ตลาดต่างประเทศได้กำหนดไว้ ตัวอย่างพันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้ เช่น น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โชคอนันต์ ทองดำ มหาชนก เขียวเสวย และฟ้าลั่น เป็นต้น

4.3 พันธุ์มะม่วงที่ผลิตส่งโรงงานแปรรูป

มะม่วงที่จะผลิตส่งโรงงานแปรรูปต้องปลูกดูแลรักษาง่าย ให้ผลผลิตสูง ต้นทุนการผลิตต่ำ นอกจากนั้นยังต้องมีสมบัติสอดคล้องกับอุตสาหกรรมแปรรูป กล่าวคือ เนื้อแน่น หรือมีกลิ่นหอมเด่นชัด ทนทานต่อการบอบช้ำจากการเก็บเกี่ยวและขนส่ง การแปรรูป เช่น การดอง (เค็ม เปรี้ยว) แช่อิ่ม อบแห้ง มะม่วงอบแห้ง น้ำมะม่วง และไวน์มะม่วง เป็นต้น แหล่งผลิตกระจายอยู่ทั่วประเทศทั้งในภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก และภาคตะวันตก ตัวอย่างพันธุ์มะม่วงในกลุ่มนี้ เช่น แก้วชัยภูมิ (บุญมา ภูผาหมอก, 2555) แก้วศรีสะเกษ (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2541) แก้วเชียงใหม่ (ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และคณะ, 2546) โชคอนันต์ และสามปี เป็นต้น

สรุป

มะม่วงเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก นิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นไม้ผลที่ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ กรมวิชาการเกษตรได้จัดแบ่งกลุ่มมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ โดยศึกษาจากลักษณะทรงพุ่ม ต้น ใบ ช่อดอก ผล และลักษณะอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 8 กลุ่ม คือ กลุ่มแก้ว กลุ่มเขียวเสวย กลุ่มน้ำดอกไม้ กลุ่มหนังกลางวัน กลุ่มอกร่อง กลุ่มพราหมณ์ กลุ่มผลกลม และกลุ่มเบ็ดเตล็ด มะม่วงที่ปลูกเพื่อการค้าในประเทศไทยเป็นกลุ่มพันธุ์ปลูก ชนิดมะม่วงบ้าน (*Mangifera indica* L.) จำแนกตามถิ่นกำเนิดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอินเดีย (Indian type) มีถิ่นกำเนิดในบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย และกลุ่มอินโดจีน (Indochinese type) มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Mukherjee and Litz, 2009) เช่น เมียนมาร์ ไทย เวียดนาม อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้เป็น 3 กลุ่มพันธุ์ ได้แก่ มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ เช่น เขียวเสวย ฟ้าลั่น และเพชรบ้านลาด เป็นต้น มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก เช่น น้ำดอกไม้เบอร์ 4 น้ำดอกไม้สีทอง มหาชนก โชคอนันต์ อกร่อง และหนังกลางวัน เป็นต้น และมะม่วงเพื่อการแปรรูป เช่น แก้ว และสามปี เป็นต้น แต่หากจำแนกตามฤดูกาลที่มีการออกดอก สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ออกดอกนอกฤดูตามธรรมชาติหรือมะม่วงพันธุ์ทะวาย เช่น มะม่วงโชคอนันต์ มะม่วงพันทะวายเดือนเก้า และมะม่วงกล่ำหรือศรีสยาม เป็นต้น กลุ่มที่ไม่ออกดอกนอกฤดูกาล เช่น อกร่อง เขียวเสวย ขายตึก แรด และหนัง

กลางวัน เป็นต้น สำหรับการผลิตมะม่วงเชิงการค้านั้น เกษตรกรต้องคำนึงถึงความต้องการของตลาดด้วย และต้องตั้งเป้าหมายที่ชัดเจนว่าต้องการผลิตมะม่วงเพื่อตลาดภายในประเทศ ตลาดส่งออกต่างประเทศ หรือผลิตมะม่วงเพื่อส่งโรงงานแปรรูป ซึ่งแต่ละตลาดจะต้องการมะม่วงในสายพันธุ์ที่ต่างกัน

5. เอกสารอ้างอิง

จิรวรรณ โรจนพรทิพย์. (2555). ตลาดไทฟันธงธุรกิจมะม่วงเติบโตสดใส. *เทคโนโลยีชาวบ้าน* 24 (523): 92-93.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. (2552) มะม่วงพันธุ์ต่างประเทศเพื่อการส่งออก : อาร์ทูอีทู. *วารสารเส้นทางกสิกรรม* 14 (166): 22-33.

_____. (2555) ก. กลุ่มผู้ผลิตมะม่วงส่งออกสระแก้วผลิตเขียวเสวยส่งขายเวียดนาม. *วารสารเส้นทางกสิกรรม* 17 (198): 11-18.

_____. (2555) ข. ข้อมูลใหม่เกี่ยวกับมะม่วงอาร์ทูอีทูและเคนซิงตันไพรด์. *วารสารเส้นทางกสิกรรม* 17 (198): 70-73.

ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา. (2555). ทำไมมะม่วงแปดริ้วจึงมีชื่อเสียงและขายได้ *เทคโนโลยีชาวบ้าน* 24 (526): 72-77.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และรุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. (2546). *มะม่วงแก้ว ไม้ผลเพื่อความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ* สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 200 หน้า.

บุญมา ภูผาหมอก. (2555). มะม่วงแก้วอีหนึ่งของดีชัยภูมิ. *เทคโนโลยีชาวบ้าน* 24 (529): 56-57.

พเยาว์ อินสุวรรณ. (2548). *อนุกรมวิธานของพืช*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา. 262 หน้า.

มนู โป้สมบูรณ์ และธวัชชัย รัตน์ชเลศ. (2556). *มะม่วง-การผลิตและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว*. เชียงใหม่: ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา. 836 หน้า.

รายชื่อวงศ์พรรณไม้. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2558, จากวิกิพีเดีย http://th.wikipedia.org/wiki./รายชื่อวงศ์พรรณไม้

วิจิตร วังใน. (2533). การทำสวนมะม่วง. ใน ไพบูลย์ ไพรีพ่ายฤทธิ์ (บรรณาธิการ) *การทำสวนมะม่วงศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ* (น. 1-17). นครปฐม: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ศิวพร จินตนาวงศ์. (2534). การจัดแบ่งกลุ่มมะม่วง. *วิทยาสาร*, 59-67.

_____. (2539). *การสร้างแหล่งพันธุกรรมของมะม่วงเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์.* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ประจำปี 2539. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 198 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชสวน. (2541). *พืชสวนพันธุ์ดีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม.* กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 142 หน้า.

Crane, J.H. (2008). *Mangifera indica* Mango. In : J.Janick and R.E. Paull (eds.). *The Encyclopedia of Fruit and Nuts. CAB International*, Cambridge. pp. 15-20.

Mukherjee, S.K. and R.E. Litz. (2009). Introduction: botany and importance. In : R.E. Litz (ed.). *The mango : botany, production and uses. 2nd ed. CAB International*, Oxfordshire. pp. 1-41.

Pell, S.K. (2009). *Anacardiaceae*. Retrived January 03, 2009, from http://tolweb.org/Anacardiaceae/21262/

Ram, S. and R.E. Litz. (2009). Crop production: propagation. In: R.E. Litz (ed.). *The mango : botany, production and uses. 2nd ed. CAB International*, Oxfordshire. pp. 367-403.

Singh, L.B. (1968). The mango : botany, cultivation and utilization. Leonard Hill, London. 438 pp.

บทที่ 2
การเลือกและเตรียมพื้นที่ทำสวนมะม่วง

การเลือกพื้นที่ให้มีความเหมาะสมกับพืชที่ปลูก เพื่อช่วยให้ทำงานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ทำให้เอื้อต่อการปฏิบัติงานของคนและเครื่องจักรทางการเกษตร เช่น การวางระยะห่างของต้นให้เหมาะสม ทำให้ง่ายและสะดวกในการขนส่งผลผลิตออกจากแปลงปลูก

1. การเลือกพื้นที่ทำสวนมะม่วง

มะม่วงสามารถปลูกได้ทั่วไปและปลูกได้ทุกภาคของประเทศ แต่จะให้ผลิตผลไม่เหมือนกัน แตกต่างกันไปตามสภาพของพื้นที่ การเลือกพื้นที่ทำสวนมะม่วงเพื่อการค้าจึงควรคำนึงถึงสภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม ความลึกของหน้าดิน ระดับน้ำในดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน แหล่งน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความเร็วลม การคมนาคมขนส่ง และการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกพื้นที่ทำสวนมะม่วงเพื่อการค้า

1.1 ปริมาณน้ำฝนและความชื้นในอากาศ

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการปลูกมะม่วง คือ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นในอากาศ หรือความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกำหนดการพัฒนาช่อดอกของมะม่วง เพราะถ้าหากความชื้นในอากาศมีมากเกินไปจะทำให้ช่อที่เกิดใหม่เจริญไปเป็นใบอ่อนไม่เกิดช่อดอก ในสภาพดินฟ้าอากาศเช่นนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะปลูกมะม่วงเพื่อการค้า นอกจากจะปลูกพันธุ์ที่ออกดอกง่ายหรือใช้วิธีการอื่นช่วยเร่งการออกดอก ในระยะที่มะม่วงแทงช่อดอกนั้นไม่ควรมีฝนตกหรือมีฝนตกเพียงเล็กน้อย ฝนที่ตกจะชะละอองเรณูหลุดร่วง ทำให้แมลงไม่สามารถช่วยผสมเกสรได้ มะม่วงจะไม่ติดผล นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นของอากาศสูงส่งผลกระทบในเชิงสรีรวิทยาของการพัฒนาผลมะม่วงและทำให้เกิดปัญหาโรคและการระบาดของเพลี้ยจักจั่นมะม่วง ซึ่งจะทำลายดอกให้เสียหายและเกิดเชื้อราดำตามมา ทำให้ดอกและผลอ่อนร่วงเสียหายได้มาก ดังนั้น พื้นที่ที่ทำสวนมะม่วงได้ดีจึงควรมีช่วงแล้งคั่นฤดูฝนซึ่งสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยส่วนใหญ่ (ยกเว้นภาคใต้) จะมีช่วงแล้งอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ของทุกปี ทำให้มะม่วงเกิดการพักตัวและการพัฒนาช่อดอกได้ดี (กรมวิชาการเกษตร, 2556)

1.2 อุณหภูมิ

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่ร้อนและทนแล้งได้ค่อนข้างดี แต่ในทางกลับกันมะม่วงไม่ชอบที่เย็นจัดเพราะอาจทำให้เกิดสภาวะสะท้านหนาวและอาจตายในที่สุด แต่สำหรับในประเทศไทยนั้นยังไม่พบว่าเกิดความเสียหาย เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศอย่างเด่นชัด จึงสามารถปลูกมะม่วงได้ทุกภาคและเป็นที่สังเกตได้ว่าปีใดมีช่วงอากาศหนาวเย็นนานมะม่วงจะออกดอกมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะม่วงอยู่ในช่วง 20-27 องศาเซลเซียส แต่ช่วงที่มะม่วงออกดอกนั้นควรจะอยู่ในช่วงที่มีอุณหภูมิประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5-10 วัน สำหรับต้นที่มีการพักตัวที่ดีมีอาหารสะสมใน

ต้นมากเพียงพอ แต่สำหรับต้นที่ยังไม่มีความพร้อมคือ มีอาหารสะสมในต้นค่อนข้างน้อยจะต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำลงไปอีกประมาณ 10-12 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 วัน เพื่อกระตุ้นการออกดอก เพราะอุณหภูมิที่ต่ำส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของช่อดอกได้ดี

1.3 ดิน

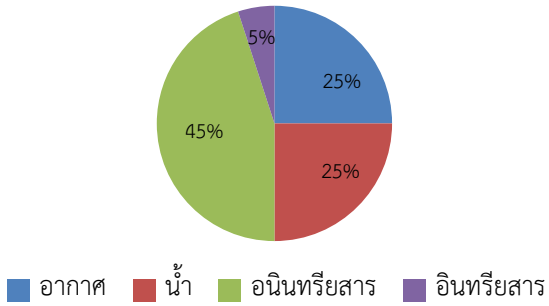
มะม่วงปลูกได้ในดินทั่วไป สภาพดินที่เหมาะสม คือ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ที่อุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรียวัตถุ มีธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ดินสำหรับการปลูกมะม่วงควรเป็นดินที่ไม่เหนียวจัดจนจับตัวกันเป็นก้อนและระบายน้ำได้ดี มะม่วงที่ปลูกในดินที่ระบายน้ำไม่ดีหรือที่น้ำขังแฉะจะเจริญเติบโตช้า รากไม่ค่อยเจริญ รากดำ และอาจเน่าตายในที่สุด การปลูกมะม่วงจึงนิยมปลูกในที่ดอน เพื่อให้การระบายน้ำดี ส่วนการปลูกในที่ลุ่มควรยกร่อง เช่นเดียวกับการปลูกไม้ผลอย่างอื่นและปรับปรุงดินให้ร่วนซุยโดยการใส่ปุ๋ยคอกปุ๋ยหมักให้มาก ๆ ก่อนที่จะลงมือปลูก ดังนั้น การปลูกมะม่วงจึงควรปลูกในที่ดอนไม่มีปัญหาดินดานหรือเป็นลอนคลื่นมีน้ำท่วมขังหรือหากต้องปลูกในที่ลุ่มควรปลูกแบบยกร่องและแก้ปัญหาดินเหนียวด้วยการปรับปรุงด้วยอินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ก่อนลงมือปลูกมะม่วง นอกจากนี้ หน้าดินที่ลึกเพียงพอยังทำให้รากของมะม่วงหยั่งได้ลึกเพื่อให้ต้นมะม่วงแข็งแรงไม่ล้มง่าย เมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้นความลึกของหน้าดินที่เหมาะสม คือ ประมาณ 2.0-2.5 เมตร ส่วนระดับน้ำใต้ดินควรอยู่ต่ำกว่าผิวดินประมาณ 3 เมตร เพื่อให้รากมะม่วงแผ่กระจายเหนือระดับน้ำได้ดี ปัจจุบันมีความนิยมการปลูกมะม่วงแบบยกร่องโดยปลูกระยะชิดและใช้ระดับน้ำใต้ดินควบคุมการแผ่ขยายของรากทำให้สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของมะม่วงให้มีขนาดเล็กและง่ายต่อการดูแลรักษา

1.3.1 องค์ประกอบของดิน

ดินมีองค์ประกอบหลัก 4 ชนิด ได้แก่

1) อนินทรียสารเกิดจากการผุพังของหินและแร่
2) อินทรียสารเกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์
3) น้ำ
4) อากาศ

ดินโดยทั่วไปที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืชควรมีองค์ประกอบของอนินทรียสาร อินทรียสาร น้ำ และอากาศโดยปริมาตร 45, 5, 25 และ 25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 9) สำหรับการเจริญเติบโตของมะม่วงเกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความลึกของดิน เนื้อดิน โครงสร้างความพรุน การระบายอากาศ และความชื้นในดิน



ภาพที่ 9 องค์ประกอบของดินที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืช

1.3.2 ชั้นของดิน

ชั้นของดินมีลักษณะของ ดังนี้

1) ชั้น O Horizon หรือ ชั้นดินอินทรีย์ (Organic) เป็นชั้นบนสุดมีอินทรียวัตถุสีคล้ำ ส่วนใหญ่มักถูกทำลายจากการเตรียมดินโดยพบปะปนกับดินชั้น A
2) ชั้น A Horizon คือ ชั้นดินบน (Top soil) เป็นชั้นดินแร่ธาตุชั้นแรกที่อยู่บนสุด หากไม่มีชั้นของอินทรียวัตถุ (ชั้น O) มักพบว่า มีอินทรียวัตถุผสมอยู่ด้วยดินซึ่งมีสีคล้ำ
3) ชั้น B Horizon คือ ชั้นดินล่าง (Subsoil) เป็นชั้นที่สะสมส่วนที่ถูกชะล้าง (Zone of Accumulation) และเกิดการตกตะกอนของแร่ธาตุและสารละลายต่าง ๆ จากชั้นดินด้านบน เนื้อดินในชั้นบีมักมีความหนาแน่นและความชื้นสูง
4) ชั้น C Horizon คือ ชั้นการผุพังของหิน (Substratum) ประกอบด้วยหินและแร่ที่กำลังสลายตัว มักพบดินและหินผุพังผสมกัน
5) ชั้น R Horizon คือ ชั้นหินแข็ง (Bedrock) เป็นชั้นหินอยู่ข้างล่างสุด

โดยทั่วไปแบ่งดินออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่

1) ดินชั้นบน หมายถึง ดินที่มีผิวหนาประมาณ 15 เซนติเมตร
2) ดินชั้นล่าง หมายถึง ดินที่ลึกลงมากกว่า 15 เซนติเมตร

ดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมะม่วงควรมีดินชั้น A และ C ลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร เพื่อให้รากของมะม่วงสามารถแผ่ขยายลงไปดูดน้ำและแร่ธาตุอาหาร และทำให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ดี ตลอดจนไม่โค่นล้มง่ายเมื่อโดนลมพัดแรงทำให้โยกคลอน

1.3.3 ประเภทของดิน

เป็นตัวบ่งบอกความหยาบหรือละเอียดของชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบของดิน ขนาดของอนุภาคดินสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1) ทราย มีอนุภาคหยาบที่สุดกำเนิดจากแร่ควอตซ์ ไมกา และแร่แมกนีไทต์ เป็นต้น มีธาตุอาหารภายในน้อย แต่เม็ดทรายจะช่วยให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการระบายน้ำและอากาศดี

2) ซิลต์ (ดินตะกอน) มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าทราย กำเนิดจากแร่ควอตซ์ และแร่เฟลด์สปาร์ เป็นต้น อนุภาคของซิลต์ภายนอกจะผุพัง แต่บริเวณส่วนกลางของอนุภาคยังคงสภาพเดิม ธาตุอาหารของดินตะกอนจะมากกว่าทรายเพราะมีการสลายตัวมากกว่า

3) ดินเหนียว อนุภาคเล็กมาก กำเนิดจากแร่เฟลด์สปาร์ อนุภาคของดินเหนียวจะมีสมบัติในการลอยตัวและมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน อนุภาคดินเหนียวมีประจุลบทำให้ธาตุอาหารที่มีประจุบวก เช่น แคลเซียม (Ca^{2+}) โพแทสเซียม (K^{+}) แมกนีเซียม (Mg) และแอมโมเนียม (NH_4^{+}) เข้าเกาะจับกับอนุภาคดินเหนียว

1.3.4 เนื้อดิน

ประกอบด้วยอนุภาคดินทั้ง 3 ชนิด ในสัดส่วนที่แตกต่างกันทำให้เกิดเนื้อดินชนิดต่าง ๆ โดยแบ่งเนื้อดินออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) ดินเนื้อหยาบ ได้แก่ ดินทราย และดินร่วนปนทราย

2) ดินเนื้อปานกลาง ได้แก่ ดินร่วน และดินร่วนเหนียว

3) ดินเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินเหนียว

1.3.5 การอุ้มน้ำและระบายน้ำของดิน

เนื้อดินเป็นตัวบ่งบอกความสามารถในการเก็บน้ำ การระบายน้ำและอากาศของดิน โดยพบว่าดินที่มีเนื้อละเอียดย่อมอุ้มน้ำได้มากแต่การระบายน้ำและอากาศค่อนข้างช้า ส่วนดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายจะอุ้มน้ำได้น้อยแต่ระบายน้ำและอากาศได้มาก น้ำในดินจะอยู่ระหว่างช่องว่างภายในดินเมื่อสภาพดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เมื่อความชื้นภายในดินลดลง เนื่องจากพืชดูดไปใช้หรือระเหยเป็นไอทางผิวหน้าดิน อากาศจะแทรกเข้าไปแทนที่ในช่องว่างดังกล่าว เมื่อสภาพดินสูญเสียความชื้นมากขึ้น อากาศในดินจะมีมากขึ้นตามไปด้วย หากเมื่อถึงระดับที่พืชไม่สามารถดูดซับน้ำจากดินได้ ต้นมะม่วงจะแสดงอาการขาดน้ำ

1.3.6 โครงสร้างดิน

โครงสร้างของดิน คือ รูปแบบของการยึดและการเรียงตัวของอนุภาคเดี่ยวของดินเป็นเม็ดดินในหน้าตัดดิน เม็ดดินแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งด้านขนาดและรูปร่าง อนุภาคดิน ได้แก่ ทราย ซิลต์

(ดินตะกอน) และดินเหนียว มักมีการรวมตัวกันเป็นเม็ดและเป็นก้อนดิน โดยมีสารเชื่อมทั้งอนินทรียสารและอินทรียวัตถุเป็นตัวประสาน ในดินที่มีอินทรียวัตถุเพียงพอโครงสร้างดินมีความสม่ำเสมอและมีความพรุนมากกว่า ดังนั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเพียงพอและสม่ำเสมอเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีมีผลทำให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ

1.3.7 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ความสามารถของดินในการสนองธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้เพียงพอ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงจึงเป็นดินที่ให้ธาตุอาหารแก่พืชครบทุกธาตุ หากแต่ละธาตุมีปริมาณเพียงพอและสมดุลซึ่งกันและกันพืชจะเจริญเติบโตได้ดีและผลผลิตสูง มะม่วงที่ปลูกในดินที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์จะเจริญเติบโตได้ดี แข็งแรง และให้ผลผลิตดีกว่าปลูกในดินที่มีธาตุอาหารในดินต่ำ

1.3.8 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

มะม่วงไม่ชอบดินที่เป็นด่างมากหรือดินที่มีหินปูนมาก ดินที่เป็นด่างจะทำให้มะม่วงเจริญเติบโตช้า โดยเฉพาะต้นอ่อนจะตายง่าย ดินที่เหมาะสำหรับมะม่วงคือดินที่มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ ถึงเป็นกลาง (pH 6.5-7.5) ค่า pH มีความสำคัญต่อสมบัติทางเคมีของดิน เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีของดินนิยมใช้ pH เป็นค่าบ่งบอกสภาพเป็นกรดและด่างในดิน

ตารางที่ 8 ระดับค่า pH ของดินและสภาพความเป็นกรดและด่าง

pH ของดิน	สภาพกรด-ด่าง
ต่ำกว่า-4	กรดจัดมาก
4.0-5.5	กรดจัด
5.5-6.5	กรดปานกลาง
6.5-6.9	กรดอ่อน
7.0	กลาง
7.1-7.5	ด่างอ่อน
7.5-8.5	ด่างปานกลาง
8.5-9.0	ด่างจัด
มากกว่า 9.0	ด่างจัดมาก

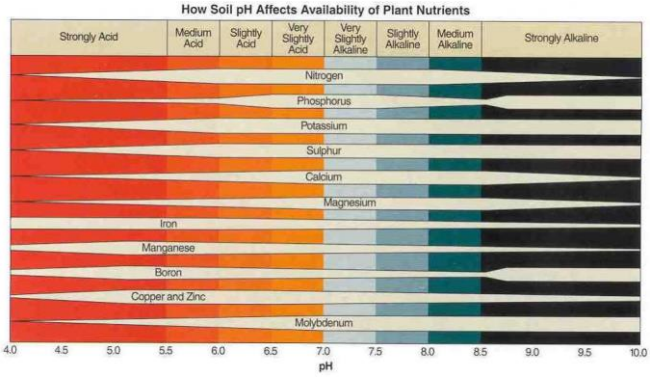
การวัด pH ของดินสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ชุดทดสอบอย่างง่าย โดยใช้ชุดสำเร็จรูปของภาควิชาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สามารถทราบผลภายใน 1 นาที ได้ผลแน่นอนพอสมควร ราคาถูก

ภาพที่ 10 ชุดทดสอบดินอย่างง่าย (kit test)

2. เครื่องมือวัด pH ในห้องปฏิบัติการได้ผลแน่นอนเหมาะสำหรับตรวจสอบโดยละเอียด แต่มีราคาแพง

ภาพที่ 11 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)



ภาพที่ 12 ค่า pH ต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุในดิน
แถบกว้างแสดงว่าธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืชมาก

ค่า pH กับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน

ในสภาพดินที่เป็นกรดจัด พืชมีแนวโน้มจะขาดธาตุฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โมลิบดีนัม (Mo) หากมีสภาพเป็นด่างจัดพืชอาจขาดแคลนธาตุฟอสฟอรัส (P) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และโบรอน (B)

การปรับสภาพการเป็นกรดด่าง (pH) ด้วยการใช้ปูน

ปูนที่ใช้ในทางการเกษตร ได้แก่ หินปูน ($CaCO_3$) หินโดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$) ปูนเผา (CaO) และปูนขาว ($Ca(OH_2)$)

ตารางที่ 9 ฤทธิ์ด่างของปูนเมื่อเป็นสารบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์

ปูน	สูตรเคมี	น้ำหนักปูน (กิโลกรัม) ที่ให้ฤทธิ์ด่างเท่ากับแคลเซียมคาร์บอนเนตบริสุทธิ์ 100 กิโลกรัม
ปูนเผา	CaO	179
ปูนขาว	$Ca(OH)_2$	136
หินโดโลไมต์	$CaMg(CO_3)_2$	109
หินปูนบด	$CaCO_3$	100
ปูนมาร์ล	-	60

วิธีการใช้ปูน ควรใส่ตามค่าการวิเคราะห์ดิน และคำนวณตามปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ต้องใช้ปูน 500 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงว่าต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 500 กิโลกรัมต่อไร่ หากเกษตรกรใช้ปูนมาร์ลซึ่งมีความบริสุทธิ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรต้องใช้ปูนมาร์ลไร่ละ (100x500)/60 = 833.4 กิโลกรัม/ไร่

ข้อควรระมัดระวัง ไม่ควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปูนในคราวเดียวกัน เนื่องจากปูนจะทำปฏิกิริยากับปุ๋ยแอมโมเนียมทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) และปุ๋ยฟอสเฟตเปลี่ยนสภาพเป็นสารละลายน้ำยาก ในกรณีการใส่ปูนในการเตรียมดินก่อนปลูกควรหว่านให้ทั่วพื้นที่แล้วไถกลบก่อนขุดหลุมปลูกอย่างน้อย 1 เดือน ส่วนกรณีปลูกต้นมะม่วงแล้วควรแบ่งใส่ที่ละน้อยและไถกลบ

1.3.9 การปรับค่ากรด-ด่างของดิน

1) ดินที่มีสภาพเป็นกรดสูง คือ ดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 ลงมา ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 3.5-4.5 ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชจะอยู่ในสภาพที่พืชดูดซึมไปใช้ได้น้อย การปรับสภาพดินให้เป็นกลางทำได้ด้วยการใส่ปูนซึ่งเป็นสารประกอบออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต และซิลิเกตของแคลเซียมและแมกนีเซียม ได้แก่ ปูนขาว โดโลไมต์ หินปูน และปูนมาร์ล เป็นต้น

2) ควรใส่ปูนขาวก่อนการปลูกพืชอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้ดินลดความเป็นกรดในดินก่อน

3) การใส่ปูนขาวในดินที่ปลูกพืชแล้ว ควรหว่านปูนขาวรอบทรงพุ่มเข้ามาครึ่งหนึ่งของรัศมีทรงพุ่ม

4) การลดความเป็นกรดของปูน จะเกิดได้เร็วหากดินมีความชื้นเพียงพอและปูนมีอนุภาคเล็กสัมผัสกับเนื้อดินได้มาก

5) ควรใส่ทีละน้อยและควรตรวจสอบ pH ของดินอีกครั้งหลังการปรับปรุงดินเพื่อไม่ให้ดินมีสภาพที่เป็นด่างเกินไป

1.3.10 ความเค็มของดิน

ความเค็มของดิน หมายถึง ปริมาณเกลือในดินที่เกิดจากการสะสมของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) และโซเดียมซัลเฟต (Na_2So_4) ดินเค็มส่วนใหญ่เกิดจากการสะสมของโซเดียมคลอไรด์

การวัดความเค็มของดินโดยการวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC, Electroconductivity) ของสารละลายในดิน ค่าการนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็น มิลลิโมล์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm)

ตารางที่ 10 ระดับความเค็มของดินและผลต่อพืช

การนำไฟฟ้า (มิลลิโมล์/เซนติเมตร)	ระดับความเค็มของดิน	ผลต่อพืช
2-0	ไม่เค็ม	พืชส่วนมากปกติ
>2-4	เค็มน้อย	พืชที่ไม่ทนเค็มโตช้า
>4-8	เค็ม	พืชที่ไม่ทนเค็มชะงักการเจริญเติบโตหรือตาย
>8-16	เค็มมาก	พืชที่ทนเค็มเท่านั้นที่โตได้
>16	เค็มมากที่สุด	พืชที่ทนเค็มบางชนิดเท่านั้นที่เติบโตได้

1.3.11 ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืช หมายถึง ธาตุต่าง ๆ ที่พืชต้องการเพื่อให้พืชดำรงชีวิตอยู่ได้ หากขาดธาตุใดธาตุหนึ่งจะแสดงอาการชัดเจน เนื่องจากธาตุอาหารแต่ละธาตุมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางเคมี

1. ธาตุอาหารหลัก (Macro nutrient) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากจึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ธาตุอาหารหลักที่พืชที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุอาหาร	สัญลักษณ์ธาตุ	รูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์
คาร์บอน	C	CO_2
ออกซิเจน	O	O_2
ไฮโดรเจน	H	H_2O
ไนโตรเจน	N	NH_4^+, NO_3^-
โพแทสเซียม	K	K^+
ฟอสฟอรัส	P	$H_2PO_4^-$, HPO^{2-}_4

2. ธาตุอาหารรอง (Secondary maccronutrient) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชต้องการรองลงมาจากธาตุอาหารหลัก โดยทั่วไป ธาตุเหล่านี้ในดินธรรมชาติมักมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของพืช ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ธาตุอาหารรองที่พืชที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุอาหาร	สัญลักษณ์ธาตุ	รูปที่พืชสามารถไปใช้ประโยชน์
แคลเซียม	Ca	Ca^{2+}
แมกนีเซียม	Mg	Mg^{2+}
กำมะถัน	S	SO_4^{2-}

3. ธาตุอาหารเสริม (Micro nutrient) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อย หรือจุลธาตุ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ธาตุอาหารเสริมที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุอาหาร	สัญลักษณ์ธาตุ	รูปที่พืชสามารถไปใช้ประโยชน์
โบรอน	B	BO_3^{3-}, H_3BO_3
คลอรีน	Cl	Cl
ทองแดง	Cu	CU^{+}, Cu^{2+}
แมงกานีส	Mn	Mn^{2+}
โมลิบดีนัม	Mo	MoO_4^{-}
สังกะสี	Zn	Zn^{2+}
เหล็ก	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+}

1.3.12 ธาตุอาหารจากดิน

พืชได้รับธาตุอาหารจาก 3 แหล่ง ได้แก่ อากาศ น้ำ และดิน ส่วนใหญ่ได้จากดิน ยกเว้นคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน เป็นธาตุอาหารที่ได้จากอากาศ และธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนเกิดจากการแตกตัวของน้ำ

ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (นุจรี บุญแปลง, 2552) ได้แก่

1) ไอออนของธาตุอาหาร อยู่ในสารละลายดินหรือน้ำในดิน

2) ไอออนของธาตุอาหาร ซึ่งดูดซับจากผิวของดินเหนียวและฮิวมัสในดิน รากพืชสามารถดูดซับได้โดยตรง หรืออาจมีไอออนอื่นเข้าไปไล่ที่ให้ออกมาอยู่ในสารละลายของดิน ทำให้พืชดูดไปใช้ได้ง่าย

3) สารประกอบของดินที่สลายตัวได้ง่าย

ธาตุอาหารที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (นุจรี บุญแปลง, 2552) ได้แก่

1) ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบของหินและแร่ที่มีสภาวะเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ โพแทสเซียมในแร่เฟลด์สปาร์ เป็นต้น หินและแร่ต้องใช้เวลานานในการสลายตัวให้แร่ธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

2) ธาตุอาหารที่ถูกตรึงไว้อย่างเหนียวแน่น เช่น ธาตุอาหารฟอสฟอรัสในปุ๋ยฟอสเฟต ซึ่งทำปฏิกิริยากับสารประกอบเหล็กและอะลูมิเนียมในดินกรด หรือทำปฏิกิริยากับหินปูนในดินด่าง โพแทสเซียมที่ถูกตรึงไว้ในโครงสร้างของดินเหนียว อย่างไรก็ตามสำหรับฟอสฟอรัสที่ถูกดินตรึงไว้ในสภาพดินกรด สามารถถูกปลดปล่อยมาใช้ประโยชน์ได้โดยการปรับสภาพดินกรดเป็นสภาพดินด่างโดยการใช้ปูนขาว ดังนั้น เกษตรกรจึงจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์ดินอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ยเคมี

3) สารประกอบอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัวเต็มที่ เนื่องจากโมเลกุลมีขนาดใหญ่ พืชจึงไม่สามารถนำมาใช้ได้ เมื่ออินทรียวัตถุดังกล่าวสลายตัว แล้วจะปลดปล่อยธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน กำมะถัน และธาตุอื่น ๆ เป็นต้น

1.3.13 เนื้อดินกับปริมาณธาตุอาหาร

1) ดินทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากกำเนิดจากหินและแร่ ที่มีธาตุอาหารเดิมอยู่น้อย จุลธาตุในดินทรายมีพอประมาณในดินที่มีอายุน้อย เมื่อชะล้างไปนาน ๆ จุลธาตุจะค่อย ๆ สูญเสียประกอบกับดินทรายระบายน้ำเร็ว ทำให้ธาตุอาหารลดลงเรื่อย ๆ นอกจากนี้ดินทรายดูดซับแร่ธาตุอาหารได้น้อย เนื่องจากประจุไฟฟ้าสามารถดูดซับไอออนของธาตุอาหารต่ำ ดินทรายจึงมีข้อจำกัดในการตอบสนองต่อการเจริญเติบโตของมะม่วง อย่างไรก็ตามหากปลูกมะม่วงในสภาพที่หน้าดินเป็นดินทราย แต่ดินชั้นล่างเป็นดินเนื้อละเอียด สามารถปลูกมะม่วงได้ดีเช่นเดียวกัน หากมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรืออินทรียวัตถุอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ

2) ดินเนื้อละเอียด มักมีความอุดมสมบูรณ์สูง เนื่องจากกำเนิดจากหินและแร่ที่อุดมด้วยธาตุอาหาร เช่น ดินชุดกำแพงแสน ซึ่งมีเนื้อดินร่วน แบบร่วนเหนียวปนซิลต์ ประกอบด้วย ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ดินเนื้อละเอียดมีจุลธาตุมากกว่าดินเนื้อหยาบ เนื่องจากดูดซับจุลธาตุไว้หรือถูกตรึงไว้เป็นองค์ประกอบในเนื้อดิน แม้แต่ดินเหนียวสีแดง ประกอบด้วย เหล็ก และอะลูมิเนียมออกไซด์ อย่างไรก็ตามการ

สูญเสียธาตุอาหารมีน้อย เนื่องจากการชะล้างมีต่ำกว่าดินทราย การซึมน้ำผ่านชั้นดินค่อนข้างช้า ประกอบกับดินเนื้อละเอียดมีประจุไฟฟ้าที่สามารถดูดซับได้ค่อนข้างมาก หากสามารถบำรุงดินดังกล่าวด้วยอินทรียวัตถุหรือปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อปรับโครงสร้างของดินทางกายภาพจะทำให้ความสามารถในการตอบสนองธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของมะม่วงได้ดีมากขึ้น ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 บทบาทของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
ไนโตรเจน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบและกิ่งก้าน	เจริญเติบโตช้า ใบล่างมีสีเหลืองซีดทั้งแผ่น ต่อมากลายเป็นสีน้ำตาลแล้วร่วงหล่นหลังจากนั้นใบบนจะมีสีเหลือง
ฟอสฟอรัส	ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช เป็นองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ เป็นต้น	ใบล่างเริ่มมีสีม่วงตามแผ่นใบ ต่อมาใบเป็นสีน้ำตาลและร่วงหล่น ลำต้นแคระแกร็น ไม่ผลิดอกออกผล
โพแทสเซียม	ช่วยสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของน้ำตาลจากใบไปยังผล ช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็ว พืชแข็งแรง มีความต้านทานต่อโรคบางชนิด	ใบล่างมีอาการเหลือง แล้วกลายเป็นน้ำตาลตามขอบใบแล้วลุกลามเข้ามาเป็นหย่อม ๆ ตามแผ่นใบ อาจพบว่าแผ่นใบโค้งเล็กน้อย รากเจริญช้า ลำต้นอ่อนแอ ผลไม่เจริญเติบโต
แคลเซียม	เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกันช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด และช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดี	ใบที่เจริญใหม่หงิก ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี
แมกนีเซียม	เป็นองค์ประกอบคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไขมัน	ใบแก่จะเหลือง ยกเว้นเส้นใบ และใบร่วงหล่นเร็ว

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
	และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดและด่างในเซลล์พอเหมาะ ช่วยในการงอกของเมล็ด	

ตารางที่ 14 บทบาทของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช (ต่อ)

ธาตุ	หน้าที่สำคัญ	อาการขาดธาตุ
กำมะถัน	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน	ใบทั้งบนและล่างมีสีเหลืองซีด และต้นอ่อนแอ
โบรอน	ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์	ตายอดตายแล้วเริ่มมีตาข้าง ตาข้างจะตายอีก ลำต้นไม่ค่อยยืดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็กหนา โค้งและเปราะ
ทองแดง	ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด	ตายอดชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง พืชทั้งต้นชะงักการเจริญเติบโต
คลอรีน	มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช	พืชเหี่ยวง่าย ใบสีซีดและบางส่วนแห้งตาย
เหล็ก	ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ	ใบอ่อนมีสีขาวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด
แมงกานีส	ช่วยให้พืชใช้ไนเทรตให้เป็นประโยชน์และการสังเคราะห์โปรตีน	ใบอ่อนมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่แสดงอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น
โมลิบดีนัม	ช่วยให้พืชใช้ไนเทรตให้เป็นประโยชน์และการสังเคราะห์โปรตีน	พืชมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลือง ๆ ตามแผ่นใบ
สังกะสี	ช่วยในการสังเคราะห์ออกซิน (ฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง) คลอโรฟิลล์และแป้ง	ใบอ่อนมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ

ที่มา (นุจรี บุญแปลง, 2552)

ความต้องการธาตุอาหารของมะม่วงมีความคล้ายคลึงกับพืชอื่น ๆ ดังนั้น มะม่วงจะให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีเมื่อได้รับธาตุอาหารหลัก ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ โบรอน คลอรีน ทองแดง แมงกานีส โมลิบดีนัม สังกะสี เหล็ก ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง พืชมีความต้องการปริมาณมากแต่จุลธาตุพืชต้องการปริมาณเล็กน้อยแต่ขาดไม่ได้อาการขาดธาตุอาหารของมะม่วงจะแสดงอาการขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมที่ใบแก่ เนื่องจากธาตุอาหารดังกล่าวสามารถเคลื่อนย้ายในต้นพืชได้ดี เมื่อได้รับจากดินไม่เพียงพอจะมีการเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังใบอ่อนกว่า แล้วจะเกิดสีซีดจางลงและร่วงหล่นในที่สุด สำหรับธาตุอาหารอื่น ๆ จะแสดงอาการเด่นชัดในใบอ่อน เนื่องจากเคลื่อนตัวได้ช้า

1.3.14 ปัญหาการขาดธาตุอาหารและจุลธาตุในดินกับไม้ผล

ปัจจุบันนี้ ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอาหารมีบทบาทมากขึ้นในการผลิตพืชสวนและไม้ผล เนื่องจากดินมีการปลูกพืชติดต่อกันมานาน มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปริมาณสูงและต่อเนื่อง ทำให้ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินถูกใช้ไปในการสร้างผลผลิตและนำออกจากพื้นที่แต่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเหล่านี้แก่พืชหรือใส่ในปริมาณน้อย ทำให้พืชขาดธาตุอาหารเหล่านี้มากขึ้นเป็นลำดับ บ่อยครั้งที่เกษตรกรใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมให้แก่พืช กลับพบว่าพืชไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ และอาจทำให้ผลผลิตลดลงด้วย เนื่องจากเมื่อมีการใส่ปุ๋ยที่เป็นธาตุอาหารหลักในปริมาณมาก ความต้องการธาตุอาหารรองและจุลธาตุรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการเป็นปฏิปักษ์กันของธาตุอาหาร เช่น โพแทสเซียมกับแคลเซียม หรือฟอสฟอรัสกับสังกะสี เป็นต้น

1.3.15 ธาตุอาหารหลัก (Macro nutrient)

ธาตุอาหารหลักในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดังนั้น ในดินธรรมชาติ ธาตุทั้ง 3 มักมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ส่งผลให้ในการผลิตปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เพื่อการเกษตร มีธาตุทั้ง 3 เป็นแกนหลักในการเร่งผลผลิตและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

1. ไนโตรเจน (N) คือ ธาตุที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะในการสร้างกรดอะมิโน (Amino Acids) กรดนิวคลีอิก (Nucleic Acids) โปรตีน และฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ รวมไปถึงการมีความเกี่ยวพันโดยตรงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งไนโตรเจนเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ที่ทำให้พืชมีสีเขียว ในสภาวะขาดแคลน : สีของใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ขนาดของใบเล็กลง ลำต้นแคระแกร็น และมีผลผลิตต่ำ

ธาตุไนโตรเจนในดินมักสูญเสียได้ง่ายจากการชะล้างในรูปของเกลือไนเตรท หรือเกิดการระเหยของแอมโมเนีย ดังนั้น หากต้องการให้ไนโตรเจนในดินที่เพียงจึงต้องใส่ธาตุไนโตรเจนลงไปในดินในรูปของปุ๋ย นอกจากนี้ พืชยังได้รับไนโตรเจนจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ และการแปรสภาพของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน รวมถึงการได้รับจากพืชบางชนิด เช่น พืชตระกูลถั่ว ที่มีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชขึ้นกับหลายปัจจัย อาทิ ชนิดของพืช อายุของพืช และฤดูกาล

หน้าที่และความสำคัญต่อพืช

1) ทำให้พืชเจริญเติบโตและตั้งตัวได้เร็ว โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต
2) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบ และลำต้น ทำให้ลำต้น และใบมีสีเขียวเข้ม
3) ส่งเสริมการสร้างโปรตีนให้แก่พืช
4) ควบคุมการออกดอก และติดผลของพืช
5) เพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชที่ให้ใบ และลำต้น

อาการขาดธาตุไนโตรเจน

เมื่อพืชขาดไนโตรเจน การเจริญเติบโตจะชะงัก ใบมีสีเหลืองหรือเหลืองปนส้ม เนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ หากเป็นมากใบจะมีสีน้ำตาล โดยจะเริ่มที่ใบแก่ส่วนล่างก่อน ส่วนใบอ่อนในระยะแรกจะยังมีธาตุไนโตรเจนให้ใช้อยู่จากได้รับจากใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง หากไนโตรเจนมีอยู่น้อยมาก ใบด้านล่างจะเหลืองหลุดร่วง และลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีด และเหลือง การเจริญเติบโตของยอดหยุดชะงัก ลำต้นผอมสูง ลำต้นแคระแกร็น ใบ กิ่งก้านลีบเล็ก และมีจำนวนน้อย การแตกกิ่งก้าน และการแตกกอของธัญพืชมีน้อย ในพืชบางชนิด รากของพืชยืดยาวผิดปกติ และมีการแตกแขนงเพียงเล็กน้อย พืชมีการสะสมแป้งหรือน้ำตาลมากกว่าปกติ การสร้างเซลลูโลสมากขึ้น ทำให้เนื้อเยื่อพืชแข็งกระด้าง มีความเหนียว ไม่น่ารับประทาน

2. ฟอสฟอรัส (P) คือ ธาตุอาหารที่กระตุ้นและเร่งการเจริญเติบโตของรากพืช เป็นธาตุที่ส่งผลต่อการควบคุมการออกดอก ออกผล และการสร้างเมล็ด อีกทั้ง ยังมีความสำคัญต่อกระบวนการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการสังเคราะห์แสง การกักเก็บและถ่ายโอนพลังงาน และกระบวนการหายใจของพืช ในสภาวะขาดแคลน : ระบบรากของพืชไม่สามารถเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ ใบแก่จะมีการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วง ลำต้นแคระแกร็น และไม่ผลิดอกออกผล

การนำฟอสฟอรัสจากดินมาใช้ พืชจะดูดฟอสฟอรัสในรูปอนุมูลไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$) และไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}) ปริมาณสารทั้งสองชนิดจะมากหรือน้อยขึ้นกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ดินที่มีสภาพความเป็นกรด ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$) หากดินมีสภาพเป็นด่าง ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}) แต่สารเหล่านี้ในดินมักถูกยึดด้วยอนุภาคดินเหนียว ทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ รวมถึงรวมตัวกับธาตุอื่นในดิน ทำให้พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ในสภาพดินที่เป็นเบส และเป็นกรดจัดที่มีแร่ธาตุ และสารประกอบอื่นมากฟอสเฟตจะรวมตัวกับไอออนประจุบวก และลบของธาตุ และสารประกอบเหล่านั้น กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลายน้ำทำให้พืชนำไปใช้ได้น้อย ดังนั้น ในสภาพดินที่เป็นกลาง พืชจะนำฟอสเฟตไอออนมาใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า

โดยทั่วไปพืชจะต้องการฟอสฟอรัสประมาณ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง เพื่อให้การเจริญเติบโตทางใบเป็นปกติ แต่หากได้รับในปริมาณสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งจะเกิดความเป็นพิษต่อพืช

หน้าที่และความสำคัญต่อพืช

1) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทั้งรากแก้ว รากฝอย และรากแขนง โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต
2) ช่วยเร่งให้พืชแก่เร็ว ช่วยการออกดอก การติดผล และการสร้างเมล็ด
3) ช่วยให้รากดูดโพแทสเซียมจากดินมาใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น
4) ช่วยเพิ่มความต้านทานต่อโรคบางชนิด ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดี
5) ช่วยให้ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย
6) ลดผลกระทบที่เกิดจากพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป

อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส

พืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสจะมีอัตราการหายใจลดลง พืชสะสมคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น ใบพืชมีสีเขียวเข้ม มีการสะสมรงควัตถุแอนโทไซยานินที่ลำต้น และก้านใบ ทำให้ก้านใบมีสีชมพู อาการจะเริ่มที่ใบแก่ก่อน ใบมีขนาดเล็ก จำนวนใบน้อย ใบแห้งเป็นจุด ๆ การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก ลำต้นแคระแกร็น รากเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาล การขาดธาตุฟอสฟอรัสยังมีผลต่อการออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อยลง ผลผลิตต่ำจากใบพืชที่เสื่อม และร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ แต่หากได้รับฟอสฟอรัสมากพืชจะแก่เร็ว

การขาดฟอสฟอรัสเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รากพืชขยายยาว แม้ลำต้นเหนือดินหยุดการเจริญเติบโตแล้ว เพราะมีการกระจายคาร์โบไฮเดรตลงมาสู่รากพืชมากขึ้น เนื่องจากพืชมีความพยายามที่จะรักษาสภาพของราก เพื่อทำหน้าที่ดูดหาอาหารที่ขาดแคลนมาเพิ่มเติม

3. โพแทสเซียม (K) คือ ธาตุอาหารที่มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมกระบวนการเคลื่อนย้ายน้ำตาล แป้ง และน้ำมัน รวมถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชและการให้ผลผลิต อีกทั้ง ยังช่วยส่งเสริมพืชในการต้านทานโรคและแมลงบางชนิด ในสภาวะขาดแคลน : ลำต้นไม่แข็งแรง การเจริญของดอกและผลไม่สมบูรณ์ ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ โดยเฉพาะผลผลิตที่เน้นด้านรสชาติและสีสัน

โดยทั่วไป โพแทสเซียมกระจายอยู่ดินชั้นบน และดินชั้นล่างในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โพแทสเซียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชเหมือนกับธาตุฟอสฟอรัส และธาตุไนโตรเจน พืชจะดูดโพแทสเซียมจากดินในรูปโพแทสเซียมไอออน โพแทสเซียมเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ดี และพบมากในดินทั่วไป แต่ส่วนใหญ่จะรวมตัวกับธาตุอื่นหรือถูกยึดในชั้นดินเหนียว ทำให้พืชนำไปใช้ไม่ได้ การเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมในดินจะเกิดจากการสลายตัวของหินเป็นดินหรือปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

หน้าที่และความสำคัญต่อพืช

1) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากดูดน้ำ และธาตุอาหารได้ดีขึ้น
2) จำเป็นต่อการสร้างเนื้อผลไม้ การสร้างแป้งของผล และหัว จึงนิยมให้ปุ๋ยโพแทสเซียมมากในระยะเร่งดอก ผล และหัว
3) ช่วยให้พืชต้านทานการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสง อุณภูมิหรือความชื้น
4) ช่วยให้พืชต้านทานต่อโรคต่าง ๆ
5) ช่วยเพิ่มคุณภาพของพืช ผัก และผลไม้ ทำให้พืชมีสีสัน เพิ่มขนาด และเพิ่มความหวาน
6) ช่วยป้องกันผลกระทบจากที่พืชได้รับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากเกินไป

อาการขาดธาตุโพแทสเซียม

พืชที่ขาดโพแทสเซียม จะทำให้โพแทสเซียมที่สะสมในใบแก่ และเซลล์อื่น ๆ เคลื่อนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ ทำให้ส่วนดังกล่าวมีอาการผิดปกติ เช่น ใบเหลืองเป็นแนว ซึ่งมักเกิดขึ้นในใบแก่ก่อน และใบแห้งตายเป็นจุด ๆ โดยเฉพาะบริเวณขอบ และปลายใบ ใบม้วนงอ ลำต้นมีปล้องสั้น ยอดใบเป็นจุด ๆ นอกจากนี้ พบว่า พืชที่ได้รับโพแทสเซียมไม่เพียงพอ จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง การควบคุมการปิด-เปิดปากใบผิดปกติ ปากใบเปิดเล็กน้อย ทำให้มีผลต่อกระบวนการสร้าง และเคลื่อนย้ายน้ำตาลลดลง มีผลต่อคุณภาพของสี ขนาด น้ำหนัก ความหวาน และคุณภาพของผลหรือเมล็ด

1.3.16 ธาตุอาหารรอง (Secondary elements)

ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มมหธาตุ หรือธาตุที่ต้องการในปริมาณมาก แต่เดิมธาตุอาหารรอง มีความเข้าใจว่าธาตุอาหารเหล่านี้ไม่มีบทบาทและความสำคัญเท่ากับธาตุอาหารหลัก ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงแล้ว ถ้าพืชขาดธาตุอาหารที่จำเป็นตัวใดตัวหนึ่งไม่ว่าจะเป็น มหธาตุหรือจุลธาตุ พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตสูงได้ ถึงแม้ว่าธาตุอาหารอื่น ๆ จะมีอยู่อย่างเพียงพอก็ตาม ในการปลูกไม้ผลในปัจจุบัน ธาตุอาหารรองและจุลธาตุอาจมีบทบาทสำคัญในการกำหนดผลผลิตมากกว่าธาตุอาหารหลัก

1. แคลเซียม (Ca) เป็นธาตุอาหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต โครงสร้างพืช การออกดอก การให้ผลผลิต และคุณภาพของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไม้ผล แคลเซียมช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทำให้การเน่าเสียช้าลง อาการขาดแคลเซียมเกิดมักในใบอ่อนหรือส่วนของพืชที่กำลังเจริญเติบโต เนื่องจากพืชไม่สามารถเคลื่อนย้ายแคลเซียมจากใบแก่ไปเลี้ยงส่วนที่กำลังเจริญเติบโตได้ทัน

พืชที่ได้รับปริมาณธาตุอาหารเกินความต้องการอาจแสดงอาการเป็นพิษ หรือ หากพืชได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาจส่งผลเสียต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้ ความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมะม่วงที่เก็บจากแหล่งปลูกมะม่วงหลายแหล่งในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (nutrient standards) มะม่วงที่มีความเข้มข้นของแคลเซียมในใบสูง มีแนวโน้มทำให้ปริมาณแคลเซียมในเนื้อและเปลือกสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม การดูดซึมธาตุแคลเซียมของพืชยังถูกควบคุมโดยธาตุอาหารอื่นในดิน คือ โพแทสเซียม จะทำให้การดูดซึมแคลเซียมลดลง เช่นเดียวกับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนหากสูงเกินความจำเป็นจะทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด ส่งผลให้ความเป็นประโยชน์ของแคลเซียมในดินลดลง ในขณะเดียวกันยังส่งผลให้ความเป็นพิษของอะลูมิเนียมในดินเพิ่มขึ้นอีกด้วย

สภาพที่ส่งเสริมให้ไม้ผลขาดแคลเซียม

1) โพแทสเซียมและแคลเซียมมีความเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน (antagonism) การที่ดินและใบมีความโพแทสเซียมสูงจะขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมของพืช

2) ในเขตร้อนที่ดินเป็นกรดและฝนตกชุก แคลเซียมจะถูกชะล้างออกจากดินได้ง่าย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการใส่ปูนเพื่อปรับค่าความเป็นกรดของดินและให้แคลเซียมแก่พืช

3) การเคลื่อนย้ายของแคลเซียมจากรากไปยังผลเป็นไปได้ช้ามาก หากต้องการให้ผลมีแคลเซียมเพียงพอ จำเป็นต้องฉีดพ่นแคลเซียมไปที่ใบโดยตรง

4) ใบและผลเป็นคู่แข่งที่สำคัญในการดูดใช้แคลเซียม ถ้าพืชมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบมาก จะทำให้การเคลื่อนย้ายแคลเซียมไปที่ผลเกิดได้น้อย

การแก้ไขอาการขาดแคลเซียม

1) ปรับปรุงดินให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม (ระหว่าง pH 5.5-6.5)

2) ใส่ยิปซัมเพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้แก่ดิน ยิปซัมจะละลายเป็นแคลเซียมและเป็นประโยชน์แก่พืชเร็วกว่าปูน และเคลื่อนที่ลงไปที่ดินล่างได้ดีกว่า การใส่ยิปซัมอาจทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมและแมกนีเซียมลดลง เนื่องจากธาตุทั้ง 3 ชนิดในกลุ่มนี้เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน จึงควรวิเคราะห์ใบเพื่อตรวจสอบว่าพืชได้รับโพแทสเซียมและแมกนีเซียมอย่างเพียงพอในดินที่เป็นกรดจัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสวนไม้ผลทางภาคเหนือตอนล่างที่มีแคลเซียมในดินน้อย อาจต้องใส่ยิปซัมติดต่อกันเป็นเวลาหลายปีจนกว่าดินจะมีการสะสมแคลเซียมในปริมาณที่เพียงพอ จะดีกว่าการใส่ยิปซัมครั้งเดียวในปริมาณมาก ๆ เพราะอาจเกิดการเป็นปฏิปักษ์ต่อโพแทสเซียมและแมกนีเซียมดังที่กล่าวมาแล้ว

3) ฉีดพ่นแคลเซียมให้แก่ผลโดยตรงเป็นวิธีที่ดีที่สุด คือ ฉีดพ่นเมื่อผลมีขนาดเล็ก เนื่องจากแคลเซียมที่ใช้ในการเจริญเติบโตของผลจะมาจากแคลเซียมที่ผลสะสมไว้ในขณะที่ยังเล็กอยู่ เมื่อผลโตจนถึงระดับหนึ่งการสะสมแคลเซียมจะไม่เพิ่มขึ้น การฉีดพ่นแคลเซียมจะต้องใช้ความเข้มข้นสูง

2. แมกนีเซียม ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบพืชที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตมีค่าระหว่าง 0.15-1.0 เปอร์เซ็นต์ ในไม้ผลส่วนมากมีค่าประมาณ 0.25-0.5 เปอร์เซ็นต์ ในไม้ผลบางชนิด เช่น มังคุด มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในใบเพียง 0.12-0.18 เปอร์เซ็นต์ อาการขาดแมกนีเซียมในไม้ผลและพืชสวนพบเห็นได้ทั่วไปและสังเกตได้ง่าย ไม้ผลที่ปลูกกันแพร่หลาย เช่น ส้ม ทุเรียน มังคุด เงาะ สละ กล้วย เป็นต้น ไม้ผลที่ปลูกในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย จะพบอาการขาดแมกนีเซียมเสมอ อาการขาดแมกนีเซียมจะเกิดที่ใบแก่ก่อน เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช เมื่อพืชได้รับแมกนีเซียมไม่เพียงพอ จะเคลื่อนย้ายแมกนีเซียมที่สะสมอยู่ที่ใบแก่ไปยังใบอ่อน ลักษณะการขาดแมกนีเซียมเป็น ดังนี้ ขอบใบและพื้นที่ระหว่างเส้นใบมีสีเหลืองเห็นได้ชัด แต่เส้นใบยังเขียวอยู่ อาจมีสีแดงเกิดตามแถบสีเหลืองบนใบด้วย ในพืชตระกูลส้มบริเวณโคนใบจะยังมีสีเขียว ลักษณะเหมือนอักษรตัว V ชัดเจน

การตรวจสอบว่าพืชได้รับแมกนีเซียมเพียงพอหรือไม่ทำได้โดยการวิเคราะห์ใบ ซึ่งจะได้ข้อมูลที่ค่อนข้างแม่นยำและเป็นตัวบ่งชี้ได้ชัดเจน ส่วนการวิเคราะห์ดินนั้นไม่สามารถบ่งชี้ว่าพืชจะขาดแมกนีเซียมหรือไม่ เนื่องจากปริมาณแมกนีเซียมที่พืชดูดไปใช้ขึ้นกับธาตุแคลเซียมและโพแทสเซียมดังที่กล่าวมาแล้ว แต่การวิเคราะห์ดินจะทำให้ทราบว่าการที่พืชขาดแมกนีเซียมนั้น เกิดจากการที่ดินมีแมกนีเซียมน้อย หรือเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมรุนแรง ใบแก่จะร่วงก่อนกำหนด นอกจากนี้ยังพบว่ารากที่หาอาหารตายด้วย ทำให้รากที่ใช้ดูดธาตุอาหารลดลง

เมื่อพืชขาดแมกนีเซียมสามารถแก้ไขได้โดยการให้แมกนีเซียมซัลเฟตทางดิน และฉีดพ่นแมกนีเซียมซัลเฟตทางใบ ควรใส่ปูนในรูปโดโลไมต์ อย่างไรก็ตาม ปูนโดโลไมต์ละลายช้าและอาจต้องใช้เวลานานมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงไปยังดินล่าง ควรแก้ปัญหาโดยการใส่แมกนีเซียมซัลเฟตร่วมกับปูนโดโลไมต์

3. กำมะถัน อาการขาดกำมะถันจะคล้ายกับอาการขาดไนโตรเจน คือ ใบมีสีเหลืองซีด แต่จะเกิดที่ใบอ่อน พืชทั่วไปมีความเข้มข้นของกำมะถันที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาเกี่ยวกับกำมะถันในไม้ผลมีการใช้ปุ๋ยที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) หรือโพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) ทำให้ไม่เห็นการขาดกำมะถันบ่อยนัก ดินที่มักพบการขาดกำมะถัน ได้แก่ ดินที่มีเนื้อหยาบ มีอินทรียวัตถุต่ำหรือหน้าดินถูกชะล้างหายไป เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นแหล่งสำคัญของกำมะถัน การวิเคราะห์กำมะถันในดินค่อนข้างยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายมาก ทำให้ไม่นิยมใช้กันแพร่หลาย

1.3.17 จุลธาตุ

จุลธาตุที่พืชต้องการมี 8 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) คลอรีน (Cl) และนิกเกิล (Ni)

1. สังกะสี (Zn) ไม้ผลในประเทศไทยจะพบอาการขาดสังกะสีมากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณมากและต่อเนื่องติดต่อกันมานาน ทำให้สังกะสีทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสและไม่ละลาย อาการขาดสังกะสีพบในไม้ผลเกือบทุกชนิดทุกภาคของประเทศ โดยที่อาการขาดสังกะสีจะแตกต่างกันไปในไม้ผลแต่ชนิด อาการที่พบทั่วไป คือ ใบอ่อนมีพื้นที่สีเขียวอ่อนหรือเหลืองระหว่างเส้นใบโดยเส้นใบยังเขียวอยู่ ถ้าขาดมากใบจะมีขนาดเล็กลงกว่าปกติมาก (ซึ่งแตกต่างจากเหล็กและแมงกานีสที่ใบมักไม่เล็กลง) ข้อสั้นทำให้ใบอยู่รวมกันเป็นกระจุก การวิเคราะห์ใบทำให้ทราบว่าพืชได้รับสังกะสีเพียงพอหรือไม่ การแก้ปัญหาการขาดสังกะสี ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยทางดิน แต่ดินที่มีฟอสฟอรัสสูง มักพบปัญหา คือ สังกะสีที่ใส่ลงดินไม่เป็นประโยชน์เท่าที่ควรจึงต้องใช้วิธีฉีดพ่นทางใบช่วย

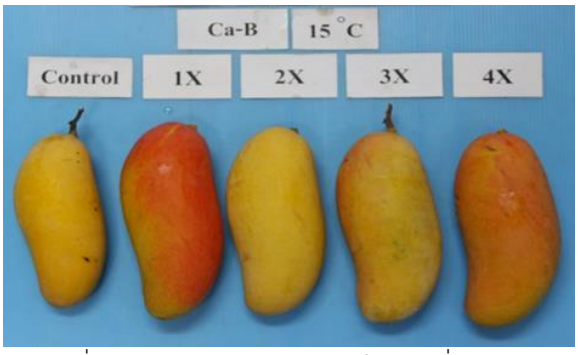
2. โบรอน (B) การประเมินสถานะของโบรอนในไม้ผลทำได้โดยการวิเคราะห์ใบ สำหรับการวิเคราะห์ดินนั้นมีผู้นิยมใช้เช่นกัน แต่ค่าวิเคราะห์ดินไม่สามารถบ่งชี้ได้เด่นชัดเท่ากับค่าวิเคราะห์ใบ โบรอนเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนที่ในพืช อาการขาดโบรอนในไม้ผลมักเกิดที่ผลคล้ายกับที่พบในแคลเซียม โดยที่ไม่พบอาการที่ใบ ในบางช่วงของการเจริญเติบโต เช่น ช่วงที่มีการผสมเกสร โบรอนที่มีอยู่ในใบอย่างเพียงพอนั้น อาจเคลื่อนที่ไปยังดอกไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้เกิดอาการขาดแบบชั่วคราวจึงนิยมฉีดพ่นโบรอนเพื่อแก้ปัญหานี้ เพราะความต้องการโบรอนสูงเกิดขึ้นเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จึงแนะนำให้ฉีดพ่นทางใบ ถึงแม้ว่าจะมีโบรอนอย่างเพียงพอแล้วก็ตาม สำหรับการฉีดพ่นโบรอนนั้นแนะนำให้ฉีดพ่นทุกปี เนื่องจากผลตกค้างมีน้อย ส่วนการใส่ปุ๋ยโบรอนทางดินนั้นอาจใส่ทุก 2-3 ปี แต่ถ้าเป็นดินทรายและเป็นกรดจัด การชะล้างโบรอนจะเกิดได้มาก อาจต้องใส่ปุ๋ยทุกปีความต้องการโบรอนและความทนทานต่อการขาดโบรอนของมะม่วงแต่ละสายพันธุ์ไม่เหมือนกัน ในพันธุ์ที่ไวต่อการขาดธาตุอาหาร การฉีดพ่นโบรอนในรูปของ โซลูบอร์ (Solubor® DF, 20%B) สามารถเพิ่มผลผลิตและลดอาการผิดปกติของผลมะม่วงได้ (นุจรี บุญแปลง และคณะ, 2552; นุจรี บุญแปลง และคณะ, 2554)

อาการขาดโบรอนในไม้ผลจะพบที่ผลมากกว่าใบ โดยผลจะมีรูปทรงผิดปกติ เปลือกหรือผิวไม่เรียบ ซึ่งพบมากในมะละกอ ในมังคุดอาการยางไหล สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการขาดโบรอนเช่นกัน ในพืชเมืองหนาว เช่น พีช เชอร์รี่และแอปเปิล ผลอาจแตก รูปทรงบิดเบี้ยว ผลสุกไม่สม่ำเสมอ ผลร่วงผิดปกติ สำหรับอาการที่ใบจะพบอาการตายจากยอดและยอดเจริญเติบโตไม่ดี ซึ่งสังเกตได้ยาก

การใส่ปุ๋ยเพื่อแก้ปัญหาการขาดโบรอน ไม่ว่าจะเป็นการฉีดพ่นหรือการใส่ปุ๋ยทางดินจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะช่วงห่างของการขาดและการเป็นพิษของโบรอนค่อนข้างแคบ การฉีดพ่นโบรอนเป็นประจำจะพบผลทำให้เกิดพิษของโบรอนได้ ซึ่งอาการเป็นพิษของโบรอนอาจชักนำให้พืชขาดแมกนีเซียมได้ด้วย

การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอน 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (Ca 22.5 เปอร์เซ็นต์ และ B 0.75 เปอร์เซ็นต์) ช่วยลดอาการเนื้อเป็นโพรงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและยังมีอัตราการหายใจต่ำช่วยยืดอายุการเก็บเกี่ยวได้ การแก้ไขอาการขาดโบรอนสามารถทำได้โดยการใส่โบรอนทางดินและการฉีดพ่นทางใบและควรใส่ทุกปี เนื่องจากผลตกค้างของโบรอนในดินมีน้อย (ศิวพร มินรินทร์ และพีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2554) นอกจากนี้ การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอน 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (Ca 40 เปอร์เซ็นต์ และ B 0.3 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษามะม่วงมหาชนกได้นาน 24 วัน เนื่องจากทำให้มะม่วงที่เก็บรักษามีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ความแน่นเนื้อเปลือกและเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอื่น และยังพบว่า มีปริมาณ SS/TA การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกค่า L* และค่า b* มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ดังนั้น สารละลายแคลเซียม และโบรอนยังสามารถช่วยยืดอายุและรักษาคุณภาพของผลมะม่วงได้เป็นอย่างดี (รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2555)

ภาพที่ 13 การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนช่วยลดอาการเนื้อเป็นโพรงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง



ภาพที่ 14 การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนช่วยยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงมหาชนกได้นาน 24 วัน

1.3.18 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ต้องพิจารณาถึงขนาดพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ สีและเนื้อดิน ชนิดของพืชที่ปลูก และการจัดการต่าง ๆ เช่น การใส่ปุ๋ย ใส่ปูน เป็นหลัก สำหรับพื้นที่ราบมีการปลูกพืชชนิดเดียวกันสีและเนื้อดินเหมือนกัน การใส่ปุ๋ย ใส่ปูน เหมือนกัน แบ่งพื้นที่ให้เป็นแปลงย่อย แปลงละ 25-30 ไร่ แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจายทั่วทั้งแปลงไร่ละ 1-2 จุด แล้วนำดินทุกจุดมารวมกันเป็นตัวอย่างดินรวม (composite sample) 1 ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของดินในแปลงนั้น ๆ สำหรับดินที่ปลูกพืชระบบรากสั้น เช่น ไม้ล้มลุกทั่วไป ให้เก็บดินบนระดับเดียวที่ความลึก 6 นิ้ว (ผิวดิน 3-6 นิ้ว) แต่ถ้าเป็นดินที่ปลูกพืชระบบรากยาว เช่น ไม้ผล ไม้ยืนต้นอื่น ๆ ควรเก็บดิน 2 ระดับ คือ ดินบน (ผิวดิน-6 นิ้ว) และดินล่าง (6-12 นิ้ว) นำดินบนของทุกจุดมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง และดินล่างของทุกจุดมารวมกันอีก 1 ตัวอย่าง คลุกเคล้าดินทุกจุดในแต่ละระดับให้เข้ากันดี (ห้ามนำดินบน และดินล่างมาคลุกรวมกัน) แล้วแบ่งดินมาส่วนหนึ่งประมาณ 0.5-1 กิโลกรัม เพื่อส่งวิเคราะห์ในกรณีที่สภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดชัน หรือเป็นที่ลุ่มต่ำ สีและเนื้อดินจะมีความแตกต่างกัน การเก็บตัวอย่างดินต้องพิจารณาแยกเก็บตามความแตกต่างนั้น

ข้อควรปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างดิน

1) ควรเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์อย่างน้อย 6 สัปดาห์ ก่อนลงมือปลูกเพื่อให้แก้ไขปัญหาก่อนการปลูกได้

2) ถ้าพื้นที่มีขนาดใหญ่ควรแบ่งเป็นแปลงย่อยก่อน แปลงละ 10 ไร่ เก็บตัวอย่างดินไร่ละ 2 จุด ที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร ผสมดินที่ขุดมาให้เข้ากันก่อนจะตักเพียง 500 กรัม ไปส่งวิเคราะห์ผล

3) หากเป็นการเก็บตัวอย่างดินหลังจากการปลูกมะม่วงไปแล้วควรเก็บดินบริเวณรอบทรงพุ่มมะม่วงประมาณ 3-4 จุด กระจายรอบต้น ผสมดินส่วนที่เก็บจากหลายต้นมารวมกันในแต่ละพื้นที่ 1 ไร่ ผสมดินและส่งดิน 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์ผล

4) ก่อนการขุดดินต้องเก็บเศษพืชหรือกำจัดหญ้าบริเวณนั้นออกให้หมด

5) ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปตัววีลึก 30 เซนติเมตร จากนั้นงัดดินขึ้นมาใช้เฉพาะดินส่วนกลางพลั่วคิดเป็นปริมาณ 1 ใน 3 ส่วนของดินที่ตักมา

6) ใส่ดินในภาชนะที่สะอาดคลุกดินที่เก็บมาจากหลายจุดให้เข้ากันหากดินเปียกและจับตัวเป็นก้อนควรตากดินให้แห้งก่อนคลุกดิน

7) แบ่งดินมา 500 กรัม เพื่อส่งวิเคราะห์ดิน

ตารางที่ 15 การประเมินระดับอินทรียวัตถุในดินและแนวทางการบำรุงดินสำหรับมะม่วง

อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	**ระดับที่บ่งบอก**	**การบำรุงดิน**
ต่ำกว่า 0.5	ต่ำมาก	บำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง

อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ระดับที่บ่งบอก	การบำรุงดิน
0.5-1.0	ต่ำ	
1.1-1.5	ค่อนข้างต่ำ	
1.6-2.5	ปานกลาง	บำรุงด้วยอินทรียวัตถุและใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราปานกลาง
2.6-3.5	สูงปานกลาง	บำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุเป็นครั้งคราว เพื่อรักษาระดับนี้ไว้และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำ
3.6-4.5	สูง	
มากกว่า 4.5	สูงมาก	

ผลการวิเคราะห์ดิน ปกติจะได้รับผลการวิเคราะห์ดินโดยทั่วไป 5 รายการ คือ ความเป็นกรดและด่าง (pH) ความต้องการปูน ความเค็มของดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในกรณีของอินทรียวัตถุพืชดูดไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมและไนเทรตไอออน แต่ธรรมชาติไอออนทั้งสองมีค่อนข้างต่ำในสภาพดินที่มีการระบายน้ำดีแอมโมเนียมไอออนจะถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายให้เป็นไนเทรตไอออน ซึ่งมีประจุลบและไม่ยึดติดกับดินเหนียวหรือฮิวมัสซึ่งมีประจุลบเหมือนกัน ดังนั้น ไนเทรตไอออนมักถูกชะล้างได้ง่ายในสภาพฝนตกชุกซึ่งมักจะมีการสูญเสียจากดินเสมอ

ฟอสฟอรัส ในดินอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบภายในสารอินทรีย์ อยู่ในดินไม่มากนักเมื่อสลายตัวจะปลดปล่อยอนุมูลที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}) ออกมาให้แก่พืชอย่างช้า ๆ แต่สม่ำเสมอ

2. ฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบในอินทรียสาร โดยมีแหล่งพื้นที่จากใช้เวลานานเป็นการสลายตัวผุพัง จึงไม่มีประโยชน์ต่อพืช ฟอสเฟตที่ถูกตรึงมักสลายตัวอยาก เนื่องจากทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของดิน ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์เป็นฟอสเฟตที่แตกตัวได้ง่ายมีประโยชน์ต่อพืชโดยตรง ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงดินใหม่ ๆ จะอยู่ในรูปนี้ จากนั้นจะถูกตรึงสำรองไว้ในดินเพื่อรอเวลาที่จะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมา ในดินร่วนเนื้อดินละเอียดฟอสเฟตจะถูกตรึงถึง 75-90 เปอร์เซ็นต์ ของปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดิน การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่มักจะทำใน 2 รูปแบบ คือ ฟอสฟอรัสทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตารางที่ 16 ระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและแนวทางการบำรุงดิน

ฟอสฟอรัส (ส่วนต่อล้านส่วน)	ระดับที่บ่งบอก	การบำรุงดิน
น้อยกว่า 3	ต่ำมาก	รองพื้นด้วยหินฟอสเฟตบด และใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเป็นประจำใน
3-6	ต่ำ	อัตราสูง
6-10	ค่อนข้างต่ำ	
10-15	ปานกลาง	ใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราปานกลาง
15- 5		
25-45	สูง	ใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราต่ำ
มากกว่า 45	สูงมาก	

โพแทสเซียม ในดินมี 3 รูปแบบ คือ

1) แร่โพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบของแร่เฟลด์สปาร์และไมกา ซึ่งสลายตัวยาก

2) โพแทสเซียมที่ถูกตรึง ส่วนใหญ่มักตรึงอยู่กับดินเหนียว ไม่สามารถถูกปลดปล่อยออกมาสู่สารละลายในดินได้ เมื่อโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดน้อยลง ส่วนที่ถูกตรึงนี้จะถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชใช้ได้อย่างช้า ๆ ดินมีโพแทสเซียมที่ถูกตรึงประมาณ 1-8 เปอร์เซ็นต์ ของธาตุทั้งหมด ดินเนื้อละเอียดมีมากกว่าเนื้อหยาบ

3) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ หมายถึง โพแทสเซียมไอออนในสารละลายดินกับไอออนธาตุที่ดูดซับตามผิวของอนุภาคดินเหนียวและฮิวมัสซึ่งพืชดูดมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย ปุ๋ยโพแทสเซียมส่วนใหญ่อยู่ในรูปนี้ แต่ต่อมาถูกตรึงไว้ในดินจึงทำให้มีปริมาณของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์ ของธาตุทั้งหมดสำหรับหลักเกณฑ์ประเมินความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียมในดิน ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินกับการบำรุงดิน

โพแทสเซียม (ส่วนต่อล้านส่วน)	ระดับบ่งบอก	การบำรุงดิน
น้อยกว่า 30	ต่ำมาก	ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นประจำในอัตราสูง
30-60	ต่ำ	
60-90	ปานกลาง	ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นประจำในอัตราปานกลาง
90-120	ค่อนข้างสูง	
120-150	สูง	ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่ำ เน้นในช่วงการบำรุงผล

มากกว่า 150	สูงมาก

ธาตุอาหารกับปุ๋ย

พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

"ปุ๋ย" หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรียสังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

"ปุ๋ยเคมี" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรียเคมี แต่ไม่รวมถึง

(1) ปูนขาว ดินมาร์ล ปูนปลาสเตอร์ ยิปซัม โดโลไมต์ หรือสารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(2) สารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

"ปุ๋ยชีวภาพ" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์

"ปุ๋ยอินทรีย์" หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับหมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

"ปุ๋ยอินทรียเคมี" หมายความว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอนโดยมีปริมาณอินทรียวัตถุตามที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

"ปุ๋ยเชิงเดี่ยว" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต หรือปุ๋ยโพแทสเซียม

"ปุ๋ยเชิงผสม" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ได้จาการผสมปุ๋ยเคมี ชนิดหรือประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ

"ปุ๋ยเชิงประกอบ" หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยวิธีทางเคมี และมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป

ปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมี หมายถึง ปริมาณขั้นต่ำของธาตุอาหารที่ระบุไว้ในฉลาก โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสุทธิของปุ๋ย ดังนี้

ไนโตรเจนทั้งหมด (N)	.....	เปอร์เซ็นต์
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5)	.....	เปอร์เซ็นต์
โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O)	.....	เปอร์เซ็นต์

สูตรปุ๋ยหรือเกรดปุ๋ย คือ ตัวเลข 3 จำนวนที่แสดงถึงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ย ตรงตามที่ระบุไว้ในปริมาณธาตุอาหารรับรอง

ตารางที่ 18 สูตรและปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมีบางชนิด

ปุ๋ย-สูตร	ปริมาณธาตุอาหารรับรอง		
ปุ๋ยเดี่ยว			
แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0)	21	-	-
ยูเรีย (46-0-0)	46	-	-
หินฟอสเฟต (0-3-0)	-	3	-
ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0)	-	46	-
โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)	-	-	60
โพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50)	-	-	50
ปุ๋ยเสมอ			
15-15-15	15	15	15
16-16-16	16	16	16
ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง			
25-7-7	25	7	7
ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัสสูง			
12-24-12	12	24	12
ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมสูง			
13-13-21	13	13	21
14-14-21	14	14	21
8-16-24	8	16	24
14-9-20	14	9	20
13-0-46	13	0	46
12-12-17	12	12	17
0-10-30	0	10	30
สูตรอื่นๆ			
8-24-24	8	24	24
6-18-24	6	18	24
6-12-24	6	12	24

ข้อสังเกตเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารรับรองกับองค์ประกอบของปุ๋ย ดังนี้

1) ไนโตรเจนทั้งหมด (N) หมายถึง ผลรวมของไนโตรเจนที่มาจากไนเทรต แอมโมเนียม และหรือยูเรียที่อยู่ในปุ๋ยทั้งหมด

2) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในปุ๋ยโดยแตกตัวให้ $H_2PO_4^-$ หรือ HPO_4^{2-} เมื่อละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรต

3) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) จะมีการแตกตัวเป็นโพแทสเซียมไอออนเมื่อละลายในน้ำ

1.4 ความลึกของหน้าดินและระดับน้ำในดิน

ความลึกของหน้าดินและระดับน้ำในดิน จะเป็นสิ่งที่คอยบังคับการเจริญเติบโตของรากมะม่วงและต้นมะม่วง ถ้าระดับความลึกของหน้าดินน้อย มีดินดานอยู่ข้างล่างหรือดินปลูกมีระดับน้ำในดินตื้น รากมะม่วงก็ไม่สามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้แต่จะแผ่ขยายอยู่ในระดับตื้น ๆ ทำให้ต้นมะม่วงไม่เติบโตเท่าที่ควร ต้นมีอายุไม่ยืนและโค่นล้มได้ง่าย ดังจะเห็นได้จากต้นมะม่วงที่ปลูกในที่ดอนจะมีอายุอยู่ได้นานและต้นใหญ่โตมาก ส่วนการปลูกในที่ลุ่มอายุของต้นมักไม่ค่อยยืน และเติบโตช้ากว่าการปลูกแบบอื่น

1.5 น้ำ

ถึงแม้มะม่วงจะเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี แต่น้ำก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปลูกมะม่วงเช่นกัน หากมีน้ำที่จะให้แก่ต้นมะม่วงอย่างเพียงพอจะช่วยให้ต้นมะม่วงเติบโตเร็ว แข็งแรง ไม่ชะงักการเติบโต โดยเฉพาะระยะที่มะม่วงกำลังติดผลเล็ก ๆ ถ้ามีน้ำให้อย่างเพียงพอจะทำให้ติดผลได้มากผลมักไม่ร่วง การปลูกมะม่วงจึงควรมีแหล่งน้ำอยู่ใกล้ ๆ การอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวย่อมไม่ได้ผลเท่าที่ควร ในช่วงมะม่วงกำลังเจริญเติบโตทั้งทางต้นและทางรากนั้น หากขาดน้ำมะม่วงอาจจะมีการเจริญเติบโตที่หยุดชะงักและอาจตายไปในที่สุด ซึ่งการเลือกพื้นที่ในการทำสวนมะม่วงต้องคำนึงถึงแหล่งน้ำด้วยเพราะแหล่งน้ำที่ดีควรจะอยู่ใกล้สวนมะม่วงและไม่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ปลูกจนเกินไปทำให้ไม่ต้องลงทุนในเรื่องการสูบน้ำเข้าสู่สวน นอกจากนี้แหล่งน้ำที่มีต้องเป็นแหล่งน้ำที่สะอาดไม่มีสิ่งเจือปนของสารเคมีในปริมาณมาก เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมเพราะจะทำให้มีสารเคมีที่เป็นพิษต่อมะม่วงหรือทำให้สภาพของดินเป็นกรดด่างของดินเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินไม่อยู่ในรูปที่มะม่วงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ คุณภาพน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) = 6.0-7.5 หากมีสภาพค่อนข้างเป็นกรด-ด่างก็จะทำให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดถูกดึงทำให้มะม่วงเจริญเติบโตช้า หรือชะงักการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำที่ต้องการแต่ละช่วง ระยะการเจริญเติบโต

- ช่วงบำรุงต้น ความต้องการประมาณ 0.5 เท่าของอัตราการระเหยน้ำ (ถ้าทรงพุ่มเส้นผ่าศูนย์กลาง 3เมตร ต้องให้น้ำ 22.5 ลิตร/วัน/ต้น)
- หลังติดผล ต้องการน้ำมากสุดประมาณ 0.7 - 0.8 เท่า ของอัตราการระเหยน้ำ (เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 5 เมตร ต้องใช้น้ำ 87.5 - 100 ลิตร/วัน/ต้น) โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงการ

ขยายขนาดผล -พัฒนาคุณภาพผล และความต้องการน้ำลดลงในช่วงใกล้ระยะเก็บเกี่ยว มะม่วงต้นใหญ่จะมีความต้องการใช้น้ำมากกว่ามะม่วงต้นเล็ก

- ปริมาณการใช้น้ำของมะม่วง = 0.50 x Ep x D ลิตรวัน

Ep คือ ค่าการระเหยน้ำที่ได้จากถาด มิลลิเมตร/วัน

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เมตร

0.5 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ใช้น้ำของมะม่วงในระยะเจริญทางใบ

0.7- 0.8 ตือ ค่าสัมประสิทธิ์ใช้น้ำของมะม่วงในระยะเจริญของผล

1.6 ลม

ปัญหาอีกประการหนึ่งของการปลูกมะม่วง คือ ผลมะม่วงร่วงหล่นเพราะลมแรง ทั้งนี้ เนื่องจากก้านผลมะม่วงยาวและแกว่งเมื่อลมพัด ทำให้ผลกระทบกระแทกกันร่วงหล่น บางแห่งผลมะม่วงอาจร่วงหล่นเพราะสาเหตุนี้เกินกว่าครึ่งของผลิตผลทั้งหมด

ในพื้นที่ที่มีกระแสลมอ่อน ๆ จะส่งผลดีกับการปลูกมะม่วง เพราะจะช่วยถ่ายเทอากาศได้ดีและช่วยในการพัดพาละอองเกสรตัวผู้ให้ผสมกับดอกตัวเมียได้ดี ควรปลูกในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความเร็วลม ไม่เกิน 20 กิโลเมตร/ชั่วโมง แต่หากกระแสลมแรงจนเกินไปจะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับผลมะม่วงที่ติดแล้ว เพราะจะทำให้ผลมะม่วงที่มีน้ำหนักมากร่วงหล่นได้ง่ายก่อนจะสุกหรือผลมะม่วงกระแทกกันเสียหายเกิดรอยช้ำหรืออาจทำให้กิ่งมะม่วงฉีกขาดได้ง่าย กระแสลมพัดพาความชื้นออกจากพื้นที่หรือหน้าดินได้ง่าย ถ้ากระแสลมแรงมากอาจทำให้ต้นโค่นล้มได้ง่าย ถ้าต้นมีขนาดใหญ่และรากแก้วไม่แข็งแรงเพียงพอ ดังนั้นการปลูกมะม่วงในพื้นที่ที่มีลมแรงควรปลูกต้นไม้ใหญ่กันแนวลมรอบแปลงปลูก ระยะห่างจากต้นมะม่วง 30-50 เมตร เพื่อลดความเร็วลมที่จะก่อความเสียหายแก่ต้นมะม่วง

1.7 ความเข้มแสง

ความเข้มของแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารสะสมในมะม่วง อย่างไรก็ตามความเข้มของแสงที่มากจะทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นมากตามไปด้วย ซึ่งถ้าหากอุณหภูมิสูงในช่วงที่มีการผสมเกสรจะมีผลทำให้มะม่วงติดผลน้อยลง ดังนั้น การให้น้ำที่ต้นเพื่อให้มีละอองน้ำในอากาศมาช่วยลดอุณหภูมิจะช่วยให้มะม่วงติดผลได้มากขึ้นแต่ไม่ควรให้ที่ช่อดอกมะม่วงโดยตรง

1.8 การคมนาคมและการติดต่อสื่อสาร

การคมนาคมและการติดต่อสื่อสารมีความสำคัญอย่างยิ่งในการขนส่งผลผลิตมะม่วงไปสู่ตลาด เพราะนอกจากจะลดต้นทุนในการเดินทางขนส่งแล้วยังลดความเสี่ยงที่มะม่วงจะเสียหายในระหว่างการขนส่งได้อีก นอกจากนี้ถ้าหากพื้นที่สวนมีการเดินทางเข้าออกสะดวกจะทำให้การขนส่งปุ๋ยและอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ทำได้ง่ายและประหยัดกว่าพื้นที่ที่เดินทางเข้าได้ยาก

1.9 ปัญหาแรงงาน

ปัจจุบันปัญหาแรงงานเป็นอีกปัญหาหนึ่งสำหรับการทำสวนมะม่วง โดยเฉพาะในสวนขนาดใหญ่ที่ต้องการแรงงานมากในการดูแลให้น้ำ ใส่ปุ๋ย เฝ้าระวังโรค และแมลงศัตรูพืช พ่นยาและปุ๋ย รวมถึงการห่อผล นอกจากนี้ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวก็ยังต้องการแรงงานที่มีความชำนาญในการเก็บเกี่ยวและคัดมะม่วงบรรจุหีบห่อ ถ้าหากเป็นแรงงานประจำในท้องถิ่นจะมีความแน่นอนมากกว่าการหาแรงงานจากต่างถิ่น เพราะนอกจากจะคาดการณ์แรงงานได้ยาก ยังต้องฝึกทักษะในการทำงานให้ก่อนปฏิบัติงานทุกครั้งไป สำหรับการเลือกใช้แรงงานของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังเลือกใช้แรงงานไทย มากกว่าแรงงานคนต่างด้าว โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกขนาดเล็ก แต่สำหรับพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ เริ่มมีการใช้แรงงานคนต่างด้าว ส่วนใหญ่แรงงานไทยในปัจจุบันหายากจำเป็นต้องพึ่งแรงงานคนต่างด้าว รองลงมา แรงงานคน ต่างด้าวทำงานหนักได้มากกว่าแรงงานไทยและค่าจ้างถูกกว่าแรงงานไทย การจัดการปัญหาแรงงานในการผลิตมะม่วง สิ่งที่จะมาทดแทนการใช้แรงงานได้ คือ การหาเทคโนโลยีที่จะเข้ามาทดแทนแรงงานที่ขาดแคลน

2. การเตรียมพื้นที่ปลูก

2.1 การเตรียมพื้นที่ปลูกในที่ลุ่ม

ปัญหาที่พบมากในการปลูกมะม่วงในพื้นที่ลุ่ม คือ ปัญหาน้ำท่วมขังทำให้รากเน่า ดังนั้นจึงควรยกร่องและทำคันกั้นน้ำโดยรอบสวนมะม่วง

2.1.1 การวางผังสวน

การวางผังสวนต้องกำหนดรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ในบริเวณสวน เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและเตรียมพื้นที่ตามสัดส่วนที่เจ้าของต้องการ ควรดำเนินการตามเตรียมแปลงปลูกโดยมีขั้นตอนได้แก่ การไถปรับพื้นที่ การยกคันสวน การยกแปลงปลูก การขุดร่องน้ำ และการปรับปรุงดินบนแปลงปลูก

ภาพที่ 15 การปลูกมะม่วงในโดยไม่ยกร่องในจังหวัดสุพรรณบุรี

2.1.2 การไถปรับพื้นที่

การไถปรับพื้นที่เป็นการปรับพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอจะได้ไม่เกิดปัญหาน้ำขังหรือการพังทลายของหน้าดินจากการชะล้างของน้ำ นอกจากนี้การไถและตากดินยังช่วยกำจัดวัชพืชโดยเฉพาะวัชพืชที่มีเหง้าหรือหัวอยู่ใต้ดินได้เป็นอย่างดี การไถเปิดหน้าดินควรทำในช่วงที่ดินมีความแห้งพอสมควร ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ไม่เช่นนั้นรถไถจะเข้าลำบาก หลังจากการไถปรับหน้าดินให้เสมอกันแล้วควรตากดินไว้ 15-30 วัน ก่อนจะลงมือยกคันสวน

2.1.3 การยกคันสวน

การยกคันสวนนั้นมีความสำคัญมากในการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่สวนในที่ลุ่ม โดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูฝนเพราะจะมีฝนมากและอาจมีปัญหาน้ำหลาก ดังนั้น หากทำคูน้ำล้อมรอบสวนต้องมีความกว้างที่เหมาะสม การขุดคูนั้นถ้าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ควรใช้รถขุดดินเพราะจะประหยัดกว่าการใช้แรงคนขุด ควรขุดทั้งด้านนอกและด้านในแนวคันดินเพื่อให้เกิดความสะดวกในการส่งน้ำและการลำเลียงผลผลิต ขนาดของคันสวนนั้นขึ้นอยู่กับระดับน้ำในแต่ละพื้นที่ซึ่งคันสวนควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำสูงสุดประมาณ 30 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อย นอกจากนี้หากมีพื้นที่บนคันสวนขนาดใหญ่ควรปลูกไม้ยืนต้นอื่นเพื่อเป็นแนวกันลมให้กับมะม่วง

2.1.4 การยกแปลงปลูก

การยกแปลงปลูกควรยกในทิศทางขวางตะวันหรือยกให้หัวร่องไปทางทิศเหนือและทิศใต้ เพื่อให้ต้นมะม่วงบนคันสวนได้รับแสงแดดอย่างทั่วถึง สำหรับความกว้างของแปลงปลูกจะเป็นตัวกำหนดจำนวนแถวมะม่วงต่อแปลง เช่น แปลงกว้าง 4 เมตร เหมาะสำหรับการปลูกมะม่วง 1-2 แถวต่อแปลง ส่วนแปลงกว้าง 8-10 เมตร เหมาะสำหรับปลูกมะม่วง 2-3 แถวต่อแปลง การปรับระดับแปลงปลูกควรปรับให้เรียบเสมอกันไม่โค้งนูนเหมือนแปลงปลูกผัก การยกแปลงปลูกควรใช้แรงงานคนขุดเพราะจะทำให้ดินไม่ถูกกดอัดจนแน่นไม่เหมาะกับการเจริญของราก สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีความลาดเอียงของพื้นที่ค่อนข้างมากควรแบ่งแปลงย่อยออก แต่ให้ความสูงของสันแปลงเท่ากันในทุกพื้นที่เพื่อให้การออกดอกติดผลมีความสม่ำเสมอง่ายต่อการคาดการณ์ผลผลิตได้

2.1.5 การขุดร่องน้ำ

การขุดร่องน้ำมีความจำเป็นต่อการทำสวนมะม่วงในพื้นที่ลุ่ม เพราะจะต้องใช้ระบายน้ำออกเมื่อมีน้ำท่วมขังหรือสูบน้ำเข้าเมื่อมีน้ำน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของมะม่วง นอกจากนี้การระบายน้ำยังเป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่อยู่ในแปลงที่อาจจะมีแร่ธาตุในดินละลายอยู่มากทำให้น้ำมีความเป็น

กรดด่างที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาให้น้ำแก่มะม่วง ดังนั้นจึงควรถ่ายน้ำเข้าออกจากแปลงอย่างสม่ำเสมอ ร่องน้ำที่ขุดควรมีความกว้างและความลึกเท่า ๆ กันคือประมาณ 1-1.5 เมตร

ภาพที่ 16 การทำสวนมะม่วงแบบขุดร่องน้ำสวนมะม่วงจังหวัดสุพรรณบุรี

2.1.6 การปรับปรุงดินบนแปลงปลูก

เนื่องจากดินที่เป็นหน้าดินในแปลงปลูกเป็นดินชั้นล่างที่ถูกขุดขึ้นมาถม ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวระบายน้ำได้ไม่ดีและมีสภาพความเป็นกรดสูง จึงควรมีการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์และโครงสร้างดินก่อนการปลูกมะม่วง การปรับปรุงดินทำได้โดยการตากหน้าดินให้แห้งสนิท หลังจากนั้นผสมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ถ้าหากดินมีสภาพความเป็นกรดสูงให้ปรับปรุงดินโดยการโรยปูนขาว เสร็จแล้วรดน้ำและหมั่นขุดพรวนดินไม่ให้ดินจับตัวกันจนแน่นและควรทำซ้ำจนกว่าจะดินจะมีความร่วนซุย

2.2 การเตรียมพื้นที่ปลูกในที่ดอน

ภาพที่ 17 การทำสวนมะม่วงในที่ดอนสวนมะม่วงจังหวัดพิษณุโลก

2.2.1 การปรับพื้นที่

พื้นที่ดอนส่วนมากจะมีแอ่งเนินควรปรับพื้นที่ให้มีความสม่ำเสมอและมีความลาดชันไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ หากพื้นที่มีความลาดชันมากเกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปควรใช้ระบบปลูกแบบขั้นบันได หากปรับทั้งพื้นที่ให้เป็นขั้นบันไดไม่ได้เพราะเครื่องจักรไม่สามารถเข้าทำงานได้ ให้ปรับแต่ละหลุมให้ลดหลั่นกันไป การเตรียมพื้นที่ควรไถดิน 2 ครั้ง โดยไถดะก่อนแล้วตากดินไว้จนดินแห้ง เพื่อกำจัดวัชพืชที่อยู่ในดินให้ตายก่อนแล้วจึงไถแปรอีกครั้งหากดินเป็นดินทรายมีอินทรียวัตถุน้อยควรปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น มูลสัตว์และเศษพืช หรืออาจปลูกปุ๋ยพืชสด เช่น พืชตระกูลถั่ว แล้วไถกลบในขณะที่พืชกำลังออกดอกเพื่อให้ได้ธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดซึมไปใช้ได้อยู่ในดินให้มากที่สุดจะช่วยให้ดินร่วนซุยระบายน้ำได้ดีและธาตุอาหารมากขึ้น

2.2.2 การวางระบบการให้น้ำและการระบายน้ำ

ควรตรวจสอบพื้นที่เพื่อวางแผนการวางระบบน้ำและการระบายน้ำ กล่าวคือ ในแต่ละแปลงย่อยต้องทำทางรับน้ำไว้เป็นรูปตัววีเพื่อป้องกันน้ำกัดเซาะถนนหรือแช่ขังอยู่ที่ท้ายแปลง

1) การวางระบบการให้น้ำ กรณีที่พื้นที่มีความลาดเทการให้น้ำแบบสปริงเกอร์จะทำให้การกระจายน้ำเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและเป็นไปอย่างช้า ๆ ใช้ได้กับทุกอัตราการซึมน้ำจากผิวดินจะช่วยลดการไหลบ่าของน้ำที่ชะล้างหน้าดินลงได้ อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีลมแรงมากการให้น้ำโดยวิธีนี้ไม่เหมาะสมเพราะลมจะพัดพาละอองน้ำไปหมด ปัจจุบันชาวสวนมะม่วงนิยมวางระบบการให้น้ำแบบใช้หัวสปริงเกอร์ขนาดเล็กหรือมินิสปริงเกอร์โดยวางต้นละ 1 หัว การให้น้ำระบบนี้จะให้ทีละน้อยแต่ให้บ่อยครั้งเพื่อให้ระบบรากชุ่มชื้น

การให้น้ำทางผิวดิน (surface) เป็นการปล่อยน้ำให้ท่วมในพื้นที่แต่พูนโคนต้นมะม่วงให้สูงกว่าระดับน้ำ อาจทำให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดินหรือถ้าดินมีอนุภาคใหญ่ เช่น ดินทรายน้ำจะซึมลงผิวดินที่หัวแปลงที่ได้รับน้ำทันที ซึ่งไม่สามารถถ่ายทอดไปสู่ท้ายแปลงได้และเกิดปัญหาวัชพืชได้ง่าย นอกจากนี้การให้น้ำแบบผิวดิน จะทำให้เกิดปัญหารากเน่า ดังนั้น จึงควรใช้การให้น้ำระบบน้ำหยด (trickle) ซึ่งสามารถให้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทได้แต่ต้องคำนวณให้สัมพันธ์กับอัตราการซึมน้ำจากผิวดินลงสู่ใต้ดิน จึงจะไม่ทำให้น้ำเกินความต้องการของพืช

การให้น้ำใต้ดิน (subirrigation) การให้น้ำวิธีนี้น้ำจะถูกให้บริเวณรากพืชโดยแรงดึงดูดของช่องว่างภายในอนุภาคดินจากที่มีความชื้นไปยังบริเวณที่แห้งซึ่งใช้ได้กับดินที่มีอนุภาคปานกลางหรือละเอียดที่ให้น้ำซึมผ่านได้ดี การให้น้ำด้วยวิธีนี้มีข้อดี คือ ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดน้ำเนื่องจากรากมะม่วงจะได้รับน้ำได้โดยตรงและเกิดการระเหยของน้ำน้อยที่สุด ส่วนข้อเสีย คือ การวางระบบ

ท่อน้ำมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องฝังท่อน้ำไว้ใต้ดินและท่อน้ำอาจอุดตันได้ภายหลัง ทำให้การซ่อมบำรุงมีความยุ่งยาก

2) การระบายน้ำ ดินที่ระบายน้ำไม่ดีหรือดินมีระดับน้ำใต้ดินสูงหรือมีน้ำท่วมเป็นประจำหลังฝนตกหนัก ต้นมะม่วงมักเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น ควรปลูกในระบบยกร่องเพื่อให้มีการระบายน้ำออกเมื่อฝนตกและมีน้ำขัง มะม่วงสามารถปรับตัวได้ดีในดินแทบทุกชนิด เช่น การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ในเขตพื้นที่ของอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

2.2.3 การวางผังแปลง

การวางแผนปลูกมะม่วงระยะชิด (3 x 3 เมตร) จะทำให้ไม่มีพื้นที่ให้เครื่องจักรเข้าไปทำงาน หรือ ขนส่งมะม่วงออกจากสวนได้สะดวก จึงควรวางผังแปลงแบ่งเป็นแปลงย่อยหลาย ๆ แปลง โดยทำถนนรอบแปลงไว้ด้วย ซึ่งถนนควรกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร เพื่อใช้ขนส่งผลผลิตมะม่วงไปยังโรงรวบรวมผลผลิต และใช้เป็นเส้นทางคมนาคม

แนวกันลมโดยรอบสวนควรมีต้นไม้ใหญ่ไว้เพื่อกันลมแก่ต้นมะม่วง เนื่องจากการปลูกระยะชิดไม่มีช่องลม หากมีบริเวณนั้นมีลมแรงต้นมะม่วงจะถูกปะทะโดยตรง ต้นไม้ใหญ่ที่ปลูกไว้กันลมควรอยู่ในระยะ 30 – 50 เมตร จากมะม่วงแถวแรก และมีความสูงอย่างน้อย 7 เมตร เพื่อเป็นแนวป้องกันลมไม่ให้พัดทำความเสียหายแก่ต้นมะม่วง

แหล่งน้ำสำหรับแปลงปลูกมะม่วงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการผลิตมะม่วงนอกฤดูจำเป็นต้องมีแหล่งสำหรับรดมะม่วงในช่วงที่มะม่วงกำลังออกดอกและกำลังพัฒนาผล แปลงมะม่วงขนาดใหญ่จำเป็นต้องมีแหล่งน้ำส่วนตัว เช่น สระน้ำ และน้ำใต้ดิน เป็นต้น

บ้านพักและโรงพักผลผลิต แปลงมะม่วงขนาดใหญ่ควรสร้างที่พักไว้ภายในสวน เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย พักผ่อนหลังปฏิบัติงานหรือติดต่องาน ในบริเวณเดียวกันสามารถสร้างโรงพักผลผลิตได้ เพื่อใช้คัดผลผลิต ปรับปรุงคุณภาพผลผลิต และพักผลผลิตก่อนพ่อค้ามารับซื้อหรือขนส่งไปจำหน่ายต่อไป

สรุป

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อน ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่ร้อน และทนแล้งได้ค่อนข้างดี สามารถปลูกได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้น เหมาะสมในการปลูกมะม่วงอย่างยิ่ง แต่ในทางกลับกันมะม่วงไม่ชอบที่เย็นจัดเพราะอาจทำให้เกิดสภาวะสะท้านหนาวและตายในที่สุด แต่สำหรับในประเทศไทยนั้นยังไม่พบว่าเกิดความเสียหาย จึงสามารถปลูกมะม่วงได้ทุกภาค แต่การที่จะปลูกมะม่วงทางการค้านั้นต้องคำนึงในหลาย ๆ ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน มะม่วงต้องการฤดูแล้งคั่นฤดูฝนจะทำให้มะม่วงเกิดการพักตัวและมีการพัฒนาตาดอกได้ดี ช่วยลดอัตราการหลุดร่วงของผล โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของมะม่วงอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส ดินที่เหมาะสมใน

การปลูกมะม่วง คือ ดินร่วนปนทราย ควรปรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ pH 6.5-7.5 ซึ่งเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เพิ่มอินทรียวัตถุเพื่อช่วยดูดซับไอออนธาตุอาหาร อุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดี ทั้งนี้ทำการวิเคราะห์สมบัติในดินก่อนลงมือปลูก การให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม โดยให้ตามความต้องการของพืชและตามปริมาณที่เหมาะสม และต้องให้ธาตุอาหารพืชครบทุกธาตุอาหาร ไม่เช่นนั้นจะทำให้มะม่วงชะงักการเจริญเติบโตตามกฎของลี บิก (law of minimum) ในการผลิตมะม่วงในแต่ละรอบการปลูกจะสูญเสียธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิต มะม่วงจึงต้องการธาตุอาหารในทุกรอบของการปลูก เพื่อให้ต้นมะม่วงสมบูรณ์อยู่เสมอ ถึงแม้มะม่วงจะเป็นพืชทนแล้งแต่ก็ต้องการน้ำในการดำรงชีวิตเพื่อติดดอก ออกผล เช่นกัน การให้น้ำมะม่วงต้องมีการระบายน้ำที่ดี และการปลูกมะม่วงในกรณีที่ปลูกในพื้นที่ที่มีลมแรงจะต้องมีการสร้างที่กันบังลมเพื่อไม่ให้ลมทำลายผลผลิตร่วง ปัญหาที่สำคัญอีกประการ คือ ปัญหาการขาดแรงงาน ต้องคาดการณ์จำนวนการใช้แรงงานในพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ ในพื้นที่ปลูกขนาดเล็กอาจใช้แรงงานภายในครอบครัว เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิต ดังนั้น ก่อนการปลูกพืชไม่ว่าจะเป็นพืชชนิดใดก็ตามจะต้องมีการวางแผนการปลูก รวมทั้งวางแผนค่าใช้จ่าย ต้นทุนการผลิต ผังการปลูก การให้น้ำและธาตุอาหาร เพื่อให้ปัจจัยการผลิตเกิดประโยชน์สูงสุด

3. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2556). *สารสนเทศการผลิตมะม่วง*. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2559, จาก http://it.doa.go.th/mango/index.php?option=com_content&view=article&id=61:2010-07-28-03-58-01&catid=1: mangokmcat&Itemid=8.

นุจรี บุญแปลง นารี พันธุ์จินดาวรรณ และพรทิวา กัญยวงศ์หา. (2552). ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบมะม่วงจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย. ใน *การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 166-173.

นุจรี บุญแปลง นารี พันธุ์จินดาวรรณ และพรทิวา กัญยวงศ์หา. (2554). ธาตุอาหารในใบและผลมะม่วงจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ในประเทศไทย. ใน : *การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 2*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2555). ผลของสารละลายแคลเซียมโบรอน (Ca-B) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงมหาชนก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 43(3พิเศษ): 444-447

ศิวพร มินรินทร์ และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2554). *การศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียม-โบรอนที่มีต่อการลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาและเพิ่มคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร).

บทที่ 3

การขยายพันธุ์ การปลูก และการดูแลมะม่วงระยะแรกหลังปลูก

มะม่วงเป็นไม้ยืนต้นทรงพุ่มที่ออกดอกเป็นช่อตามปลายกิ่งหรือปลายยอด พบได้ทุกภาคของประเทศไทย มะม่วงมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย บังกลาเทศ และพม่า ในปัจจุบันการขยายพันธุ์มะม่วงสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเพาะเมล็ด การตอนกิ่ง การติดตา และการทาบกิ่ง เป็นต้น มีการพัฒนาวิธีขยายพันธุ์มะม่วงให้ได้ผลเร็ว คุณภาพดีตรงตามความต้องการของผู้ปลูก การปลูกมะม่วงเพื่อการค้าสามารถทำได้ทั้งการขายพันธุ์มะม่วงและขายผลผลิตของมะม่วง เพราะฉะนั้นผู้ปลูกจะต้องเลือกวิธีการขยายพันธุ์มะม่วงให้เหมาะสม

1. การเพาะเมล็ด

1.1 เอาเมล็ดมาแกะเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออก โดยใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดปลายเมล็ดแกะเอาแต่เมล็ดไปเพาะ เพื่อเวลาเพาะแล้วงอกเป็นต้นอ่อนเร็ว ต้นเป็นต้นเดียว ลำต้นตรงสวย วัสดุที่ใช้ในการเพาะที่ดีควรใช้ ทรายผสมกับขี้เถ้าแกลบ ใส่อัตราส่วน 1 ต่อ 1 และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

1.2 เมล็ดส่วนโค้งเรียบจะเป็นทางที่ต้นอ่อนโผล่ ส่วนทางที่ขรุขระจะเป็นทางที่รากแก้วแทงลงสู่ดิน

1.3 จึงต้องวางส่วนขรุขระลงสู่ผิวดิน แล้วเอาดินกลบทางส่วนโค้งเรียบ

1.4 กลบดินให้มิดเมล็ด นำไปวางไว้ในที่ๆเหมาะสม ดูแลรดน้ำ

1.5 หนึ่งสัปดาห์ก็จะได้ต้นกล้ามะม่วงที่มีลำต้นตรงสวย

การเพาะเมล็ดเป็นการขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศ โดยทั่วไปการเพาะเมล็ดมีจุดประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อใช้ปลูกโดยตรง และเพื่อใช้เป็นต้นตอสำหรับการขยายพันธุ์แบบต่าง ๆ เช่น การติดตา และการทาบกิ่ง เป็นต้น การเพาะเมล็ดเป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันมานาน ข้อดีของการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด คือ ทำได้ง่าย ได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว ต้นมะม่วงที่ได้จากการเพาะเมล็ด ต้นจะใหญ่โตมีอายุยืนนาน เพราะมีระบบรากที่แข็งแรง ส่วนข้อเสีย คือ ให้ผลผลิตช้ากว่าการขยายพันธุ์ด้วยการติดตา การตอนกิ่ง หรือการทาบกิ่ง และต้นมะม่วงที่ได้จากการเพาะเมล็ดนั้น อาจกลายพันธุ์ไม่ตรงตามพันธุ์เดิม เพราะการผสมเกสรส่วนใหญ่เป็นการผสมข้าม อาจได้พันธุ์ที่ดีกว่าหรือเลวกว่าพันธุ์เดิมก็ได้ ปัจจุบันมะม่วงพันธุ์แก้ว นิยมเพาะเมล็ดเพื่อใช้เป็นต้นตอ เนื่องจากทนต่อโรคและแมลง มีระบบรากแข็งแรงเจริญเติบโตได้รวดเร็ว โดยเมล็ดของมะม่วงจะมีเปลือกแข็งห่อหุ้มอยู่ เรียกว่า stone มีเสี้ยนปกคลุมอยู่ เมล็ดมีขนาดใหญ่ สีขาว รูปร่างคล้ายไต เปลือกแข็งที่หุ้มอยู่ เรียกว่า endocarp ประกอบด้วยสารพวกลิกนินจึงทำให้เปลือกแข็งบนผิวของ endocarp มี fiber ปกคลุมอยู่ไปทั่วจึงมีเสี้ยนมาก จำนวน fiber จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ และ fiber นี้จะแผ่เข้าไปในเนื้อด้วย และยังมีเส้น vein ปรากฏอยู่บนผิวของ endocarp เส้น vein มีลักษณะลึกลงไปใต้ผิวหรือตื้นอยู่ในระดับเดียวกับผิวขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ เมล็ดในมีเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอก (outer seed

coat) มีลักษณะเป็นเยื่อบางแข็งซึ่งหุ้มไม่มิด ส่วนเยื่อหุ้มชั้นใน (inner seed coat) มีสีน้ำตาลอ่อน เมล็ดแก่เต็มที่ มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบ เมล็ดใน เรียกว่า Kernel ซึ่งการขยายพันธุ์มะม่วงด้วยการเพาะเมล็ดเพื่อใช้เป็นต้นตอนั้น มีความสำคัญเพราะต้นตอที่ได้จากการเพาะเมล็ด (seedling stock) เพราะมีระบบรากแก้วเหมาะที่จะทำต้นตอเพื่อปลูกบริเวณที่แห้งแล้ง และต้นตอที่ได้จากการตัดชำ (cutting stock) ซึ่งมีระบบเป็นรากแขนงจึงเหมาะที่จะปลูกบริเวณที่มีหน้าดินตื้นหรือมีระดับน้ำใต้ดินสูง การคัดเลือกเมล็ดมะม่วงเพื่อใช้ขยายพันธุ์ ควรคัดเลือกจากเมล็ดที่สมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลงทำลาย ไม่แคระแกร็น ควรเป็นเมล็ดของมะม่วงพันธุ์ที่แข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ผลแก่จัด สุกงอม เมล็ดมะม่วงหลังจากเอาเนื้อออกแล้วนำไปเพาะทันที่จะงอกดีที่สุดในทุกกรณี ซึ่งรวมถึง เปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์การตั้งตัว ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นกล้าที่งอกและความยาวของรากดีที่สุด เมล็ดมะม่วงไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 7 วัน เพราะหลังจากนั้นเมล็ดจะเสื่อมความงอก เมื่อเก็บเมล็ดไว้ในที่ร่มนาน 2 สัปดาห์ จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง และยังมีผลทำให้ต้นกล้าที่ได้ไม่สมบูรณ์ เมล็ดจะสูญเสียความงอกภายใน 30 วัน ถ้าจะเก็บเมล็ดไว้นานประมาณ 30 วัน ควรเก็บไว้ในระหว่างชั้นของถ่านเผาและอยู่ในที่ร่ม การเปรียบเทียบการใช้มะม่วงแก้วและมะม่วงสามปีเป็นต้นตอสำหรับมะม่วงพันธุ์ดี 4 พันธุ์ คือ น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน เขียวเสวย และพิมเสนมัน ผลการเจริญเติบโตในด้านความสูงของต้นมะม่วงพันธุ์ดีทั้ง 4 พันธุ์ บนต้นตอมะม่วงแก้วให้ความสูงเฉลี่ยมากกว่าต้นตอมะม่วงสามปี สำหรับผลผลิตของมะม่วงน้ำดอกไม้ หนังกลางวัน บนต้นตอมะม่วงแก้วให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าต้นตอมะม่วงสามปี (สัญชัย พันธโชติ และคณะ, 2527)

2. การทาบกิ่ง

เป็นวิธีที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เพราะการเพาะเมล็ดจะทำให้มีการกลายพันธุ์ได้ง่าย จึงเป็นวิธีที่เหมาะที่สุดสำหรับมะม่วง การทาบกิ่งต้นที่ได้จะตรงตามพันธุ์เดิม และยังมีรากแก้วที่แข็งแรงเช่นเดียวกับการปลูกด้วยเมล็ด ต้นที่ได้ให้ผลผลิตเร็วกว่าการปลูกด้วยเมล็ด วิธีทาบกิ่งต้องเตรียมต้นตอก่อนเพื่อนำไปทาบกิ่งมะม่วงพันธุ์ดีที่ต้องการ

2.1 การเตรียมต้นตอ

ต้นตอที่จะนำมาทาบกิ่ง คือ ต้นกล้ามะม่วงที่ได้จากการเพาะเมล็ดซึ่งต่างกับผลไม้ชนิดอื่น คือ การที่จะทำให้เมล็ดมะม่วงงอกเร็วขึ้นต้องแกะเอาเปลือกซึ่งหุ้มเมล็ดออก แล้วจึงเอาเมล็ดที่อยู่ภายในมาเพาะ อายุของต้นกล้าที่จะใช้เป็นต้นตอควรมีอายุตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป หรือลำต้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร (สำหรับต้นกล้าที่อายุเพียง 3 สัปดาห์ เหมาะสมใช้เป็นต้นตอ) และใบชุดแรกเปลี่ยนเป็นสีเขียวแก่แล้ว เมื่อต้องการจะทาบกิ่งให้ขุดแยกต้นตอออกจากกระบะเพาะ นำไปชำในถุงพลาสติกที่มีขนาด 4-5 นิ้ว ใส่ขุยมะพร้าวที่แช่น้ำเตรียมไว้ลงไปให้เต็มถุง ผูกปากถุงอย่าให้แน่นมาก พร้อมที่จะนำไปทาบกิ่งได้

2.2 การเลือกกิ่งพันธุ์

เลือกกิ่งที่มีขนาดไล่เลี่ยกับขนาดของต้นตอ จะใหญ่กว่าเล็กน้อยได้ แต่อย่าให้ใหญ่กว่ามากนัก (ถ้าใหญ่กว่ามากให้ใช้ต้นตอหลายต้น) กิ่งพันธุ์ควรเป็นกิ่งที่กำลังเจริญเติบโต ไม่แคระแกร็น กิ่งมีลักษณะกลม ไม่เป็นเหลี่ยม กิ่งพันธุ์ต้องไม่แก่กว่าต้นตอมากนัก และไม่มีโรคแมลงทำลาย

2.3 ฤดูกาล

ฤดูที่เหมาะที่สุด คือ ฤดูฝนเพราะต้นไม้กำลังเจริญเติบโตจะทำให้กิ่งติดกันได้ดีและเร็วกว่า ถ้าต้นตอและกิ่งพันธุ์มีความสมบูรณ์จะทาบกิ่งเวลาไหนก็ได้

2.4 วิธีการ

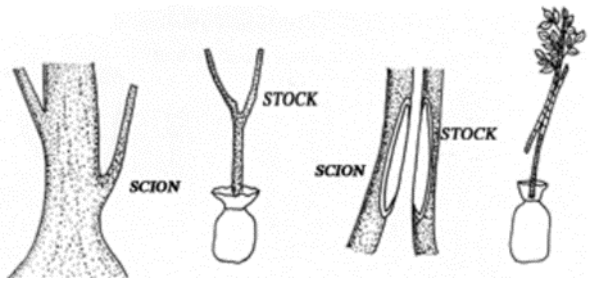
2.4.1 วิธีการทาบกิ่ง

วิธีการทาบกิ่ง แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) การทาบกิ่งแบบประกับ (Approach grafting) การทาบกิ่งแบบนี้ ทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีต่างยังมีรากและยอดอยู่ทั้งคู่ มักใช้ในการทาบกิ่งไม้ผลที่รอยแผลประสานกันช้า เช่น การทาบกิ่งมะขาม เป็นต้น สำหรับวิธีการทาบมี 3 วิธี ดังนี้

1.1) วิธีทาบกิ่งแบบฝานบวบ (Spliced approach grafting) (ภาพที่ 18)

- เลือกต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ให้บริเวณที่จะทาบมีขนาดพอ ๆ กันและมีลักษณะเรียบตรง
- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเข้าไปในเนื้อไม้เล็กน้อย รอยแผลยาวประมาณ 1-2 นิ้ว ลักษณะแผลรอยเฉือนคล้ายรูปโล่
- เฉือนต้นตอในทำนองเดียวกัน และให้มีความยาวเท่ากับแผลบนกิ่งพันธุ์ดี
- มัดต้นตอและยอดพันธุ์ดีเข้าด้วยกันโดยจัดแนวเยื่อเจริญให้สัมผัสกันมากที่สุด
- พันรอบรอยด้วยพลาสติกให้แน่น

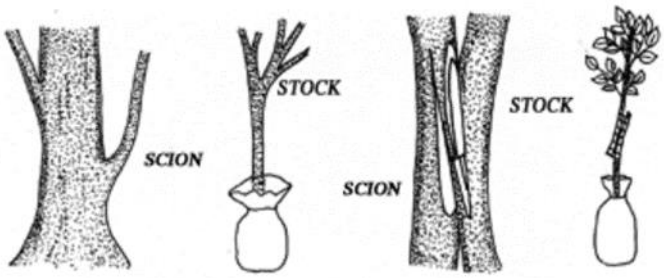


ภาพที่ 18 แสดงวิธีการทาบกิ่งแบบประกับ

ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

1.2) วิธีทาบกิ่งแบบเข้าลิ้น (Tongued approach grafting) เป็นวิธีที่คล้ายวิธีแรก แต่ต่างกันตรงที่รอยแผลของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีจะทำเป็นลิ้น เพื่อให้สามารถสอดเข้าหากันได้ ดังภาพที่ 19

- เลือกต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี ให้บริเวณที่จะทาบมีขนาดพอ ๆ กัน
- เฉือนต้นตอให้มีแผลเป็นรูปโล่ยาวประมาณ 1-2 นิ้ว พยายามเฉือนให้เรียบอย่าให้เป็นคลื่น
- จาก 1/3 ของปลายรอยแผลที่เฉือนนี้ เฉือนให้เป็นลิ้นลงมาเสมอกับโคนรอยแผลด้านล่าง
- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีในลักษณะเดียวกัน แต่ให้ลิ้นที่เฉือนกลับลงในลักษณะตรงกันกับลิ้นของต้นตอ
- สวมลิ้นของต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีเข้าด้วยกัน โดยจัดให้แนวเยื่อเจริญสัมผัสกัน
- พันรอบรอยแผลด้วยพลาสติกให้แน่น

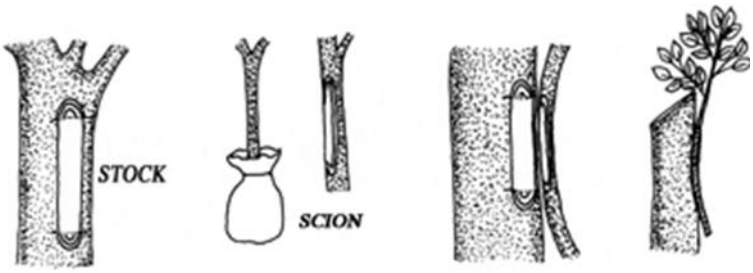


ภาพที่ 19 แสดงวิธีการทาบกิ่งแบบเข้าลิ้น
ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

1.3) วิธีทาบกิ่งแบบพาดร่อง (Inlay approach grafting) การทาบกิ่งวิธีนี้มักใช้เพื่อการเปลี่ยนยอด หรือการเสริมรากให้ต้นไม้ที่มีระบบรากไม่แข็งแรง หรือระบบรากถูกทำลาย ดังภาพที่ 20

- กรีดเปลือกต้นตอตรงบริเวณที่จะทำการทาบ ให้มีความยาวประมาณ 2-3 นิ้ว โดยกรีดเป็นสองรอยให้ขนานกัน และให้รอยกรีดห่างกันเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของกิ่งพันธุ์ดี
- กรีดเปลือกตามขวางตรงหัวและท้ายรอยกรีดที่ขนานกัน แล้วแกะเอาเปลือกออก
- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีให้เข้าไปในเนื้อไม้เป็นรูปโล่ และให้ยาวเท่ากับความยาวของแผลที่เตรียมบนต้นตอ
- ทาบกิ่งพันธุ์ดีตรงบริเวณที่เฉือนนั้นให้เข้าในแผลบนต้นตอ
- ใช้ตะปูเข็มขนาดเล็กตอกกิ่งพันธุ์ดีติดกับต้นตอ แล้วพันด้วยพลาสติกให้แน่น

- เมื่อกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอติดกันดีแล้ว จึงทำการตัดต้นตอเหนือรอยต่อและตัดกิ่งพันธุ์ดีใต้รอยต่อกรณีต้องการเปลี่ยนเป็นยอดพันธุ์ดี

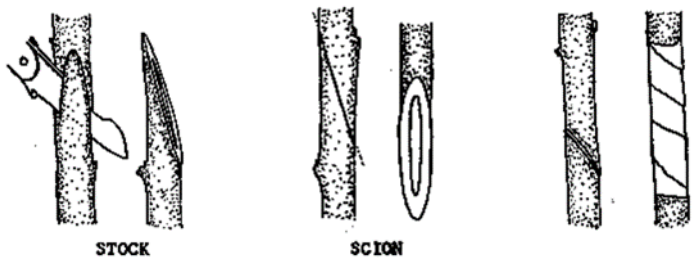


ภาพที่ 20 วิธีการทาบกิ่งแบบพาดร่อง
ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

2) การทาบกิ่งแบบเสียบ (Modified approach grafting) เป็นวิธีทาบกิ่งที่ดัดแปลงมาจากวิธีการทาบกิ่งแบบประกบ โดยจะทำการตัดยอดต้นตอออกให้เหลือสั้นประมาณ 3-5 นิ้ว เพื่อลดการคายน้ำสำหรับวิธีทาบแบบเสียบที่นิยมปฏิบัติกันมี 3 วิธี ดังนี้

2.1) วิธีทาบกิ่งแบบฝานบวบแปลง (Modified spliced approach grafting) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากเพราะสามารถทำได้รวดเร็ว และใช้กับพืชได้ทั่ว ๆ ไป พืชที่นิยมใช้วิธีทาบแบบนี้ได้แก่ มะม่วง มะขาม ขนุน ทุเรียน เป็นต้น โดยมีวิธีปฏิบัติ ดังนี้ (ภาพที่ 21)

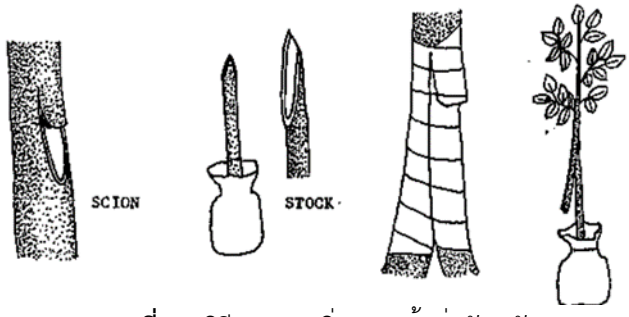
- นำต้นตอขึ้นไปทาบ โดยดูบริเวณที่จะทำแผลทั้งต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี
- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเป็นรูปโล่เข้าเนื้อไม้เล็กน้อย และให้แผลยาวประมาณ 1.5-2 นิ้ว
- เฉือนต้นตอเฉียงขึ้นเป็นปากฉลามให้แผลยาวเท่ากับแผลที่เตรียมบนกิ่งพันธุ์ดี
- นำต้นตอประกบกับกิ่งพันธุ์ดี โดยให้แนวเยื่อเจริญทับกันด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน
- พันรอบรอยแผลด้วยพลาสติกให้แน่นและมัดต้นตอเข้ากับกิ่งพันธุ์ดี



ภาพที่ 21 วิธีทาบกิ่งแบบฝานบวบแปลง
ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

2.2) วิธีทาบกิ่งแบบเข้าบ่าขัดหลัง (Modified veneer side approach grafting) วิธีการทาบกิ่งแบบนี้คล้ายกับวิธีฝานบวบแปลง แต่แตกต่างกันตรงรอยแผลของกิ่งพันธุ์ดีจะเฉือนทำเป็นบ่าหรือเงี่ยงปลา ส่วนของต้นตอจะเฉือนด้านหลังของรอยแผลปากฉลามออกเล็กน้อย พืชที่นิยมใช้เช่นเดียวกับแบบฝานบวบแปลง โดยมีวิธีปฏิบัติ ดังนี้ (ภาพที่ 22)

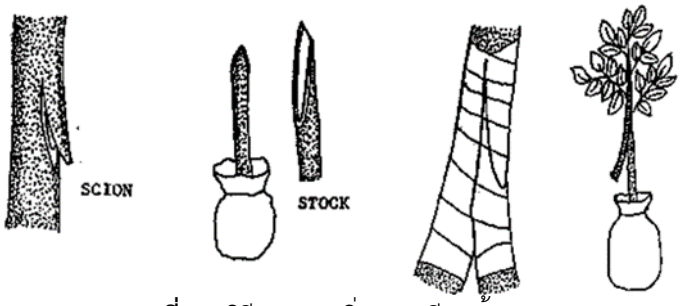
- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเอียงขึ้นเข้าเนื้อไม้ประมาณ 1/4 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของกิ่ง ความยาวแผลประมาณ 1.5-2 นิ้ว เฉือนแผลด้านบนทำเป็นบ่าหรือเงี่ยงปลาประมาณ 1/4 ของความยาวของแผล
- เฉือนต้นตอเป็นรูปปากฉลามตัดด้านหลังเอียงขึ้นเข้าหาปากฉลามขนาดความยาวแผลประมาณ 1/4 ของแผลปากฉลาม
- นำต้นตอที่ปาดเรียบร้อยแล้วสอดเข้าไปขัดกับบ่าหรือเงี่ยงปลาที่ทำไว้ แล้วจัดให้แนวเยื่อเจริญสัมผัสกันมากที่สุด
- พันด้วยพลาสติกให้แน่น



ภาพที่ 22 วิธีการทาบกิ่งแบบเข้าบ่าขัดหลัง
ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

2.3) วิธีทาบกิ่งแบบเสียบข้างแปลง (Modified side approach grafting) วิธีการทาบแบบนี้มีขั้นตอนต่าง ๆ เหมือนวิธีแรก แต่แตกต่างกันที่ลักษณะเฉือนต้นตอและกิ่งพันธุ์ดี โดยมีวิธีปฏิบัติดังนี้ (ภาพที่ 23)

- เฉือนกิ่งพันธุ์ดีเป็นมุมเอียงขึ้นประมาณ 20-30 องศา เข้าไปในเนื้อไม้ประมาณ 1/4 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของกิ่ง ความยาวแผลประมาณ 1.5-2 นิ้ว
- เฉือนต้นตอเป็นรูปลิ่มโดยให้แผลส่วนที่สัมผัสด้านในยาวกว่าแผลหน้าที่สัมผัสด้านนอก
- สอดต้นตอเข้าไปในเนื้อไม้แบบตอกลิ่ม โดยให้แนวเยื่อเจริญสัมผัสกันมากที่สุด
- พันด้วยพลาสติกให้แน่น



ภาพที่ 23 วิธีการทาบกิ่งแบบเสียบข้างแปลง
ที่มา https://web.agri.cmu.ac.th

2.4.2 การปฏิบัติดูแลหลังจากทำการทาบกิ่งแล้ว

- ควรให้น้ำแก่ต้นแม่พันธุ์กิ่งพันธุ์ดีอย่างสม่ำเสมอ พร้อมกับสังเกตดูน้ำในตุ้มทาบที่ทาบแบบประกบซึ่งมักจะแห้ง จึงต้องให้น้ำโดยการใช้หัวฉีดฉีดน้ำเข้าไปในถุงตุ้มทาบบ้างในบางครั้ง แต่สำหรับตุ้มทาบแบบเสียบมักจะไม่พบปัญหาตุ้มทาบแห้งเท่าใดนัก ยกเว้นทำการทาบกิ่งในฤดูแล้ง
- กรณีที่ส่วนยอดกิ่งพันธุ์ดี หลังจากทาบแล้วมีโรคและแมลงเข้าทำลาย ควรกำจัดโดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลง
- กรณีที่มีพายุหรือฝนตกหนักต้องหาไม้มาช่วยพยุงหรือค้ำกิ่งไว้เพื่อไม่ให้กิ่งพันธุ์ที่ทำการทาบหักได้
- กรณีที่ทำการทาบหลายตุ้มในกิ่งเดียวกันควรหาไม้ค้ำ หรือเชือกโยงไว้กับลำต้นเพื่อไม่ให้กิ่งใหญ่หักเสียหาย

2.4.3 ลักษณะของกิ่งทาบที่สามารถตัดไปชำได้

- กิ่งทาบมีอายุประมาณ 45-60 วัน
- รอยแผลของต้นตอและกิ่งพันธุ์ประสานกันดี เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและนูน
- กระเปาะหรือตุ้มทาบมีความชื้นพอประมาณ (ค่อนข้างแห้ง)
- กระเปาะหรือตุ้มทาบมีรากเจริญออกมาใหม่ รากเป็นสีน้ำตาล และปลายรากมีสีขาว

2.4.4 วิธีการตัดกิ่งทาบ

ให้ตัดกิ่งพันธุ์ดีตรงระดับก้นกระเปาะหรือตุ้มทาบ เพื่อสะดวกในการย้ายชำและช่วยทำให้รอยต่อของแผลไม่หักหรือฉีก เนื่องจากน้ำหนักของส่วนยอดพันธุ์ดี เพราะส่วนโคนกิ่งพันธุ์ดีที่ยาวเลยรอยแผลจะช่วยพยุงน้ำหนักของส่วนปลายยอดพันธุ์ดี

2.4.5 การชำกิ่งทาบ

เมื่อตัดต้นทาบกิ่งออกแล้ว ให้แกะถุงพลาสติกที่หุ้มโคนอยู่ออก นำไปชำในน้ำสักพักหนึ่งก่อน แล้วจึงนำไปชำในดิน ต้นที่เห็นว่าขุยมะพร้าวแห้งมาก อาจชำไว้ในน้ำก่อนประมาณ 1-3 วัน จึงนำไปชำในดิน การชำน้ำทำได้ ดังนี้ นำต้นทาบกิ่งวางในกระป๋องหรือกะละมัง เติมน้ำลงไป สูงประมาณ 1 ใน 3 ของกระเปาะที่หุ้มรากอยู่ อย่าใส่น้ำจนท่วมกระเปาะเมื่อชำในน้ำเสร็จแล้วจึงนำไปชำในดิน ภาชนะที่สามารถใช้ชำ ได้แก่ กระถาง หรือถุงพลาสติก เป็นต้น โดยแกะขุยมะพร้าวออกบางส่วนแล้วใส่ดินลงไปจึงกดดินรอบ ๆ โคนต้นให้แน่นพอประมาณ แล้วปล่อยให้ต้นทาบกิ่งเจริญต่อไปอีกประมาณ 1 เดือน ต้นจะตั้งตัวแข็งแรงเริ่มแตกใบใหม่นำไปปลูกหรือจำหน่ายได้

3. การต่อกิ่งแบบเสียบยอด

ใช้สำหรับมะม่วงต้นใหญ่เพื่อเปลี่ยนพันธุ์มะม่วงใช้ส่วนยอดของมะม่วงพันธุ์ดีที่มีตาอยู่หลายตามาเสียบที่แผลต้นตอ โดยการกรีดเปลือกต้นตอยาว 6-8 เซนติเมตร ห่างกัน 1 เซนติเมตร เพื่อให้ลอกเปลือกได้ง่าย กิ่งที่นำมาต่อควรเป็นกิ่งยอดอายุ 1 ปี ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8-1.5 เซนติเมตร ตัดใบบนกิ่งออกให้หมดก่อนนำกิ่งไปต่อประมาณ 10-15 วัน การเฉือนกิ่งจะเฉือนเป็นรูปปากฉลามทั้งสองด้านยาว 1.5 และ 2 นิ้ว ในแต่ละด้านนำกิ่งพันธุ์ใส่ในแผลต้นตอโดยให้แผลด้านยาวติดกับเนื้อไม้ของต้นตอ พันผ้าพลาสติกให้แน่นเมื่อตายอดโปนออกมาจึงเปิดผ้าพลาสติกออก

วิธีเสียบข้างด้วยกิ่งพันธุ์ดีที่มีตาที่พักตัว เป็นวิธีฝากกิ่งที่มีตาที่พร้อมจะถูกพัฒนาไปเป็นตาดอกไว้บนต้นที่พร้อมจะออกดอก เพื่อข้ามระยะเยาว์วัย (juvenile phase) ของต้นที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ หรือทดสอบพันธุ์ สำหรับการวิจัย ไม่นิยมสำหรับการผลิตมะม่วงปกติ เนื่องจากการเสียบข้างด้วยกิ่งพันธุ์ดี 1 กิ่ง จะได้เพียง 1 ช่อ หากเป็นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจะได้เพียง 1 ผล เท่านั้น วิธีเสียบข้างด้วยกิ่งพันธุ์ดีที่มีตาที่พักตัว มีวิธีการ คือ กิ่งที่ใช้เสียบที่ปลายใบต้องเป็นใบแก่ ตัดกิ่งยาว 30 เซนติเมตร ตัดใบออก แล้วใส่กิ่งไว้ในถุงที่พรมน้ำไว้แล้วปิดปากถุงเก็บไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อรักษาความชื้นให้เหมาะสมและไม่แห้งตาย จากนั้น เฉือนต้นตอให้เป็นแผลลึกประมาณ 1 เซนติเมตร รอยแผลยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ตัดกิ่งพันธุ์ทั้งสองด้านให้ยาวเท่ารอยเฉือนต้นตอ แล้วเสียบกิ่งที่เตรียมไว้ พันด้วยเทปพลาสติกไว้ให้กระชับ เป็นเวลา 15-30 วัน กิ่งพันธุ์ดีที่เสียบไว้จะเชื่อมติดกับรอยแผลและเริ่มแตกใบอ่อนและดอกใหม่ หากกิ่งแห้งแสดงว่าเสียบไม่ติด

การเปลี่ยนยอดโดยวิธี Stone grafting ด้วยต้นตออายุประมาณ 20-30 วัน นำมาเปลี่ยนยอดโดยใช้วิธีการเสียบลิ่มและใช้ยอดพันธุ์ดีที่มีขนาดเล็กใกล้เคียงกันกับต้นตอ วิธีนี้จะทำให้ผลิตต้นพันธุ์ได้เร็วขึ้น มีเปอร์เซ็นต์ติดสูง นอกจากนั้น ยังใช้ระยะเวลาในการเชื่อมประสานรอยต่อสั้น คือ ประมาณ 10-15 วัน เนื่องจากต้นตอกำลังอยู่ในระยะเจริญเติบโต และต้นที่งอกใหม่ยังมีอาหารสำรองในใบเลี้ยงอยู่

4. สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการขยายพันธุ์

1) ควรเลือกกิ่งพันธุ์ดีที่ปราศจากการทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืช และเป็นกิ่งที่ไม่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร (กิ่งสมบูรณ์) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร

2) การทาบกิ่งและต่อกิ่งควรทำในฤดูฝน แต่ต้องป้องกันน้ำเข้ารอยแผลที่เฉือน เพื่อป้องกันการติดเชื้อราและแบคทีเรีย

3) รอยเนื้อเยื่อเจริญบริเวณแผลที่เฉือนของกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอจะต้องทาบให้พอดีกัน เมื่อพันเทปพลาสติกแผลจะต้องแนบกันสนิทพอดี

4) ในกรณีที่กิ่งพันธุ์ดีมีขนาดแตกต่างกันกับต้นตอ ควรเสียบกิ่งให้รอยแผลที่เฉือนชิดด้านใดด้านหนึ่ง แล้วพันเทปพลาสติกให้แผลแนบกันให้สนิท

5) ต้นตอที่เพาะจากเมล็ดควรมีอายุประมาณ 3-4 เดือน หรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์การประมาณ 0.7-1.0 เซนติเมตร

6) การเข้ากันได้ (compatibility) มีผลต่อความสำเร็จในการขยายพันธุ์ ควรเลือกใช้ต้นตอและกิ่งพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดกันทางพฤกษศาสตร์จะทำให้ต่อกันได้ดีและรอยต่อจะเจริญเหมือนเป็นต้นเดียวกัน

5. การเลือกระยะปลูก

1) การเลือกระยะปลูกต้องคำนึงถึงพันธุ์มะม่วง เมื่ออายุเจริญเต็มที่จะมีขนาดลำต้นและทรงพุ่มแตกต่างกันไป พันธุ์ที่มีขนาดทรงพุ่มใหญ่และแข็งแรง เช่น หนังกลางวันและเขียวเสวย เป็นต้น พันธุ์ที่มีขนาดทรงพุ่มแข็งแรงปานกลาง เช่น อกร่องและน้ำดอกไม้ เป็นต้น พันธุ์ที่มีลำต้นเล็ก เช่น น้ำดอกไม้ทะวาย เป็นต้น

2) การปลูกมะม่วงในอดีตนิยมปลูกที่ระยะ 8x8 หรือ 7x7 หรือ 6x7 เมตร ซึ่งจะทำให้ปลูกได้จำนวน 25 หรือ 32 หรือ 38 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเลือกระยะปลูกมะม่วงแบบนี้ จะได้จำนวนต้นต่อไร่น้อยเมื่อเทียบกับการปลูกระยะชิด ทำให้ต้นมะม่วงที่ปลูกหลายปีมีทรงพุ่มใหญ่และสูง 7-8 เมตร ซึ่งยากต่อการจัดการด้านต่าง ๆ ดังนั้น จึงควรพิจารณาเลือกระยะปลูกให้ชิดขึ้นเป็น 5x4 หรือ 5x5 หรือ 6x5 เมตร ซึ่งจะทำให้ได้จำนวนต้น 80 หรือ 64 หรือ 54 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ หากเป็นมะม่วงพันธุ์ที่แตกยอดอ่อนยาว เช่น พันธุ์เขียวเสวย ควรใช้ระยะปลูก 5x5 หรือ 6x5 เมตร แต่หากเป็นพันธุ์ที่แตกยอดอ่อนสั้น เช่น พันธุ์ฟ้าลั่น น้ำดอกไม้ และโชคอนันต์ ควรใช้ระยะปลูก 4x4 เมตร

3) การปลูกระยะชิดจะทำให้รากตื้น ทำให้การเจริญทางกิ่งก้านและใบน้อยลง แต่จะทำให้มีการออกดอกแทน หากดินมีความชื้นสูงสามารถปลูกถี่ได้ เนื่องจากการปลูกมะม่วงระยะชิดมีจำนวนต้นและมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำและการคายน้ำเพิ่มมากขึ้น จำเป็นต้องมีความชื้นในดินสูงหรือมีแหล่งน้ำสำรอง

4) การปลูกในระยะชิดปลูกได้ในที่มีหน้าดินตื้นกว่าระยะห่าง

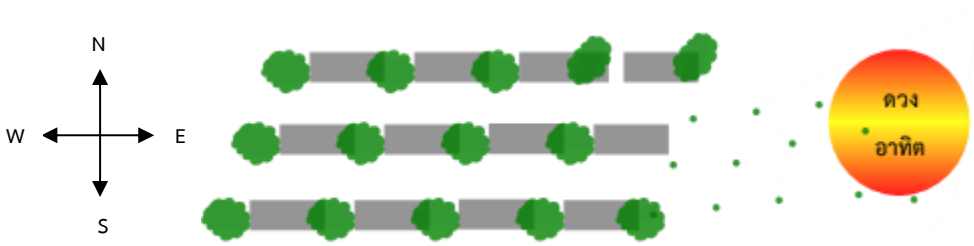
5) ส่วนใหญ่การปลูกในระยะชิดจะไม่ขุดหลุมปลูก เพราะไม่ต้องให้รากลงลึก จึงใช้ไถสิ่วลากตัดกันลึกประมาณ 75 เซนติเมตร

6) มะม่วงพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกระยะชิด คือ พันธุ์น้ำดอกไม้ทะวาย น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 และฟ้าลั่น

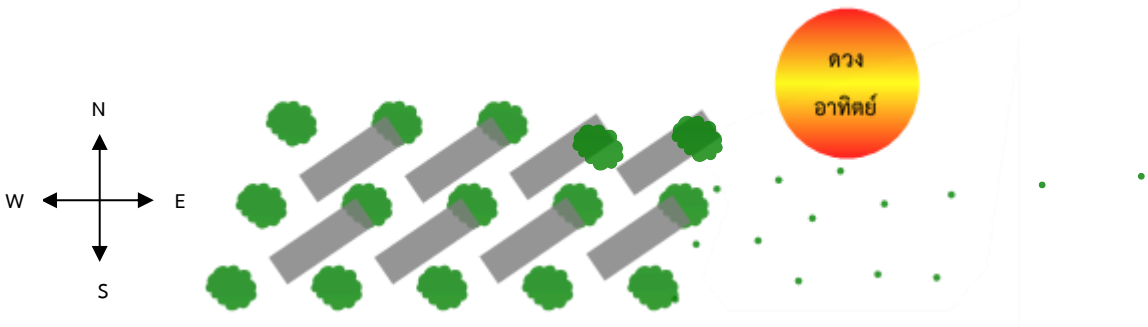
ตารางที่ 19 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการปลูกไม้ผลในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน

พื้นที่ลุ่ม	พื้นที่ดอน
ข้อดี	**ข้อดี**
1. มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการ	1. ใช้พื้นที่ปลูกได้เต็มที่
2. มักอยู่ใกล้ปากน้ำ (ท่าเรือ) และใช้การคมนาคมทางเรือได้	2. เตรียมพื้นที่ด้วยเครื่องจักรกลได้ง่าย
	3. ใช้เครื่องจักรกลดูแลรักษาได้สะดวก
	4. ต้นมักมีอายุยืน
	5. การคมนาคมสะดวก
ข้อเสีย	**ข้อเสีย**
1. อาจเกิดน้ำท่วมได้	1. อาจเกิดขาดน้ำในฤดูแล้ง
2. ต้องเสียพื้นที่เป็นร่องน้ำ	2. มีค่าใช้จ่ายเรื่องชลประทาน
3. ค่าเตรียมพื้นที่แพง (ยกร่อง)	3. ต้องจัดหาแหล่งน้ำสำรอง
4. ใช้เครื่องจักรกลได้ยาก	4. หากอยู่ไกลจากตลาดจะเสียค่าขนส่งสูงและผลิตผลอาจเสียหายจากการขนส่งได้มาก

ข้อสังเกตในการวางแนวปลูกไม่ควรให้ร่มเงาของต้นมะม่วงซ้อนทับกัน ในระหว่างการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน เพราะเมื่อดวงอาทิตย์สูงขึ้น ร่มเงาซ้อนทับจะลดลง (ภาพที่ 24) และการวางแนวปลูกควรคำนึงถึงระยะปลูกและความสูงของต้นที่เหมาะสม ซึ่งจะมีผลทำให้ร่มเงาของต้นมะม่งไม่ซ้อนทับกันในช่วงเวลาฤดูหนาว เพราะดวงอาทิตย์จะตกในทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 24 การวางหลุมและระยะปลูกไม่ควรให้ร่มเงาซ้อนทับเมื่อดวงอาทิตย์เคลื่อนสูงขึ้น โดยการวัดระยะปลูกและวัดระยะแถวในแนวเหนือ-ใต้ หรือปลูกแบบขวางตะวัน



ภาพที่ 25 การวางหลุมและระยะปลูกไม่ให้ร่มเงาต้นมะม่วงทับกัน และร่มเงาของทรงพุ่มต้นมะม่วงเปลี่ยนแปลงตามดวงอาทิตย์

ตารางที่ 20 ข้อดีที่อาจเกิดขึ้นในการปลูกไม้ผลแบบปลูกระยะชิดและปลูกระยะห่าง

	การปลูกระยะชิด	การปลูกระยะห่าง
ข้อดี	1. ผลผลิตต่อต้นและต่อหน่วยพื้นที่ถึงจุดสูงสุดอย่างรวดเร็วและระยะเวลาคืนทุนสั้น 2. มีปัญหาเรื่องวัชพืชน้อยกว่า 3. ผลผลิตมีคุณภาพสม่ำเสมอ 4. ควบคุมโรคและแมลงได้ง่ายกว่า 5. ง่ายต่อการจัดการ สามารถลดการใช้แรงงานคนและใช้เครื่องจักรทดแทนได้ง่ายกว่า 6. ควบคุมการออกดอกติดผลได้ง่ายกว่า 7. ประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่สูงกว่า 8. ใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีได้อย่างคุ้มค่ากว่า 9. ลดความเสียหายจากลมพายุ	1. ใช้ต้นพันธุ์น้อย ประหยัดเงินลงทุน 2. เมื่อระยะเวลานานขึ้น ผลผลิตต่อต้นจะเพิ่มมากขึ้น และใช้ระยะเวลานานกว่าจะถึงจุดสูงสุดเช่นเดียวกับผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ 3. ต้นไม้ผลมีอายุยืน มีระยะการให้ผลนานกว่า 4. ต้นไม้ผลมีความทนทานต่อความผันแปรของสภาพแวดล้อมมากกว่า 5. ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาต่อหน่วยพื้นที่ต่ำกว่า

ตารางที่ 21 ข้อเสียที่อาจเกิดขึ้นในการปลูกไม้ผลแบบปลูกระยะชิดและปลูกระยะห่าง

	การปลูกระยะชิด	การปลูกระยะห่าง
ข้อเสีย	1. ต้องจ่ายเงินลงทุนในการเตรียมพื้นที่การปลูกและค่าต้นพันธุ์มากขึ้น 2. ต้นไม้ผลมีทรงพุ่มซ้อนทับกันเร็ว ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา เช่น การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันกำหนดจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น 3. คุณภาพผลผลิตอาจลดลง เช่น ผลเล็กลง หากดูแลไม่ถูกต้องหรือไม่ดีพอ 4. ช่วงเวลาของการปลูกทดแทนสั้นลง 5. อาจมีปัญหาเรื่องโรคและแมลงมากขึ้นเนื่องจากทรงพุ่มชิดกันเร็ว การระบายอากาศไม่ดี มีความชื้นสูง	1. มีแสงแดดส่องลงสู่พื้นรอบทรงพุ่มมากเกินไป ทำให้มีวัชพืชมาก 2. ต้นไม้ผลจะมีทรงพุ่มขนาดใหญ่เมื่ออายุมากขึ้น ทำให้เก็บเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งยากใช้แรงงานมากและการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชทำได้ไม่ทั่วถึง 3. หากมีลมแรงกิ่งอาจฉีกหักได้ง่าย 4. มีสภาพความชื้นของอากาศในแปลงปลูกต่ำกว่า 5. ในระยะแรกให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ต่ำ มีระยะเวลาคืนทุนยาวนาน 6. การควบคุมคุณภาพผลิตผลทำได้ยากกว่า

การปลูกระยะชิด		การปลูกระยะห่าง
	6. จำเป็นต้องมีระบบการใช้น้ำที่ดีและได้รับปุ๋ยอย่างเพียงพอ	7. การควบคุมการออกดอกติดผลทำได้ยากกว่าผลผลิตเสียหายจากการเก็บเกี่ยวมากกว่า

กรณีการปลูกโดยทาบกิ่ง ควรใช้มีดกรีดก้นถุงพลาสติกแล้ววางถุงพลาสติกลงกลางหลุมปลูก ให้ระดับโคนต้นพันธุ์อยู่ระดับเดียวกันกับดินในแปลงปลูก จากนั้นนำถุงพลาสติกออกด้านบน ระวังไม่ให้กระทบกระเทือนราก ในแหล่งปลูกที่มีลมแรงควรมัดต้นมะม่วงกับไม้หลักเพื่อป้องกันการโยกคลอน ใช้มีดกรีดพลาสติกที่บริเวณรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอออกเพื่อให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ หากไม่กรีดพลาสติกที่พันระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีออกจะเกิดรอยคอด ทำให้บริเวณดังกล่าวไม่เจริญเติบโตตามปกติ จากนั้นใช้ดินที่เหลืออยู่กลบโคนต้น รดน้ำให้ชุ่ม คลุมโคนด้วยฟางข้าวเพื่อเก็บรักษาความชื้น

6. การปลูก

1) การปลูกต้นมะม่วงต้องแกะถุงชำออกก่อนวางกิ่งพันธุ์กลางหลุมระดับความลึกเดียวกับดินที่ชำ ไม่ควรกลบให้มิดส่วนที่ติดตาหรือรอยทาบกิ่ง ตัดกิ่งที่แตกจากต้นตอทิ้งไป

2) หลังการปลูกควรปักหลักและมัดต้นไว้กับหลักกันลมพัด และคลุมหน้าดินด้วยเศษหญ้าแห้ง ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดิน

3) การปลูกมะม่วงควรเลือกช่วงต้นฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมเพื่อให้มะม่วงตั้งตัวได้เร็วขึ้นและไม่ต้องรดน้ำมากในระยะแรก เนื่องจากได้รับน้ำฝน

- ควรรองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตรา 2-5 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 200-300 กรัมต่อหลุม อาจผสมแกลบดำหรือแกลบเผา แต่ไม่ควรใช้กากหรือชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล เนื่องจากมีค่าความเป็นกรดสูงอาจทำให้ต้นกล้าตายได้ถ้าใส่ในปริมาณมาก

- กรณีการปลูกโดยทาบกิ่ง ควรใช้มีดกรีดก้นถุงพลาสติกแล้ววางถุงพลาสติกลงกลางหลุมปลูก ให้ระดับโคนต้นพันธุ์อยู่ระดับเดียวกันกับดินในแปลงปลูก จากนั้นนำถุงพลาสติกออกด้านบน ระวังไม่ให้กระทบกระเทือนราก ในแหล่งปลูกที่มีลมแรงควรมัดต้นมะม่วงกับไม้หลักเพื่อป้องกันการโยกคลอน ใช้มีดกรีดพลาสติกที่บริเวณรอยต่อระหว่างกิ่งพันธุ์ดีและต้นตอออกเพื่อให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ หากไม่กรีดพลาสติกที่พันระหว่างต้นตอและกิ่งพันธุ์ดีออกจะเกิดรอยคอด ทำให้บริเวณดังกล่าวไม่เจริญเติบโตตามปกติ จากนั้นใช้ดินที่เหลืออยู่กลบโคนต้น รดน้ำให้ชุ่ม คลุมโคนด้วยฟางข้าวเพื่อเก็บรักษาความชื้น

7. การขุดหลุมปลูก

1) หากในพื้นที่ที่ดินมีสภาพดีไม่ต้องปรับปรุงดินมาก ควรขุดหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร ก็เพียงพอต่อการปลูกมะม่วง

2) หากดินต้องปรับปรุงสภาพดินมากควรขุดหลุมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะได้ปรับปรุงดินในส่วนนั้น เพื่อให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ดี

3) ความลึกของหลุมปลูกขึ้นอยู่กับระดับน้ำใต้ดิน หากรากพืชเจริญมาถึงระดับน้ำใต้ดินรากพืชจะเจริญออกด้านข้าง เนื่องจากไม่สามารถเจริญลึกไปกว่าระดับน้ำใต้ดินได้

4) การประมาณระดับน้ำใต้ดินในที่ลุ่มที่ยกร่องปลูก สังเกตได้จากระดับน้ำสูงสุดในร่องน้ำแปลงปลูก หรือลองขุดหลุมทิ้งไว้ 2-3 วัน ระดับน้ำที่อยู่ในหลุม คือ ระดับน้ำใต้ดิน

5) ขุดดินในหลุมแยกออกเป็น 2 กอง คือ ดินชั้นบน และดินชั้นล่างตากดินให้แห้ง ก่อนปรับปรุงดินด้วยการผสมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก จากนั้นใส่ดินชั้นบนลงไปก่อนแล้วตามด้วยดินชั้นล่าง

6) หากดินมีการระบายน้ำได้ดีควรใส่ดินให้ต่ำกว่าปากหลุมเพื่อกักเก็บน้ำไว้ แต่หากดินระบายน้ำได้ไม่ดีควรผสมดินที่โปร่งลงในหลุมจนพูนหลุม เพื่อช่วยระบายน้ำที่รดออกจากหลุม

7) ควรรองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก อัตรา 2-5 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 200-300 กรัมต่อหลุม อาจผสมแกลบดำหรือแกลบเผา แต่ไม่ควรใช้กากหรือชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาล เนื่องจากมีค่าความเป็นกรดสูงอาจทำให้ต้นกล้าตายได้ถ้าใส่ในปริมาณมาก

8) การปลูกต้นมะม่วงต้องแกะถุงชำออกก่อนวางกิ่งพันธุ์กลางหลุมระดับความลึกเดียวกับดินที่ชำ ไม่ควรกลบให้มิดส่วนที่ติดตาหรือรอยทาบกิ่ง ตัดกิ่งที่แตกจากต้นตอทิ้งไป

9) หลังการปลูกควรปักหลักและมัดต้นไว้กับหลักกันลมพัด และคลุมหน้าดินด้วยเศษหญ้าแห้งป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดิน

10) การปลูกมะม่วงควรเลือกช่วงต้นฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมเพื่อให้มะม่วงตั้งตัวได้เร็วขึ้นและไม่ต้องรดน้ำมากในระยะแรก เนื่องจากได้รับน้ำฝน

8. การดูแลรักษามะม่วงในระยะแรกก่อนให้ผลผลิต

8.1 มะม่วงระยะเริ่มปลูกถึงก่อนให้ผลผลิต

1) กำจัดวัชพืชใต้ทรงพุ่ม ใส่ปุ๋ยและให้น้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดปี กำจัดวัชพืช 2 ครั้งต่อปี ระหว่างฝนทิ้งช่วงและฤดูร้อนควรรีบกำจัดวัชพืชก่อนระยะวัชพืชออกดอก เพราะจะแพร่กระจายไม่ได้ ไม่ควรใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช ควรใช้วิธีตัดโดยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายหลัง เนื่องจากวัชพืชจะช่วยคลุมหน้าดินไม่ให้ดินถูกชะล้างเป็นสาเหตุให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์

2) ตัดแต่งกิ่งและจัดโครงสร้างต้นมะม่วงให้เหมาะสมกับระยะปลูก

3) ป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้มะม่วงมีกิ่งแข็งแรงและมีใบสมบูรณ์

8.2 มะม่วงระยะเจริญทางกิ่งใบ

1) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จแล้ว ให้ตัดแต่งกิ่งให้ทรงพุ่มโปร่งมีแสงแดดส่องถึงและใช้จอบขุดรอบทรงพุ่มใส่ปุ๋ยทางดินและกลบ พร้อมกับการให้น้ำอย่างเพียงพอเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตและสร้างความสมบูรณ์ของต้น

2) มะม่วงแตกใบใหม่อย่างน้อย 2 รุ่นในรอบปี ดูแลรักษาให้ต้นและใบมะม่วงสมบูรณ์เต็มที่ (ดูบทที่ 4)

8.3 การให้น้ำ

8.3.1 วิธีการให้น้ำ

1) การใช้ระบบให้น้ำแบบหัวเหวี่ยงเล็ก (มินิสปริงเกอร์) การปฏิบัติงานทำได้สะดวก ประหยัดแรงงานและได้น้ำสม่ำเสมอ

2) การให้น้ำแบบสายยางรดหรือแบบปล่อยตามร่องขนาดเล็ก หรือใช้เรือติดเครื่องสูบน้ำพ่นใส่ต้นมะม่วงในสวนขุดร่องน้ำมีต้นทุนต่ำกว่าระบบแรก แต่ควบคุมปริมาณน้ำที่ให้พืชได้ยาก ไม่สม่ำเสมอ ใช้น้ำ แรงงานและเวลามากกว่าระบบหัวเหวี่ยงเล็ก

8.3.2 ปริมาณน้ำ

ในระยะบำรุงต้นมีความต้องการน้ำประมาณ 0.5 เท่าของอัตราการระเหยน้ำสามารถวัดได้โดยเครื่องมือวัดการระเหยแบบ Class A Pan เป็นเครื่องมือวัดการระเหยที่ใช้ตามสถานีตรวจอากาศเกษตรทั่วไปกล่าวคือ ถ้าสภาพอากาศมีอัตราการระเหยน้ำ 5 มิลลิเมตรต่อวัน (การระเหย 1 มิลลิเมตรเทียบเท่ากับน้ำ 1 ลิตรต่อตารางเมตร) ต้นมะม่วงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 3 เมตร จะต้องให้น้ำประมาณ 22.5 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ครั้ง) มะม่วงหลังการติดผลถือเป็นระยะวิกฤตที่มะม่วงต้องการใช้น้ำมากที่สุด ประมาณ 0.7-0.8 เท่าของอัตราการระเหยน้ำ กล่าวคือ ถ้าสภาพอากาศมีอัตราการระเหยน้ำ 5 มิลลิเมตรต่อวัน ต้นมะม่วงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 5 เมตร จะต้องให้น้ำประมาณ 87.5-100 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ครั้ง)

8.3.3 ความถี่ของการให้น้ำ

ขึ้นกับเนื้อดินและสภาพอากาศ ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายให้น้ำ 2-3 วันต่อครั้ง เนื้อดินเป็นดินเหนียวให้น้ำ 4-5 วันต่อครั้ง อย่างไรก็ตามอาจใช้วิธีสังเกตจากความชื้นดินและสภาพของใบมะม่วงประกอบการวางแผนให้น้ำจะได้ผลดียิ่งขึ้น

8.3.4 การงดให้น้ำ

ในช่วงก่อนมะม่วงออกดอกจะต้องงดให้น้ำจนกว่ามะม่วงเริ่มแทงช่อดอกแล้วจึงเริ่มให้น้ำอีกครั้ง เพื่อให้ต้นมะม่วงเกิดการพักตัวสะสมอาหารช่วงระยะเวลาหนึ่ง

9. การตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งเป็นขั้นตอนที่เกษตรกรจะต้องปฏิบัติทุกปีหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อให้มะม่วงแตกกิ่งและใบใหม่ที่จะพัฒนาเป็นตาดอกใหม่ การจัดทรงต้นหรือตัดแต่งกิ่งควรเริ่มตั้งแต่ 2 ปีหลังปลูกและทำอย่างต่อเนื่องทุกปี โดยปกติจะตัดแต่งหลังการเก็บเกี่ยวให้โปร่งประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ของทรงพุ่ม ควบคุมความสูงของลำต้นมะม่วงให้สูงประมาณ 3-3.5 เมตร เกษตรกรนิยมตัดแต่งกิ่งทรงฝาชีหงายและทรงสี่เหลี่ยม จะทำให้มะม่วงผลิใบใหม่ได้หลายชุดมากกว่าการตัดแต่งรูปทรงอื่น ทำให้ทรงพุ่มกว้างขึ้นและเตี้ยลง หากตัดแต่งกิ่งออกมากเกินไปจะส่งผลให้มะม่วงออกดอกลดลงในปีถัดไป

9.1. ประโยชน์ของการตัดแต่งกิ่ง

1) ลดจำนวนกิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น กิ่งที่อยู่ใต้พุ่มและกิ่งแก่ที่ให้ผลผลิตต่ำหรือเป็นโรค ทำให้สังเคราะห์แสงได้ไม่ดีเพื่อลดส่วนที่จะแย่งอาหารจากดอก

2) เพื่อเปิดทรงพุ่มให้แสงสว่างกระจายได้ทั่วลำต้นให้ใบสังเคราะห์แสงได้ทุกกิ่งจะได้มะม่วงที่มีคุณภาพดีทั่วทั้งต้น

3) ช่วยควบคุมทรงพุ่มให้ต้นมีความสมดุลไม่โค่นล้มง่าย

4) ความสูงของการปลูกมะม่วงแบบระยะชิดจะต้องควบคุมความสูงต้นไม่เกิน 2.5-3 เมตร ซึ่งปลายกิ่งระหว่างต้นจะต้องห่างกันอย่างน้อย 0.5 เมตร และปลายกิ่งระหว่างแถวจะต้องห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร

5) การจัดทรงหรือสร้างทรงพุ่มมะม่วง

6) ทำลายตายอด ทำให้ตาข้างผลิเกิดเป็นกิ่งแขนง

9.2. วิธีการตัดแต่งกิ่ง

การตัดแต่งกิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน มะม่วงจะออกดอกตามปรกติในเดือนธันวาคม ในขณะที่การตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคมสามารถเลื่อนการออกดอกไปเป็นเดือนกุมภาพันธ์ หากเป็นมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์การตัดแต่งกิ่งในเดือนพฤศจิกายนจะเจริญเติบโตด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และความยาวของใบใหม่ชุดที่ 2 มากกว่ามะม่วงที่ตัดแต่งกิ่งในเดือนธันวาคม-มกราคม ส่วนเปอร์เซ็นต์การออกดอก ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบมะม่วงที่ไม่ตัดแต่งกิ่งจะน้อยกว่าต้นมะม่วงที่ตัดแต่ง เนื่องจากใบมะม่วงใหม่จะมีการสะสมธาตุอาหารในใบ ส่วนใบมะม่วงเก่าหรือใบแก่ธาตุอาหารจะถูกเคลื่อนย้ายออกไปและไม่เกิดการสะสมธาตุอาหาร

1) การตัดแต่งกิ่งแบบบาง

เป็นการบังคับและเลือกกิ่งให้เจริญเติบโตไปในทิศทางที่ต้องการ โดยตัดแต่งกิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น กิ่งที่โรคและแมลงทำลาย กิ่งกระโดง กิ่งไขว้ กิ่งไม่สมบูรณ์ หรือกิ่งที่ผลิบริเวณปลายกิ่งที่แน่นมากเกินไป

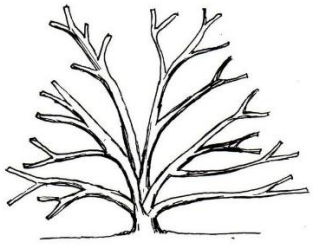
2) การตัดแต่งแบบปานกลาง

เมื่อพุ่มต้นใกล้จะชนกันควรตัดกิ่งรอบนอกทรงพุ่มทั้งหมดจากปลายยอดลึกเข้าหาศูนย์กลางต้นยาวประมาณ 50-100 เซนติเมตร มะม่วงจะผลิตาแตกใบใหม่มาทดแทน แล้วคัดเลือกกิ่งและตัดแต่งกิ่งอย่างบาง หลังการตัดแต่งแบบปานกลางอีก 1-2 ครั้ง

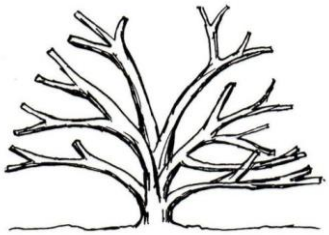
3) การตัดแต่งกิ่งแบบหนัก

เมื่อต้นอายุมาก ต้นถูกโรคและแมลงทำลายหรือต้นทรุดโทรม ควรสร้างโครงสร้างต้นมะม่วงใหม่ โดยตัดแต่งกิ่งเปิดกลางทรงพุ่มให้มีความสูง 1.5-3.0 เมตร ปริมาตรทรงพุ่มตัดออกไปประมาณครึ่งหนึ่ง กิ่งที่ถูกตัดเป็นแผลขนาดใหญ่ควรทาแผลด้วยยาป้องกันกำจัดเชื้อรา หรือสีน้ำมันจากนั้นกิ่งจะผลิตาให้กิ่งแขนงใหม่ จากนั้นทำการคัดเลือกและตัดแต่งกิ่งอย่างบาง 1-2 ครั้ง เมื่อกิ่งแขนงใหม่บริเวณกลางทรงพุ่มมีโครงสร้างเจริญเติบโตแข็งแรงมาทดแทนกิ่งเดิมและคาดการณ์จะสามารถให้ผลผลิตในปีต่อไปได้ ให้ตัดแต่งกิ่งโครงสร้างเก่าที่อยู่รอบนอกของโครงสร้างใหม่ออกมีความยาวใกล้เคียงกับการตัดแต่งกิ่งเปิดกลางทรงพุ่ม คัดเลือกกิ่งและตัดแต่งกิ่งแบบบาง 1-2 ครั้ง ช่วงแรกผลผลิตจะลดลงบ้างประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ แต่จะสามารถให้ผลผลิตได้เต็มที่ในปีที่ 3 หลังจากเริ่มตัดแต่งกิ่งอย่างหนัก

ภาพที่ 26 ลักษณะทรงพุ่มต้นมะม่วงก่อนการตัดแต่ง



ภาพที่ 27 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบเบา



ภาพที่ 28 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบปานกลาง

ภาพที่ 29 การตัดแต่งกิ่งมะม่วงแบบหนัก

10. ขั้นตอนการตั้งพุ่มที่ความสูงประมาณ 2 ฟุตแบบเปิดศูนย์กลาง

การตั้งพุ่มหรือการเริ่มจัดทรงพุ่มมะม่วงหลังจากปลูกประมาณ 2 ปี ทำได้โดยริ่มตัดยอดของต้มมะม่วงออกที่ความสูงประมาณ 2 ฟุต จากนั้นกิ่งมะม่วงจะเจริญหรือแตกกิ่งใหม่ออกทางด้านข้างและจัดทรงพุ่มให้โปร่ง และรักษาทรงพุ่มให้ได้ทรงเดิมในทุกปี

1) ตัดตายอดของต้นมะม่วงออกที่ความสูงประมาณ 2 ฟุต

2) เมื่อกิ่งเจริญได้ 3-4 นิ้ว เลือกกิ่งที่เจริญด้านข้างที่มีความอุดมสมบูรณ์ไว้ 2 กิ่ง ที่ทำมุมกว้างกับลำต้น

3) เมื่อกิ่งที่เลือกไว้อายุ 2 สัปดาห์ กิ่งจะยาวประมาณ 1 ฟุต มีสีเขียวใช้ไม้ยันให้กิ่งกางออก 60 องศา

4) เลือกกิ่งที่แตกช่วงที่ 2 ไว้จำนวน 3 กิ่งต่อกิ่งที่แตกช่วงแรก ทำมุมกิ่งประมาณ 45 องศา

5) เลือกกิ่งที่แตกช่วงที่ 3 ไว้จำนวน 3 กิ่งต่อกิ่งที่แตกช่วงที่ 2 ทำให้ได้จำนวนกิ่งรวมทั้งหมด 18 กิ่ง

6) เมื่อต้นเติบโตสูงประมาณ 1.5 เมตรเริ่มควบคุมความสูงต้น

7) หลังจากการตัดแต่งกิ่งตรงส่วนปลายกิ่งที่ถูกตัดออกจะมียอดมะม่วงแตกออกมาใหม่หลายยอดซึ่งต้องปลิดยอดออกให้เหลือ 1-2 ยอด เท่านั้น โดยพิจารณายอดที่มีความสมบูรณ์และทิศทางการเจริญไม่ไปซ้อนกับกิ่งอื่น

สรุป

มะม่วงสามารถขยายพันธุ์ได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เช่น การเพาะเมล็ด สามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว แต่ก่อให้เกิดกลายพันธุ์ จึงเหมาะสำหรับทำต้นตอ ปรับปรุงพันธุ์ หรือปลูกไว้กินเอง การทาบกิ่ง ต่อกิ่ง และเสียบกิ่ง เหมาะสำหรับการผลิตเพื่อการค้า โดยที่รากแก้วจะได้จากต้นตอพันธุ์ที่ต้านทานโรค และหาอาหารเก่งทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีจากการเพาะเมล็ด ในขณะกิ่งยอดหรือกิ่งทาบจะได้จากกิ่งพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับการปลูกเพื่อการค้า หรือขายต้นพันธุ์

การเลือกพื้นที่ปลูกควรเลือกพื้นที่ที่ไม่มีน้ำขัง หรือดินระบายน้ำได้ดี ระยะปลูกที่แนะนำ คือ 6x7 เมตร ทำให้มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ และผลผลิตต่อต้นสูง แต่เก็บเกี่ยวค่อนข้างลำบาก หากปลูกในระยะชิด คือ 5x4 หรือ 5x5 เมตร ทรงพุ่มจะมีขนาดเล็ก ต้องตัดแต่งกิ่งทุกปี การจัดการและการเก็บเกี่ยวง่าย ทั้งนี้ระยะปลูกควรคำนึงถึงการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรด้วย

การขุดหลุมปลูก ควรขุดหลุมขนาด 50x50x50 เซนติเมตร นำหน้าดินคลุกกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก แล้วนำไปรองก้นหลุม หลังจากปลูกเสร็จให้ทำหลักไม้ไผ่เพื่อกันลมพัด ระยะแรกควรให้น้ำบ่อย ๆ เพื่อไม่ให้ต้นกล้าขาดน้ำได้ และกำจัดวัชพืชรอบทรงพุ่มไม่ให้แย่งอาหารต้นมะม่วงได้ ในระยะมะม่วงยังไม่ให้ผลผลิต ต้องบำรุงต้นโดยให้ปุ๋ยและน้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปีจะทำให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตได้ไว เมื่อมีกิ่งแตกมาใหม่ให้ตัดแต่งกิ่งจัดโครงสร้างทรงพุ่มให้เหมาะสม และป้องกันกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาด ในระยะมะม่วงพร้อมสร้างตาดอกให้งดน้ำประมาณ 2 เดือน ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 0-52-34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ประมาณ 2-3 ครั้ง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อมะม่วงติดผลขนาดเล็กให้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ในระยะผลกำลังพัฒนาควรให้น้ำทุก ๆ สัปดาห์ และฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง

11. เอกสารอ้างอิง

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2552). *การวิจัยและพัฒนาคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออกของเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก*, รายงานฉบับสมบูรณ์. 120 หน้า.

สัญชัย พันธโชติ มณีวรรณ มาลากรอง เพียร จรรย์สืบศรี วัลลภ พงษ์ยืน และวิรัติ อำพันธุ์. (2527). *การเปรียบเทียบการใช้มะม่วงแก้วและมะม่วงสามปีเป็นต้นตอมะม่วงพันธุ์ดี*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. หน้า 136-148.

บทที่ 4
เทคโนโลยีการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก

การผลิตมะม่วงของประเทศไทยในแต่ละภาคให้ผลผลิตในช่วงเดือน ดังนี้ พื้นที่แถบภาคตะวันตกจะเริ่มทำ โดยให้เก็บผลได้ตั้งแต่เดือนกันยายน-พฤศจิกายน ภาคตะวันออก พฤศจิกายน-มีนาคม ส่วนภาคเหนือตอนล่าง มกราคม-กุมภาพันธ์ ภาคเหนือตอนบนคือช่วง พฤษภาคม-มิถุนายน เดือนที่ไม่ควรเลือกทำการผลิตนอกฤดูคือ ช่วงในฤดูการประมาณปลายมีนาคม-ปลายพฤษภาคม ช่วงนี้มะม่วงมีราคาถูกมาก แต่การผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกจะผลิตก่อนหรือล่าฤดู เนื่องจากสามารถผลิตได้คุณภาพดีและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี

1. ความหมายของมะม่วงนอกฤดู

มะม่วงนอกฤดู (off-season mango) คือ มะม่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้นอกเหนือไปจากช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม โดยผลผลิตจะออกก่อนหรือหลังขึ้นอยู่กับความต้องการและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิต โดยมีผลผลิตในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม-มีนาคม และสามารถแบ่งได้หลายกลุ่ม

2. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงนอกฤดูของประเทศไทย

(1) เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม ได้แก่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

(2) เดือนสิงหาคม-กันยายน ได้แก่ อ่างทอง สิงห์บุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี

(3) เดือนกันยายน-เมษายน ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี

(4) เดือนพฤศจิกายน-มิถุนายน ได้แก่ ฉะเชิงเทรา สระแก้ว

(5) เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ได้แก่ พิจิตร

(6) เดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ได้แก่ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก

(7) เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ได้แก่ สุโขทัย เชียงใหม่ เชียงราย

3. หลักการผลิตมะม่วงนอกฤดู

การผลิตมะม่วงนอกฤดู หรือการทำให้มีผลผลิตมะม่วงบริโภคนอกเหนือไปจากช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวปกติในฤดูกาลระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม สามารถทำได้ 4 วิธี คือ

3.1 การใช้พันธุ์ทะวาย (off-season cultivar)

เป็นพันธุ์ที่สามารถออกดอกติดผลได้ไม่จำกัดฤดูกาล โดยไม่ต้องอาศัยเทคนิคพิเศษใด ๆ เข้าช่วย (พีรเดช ทองอำไพ, 2547) จากการสำรวจ พบว่า ประเทศไทยมีจำนวนไม่น้อยกว่า 20 พันธุ์ (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ, 2544) แต่ละพันธุ์อาจมีระดับ “ลักษณะทะวาย” มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป แต่ที่ค่อนข้างเด่นชัด เช่น พันธุ์โชคอนันต์ ศรีสยาม สามฤดู อกร่องพิกุลทอง (กลุ่มพันธุ์มะม่วงเพื่อการรับประทานผลสุก) ศาลายา มันเดือนเก้า มันค่อม พิมเสนมันทะวาย (กลุ่มพันธุ์มะม่วงเพื่อการรับประทานผลดิบ) เป็นต้น แต่ปัญหาของพันธุ์ทะวายที่มีอยู่ในปัจจุบัน คือ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดส่งออก แต่ที่ได้มีการปรับใช้มา

อย่างยาวนาน คือ น้ำดอกไม้ ปกติเป็นเพียงมะม่วงพันธุ์เบาที่ออกดอกง่าย ต่อมาได้มีการคัดเลือกจนได้มะม่วงน้ำดอกไม้ (ทะวาย) เบอร์ 4 ซึ่งมีลักษณะทะวายมากที่สุด (ฉลองชัย แบบประเสริฐ, 2546) แต่ปัญหาที่พบส่วนใหญ่จากการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 คือ ไม่ได้รับความนิยมแม้ว่ารสชาติจะดีกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ผู้ส่งออกประสบปัญหาส่งมะม่วงทะวายเบอร์ 4 ไปขายในสาธารณรัฐประชาชนจีนและถูกส่งกลับหลายครั้ง ผิวไม่ทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ไม่ทนต่อเชื้อรา สีสันที่กว่าจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองทองเหมือนน้ำดอกไม้สีทองต้องใช้เวลาหลายวัน แต่ข้อดีของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เป็นมะม่วงพันธุ์เบา การปลูกรวมถึงการดูแลรักษา การเร่งการออกดอกติดผลจึงง่ายกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ในช่วงที่ขาดแคลนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 สามารถทดแทนได้เพราะเป็นช่วงนอกฤดูที่มีมะม่วงเข้าสู่ตลาดน้อยมาก (ชฏิล นิ่มนวล, 2554)

3.2 การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง

การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่งหรือที่ชาวสวนเรียกว่า “การฝากท้อง” บนต้นตอพันธุ์ทะวาย เป็นการนำพันธุ์การค้าที่ต้องการ เช่น น้ำดอกไม้สีทอง มาต่อกิ่งบนต้นตอพันธุ์ทะวาย เช่น โชคอนันต์ ก่อนการสร้างตาดอกประมาณ 1 เดือน (เฉลิมชัย ธำรงวงศ์วิทย์ และสุรกิจ วิศิษฐศรี, 2553)

การฝากท้องหรือการเปลี่ยนยอดมะม่วงเป็นเทคนิคหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตมะม่วง มีวิธีการทำไม่ยุ่งยาก ให้ผลผลิตมากและช่วยย่นระยะเวลาในการปลูก โดยเกิดจากการแก้ปัญหามะม่วงเขียวเสวยไม่มีตลาดส่งออก แต่พันธุ์ที่ได้รับความสนใจในการส่งออก คือ น้ำดอกไม้ จึงใช้เทคนิคการฝากยอดมะม่วง โดยการเริ่มฝากท้องมะม่วงจะไม่จำกัดอายุของต้นตอ แต่ควรปล่อยให้มะม่วงเริ่มมีผลปีแรกจึงจะสามารถทำการฝากท้องได้ หลังจากฝากท้องประมาณ 45 วัน เริ่มบังคับมะม่วงให้ออกดอก เมื่อราดสารบังคับจะเริ่มฝากท้อง ถ้าเป็นมะม่วงน้ำดอกไม้ 45 วัน จะทำการดึงช่อดอก มะม่วงน้ำดอกไม้จะออกดอกพร้อมกับมะม่วงต้นเดิม สามารถเลือกฝากท้องมะม่วงได้ตามที่เราต้องการ เพราะต้นตอ คือ ต้นที่หาอาหารมาเลี้ยงยอดที่นำไปฝาก ยอดที่นำไปฝาก คือ กิ่งที่ให้ผลผลิต โดยเลือกกิ่งที่สมบูรณ์ไม่ใหญ่หรือเล็ก ไม่แก่ไม่อ่อนเกินไป และอาศัยความชำนาญในการปาดกิ่งมะม่วง โดยแผลต้องเรียบไม่เป็นเส้น มีดที่ใช้ปาดต้องคม กิ่งต้องไม่เป็นกิ่งตาบอด จากนั้นกรีดตามยาวประมาณ 6 เซนติเมตร ตอนกดมีดต้องค่อย ๆ กรีดไม่ใช่กดจนเปลือกช้ำ พันเทปให้แน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ประมาณ 1 สัปดาห์ ยอดที่ฝากจะติดโดยจะเป็นสีเขียวไม่ดำ และประมาณ 22 วัน จะแทงยอดใหม่ ถ้าไม่แทงยอดใหม่ออกมาจะแทงช่อดอกมาเลย ข้อดีของการฝากท้อง คือ มะม่วงติดผลมาก โดยทำการฝากท้องเป็นจุดรอบ ๆ ลำต้น เพื่อให้ช่อดอกบานกระจายทั่วทรงพุ่มและทำให้เกิดการถ่ายละอองเรณูทั่วทั้งต้น

3.2.1 วิธีการชักนำให้มะม่วงออกนอกฤดูกาลโดยการเสียบกิ่ง

1) คัดเลือกต้นพันธุ์ที่ใช้ชักนำการออกดอกจะต้องเป็นพันธุ์ทะวายเท่านั้น (พันธุ์ที่ได้ผลดี คือ พันธุ์โชคอนันต์)

2) ช่วงเวลาในการเสียบกิ่ง ควรทำการเสียบกิ่งก่อนที่พันธุ์มะม่วงโชคอนันต์จะออกดอกประมาณ 1 เดือน โดยปกติมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์จะออกดอกนอกฤดูในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม ดังนั้นจึงทำการเสียบกิ่งในช่วงต้นเดือนมีนาคม

3) เลือกยอดพันธุ์ ยอดที่จะนำมาเสียบควรเป็นพันธุ์ที่ตลาดต้องการและจำหน่ายได้ราคาสูง เช่น พันธุ์น้ำดอกไม้ เขียวเสวย ฟ้าลั่น หนองแซง ฯลฯ

4) ตำแหน่งการเสียบ ควรเสียบที่โคนต้น เพราะจะทำให้มีการแทงช่อดอกได้ดีกว่าการเสียบในตำแหน่งอื่น

5) จำนวนยอดต่อต้น ปริมาณยอดที่จะเสียบต่อต้นจะมากน้อยขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น พันธุ์โชคอนันต์หรือเพชรบ้านลาดที่ใช้เป็นต้นตอ

6) เสียบกิ่งโดยใช้วิธีการเสียบข้าง เฉือนเปลือกกิ่งต้นตอเป็นแผลยาวประมาณ 1.5 นิ้ว (ภาพที่ 30 ก.) แล้วนำยอดพันธุ์ดีตัดใบออกให้หมด พร้อมกับเฉือนเป็นรูปปากฉลาม ความยาว 1.5 นิ้วเช่นกัน นำมาประกบกับรอยแผลต้นตอ (ภาพที่ 30 ข.) เสร็จแล้วพันพลาสติกให้แน่น

7) หลังจากที่เสียบยอดได้ประมาณ 20-25 วัน ยอดพันธุ์ดีจะเริ่มแตกตา ให้เปิดพลาสติกตรงบริเวณยอดพันธุ์ดี (ภาพที่ 30 ค.) ให้ยอดพันธุ์ดีเจริญเติบโตต่อไป (ภาพที่ 30 ง.)

ก. ข.

ค. ง.

ภาพที่ 30 ลักษณะของการเสียบกิ่งที่เจริญเติบโตและสามารถให้ผลผลิตได้แล้ว โดยการเสียบกิ่งมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองบนต้นมะม่วงแก้ว

3.2.2 ข้อเสนอแนะในการเพิ่มโอกาสการติดผล

1) ควรบำรุงรักษาต้นมะม่วงให้มีความสมบูรณ์อยู่เสมอ หรือต้องมีการให้น้ำและปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ

2) ยอดที่นำมาเสียบจะต้องเป็นยอดที่สมบูรณ์

3) ควรปลิดช่อดอกของต้นพันธุ์ทะวาย เพื่อลดการแย่งอาหาร

4) เมื่อมะม่วงมีการติดผลอ่อน ควรมีการฉีดพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ NAA เพื่อป้องกันผลร่วง เมื่อผลอ่อนมีอายุประมาณ 1 เดือน จากแนวทางการผลิตมะม่วงนอกฤดูกาลโดยการเสียบกิ่งจะเห็นได้ว่า ไม่ได้เป็นเรื่องที่ยากเพียงแต่ต้องรู้หลักการ เทคนิควิธีการ และมีต้นพันธุ์ จะสามารถผลิตมะม่วงนอกฤดูกาลพันธุ์ที่ต้องการได้ วิธีการนี้เป็นหนึ่งในอีกหลายวิธีที่ไม่ต้องลงทุนมาก แต่สามารถทำให้มะม่วงออกดอกและติดผลนอกฤดูโดยไม่ต้องใช้สารเคมี (สังวร สุขสามัคคี และพาวิน มะโนชัย, 2555)

3.3 การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator)

พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) จัดอยู่ในกลุ่มสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) ซึ่งไปยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินจนเกิดการสร้างตาดอกเกิดขึ้น ในประเทศไทยนำมาใช้ชักนำการออกดอกนอกฤดูกับมะม่วงพันธุ์ที่ออกดอกง่าย เช่น น้ำดอกไม้ เนื่องจากประสบความสำเร็จสูง อย่างไรก็ตาม การผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออกของประเทศไทยได้อาศัยวิธีนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา (Nartvaranant *et al.,* 2000)

การทำลายการพักตัวด้วยการฉีดพ่นโพแทสเซียมไนเทรต 2.5 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น 3 วัน ฉีดพ่นด้วยสารเอทีฟอน ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเดือนตุลาคมจะชักนำการออกดอกนอกฤดู

ของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้เร็วกว่าปกติ 10-14 วัน ทำให้เกิดจำนวนดอกมากกว่าต้นที่ไม่ใช้สารเป็น 2 เท่า แต่เอทีฟอนทำให้กิ่งมะม่วงที่มีสีเขียวเกิดยางไหล และใบในทรงพุ่มจะแห้งจากขอบใบ (Babpraserth *et al.,* 1986)

สารชักนำการออกดอกนอกฤดูในมะม่วง

การผลิตมะม่วงในปัจจุบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้หลักวิชาการต่าง ๆ เข้าช่วยเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของมะม่วงให้เป็นไปในทิศทางที่ต้องการ เรื่องการออกดอกติดผลของมะม่วงในอดีตเป็นปัญหาสำคัญซึ่งทำให้ผลผลิตของมะม่วงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร แต่ปัจจุบันนี้เราสามารถบังคับให้มะม่วงมีการออกดอกได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ การออกดอกของมะม่วงมีหลักการอยู่ว่าต้นมะม่วงต้องมีความสมบูรณ์และมีระดับฮอร์โมนภายในอย่างเหมาะสม ซึ่งในบรรดาฮอร์โมนทั้งหลายนั้น พบว่า จิบเบอเรลลิน (gibberellins) มีความสำคัญอย่างมากต่อการออกดอกของมะม่วง จิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่พืชสร้างขึ้นเอง และมีผลกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ จึงทำให้กิ่งก้านยืดยาวออก แต่ที่สำคัญ คือ จิบเบอเรลลินเป็นฮอร์โมนที่เร่งการเจริญเติบโตทางด้านกิ่ง ก้าน ใบ และยับยั้งการออกดอก ดังนั้นสภาพใดก็ตามที่ทำให้มีจิบเบอเรลลินภายในต้นมากเกินไปจะทำให้เกิดการเติบโตแต่ทางด้านกิ่งใบเพียงอย่างเดียว โดยไม่ออกดอก จะต้องควบคุมสภาพดินให้แห้ง หากต้นมะม่วงดูดไนโตรเจนไปใช้ได้น้อยหรือกระทบอากาศเย็นเป็นระยะเวลานานพอสมควรจะทำให้จิบเบอเรลลินลดน้อยลง ผลที่ตามมา คือ การเจริญทางด้านกิ่งใบหยุดชะงักลง และมีการสร้างดอกขึ้นมาแทน จากหลักการข้อนี้จึงอาจใช้เป็นหลักในการควบคุมการออกดอกของมะม่วงได้ โดยหาทางลดปริมาณจิบเบอเรลลินลง เพื่อให้มีโอกาสสร้างตาดอกได้มากขึ้น

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสารเคมีชนิดต่าง ๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย และในบรรดาสารเหล่านี้มีอยู่กลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจ คือ สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช (plant growth retardants) สารกลุ่มนี้มีสมบัติสามารถยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลินภายในต้นให้ลดน้อยลง และหยุดการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบได้ แต่จะพัฒนาดอกขึ้นมาแทน จากการทดลองใช้สารกลุ่มนี้หลายชนิดกับมะม่วง พบว่า มีสารชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งจิบเบอเรลลินในต้นมะม่วง คือ พาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) และพบว่าสารนี้บังคับให้มะม่วงออกดอกนอกฤดูได้ จากการทดลองของชยะ หัสดิเสวี และพีรเดช ทองอำไพ (2536) พบว่า การราดสารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 1 2 และ 4 กรัมต่อต้น ลงดินจะทำให้กิ่งชุดใหม่มีความยาวลดลงและมีการออกดอกเกิดขึ้นทุกต้นภายหลังจากกิ่งชุดนั้นแก่จัด แต่การใช้สารอัตรา 4 กรัมต่อต้น ทำให้ช่อดอกสั้นผิดปกติและเบียดแน่นเป็นกระจุก ส่วนการฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลทางใบให้ผลไม่แตกต่างจากชุดควบคุมโดยมีความยาวกิ่งลดลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีต้นใดออกดอก และจากการทดลองโดยคณาจารย์ของภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2547) โดยทดลองกับมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย ปรากฏว่าต้นมะม่วงที่ใช้สารพาโคลบิวทราโซลเริ่มแผ่ทรงพุ่มกว้างมากขึ้น ได้มีการทดสอบกับมะม่วงพันธุ์อื่น ๆ เช่น เขียวเสวย หนังกลางวัน เจ้าคุณทิพย์ ฟ้าลั่น ศาลายา หนองแซง อกร่อง ทองดำ ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน ต่อมาได้มีการนำ

สารพาโคลบิวทราโซลออกมาจำหน่ายแก่เกษตรกร โดยใช้ชื่อทางการค้าที่แตกต่างกัน เพื่อใช้บังคับการออกดอกของมะม่วงโดยเฉพาะ ซึ่งถ้าใช้อย่างไม่ถูกต้องอาจไม่ได้ผลตามสมบัติที่สารนั้นมีอยู่ และอาจเกิดผลเสียแก่ต้นพืชได้ (พีรเดช ทองอำไพ, 2554) สารชักนำการออกดอกที่ใช้ในการผลิตมะม่วงทั้งในฤดูและนอกฤดูถูกใช้อย่างกว้างขวางไปทั่วโลก คือ พาโคลบิวทราโซล แสดงบทบาทในทางตรงกันข้ามกับฮอร์โมนพืชจิบเบอเรลลิน หรือ GA_3 (gibberellins, GAs) ละลายน้ำได้ง่าย เคลื่อนย้ายได้ดีทางเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ เกลือแร่ หรือไซเล็ม (xylem) สารนี้ใช้ได้ผลดีและเป็นที่นิยมไม่เฉพาะกับการผลิตมะม่วงนอกฤดูเท่านั้น แต่ชาวสวนในประเทศไทยยังนำมาใช้กับการผลิตไม้ผลนอกฤดูชนิดอื่นอีกหลายชนิด เช่น มะนาว ทุเรียน และชมพู่ เป็นต้น

หลักการทำงานของสารพาโคลบิวทราโซล คือ ยับยั้งการสร้างฮอร์โมนพืช GA_3 ให้พืชหยุดการสร้างกิ่งใบใหม่ เพื่อสะสมอาหารไว้สร้างตาดอก แต่จะทำงานได้ดีต้องมีส่วนร่วมของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสำหรับการสร้างตาดอก เช่น ความชื้นในดินต่ำก่อนการออกดอก และปัจจัยภายในต้นพืช เช่น ต้นได้มีการสะสมอาหารไว้อย่างเพียงพอแล้ว เป็นต้น

การใช้สารพาโคลบิวทราโซลอาจทำได้หลายวิธี เช่น การราดลงดิน พ่นทางใบ และการให้สารผ่านทางรากของต้นตอกิ่งทาบต้นพันธุ์ดี แต่ที่ทำได้ง่าย ประหยัดต้นทุน รวดเร็ว และได้ผลดี คือ ผสมลงในน้ำประมาณ 5 ลิตร แล้วราดไปที่โคนต้น (soil drench) โดยตรง (พีรเดช ทองอำไพ, 2554) ในการราดสารพาโคลบิวทราโซลกับต้นมะม่วงไม่ได้ทำให้ต้นมะม่วงมีการสะสม Total non-structural carbohydrate (TNC) เพิ่มขึ้น แต่ทำให้การสะสม TNC เร็วขึ้น ดังนั้นการที่ต้นมะม่วงออกดอก อาจไม่ได้ขึ้นกับการสะสม TNC อย่างเดียว การให้น้ำตาลโมเลกุลขนาดเล็กประมาณ 6 และ 12 คาร์บอนอะตอม เช่น กลูโคส ฟรักโทส และซูโครส สามารถดูดซึมเข้าสู่ต้นมะม่วงทางใบได้ โดยฟรักโทสจะมีการดูดซึมดีที่สุด รองลงมา คือ ซูโครส และกลูโคส ตามลำดับ และการให้น้ำตาลจากภายนอกจะทำให้ TNC ภายในเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะฟรักโทส

4. ปัจจัยที่ควบคุมการออกดอกติดผลของมะม่วง

4.1 การชักนำการออกดอก

การออกดอกของมะม่วงเป็นการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะการเจริญทางกิ่งและใบเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ ปัจจุบันวิธีการชักนำให้มะม่วงออกดอกสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบหลัก ๆ ดังนี้

4.1.1 การชักนำให้ออกดอกในฤดู

ส่วนใหญ่เป็นการปล่อยตามธรรมชาติในการชักนำให้ออกดอกตามฤดูกาลปกติ ในช่วงธันวาคม-มกราคมของทุกปี

4.1.2 การชักนำให้ออกดอกนอกฤดู

การชักนำให้ออกดอกนอกฤดูเป็นการชักนำให้ออกดอกเร็วขึ้นกว่าฤดูกาลปกติ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาผลผลิตที่ออกมามากพร้อมกันทำให้ผลผลิตมีราคาต่ำ การชักนำโดยวิธีการนี้ถ้าสามารถชักนำให้ออกดอกได้ และติดผลได้ดีเป็นการชักนำให้ออกดอกในช่วงที่ไม่ใช่ช่วงผลผลิตของมะม่วงปกติ หรือเป็นการบังคับให้สามารถเก็บผลผลิตได้ตามเทศกาลที่สำคัญ เช่น ปีใหม่ หรือตรุษจีน เป็นต้น การชักนำด้วยวิธีนี้จะต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์มากพอสมควร ตลอดจนการดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด เนื่องจากช่วงการออกดอกและเริ่มติดผลขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ เช่น ในกรณีของอำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ไม่สามารถดึงดอกในช่วงเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมได้ เนื่องจากมีฝนตกหนักมักประสบปัญหาการออกดอกน้อย ในขณะที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา สามารถดึงดอกได้ในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจากมีฝนตกน้อยและมีอากาศเย็น (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

4.1.3 การชักนำให้ออกดอกหลังฤดู

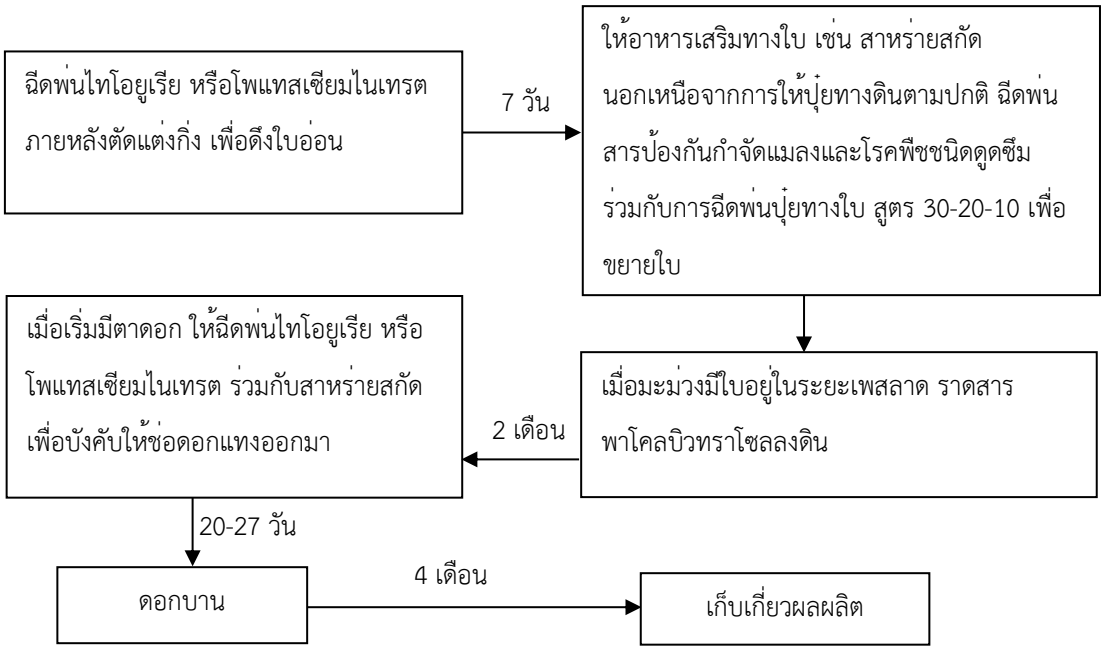
วิธีการนี้เป็นอีกแนวความคิดหนึ่งที่เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงไม่ต้องการให้มะม่วงออกดอกในฤดู เพราะจะทำให้ผลผลิตมีราคาต่ำ โดยบังคับให้มะม่วงไม่ออกดอกในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคมแต่เลื่อนออกดอกในช่วงเดือนมีนาคมแทน ซึ่งจะขายผลผลิตได้ในราคาที่สูงกว่า

การตัดแต่งกิ่งในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน ทำให้มะม่วงออกดอกตามปกติในเดือนธันวาคม ต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งในเดือนตุลาคมสามารถเลื่อนการออกดอกไปเป็นเดือนกุมภาพันธ์ การตัดแต่งกิ่งในเดือนที่ต่างกันจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกและการติดผลแตกต่างกัน มะม่วงที่ออกดอกในเดือนพฤศจิกายนจะมีเปอร์เซ็นต์การติดผลต่อต้นสูงที่สุด และสามารถเก็บเกี่ยวล่าฤดูในเดือนเมษายน (ศรัญญา ใจพะยัก และธวัชชัย รัตน์ชเลศ, 2547)

นอกจากการตัดแต่งกิ่งแล้ว การฉีดพ่นสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 1,000 ppm บนดอกในระยะเดือยไก่ร่วมกับการใช้สาร GA_3 ความเข้มข้น 50 ppm กับผลอายุ 85 วันหลังดอกบาน ทำให้มะม่วงแก้วสามารถเก็บเกี่ยวล่าฤดูได้ (เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2548) หากความชื้นในดินสูงในช่วงนอกฤดูจะทำให้ค่าพลังงานศักย์ของน้ำในใบสูงกว่า -0.04 MPa ทำให้ต้นมะม่วงที่ได้รับไนโตรเจนกับต้นที่ไม่ได้รับไนโตรเจน จะไม่พบความแตกต่างของปริมาณ total carbohydrate (TN) total non-structural carbohydrate (TNC) และ carbon to nitrogen ratio (C/N ratio) ส่งผลให้จำนวนตายอดที่พักตัว จำนวนช่อดอก จำนวนช่อใบและดอก และจำนวนยอดใหม่ที่มีเฉพาะใบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับไนโตรเจนกับต้นที่ไม่ได้รับไนโตรเจนก่อนการออกดอก ตายอดจะผลิใบอ่อนพัฒนาเป็นยอดใหม่มากกว่าการเกิดเป็นช่อดอกลักษณะต่าง ๆ หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ฤดูกาลออกดอกในเดือนธันวาคม ตายอดของยอดใหม่ชุดนี้สามารถพัฒนาเป็นช่อดอกได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (สุรพล ฐิติธนากุ และคณะ, 2548)

4.2 ขั้นตอนการบังคับการออกดอกในมะม่วง

วิธีการชักนำให้มะม่วงออกดอก สามารถดำเนินการตั้งแต่ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ระยะเวลาในการปฏิบัติแต่ละขั้นตอนอาจจะมีความแตกต่างกันบ้างตามสภาพภูมิอากาศและพื้นที่ปลูก



ภาพที่ 31 ขั้นตอนการบังคับออกดอกนอกฤดูของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง *(พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)*

การบังคับการออกดอกในมะม่วง จะเริ่มทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จ โดยเริ่มจากการตัดแต่งกิ่ง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

4.2.1 การตัดแต่งกิ่งแบบหนัก

วิธีนี้เหมาะสำหรับมะม่วงที่มีอายุมาก มีขนาดใหญ่ ออกดอกและติดผลน้อย และการเก็บเกี่ยวทำได้ลำบาก การตัดแต่งทำได้โดยตัดกิ่งขนาดใหญ่ออกจนหมด หรือตัดกิ่งให้เหลือความสูงจากพื้นดินประมาณ 2.5-3.0 เมตร การตัดแต่งแบบนี้อาจทำให้มะม่วงไม่สามารถออกดอกเป็นเวลาหลายปี ทั้งนี้อาจดำเนินการแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยเหลือกิ่งไว้สำหรับสังเคราะห์แสงเพื่อเป็นแหล่งสร้างอาหารเลี้ยงลำต้นบ้าง จากนั้นจึงดำเนินการตัดแต่งกิ่งที่เหลือในปีถัดไป หากตัดแต่งกิ่งทั้งหมดในเวลาเดียวกันอาจเกิดปัญหาการขาดแหล่งสร้างอาหารที่เพียงพอ และปัญหาแดดเผาต้นมะม่วงที่มีทรงพุ่มโปร่งมากเกินไป

4.2.2 การตัดแต่งกิ่งแบบค่อนข้างหนัก

วิธีการนี้ใช้กับมะม่วงที่มีการแผ่ของใบชิดติดกันมาก เป็นการตัดแต่งเฉพาะกิ่งเท่านั้น โดยจะตัดเข้าไปประมาณ 3-4 ชั้นใบ การตัดแต่งแบบนี้อาจมีผลทำให้มะม่วงไม่ออกดอกเฉพาะในปีนั้นได้

4.2.3 การตัดแต่งกิ่งแบบปกติ

การตัดแต่งแบบนี้เป็นการตัดแต่งตามปกติภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ การตัดกิ่งเข้ามา 1-2 ชั้นใบ ตัดกิ่งที่เป็นโรคและกิ่งกระโดงออก การตัดแต่งกิ่งแบบนี้ยังคงทำให้มะม่วงสามารถออกดอกได้ตามปกติ โดยส่วนมากพบว่าเทคนิคการตัดแต่งกิ่งจะตัดแบบทรงฝาชีหงายหรือทรงแจกันปากเปิด เพื่อให้แสงส่องผ่านเข้าไปในทรงพุ่มได้ดี เมื่อตัดแต่งกิ่งเสร็จให้ฉีดพ่นด้วยไทโอยูเรียหรือโพแทสเซียมไนเทรต เพื่อกระตุ้นให้มะม่วงสามารถแตกใบอ่อนได้ในเวลาที่พร้อมและใกล้เคียงกัน เมื่อมะม่วงแตกใบอ่อนขึ้นมาจะต้องรักษาใบอ่อนที่แตกมานี้ให้มีสภาพที่สมบูรณ์จนกระทั่งใบแก่ เนื่องจากใบเป็นแหล่งหาอาหารที่สำคัญให้กับต้น เมื่อใบชุดที่แตกขึ้นมาอยู่ในระยะเพสลาด สามารถราดสารพาโคลบิวทราโซลเพื่อชักนำให้มะม่วงออกดอกได้ แต่ควรพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของต้นด้วย เนื่องจากต้นที่มีการติดผลมากในปีที่ผ่านมา เมื่อต้นมะม่วงแตกใบใหม่เพียงชุดเดียว และทำการชักนำให้ออกดอกอาจมีผลทำให้ต้นมะม่วงโทรมเร็วขึ้น โดยทั่วไปต้นมะม่วงที่เข้าสู่ระยะพักตัวจะสังเกตได้โดยมะม่วงจะมีใบแก่และอยู่คงสภาพเดิม จะไม่มีการแทงยอดใหม่ขึ้นมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะแตกใบใหม่ขึ้นมา ดังนั้นในช่วงนี้สามารถกระตุ้นให้มะม่วงแทงยอดขึ้นใหม่ต่อได้ทันที โดยการฉีดพ่นด้วยไทโอยูเรียหรือโพแทสเซียมไนเทรต และจะต้องมีการดูแลที่ดีจนกระทั่งใบมะม่วงเข้าสู่ระยะเพสลาด จึงราดสารพาโคลบิวทราโซลเพื่อบังคับการออกดอก ขั้นตอนการราดสารพาโคลบิวทราโซล นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการชักนำการออกดอกของมะม่วง เนื่องจากสารตัวนี้มีผลในการสร้างตาดอกในมะม่วง ในการราดสารนี้บางครั้งพบว่าไม่ประสบความสำเร็จ โดยมีสาเหตุ ดังนี้

ก. ระยะเวลาการราดสารไม่เหมาะสม

ตาดอกในมะม่วงเกิดที่บริเวณปลายยอดซึ่งเป็นที่เกิดของตาใบด้วย สารพาโคลบิวทราโซลมีผลในการสร้างตาดอกในมะม่วง ดังนั้นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้มะม่วงเกิดตาดอกได้มากที่สุด คือ เวลาให้สารนี้ใบพืชต้องอยู่ในช่วงระยะเพสลาด เนื่องจากในช่วงนี้ตายอดของใบระยะเพสลาดยังไม่มีการสร้างตาใบ แต่ถ้ารอให้ใบมีอายุมากขึ้น ตายอดอาจเปลี่ยนเป็นตาใบแล้ว ทำให้สารนี้ไม่มีผลในการเปลี่ยนตาใบให้เป็นตาดอกได้ดีเท่าที่ควร สำหรับการผลิตมะม่วงนอกฤดูหรือก่อนฤดูนั้น จะต้องฉีดพ่นไทโอยูเรียหรือโพแทสเซียมไนเทรตตามภายหลังราดสารพาโคลบิวทราโซล 2-2.5 เดือน ถ้าฉีดพ่นไทโอยูเรียหรือโพแทสเซียมไนเทรตเร็วกว่านี้ ต้องระวังช่อดอกที่แทงขึ้นมาอาจมีลักษณะช่อดอกปนใบ ซึ่งจะเป็นช่อดอกที่ไม่สมบูรณ์และทำให้มีผลผลิตที่ต่ำ

ข. สภาพดินฟ้าอากาศและช่วงเวลาการให้สาร

การให้สารพาโคลบิวทราโซลวิธีที่ดีที่สุด คือ การให้สารราดลงดิน ดังนั้น ดินจะต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสม ถ้าดินแห้งเกินไปการให้สารอาจไม่ได้ผล เพราะเมื่อให้สารแล้วพืชไม่สามารถดูดซึมได้ หรือการให้สารเพื่อผลิตมะม่วงนอกฤดูซึ่งจำเป็นต้องให้สารในฤดูอย่างระมัดระวัง เนื่องจากในสภาพที่ดินชื้นแฉะหรือเปียกมากไป ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดนำไปใช้เพื่อการเติบโตโดยเฉพาะเพื่อสร้างตาใบ ปัญหาที่ต้องคำนึงสำหรับการผลิตมะม่วงนอกฤดู คือ ภายหลังการให้สารพาโคลบิวทราโซลถ้ามีฝนตกหนักจะทำให้เกิดใบอ่อนและมีการติดผลน้อย การแก้ปัญหาที่ค่อนข้างได้ผล คือ การใช้เอทีฟอนร่วมกับปุ๋ยสูตรตัวกลางและตัวหลังสูง โดยให้เอทีฟอนความเข้มข้น 10-20 ppm (หากเป็นสารเอทีฟอนที่มีเนื้อสาร 39.5 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 0.5-1.0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) ฉีดพ่นให้ทั่วต้นเพื่อช่วยให้มีดอกสมบูรณ์เพศมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มโอกาสในการติดผลได้มากขึ้นด้วย

ค. ปริมาณการใช้สารพาโคลบิวทราโซล

การบังคับการออกดอกนอกฤดูหรือก่อนฤดู ควรให้สารพาโคลบิวทราโซลอัตรา 10 กรัมของสารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อขนาดของทรงพุ่ม 1 เมตร หากต้นมะม่วงมีอายุมากขึ้นอาจใช้ปริมาณสารเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่ควรมากเกินความจำเป็น การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการผลิตนอกฤดูที่มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์ ควรต้องใช้สารในปริมาณ 10 กรัม แต่ถ้าใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานสารนี้จะคงสภาพอยู่ในต้นพืชและตกค้างอยู่ในดินได้เป็นระยะเวลาหลายปี ระบบรากพืชจะชะงักการเจริญเติบโต รวมทั้งไม่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ ทำให้ลำต้นแคระแกนและไม่มีการออกดอกในที่สุด การตกค้างระยะยาวของสารจะก่อปัญหากับการปลูกพืชซึ่งอาจจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดีในระยะยาว ดังนั้นการให้สารดังกล่าวควรใช้ในปริมาณน้อยเพื่อป้องกันต้นโทรม

4.3 การติดผล

การปฏิบัติดูแลรักษาตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งมีปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

4.3.1 เพศดอก

ปัจจัยที่มีผลต่อการติดผล คือ ดอกเพศเมียและดอกกะเทย ดอกกะเทยเท่านั้นที่มีโอกาสพัฒนาไปเป็นผลได้ อย่างไรก็ตาม ดอกเพศผู้ยังมีความสำคัญในแง่เป็นแหล่งให้ละอองเกสรเพศผู้เพื่อใช้ในการผสมเกสร ในมะม่วง 1 ช่อ จะพบดอกเพศผู้และดอกกะเทยแยกดอกกันอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกกะเทยเท่านั้นที่มีโอกาสจะพัฒนาต่อไปเป็นผล โดยทั่วไปสัดส่วนดอกเพศผู้ต่อดอกกะเทยจะอยู่ที่ 3 ต่อ 1 หมายความว่าถ้าใน 1 ช่อมีดอกทั้งหมด 400 ดอก จะเป็นดอกเพศผู้ 300 ดอก และดอกกะเทย 100 ดอก ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเกิดดอกกะเทยในมะม่วงมาก เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการควบคุมการออกดอกได้พัฒนาไปมาก ทำให้สามารถบังคับมะม่วงออกดอกในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ ถ้ามะม่วงออกดอกในช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง หรือในระหว่างกระบวนการสร้างตาดอกและการพัฒนาของ

ดอก (ประมาณ 45 วัน หลังการราดสารกระตุ้นการออกดอกด้วยสารพาโคลบิวทราโซล) หากมีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดดอกเพศผู้มากกว่าดอกกะเทย นอกจากนี้การชักนำให้มะม่วงออกดอกในฤดูฝนจำเป็นต้องชักนำให้มะม่วงมีดอกกะเทยเพิ่มมากขึ้น หากในสภาพพื้นที่ดังกล่าวดินค่อนข้างเปียก ธาตุไนโตรเจนจะละลายในดินมากขึ้น ทำให้ต้นมะม่วงมีการสร้างฮอร์โมนจิบเบอเรลลินเพิ่มสูงขึ้น ดอกที่ออกมาจึงมีแนวโน้มเป็นดอกเพศผู้มากขึ้น ดังนั้น จึงต้องใช้วิธีการชักนำให้มะม่วงออกดอกแล้วมีดอกกะเทยมากขึ้น โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การใช้เอทีฟอนที่มีความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร (คำนวณจากสารบริสุทธิ์) ฉีดพ่นให้กับมะม่วงในระยะที่มะม่วงเพิ่งเริ่มแทงช่อดอก จะทำให้สามารถเกิดดอกกะเทยได้มากขึ้น

ภาพที่ 32 ลักษณะช่อดอกมะม่วงและดอกกระเทย หรือ ดอกสมบูรณ์เพศ

4.3.2 การพัฒนาของดอก

การพัฒนาของดอกและอวัยวะต่าง ๆ ของดอกที่เกี่ยวข้องกับการติดผล โดยเฉพาะเกสรตัวผู้และรังไข่ ฮอร์โมนพืช 3 กลุ่ม คือ ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโทไคนิน เป็นฮอร์โมนพืชที่มีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตได้ โดยออกซินจะเพิ่มการขยายขนาดทางด้านข้าง จิบเบอเรลลินช่วยขยายขนาดทางด้านยาว และไซโทไคนินช่วยในการแบ่งเซลล์ การใช้ฮอร์โมนบางตัวในความเข้มข้นที่สูงจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะจิบเบอเรลลิน ถ้าใช้ในความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ดอกพัฒนาไปเป็นดอกเพศผู้หรือรังไข่ฝ่อได้ นอกจากนี้การใช้สารจำพวกน้ำตาลหรือกรดแอมิโนบางชนิดสามารถทำให้ตาดอกพัฒนาไปเป็นดอกที่มีอวัยวะต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น การฉีดพ่นสาหร่ายสกัดในระยะที่มะม่วงเริ่มสร้างตาดอก มีผลทำให้ดอกสามารถพัฒนาเป็นดอกที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สมบูรณ์ได้ เนื่องจากในสาหร่ายสกัด

ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโทไคนิน กรดแอมิโน และน้ำตาล

4.3.3 การแตกของอับละอองเรณู

บนยอดเกสรตัวผู้จะมีลักษณะเป็นกระเปาะเรียกว่า “อับละอองเรณู” ซึ่งภายในมีละอองเรณูตัวผู้อยู่ เมื่ออับละอองเรณูแตกจะปลดปล่อยละอองเรณู การแตกของอับละอองเรณูสังเกตได้จากยอดเกสรตัวผู้ อับละอองเรณูที่ยังไม่แตกจะมีสีม่วงเข้ม ส่วนอับละอองเรณูที่แตกแล้วจะมีลักษณะเป็นขุยและมีสีดำ

ความสามารถในการแตกของอับละอองเรณูจะขึ้นกับความชื้นในอากาศ และพบว่าแต่ละพันธุ์จะมีความสามารถในการแตกของอับละอองเรณูไม่เท่ากัน โดยทั่วไปดอกมะม่วงจะบานในช่วงเช้าถึงกลางวัน จากการศึกษาการแตกของอับละอองเรณูมะม่วง 3 พันธุ์ คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โชคอนันต์ และเขียวเสวย ในช่วงประมาณ 08.00-10.00 น. ความชื้นในอากาศอยู่ในช่วง 60-90 เปอร์เซ็นต์ และลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งเวลา 10.00 น. มีความชื้นในอากาศประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์จะเหมาะสมต่อการแตกของอับละอองเรณู

4.3.4 ความมีชีวิตของละอองเรณู

เมื่ออับละอองเรณูแตกและปลดปล่อยละอองเรณู สามารถตรวจดูความมีชีวิตได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ความมีชีวิตของละอองเรณูขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยพบว่าถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า 40 องศาเซลเซียส ละอองเรณูมักจะตาย ดังนั้นในไม้ผลทั่วไป การออกดอกและการพัฒนาของช่อดอก จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15-35 องศาเซลเซียส เพื่อให้ละอองเรณูส่วนมากยังคงมีชีวิตอยู่

4.3.5 ความสามารถในการถ่ายละอองเรณู

ภายหลังจากละอองเรณูได้ถูกปลดปล่อยจากอับละอองเรณูจะปลิวมาตกบนยอดของเกสรตัวเมีย เรียกกระบวนการนี้ว่า “การถ่ายละอองเรณู” หากมีลมและแมลงมาช่วยจะเกิดการถ่ายละอองเรณูได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าในช่วงที่มะม่วงออกดอก เกษตรกรบางรายมีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงจำพวกเพลี้ยไฟ แต่การติดผลยังคงสามารถเกิดได้ดี แสดงว่าลมมีผลต่อการถ่ายละอองเรณูเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลยืนยันในเรื่องนี้ สำหรับในช่วงอากาศเย็นกิจกรรมของแมลงจะเกิดน้อยลง อาจส่งผลต่อพืชที่ต้องการแมลงช่วยในการถ่ายละอองเรณูทำให้การผสมติดน้อย ดังนั้นจึงควรใช้วิธีอื่นร่วมด้วย เช่น การใช้เศษปลามาแขวนไว้ที่ทรงพุ่มเพื่อล่อให้แมลงวันมาช่วยผสมเกสร

4.3.6 ความสามารถในการงอกของละอองเรณูบนยอดเกสรตัวเมีย

เมื่อละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย จะเกิดการงอกของหลอดละอองเรณูเพื่อนำสเปิร์ม (sperm) ลงไปผสมกับไข่ (egg) แล้วพัฒนาไปเป็นผล (fruit) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่าภายหลัง

ดอกบานต้องใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง (2 วัน) จึงจะพบการงอกของละอองเรณูไปยังรังไข่ ดังนั้น ในช่วงระยะเวลาที่ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย สภาพแวดล้อมจะมีบทบาทสำคัญมากต่อการงอกของละอองเรณู หากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้ยอดเกสรตัวเมียแห้งและละอองเรณูจะแห้งตายในที่สุด แต่ถ้ามีฝนตกชุก เช่น ในฤดูฝนสารละลายของเหลวที่อยู่บนยอดเกสรตัวเมียมีความเข้มข้นต่ำลงและมีฝนตก จะทำให้ละอองเรณูที่ตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย เกิดการชะล้างออกจากยอดเกสรตัวเมียก่อนการงอกหลอกละออกเรณูลงไปผสมกับไข่ในรังไข่ ดังนั้น มะม่วงที่ชักนำให้ออกดอกในฤดูฝนการติดผลจะเกิดได้ไม่ดี

นอกจากนี้ธาตุอาหารพืช 2 ชนิด ได้แก่ แคลเซียม และโบรอน มีบทบาทที่สำคัญต่อการงอกของละอองเรณูพืช เนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่ส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและการใช้ออกซิเจนในการหายใจ โดยทั่วไปภายหลังจากการออกดอกของมะม่วง ช่อดอกจะพัฒนาจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 14 วัน ดังนั้น จึงพบว่าธาตุแคลเซียมและโบรอนเป็นธาตุที่มีผลต่อการงอกของละอองเรณู ถ้าการเคลื่อนที่ของแคลเซียมและโบรอนจากดินไปยังช่อดอกไม่ทันจะทำให้ช่อดอกในระยะดอกบานขาดธาตุแคลเซียมและโบรอน การฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนจึงมีความสำคัญต่อการงอกของละอองเรณู การให้ธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้ควรให้ในช่วงที่มะม่วงแทงช่อดอกแล้ว แต่มีความยาวไม่เกิน 5 เซนติเมตร ถ้าให้พ้นช่วงนี้ไปอาจไม่มีผลต่อการงอกของละอองเรณู เนื่องจากธาตุอาหารนี้ต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปยังละอองเรณู

4.3.7 ความเข้ากันไม่ได้ระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย

ในมะม่วงบางพันธุ์ เช่น เขียวเสวย หากขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด มักพบว่าการติดผลจะเกิดได้น้อย สาเหตุเกิดจากลักษณะทางพันธุกรรมของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่ได้จากการเพาะเมล็ดนั้น เกิดการแสดงออกของยีนด้อยอย่างเด่นชัดทำให้ละอองเรณูไม่แข็งแรงพอที่จะงอกหลอดเรณูไปยังรังไข่ได้ จึงทำให้ติดผลน้อย หากพบว่ามะม่วงพันธุ์เสวยติดผลน้อยสามารถแก้ไขได้โดยปลูกมะม่วงพันธุ์อื่นที่มีความสามารถในการปลดปล่อยละอองเรณูได้ดี เป็นต้นให้ละอองเรณูและชักนำให้มะม่วงทั้งสองพันธุ์ออกดอกพร้อมกัน

4.3.8 อาหารสะสมในต้น

ในระหว่างที่ไม้ผลออกดอก พืชจะมีการใช้พลังงานมากในการเปลี่ยนจากการเจริญทางกิ่งใบมาเป็นการสร้างตาดอก พลังงานดังกล่าวได้จากอาหารสะสมของต้น และเมื่อมะม่วงแทงช่อดอกสามารถสังเกตสีของช่อดอกเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของต้นได้ โดยต้นมะม่วงที่มีความอุดมสมบูรณ์จะมีช่อดอกสีแดงเข้ม แต่ถ้ามีอาหารสะสมน้อยช่อดอกจะมีสีเหลืองซีด ภายหลังจากที่เกิดการถ่าย ละอองเรณู

และเกิดการปฏิสนธิจะพัฒนาเข้าสู่ช่วงการติดผล ในมะม่วงพบว่าผลที่ผ่านการปฏิสนธิเท่านั้นจะพัฒนาไปเป็นผลจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ ส่วนผลที่ไม่ผ่านการปฏิสนธิจะพัฒนาได้ระยะหนึ่งแล้วผลจะร่วงไป ซึ่งสามารถสังเกตได้จากผลเหล่านี้จะมีลักษณะอกเป็นร่อง เมื่อผ่าดูจะไม่พบเมล็ด ชาวสวนมักเรียกผลเหล่านี้ว่า “ผลกะเทย” แต่อย่างไรก็ตามพบว่าผลปกติสามารถเกิดการร่วงได้เช่นกัน โดยเฉพาะต้นที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีการแย่งอาหารระหว่างผลซึ่งกันและกัน มีการทดลองโดยการปลิดช่อดอกออกประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของช่อดอกทั้งหมด พบว่า ช่อดอกที่เหลือจะสามารถติดผลได้ดีขึ้น เนื่องจากการที่มะม่วงออกดอกมากจะต้องใช้อาหารสะสมเพื่อการพัฒนาของช่อดอกทำให้เกิดการแย่งอาหารซึ่งกันและกัน ดังนั้นการใช้อาหารเสริมจำพวกน้ำตาลให้กับผลภายหลังการติดผลใหม่ ๆ ทำให้ลดการหลุดร่วงของมะม่วงได้ ซึ่งมีเกษตรกรบางรายได้ทดลองปฏิบัติและได้ผลดีในการพัฒนาขนาดของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ในการผลิตมะม่วงนอกฤดูสิ่งที่สำคัญ คือ การบำรุงตาดอกและเปิดตาดอก โดยมีการให้ปุ๋ยทางดินสูตร 8-24-24 อัตรา 0.5-1 กิโลกรัมต่อต้น หรือฉีดพ่นปุ๋ยสูตร 0-52-34 อัตรา 1 กิโลกรัม ร่วมกับ 7-16-34 อัตรา 300 กรัม และน้ำตาลทางด่วน 100-200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ในช่วงที่เปิดตาดอกพบว่าตายอดมีลักษณะปรากฏนูนขึ้นมา และกลุ่มใบที่ปลายสุดมียอดลู่ลง แผ่นใบนุ่มเหนียว ถ้ากำใบมะม่วงด้วยมือแล้วคลายมือออกใบจะไม่ฉีกขาด แต่ถ้ากำแล้วคลายมือออกแล้วใบฉีกขาดแสดงว่าใบชุดนั้นแก่เกินไป เป็นระยะไม่เหมาะสมแล้วต้องรอใบชุดใหม่ ในการดึงดอกจะใช้สารไทโอยูเรียอัตรา 300-500 กรัม ร่วมกับโพแทสเซียมไนเทรต 3 กิโลกรัม และสาหร่ายสกัด 100-200 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร ฉีดพ่น 2-3 ครั้ง ทุก ๆ 5 วัน

การฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนให้แก่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองสามารถช่วยในการติดผลและพัฒนาการของผลมะม่วงให้เจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอน (Ca-B) ให้กับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อายุประมาณ 7 ปี ความเข้มข้นของแคลเซียมและโบรอนเท่ากับ 22.5 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อัตรา 800 มิลลิลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร โดยฉีดพ่นบนช่อดอก จำนวน 3 ครั้ง (ระยะเดือยไก่ รวงข้าว และดอกบาน) ทำให้จำนวนดอกต่อช่อ จำนวนผลต่อช่อ ความกว้างและความยาวของช่อดอกที่ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนมีมากกว่าการไม่ฉีดพ่น นอกจากนี้ยังพบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนสามารถลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาภายในผลเมื่อผลสุกและมีคุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ความแน่นเนื้อ สีเปลือกและเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าการไม่ฉีดพ่น (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

การใช้ Ca-B และน้ำตาลซอร์บิทอลช่วยให้การติดผลในช่วงแรกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพิ่มขึ้น โดยช่วยเพิ่มระดับแคลเซียมในเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงที่ช่อดอกกำลังยืดตัว และยังเพิ่มปริมาณ TNC ในส่วนของเนื้อเยื่อต่าง ๆ แต่ Ca-B ไม่มีผลต่อการงอกของหลอดละอองเรณู ในขณะที่การใช้ Ca-B ร่วมกับ Gibberellic acid มีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณการติดผลของมะม่วงมากกว่าการใช้ Ca-B เพียงอย่างเดียว นฤมล บัณฑิตทัศนานนท์ (2546) ได้ทำการศึกษาการฉีดพ่นสารละลาย Ca-B ในรูปสาร

การค้า (Ca ความเข้มข้น 50 ppm และ B ความเข้มข้น 6 ppm) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งผลมะม่วงมีอายุ 8 สัปดาห์ (หลังดอกบานเต็มที่) รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง เปรียบเทียบกับการไม่ให้สาร โดยมีปริมาณ Ca-B ในดินของพื้นที่ทดลองอยู่ในระดับที่พอเพียง พบว่า การฉีดพ่นสารดังกล่าวทำให้มีเปอร์เซ็นต์ช่อดอกที่ติดผลและจำนวนผลต่อช่อที่ระยะ 8 สัปดาห์หลังดอกบานเต็มที่ สูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3.9 การให้น้ำ

สำหรับมะม่วงที่กำลังติดผลอาจมีการให้น้ำบางระยะเท่านั้น ช่วงที่มะม่วงต้องการน้ำมากที่สุด มี 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางกิ่งและใบ และช่วงระยะติดผลอ่อน ในระยะดอกกำลังบานควรงดรดน้ำไปชั่วระยะหนึ่งจนกว่าดอกจะบานทั่วทั้งต้นและผสมเกสรสำเร็จแล้วจึงค่อย ๆ ให้น้ำทีละน้อย การปลูกมะม่วงควรให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (บรรจง จงพิทักษ์พงศ์, 2554)

5. ขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อผลิตมะม่วงนอกฤดู

5.1 การตัดแต่งกิ่ง

การเตรียมความพร้อมในการผลิตมะม่วง เริ่มจากตัดแต่งกิ่งที่ไม่ต้องการออก เช่น กิ่งที่บิดงอหรือเบียดกัน กิ่งน้ำค้าง กิ่งที่ทำมุมแคบ กิ่งที่ถูกโรคหรือแมลงทำลาย และกิ่งที่อยู่ในทรงพุ่มที่ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ เป็นต้น โดยตัดแต่งให้มีแสงส่องผ่านได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ การตัดแต่งกิ่งให้โปร่งจะทำให้แสงแดดส่องได้ทั่วถึง ช่วยลดการระบาดของโรคและแมลงได้ โดยทั่วไปจะตัดแต่งกิ่งหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน ปกติชาวสวนมะม่วงจะมีทีมงานตัดแต่งกิ่งโดยเฉพาะ ถ้าเป็นสวนขนาดเล็กจะตัดแต่งกิ่งพร้อมกันทั้งสวน หากเป็นสวนขนาดใหญ่จะแบ่งเป็นแปลงย่อยหลาย ๆ แปลง ภายหลังตัดแต่งกิ่งจะใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรณีฝนไม่ตกควรให้น้ำตาม) และฉีดพ่นโพแทสเซียมไนเทรต (13-0-46) อัตรา 1-3 กิโลกรัมต่อน้ำ 200 ลิตร หรือสารไทโอยูเรีย อัตรา 100-300 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร เพื่อให้แตกใบอ่อนพร้อมกันทั้งสวน

ภาพที่ 33 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการตัดแต่งเพื่อควบคุมความสูงของพุ่มไม่เกิน 2.5-3.0 เมตร

5.2 การใส่ปุ๋ยและการปรับปรุงดิน

ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตควรใส่ปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลวัวที่ผ่านการหมักแล้ว อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อต้น และใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-16-16 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น หรือตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยหลักการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยทำการแบ่งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินออกเป็น 3 ระดับคือ ค่าต่ำ ปานกลาง และสูง เช่น ในกรณีที่ดินมีสภาพเป็นกรดควรปรับปรุงดินด้วยปูนโดโลไมต์หรือปูนมาร์ล โดยเว้นระยะห่างจากวันใส่ปุ๋ยเคมีอย่างน้อย 15 วัน ระยะที่ผลมะม่วงมีอายุประมาณ 60-70 วัน หลังดอกบานให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 หรือ 0-0-50 ในอัตรา 0.5-1 กิโลกรัมต่อต้น เพื่อเพิ่มความหวานให้แก่ผลผลิต

5.3 การให้น้ำ

การให้น้ำสามารถเพิ่มคุณภาพผลผลิตมะม่วงให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยผลจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าหากช่วงที่ผลมะม่วงกำลังพัฒนามีสภาพแล้งควรให้น้ำผ่านระบบน้ำหยดหรือมินิสปริงเกอร์ ในบางพื้นที่ เช่น อำเภอเนินมะปราง และอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ที่มีฝนตกชุกในฤดูฝนและมีปริมาณน้ำใต้ดินสูงไม่จำเป็นต้องให้น้ำในระยะที่ผลกำลังพัฒนา สามารถทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีและลดการแพร่ระบาดของโรคแอนแทรกโนสได้

5.4 การบังคับให้ออกดอกนอกฤดู

การบังคับให้มะม่วงออกดอกนอกฤดูนิยมใช้สารพาโคลบิวทราโซลในอัตรา 1 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อขนาดทรงพุ่ม 1 เมตร เช่น สารพาโคลบิวทราโซล (10 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 10 กรัมต่อต้น เมื่อต้นมะม่วงมี

เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร ราดบริเวณทรงพุ่มหลังจากผลิใบอ่อนได้ประมาณ 25 วัน หรือใบเริ่มคลี่เต็มที่และเริ่มมีสีเขียวเข้ม เรียกระยะนี้ว่า “ระยะใบพวง หรือ ใบเพสลาด” ในขณะที่ราดสารบริเวณโคนต้นควรมีความชื้นในดินพอสมควร ถ้าดินแห้งเกินไปควรให้น้ำก่อนและหลังการให้สาร

5.5 การกระตุ้นตาใบและตาดอก

การกระตุ้นตาใบมะม่วงนิยมฉีดพ่นด้วยสารไทโอยูเรีย อัตรา 100-300 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร เพื่อกระตุ้นให้แตกใบอ่อนพร้อมกัน สำหรับการกระตุ้นตาดอกใช้ไทโอยูเรียผสมโพแทสเซียมไนเทรตอัตราส่วน 1 : 1 เพื่อกระตุ้นให้แตกตาดอกพร้อมกัน

ภาพที่ 34 ตาดอกที่พร้อมสำหรับการดึงดอก

5.6 การป้องกันกำจัดโรคและแมลง

โรคและแมลงเป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก โดยระยะที่มีการแตกใบอ่อน แตกตาดอก และขณะที่ติดลูกเล็ก ในระยะดังกล่าวจึงต้องหมั่นสังเกตโรคและแมลง เพื่อจะได้ป้องกันกำจัดได้ทันในรอบฤดูกาลผลิต การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคพืช ส่วนมากนิยมฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระยะผลอายุ 40-60 วันหลังดอกบาน หรือจุ่มผลมะม่วงด้วยสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงก่อนห่อผลด้วยถุงคาร์บอนชนิดบาง

5.7 การแต่งผลและห่อผล

หลังจากดอกบาน 60-67 วัน ควรตัดแต่งผลที่บิดเบี้ยว ผลที่ถูกโรคและแมลงทำลายหรือมีผลตำหนิออก แล้วห่อผลด้วยถุงห่อผลมะม่วงสีน้ำตาล (ถุงคาร์บอน) ถุงละ 1 ลูก เพื่อป้องกันการทำลายของแมลงวันผลไม้ นอกจากนี้ยังทำให้ผลมะม่วงมีสีสดใส ลดการทำลายของโรคและแมลง ทำให้ผลมีสีเหลืองสวยงาม แม้กระทั่งอยู่ในระยะผลดิบ ก่อนที่จะห่อผลมะม่วงควรเด็ดหรือตัดส่วนปลายก้านช่อดอก หรือที่ชาวสวนเรียกว่า “หนวดมะม่วง” หรือ “ระแง้” ออก หากปล่อยทิ้งไว้ส่วนของหนวดจะขูดผิวผลมะม่วงทำให้ผิวมะม่วงเกิดตำหนิขึ้นได้

ภาพที่ 35 การห่อผลมะม่วงด้วยถุงห่อผลมะม่วงสีน้ำตาล หรือถุงคาร์บอน

5.7.1 การรักษาผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ผิวมะม่วงส่วนใหญ่จะเสียหายเกิดจากการทำลายของโรคและแมลง โดยเฉพาะช่วงที่มีความสำคัญ คือ ระยะดอกมะม่วงเริ่มโรย แมลงศัตรูพืชที่สำคัญ คือ เพลี้ยไฟ จะเข้าทำลายในระยะ นี้มากที่สุด การป้องกันและกำจัดควรฉีดพ่นด้วยอิมิดาคลอพริด อัตรา 2-3 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรืออาจจะฉีดสลับด้วยสารมาลาไทออน หรือ เมโทมิล ข้อดีของสารป้องกันและกำจัดแมลงดังกล่าว คือ ราคาไม่แพง นอกจากสามารถป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้แล้ว ยังสามารถป้องกันกำจัดหนอนได้อีกด้วย

สำหรับโรคที่มีความสำคัญ คือ โรคราแป้ง ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว การระบาดของราแป้งบนช่อมะม่วงส่งผลทำให้มะม่วงไม่ติดผล ปัจจุบันยังไม่พบสารที่สามารถป้องกันและกำจัดโรคราแป้งอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ควรห่อตั้งแต่ผลมีขนาดยาวประมาณ 6 เซนติเมตร หรือใหญ่กว่าไข่ไก่เล็กน้อย หลังจากห่อผลเป็นระยะเวลาประมาณ 40 วัน จึงจะเก็บเกี่ยวได้ หรือถ้าห่อผลเมื่อมีขนาดยาว 8 เซนติเมตร จะห่อผลเป็นระยะเวลาประมาณ 30 วัน แต่ถ้ามีระยะเวลาเกิน 45 วันขึ้นไป ผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนออกขาว หรือที่ชาวสวนเรียกว่า “มะม่วงเผือก” หลังจากเก็บผลผลิตเสร็จแล้วสามารถนำถุงห่อผลมะม่วงกลับมาใช้ซ้ำได้อีก โดยนำถุงไปตากแดดให้แห้งและพับเก็บไว้ใช้ในฤดูกาลต่อไป ปกติแล้วเกษตรกรจะนำถุงกลับมาใช้ใหม่ได้ 2-3 ครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ถุงกระดาษหนังสือพิมพ์ห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้เช่นกัน ยังคงทำให้ผลมีสีสันสวยงามแบบเดียวกับถุงคาร์บอน แต่จะได้ผลดีในกรณีที่กระดาษหนังสือพิมพ์มีอักษรพิมพ์สม่ำเสมอและไม่มีรูปภาพ แต่มักพบปัญหาหากมีรูปภาพบนกระดาษหนังสือพิมพ์จะพบการพัฒนาการของสีบนผิวมะม่วงไม่สม่ำเสมอ (รอยด่าง) เกิดขึ้น

สรุป

มะม่วงนอกฤดู คือ มะม่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวได้นอกเหนือไปจากช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม หรือเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี โดยอาศัยการตัดแต่งกิ่ง การจัดการธาตุอาหาร และใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช หรือ เลือกใช้พันธุ์ทะวาย การผลิตมะม่วงนอกฤดูสามารถทำได้ 4 วิธี ได้แก่ การใช้พันธุ์

ทะวาย การเสียบกิ่ง การใช้น้ำสกัดชีวภาพ และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช การบังคับให้มะม่วงออกดอกนอกฤดูเพื่อการส่งออกนิยมใช้การตัดแต่งกิ่งควบคู่กับการจัดการธาตุอาหาร และสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยมีขั้นตอน ดังนี้ ตัดแต่งกิ่งหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จแล้ว จากนั้นฉีดพ่นสารไทโอยูเรีย หรือ โพแทสเซียมไนเทรต อัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อกระตุ้นการแตกใบอ่อน ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ สูตร 30-20-10 อัตรา 20-30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ร่วมกับสาหร่ายสกัดอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พร้อมกับสารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชชนิดดูดซึมในระยะใบอ่อน ในระยะใบเพสลาดจะต้องราดสารพาโคลบิวทราโซลรอบโคนต้น โดยสารออกฤทธิ์ 10 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 10 กรัมต่อต้นต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 1 เมตร และให้ปุ๋ยทางดินสูตร 8-24-24 ในอัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อสังเกตเห็นมะม่วงเริ่มมีตาดอกให้ฉีดพ่นสารไทโอยูเรีย หรือ โพแทสเซียมไนเทรตร่วมกับสาหร่ายสกัดอีกครั้ง เพื่อบังคับให้มะม่วงแทงช่อดอกออกมา เมื่อมะม่วงเริ่มแทงช่อดอกให้ฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอน อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ร่วมกับปุ๋ยทางใบสูตร 0-52-34 อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อบำรุงดอกให้สมบูรณ์ หลังจากที่ผลมะม่วงมีอายุ 40-60 วันหลังดอกบาน ควรฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงชนิดดูดซึม และห่อผลมะม่วงด้วยถุงกระดาษคาร์บอนเมื่อผลมะม่วงมีอายุ 60-70 วันหลังดอกบาน จะช่วยลดการทำลายของโรคและแมลง และช่วยให้ผลมะม่วงมีสีสวยงาม สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อผลมะม่วงมีอายุ 110-115 วันหลังดอกบาน

6. เอกสารอ้างอิง

จิน พาลี. (2555). *การปลูกมะม่วงนอกฤดูแบบชีวภาพ*. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2559, จาก http://www.kasetporpeangclub.com/forums/.

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. (2546). มะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. [ระบบออนไลน์].สืบค้นจาก http://www.ku.ac.th/kaset60/ku60/mango.html

เฉลิมชัย ธำรงวงศ์วิทย์ และสุรกิจ วิศิษฐศรี. (2553ก.) *การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง การผลิตมะม่วง-มะนาวนอกฤดูให้ผลเคียงคู่กับความต้องการของตลาด.* พงษ์สาส์น, กรุงเทพมหานคร. หน้า 44-46.

_____. (2553ข.) *ผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยใช้น้ำสกัดชีวภาพ การผลิตมะม่วง-มะนาวนอกฤดู ให้ผลเคียงคู่กับความต้องการของตลาด.* พงษ์สาส์น, กรุงเทพมหานคร. หน้า 46-48.

ชฎิล นิ่มนวล. (2554). เจาะตลาดมะม่วงไทยในจีนอย่างไรให้ขายได้ยั่งยืน. *วารสารเมืองไม้ผล*. 121(270): 106-110.

ชยะ หัสดิเสวี และพีรเดช ทองอำไพ. (2536). ผลของสาร paclobutrazol ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านกิ่ง ใบ การออกดอก และการติดผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. *วารสารวิชาการเกษตร*. 11(3): 107-113.

บรรจง จงพิทักษ์พงศ์. (2554). เซียนมะม่วงมหาชนกนอกฤดูส่งออกญี่ปุ่น. *วารสารเมืองไม้ผล*. 121 (270): 24-30.

เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช. (2548). *การชะลออายุเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่ามะม่วงแก้วในพื้นที่กึ่งแห้งแล้งของภาคเหนือตอนบน*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

พีรเดช ทองอำไพ. (2547). *เทคนิคการผลิตไม้ผลนอกฤดู.* สารานุกรมไทยสำหรับเยาชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. เล่มที่ 27. กรุงเทพมหานคร. หน้า 103-131.

_____. (2554). *การจัดการการผลิตไม้ผลและผักนอกฤดูกาล.* เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการการผลิตไม้ผลและผัก. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี. หน้า 125-177.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2552). *การวิจัยและพัฒนาคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออกของเกษตรกรจังหวัดพิษณุโลก*, รายงานฉบับสมบูรณ์. 120 หน้า.

ศรัญญา ใจพะยัก และธวัชชัย รัตน์ชเลศ. (2547). ผลของเวลาการตัดแต่งกิ่งต่อการออกดอกและผลผลิตของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อชะลอการเก็บเกี่ยว. *วารสารเกษตร*. 20(1): 56-65.

สังวร สุขสามมัคคี และพาวิน มะโนชัย. (2555). *การผลิตมะม่วงนอกฤดูโดยการเสียบกิ่ง.* สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2559, จาก http://www.eto.ku.ac.th/neweto/ebook/plant/tree_fruit/mango2.pdf.

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2544). *ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง.* กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 142 หน้า.

สุรพล ฐิติธนากุ และคณะ. (2548). ผลของไนโตรเจนที่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้รับก่อนการออกดอกนอกฤดูต่อพัฒนาการของตายอดไปเป็นช่อดอกหรือใบอ่อน. *การประชุมวิทยาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5*. หน้า 210.

Babpraserth, C., P. Tong-umpai, S. Nilnond and V. Wangnai. (1986). Chemical applications and cultural practices for flowering fruit setting of mango. *In Cropping Programmes KU-ACNARP Technical Report 1985-1986*. Kasetsart University, Bangkok. pp. 67-74

Nartvaranant, P., S. Subhadrabandhu and P. Tongumpai. (2000). Practical aspect in producing off-season mango in Thailand. *Acta Horticulturae. 509* : 661-668.

บทที่ 5
ศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด

ศัตรูสำคัญของการผลิตมะม่วง ได้แก่ โรค และแมลง ที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตทำให้คุณภาพลดลงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่งในตลาดต่างประเทศ นอกจากนี้พบว่า วัชพืชยังถือเป็นอุปสรรคสำคัญของการผลิตมะม่วงคุณภาพดี เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง ตลอดจนแย่งธาตุอาหารของต้นมะม่วงทำให้หยุดการเจริญเติบโตหรือชะงักการเจริญเติบโตในกรณีการปลูกมะม่วงระยะแรก

1. โรคที่สำคัญของมะม่วง

ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญยิ่งต่อการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก ได้แก่ โรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกร และผู้ส่งออกต้องมีการบริหารจัดการที่ดีตั้งแต่แปลงปลูก ซึ่งนับว่าเป็นต้นทางการผลิตเพื่อผลิตมะม่วงให้มีคุณภาพดีจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค โรคที่สำคัญในมะม่วง ได้แก่

1.1 โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose)

ชื่ออื่น โรคใบจุด ช่อดอกดำ ผลจุด ผลเน่า

สาเหตุ เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.

ลักษณะอาการ โรคแอนแทรกโนสเป็นโรคที่สำคัญที่สุดของมะม่วงที่ปลูกในสภาพอากาศร้อนชื้น อาการของโรคเกิดได้กับส่วนต่าง ๆ ของพืชทั้งต้นอ่อน ยอดอ่อน ช่อดอก ผลอ่อน ผลแก่ จนถึงระยะหลังการเก็บเกี่ยว

อาการที่ใบเป็นจุดแผลสีน้ำตาลรูปร่างไม่แน่นอนเป็นโรคที่พบมากในมะม่วงมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วจำนวนแผลอาจจะมีมากจนเป็นแผลติดต่อกันทั้งใบ ทำให้ใบแห้งเหี่ยวหรือบิดเบี้ยวเสียรูปทรง เชื้อโรคเข้าทำลายที่ยอดอ่อนทำให้ยอดอ่อนเหี่ยวดำ และอาจตายทั้งต้นได้สำหรับอาการที่ช่อดอกมีลักษณะเป็นจุดหรือขีดสีน้ำตาลแดงเล็ก ๆ กระจายอยู่บนก้านช่อดอกและก้านดอก จุดแผลขนาดใหญ่ อาจจะทำให้ช่อดอกเหี่ยวแห้ง ไหม้ดำ และดอกหลุดร่วงก่อนที่จะติดผล ผลอ่อนเป็นจุดแผลสีน้ำตาลดำแห้งแข็งติดกับก้านดอก หรืออาจจะหลุดร่วงไป ลักษณะอาการบนผลเป็นจุดสีดำรูปร่างกลมขนาดไม่แน่นอน แผลขยายลุกลามต่อกันทำให้ผลเน่าทั้งผล ตรงกลางแผลอาจพบเม็ดเล็ก ๆ สีดำเรียงเป็นวง เป็นชั้น ๆ และมีน้ำเมือกสีส้มกระจายอยู่บริเวณกลางแผล

ทำให้เกิดอาการเป็นจุดแผลตกค้างอยู่บนใบ กิ่ง ผล และหากเข้าทำลายขั้นรุนแรงเกิดอาการใบแห้งใบบิดเบี้ยว และร่วงหล่น ช่อดอกแห้งไม่ติดผล ผลอ่อนร่วง ตลอดจนผลเน่าหลังเก็บเกี่ยว ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยวและขนส่งมะม่วงไปจำหน่ายต่างประเทศ มะม่วงพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส ได้แก่ น้ำดอกไม้สีทอง น้ำดอกไม้เบอร์ 4 พันธุ์มหาชนก พันธุ์โชคอนันต์ และมะม่วงพันธุ์แรด

การแพร่ระบาด เชื้อราสามารถแพร่ระบาดได้ด้วยลม ในสภาพความชื้นสูงเชื้อราสามารถเจริญและเข้าทำลายส่วนอ่อน ๆ ของพืชทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง สวนมะม่วงที่ปลูกระยะชิดมีทรงพุ่มแน่นทึบจะเกิดการแพร่ระบาดได้ง่าย หรือสวนที่มีความชื้นสูง

การป้องกันกำจัด

1. ตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมทรงพุ่มให้มีความสูงไม่เกิน 2.5-3 เมตร ตลอดจนการลดความชื้นในทรงพุ่มให้แสงแดดส่องถึงและอากาศถ่ายเทได้สะดวกทำให้ลดการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช

2. เก็บทำลายกิ่งเป็นโรค เศษใบเป็นโรคที่ร่วงหล่นด้วยการเผาหรือฝัง และคอยตัดแต่งกิ่งน้ำค้างในทรงพุ่มออกอย่างสม่ำเสมอ

3. กำจัดวัชพืชบริเวณโคนต้นโดยการตัดหญ้าภายใต้ทรงพุ่ม และควรหลีกเลี่ยงการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดพืชใกล้โคนต้นโดยเฉพาะในช่วงก่อนออกดอกและติดผลเพื่อลดความชื้นในบริเวณทรงพุ่ม

4. ควบคุมปริมาณธาตุอาหารบำรุงต้นให้เหมาะสม ลดปริมาณไนโตรเจนในกรณีที่ใบและยอดอ่อนแสดงความสมบูรณ์เกินไปส่งผลให้อ่อนแอต่อการเกิดโรคได้ง่าย

5. ในช่วงการเจริญเติบโตของพืชที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค ได้แก่ ช่วงแตกใบอ่อน ช่วงออกดอก และช่วงติดผล หมั่นตรวจสอบการเกิดอาการโรคบนส่วนต่าง ๆ ของพืชอย่างสม่ำเสมอ

6. การตัดสินใจที่จะใช้วิธีการป้องกันกำจัดด้วยสารเคมีขึ้นอยู่กับการระบาดของโรคที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ และช่วงการเจริญเติบโตของผลมะม่วง

7. ในแหล่งปลูกที่พบการระบาดของโรคเป็นประจำอาจจำเป็นต้องใช้สารเคมีพ่นเพื่อป้องกันความเสียหาย ดังนี้

(7.1) พ่นสารเคมี 1-2 ครั้ง ในแต่ละช่วงที่มะม่วงแทงยอดอ่อน เริ่มออกดอกจนกระทั่งก่อนดอกบาน และหลังติดผลใหม่ ๆ ในช่วงมะม่วงติดผลควรตรวจการเกิดอาการของโรคบนผลอย่างสม่ำเสมอหากพบควรพ่นสารเคมีเป็นระยะ ๆ จนกว่าจะถึงระยะเก็บเกี่ยว

(7.2) ในระหว่างติดผลหากมีสภาพอากาศชื้น เนื่องจากฝนตกภายหลังจากสภาพอากาศคืนสู่สภาพปกติแล้วควรพ่นสารเคมีประเภทดูดซึมเพื่อป้องกันการระบาดของโรค

(7.3) ในกรณีของการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ของจังหวัดเพชรบูรณ์มักมีฝนตกชุกในช่วงวันที่ 1-15 ตุลาคมของทุกปีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราควรทำก่อนช่วงฝนตกชุก หรือเลื่อนระยะเวลาของการดึงดอก โดยคำนึงถึงระยะที่ดอกบานถึงผลเท่าเมล็ดถั่วเขียวให้เลยช่วงเวลาดังกล่าว

(7.4) สารป้องกันกำจัดโรคพืชหลายชนิดสามารถนำไปใช้ในการป้องกันกำจัดโรคแอนแทรกโนสได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เบนโนมิล แมนโคเซบ แคปแทน คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ โพรพิเนบ โปรคลอราส สารเคมีในกลุ่มไทรอาโซล เช่น ฟลูซิลาโซล ไดฟีโนโคนาโซล อะซอกซี่สโตรบิน เป็นต้น

สารเคมีประเภทดูดซึม เช่น เบนโนมิล และสารในกลุ่มไทอะเบนดาโซลอาจใช้ในการป้องกันกำจัดโรคได้ดีกว่าสารเคมีประเภทไม่ดูดซึม เช่น คอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ หรือแมนโคเซบ โดยปกติช่วงการพ่นสารเคมีในมะม่วงจะอยู่ในระหว่าง 7-14 วัน และก่อนที่มะม่วงจะเริ่มแทงช่อดอก ควรพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงอีกครั้งหนึ่ง เพื่อลดปริมาณแมลงและเชื้อโรคที่จะมารบกวนช่อดอกใหม่ที่เริ่มผลิ หลังจากนั้นควรทำการพ่นเป็นระยะ ๆ ทุก 7-14 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 10-14 วัน ควรพ่นสารเคมีประเภทดูดซึมอีกครั้งหนึ่งจะช่วยลดความเสียหายจากโรคผลเน่าหลังเก็บเกี่ยวได้เป็นอย่างดี ในกรณีที่ห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอนควรทำการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชชนิดดูดซึมก่อนห่อผล ส่วนการป้องกันกำจัดโรคหลังเก็บเกี่ยวของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยการจุ่มผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส ผสมเบนโนมิลความเข้มข้น 500 ppm (ส่วนในล้านส่วน) หรือโปรคลอราส 200 ppm เป็นเวลา 5-10 นาที จะช่วยลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ นอกจากนี้ การป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสเพื่อให้ผลมะม่วงมีคุณภาพ สามารถควบคุมได้โดยกรรมวิธีแช่น้ำร้อนร่วมกับสารละลายโซเดียมเบนโซเอต 3 เปอร์เซ็นต์ หรือ สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 3 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบความผิดปกติที่เปลือกของผลมะม่วง (รัติยา พงศ์พิสุทธา และคณะ, 2555) ผลมะม่วงที่ตัดขั้วไว้ยาวขณะขนส่งจากแปลงปลูกไปยังโรงคัดบรรจุหรือโรงงานแช่แข็ง มักเกิดโรคน้อยและช้ากว่าการตัดขั้วสั้น เชื้อราชนิดนี้พบการแพร่กระจายภายในสวนทั่วไป สภาพแวดล้อมเหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสูง

ภาพที่ 36 ลักษณะโรคแอนแทรกโนสเข้าทำลายที่ใบและผลมะม่วง

1.2 โรคราดำและช่อดอกดำ

ชื่ออื่น โรคช่อดอกดำ

สาเหตุ เชื้อรา *Meliola mangiferae*, *Cladosporium* sp. และ *Capnodium* sp.

ลักษณะอาการ โรคราดำจะเกิดทั้งบนใบ ช่อดอก และผลอ่อน มีลักษณะเหมือนเขม่าหรือฝุ่นสีดำปกคลุมผลเป็นแผ่นสีดำซึ่งเมื่อแห้งอาจจะร่วงเป็นแผ่น เชื้อราเหล่านี้อาศัยผิวพืชเป็นที่ยึดเกาะโดยมีการระบาดร่วมกับแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยจักจั่นมะม่วง เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยหอย ที่เข้าทำลายพืช และขับถ่ายสารเหนียว (honey dew) ลงจับที่ใบ กิ่งและช่อดอกซึ่งเป็นอาหารของเชื้อราดำ เพราะเชื้อรานี้เจริญอยู่บนผิวของใบหรือผลมะม่วงเท่านั้น ดังนั้น การทำลายของเพลี้ยจักจั่น หรือแมงกะอ้ากับโรคราดำนั้นมักเกิดควบคู่กันไป กล่าวคือเพลี้ยจักจั่นทำลายช่อมะม่วงโดยดูดน้ำเลี้ยงช่อมะม่วงส่งผล ทำให้ดอกมะม่วงขาดน้ำไม่สามารถเจริญต่อไปเป็นผลมะม่วงได้ ในขณะเดียวกันเพลี้ยจักจั่นจะขับถ่ายออกมาเป็นของเหลวมีรสหวานที่เป็นอาหารของเชื้อราดำซึ่งอยู่ทั่วไปในบรรยากาศใช้เป็นอาหารได้ เมื่อราดำเจริญตามช่อดอกมะม่วงทำให้ช่อดอกมะม่วงเป็นสีดำไม่สามารถผสมเกสร และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดหมอกลงจัดความชื้นสูงธรรมชาติของเชื้อราดำและราต่าง ๆ จะเจริญได้ดี เชื้อราดำที่เจริญบนผิวพืชจะมีผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ชะงักการเจริญเติบโต ช่อดอกที่มีราดำจะบานช้ากว่าปกติและไม่ติดผล ราดำที่เจริญปกคลุมบนผลมะม่วงทำให้ผิวผลแลดูไม่สะอาด ราดำที่พบเห็นทั่วไป คือ ชนิดที่ขึ้นบนใบเป็นแผ่นสีดำซึ่งเมื่อแห้งอาจจะล่อนหลุดออกเป็นแผ่น ๆ ได้

การแพร่ระบาด โดยที่สปอร์ของเชื้อราปลิวไปตามลม

การป้องกันกำจัด เนื่องจากโรคนี้เกิดจากแมลงเป็นสาเหตุสำคัญ ดังนั้น ในช่วงที่มะม่วงเริ่มแทงช่อดอกให้เข้าสำรวจแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอยในสวน

1. ตัดกิ่ง ใบ หรือส่วนที่ราดำทำลายแล้วนำไปเผาทำลาย

2. ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเพื่อกำจัดแมลงปากดูด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดราดำ หรือ พาหะนำโรค

3. หากพบแมลงพาหะ (เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยหอย) ระบาดให้ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง ได้แก่ คาร์บาริล เพื่อกำจัดแมลงนี้ในช่วงก่อนมะม่วงจะออกดอกครั้งหนึ่งก่อน หากยังพบการทำลายของเพลี้ยจักจั่นควรฉีดพ่นอีกครั้งในระยะดอกตูมโดยใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา คือ เบนโนมิล ฉีดพ่นให้ทั่วต้น

4. ทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่ง คือ การใช้น้ำหมักสมุนไพรเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ได้แก่ สารสะเดา น้ำหมักยูคาลิปตัสรมควัน และฉีดพ่นล้างช่อดอกด้วยน้ำเปล่า วิธีการเตรียมน้ำหมักสมุนไพรทำเองได้ เช่น โล่ติ๊นหรือหางไหล โดยเตรียม โล่ติ๊นหรือหางไหล 1 กิโลกรัม ทุบให้แหลกแช่น้ำ 20 ลิตร ไว้หนึ่งคืนแล้วกรองให้สะอาดเติมน้ำเปล่าลงไปอีกประมาณ 20 เท่า ใช้ฉีดฆ่าแมลงศัตรูพืชได้

ภาพที่ 37 ลักษณะช่อดอกมะม่วงและผลมะม่วงที่เกิดโรคราดำ

1.3 โรคราแป้ง

สาเหตุ เชื้อรา *Oidium mangiferae* Berthet.

ลักษณะอาการ เนื่องจากเชื้อรา *Oidium mangiferae* มีลักษณะเป็นผงสีขาวคล้ายผงแป้งโดยจะเกิดเป็นหย่อม ๆ ต่อมาก็จะขยายออกแล้วรวมกันเป็นบริเวณที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้เนื้อเยื่อใต้บริเวณที่ติดเชื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนม่วง และเมื่อเชื้อแพร่กระจายจะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเกิดแผลไหม้ขึ้นซึ่งอาการที่พบกับใบอ่อนนั้นจะทำให้เกิดการบิดงอได้ส่วนอาการที่ดอกจะพบว่าดอกและก้านช่อดอกที่ถูกเชื้อเข้าทำลายจะมีการเจริญเติบโตลดลง อาจจะไม่บานและร่วงลงในที่สุดได้แต่ในบางครั้งพบว่าดอกสามารถทนอยู่ได้จนถึงติดผลอ่อนส่วนในผลที่ติดใหม่ ๆ นั้นจะพบเชื้อราขึ้นคลุมเป็นสีขาวทั้งหมด หรืออาจทำให้เกิดแผลค่อนข้างกลม และมีสีม่วงแดงที่ผิวผลเมื่อผลโตขึ้นจะเกิดการแตกในบริเวณที่เป็นโรคได้

การแพร่ระบาด เชื้อรานี้มักพบการเข้าทำลายพืชในสภาพที่อากาศแห้งแล้ง โดยสปอร์ที่ขึ้นบนบริเวณแผล ถูกลมพัดพาไปยังใบดอกอื่นๆ ซึ่งจะระบาดในช่วงปลายฤดูฝนหรือปลายฝนต้นหนาว อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส และสามารถแพร่ระบาดได้มากในช่วงกำลังออกดอก เชื้อราจะสร้างสปอร์บนช่อดอกได้ดีเมื่อพืชแสดงอาการของโรครุนแรง และมีสภาพความชื้นในอากาศสูง การเข้าทำลายของเชื้อราแป้งบนใบทำให้มีราสีขาวปกคลุมทั่วทั้งใบ และทำให้ใบแห้งตายในระยะต่อมา

การป้องกันกำจัด วิธีการป้องกันกำจัดโรคราแป้งด้วยการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ควรฉีดพ่นป้องกันเป็นระยะ ๆ โดยทั่วไปใช้กำมะถัน (wettable sulfur) เช่น กำมะถันผง ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงเมื่อฉีดพ่นทั่วถึง แต่มีข้อควรระวังจากการใช้อัตราที่เข้มข้นเกินไป จะทำให้เกิดการเป็นพิษทำลายเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะหากฉีดพ่นในสภาพที่มีอากาศร้อน หรือมีอุณหภูมิสูงเชื้อโรคมักจะเข้ามาทำลายในระยะที่มะม่วงกำลังออกช่อ แนวทางการป้องกันกำจัดโรคราแป้งสามารถกระทำได้ ดังนี้

1) ในกรณีที่เริ่มพบอาการของโรค การป้องกันกำจัดที่เป็นทางเลือกเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ได้แก่ การใช้น้ำหมักชีวภาพฉีดพ่นในระยะที่กำลังแทงช่อ (ดอกยังไม่บาน) โดยใช้น้ำหมักสมุนไพรบอระเพ็ดหรือน้ำหมักดีปลีผสมกับเหล้าขาว 40 ดีกรี

2) ในกรณีที่มีการแพร่ระบาดของโรครุนแรงมาก การป้องกันกำจัดโรคใช้สารเคมีสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ฉีดพ่นยังคงมีความจำเป็น สารเคมีที่นำมาใช้ ได้แก่ กำมะถัน ไดโนแคบ (dinocap) หรือไตรอะไดมีฟอน (triadimefon)

3) หมั่นตรวจดูแลความสะอาดภายในสวน ได้แก่ การกำจัดเศษซากพืชหลังการตัดแต่งกิ่งและวัชพืช เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งสะสมของโรค โดยทำลายส่วนที่เป็นโรคด้วยการนำไปเผาไฟ

1.4 โรคจุดสนิม

ชื่ออื่น โรคใบจุดสาหร่าย

สาเหตุ สาหร่ายสีเขียว *Cephaleuros virescens* Kunze.

ลักษณะอาการ เชื้อโรคจะเข้าทำลายใบและกิ่งของพืชเริ่มแรกจะเห็นเป็นจุดนูนเล็ก ๆ เป็นแฉกลักษณะคล้ายดาวขึ้นบนหน้าใบ จุดเหล่านี้เริ่มแรกจะมีสีเขียวปนเทา ซึ่งจะขยายใหญ่ขึ้นและจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีคล้ายสนิม ซึ่งเป็นระยะที่สาหร่ายพวกนี้สร้างส่วนสำหรับแพร่พันธุ์ไปยังใบอื่น ๆ สำหรับกิ่งที่แก่จะมีสีน้ำตาลหรือสีเขียวเข้มปนน้ำตาล ซึ่งอาจมีผลทำให้เปลือกของกิ่งแห้งและแตกระแหง ทำให้ต้นทรุดโทรม เนื่องจากทำให้พืชสูญเสียพื้นที่สีเขียวในการสังเคราะห์แสงเพื่อใช้ในการสะสมอาหาร

การแพร่ระบาด ระบาดทั่วไปกับมะม่วงที่ปลูกในสภาพความชื้นสูง อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมปกติของแหล่งปลูกมะม่วงนั้นเอง หรือจากการที่เกษตรกรปล่อยให้มะม่วงเจริญเติบโตโดยไม่มีการตัดแต่งกิ่งทำให้ต้นมะม่วง มีทรงพุ่มแน่นทึบ จนเป็นสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญและแพร่ระบาดของสาหร่ายดังกล่าว

การป้องกันกำจัด โรคสาหร่ายจุดสนิมนี้เป็นโรคที่พบได้โดยทั่วไปในสวนมะม่วง ไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการปลูกมะม่วงมากนัก บางครั้งโรคนี้ถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดให้เห็นถึงการปลูกแบบอินทรีย์ที่ไม่มีการใช้สารเคมี โดยเฉพาะต้นที่ใบถูกทำลายถึงระดับเศรษฐกิจ (ในสวนที่มีการระบาดมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์) ให้ฉีดพ่นด้วยสารเคมีคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ (Copper Oxychoride) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นให้ทั่วทั้งต้น

ภาพที่ 38 แสดงใบที่ถูกเชื้อสาเหตุโรคราสนิมเข้าทำลาย

1.5 โรคราสีชมพู

สาเหตุ เชื้อรา *Corticium salmonicolor* Bert and Br.

ลักษณะอาการ เข้าทำลายกิ่งและลำต้นของพืชต้นพืช มีอาการใบเหลืองหรือใบแห้งติดกิ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยขึ้นปกคลุมกิ่งด้านใดด้านหนึ่งหรือรอบ ๆ กิ่ง เชื้อราที่ขึ้นปกคลุมกิ่งต่อมาจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีชมพูในระยะนี้จะเป็นระยะที่เชื้อราสร้างส่วนขยายพันธุ์เพื่อระบาดต่อไป ถ้าถากเปลือกบริเวณที่เป็นสีชมพูออกดูจะเห็นว่าเนื้อเปลือกถูกทำลายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งถ้าเชื้อราเจริญรอบกิ่งก็จะทำให้กิ่งแห้งตายทั้งกิ่ง โรคนี้มักแพร่ระบาดในสภาพความชื้นสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน เชื้อราสามารถเข้าทำลายกิ่งมะม่วงได้อย่างรวดเร็วหากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ต้นมะม่วงที่มีทรงพุ่มทึบไม่มีการตัดแต่งกิ่งและมีสภาพฝนตกชุกติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ

การแพร่ระบาด ในที่มีความชื้นสูง

การป้องกันกำจัด หมั่นคอยสังเกตกิ่งที่มีเชื้อราที่ขึ้นปกคลุมเป็นสีชมพูอ่อน ๆ หากเป็นกิ่งแขนงเล็ก ๆ ให้ตัดแต่งทิ้ง แต่ถ้าพบเป็นบริเวณกิ่งใหญ่ของลำต้นให้ใช้มีดเฉือนบริเวณที่ถูกทำลายแล้วทารอบแผลและโดยรอบด้วยคอปเปอร์ออกซีคลอไรด์ที่ละลายน้ำแบบเข้มข้น นอกจากนี้อาจใช้แมนโคเซบในรูปของสารละลายเข้มข้นซึ่งอาจผสมกับดินเหนียวพอกบริเวณรอยแผลตามกิ่ง บางครั้งอาจจำเป็นต้องตัดแต่งกิ่งใหญ่ที่ถูกเชื้อเข้าทำลายเพื่อกำจัดออกไปจากแปลงปลูก อย่างไรก็ตามการควบคุมโรคนี้ให้ได้ผล จำเป็นต้องตรวจพบอาการตั้งแต่ระยะแรกเพื่อจะสามารถควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 โรคเปลือกแตกยางไหล (bark cracking and gummosis)

สาเหตุ เชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* Pat.

ลักษณะอาการ อาการพบทั่วไปในมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ แต่พบมากในมะม่วงเขียวเสวย เชื้อสาเหตุสามารถทำให้เกิดอาการแห้งตายจากปลายยอด (die back) และส่วนใหญ่มักจะพบรอยแตกตามความยาว

ของกิ่งหรือลำต้น มียางไหลออกมา ระยะแรกน้ำยางมีสีขาวแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง และดำ แห้งแข็งติดบริเวณรอยแตก อาจพบเชื้อราขึ้นปกคลุม เนื้อเยื่อภายในเปลือกบริเวณรอยแตกมีสีน้ำตาล ลำต้นทรุดโทรม

การแพร่ระบาด เชื้อราจะเข้าทำลายต้นมะม่วงตามแผลที่เกิดจากการเสียดสีของกิ่ง และการกัดเจาะของแมลง หรือเข้าทางรอยร่วงของใบ จะระบาดรุนแรงในช่วงแล้งที่พืชขาดน้ำ

การป้องกันกำจัด ควรเซาะบริเวณลำต้นที่มียางไหลด้วยมีออก โดยลึกประมาณ 7-10 เซนติเมตร จากบริเวณที่แสดงอาการแล้วทาด้วยคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์แบบละลายน้ำเข้มข้นหรือปูนแดง หากเป็นกับต้นมะม่วงที่ยังไม่โตมากนักหรือมีอายุหลายปีจนเริ่มทรุดโทรมควรขุดออกไปทำลาย แล้วราดด้วยคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ คอปเปอร์ซัลไฟด์ (copper sulfide) หรือสารละลายบอร์โดมิกซ์เจอร์ (Borxdeaux mixture) บริเวณหลุมปลูกเก่า เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งแพร่ระบาดในพื้นที่ต่อไป

ภาพที่ 39 แสดงอาการของโรคยางไหล

1.7 โรคใบจุดและใบไหม้ (leaf spot and blight)

สาเหตุ เชื้อรา *Macrophoma mangiferae* Hingorani and Sharma.

ลักษณะอาการ ในประเทศไทยเชื้อราเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรกโนสเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดอาการจุดไหม้บนใบมากกว่าเชื้อราชนิดอื่น ๆ โดยเชื้อราเหล่านี้ทำให้เกิดอาการใบจุดแบบต่าง ๆ สีน้ำตาลถึงดำ หรือเป็นรอยไหม้ที่มีแผลขนาดที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อสาเหตุและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแพร่ระบาด โดยเฉพาะอากาศสภาพอากาศที่ร้อนชื้น

การแพร่ระบาด แพร่ทางลม และฝน

การป้องกันกำจัด ควรหมั่นตรวจดูแลความสะอาดภายในสวน เช่นเดียวกับการควบคุมโรคแอนแทรกโนส ได้แก่ การกำจัดเศษซากพืชหลังการตัดแต่งกิ่ง และวัชพืชเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งสะสมของโรคออกไปจากสวน และทำลายส่วนที่เป็นโรคด้วยการนำไปเผาไฟ การใช้สารเคมีสารป้องกันกำจัดเชื้อราควรทำในระยะที่มะม่วงกำลังจะแตกใบอ่อน และเมื่อมะม่วงจะแทงช่อดอก สารเคมีที่นำมาใช้ในระยะแรกที่พบ

อาการของโรค คือ คอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ แต่ถ้าหากพบการระบาดรุนแรงให้ใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรากลุ่มเดียวกับที่ใช้ควบคุมโรคแอนแทรกโนส ได้แก่ แมนโคเซบ คาร์เบนดาซิม คอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ ฟลูซิลาโซล โพรพิโคนาโซลโดยการฉีดพ่นต้องใช้ตามอัตราที่ระบุในฉลากอย่างเคร่งครัด และควรฉีดพ่นสลับระหว่างสารเคมีประเภทดูดซึม และสารเคมีประเภทสัมผัสโดยระยะเวลาที่ฉีดพ่นต้องเป็นระยะเวลาที่ฝนไม่ตกอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ในกรณีที่พบการระบาดรุนแรงควรฉีดพ่นทุก 14-15 วัน

ภาพที่ 40 แสดงภาพใบมะม่วงที่เป็นโรคใบไหม้

1.8 โรคเส้นใบสีดำและเสี้ยนดำในผล (Black leave vein, Black thread fruit pulp)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรีย

ลักษณะอาการ เส้นใบมีสีดำลุกลามไปยังเส้นใบฝอยทำให้เห็นเป็นร่างแหสีดำมักพบเป็นซีกหนึ่งของใบ ส่วนอีกซีกของใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ใบร่วง เส้นสีดำลุกลามไปตามก้านช่อดอก และเข้าสู่ผลมะม่วงระยะพัฒนาขนาดต่าง ๆ เมื่อปอกเปลือกผลมะม่วงจะปรากฏเส้นสีดำของท่อน้ำท่ออาหารมากมายภายใต้เปลือก และฝังในเนื้อมะม่วงทำให้มองเห็นเป็นเสี้ยนสีดำ ผลมะม่วงเป็นโรคที่ปอกเปลือกทิ้งไว้จะมีเมือกเยิ้มของเชื้อแบคทีเรียไหลออกมาทั่วผิวผลมะม่วง

การแพร่ระบาด เชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ใบทางแผลเพิ่มขยายพันธุ์ภายในเนื้อเยื่อพืช และแพร่ระบาดไปทางท่อน้ำท่ออาหารเข้าสู่ผลมะม่วง

การป้องกันกำจัด ควบคุมทรงพุ่มให้โปร่ง ฉีดพ่นป้องกันด้วยสารคอปเปอร์ เช่น คอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ (copper oxychloride)

1.9 โรคใบจุดสีเทา (Grey leaf spot)

สาเหตุ เชื้อรา *Pestalotiopsis mangiferae* (Hann.) Steyaert หรือ *Pestalotia mangiferae* Henn.

ลักษณะอาการ ใบมะม่วงแสดงอาการจุดกลมสีเทาหรือน้ำตาล ขอบจุดมักนูนมีสีน้ำตาลเข้ม จุดอาจเชื่อมกันเป็นจุดโต ใบที่แก่ และเป็นโรคนานแล้วจะพบกลุ่ม acervulus สีดำของเชื้อรา และสร้างสปอร์จำนวนมากเกิดกระจัดกระจายบริเวณกลางจุด

การแพร่ระบาด เชื้อราแพร่กระจายจากการกระเด็นของเม็ดฝน และลมฝนจากใบที่เป็นโรคไปสู่ใบอื่น ๆ โดยเริ่มเข้าทำลายที่ใบอ่อน และจะปรากฏอาการจุดสีเทาชัดเจนในใบที่เริ่มแก่

การป้องกันกำจัด โดยการฉีดพ่นห้องกันด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แมนโคเซบ หรือเบนโนมิล

1.10 โรคใบจุดนูน (Crusty leaf spot)

สาเหตุ เชื้อรา *Zimmermaniella trispora* P. Henn.

ลักษณะอาการ ด้านใต้ใบปรากฏตุ่มกลมนูนแข็งสีน้ำตาลเกิดกระจัดกระจายใต้ใบที่แก่ ด้านบนใบจะมีลักษณะเป็นจุดเหลืองซีด จุดนูนมีลักษณะแข็งหลุดจากใบได้ง่ายโดยการแกะหรือถูกเบา ๆ การตรวจดูเชื้อราภายในจุดนูนแข็ง (ascostroma) ต้องใช้ใบมีดคม ๆ ตัดผ่านหรือกดให้แตก กลุ่มสปอร์ซึ่งเป็น ascospore จะทะลักออกมามี 3 ascospore ในแต่ละ ascus จุดนูนแข็งของเชื้อรามีผิวหยาบแตกต่างไปจากจุดนูนแข็งด้านบนใบที่เกิดจากแมลงซึ่งมีขนาดโตผิวเรียบและบางครั้งมีรูเปิด

การแพร่ระบาด เชื้อราแพร่ระบาดจากใบที่เป็นโรคตกค้างที่ต้นหรือที่ร่วงหล่นใต้โคนต้นเมื่อได้รับความชื้น และน้ำก็จะสร้างสปอร์แพร่ระบาดไปยังใบอื่น ๆ โรคชนิดนี้มักพบกับต้นมะม่วงที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อ

การป้องกันกำจัด รวบรวมใบที่เป็นโรคเผาทำลาย ฉีดพ่นป้องกันด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา

1.11 โรคใบจุดสาหร่าย (Algal leaf spot, Red rust)

สาเหตุ สาหร่าย *Cephaleuros virescens* kunze

ลักษณะอาการ ใบแก่มะม่วงปรากฏจุดฟูของสาหร่ายสีเหลืองหรือสีส้ม จุดมักเชื่อมกันเป็นจุดกว้าง จุดฟูสาหร่ายเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีสภาพอากาศชื้น ระยะแรกมักเกิดกับใบที่อยู่ในร่มเงา หรือไม่ได้รับการฉีดพ่นสารเคมี และแพร่ระบาดทั่วทรงพุ่ม จุดฟูสาหร่ายเกิดด้านบนใบและทำให้เกิดจุดตายเล็กน้อยเนื่องจากการเจริญเข้าในเนื้อเยื่อ และดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบ ถ้าใช้แว่นขยายกำลังประมาณ 10 เท่า ส่องดูจุดสาหร่ายจะพบกลุ่มลำต้นของสาหร่าย และ sporangium ซึ่งมีสีส้มของสาร carotene เกิดเป็นกลุ่มที่ปลายลำต้นสาหร่าย

การแพร่ระบาด สาหร่ายแพร่ระบาด sporangium ทางลม ฝน เข้าทำลายใบโดย biflagellate zoospore ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง พืชอาศัยของสาหร่ายชนิดนี้มีหลายชนิด เช่น ส้ม กาแฟ ทุเรียน เงาะ ขนุน โกโก้ และผลไม้อื่น ๆ

การป้องกันกำจัด โดยการตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง ฉีดพ่นสารเคมีให้ทั่วถึง เช่น สารคอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ให้ผลดีในการควบคุมโรคนี้

1.12 โรคสแคบ (scab)

สาเหตุ เชื้อรา *Elsinoe mangifera* (anamorph: *Sphaceloma mangiferae*)

ลักษณะอาการ เชื้อสามารถเข้าทำลายส่วนใบ ช่อดอก กิ่งลำต้น และผล โดยแผลที่ปรากฏบนใบค่อนข้างคล้ายกับแผลแอนแทรกโนส แต่มีขนาดรอยแผลเล็กกว่าโดยเริ่มแรกจะมีขอบแผลสีเหลือง และเมื่อขยายขนาดขึ้น พบว่า เนื้อเยื่อบริเวณกึ่งกลางรอยแผลแห้ง เกิดเป็นจุดบุ๋มสีน้ำตาล และดำเกิดกระจัดกระจายด้านบนใบทำให้การเจริญของใบชะงัก ใบบิดงอ หรือโค้งงอบิดเบี้ยวไปมาผลอ่อนที่เป็นโรคมีลักษณะบิดเบี้ยวต่อมาจะหลุดร่วงหากเป็นกับผลโตเกิดจุดสีน้ำตาลหรือดำ แผลตกสะเก็ดเป็นแอ่งส่วนของเนื้อเยื่อและแผลแห้ง อาการของรอยแผลในระยะแรกจะเกิดความสับสนระหว่างรอยแผลที่เกิดจากการฉีดพ่นสารเคมี อย่างไรก็ตามอาการที่ปรากฏบนกิ่ง และผลเป็นรอยแผลนูน (ต่างจากรอยแผลแอนแทรกโนส) มีสีเทาหรือน้ำตาล รูปร่างกลมหรือวงรีที่มีของแผลไม่แน่นอน

การแพร่ระบาด เชื้อราแพร่ระบาดมากับลมฝน เข้าทำลายใบ และผลอ่อน

การป้องกันกำจัด หมั่นตรวจดูแลความสะอาดภายในเช่นเดียวกับการควบคุมโรคแอนแทรกโนส ได้แก่ การกำจัดเศษซากพืชหลังการตัดแต่งกิ่ง และวัชพืชออกไปจากสวนเพื่อไม่ให้เป็นแหล่งสะสมโรค และทำลายส่วนที่เป็นโรคด้วยการนำไปเผาไฟทิ้ง การป้องกันให้ฉีดพ่นด้วยสารเคมีในกลุ่มสารประกอบทองแดง ได้แก่ คอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ หรือคอปเปอร์ไฮดรอกไซด์ หากพบการแพร่ระบาดให้ฉีดพ่นด้วยแมนโคเซบสลับด้วยคาร์เบนดาซิม

ภาพที่ 41 แสดงภาพผลมะม่วงที่เป็นโรคสแคบ

1.13 โรคช่อดอกพุ่ม

สาเหตุ เชื้อรา *Fusarium subglutinans*.

ลักษณะอาการ แสดงอาการช่อดอกมีลักษณะคล้ายดอกจำนวนมากอยู่รวมกันเป็นกระจุกรูปกระบอก แต่ส่วนปลายที่บวมมักแบน และอาจเกิดใบอ่อนหรือดอกเป็นจำนวนเล็กน้อยแต่ไม่ติดผล เป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์จำนวนมาก และเซลล์จะโตกว่าปกติ เรียกลักษณะอาการแบบนี้ว่า fasciation ส่วนลักษณะ malformation ช่อดอกจะติดดอกหนาแน่นประมาณ 3 เท่าของปกติ และรวมเป็นกระจุกขนาดดอกโตประมาณ 2 เท่า ของดอกปกติ และติดดอกสมบูรณ์เพศน้อย สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Fusarium subglutinans* และพบว่า มีการดูดกินของตัวไรกำมะหยี่มะม่วง *(Eriophyes mangiferae)* (นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2542) ส่วนโรคนี้จะเชื่อมโยงกับโรคดอกพลาสติกของเกษตรกรไทยหรือไม่ ขณะนี้ยังไม่มีคำตอบชัดเจน (เปรม ณ สงขลา, 2554) และโรคช่อดอกพุ่มนี้ยังไม่เคยมีรายงานในประเทศไทย

การป้องกันกำจัด เกษตรกรควรหมั่นตรวจดูแลภายในสวนหากพบลักษณะอาการของโรคให้ตัดแต่งยอดที่เป็นโรคออกไปเผาทำลายใช้สารฆ่าแมลงเพื่อควบคุมแมลง เช่น เพลี้ยไฟ และไรที่ดูดกินช่อดอกฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา แมนโคเซบ หรือคาร์เบนดาซิม ในระยะที่มะม่วงเริ่มแทงช่อดอก

1.14 โรคดอกพลาสติก (Mango Malformation Disease : MMD)

สาเหตุ ยังไม่พบสาเหตุของการเกิดโรค

ลักษณะอาการ มะม่วงที่เกิดโรคมักพบในระยะการแทงช่อดอกและจะเห็นได้ชัดเจนเมื่ออยู่ในระยะดอกบาน แต่ไม่พบอาการในช่วงการแตกใบอ่อน ขณะที่ลักษณะช่อดอกจะคล้ายคลึงกับช่อดอกปกติความยาวช่อใกล้เคียงกัน แต่จะไม่ติดผล และดอก หรือ ส่วนของดอกติดอยู่บนก้านช่อดอกหนากว่าปกติและจะพบเฉพาะบางพันธุ์ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน แต่ลักษณะช่อดอกที่ผิดปกตินั้นต้องยืดยาวกว่าที่เกิดในสวนมะม่วง สาเหตุอาจเกิดได้จากสภาวะโลกที่เปลี่ยนแปลง อาทิเช่น ภาวะอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก็มีส่วนให้มะม่วงเจอสภาวะความเครียด เกิดการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการของเกสรตัวผู้ เกิดจากความไม่พร้อมของเกสรตัวเมีย เกิดจากโรคศัตรูมะม่วงระบาดมากขึ้น การขาดความสมดุลของธาตุอาหาร การเกิดดอกพลาสติก หรือดอกกระเทย เรียกว่า Parthenocarpy หรือ การพัฒนาเป็นผลของฐานรองดอกที่ไม่ได้เกิดจากกระบวนการผสมเกสร (Fertilization)

ภาพที่ 42 แสดงช่อมะม่วงเป็นโรคดอกพลาสติก

1.15 โรคดอกพิการของมะม่วง

สาเหตุ เชื้อ *Fusarium mangiferae*

การศึกษาเกี่ยวกับโรคนี้ยังมีข้อสงสัยอยู่อีกมาก เช่น การกระจายของเชื้อบริเวณที่เกิดการระบาด การสร้างกลุ่มเชื้อบนต้นพืช และการเชื่อมโยงระหว่างเชื้อกับไร (*Aceria mangiferae*) ที่ทำลายบริเวณตายอดและตาดอกของมะม่วง โรคดอกพิการในมะม่วงที่ว่านี้ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน โรคนี้จะเป็นเชื้อชนิดเดียวกับที่ชาวสวนมะม่วงพบอยู่นานมาแล้วที่เรียกโรคดอกพลาสติกหรือไม่ อยู่ในระหว่างการศึกษาแต่ยังไม่อยู่ในแผนงานวิจัยที่มีผลชัดเจน ทำให้ไม่ทราบถึงวิธีการควบคุมโรคแต่วิธีการหนึ่งที่ชาวสวนทำได้ขณะนี้ก็คือ ตัดช่อ และกิ่งที่แสดงอาการออกนำไปเผาทำลาย อาจจะชะลอการระบาดลงได้ส่วนหนึ่ง

ภาพที่ 43 แสดงโรคดอกพิการของช่อมะม่วง

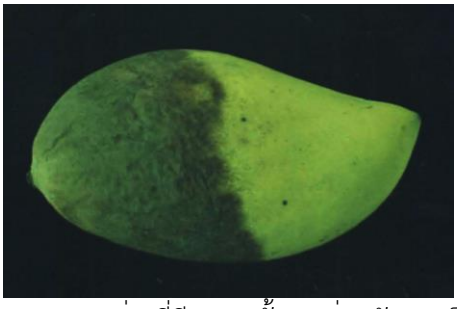
1.16 โรคขั้วผลเน่าหรืออาการผลเน่า

สาเหตุ เกิดจากเชื้อรา (*Lasiodiplodia theobromae* Pat.)

ลักษณะอาการ ผลเน่าบริเวณขั้วผลมักจะพบเกิดกับผลมะม่วงน้ำดอกไม้หลังเก็บเกี่ยวเท่านั้น ลักษณะอาการเป็นจุดช้ำสีดำจาง ๆ ส่วนใหญ่มักพบบริเวณขั้วผล จุดแผลดังกล่าวจะขยายตัวลุกลามอย่างรวดเร็วจนเกิดอาการเน่าทั้งผลได้ แผลจะมีลักษณะเน่าและนิ่ม

การป้องกันกำจัด ในช่วงเก็บผลผลิตควรเก็บผลมะม่วงด้วยความระมัดระวัง อย่าให้เกิดการกระทบ กระแทก หรือตกหล่น และอย่าเก็บผลมะม่วงไว้ในที่ที่มีความชื้นสูง เพราะจะทำให้โรคลุกลามไปได้อย่างรวดเร็ว หลังตัดก้านมะม่วงแล้วควรวางคว่ำผลบนผ้ากระสอบที่สะอาด ไม่ควรวางบนพื้นดินหรือหญ้าบริเวณโคนต้นทำให้เชื้อโรคที่มีอยู่ในดินเข้าทำลายผล และก่อให้เกิดการเน่าเสียได้ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในช่วงติดผลมะม่วงอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดการเกิดผลเน่าหลังเก็บเกี่ยวได้

การควบคุมโรคขั้วผลเน่าหรือผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้โดย แช่ในน้ำร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ร่วมกับการแช่ในสารกำจัดเชื้อราอะซอกซีสโตรบิน หรือ แมนโคเซบ หรือ Citrox® สามารถชะลอการเกิดโรคและขนาดของแผลได้ดี



ภาพที่ 44 แสดงมะม่วงที่มีอาการขั้วผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยว

1.17 จุดดำแบคทีเรีย (bacterial black spot)

สาเหตุ เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *Manggiferae indicae*

ลักษณะอาการ เกิดบริเวณผิวผลโดยจะเกิดอาการเริ่มบริเวณรอบช่องอากาศ (lenticels) เป็นจุดฉ่ำน้ำขนาดเล็ก มีขนาดของขอบแผลที่ไม่แน่นอน ต่อมาแผลจะนูนขึ้นจากผิวเป็นรอยแตกเล็ก ๆ และเปลี่ยนเป็นสีดำบางครั้งอาจพบเมือก (bacterial ooze) ซึมออกมาจากรอยแผล ลักษณะของรอยแผลคล้ายรอยเจาะของแมลงวันผลไม้เมื่อเกิดรอยแผลมักมีการเข้าทำลายของเชื้อราอื่น ๆ ซ้ำเติม เช่น แอนแทรกโนส และเชื้อราที่ทำให้เกิดผลเน่าเป็นผลทำให้เกิดอาการเน่าขยายเป็นพื้นที่กว้างขึ้น ส่วนใหญ่โรคจุดดำแบคทีเรียมักเป็นปัญหากับมะม่วงสายพันธุ์จากต่างประเทศ โดยเฉพาะในออสเตรเลีย พบว่า มะม่วงสายพันธุ์เคนซิง

ตันไพรด์ (Kensington Pride) อ่อนแอต่อโรคนี้ ในขณะที่มะม่วงสายพันธุ์เซนเซชัน (Sensation) คาราบาว (Carabao) และเออรีโกลด์ (Early Gold) ต้านทานต่อโรคนี้ เช่นเดียวกับมะม่วงสายพันธุ์น้ำดอกไม้ของไทย

การแพร่ระบาด กระจายได้โดยลม และฝนตลอดจนติดไปกับแมลงหรือเครื่องมือเครื่องใช้ทางการเกษตร โดยเชื้อจะเข้าสู่พืชทางช่องเปิดธรรมชาติ เช่น ช่องอากาศ ปากใบ ตลอดจนบาดแผลที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ตั้งแต่ในระยะปลูก และสามารถติดต่อกันโดยผิวสัมผัสระหว่างผลในระหว่างการเก็บเกี่ยวหรือเก็บรักษา

การป้องกันกำจัด การจัดการในระยะก่อนเก็บเกี่ยวหรือการดูแลตั้งแต่ระยะปลูก เป็นการป้องกันที่สำคัญมากเพื่อเป็นการลดปริมาณของเชื้อที่จะมาสู่ผลิตผล ได้แก่ กิ่งพันธุ์ที่จะนำมาติดตาหรือทาบกิ่งต้องสะอาดปลอดเชื้อ ใช้สารป้องกันกำจัดแบคทีเรีย (bactericidal) ที่เป็นกลุ่มสารประกอบทองแดงฉีดพ่นในช่วงที่ฝนตกติดต่อกันหลายวัน และไม่ฉีดพ่นในระยะออกดอก จะช่วยลดการปนเปื้อนและการทำลายของเชื้อในระยะเก็บรักษา หากพบผลที่ถูกโรคเข้าทำลายในภาชนะบรรจุระหว่างการเก็บรักษาให้นำผลมะม่วงนั้นออกไปทำลาย ตลอดจนควรรักษาความสะอาดของพื้นที่ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงคัดบรรจุ ด้วยการฆ่าเชื้อโดยความร้อนหรือนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ เช่น โซเดียมไฮโพคลอไรต์ สารป้องกันกำจัดแบคทีเรียในกลุ่มสารทำลายเชื้อ (disinfectant) ชนิดต่าง ๆ หรือแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

1.18 โรคโคนเน่า (Collar rot)

สาเหตุ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.

ลักษณะอาการ จะเกิดในต้นกล้ามะม่วงโดยแสดงอาการตายเป็นหย่อม ๆ โคนเน่ามีเส้นใบของเชื้อราสีขาวฟูเจริญคลุมโคนต้นกล้า มีเม็ด sclerotium สีน้ำตาลเกิดปะปนกับเส้นใยบริเวณโคนต้นกล้า ทำให้รากเน่าดำ ต้นกล้าเหี่ยวตายจำนวนมาก นอกจากนี้ เชื้อรายังทำให้ผลมะม่วงเน่าในโรงเก็บหรือคัดบรรจุได้

การแพร่ระบาด มักพบเชื้อราระบาดในกระบะเพาะกล้าที่ใช้ซ้ำมาเป็นระยะเวลานาน วัสดุเพาะกล้าเก่า เช่น ถ่านแกลบ และขุยมะพร้าวจะเป็นที่พักตัวของเชื้อราได้เป็นอย่างดี โรคจะระบาดได้รวดเร็วเมื่อสภาพอากาศร้อนชื้น

การป้องกันกำจัด หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุเพาะเก่า ปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ เพื่อการควบคุมโรคทางชีววิธีใช้เชื้อราไตรโคเดอริมา (Trichoderima) เมื่อมีโรคระบาด หรือ ราดฆ่าเชื้อในดินด้วยวิธีต่าง ๆ

2. แมลงศัตรูสำคัญของมะม่วง และสารป้องกันกำจัด (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

แมลงหลายชนิดเป็นศัตรูที่สำคัญของการผลิตมะม่วงให้มีคุณภาพดี นอกจากนี้ยังเป็นข้อกำจัดในการนำเข้ามะม่วงจากประเทศเขตร้อน เช่น แมลงวันผลไม้ ซึ่งห้ามไม่ให้มีติดไปกับผลมะม่วง เนื่องจากจะส่งผลให้เกิดความเสียหายจึงต้องมีมาตรการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับของประเทศนำเข้า ได้แก่ การอบไอน้ำ การฉายรังสี เป็นต้น

2.1 เพลี้ยไฟ (Thrips)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Stenchaetohrips biformis* (Bagnall)

การเข้าทำลาย เป็นแมลงศัตรูสำคัญทำลายส่วนต่าง ๆ ของมะม่วง ตั้งแต่ตาใบ ยอดอ่อน ดอกและผลอ่อน

ลักษณะการทำลาย ตัวอ่อนและตัวเต็มวัย จะใช้ปากเจาะและดูดน้ำเลี้ยงจากเซลล์พืชบริเวณใบอ่อน ยอดอ่อน ตุ่มตาใบ ตุ่มตาดอก ช่อดอกมะม่วง โดยเฉพาะฐานรองดอกและขั้วผลอ่อน ทำให้เซลล์บริเวณนั้นถูกทำลาย กรณีที่ระบาดไม่รุนแรง จะปรากฏแผลชัดเจนเป็นวงใกล้ขั้วผลมีสีเทาเงินเกือบดำหรือผลบิดเบี้ยว ถ้าทำลายในระยะติดดอกจะทำให้ช่อดอกหงิกงอ ดอกร่วงไม่ติดผล หรือทำให้ติดผลน้อย ส่วนอาการที่ปรากฏบนยอดอ่อนจะทำให้ใบที่แตกใหม่แคระแกร็น ขอบใบ และปลายใบไหม้ ใบอ่อนอาจหลุดร่วงตั้งแต่ใบมีขนาดเล็ก สำหรับใบแก่เพลี้ยไฟมักลงทำลายตามขอบใบทำให้ใบม้วนงอ และปลายใบไหม้ ถ้าเป็นการทำลายที่ยอดจะรุนแรงทำให้ยอดแห้งไม่แทงช่อใบ หรือช่อดอก การทำลายที่ตา ช่อดอก ให้ช่อดอกบิดเบี้ยว หงิกงอ ดอกร่วงไม่ติดผล หรือติดผลน้อย

การแพร่กระจาย พบเพลี้ยไฟระบาดเมื่ออากาศร้อนและแห้งแล้ง มีวงจรชีวิตสั้นมาก และจะระบาดรุนแรงโดยทำลายมะม่วงระยะใบอ่อน ยอดอ่อน ช่อดอก และผลอ่อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ซึ่งระยะเวลาการระบาดของเพลี้ยไฟจะพบในช่วงเริ่มแทงช่อดอกในระยะเดือยไก่และปริมาณลดลงในระยะดอกตูม หลังจากนั้น จำนวนเพลี้ยไฟจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อดอกใกล้บานจนถึงดอกบานเต็มที่ และจะเริ่มลดลงเมื่อเริ่มติดผลจะพบได้น้อยมากเมื่อผลแก่

พืชอาหาร ได้แก่ มะม่วง ดอกมะลิ องุ่น มะม่วงหิมพานต์ ส้มเขียวหวาน พริก

ศัตรูธรรมชาติที่ช่วยทำลายเพลี้ยไฟ ได้แก่ ไรตัวห้ำ (*Amboyseius* sp.) เพลี้ยไฟตัวห้ำ (*Aelothrips* sp.) และด้วงเต่าตัวห้ำ (*Stethorus* sp.)

การป้องกันกำจัด

1) ถ้าพบไม่มากให้ตัดส่วนที่มีแมลงระบาด เผาทำลายทิ้งเพราะเพลี้ยไฟมักจะอยู่กันเป็นกลุ่มบริเวณส่วนยอดอ่อนของพืช

2) การพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงควรพ่นในระยะติดดอกอย่างน้อย 2 ครั้ง คือระยะเริ่มแทงช่อดอกและระยะเริ่มติดผลขนาดมะเขือพวง (ประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร) ถ้าหากปีใดมีเพลี้ยไฟระบาดรุนแรงจำเป็นต้องพ่นซ้ำในระยะก่อนดอกบานสารป้องกันกำจัดแมลงที่แนะนำ คือ แลมดาไซฮาโลทริน เฟนโพรพาทรินอัตรา 20-30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในระยะดอกบานควรหลีกเลี่ยงการใช้สารดังกล่าว เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อแมลงผสมเกสรได้

3) ในระยะแตกใบอ่อนถ้ามีการระบาดให้ฉีดพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดดูดซึมหากเพลี้ยไฟทำลายรุนแรงจนยอดอ่อนไม่แตกทำการตัดแต่งกิ่งช่วยอีกทางหนึ่ง

ภาพที่ 45 แสดงลักษณะเพลี้ยไฟ ผลและใบอ่อนของมะม่วงที่ถูกเพลี้ยไฟเข้าทำลาย

2.2 แมลงวันผลไม้ (Oriental fruit fly)

ชื่ออื่น แมลงวันทอง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bactrocera dorsalis* Hendel

ลักษณะการทำลาย พบกระจายอยู่ทั่วไปทั้งประเทศในเขตอบอุ่น เขตร้อน และเขตหนาว โดยมีการแพร่กระจายทั่วไปสามารถทำลายผลผลิตเสียหายได้เป็นอย่างมากทำให้เกิดอุปสรรคต่อการค้าขายผลผลิต หรือ ส่งออกทั้งในและต่างประเทศ โดยแต่ละประเทศจะมีกฎหมายข้อกำหนดระเบียบในการนำเข้าพืชผักผลไม้ที่เป็นพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงชนิดนี้แพร่ระบาดไปทำความเสียหายในประเทศนั้น ๆ ทำให้การค้าขายผลไม้สดระหว่างประเทศเป็นไปได้ยากมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการกำจัดแมลงวันผลไม้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ก่อนการส่งออกทำให้ต้นทุนของผลิตผลสูงมากขึ้นอีกด้วย

ความเสียหายของแมลงวันผลไม้มักจะเกิดขึ้นเมื่อเพศเมียวางไข่แทงเข้าไปในเนื้อผลไม้ ตัวหนอนที่ฟักจากไข่อาศัย ชอนไชอยู่ภายในผลทำให้ผลเน่าเสียและร่วงหล่นลงพื้น ตัวหนอนออกมาเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ในดินแล้วจึงเจริญเป็นตัวเต็มวัยแมลงวันผลไม้วางไข่ในผลไม้ที่ใกล้สุก และมีเปลือกบางในระยะเริ่มแรกจะสังเกตเห็นได้ยาก อาจพบอาการช้ำบริเวณใต้ผิวเปลือกเมื่อหนอนโตมากขึ้น จะทำให้ผลเน่าและมีน้ำไหลออกทางผิวผลที่หนอนเจาะออกมาเพื่อเข้าเป็นดักแด้ผลไม้ที่ถูกทำลายนี้มักจะมีโรค และแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลายซ้ำได้

การแพร่กระจาย แมลงวันผลไม้แพร่ระบาดในทวีปอเมริกา ยุโรป เอเชีย หมู่เกาะแปซิฟิก ไต้หวัน ญี่ปุ่น ปาปัวนิวกินี และฮาวาย ในประเทศไทยพบการระบาดทั่วทุกภาคของประเทศทั้งในเขตป่า และเมือง ซึ่งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แม้มีระดับความสูงถึง 2,760 เมตรจากระดับน้ำทะเล ยังพบการแพร่ระบาดตลอดทั้งปี เนื่องจากมีอาหารที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยมีปริมาณแมลงวันผลไม้สูงสุดในช่วงเดือนที่มีผลไม้สุก คือ มีนาคม-มิถุนายน อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25-28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 46 แสดงลักษณะของแมลงวันผลไม้ และผลมะม่วงที่ถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลายผลมะม่วง

พืชอาหาร มีมากกว่า 150 ชนิดที่แมลงวันผลไม้สามารถดำรงชีวิตได้ที่พบมาก ได้แก่ มะม่วง ฝรั่ง ชมพู่ พุทรา กระท้อน กล้วย มะละกอ น้อยหน่า ส้มชนิดต่าง ๆ เงาะ ลำไย ลิ้นจี่ ขนุน ทับทิม ชมพู่ ลางสาด ลองกอง และกาแฟเป็นต้น

ภาพที่ 47 กับดักแมลงวันผลไม้

ศัตรูธรรมชาติ มีแตนเบียน หนอนแมลงวันผลไม้วางไข่ตามรอยแผลบนผลไม้ตรงที่แมลงวันผลไม้วางไข่ไว้ ที่พบในประเทศไทย ได้แก่ *Biosteres aresanus* (Sonan), *Biosteres longicaudatus* Ashmead, *Opius makii* Sonan

ตัวห้ำแมลงวันผลไม้ ได้แก่ มดคัน (*Pheidologeton diversus*)

การป้องกันกำจัด

1) ทำความสะอาดบริเวณแปลงเพาะปลูก แมลงวันผลไม้สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็วในแปลงปลูกที่มีพืชอาศัยอยู่มาก ดังนั้นการทำความสะอาดแปลงเพาะปลูกโดยการรวบรวมทำลายผลไม้ที่เน่าเสียอันเนื่องมาจากถูกแมลงวันผลไม้เข้าทำลาย เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็วของแมลงวันผลไม้ได้

2) การห่อผลไม้ เป็นวิธีการหนึ่งในการป้องกันการเข้าไปวางไข่ในผลไม้ที่ง่าย และได้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่งอีกทั้งยังเป็นวิธีการที่ปลอดภัยจากการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง การห่อผลไม้นี้ควรจะห่อให้มิดชิดไม่ให้มีรูหรือรอยฉีกขาดเกิดขึ้น มิฉะนั้นแมลงจะเข้าไปวางไข่ได้ระยะ 10 วัน หลังดอกบานหรือขนาดเท่าไข่ไก่ ควรห่อผลตั้งแต่ผลมีขนาดเท่าไข่ไก่หรือเมื่อมีอายุ 60-67 วัน หลังดอกบาน

3) การฉีดพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงเป็นการลดปริมาณประชากรของแมลงวันผลไม้ในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว แต่ในขณะเดียวกันแมลงมีการเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัด

มาเข้าทำลาย ทำให้ต้องพ่นซ้ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง และการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติ

4) การใช้สารล่อ

4.1) การใช้สารล่อแมลงวันผลไม้ตัวผู้

สารเคมีที่ใช้เป็นสารล่อนี้จะสามารถดึงดูดได้เฉพาะแมลงวันผลไม้ตัวผู้เท่านั้น และการใช้สารล่อนั้นจะต้องคำนึงถึงแมลงที่ต้องการให้เข้ามาในกับดักด้วย เนื่องจากแมลงวันผลไม้มีความจำเพาะเจาะจงกับสารล่อแมลงแต่ละชนิด

4.2) การใช้เหยื่อโปรตีน

จากการศึกษาถึงความต้องการอาหารของแมลงวันผลไม้ พบว่า แมลงดังกล่าวต้องการแหล่งโปรตีนเพื่อการผลิตไข่จึงได้มีการนำเอาโปรตีนไฮโดรไลเสตผสมกับสารป้องกันกำจัดแมลงมาเป็นเหยื่อล่อแมลงวันผลไม้โดยใช้โปรตีนไฮโดรไลเสต 200 มิลลิลิตร ผสมสารป้องกันกำจัดแมลงพ่นเป็นจุด ๆ เท่านั้นเป็นวิธีการที่ให้ผลดีมากนอกจากจะประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายในการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง ประหยัดแรงงานและยังเป็นพิษต่อแมลงที่ช่วยผสมเกสรน้อย ตัวห้ำตัวเบียนที่สำคัญคือสารนี้สามารถดึงดูดได้ทั้งแมลงวันผลไม้ตัวผู้ และตัวเมียซึ่งจะช่วยลดอัตราการเข้าทำลายของแมลงผลไม้ได้อย่างดี

5) การทำหมันแมลง

การทำหมันแมลงเหล่านี้ใช้วิธีการฉายรังสีแกมมา จากนั้นจึงนำแมลงที่เป็นหมันแล้วไปปล่อยในธรรมชาติเพื่อลดปริมาณแมลงในธรรมชาติให้หมดไป แต่การกระทำด้วยวิธีนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมาก และมีข้อจำกัดอื่น ๆ ที่จะต้องคำนึง เช่น การป้องกันการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูชนิดอื่น ๆ

6) การกำจัดหนอนแมลงวันผลไม้ในผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนมากระยะที่เก็บเกี่ยวผลไม้อยู่ในระยะแก่จัด ซึ่งอาจมีแมลงวันผลไม้วางไข่อยู่ หรือมีหนอนในวัยต้น ๆ ที่ยังไม่เห็นการทำลายอย่างเด่นชัด ฉะนั้นเพื่อเป็นการกำจัดไข่หรือหนอนที่ติดมาในผลไม้ จึงมีวิธีการกำจัด ดังนี้

6.1) การรมยาโดยการใช้สารเคมี (fumigant) เช่น เมทิลโบรไมด์ (Methyl Bromide)

6.2) การฉายรังสี ได้แก่ รังสีแกมมา รังสีจากอิเลคตรอน

6.3) การใช้วิธีการอบไอน้ำร้อน เป็นวิธีการที่ใช้ในการค้าในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ไต้หวัน สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ และประเทศไทย

2.3 เพลี้ยแป้ง (Mealy bug)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley

ลักษณะในธรรมชาติ ตัวเต็มวัย เพศเมีย มีรูปร่างรูปไข่ค่อนข้างกว้างผนังลำตัวปกคลุมด้วยสารสีขาวคล้ายแป้ง มีเส้นแป้งสั้น ๆ ลักษณะบอบบางเพลี้ยแป้งตัวเมียจะออกลูกตัวอ่อนที่ออกมาจะว่องไว และมี

เส้นใยสีขาวปกคลุมลำตัวสามารถออกลูกได้วันละประมาณ 15 ตัว ตัวอ่อนระยะที่หนึ่ง ใช้เวลาเจริญเติบโตประมาณ 10-20 วัน การผสมพันธุ์จะเริ่มเมื่อเข้าสู่ตัวอ่อนระยะที่สาม หลังจากนี้ 10-15 วัน จะเริ่มออกลูก ซึ่งเป็นระยะที่ตัวเมียลอกคราบครั้งที่ 3 แล้วปกติเพลี้ยแป้งจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และจะมีราดำ (sooty mold) ขึ้นปกคลุมทั่วบริเวณที่มีเพลี้ยเหล่านี้อาศัยอยู่

ลักษณะการทำลาย เพลี้ยแป้งที่พบมีหลายชนิดพบการทำลายทั่วไป บริเวณกิ่ง ใบ ผล โดยเฉพาะด้านหลังใบนอกจากนี้ยังพบว่า มดเป็นตัวการที่นำเพลี้ยแป้งให้แพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น

แมลงศัตรูธรรมชาติ

- ด้วงเต่าลาย (ตัวห้ำหรือแมลงน้ำ) ได้แก่ *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant), *Acerophaqus nubilipennis* Doz, *Anagurus nigricornis* Timberlake, *Anarhopus sydneyensis* Timberlake, *Coccophagus qurneyi* Comp.
- หนอนกินเพลี้ยแป้ง

การป้องกันกำจัด

1) กำจัดมด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้เพลี้ยแป้งระบาดได้รวดเร็ว โดยใช้สารป้องกันกำจัดแมลง เช่น ไซเพอร์เมทิล หรือ อะบาเม็กติน

2) เมื่อพบเพลี้ยระบาดควรฉีดพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงหากจะให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ควรผสมสารจับใบ

3) ควรใช้น้ำฉีดพ่นร่วมด้วยจะช่วยลดจำนวนเพลี้ยแป้งลงได้

ภาพที่ 48 แสดงลักษณะการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้ง

2.4 แมลงค่อมทอง (Green weevil)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hypomeces scuamosus* F.

ลักษณะการทำลาย เป็นแมลงปีกแข็งตามลำตัวมีสีเหลืองทองเคลือบคลุมอยู่เมื่อโตเต็มวัยจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง และขนาดลำตัวประมาณ 11-12 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 4-6 มิลลิเมตร พบการเข้าทำลายระยะใบอ่อนชอบกัดกินใบทำให้แหว่ง หรือขาดจนกระทั่งเหลือโคนก้านใบ

การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมีฉีดพ่น ได้แก่ พวกคาร์บาริล เป็นต้น

ภาพที่ 49 แมลงค่อมทอง

2.5 เพลี้ยจักจั่นมะม่วง (Mango Leal hopper)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Amritodus atkinsoni* Cethierry และ *Chanrocerus niveospavscer* Lethierry

ลักษณะการทำลาย เป็นแมลงขนาดเล็ก 1-2 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยจะพบอยู่เป็นกลุ่มตามบริเวณโคนของก้านช่อดอก และก้านใบ ทำลายใบอ่อน ช่อดอก ก้านดอก และยอดอ่อน ดูดน้ำเลี้ยงจากช่อดอกทำให้แห้ง และร่วงติดผลน้อย หรือไม่ติดผลเลย เพลี้ยจักจั่นจะถ่ายมูลและคายน้ำหวานติดตามใบ พุ่มช่อดอกและผล โดยจะมีราดำขึ้นปกคลุมภายหลังทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง

การป้องกันกำจัด

- ตัดแต่งกิ่งภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดแหล่งสะสมของเพลี้ยจักจั่นมะม่วง
- ใช้น้ำฉีดพ่นล้างช่อดอก และใบ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการถูกปกคลุมด้วยรา
- ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงชนิดดูดซึม

ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยยังมีอีกหลายวิธี คือ จากสารสกัดจากรากหางไหล หนอนตายหยาก ยาสูบ ดีปลี และพริกไทย รวมถึงน้ำส้มควันไม้ สามารถลดการทำลายของเพลี้ยจักจั่นในช่อดอกได้ สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นได้ดี คือ อิมิดาคลอพริด ไดโนทีฟูแรน และไทอะมีโทแซม

ภาพที่ 50 แสดงลักษณะของเพลี้ยจักจั่น ไข่ของเพลี้ยจักจั่นบนใบมะม่วง
และจุดดำที่เกิดจากเพลี้ยจักจั่นดูดกินน้ำเลี้ยงบนผลมะม่วง

2.6 หนอนผีเสื้อเจาะผลมะม่วง (Mango seed borer, seed boring caterpillar)

ลักษณะการทำลาย ตัวเต็มวัยจะวางไข่ฟองเดียวที่ขั้วผลเมื่อหนอนฟักเป็นตัวจะคลานเข้าไปทำลายบริเวณขั้วผลหนอนกัดกินอยู่ภายใน และขับมูลออกมาเจาะผลทำให้ผลเน่าเสีย และร่วงหล่นช่วงเวลาระบาดในระยะผลอ่อนถึงระยะเริ่มแก่

การป้องกันกำจัด

- การห่อผลด้วยถุงคาร์บอนชนิดบางตั้งแต่อายุ 60-67 วัน หลังดอกบาน เพื่อป้องกันผีเสื้อวางไข่
- เก็บผลมะม่วงที่ถูกแมลงทำลายที่ติดอยู่บนต้น และร่วงหล่นแล้วเผาทำลายทิ้ง
- ป้องกันกำจัดตามคำแนะนำ
- ใช้กับดักแมลงไฟฟ้าเพื่อล่อให้แมลงบินมาเล่นไฟแล้วเก็บทำลาย

2.7 ด้วงงวงเจาะเมล็ดมะม่วง (mango seed weevil) *Sternochetus olivieri* (Faust)

ลักษณะ *S. frigidus* และ *S. olivieri* ทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกันมาก เป็นแมลงขนาดลำตัวยาวประมาณ 7-8 มิลลิเมตร กว้าง 4-5 มิลลิเมตร มีปากแบบกัดกิน ส่วนหัวยื่นคล้ายงวง หนวดแบบข้อศอกผสมแบบลูกตุ้ม ปีกคู่หน้าแข็ง มีแถบสีขาวคาดลงมาทั้งสองปีกคล้ายรูปตัววี ปลายปีกเป็นสีน้ำตาลอ่อน ตัวหนอนจนถึงตัวเต็มวัยกัดกินเมล็ดมะม่วงภายในผล

วิธีป้องกันหรือกำจัด ในสภาพแปลงปลูกให้ดูแลเก็บผลมะม่วงสุกที่ถูกด้วงเข้าทำลายหรือเผาทิ้ง ตัดแต่งกิ่งให้โปร่ง กำจัดวัชพืช พร้อมพรวนดินบริเวณทรงพุ่ม และหมั่นทำความสะอาดแปลงเสมอ ฉีดพ่นสารเคมีอิมิดาคลอพริด แลมป์ด้าไซฮาโลทริน หรือคาร์บาริล ให้ทั่วทั้งต้นและลงดินเพื่อฆ่าตัวแก่

3. อาการผิดปกติอื่น ๆ ของมะม่วง (นิพนธ์ วิสาทานนท์, 2552)

นอกจากสาเหตุของโรคมะม่วงที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือมีเชื้อโรคเข้าทำลายแล้ว มะม่วงยังแสดงอาการผิดปกติที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตหรือไม่มีเชื้อโรค ได้ดังต่อไปนี้

3.1 อาการขอบใบไหม้ ปลายใบไหม้

สาเหตุเกิดจาการสูญเสียน้ำรุนแรง เนื่องจากสภาพดินเค็มความแห้งแล้ง ดินเป็นด่างจัด หรือน้ำเค็มท่วม เป็นต้น ลักษณะอาการ ต้นมะม่วงระยะเล็กที่เริ่มปลูกจะค่อย ๆ แสดงอาการขอบใบไหม้เป็นสีน้ำตาลอย่างช้า ๆ บริเวณปลายใบ ขอบใบหรือปลายใบเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลอ่อน ขอบแผลที่ปลายใบจะม้วนเข้าหรือไม่เรียบถ้ามีอาการรุนแรงทำให้เหี่ยวแห้งทั้งใบ

3.2 อาการก้นผลดำ (black tip)

เกิดจากการขาดธาตุโบรอน ลักษณะอาการเกิดบริเวณก้นผลมะม่วงขณะที่กำลังเจริญเติบโตแสดงอาการจุดดำลุกลามทำให้ก้นผลมีลักษณะแข็งในบางพันธุ์ จะมีลักษณะเป็นจุดดำเป็นแอ่งบริเวณด้านในที่โค้งก้นผล ขณะที่ปลายก้นผลยังคงมีสีเขียว ต่อมาจึงเปลี่ยนเป็นสีดำ

3.3 อาการขาดธาตุแมกนีเซียม

ลักษณะอาการจะปรากฏที่ใบแก่โดยจะแสดงอาการใบซีด เหลืองจากปลายใบ และขอบใบลุกลามเข้าหาเส้นกลางใบ และฐานใบ ทำให้ขอบของบริเวณ ใบมีอาการซีดเหลืองมีลักษณะเป็นรูปตัววีกลับหัว (inverted V-shape) และส่วนฐานใบมีสีเขียวเป็นรูปลิ่ม มักเป็นกับสวนมะม่วงที่มีอายุหลายปีหรือดินมีสภาพเป็นหินปูน สามารถแก้ไขโดยใส่ปุ๋ยที่มีธาตุแมกนีเซียม และเสริมด้วยปุ๋ยคอกที่สลายตัวดีและปุ๋ยหมัก

3.4 อาการผลแตก (fruit cracking)

เกิดจากการขาดธาตุแคลเซียมและโบรอน หรือมะม่วงได้รับน้ำกะทันหันหลังจากอยู่ในสภาพแห้งแล้งมานาน

ลักษณะอาการ เกิดกับผลระยะโตหรือแก่จัดก่อนเก็บเกี่ยว โดยเกิดรอยแตกตามความยาวของผลเป็นสองซีก และขั้วผลเป็นทางยาวลงก้นผล

ภาพที่ 51 อาการผลแตก

3.5 อาการเป็นพิษจากสารกำจัดวัชพืช (herbicide toxicity)

การที่มะม่วงได้รับละอองจากสารกำจัดวัชพืช เช่น พาราควอต (paraquat) ทำให้ใบเกิดอาการเป็นจุดสีน้ำตาลมีขอบแผลสีเข้มขนาดต่างกันตามขนาดของละอองสารจากการฉีดพ่น นอกจากนี้สารบางชนิดถูกดูดซึมเข้าไปในต้นพืชทำให้ใบมีลักษณะด่างเหลือง หรือหากได้รับ 2, 4-D ทำให้ใบยืดยาวปลายใบเรียวแหลม และขอบใบแห้งแข็งเป็นหยักเส้นใบหนา สีซีดขาว ยอดอ่อนมีใบบิดม้วนเป็นเกลียวคลื่น สำหรับพิษจากสารกำจัดวัชพืชนี้เมื่อสารเสื่อมลง ยอดที่แตกออกมาใหม่จะเป็นปกติ

3.6 อาการผลเป็นหมันหรือผลลม (parthenocarpic fruit)

เกิดจากการที่ผลมะม่วงไม่ได้รับการปฏิสนธิ หรือ การปฏิสนธิไม่สมบูรณ์ เนื่องจากดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนมากกว่าดอกเพศผู้ ขาดแมลงผู้เป็นพาหะที่ช่วยถ่ายละอองเรณู เช่น ผึ้ง และแมลงวันหัวเขียว (ผลอาจเป็นเพราะผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลงมากเกินไปหรือฉีดพ่นในช่วงออกดอก) ดอกมะม่วงมีความสมบูรณ์ไม่เพียงพอ ทำให้ผลที่ได้เจริญเติบโตช้า หรือไม่มีการพัฒนาขนาดของผล ผลโค้งงอ ผลมีจุดเหลืองที่ก้นผล ต่อมาผลแตกตามความยาวด้านในที่โค้ง ผลไม่มีเมล็ด และร่วงจำนวนมาก ผลที่ร่วงมักพบอาการเหลืองอย่างรวดเร็ว

3.7 อาการเนื้อตาย (spongy tissues)

อาการเนื้อตาย หรือบางครั้งเรียกว่าอาการเห็บ สาเหตุอาจเกิดจากการดูดกินของผีเสื้อมวนหวาน (*Orthreis* sp.) หรือเนื่องจากการเป็นพิษจากการฉีดพ่นสาร Zincofol มะม่วงที่มีอาการเนื้อของผลสุกจะมีเนื้อเยื่อหยาบสีขาวปะปนกับเนื้อสีเหลืองเป็นจุด ๆ เมื่อเกิดจำนวนมากเนื้อจะหยาบขาวเห็นเป็นโพรง โดยถ้าเกิดกับผลดิบผลจะมีลักษณะเป็นสีขาวคล้ายแป้งที่จับตัวแข็งเป็นก้อนและมักจะพบรอยแยกอยู่บริเวณ

ส่วนสีขาวนี้ ในผลสุกเนื้อสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ายเนื้อช้ำหรืออาการฉ่ำน้ำ เมื่อแผลขยายตัวกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร มองดูภายนอกจะเห็นบริเวณนี้ยุบตัวคล้ายผลที่มีรอยช้ำ

4. อาการผิดปกติอื่น ๆ ที่เกิดกับมะม่วงหลังเก็บเกี่ยว

4.1 อาการรอยจุดดำบนผิวผล

ลักษณะอาการ อาการรอยจุดดำบนผิวผล (lenticels spotting) จะมีอาการปรากฏเป็นรอยดำบริเวณช่องอากาศของผิวผล ทำให้ผิวของมะม่วงเกิดเป็นรอยจุดดำเล็ก ๆ ปรากฏทั่วไป ซึ่งจุดดำเหล่านี้จะเห็นชัดมากขึ้นเมื่อมะม่วงเริ่มสุก ลักษณะอาการคล้ายกับอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ที่เกิดกับมะม่วงระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไป (เสาวนีย์ แก้วประเวช, 2551) ช่องอากาศ เป็นช่องหรือรูขนาดเล็กที่อยู่บนผิวผล เป็นบริเวณที่มีการคายน้ำของผลและแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างเนื้อเยื่อพืชกับบรรยากาศ สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดจุดดำบนผิวผล ได้แก่ การล้างหรือจุ่มผลไม้ในน้ำนานเกินไป โดยเฉพาะหากมีการเติมสารซักฟอก (detergent) อาการนี้สามารถปรากฏบนผลมะม่วงที่ยังอยู่บนต้นได้หากมีฝนตกหนักและผลสัมผัสกับน้ำฝน โดยทั่วไปจะแสดงอาการไม่รุนแรงเหมือนกับมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

การควบคุม ไม่ควรแช่หรือจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนเกินกว่า 5 นาที สำหรับกรรมวิธีควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยว และไม่ควรแช่หรือล้างผลในน้ำนานเกินกว่า 15 นาที ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

4.2 อาการสุกผิดปกติ

ลักษณะอาการ อาการสุกผิดปกติ (abnormal ripening) เกิดจากมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere; CA) ไม่เหมาะสมทำให้เกิดรสชาติและกลิ่นที่ผิดปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลมะม่วงที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่ไม่เหมาะสม ถึงแม้ว่าการเก็บผลมะม่วงในสภาพควบคุมบรรยากาศนั้น สามารถยืดอายุการเก็บรักษา (storage life) ได้นานกว่า 2 สัปดาห์ ในสภาวะที่เหมาะสม แต่หากมีออกซิเจนต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลมะม่วงเกิดการสุกที่ผิดปกติ การเคลือบผลด้วยไข (wax) หรือวัสดุเคลือบผิวอื่น ๆ ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างผลกับบรรยากาศถูกจำกัด ทำให้ขาดออกซิเจนในการหายใจ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้เกิดการสุกที่ผิดปกติ

การควบคุม ในการควบคุมสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษามีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยต้องควบคุมออกซิเจนให้ไม่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ควรมากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และไม่ควรเคลือบผิวผลมากเกินไป จนทำให้จำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลมะม่วง

4.3 อาการแผลไหม้จากน้ำยางในมะม่วงบางสายพันธุ์ (sap burn)

ลักษณะอาการ ยางมะม่วง (mango sap/latex) ที่ไหลออกมาจากรอยตัดหรือรอยปลิดจากขั้วผล และไหลออกมาสัมผัสกับผิวผลมะม่วง มีผลทำให้ผิวเปลือกได้รับความเสียหายเป็นรอยแผลหรือจุดดำ โดยจะสังเกตเห็นเป็นจุดดำหรือเป็นรอยขีดรอบ ๆ บริเวณขั้วผล และส่วนต่าง ๆ ของผิว เช่น แก้มผล จะทิ้งรอยการไหลของยางมะม่วงที่มีลักษณะใสโดยเกิดเป็นคราบเหนียวบนผิว การเกิดรอยแผลมีผลมาจากหลายสาเหตุ เช่น การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่ยังไม่แก่จัด ซึ่งยังคงมีปริมาณยางอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมะม่วง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณน้ำยางจะไหลออกมาหากเก็บในช่วงเช้า เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บเกี่ยวในช่วงกลางวัน โดยทั่วไปแล้วการเกิดรอยแผลจากยางมะม่วงจะปรากฏออกมาให้เห็นภายในเวลา 24 ชั่วโมง แต่จะแสดงอาการมากขึ้นเมื่อผลมะม่วงอยู่ในระหว่างการจำหน่าย

การควบคุม ควรเก็บผลมะม่วงโดยตัดให้ขั้วผลไม่สั้นจนเกินไป โดยตัดให้มีก้านเหลือยาวประมาณ 10 เซนติเมตร การเก็บเกี่ยวจะปลิดบริเวณที่เป็นขั้วต่อของขั้วผล เพราะจะช่วยทำให้มีน้ำยางของมะม่วงไหลออกมาน้อย หรือใช้ตะกร้อติดใบมีด หลังจากนั้นปลิดขั้วผลออกทั้งผล โดยเอาขั้วลงบนผ้าหรือกระสอบซับน้ำยางประมาณ 20 นาที ควรปล่อยให้น้ำยางไหลออกโดยคว่ำผล ก่อนการคัดบรรจุ

ภาพที่ 52 แสดงอาการแผลไหม้จากน้ำยางบนผลมะม่วง

4.4 อาการผิดปกติที่เกิดจากอุณหภูมิ

อาการผิดปกติที่เกิดจากอุณหภูมิ (temperature injury) โดยผลมะม่วงที่อยู่ในระหว่างการเก็บเกี่ยวอาจได้รับความเสียหายจากความร้อน (heat injury) หรือความหนาวเย็น เกิดอาการสะท้านหนาวจนทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นได้ ผลมะม่วงที่เก็บในต่ำกว่าอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะทำให้เนื้อผลได้รับความเสียหาย อาการจะรุนแรงมากยิ่งขึ้นหากเก็บที่อุณหภูมิต่ำลง

ลักษณะอาการ หากเป็นผลแก่แต่ผิวเปลือกยังคงมีสีเขียวอยู่จะพบรอยจุดบนผิวที่มีลักษณะหมองกว่าสีผิวปกติ หากเป็นกับมะม่วงสุกจะเกิดเป็นรอยจุดดำที่บริเวณช่องอากาศ และทำให้เชื้อแฝงในผลแสดงอาการไวขึ้น สำหรับมะม่วงที่อยู่ในสภาพที่ได้รับความร้อนสูง และนานเกินไปในระหว่างการจัดการหลังเก็บเกี่ยว เพื่อควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช เช่น การแช่น้ำร้อนหรืออบไอน้ำ อาการส่วนใหญ่จะไม่ปรากฏให้เห็นจนกว่ามะม่วงจะเย็นลง โดยเนื้อที่ได้รับความเสียหายบริเวณผิวจะเห็นเป็นรอยถูกลวก เนื้อในจะเป็นรอยจุดหรือเป็นชั้นสีขาว เกิดช่องว่างระหว่างเนื้อและเปลือกที่เกิดจากการยุบตัวของเนื้อภายในผล ซึ่งผลมะม่วงที่สุกจะได้รับผลกระทบจากความร้อนมากกว่าผลที่ยังเขียวอยู่

การควบคุม ควรตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือ เครื่องจักร ที่ใช้ในกรรมวิธีการแช่น้ำร้อนหรืออบไอน้ำให้มีค่าอุณหภูมิที่ปรับไว้คงที่ โดยทั่วไปการแช่มะม่วงในน้ำร้อนจะปรับอุณหภูมิที่ 52 องศาเซลเซียส และใช้เวลาแช่ผลไม่เกิน 5 นาที

4.5 Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*)

โรคแอนแทรกโนส จะพบในมะม่วงระยะหลังเก็บเกี่ยวโดยแรกเริ่มจะแสดงอาการเป็นจุดสีดำเกิดขึ้นกระจายทั่วบริเวณผิวผล มักจะเกิดเป็นแนวตรงโดยเริ่มจากขั้วผลบนสุดลงสู่ก้นผล จุดที่เกิดโรคจะขยายใหญ่ขึ้นเมื่อผลมะม่วงสุกงอมมากขึ้น บริเวณที่เกิดการเน่าจะเป็นแอ่งตรงกลางและจะมีการสร้างเมือกสีส้มเป็นสปอร์ของเชื้อรา ทำให้ผลเน่าอย่างรวดเร็ว

4.6 Stem end rot (*Lasiodiplodia theobromae* Pat.)

อาการผลเน่าของมะม่วงจะเกิดขึ้นในช่วงหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อสุกจะแสดงอาการเน่าสีน้ำตาลกระจายจากรอยบริเวณที่ตัดขั้วผลไปยังก้นผล เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจะพบมากกับมะม่วงพันธุ์ทองคำ และพันธุ์อกร่อง ส่วนพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์แรดจะเป็นโรครุนแรงเมื่อผลมะม่วงเกิดแผลหรือมีรอยช้ำจากการทิ้งก้านไว้ยาว เปอร์เซ็นต์ในการเป็นโรคน้อยและช้ากว่าชนิดอื่น เชื้อราชนิดนี้พบแพร่กระจายในสวนมะม่วงทั่วไป มักตกค้างที่บริเวณผิวและบาดแผลบนผลโดยจะระบาดรุนแรงในเขตร้อน

4.7 Aspergillus rot (*Aspergillus niger*)

เชื้อราชนิดนี้จะแสดงอาการในผลมะม่วงที่เกิดบาดแผล หรือมีรอยช้ำโดยมะม่วงจะมีอาการจุดซีดขาว ทำให้เนื้อนิ่ม มีการขยายตัวจากจุดเดิมอย่างรวดเร็วบริเวณกลางจุดจะมีกลุ่มสปอร์สีดำของเชื้อราปรากฏให้เห็น แพร่ระบาดมากในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พิมเสน ทองดำ และแรด

4.8 Rhizopus rot (*Rhizopus stolonifer*)

เชื้อราชนิดนี้มักจะเข้าทำลายเมื่อผลมะม่วงเกิดรอยแผลช้ำและเก็บที่อุณหภูมิสูงประมาณ 30 องศาเซลเซียส ในภาชนะกล่องที่มีการบรรจุสนิท โดยพบจุดสีน้ำตาลลุกลามอย่างรวดเร็วเน่าเสียทั่วทั้งผล ในบริเวณแผลจะมีกลุ่มเส้นใยของเชื้อราสีเทาเจริญฟู แต่โรคชนิดนี้พบเล็กน้อยกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

4.9 Dothiorella rot (*Dothiorella dominicana* Petr. & Cif.)

เชื้อชนิดนี้จะแสดงออกเมื่อผลมะม่วงกำลังสุก จะเกิดอาการเน่าบริเวณขั้วผลเป็นอันดับแรกมีลักษณะเป็นสีดำ หรือไหล่ผลเป็นสีน้ำตาลจาง ๆ โดยขอบแผลมีลักษณะไม่ชัดเจน เนื้อจะเน่ายุบตัวลง ต่อมาจะสร้างกลุ่ม pycnidium ให้เห็นได้ชัดบริเวณกลางแผล พบมากในผลมะม่วงในระยะแก่จัด หรือระยะก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อเชื้อราชนิดนี้เข้าทำลายจะเห็นจุดขนาดใหญ่มีสีดำบนผลและพบ pycnidium บริเวณกลางจุด

4.10 Phomopsis rot (*Phomopsis mangiferae* Ahmed)

เชื้อราชนิดนี้จะทำให้ผลมะม่วงเน่าจากขั้วผลเป็นสีน้ำตาลก่อนและแสดงอาการเน่าอย่างช้า ๆ เนื้อตรงที่เป็นโรคจะเหี่ยวและต่อมาจะสร้าง pycnidium ปรากฏให้เห็นชัดเจน

5. อาการผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุอื่น ๆ

ลักษณะอาการ อาการผิดปกติของมะม่วงอาจเกิดขึ้นได้จากหลายส่วน เช่น จากกระบวนการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม ทำให้ผลมะม่วงได้รับการกระทบกระเทือน อาจเกิดจากเครื่องมือที่ใช้เก็บเกี่ยวหรือระหว่างการขนส่ง (mechanical injury) การขัดผิว (brushing) ที่รุนแรงเกินไปในระหว่างกระบวนการคัดบรรจุ ในแต่ละกระบวนการควรระมัดระวังเพื่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ระหว่างการดำเนินการควรตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ให้มีความเหมาะสมในการคัดบรรจุ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายกับผลผลิตที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นที่ผลมะม่วงอาจได้รับความเสียหาย เช่น จากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ดังนั้นจึงต้องควบคุมที่สาเหตุด้วย

6. วัชพืช (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

วัชพืช ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตมะม่วงหรือไม้ผลชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะลำต้นไม่สูงมาก เช่นเดียวกับโรคและแมลง เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคต่าง ๆ และแมลงตลอดจนการแย่งดูดซึมปุ๋ยและน้ำของต้นมะม่วง อาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิตได้ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

6.1 วัชพืชฤดูเดียว

วัชพืชฤดูเดียวเป็นวัชพืชที่มีวงจรชีวิตครบถ้วนภายในฤดูเดียว ส่วนมากจะขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด แบ่งออกได้เป็น

ก. ประเภทใบแคบ เช่น หญ้าตีนกา หญ้าปากควาย หญ้าตีนนก หญ้าขจรจบดอกเล็ก-ใหญ่ และหญ้านกสีชมพู เป็นต้น

ข. ประเภทใบกว้าง เช่น ผักโขม ผักบุ้งยาง ผักเบี้ยใหญ่ กระดุมใบ และสาบแร้งสาบกา เป็นต้น

ค. ประเภทกก เช่น กกทราย และกกดอกแบน เป็นต้น

6.2 วัชพืชข้ามปี

วัชพืชข้ามปีเป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วย ต้น ราก เหง้า หัว และไหลได้ดีกว่าเมล็ด แบ่งออกได้เป็น

ก. ประเภทใบแคบ เช่น หญ้าคา หญ้าแพรก หญ้าชันกาด และหญ้าขจรจบดอกเหลือง เป็นต้น

ข. ประเภทใบกว้าง เช่น สาบเสือ ไมยราบเถา ผักปราบ และต้อยติ่ง เป็นต้น

ค. ประเภทกก เช่น แห้วหมู และกกดอกตุ้ม เป็นต้น

6.3 การป้องกันกำจัดวัชพืช

ตัดวัชพืชบริเวณรอบโคนต้นหรือบริเวณใกล้เคียงด้วยเครื่องตัดหญ้าขนาดเล็กหรือสะพายหลังอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชในกรณีที่มีพื้นที่ไม่มาก หากมีพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ควรใช้เป็นรถแทรกเตอร์พ่วงเครื่องตัดหญ้าเพื่อเป็นการลดระยะเวลาให้รวดเร็วขึ้น ตัดอย่างสม่ำเสมอ พยายามลดความชื้นในบริเวณโคนต้น เนื่องจากจะไม่ให้เป็นที่สะสมของโรคและแมลง ควรปลูกพืชชนิดคลุมดินเพื่อป้องกันไม่ให้วัชพืชขึ้น และยังเป็นการช่วยบำรุงดินอีกทางหนึ่ง ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วพร้า ถั่วซีรูเลียม ระหว่างแถวและต้นของมะม่วง หากไม่สามารถกำจัดวัชพืชด้วยวิธีดังกล่าวได้ ควรฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช

6.4 การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ข้อควรระวังในการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1) สวมเสื้อผ้าและอุปกรณ์ป้องกันสารพิษ ได้แก่ หน้ากาก ผ้าปิดจมูก ถุงมือ หมวก และรองเท้ายางเพื่อป้องกันการสัมผัสกับสารพิษ

2) หมั่นตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ใช้ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้มีความพร้อมใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

3) อ่านคำแนะนำและคุณสมบัติ รวมถึงวิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนการใช้งานทุกครั้ง

4) ระยะเวลาในการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชควรเป็นช่วงเวลาเช้าหรือเย็นขณะลมสงบ ละเว้นในเวลาที่แดดจัดหรือลมแรง ขณะปฏิบัติงาน ผู้ฉีดพ่นต้องอยู่เหนือลมเพื่อลดการฟุ้งกระจายของสารและลดการสัมผัสกับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

5) ควรเตรียมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่พอเหมาะ และตรงกับความต้องการใช้งาน ไม่ควรเหลือติดค้างในถังพ่น หรือเททิ้งบริเวณแปลงปลูก

6) ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุสารควรปิดให้สนิทและนำไปเก็บในที่มิดชิดห่างจากบริเวณที่พักอาศัยแหล่งน้ำ

7) ภายหลังการฉีดพ่นสาร ผู้ฉีดควรชำระล้างร่างกายและเปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่ทันที เสื้อผ้าที่ใส่ขณะฉีดพ่นสารควรซักทำความสะอาดทุกครั้ง

8) ควรจดบันทึกวันที่และรายละเอียดของสารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกครั้ง

9) ไม่ควรเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงหลังการฉีดพ่นได้ไม่นาน หรือก่อนที่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้จะสลายตัวถึงระดับปลอดภัย สามารถดูคำแนะนำจากฉลากบนภาชนะบรรจุ

10) ภาชนะที่บรรจุสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ควรทำลายโดยการฝังกลบให้ห่างจากแหล่งน้ำ และมีความลึกมากพอสมควร เพื่อป้องกันสัตว์คุ้ยเขี่ย ห้ามเผาไฟหรือนำกลับมาใช้อีก

6.5 การใช้เครื่องพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

1) ในปัจจุบันเครื่องพ่นสารมีอยู่หลากหลายสามารถแยกตามความต้องการใช้งานได้ เช่น เครื่องพ่นสารแบบสูบโยกสะพายหลัง เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กหรือต้องการใช้งานจำนวนไม่มาก เครื่องยนต์พ่นสารชนิดใช้แรงดันของเหลว รถแอร์บลาส (ตัวหนอน) ใช้สำหรับพื้นที่แปลงปลูกขนาดใหญ่ใช้งานเป็นจำนวนมาก เป็นต้น

1.1) เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง ใช้อัตราการพ่น 60-80 ลิตรต่อไร่ เลือกใช้หัวพ่นแบบกรวยขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6-1.0 มิลลิเมตร) สำหรับพ่นสารป้องกันโรคและแมลงในพื้นที่จำนวนไม่มาก

1.2) เครื่องยนต์ฉีดพ่นสารชนิดใช้แรงดันของเหลว โดยมีอัตราการฉีดพ่น 80-120 ลิตรต่อไร่ ใช้หัวฉีดพ่นแบบกรวยขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 -2.0 มิลลิเมตร) สามารถปรับหัวฉีดพ่นให้ละอองกระจายกว้าง และละอองขนาดเล็กตามความเหมาะสมสำหรับฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง

1.3) รถแอร์บลาส ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ มีประสิทธิภาพในการฉีดพ่นละอองสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงได้ดี และทั่วทรงพุ่ม และสามารถทำงานได้รวดเร็วประหยัดเวลาในการทำงานเหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ประหยัดแรงงาน แต่มีราคาแพง และสิ้นเปลืองสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเป็นระบบอัตโนมัติ

หมายเหตุ เครื่องมือที่ใช้ในการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงควรใช้เป็นสัดส่วนไม่ควรใช้ร่วมกับเครื่องมือฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชเพื่อป้องกันความเสียหายจากสารที่เกิดจากการปนเปื้อนสารเนื่องจากล้างถังฉีดยาไม่สะอาด

ภาพที่ 53 รถแอร์บลาสสำหรับฉีดพ่นสาร

6.6 วิธีการพ่นและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ควรเลือกอุปกรณ์ในการฉีดพ่นสารแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับรูปแบบของสารและขนาดของทรงพุ่มของต้นมะม่วง ในการฉีดพ่นสารในแต่ละครั้งมีปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการฉีดพ่น ดังนี้

1) ละอองสาร หัวพ่น และแรงอัดของเครื่อง เป็นตัวควบคุมละอองสารที่ปล่อยออกไปจากเครื่องจนไปกระทบหรือจับบนใบมะม่วงหรือตัวแมลง ควรปรับให้มีละอองละเอียดขนาดเล็กเหมาะสม หากมีขนาดใหญ่มากสารจะหยดลงพื้นไม่เกาะอยู่บริเวณใบ และถ้ามีขนาดเล็กมากเกินไปจะเกิดการฟุ้งกระจายตามแรงลมจนหมด จึงมีคำแนะนำในการฉีดพ่นทุกครั้งควรผสมสารจับใบเพื่อให้ละอองสารสามารถจับกับใบมะม่วงได้ และทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ดีขึ้น

2) ตำแหน่งของการฉีดพ่น ในกรณีของเพลี้ยจักจั่นหรือแมลงอื่น ๆ ที่ชอบอาศัยในทรงพุ่มทึบหรือใบส่วนล่างของต้นมะม่วงบริเวณกิ่งหรือใต้ใบ การฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงโดยใช้เครื่องสูบโยกสะพายหลัง หรือแบบอื่น ๆ ควรเน้นการฉีดบริเวณด้านล่าง กิ่ง หรือใต้ใบให้มากขึ้น

3) ช่วงเวลาในการฉีดพ่น สารป้องกันแมลงในกลุ่มสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์จะเสื่อมสภาพเร็วเมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูง การฉีดพ่นสารจึงควรทำในช่วงเช้าหรือช่วงบ่าย เพื่อให้สารที่ฉีดพ่นมีการสลายตัวของสารเคมีช้ากว่าการฉีดพ่นในช่วงเที่ยงหรือแมลงที่มีนิสัยชอบอยู่ในที่เย็น เช่น เพลี้ยจักจั่น ตามลักษณะนิสัยจะอาศัยอยู่บริเวณส่วนล่างของทรงพุ่มในช่วงเวลาบ่าย แต่ในขณะช่วงเช้าจะกระจายอยู่ทั่วทั้งต้น ดังนั้นควรฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ในช่วงบ่าย จะทำให้มีประสิทธิภาพสูงและไม่สิ้นเปลืองสารเคมีมาก

4) กระแสลมและทิศทางการพ่นสารมีผลต่อการกระจายตัวของสาร อีกทั้งยังเป็นตัวกำหนดตำแหน่งและทิศทางของการพ่นสารเพื่อให้ละอองสารกระจายให้ทั่วทรงพุ่มได้อย่างสม่ำเสมอ สภาพอากาศที่มีความเหมาะสมต่อการพ่นสาร คือ ในช่วงเวลาบ่าย เนื่องจากกระแสลมจะอ่อนตัวลง การฉีดพ่นสารเคมีต้องเริ่มจากต้นมะม่วงที่อยู่ใต้ลมขึ้นไปยังต้นที่อยู่เหนือลม เพื่อป้องกันการสัมผัสกับสารเคมีที่พ่นก่อนแล้วในกรณีที่ใช้แรงงาน และยังส่งผลให้ละอองสารที่พ่นจะรวมตัวบนต้นที่อยู่ใต้ลมด้วย นอกจากนี้ควรปรับหัวพ่น

สารให้ละอองกระจายเป็นมุมกว้างเมื่อพ่นบริเวณส่วนล่างของพุ่มแล้วค่อย ๆ ปรับหัวพ่นให้มุมของละอองสารค่อย ๆ แคบเข้าในขณะที่ยกหัวพ่นสูงขึ้น เพื่อให้ละอองตกบนทรงพุ่มคล้ายละอองน้ำฝนที่ตกลงบนต้นมะม่วง

6.7 ข้อควรปฏิบัติในการฉีดพ่นสารเคมี

1) แต่งกายด้วยชุดที่รัดกุม เพื่อป้องกันละอองของสารเคมีที่ฉีดพ่นสัมผัสร่างกาย

2) ผสมสารเคมีตามอัตราที่ระบุไว้ข้างฉลาก

3) ไม่ควรผสมสารเคมีหลายชนิดในการฉีดพ่นคราวเดียวกัน โดยเฉพาะสารเร่งการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช ไม่ควรนำมาผสมรวมกับสารฆ่าศัตรูพืชทุกชนิด

4) น้ำที่ใช้ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราควรเป็นน้ำสะอาด ไม่มีสีที่ผิดแปลกหรือขุ่น และควรมีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ในระดับกลางเท่ากับ 7 หรือใกล้เคียง

5) อาบน้ำชำระล้างร่างกายให้สะอาดหลังการฉีดพ่นสารเคมีทุกครั้ง การที่เกษตรกรมีเวลาในการตรวจ ดูแลทำความสะอาดสวน และบำรุงต้นมะม่วงให้เจริญเติบโตแข็งแรง จะเป็นการป้องกันไม่ให้โรคและแมลงศัตรูต่าง ๆ ระบาดได้เป็นอย่างดี และช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

6.8 อักษรย่อบนฉลากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

EC: Emulsifiable Concentrate สูตรชนิดน้ำมันเข้มข้น เป็นของเหลวที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อเจือจางด้วยน้ำก่อนนำไปใช้ จะได้สารอิมัลชั่นมีลักษณะขุ่นขาว

SC: Suspension Concentrate สูตรชนิดของเหลวข้น เป็นสารผสมแขวนลอยของสารออกฤทธิ์ในของเหลว ต้องไม่ตกตะกอนเมื่อนำไปเจือจางด้วยน้ำก่อนการใช้งาน *การแยกตัวนอนก้นแข็งที่เขย่าให้เข้ากันไม่ได้ เป็นข้อสังเกตอย่างหนึ่งของการเสื่อมคุณภาพของสารกำจัดศัตรูพืช

SL: Soluble Concentrate สูตรชนิดของเหลวละลายน้ำ เป็นของเหลวที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อนำไปเจือจางละลายน้ำ สารออกฤทธิ์จะละลายน้ำโดยตรง สารละลายที่ได้จะใส

SG: Water Soluble Granules สูตรชนิดเม็ดละลายน้ำ เป็นรูปเม็ด ต้องผสมน้ำก่อนใช้ สารออกฤทธิ์ละลายน้ำได้ดี แต่มีบางส่วนของสารไม่ออกฤทธิ์ในสูตรผสมที่ไม่ละลายน้ำ

WP: Wettable powder สูตรชนิดผงผสมน้ำ เป็นรูปผง เมื่อจะใช้ต้องเจือจางด้วยน้ำ ได้สารละลายในรูปของสารผสมแขวนลอย

WG: Water Dispersible Granules สูตรชนิดเม็ดผสมน้ำ เป็นรูปเม็ด มีคุณสมบัติและการผลิตเช่นเดียวกับ WP เพียงแต่ทำออกมาเป็นเม็ด

GB: Granular Bait สูตรชนิดเยื่อพิษสำเร็จรูปชนิดเม็ด มีลักษณะเป็นเม็ดโดยจะใช้สารออกฤทธิ์ผสมกับอาหารหรือวัสดุที่สัตว์นั้นชอบ แล้วทำเป็นเม็ด

7. การป้องกันกำจัด

7.1 คำแนะนำการใช้สารเคมีในการควบคุมโรค

การฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคควรมีการศึกษารายละเอียดและข้อจำกัดของการใช้สารเคมีดังกล่าวให้ถูกต้องโดยเฉพาะรายละเอียดที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นพิษ ข้อห้ามใช้ผสมกับสารเคมีชนิดอื่น ตลอดจนปริมาณสารตกค้าง แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 22 การใช้สารป้องกันกำจัดโรคของมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550)

โรค	สารป้องกันกำจัดโรคพืช	อัตราการใช้/น้ำ 20 ลิตร	วิธีการใช้/ข้อควรระวัง	หยุดใช้สารก่อนการเก็บเกี่ยว (วัน)
แอนแทรกโนส	แมนโคเซบ (80% WP)	40-50 กรัม	พ่นในระยะที่มะม่วงเริ่มออกดอก และเริ่มติดผลอ่อน หากในช่วงฤดูฝน ความชื้นสูงและอยู่ในช่วงมะม่วงติดผล ควรพ่นทุก 7-14 วัน	7
	เบนโนมิล (50% WP)	6-12 กรัม		14
ราแป้ง	เบนโนมิล (50% WP)	6-12 กรัม	ฉีดพ่นเมื่อพบอาการของโรค โดยเฉพาะในระยะดอกบานและเป็นผลอ่อน	14
	คาร์เบนดาซิม (50% WP)	15-20 กรัม		14

ตารางที่ 23 การใช้สารกำจัดวัชพืชในสวนมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550)

วัชพืช	สารป้องกันกำจัดวัชพืช	อัตราการใช้/น้ำ 20 ลิตร	วิธีการใช้/ข้อควรระวัง
วัชพืชฤดูเดียว	พาราควอต (27.6% SL)	75-100 มิลลิลิตร	พ่นเมื่อวัชพืชเจริญเติบโตเต็มที่และก่อนออกดอก ระมัดระวังละอองสัมผัสใบและต้นมะม่วง
	ไกลโฟเสต (48% SL)	125-150 มิลลิลิตร	
วัชพืชข้ามปี	กลูโฟซิเนต แอมโมเนียม (15% SL)	400-500 มิลลิลิตร	

ตารางที่ 24 การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมะม่วง (สราญจิต ไกรฤกษ์, 2550)

แมลงศัตรูพืช	สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช	อัตราการใช้/น้ำ 20 ลิตร	วิธีการใช้/ข้อควรระวัง	หยุดใช้สารก่อนการเก็บเกี่ยว (วัน)
เพลี้ยไฟ	แลมป์ดา ไซฮาโลทริน (2.5% EC)	10 มิลลิลิตร	ระยะใบอ่อน พ่น 1-2 ครั้ง ห่างกัน 7-10 วัน ระยะดอก พ่นเมื่อเริ่มแทงช่อดอกและมะม่วงเริ่มติดผลขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร ระยะช่อดอกบาน ไม่ควรพ่น	8
	เฟนโพรพาทริน (10% EC)	30 มิลลิลิตร		7
เพลี้ยจักจั่นมะม่วง	แลมป์ดา ไซฮาโลทริน (2.5% EC)	10 มิลลิลิตร	พ่นในระยะก่อนมะม่วงแทงช่อดอกหรือเริ่มแทงช่อดอก หากพบเพลี้ยจักจั่น 5 ตัวต่อช่อในระยะดอกตูมและก่อนดอกบานควรพ่นอีก 1-2 ครั้ง การพ่นล่าช้าอาจทำให้ดอกร่วง	8
แมลงวันผลไม้	เมทิล ยูจินอลผสมมาลาไทออน (83% EC)	2 : 1	ชุบสำลีวางไว้ในขวดพลาสติกหรือกระบอกน้ำ แขวนไว้โดยรอบแปลงมะม่วง	-

7.2 ชนิดสารเคมีที่สำคัญในการให้คำแนะนำเพื่อป้องกันกำจัดโรคพืช (นิพนธ์ วิสาทานนท์, 2552)

คำต่อไปนี้คำแรกที่ใช้เป็นชื่อสามัญ (Common name) และชื่อที่ตามหลังเป็นชื่อทางการค้า (Commercial name)

1) Captan, Carbicide 50 WP, Capt 50 WP, Captacide 50 WP, Captafez 50 WP, Captanicide 50 WP, Captan 50 WP, Capricide 50 WP, Twincocide 50 WP, Watacide 50 WP, Orthocide 50 WP, Acarcide 50 WP ใช้ควบคุมโรคที่จะเกิดขึ้นจากเชื้อหลายชนิดโดยวิธีฉีดพ่น ห้ามใช้ร่วมกับสารเคมีที่มีสภาพเป็นด่างและน้ำมัน

2) Carbendazim, MBC, Contosan 50 WP, Derosan 50 F, Benfond 50 F, Bedazin 50 WP, Bavistin 50 FL, เป็นสารป้องกันเชื้อราชนิดดูดซึมใช้ฉีดพ่นควบคุมโรคพืชได้หลายชนิด ห้ามใช้ผสมกับสารที่เป็นด่าง ไม่ควรฉีดพ่นในสภาพอากาศร้อนจัด

3) Carboxin, Vitavax 75 เป็นสารควบคุมเชื้อราชนิดดูดซึม นิยมใช้กับโรคเขม่าดำ (Smut) และเน่าคอดิน (Damping off) ที่เกิดจาก *Rhizoctonia* spp.

4) Chlorothalonil, Daconil 75 WP, Term, Exotherm, Bravo, Blazon ใช้ควบคุมโรคเชื้อราที่เกิดกับใบไม้ผลและผักหลายชนิด ไม่ต้องผสมสารจับใบและมีฤทธิ์ตกค้างนาน

5) Copper hydroxide, Champion, Cupravit blue, Coppercide,Kocide,Procop-R ใช้ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

6) Cuprous oxide, Copper-Nordox 50 WP, Copper-sandoz 50 WP, Perenox, Cuprocide, Kuprite, ใช้ควบคุมโรคที่เกิดกับใบ ห้ามใช้ร่วมกับ lime sulfur

7) Copper oxychloride, Coppicide 50 WP, Copper oxichloride 80 WP, Cupride 35 WP, Cuprox 87 WP, Cupravit Forte 50 WP, Cupravit OV 50 WP, Sandoz copper oxichloride 85 WP, Twincoping 85, Topgro 85 WP, Vitigran Green 84 WP, Vitigran Blue 60 WP, ใช้ควบคุมโดยวิธีฉีดพ่นเพื่อป้องกันโรคที่เกิดกับใบ ป้องกันโรคพืชที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียและจุดสาหร่าย ห้ามใช้ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราพวก Ditriocabamate

8) Dicloran, DCNA, Botran 75 WP, Allison, Ditranil, Resinan ใช้ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *Botrytis* sp., *Rhizopus* sp., *Sclerotium* sp., *Sclerotinia* sp. ห้ามผสมกับสารฆ่าแมลงชนิดที่เป็นน้ำมันและห้ามฉีดในช่วงที่มีแดดจัด

9) Dinocap, Karathane 25 WP, Mildex, Crotothane, Capryl, DNOCP ใช้ควบคุมเชื้อราแป้งของไม้ผลหลายชนิด ควรใช้ร่วมกับสารจับใบ ห้ามใช้ผสมกับสารที่เป็นน้ำมัน และ lime sulfur หากฉีดพ่นในช่วงอุณหภูมิสูงจะเป็นพิษต่อพืชได้ง่าย ไม่ควรผสมกับสารป้องกันศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ

10) Folpet, Phaltan 50 WP, Folpet 50 WP, Linpet 50 WP มีสมบัติในการควบคุมราแป้ง ราน้ำค้าง แอนแทรกโนส ราสนิม และโรคชนิดอื่น ๆ

11) Maneb, HManzate D 80 WP, Maniin 80 WP, Twinmanzeb 80 WP, lonacol, Polyram-M ใช้ฉีดพ่นเพื่อป้องกันโรคที่เกิดจากเชื้อราได้หลายชนิด ก่อนฉีดพ่นควรผสมสารจับใบ

12) Mancozeb, Shellthane M 80, Bithane M 45 80 WP, Dithane LF 33 FL, Twinmanzeb 80 WP, Bluemancozin 70 WP, Pathane M 45 70 WP, Fothane 80 WP, Manzate

200 80 WP, Vondozeb 80 WP, Aziamag 80 WP ใช้ฉีดพ่นป้องกันเชื้อราสาเหตุของโรคพืชได้กว้างและมีประสิทธิภาพสูง ไม่ควรเก็บในที่ความชื้นสูงอาจทำให้สารเสื่อมประสิทธิภาพได้

13) Metalaxyl, Apron 35 SD, Ridomil 25 WP ใช้ในการควบคุมเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อราชั้นต่ำ *Phytothora* spp., *Pythium* spp.

14) Prochloraz, Octave 50 WP, Sportak 45 EC ใช้ควบคุมโรคแอนแทรกโนส (*Colletotrichum* spp.) ของพืชหลายชนิด ใช้จุ่มผลไม้ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ไม่ควบคุมโรคขั้วผลเน่า (Stem and Rot) ของมะม่วง

15) Propineb, Antracol 70 WP ใช้ฉีดพ่นป้องกันโรคใบจุดหลายชนิด มีฤทธิ์ในวงกว้างและตกค้างนาน ใช้ไม่ได้ผลเมื่อโรคระบาดแล้ว

16) Triforine, Saprol 15.2 EC, Cela W. 542, Fumginex เป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อราชนิดดูดซึมใช้ในการควบคุมโรคราแป้ง ราสนิม แอนแทรกโนส และโรคชนิดอื่น ๆ หลายชนิด ห้ามผสมกับสารจับใบ

7.3 การใช้สารเคมีควบคุมโรคในสวนผลไม้เพื่อลดการเน่าเสียหลังเก็บเกี่ยว (สมศิริ แสงโชติ, 2552)

ผลผลิตที่เน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวมีสาเหตุหลักมาจากเชื้อโรคที่ติดไปกับผลผลิตที่อยู่ในช่วงเก็บเกี่ยว ซึ่งจะพักตัวอยู่ในเนื้อเยื่อที่ผิว (quiescent infection) และปนเปื้อนอยู่บริเวณผิวรอบนอก ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณขั้วผลและก้นผล หรือบนผิวที่มีร่อง เมื่อเกิดแผลจะเจริญทำลายเนื้อผลิตผลทำให้เน่าเสียอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมโรคด้วยวิธีที่เหมาะสมอาจจะปรับวิธีการต่าง ๆ ทางพืชสวน และทางชีววิธีก่อนที่จะเลือกใช้การฉีดพ่นสารเคมี หรือ หากมีความจำเป็นต้องใช้การฉีดพ่นสารเคมีให้ดำเนินการให้เพียงพอในระยะก่อนเก็บเกี่ยว ตั้งแต่ระยะช่อดอก เพื่อลดปริมาณเชื้อโรคในสวน หรือเชื้อโรคตกค้างตามผิว ซอกมุม และภายในเนื้อเยื่อของผลไม้ ชนิดของสารเคมีควรเป็นชนิดที่ประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมกับเชื้อชนิดนั้น ๆ เช่น Maneb, Mancozeb และ Copper oxichloride ในระยะเจริญแตกกิ่งก้านก่อนการแทงช่อดอกและติดผล สารเหล่านี้อาจเป็นอันตรายในระยะออกดอกและติดผล ควรใช้สลับการฉีดพ่นกับสารดูดซึมเป็นครั้งคราว เช่น Benomyl, Carbendazim หรือ Metalaxyl ทุก ๆ 7-10 วัน ในสภาพที่แห้งแล้งและอากาศเย็นจะเป็นช่วงที่เหมาะสมในการเกิดโรคราแป้งเข้าทำลายระยะช่อดอกและผลอ่อน ในไม้ผลบางชนิดมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนหรือเพิ่มสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงกับโรคราแป้ง เช่น กำมะถัน ใช้ผสมกับสารที่ฉีดพ่นป้องกันโรคชนิดอื่นด้วย ควรฉีดพ่นควบคู่กับสารป้องกันกำจัดแมลงในระยะช่อดอกและติดผลเพื่อรักษาคุณภาพและผิวของผลไม้ให้สวยงามมีอายุในการเก็บรักษาได้นาน และเหมาะสมกับการขายทั้งในและต่างประเทศ

7.4 วิธีการป้องกันกำจัดเชื้อโรคของผลไม้ระยะหลังเก็บเกี่ยว

วิธีการปฏิบัตินอกเหนือจากการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันโรคระบาดในแปลงปลูกแล้ว ยังมีวิธีปฏิบัติกับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวโดยวิธีหลัก 2 วิธี คือ วิธีทางฟิสิกส์ และการใช้สารเคมี

7.4.1 การใช้วิธีทางกายภาพควบคุมโรค (Physical treatments)

ในการควบคุมโรคของพืชสวนหลังเก็บเกี่ยวมีวิธีปฏิบัติต่าง ๆ ดังนี้

1) การใช้ความร้อนฆ่าเชื้อ (Heat remove) มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวจนถึงระดับที่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่พักตัวอยู่ในเนื้อเยื่อผิว โดยอุณหภูมิที่ใช้จะต้องไม่สูงกว่าระดับที่ทำอันตราย (injury threshold) หรือเกิดความเสียหายต่อพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งมีระดับแตกต่างกันไปแต่ละชนิดพืช อุณหภูมินั้นจะต้องอยู่ในระดับที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (thermal death point) ผลผลิตพืชที่ผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้วจะต้องทำให้อุณหภูมิลดต่ำทันทีภายหลังการใช้ความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิที่ตกค้างในเนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืช เช่น ทำให้สุกและเน่าเร็วขึ้น ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อกับผลิตผลการเกษตรหลายชนิด เช่น ไอร้อนแห้ง (hot air) ไอร้อนชื้น (humidified hot air) และน้ำร้อน (hot water) การใช้ความร้อนฆ่าเชื้อได้ผลดีกับผลไม้หลายชนิด

มะม่วง จุ่มใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 51 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที สามารถใช้ควบคุมโรคแอนแทรกโนสได้ดี การใช้ความร้อนดังกล่าวในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวมีข้อควรระมัดระวัง คือ อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อพืช (heat injury) และอุณหภูมิที่สูงอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำทำให้เหี่ยวง่าย และมีเชื้อราหลายชนิดเข้าทำลายได้ง่าย ภายหลังจากใช้ความร้อนจึงต้องลดอุณหภูมิทันทีเพื่อป้องกันอุณหภูมิสูงที่ค้างในผลิตผลที่จะส่งผลทำให้สุกหรือเน่าเร็วขึ้น โดยนำไปแช่ในน้ำเย็นจัดหรือน้ำผสมน้ำแข็ง

2) การเก็บผลิตผลพืชสวนที่อุณหภูมิต่ำ (Low temperature storage) เป็นวิธีที่นิยมทำกันอย่างแพร่หลายในทางการค้า ซึ่งจะต้องทำร่วมกับวิธีอื่น เช่น ภายหลังการใช้สารเคมีหรือความร้อน วิธีการนี้สามารถลดการเน่าของผลิตผลได้อย่างมาก เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิต่ำจะช่วยลดการสูญเสียน้ำของผลิตผล และยับยั้งปฏิกิริยาทางชีวเคมีของพืชในบางส่วน เช่น ลดการสร้างเอทิลีน ลดอัตราการหายใจ เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ ในขณะเดียวกันเชื้อโรคส่วนมากจะชะงักการเจริญเติบโตและเข้าทำลายได้ช้าเมื่อถูกความเย็น ยับยั้งการสร้างสปอร์และการขยายพันธุ์หากอุณหภูมิต่ำมาก ๆ ใกล้จุดเยือกแข็ง เชื้อโรคจะพักตัวและมีบางชนิดจะตายเมื่อเก็บเป็นเวลานาน อุณหภูมิจะต้องไม่ต่ำกว่าระดับอุณหภูมิที่เป็นอันตรายต่อพืชชนิดนั้น ๆ เชื้อสามารถฟื้นคืนสภาพและเข้าทำลายพืชได้อย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิกลับสู่สภาวะปกติ ผลผลิตที่มีอุณหภูมิสูงขณะบ่มหรือขณะขนส่งสู่ตลาดจะถูกโรคเข้าทำลายได้ง่าย

7.4.2 การใช้สารเคมีควบคุมโรค (Chemical treatment)

การใช้สารเคมีกับผลผลิตพืชสวนหลังเก็บเกี่ยวมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับผลิตผลที่สูญเสียหรือเน่าง่าย จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในทางการค้ามาก เพราะสามารถควบคุมโรคได้ผลดี และสารเคมีที่ใช้เป็นชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเมื่อใช้ในระดับที่ถูกต้อง สารเคมีชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

1) Dithiocarbamate เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อโรคได้ดีทั้งระยะก่อนเก็บเกี่ยว และหลังเก็บเกี่ยว แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการดูดซึมในเนื้อเยื่อพืช เช่น maneb ใช้ผสมในน้ำร้อนเพื่อป้องกันโรค stem and end rot แอนแทรกโนส และ Aspergillus rot ของมะม่วง

2) Sodium hypochlorite (Clorox®) ใช้ละลายน้ำที่ความเข้มข้น 50-100 ppm ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 7-8.5 เพื่อล้างผลไม้หรือทำลายเชื้อโรคที่ติดมาจากสวน สารชนิดนี้มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ที่ผิวพืชได้ดี แต่ใช้ไม่ได้ผลเมื่อเชื้อเข้าสู่เนื้อเยื่อพืชแล้ว ใช้ไม่ได้ผลกับเชื้อ *Rhizopus* sp. และ *Monilinia* sp. และไม่ได้ผลกับแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค soft rot (*Erwinia* sp.)

3) Dicloran (DCNA) สารชนิดนี้มีสมบัติควบคุมเชื้อ *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* และ *Sclerotinia* sp. สามารถซึมเข้าเนื้อของผลไม้ทำลายเชื้อที่อยู่บริเวณเนื้อเยื่อในผิวได้ดี ใช้ได้ทั้งระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว อัตราที่ใช้ 500-1,000 ppm ควรผสมกับสารฆ่าเชื้อราชนิดอื่นเพื่อให้มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อราได้มากชนิดขึ้น

4) Prochloraz เป็นกลุ่ม emidazole EBI มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคกว้าง ควบคุมสายพันธุ์ Penicillium ที่ดื้อต่อ benomyl และยับยั้งการสร้างสปอร์ที่อัตรา 500-1,000 ppm

หมายเหตุ สารเคมีทุกชนิดอาจมีการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพหรือมีข้อยกเลิก ห้ามใช้จำกัดเฉพาะพื้นที่ประเทศที่นำเข้าผลผลิต หรือต้องเปลี่ยนไปใช้สารชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า จึงขอให้ติดตามจากข้อมูลวิชาการจากแหล่งต่าง ๆ

7.5 วิธีการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา

- สารเคมีที่เป็นประเภทสารดูดซึมไม่ควรใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะมีผลทำให้เชื้อราสาเหตุของโรคเกิดการดื้อต่อสารเคมี เกิดจากเชื้อราได้มีการพัฒนาและสามารถทนต่อสารเคมีได้ในระดับหนึ่ง
- ควรใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งตรงกับเชื้อสาเหตุและใช้ตามอัตราที่ระบุไว้ข้างฉลากอย่างเคร่งครัด
- ควรใช้สารประเภทดูดซึมพ่นกับสารประเภทสัมผัสเพื่อป้องกันการดื้อต่อสารเคมีของเชื้อราก่อโรค

สรุป

โรคที่สำคัญในการผลิตมะม่วง ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส ถือว่าเป็นโรคที่พบมากที่สุดและมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยผลผลิตจะมีลักษณะเป็นจุดสีดำ รูปร่างกลม ขนาดไม่แน่นอน ผลจะเน่าอย่าง

รวดเร็ว มีการระบาดทั่วทุกภูมิภาค ซึ่งเป็นปัญหาระดับต้น ๆ ของเกษตรกร รองลงมาเป็นโรคที่เป็นอุปสรรคในการผลิต ได้แก่ โรคราดำ ราแป้ง โรคจุดสนิม โรคราสีชมพู โรคใบไหม้ โรคดอกพลาสติก โรคเปลือกแตกยางไหลและโรคอื่น ๆ ซึ่งจะเข้าทำลายในใบ ช่อดอก และกิ่งของต้นพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ คือ เพลี้ยไฟ แมลงวันผลไม้ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยจักจั่นมะม่วง และหนอนผีเสื้อ โดยเข้าทำลายตั้งแต่ระยะใบอ่อน ยอดอ่อน ช่อดอก ใบ และผล นอกจากนี้ยังมีอาการผิดปกติที่เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิตหรือไม่มีเชื้อโรค เช่น อาการขอบใบไหม้ อาการก้นผลดำ อาการขาดธาตุแมกนีเซียม แคลเซียม และอาการที่เป็นพิษจากสารกำจัดวัชพืช อาการที่เกิดจากสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อาการสุกผิดปกติที่เกิดจากการเก็บรักษาในสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม อาการแผลไหม้จากน้ำยางที่เกิดจากรอยปลิดจากขั้วผล อีกทั้งยังมีปัจจัยอื่นในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ เช่น วัชพืชซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคต่าง ๆ รวมถึงแย่งการดูดซึมปุ๋ยและน้ำ จึงต้องมีการป้องกันโดยกำจัดวัชพืชบริเวณรอบโคนต้นหรือบริเวณใกล้เคียงต้นมะม่วง เกษตรกรจำเป็นต้องหมั่นตรวจดูสวนอย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามีการเข้าทำลายจากแมลงศัตรูพืชและโรคพืชอย่างรุนแรง สามารถใช้สารป้องกันกำจัดแมลงและโรคพืชตามคำแนะนำได้อย่างถูกวิธีเพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร และไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อผลผลิตได้อีกด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ วิสารทานนท์. (2552). *เทคโนโลยีการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออก*. กรุงเทพฯ: สามลดา.

_____. (2542). *เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร "หมอพืช-ไม้ผล" ฉบับที่ 6*. "โรคมะม่วง". ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 44 หน้า.

_____. (2542). *เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร "หมอพืช-ไม้ผล" ฉบับที่ 1*. "โรคไม้ผลเขตร้อน และการป้องกันกำจัด". ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 172 หน้า.

เปรม ณ สงขลา. (2554). โรคดอกพิการมะม่วง. *จดหมายข่าวสมาคมชาวสวนมะม่วงไทย*. 2(4): 5-7.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2552). *เทคโนโลยีการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออก.* กรุงเทพฯ: สามลดา.

รัติยา พงศ์พิสุทธา ชัยณรงค์ รัตนกรีฑากุล และรณภพ บรรเจิดเชิดชู. (2555). การควบคุมโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 43(3 พิเศษ): 464-467.

สมศิริ แสงโชติ. (2552). *เทคโนโลยีการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออก.* กรุงเทพฯ: สามลดา.

สราญจิต ไกรฤกษ์. (2550). *แมลงศัตรูสำคัญของมะม่วงและการป้องกันกำจัด*. กรมวิชาการเกษตร. 59 หน้า.

_____. (2552). *ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นมะม่วงในมะม่วง.* กลุ่มกีฏวิทยาและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่.

เสาวนีย์ แก้วประเวช. (2551). *ผลของอุณหภูมิต่ำต่อเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้*. (วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

บทที่ 6
การดูแลต้นมะม่วงระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง

การดูแลการเจริญพัฒนาของผลมะม่วงเริ่มตั้งแต่ระยะที่มีการแทงช่อดอก ระยะดอกบาน ระยะติดผล และสิ้นสุดที่ระยะเก็บเกี่ยว การดูแลในระยะเริ่มแทงช่อดอก เป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะระยะนี้เป็นตัวตัดสินปริมาณผลผลิตที่จะได้ในตอนเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปแล้วมะม่วงที่ปลูกในประเทศไทยจะออกดอกในราวเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม และการที่มะม่วงจะออกดอกได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์มะม่วง ความอุดมสมบูรณ์ของต้น ตลอดจนสภาพของอากาศ เป็นต้น เมื่อมะม่วงแทงช่อดอกแล้ว หลังจากนั้นดอกจะเริ่มบาน ในระยะที่ดอกบานต้องดูแลเป็นพิเศษ เป็นช่วงที่ห้ามฉีดพ่นสารเคมีโดยเด็ดขาด เพราะอาจทำให้ดอกมะม่วงได้รับความเสียหาย นอกจากนั้นยังไปทำลายแมลงที่มาช่วยผสมเกสรตามธรรมชาติ ทำให้มีอัตราการติดผลที่ต่ำหรืออาจจะไม่มีการติดผลเลย หลังจากที่ดอกบานแล้วก็จะเข้าสู่ระยะติดผล ถึงแม้การออกดอกครั้งหนึ่ง ๆ ของมะม่วงนั้นมีจำนวนมาก แต่จะติดผลเพียงไม่กี่ผลต่อช่อดอกเท่านั้น เช่น มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ออกดอกต่อต้นเป็นจำนวนมากในแต่ละปี และในแต่ละช่อมีจำนวนดอกตั้งแต่ 357-1,457 ดอก แต่จะพบการติดผลเพียง 1-15 ผลต่อช่อ หรือไม่ติดผลเลย

1. ระยะติดผล

การดูแลภายหลังดอกบานหรือระยะติดผล ประกอบด้วย การแต่งผลหรือปลิดผล และการห่อผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การแต่งผลหรือการปลิดผล

การแต่งผลหรือการปลิดผล เป็นการควบคุมปริมาณผลให้มีจำนวนที่สมดุลกับปริมาณอาหาร ที่มีการสะสมไว้ในแต่ละกิ่ง หรือแต่ละด้านของลำต้น รวมทั้งความสมดุลกับความสมบูรณ์ของต้นโดยรวม เพื่อป้องกันการแย่งอาหารของจำนวนผลที่มีปริมาณมากเกินไป อีกทั้งยังเป็นการคัดเลือกผลมะม่วงให้คงไว้เฉพาะผลที่มีคุณภาพจนถึงระยะเก็บเกี่ยวและสามารถเจริญพัฒนาได้อย่างเต็มที่ นอกจากการควบคุมปริมาณผล ความสมดุลของแหล่งผลิตอาหาร ได้แก่ ใบที่ทำการสังเคราะห์แสง (source) และแหล่งสะสมอาหารในผล (sink) มีความสำคัญต่อการหลุดร่วง ซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณตัวเองตามธรรมชาติ โดยเรียกว่า การหลุดร่วง เช่น ในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจะพบการหลุดร่วงของผลจำนวนมากในระยะเริ่มติดผล แล้วจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อผลมีขนาดใหญ่ขึ้น

ภาพที่ 54 การแต่งผลหรือการปลิดผล

โดยทั่วไปจะทำการแต่งผลหรือการปลิดผลหลังจากที่ดอกบานประมาณ 60-70 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมะม่วง ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วง ตำบลโป่งตาลอง จังหวัดนครราชสีมา จะกำหนดจำนวนผลต่อต้นไว้ค่อนข้างชัดเจน โดยใช้อายุและความสมบูรณ์ของต้นเป็นเกณฑ์ เช่น ต้นมะม่วงอายุประมาณ 4-14 ปี ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ จะให้เหลือผลที่มีคุณภาพสูงและเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 90 ผล หรือ 30 กิโลกรัมต่อต้น และให้เหลือเพียง 1-3 ผลต่อช่อเท่านั้น ในการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออกของเกษตรกรในจังหวัดพิษณุโลก จะแต่งผลหรือปลิดผลทั้งหมด 3 ครั้ง คือ 20 วันหลังติดผล 30 วันหลังติดผล และครั้งสุดท้ายจะทำเมื่อพบผลที่เหลือบนช่อยังติดกัน สำหรับกรณีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในฤดูกาล จะมีการหลุดร่วงตามธรรมชาติลดลงหลังจากที่ผลมีขนาดยาวเกิน 5 เซนติเมตรขึ้นไป จึงเลือกที่จะปลิดผลในระยะนี้ หรือ 35-40 วัน หลังติดผล

ในการคัดเลือกผลสำหรับการแต่งผลหรือการปลิดผลนั้น ควรใช้วิธีการตัดด้วยกรรไกรเล็กที่คมและสะอาด โดยตัดที่ก้านให้ผลหลุดลงมา สำหรับการพิจารณาเลือกผลที่จะตัดแต่งหรือปลิดผล ให้พิจารณาจากผลกะเทย (การติดผลที่ไม่ได้รับการผสม โดยสังเกตจากที่ผลมีขนาดเล็กกว่าผลทั่วไป) ผลที่บิดเบี้ยวไม่ตรงสายพันธุ์ ผลมะม่วงที่ถูกแมลงทำลาย ผลที่เป็นโรค ผลมีตำหนิจากการเสียดสีหรือจากการที่มีหนอนกัดกินและผลที่แตกตามธรรมชาติ ส่วนผลที่เหลืออยู่ควรกระจายทั่วทุกกิ่งรอบต้นอย่างสม่ำเสมอและเป็นผลที่มีคุณภาพดี สม่ำเสมอ ไม่บิดเบี้ยว ผลมีลักษณะตรงตามพันธุ์

ถึงแม้ว่าการแต่งผลหรือการปลิดผลนั้นยังเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างใหม่สำหรับการผลิตมะม่วงส่งออก แต่การแต่งผลหรือการปลิดผลนั้นมีประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมาก ได้แก่ ทำให้ได้ผลที่มีขนาดสม่ำเสมอ โดยอาศัยการใช้จำนวนผลต่อต้นเพื่อกำหนดขนาดผลให้ได้ตามความต้องการของตลาด การแต่งผลหรือการปลิดผลทำให้จำนวนผลต่อต้นมีจำนวนน้อยลง เป็นการลดต้นทุนในกรณีที่จะห่อผล เพราะสามารถลดค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุห่อผล ค่าแรงงานในการห่อผล และค่าสารเคมีในการฉีดพ่นก่อนการห่อผล

1.2 การห่อผล

การห่อผล เป็นการคลุมผลมะม่วงด้วยวัสดุห่อต่าง ๆ ที่เกษตรกรเลือกใช้ เพื่อเป็นการปกป้องผลมะม่วงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชและโรคพืช อีกทั้งการห่อผลมะม่วงยังสามารถเพิ่มคุณภาพให้แก่ผลมะม่วง ทำให้ผลมะม่วงมีสีสดใสเกลี้ยงเกลา มีผิวที่สวยงาม ไม่มีรอยขีดข่วน ผลหลุดร่วงลดลง ช่วยเร่งการสุกแก่ของผล และทำให้ปริมาณการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงคุณภาพดีปริมาณมากขึ้น รวมทั้งลดปริมาณการใช้สารเคมี การห่อผลมะม่วงนั้นสามารถปกป้องผิวผลมะม่วงจากการขีดข่วนของก้านแขนงของช่อดอก (ระแง้) ใบ และผลที่อยู่ข้างเคียง นอกจากนั้นการห่อผลยังส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวอีกด้วย ชาวสวนนิยมให้ห่อในระยะผลยาว 8-12 เซนติเมตร หรือประมาณ 40 วันหลังเริ่มติดผล

ภาพที่ 55 การห่อผลมะม่วง

1.2.1 ลักษณะการห่อผลหรือวิธีการห่อผล

สิ่งแรกที่ต้องคำนึง คือ ขนาดของผลมะม่วงต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดของวัสดุที่จะนำมาใช้ห่อ และก่อนที่จะห่อผลนั้นควรที่จะฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงและสารป้องกันกำจัดเชื้อรา จากนั้นห่อผลให้มิดชิด โดยการสอดมะม่วงลงภายในถุง แล้วรวบปากถุงให้ปิดสนิท และใช้ลวดรัดที่ติดมากับถุงกระดาษปิดทับอีกครั้งหนึ่ง สำหรับวัสดุและระยะเวลาที่ใช้ในการห่อผลนั้น มีการทดลองอยู่เป็นจำนวนมาก ได้แก่ การห่อผลในมะม่วงพันธุ์แก้วที่ 30-70 วันหลังติดผลระยะเมล็ดถั่วเขียว สามารถช่วยยืดอายุการเก็บเกี่ยวไปได้อีก 27-29 วัน ทำให้ราคามะม่วงกลับมาสูงขึ้นอีกครั้ง และการห่อที่ระยะไข่ไก่เหมาะสมที่สุด เพราะห่อได้สะดวก และเป็นช่วงที่มีการร่วงของผลน้อย ในการห่อมะม่วงพันธุ์นวลคำด้วยถุงกระดาษชนิดทึบแสง ถุงกระดาษทาฟลิ้นโค๊ทและถุงกระดาษสีน้ำตาล (ดอยหลวง) จะทำให้ได้ผลมะม่วงที่มีคุณภาพดีกว่า และ

เกิดโรคแอนแทรกโนสน้อยกว่าการใช้ถุงพลาสติกชนิดโปร่งใส (ถุงพลาสติกสีขาวใส ถุงพลาสติกสีแดง และถุงพลาสติกสีฟ้า) การห่อผลมะม่วงด้วยกระดาษที่เคลือบด้วยพลาสติกฟิล์มและทำการแกะห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยว 20 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนส 20 เปอร์เซ็นต์ โดยการห่อผลทำให้คุณภาพของผลมะม่วงดีขึ้น โดยระยะเวลาที่เหมาะสม คือ 40-60 วันหลังดอกบาน ทำให้ผลมีการพัฒนาสีได้ชัดเจนขึ้น สามารถลดการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ และแมลงวันผลไม้ได้ แต่ไม่สามารถลดการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้ง นอกจากนี้พบว่า การห่อด้วยถุงสองชั้น (ชั้นในสีดำ) ชั้นนอกสีน้ำตาล ทำให้ผลมะม่วงมีน้ำหนักมาก การพัฒนาสีเปลือกดีที่สุด ทำให้เมื่อสุกมีผิวสีเหลือง สวยสะดุดตา และการห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนที่ไม่ผ่านการใช้งานและถุงกระดาษคาร์บอนที่ผ่านการใช้งานแล้ว 1 ครั้ง ช่วยป้องกันการเข้าทำลายของโรคแอนแทรกโนสได้ จึงสามารถใช้ถุงกระดาษคาร์บอนที่ผ่านการใช้งานแล้ว 1 ครั้ง ห่อผลมะม่วงเพื่อป้องกันโรคแอนแทรกโนสได้ และการใช้ถุงคาร์บอนแบบบางห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจากผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนแบบบางมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกค่า a* L* ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ และอัตราการหายใจสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างของความแน่นเนื้อ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการห่อผลด้วยถุงคาร์บอนแบบบางที่ระยะ 60 วันหลังดอกบาน เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และในการห่อผลมะม่วงมหาชนกที่อายุ 50 วันหลังดอกบาน ด้วยถุงกระดาษคาร์บอน เมื่อทำการเก็บเกี่ยว 110 วันหลังดอกบาน ทำให้สีผิวของผลมะม่วงมหาชนกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองสม่ำเสมอทั้งผล จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการผลิตเพื่อการส่งออกของเกษตรกร

1.2.2 ผลกระทบ

แม้ว่าการห่อผลจะมีข้อดีมากมาย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะไม่มีข้อเสีย เพราะการห่อผลนั้นสร้างภาระค่าใช้จ่ายแก่เกษตรกรให้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ห่อผล หรืออาจทำให้เกิดจุดลายเป็นตำหนิบนผิวของผลมะม่วงกรณีใช้ถุงที่ไม่มีคุณภาพ เนื่องจากการติดเชื้อราของการใช้ถุงเก่านำมาใช้ใหม่ นอกจากนั้นการห่อผลยังทำให้ค่า Hue angle ของเปลือกผลแก่จัดและผลสุกลดลง รวมทั้งความแน่นเนื้อในผลสุกลดลงด้วยเช่นกัน ผลมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่ไม่ห่อผลมีคุณภาพของผล (ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรด กลิ่น และรสชาติ) หลังการเร่งการสุกดีกว่าผลที่ได้รับการห่อ

ข้อแนะนำเพิ่มเติม ก่อนที่จะห่อผลมะม่วง ควรเด็ดหรือตัดส่วนปลายก้านช่อดอก หรือที่ชาวสวนเรียกว่า "หนวดมะม่วง" หรือ “ระแง้” ออก หากปล่อยทิ้งไว้ส่วนของหนวดจะทำให้ผิวมะม่วงเกิดตำหนิขึ้นได้ เนื่องจากเกิดการเสียดสีภายในถุงห่อขณะที่ลมพัด

2. ระยะเก็บเกี่ยว

เมื่อผลมะม่วงเจริญเติบโตมาถึงขั้นที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ เกษตรกรต้องทำความเข้าใจในหลักการของการเก็บเกี่ยวอย่างถูกต้อง ใช้เครื่องมือที่มีความเหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว รวมทั้งระยะเวลาที่เหมาะสม

สำหรับการเก็บเกี่ยว เพื่อที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ยังคงคุณภาพ มีความเสียหายน้อยที่สุด สามารถนำไปจำหน่ายได้ในราคาสูง หรือสามารถผ่านกรรมวิธีหลังการเก็บเกี่ยวแล้วได้ผลผลิตที่นำไปจำหน่ายได้ ได้แก่ การเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นขั้นตอนที่จะมีการเอาใจใส่ดูแลที่ดี หากมีการกระแทกหรือช้ำเพียงจุดเดียวอาจทำให้ราคาในการรับซื้อลดลง ควรใช้ผู้เก็บเกี่ยวที่มีความชำนาญ เก็บเกี่ยวผลผลิตอายุประมาณ 110-115 วันหลังจากดอกบาน ในกรณีของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยเปิดถุงดูผลภายในประกอบกับตัวชี้วัดต่าง ๆ เช่น ดูร่องรอยแผลที่เกิดจากการผสมเกสรหรือสะดือผล ถ้าเรียบแสดงว่าแก่เพียงพอสำหรับส่งออกได้ เป็นต้น

การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยต้องคำนึงถึงอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งมะม่วงแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไป ประกอบทั้งสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออายุการเก็บเกี่ยวด้วย เช่น ธาตุอาหารในดิน ความชื้นในดิน เป็นต้น กรณีเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่อ่อนเกินไป จะทำให้ผลสูญเสียน้ำได้ง่าย และเหี่ยวย่น ผลมีรสเปรี้ยว หากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่แก่จนเกินไป จะทำให้เนื้อผลนิ่มเกินไป บอบช้ำง่าย ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลเมื่อผลอยู่ในสภาพที่พอเหมาะมีความสำคัญมาก

ภาพที่ 56 การเก็บเกี่ยวผลมะม่วง

2.1 การตรวจสอบความแก่ของผลมะม่วง

สำหรับการตรวจสอบความแก่ของผลมะม่วงนั้นพิจารณาได้จากหลายวิธีควรใช้มากกว่าหนึ่งวิธีในการตัดสินอายุการเก็บเกี่ยวของมะม่วง การตรวจสอบดังกล่าว ได้แก่

- การนับอายุผล ตั้งแต่วันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของต้น ควรเก็บข้อมูลอายุผลไว้ทุกปีเพื่อใช้ในการคาดการณ์อายุที่เหมาะสมในปีต่อ ๆ ไป

- การวัดความถ่วงจำเพาะโดยการนำผลมะม่วงมาลอยน้ำ มะม่วงที่แก่จะมีความถ่วงจำเพาะมากกว่ามะม่วงที่ยังอ่อน ทำให้มะม่วงที่แก่มักจะจมน้ำ ได้แก่ มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง แต่ผลมะม่วงบางพันธุ์ที่มีช่องว่างระหว่างเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอก ผลมะม่วงก็ยังคงลอยอยู่ถึงแม้ว่ามะม่วงจะแก่จัดแล้วก็ตาม นอกจากนี้พบว่าในบางปีที่มีฝนตกชุก มะม่วงจะลอยน้ำหมดไม่ว่าจะเป็นมะม่วงอ่อนหรือแก่
- มะม่วงที่แก่จัดจะมีไขที่ผิว เรียกว่า นวล เกือบทุกพันธุ์

2.2 วิธีหาดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วง

วิธีการหาระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับมะม่วงที่ใช้กันโดยทั่วไป สามารถทำได้ 3 วิธีหลัก ดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบคุณภาพภายใน

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณน้ำตาล แป้ง กรด สีเนื้อ ความแข็งของเปลือกเมล็ด เป็นการตรวจสอบแบบทำลายผล ดังนั้น ต้องใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างผลผลิตสำหรับการตรวจสอบ และต้องมั่นใจว่าตัวอย่างที่สุ่มมาจะสามารถเป็นตัวแทนของมะม่วงทั้งหมดได้

2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพภายนอก

วัดการเปลี่ยนแปลง เช่น ความแน่นเนื้อ สีผิว ขนาด รูปทรง นวล (wax) ช่องอากาศ (lenticels) และความถ่วงจำเพาะ ในบางลักษณะเป็นการตรวจคุณภาพแบบไม่ทำลาย แต่ต้องอาศัยความแม่นยำและความชำนาญ เนื่องจากผลมะม่วงมาจากแหล่งผลิตที่แตกต่างกันทำให้บางครั้งมีสมบัติทางเคมีและกายภาพต่างกัน

2.2.3 การเตรียมความพร้อมสำหรับการสร้างตาดอก

ปลายฤดูฝนเมื่อได้ต้นมะม่วงที่แข็งแรงสมบูรณ์ ควบคุมให้ต้นพักตัวและสะสมอาหาร มะม่วงจะสร้างตาดอกในระยะนี้ โดยงดการให้น้ำก่อนฤดูออกดอกอย่างน้อย 2 เดือน (พฤศจิกายน-ธันวาคม) และไถพรวนรอบชายนอกทรงพุ่ม เป็นการตัดรากมะม่วงบางส่วนและกำจัดวัชพืชพร้อมกัน ในกรณีที่มีฝนหลงฤดูตกลงมา ควรฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ เช่น สูตร 0-52-34 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ประมาณ 2-3 ครั้ง เพื่อยับยั้งไม่ให้มะม่วงแตกใบอ่อนและยังคงมีการสะสมอาหารต่อไป (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

ฉีดพ่นด้วยไคโตซาน ขนาดโมเลกุล 3.5×10^5 ไมโครเมตร และ 5.5×10^5 ไมโครเมตร ความเข้มข้น 10 ppm อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก 2 สัปดาห์ จะช่วยให้จำนวนการติดผลและขนาดผลเพิ่มขึ้น (กชกร กองแก้ว และคณะ, 2548)

2.2.4 อายุการพัฒนาของผล

โดยนับจำนวนวันตั้งแต่ดอกบานหรือติดผล วิธีการนี้อาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการกำหนดวันในการเริ่มนับและปัจจัยของสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก เช่น ปริมาณน้ำฝน แสงแดด และ

อุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อการพัฒนาของผลมะม่วง ส่วนมากจึงใช้เป็นค่าประมาณ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกับดัชนีการเก็บเกี่ยวในวิธีอื่น ๆ ประกอบกัน

2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วงบางสายพันธุ์

การพิจารณาเกณฑ์การเก็บเกี่ยวของมะม่วงแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน เช่น

2.3.1 มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

พิจารณาจากการนับอายุเพียงองค์ประกอบเดียวไม่เพียงพอ เกษตรกรต้องคำนึงถึงปัจจัยของสภาพแวดล้อมของต้นมะม่วงนั้น ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ แสงแดด หรือปริมาณน้ำฝน เพราะปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเจริญพัฒนาของผลมะม่วง ดังนั้น อาจพิจารณาจากการวัดความถ่วงจำเพาะช่วยยืนยัน นิยมใช้น้ำเกลือมากกว่าน้ำเปล่า เพราะน้ำเปล่ายังให้ผลที่คลาดเคลื่อน นอกจากนั้นมีการศึกษาว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะ 105 วันหลังการติดผล และนำมาตรวจสอบความถ่วงจำเพาะโดยการนำมาลอยน้ำ มะม่วงที่จมน้ำสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 35 วัน อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจสอบความแก่ที่ได้ผลดีที่สุด คือ การผ่าผลเพื่อดูเนื้อด้านในแต่เนื่องจากเป็นวิธีการทดสอบแบบทำลายเนื้อผล ดังนั้น จึงต้องทำการสุ่มตัวอย่างมาใช้ในการผ่าผล และต้องมั่นใจว่าตัวอย่างที่สุ่มมาเป็นตัวแทนที่ดีของมะม่วงที่จะเก็บเกี่ยว

2.3.2 มะม่วงพันธุ์มหาชนก

สามารถเก็บเกี่ยวได้ระหว่าง 100-115 วันหลังดอกบาน โดยที่ผลผลิตที่ทำการส่งออกต้องมีความสมบูรณ์ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยการทดสอบความถ่วงจำเพาะโดยการลอยน้ำ หรือทำการลอยน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ และปัจจัยที่ทำให้ผลมะม่วงสามารถเก็บเกี่ยวได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ โดยพบว่าถ้ามีอุณหภูมิสูง ผลผลิตจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ และแก่เร็วกว่ามะม่วงที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเช่นเดียวกัน (รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2556) นอกจากนั้นอาจพิจารณาร่วมกับความถ่วงจำเพาะที่ 1.005 หรือมากกว่า ความแน่นเนื้อมีค่าระหว่าง 23.0-24.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร น้ำหนักแห้งมีค่าระหว่าง 18.8-19.4 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นมีค่าระหว่าง 80.6-81.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าระหว่าง 1.66-1.67 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าระหว่าง 4.56-4.90 ปริมาณแป้งมีค่าระหว่าง 21.0-23.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณบีตา-แคโรทีนในเนื้อมีค่าอยู่ในช่วง 0.34-0.38 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และอัตราการหายใจเท่ากับ 85.5 $mgCO_2/kg^{-1}hr^{-1}$ หรือน้อยกว่า แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำมะม่วงมหาชนกไปใช้ประโยชน์ (สรรพมงคล บุญกัน, 2545)

2.3.3 มะม่วงพันธุ์เขียวมรกต

อาศัยการวัดความถ่วงจำเพาะ โดยการนำมาลอยในน้ำเปล่าและน้ำเกลือ พบว่า มะม่วงพันธุ์เขียวมรกตที่จมน้ำ แต่ลอยในน้ำเกลือ 6 เปอร์เซ็นต์ (ความถ่วงจำเพาะ 1.06) มีคุณภาพเมื่อผลสุกได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุด (Kamsee, 2008)

2.3.4 มะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน

อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 91-98 วันหลังจากติดผล จะได้ผลที่มีคุณภาพดีผลสุกสม่ำเสมอ และมีกลิ่นหอม สามารถใช้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสุก ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (total non-structural carbohydrates; TNC) อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดซิตริก และปริมาณกรดซิตริกในผลดิบเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันได้ (วุฒิคุณ กรรำ, 2530)

2.3.5 มะม่วงพันธุ์แรด

เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 77 วันขึ้นไปหลังติดผล โดยจะมีลักษณะแก้มผลเต่งและผิวผลมีนวลอย่างชัดเจน แสดงว่าผลมะม่วงแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว สำหรับรับประทานดิบควรเก็บเกี่ยวอายุผลไม่ควรเกิน 91 วัน ผลมะม่วงสุกปากตะกร้อเก็บเกี่ยวที่อายุ 95 วัน (สมบัติ ตงเต๊า, 2533)

2.3.6 มะม่วงพันธุ์แก้ว

อายุการเก็บเกี่ยวมะม่วงแก้วที่เหมาะสมสำหรับทำมะม่วงดองมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์ ศก 007 อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับดอง ระหว่าง 12-14 สัปดาห์หลังดอกบาน ส่วนสายพันธุ์ ศก 002 อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการดองระหว่าง 14-17 สัปดาห์หลังดอกบาน มีผลทำให้มะม่วงดองมีเนื้อกรอบ ถ้าเก็บเกี่ยวมะม่วงที่มีอายุอ่อนเกินไปจะทำให้มะม่วงดองเนื้อนิ่มและไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค สำหรับมะม่วงแก้วที่ใช้รับประทานสุก ผลมะม่วงพันธุ์แก้วจุกมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 14-16 สัปดาห์หลังติดผล นอกจากนี้ยังสามารถใช้ความถ่วงจำเพาะและปริมาณความร้อนสะสมเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ (สายชล เกตุษา และคณะ, 2538)

2.3.7 มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย

สำหรับพันธุ์นี้ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวอยู่ที่ประมาณ 13 สัปดาห์หลังจากติดผล หรือ 15 สัปดาห์หลังจากดอกบาน (เสาวลักษณ์ กังวานตระกูล, 2530) และใช้การสังเกตจุดกระสีน้ำตาลทั่วผล ประกอบการพิจารณา

ตารางที่ 25 การเปรียบเทียบดัชนีการเก็บเกี่ยวมะม่วงแต่ละสายพันธุ์ (วิลาวัลย์ คำปวน, 2556)

สายพันธุ์มะม่วง	ดัชนีการเก็บเกี่ยว
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้	เก็บเกี่ยวในระยะ 105 วันหลังการติดผล และนำมาตรวจสอบความถ่วงจำเพาะ โดยการนำมาลอยน้ำ มะม่วงที่จมน้ำ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 35 วัน
มะม่วงพันธุ์มหาชนก	เก็บเกี่ยวได้ระหว่าง 100-115 วันหลังติดผล ทดสอบความถ่วงจำเพาะ โดยการลอยน้ำ หรือทำการลอยน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์
มะม่วงพันธุ์เขียวมรกต	เก็บเกี่ยวในระยะ 210 วันหลังการติดผลตรวจสอบความถ่วงจำเพาะ โดยมะม่วงจะจมน้ำ แต่ลอยในน้ำเกลือ 6 เปอร์เซ็นต์ (ความถ่วงจำเพาะ 1.06)
มะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน	อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 91-98 วันหลังจากติดผล และอาศัยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อกรดซิตริก และปริมาณกรดซิตริกในผลดิบใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว
มะม่วงพันธุ์แรด	เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 77 วันขึ้นไปหลังติดผล ร่วมกับการสังเกตลักษณะแก้มผลเต่งและผิวผลมีนวล และหากต้องการรับประทานแบบดิบให้เก็บเกี่ยวไม่เกิน 91 วันหลังติดผล
มะม่วงพันธุ์แก้ว	สายพันธุ์ ศก 007 อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการดอง ระหว่าง 84-102 วันหลังติดผล ส่วนสายพันธุ์ ศก 002 มีระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 102-119 วันหลังการติดผล
มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย	ประมาณ 91 วันหลังจากติดผล หรือ 105 วันหลังจากติดผล และใช้การสังเกตจุดกระสีน้ำตาลทั่วผลประกอบการพิจารณา

นอกจากนั้น การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการส่งตลาด หากเป็นการส่งออกมะม่วงสด การเก็บเกี่ยวต้องเก็บที่ความแก่ 80% เกิดจากการเก็บมะม่วงของเกษตรในขณะที่มะม่วงยังไม่สุกบนต้น แต่มีการพัฒนาผลเกือบเต็มที่แล้ว โดยวัตถุประสงค์ของเกษตรกรหรือผู้ส่งออกคำนึงถึงมากที่สุด คือ การทนทานการขนส่ง และอายุการเก็บรักษาภายหลังการเก็บเกี่ยว มีการศึกษาเกี่ยวกับระยะความแก่ที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวมากมาย โดยทั่วไปมะม่วงที่มีการพัฒนาผลเกือบเต็มที่ แต่ยังไม่สุกจะลอยน้ำ (น้ำเกลือที่ความเข้มข้น 2%) เหลือพื้นที่ผลประมาณ เหรียญ 10 หรือลูกปิงปอง เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของผลหรือซึ่งอ้างอิงตามวิธีนับวันหลังจากดอกบาน 110-115 วัน ทั้งนี้ ได้มีการทดลองการตรวจความแก่ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ที่ความแก่ 80% พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 7-13 %Brix และมี

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งมากกว่า 16% จึงจะถือว่าเป็นมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีความแก่ 80% (พีระศักดิ์ และคณะ, 2560) ซึ่งเทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRs) เป็นเทคนิคตรวจคุณภาพทางด้านเคมีภายในผลมะม่วงแบบไม่ทำลายผลผลิต ใช้เวลารวดเร็ว และมีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ มะม่วงที่ระยะความแก่ 90% เมื่อผ่านการลอยน้ำ จะพบว่า ผลจะจมน้ำทั้งผล เนื่องจากมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า ดังนั้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง ที่ความแก่ 90% จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า 13 %Brix จึงสามารถสรุปได้ว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ความแก่ 80% ผลมะม่วงจะลอยน้ำเหลือพื้นที่ผลประมาณ เหรียญ 10 หรือลูกปิงปอง และมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ความแก่ 90% ผลมะม่วงจะจมน้ำทั้งผล โดยมะม่วงส่งออกผลสดจะเก็บที่ความแก่ 80% เพื่อให้ทนทานการขนส่ง และอายุการเก็บรักษาภายหลังการเก็บเกี่ยว และมะม่วงแช่แข็งจะเก็บเกี่ยว 90% ต้องนำมาแปรรูป เนื่องจากไม่ทนทานการขนส่ง (ผิวเปลือกบอบช้ำง่าย รอยขีดข่วน อายุเก็บรักษาสั้น) จึงต้องนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า

2.4 หลักการในการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวที่ดีมีหลักการดังต่อไปนี้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

1. ประหยัดเวลา การใช้แรงงานที่ได้รับการฝึกฝนหรือมีประสบการณ์ และการใช้เครื่องจักรกลที่มีประสิทธิภาพจะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวรวดเร็ว และใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด

2. คุณภาพดี ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวควรมีคุณภาพดี และมีระยะการสุกแก่ตรงกับความต้องการของตลาด อีกทั้งผลผลิตต้องมีความเสียหายหรือบอบช้ำน้อยที่สุด

3. ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดแรงงาน ควรมีการวางแผนในการเก็บเกี่ยวเพื่อทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

4. ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว ไม่ยุ่งยาก ราคาถูก รวมทั้งสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

2.5 วิธีการเก็บเกี่ยว

วิธีของการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะของผลผลิต ความแก่อ่อนของผลผลิต และตำแหน่งผลผลิต มีทั้งการเก็บเกี่ยวด้วยมือและเครื่องจักรกล การเลือกใช้วิธีการเก็บเกี่ยวแต่ละวิธีต้องคำนึงถึงลักษณะของผลมะม่วง รวมถึงตำแหน่งของผลมะม่วงด้วย และทั้ง 2 วิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน กรณีการเก็บเกี่ยวด้วยมือเหมาะสำหรับสวนมะม่วงขนาดเล็ก หรือมะม่วงที่เน้นคุณภาพเพื่อการส่งออก การเก็บเกี่ยวด้วยมือสร้างความเสียหายแก่ผลมะม่วงเพียงเล็กน้อย ผู้ทำการเก็บเกี่ยวสามารถคัดเลือกมะม่วงแต่ละผลได้อย่างละเอียด ทำให้ได้ผลผลิตที่มีความสุกใกล้เคียงกัน แต่การเก็บเกี่ยวด้วยมือต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการเก็บเกี่ยวที่สูง ผู้เก็บเกี่ยวต้องมีประสบการณ์ ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเก็บเกี่ยวมะม่วง ได้แก่ ตะกร้อที่มีใบมีด กรรไกรตัดหนีบขั้ว ไม้หนีบขั้ว ตะกร้าหรือเข่งใส่ผลที่บุด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันการเกิดรอยช้ำ หรือรอยเสียดสีขณะขนส่ง หรืออาจใช้ตะกร้าพลาสติกแทนเข่ง เนื่องจากช่วยลดปัญหารอยช้ำ

2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ควรใช้อุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- มีด ควรเป็นมีดที่มีความคมและสะอาด จะทำให้เก็บเกี่ยวได้รวดเร็วและลดการบอบช้ำของผลผลิต (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

- กรรไกร ควรมีความคมและสะอาด ใช้เก็บเกี่ยวผลไม้ที่มีก้านค่อนข้างเหนียวหรือใช้มีดตัดขาดได้ยาก เพราะว่ากรรไกรช่วยผ่อนแรงในการตัด นอกจากนี้ผลไม้ที่อยู่บนที่สูงยังสามารถทำการเก็บเกี่ยวด้วยกรรไกรโดยต่อด้ามและมีคันบังคับใบมีดอยู่ที่ปลายด้ามด้านล่าง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

- ตะกร้อ ใช้เก็บเกี่ยวผลไม้ที่อยู่ปลายกิ่งที่ไม่สามารถเอื้อมมือถึง ทำการเก็บเกี่ยวไม่สะดวก แต่ตะกร้อแบบดั้งเดิมซึ่งทำด้วยหวายทำให้ผิวมะม่วงมีตำหนิ จึงมีการดัดแปลงใบมีดที่ปากตะกร้อ ตัวตะกร้อทำด้วยถุงผ้าตาข่ายเพื่อลดการกระแทก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538) หากผลมะม่วงอยู่ในตำแหน่งสูงใช้ตะกร้อหรือที่ปากตะกร้อติดใบมีดพร้อมด้ามสอยเกี่ยวขั้วมะม่วงให้ขาดได้เพียงครั้งเดียว และควรทำการเก็บเกี่ยวทีละผล (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2552)

- บันไดหรือพะอง ใช้เก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีทรงพุ่มหนาทึบ กิ่งฉีกขาดง่าย การใช้บันไดหรือพะองทำให้ผู้เก็บเกี่ยวสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สะดวก ผู้เก็บเกี่ยวมักจะนำตะกร้าขึ้นไปสำหรับใส่มะม่วงลงมาจากต้น โดยภาชนะที่ใส่ผลไม้ต้องมีความหนาและสามารถเปิดก้นถุงได้เพื่อเทผลผลิตได้สะดวกและรวดเร็ว ข้อเสียในการใช้บันไดหรือพะองคือ ต้องปีนขึ้นลงบ่อยครั้งเพื่อเก็บเกี่ยวให้ได้ทั่วทั้งต้น ทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538; พันทิพา อินทรวิชัย, 2551)

ภาพที่ 57 เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะม่วง

- สารเคมีที่ช่วยทำให้หลุดร่วง (abscission chemical) สารเคมีที่ช่วยทำให้ผลมะม่วงหลุดร่วง เช่น เอทิลีน นิยมใช้ฉีดพ่นเพื่อทำให้ผลไม้ออกดอกสม่ำเสมอทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

พร้อมกัน รวมทั้งใช้ฉีดพ่นเพื่อช่วยทำให้ผลหลุดจากขั้วผลได้ง่ายทำให้เก็บเกี่ยวได้รวดเร็วและง่ายขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) รายงานการศึกษาในมะม่วงพันธุ์ Carabao ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการส่งออกของประเทศฟิลิปปินส์โดยการฉีดพ่นเอทีฟอน ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ฉีดหลังดอกบาน 54 วัน พบว่า ทำให้สามารถทำให้ผลมะม่วงสุกสม่ำเสมอและสามารถเก็บเกี่ยวได้หลังจากฉีดพ่น 2 สัปดาห์

2.7 ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวมะม่วง พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือช่วงเช้าและให้หลีกเลี่ยงช่วงกลางวัน เพราะความร้อนจะติดไปกับผลมะม่วง รวมทั้งให้หลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวในกรณีที่อากาศมีความชื้นสูง เพราะจะทำให้โรคสามารถเข้าทำลายมะม่วงได้

2.8 ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

2.8.1 มะม่วงสุกสำหรับบริโภคสด

นับจากอายุผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110-115 วัน นับตั้งแต่ออกดอก หรือ 90-105 วันหลังติดผล 50 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะที่ปรากฏและสีผิวของผลมะม่วง ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่แก่จัดมีรูปทรงใหญ่และสีเขียวอ่อน นอกจากนี้พบว่าบริเวณเปลือกมีลักษณะคล้ายแป้งสีขาวปกคลุม (นวล) ค่าความถ่วงจำเพาะ (น้ำหนักต่อปริมาตร) เท่ากับ 1.03-1.04 การจุ่มผลมะม่วงในน้ำหรือน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มะม่วงลอยอยู่ในน้ำหรือน้ำเกลือแสดงว่ามะม่วงยังอ่อนอยู่ในทางตรงกันข้ามหาก พบว่า มะม่วงจมน้ำหรือน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่ามะม่วงแก่จัดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแป้งของมะม่วงที่มีความบริบูรณ์ตั้งแต่ 17-20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความร้อนสะสม (heat unit) เท่ากับ 903-983 CDD (celcius degree days) เมื่อผลสุก พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solids) เท่ากับ 15-19 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ ความแน่นเนื้ออยู่ในระหว่าง 0.6-0.7 Kgต่อcm^2 ผลสุกสีเนื้อมีค่าความสว่าง (L) เท่ากับ 50-60 ค่าสีเขียว-แดง (a) 14-15 ค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b) 40-42 ปริมาณบีตา-แคโรทีน (Beta-carotene) เท่ากับ 3,568-3,698 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักสด 100 กรัม

2.8.2 มะม่วงสำหรับแปรรูป

- อายุการเก็บเกี่ยวขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ทำจากมะม่วงดิบ ได้แก่ แช่อิ่ม อบแห้ง และดองเกลือ ใช้มะม่วงแก่จัด
- ผลิตภัณฑ์มะม่วงเส้นดองเค็ม และอบแห้ง ใช้มะม่วงทั้งผลแก่และอ่อน หรือผลไม่สมบูรณ์
- ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากมะม่วงสุก ได้แก่ มะม่วงในน้ำเชื่อม และน้ำมะม่วง โดยใช้มะม่วงแก่และบ่มให้สุก

3. การพัฒนาคุณภาพมะม่วง

การพัฒนาคุณภาพของผลมะม่วงเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้มะม่วงมีมูลค่าสูงขึ้น หรือมีปริมาณความต้องการสูงขึ้น สามารถนำรายได้แก่เกษตรกรได้เป็นจำนวนมากขึ้น จึงทำให้มีผู้ศึกษาถึงวิธีการในการพัฒนาคุณภาพผลมะม่วงให้ดียิ่งขึ้น เช่น การตัดแต่งใบออกในบริเวณผลระยะมะม่วงขึ้นสี การวางวัสดุปูพื้นให้เกิดการสะท้อนแสงใต้ทรงพุ่ม และการใช้ Brassin-like substance (สารออกฤทธิ์ 0.4 เปอร์เซ็นต์) ที่ระดับความเข้มข้น 5.0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยเริ่มพ่นต้นมะม่วงเมื่อ 30 วันหลังดอกบานเต็มที่และพ่นซ้ำทุก 2 สัปดาห์ เพื่อกระตุ้นการสร้างสารสีในผลมะม่วง (ศิวาพร ธรรมดี และคณะ, 2551)

การใช้ Brassin-like substance (สารออกฤทธิ์ 0.4 เปอร์เซ็นต์) กับมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยฉีดพ่นในอัตรา 0.1 0.5 1.0 และ 1.5 ppm มีน้ำเปล่าเป็นกรรมวิธีควบคุม ให้ทั่วทั้งต้นเมื่อผลอายุ 30 วันหลังดอกบาน พบว่า เมื่อผลอายุ 156 วันหลังดอกบาน ทุกกรรมวิธีที่ใช้ Brassin-like substance ผลสดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของขนาดความยาวของผลเห็นเด่นชัดกว่าด้านกว้าง และที่ความเข้มข้น 1.0 ppm มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเพิ่มขนาด และน้ำหนักสดของผล (ดรุณี สมณะ, 2553) การใช้บราสิโนสเตียรอยด์ในมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ และน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในอัตรา 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 100 มิลลิกรัมต่อ 200 ลิตร พ่นทั่วทั้งต้นเมื่อผลมีอายุ 30 วันหลังติดผล และพ่นซ้ำในทุก ๆ 30 วัน ทำให้ผลมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ใช้สาร และหากใช้ในอัตรา 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์ละอองเรณูเพิ่มขึ้น (ณัฐพงศ์ สัตยพานิช และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข, 2551; อุบลวรรณ รัตนทิพยาภรณ์ และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข, 2551) และการเปิดถุงกระดาษที่ห่อผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกออกเพื่อให้มะม่วงได้รับแสงก่อนที่จะเก็บเกี่ยว พบว่า สามารถเพิ่มพื้นที่สีแดงของผลมะม่วงมหาชนกได้มากกว่าผลที่ไม่ได้รับแสง (ธนิต มินวงษ์, 2547)

การใช้แสงและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้เปลือกผลมะม่วงมหาชนกมีสีแดงตามที่ต้องการ ในการศึกษาผลของแสง จะทำการทดลอง 3 กรรมวิธี คือ มืด (ห่อผล) ได้รับแสงอาทิตย์ (ไม่ห่อผล) และได้รับแสงอาทิตย์ร่วมกับการใช้แผ่นสะท้อนแสงระหว่างการเจริญของผล 70-133 วันหลังดอกบานจนกระทั่งผลเจริญโตเต็มที่ พบว่า การให้ผลมะม่วงมหาชนกที่ได้รับแสงอาทิตย์ทั้ง 2 ชุด ส่งเสริมการสะสมแอนโทไซยานินและกิจกรรมของฟีนิลอะลานีน แอมโมเนีย-ไลเอส (PAL) ในเปลือกโดยปริมาณแอนโทไซยานิน และเปอร์เซ็นต์การเกิดสีแดงเพิ่มสูงขึ้นตามอายุผลที่เพิ่มขึ้น และชุดแผ่นสะท้อนแสงมีปริมาณแอนโทไซยานินและพื้นที่สีแดงสูงกว่าชุดควบคุมที่ได้รับแสงอาทิตย์ปกติ ในขณะที่ผลชุดที่ห่อผลปริมาณแอนโทไซยานินลดต่ำและคงที่ รวมทั้งไม่เกิดสีแดงที่เปลือกผลเลย ส่วนการศึกษาในผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ทำการทดลองให้ผลบนต้นที่มีอายุ 98 วันหลังดอกบาน ได้รับเอทีฟอนหรือ ABA ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ppm พบว่า เอทีฟอนหรือ ABA ไม่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน

และกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ของผลทั้งในสภาพ *in vivo* และ *in vitro* ยกเว้น ABA 200 ppm มีผลกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ในสภาพ in vitro ที่สกัดจากเปลือกของผลอายุ 120 วันหลังดอกบาน อย่างไรก็ตามชุดที่ได้รับ ABA มีปริมาณแอนโทไซยานินและกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ที่สูงกว่าชุดที่ได้รับเอทีฟอน (ยุทธนา จันทร์ชารา, 2551) และกัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ (2553) ได้ทำการศึกษาผลของแสงต่อการเกิดสีแดงในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่า แสงอาทิตย์เพิ่มการพัฒนาสีแดงของเปลือกผลมะม่วงมหาชนก โดยชักนำการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ PAL

ในมะม่วงพันธุ์เคนท์ ยังพบว่าแสงส่งเสริมการพัฒนาสีแดงและการสะสมสารสีแอนโทไซยานินและแอกติวิตีของเอนไซม์ PAL ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์สูงกว่าในกรรมวิธีห่อผล และหากใช้แผ่นสะท้อนแสงในมะม่วงพันธุ์เคนท์มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL และปริมาณแอนโทไซยานินสูงมากยิ่งขึ้น (ดิศร ริมประนาม, 2541; วารุณี วงค์ชมภู, 2543)

การพ่นสารจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 25 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ช่อดอกมะม่วงฟ้าลั่นในระยะหลังดอกแรกบาน 10 วัน สามารถชะลอการร่วงของผลมะม่วงในพันธุ์ฟ้าลั่นได้ 7 สัปดาห์ และการพ่นที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ช่อดอกในระยะหลังดอกแรกบาน 15 วัน สามารถชะลอการร่วงของผลมะม่วงได้ นอกจากนั้นการให้สาร GA_3, GA_{4+7} และ GA_{4+7} + BA แก่ช่อดอกของมะม่วงพันธุ์ฟ้าลั่นและพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะหลังดอกแรกบาน 15 วัน สามารถชักนำให้ผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์มีการเจริญเติบโตดีขึ้นโดยเฉพาะความยาว (ธีรวุฒิ มาประชา, 2540)

การพ่นเอทีฟอนที่ความเข้มข้น 250 และ 500 ppm แก่มะม่วงพันธุ์ทองดำและพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่า สามารถเพิ่มการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ให้เกิดเร็วขึ้น กิจกรรมของเอนไซม์เพอรอกซิเดสและคลอโรฟิลเลสในเปลือกผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีมากกว่าพันธุ์ทองดำในระหว่างการสุก (วันดี ภควัตมงคล, 2539)

การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม-โบรอน (Ca 40 เปอร์เซ็นต์ และ B 0.3 เปอร์เซ็นต์) ที่ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร แก่มะม่วงมหาชนก ทำให้ความยาว ความกว้าง และน้ำหนักของผลมะม่วงที่ได้มีมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้ทำการฉีดพ่น และหากนำผลมะม่วงที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนที่ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ไปทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส จะทำให้มะม่วงมีความแน่นของเนื้อของเปลือกมากกว่าชุดควบคุม (รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2555) นอกจากนี้พบว่า การฉีดพ่นสารเมทิลจัสโมเนต ที่ระดับความเข้มข้น 80 ppm ทำให้มีการพัฒนาสีแดงของเปลือกผลและปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และยังทำให้ความแน่นของเปลือก การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของสีเปลือกและสีเนื้อ และค่าสีแดงของเปลือก (a*)

มากกว่ากรรมวิธีอื่น นอกจากนี้การฉีดพ่นเมทิลจัสโมเนต ทำให้ชะลอการสุกของมะม่วง และมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม

4. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญต่อผลผลิต เนื่องจากมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตเมื่อถึงมือผู้บริโภค โดยการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลมะม่วง รวมถึงการป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง เพื่อช่วยรักษาคุณภาพของผลมะม่วงให้มีคุณภาพดีจนถึงมือผู้บริโภค ในขณะเดียวกันสามารถยืดอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตให้นานขึ้น สำหรับการขนส่งสินค้าไปยังประเทศต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวยังสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าด้วยการบรรจุผลผลิตในบรรจุภัณฑ์เพื่อรับรองแหล่งผลิต การใช้สัญลักษณ์ เครื่องหมายการค้า และการรับรองมาตรฐาน อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ดังนั้น การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสำคัญและเป็นวิธีการจัดการผลผลิตให้คงคุณภาพเมื่อถึงมือผู้บริโภค

5. การประเมินความเสียหายของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว

จากการสำรวจความเสียหายของมะม่วงในแหล่งปลูกในเขตภาคเหนือตอนล่าง ระยะเก็บเกี่ยวพบความเสียหายประมาณ 10-50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แอนแทรกโนส ผลแตกเน่าเละ ขีดข่วน ราดำ อาการยางไหล และโรคขั้วผลเน่า ความเสียหายในระหว่างการขนส่ง พบความเสียหายประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ แอนเทรคโนส เน่าเละ ราดำ อาการยางไหล และโรคขั้วผลเน่า (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 ประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงจากสวนจำนวน 20 สวนในเขตภาคเหนือตอนล่าง

การสูญเสีย	การเก็บเกี่ยว (%)	การขนส่ง (%)
แอนแทรกโนส	36.4	25.6
การแตก	13.6	-
เน่าเละ	8.5	25.7
รอยขีดข่วน	4.5	-
ราดำ	3.6	2.6
ยางไหล	2.1	3.6
เน่าขั้วผล	1.5	1.2

ที่มา : พีระศักดิ์ ฉายประสาท (2561)

การสำรวจความเสียหายของมะม่วงน้ำดอกไม้ในระยะเก็บเกี่ยวจากแหล่งปลูก แหล่งวางจำหน่ายในเขตภาคเหนือ และ ตลาดกลางสินค้าเกษตรในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าความเสียหายของมะม่วงน้ำดอกไม้ในระยะเก็บเกี่ยว 10-15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับผลผลิตทั้งหมด ซึ่งแยกเป็นประเภทความเสียหายได้ 7 กลุ่มอาการ คือ โรคแอนแทรกโนสมากที่สุด รองลงมา คือ ผลแตก ผลช้ำ ราดำ มีตำหนิที่ผล ยางไหล ขั้วเน่า ตามลำดับ ในระยะขนส่งพบความเสียหายจากผลช้ำและโรคแอนแทรกโนสเป็นส่วนใหญ่ ระยะวางจำหน่ายพบความเสียหาย 10-14 เปอร์เซ็นต์ จำแนกเป็นประเภทได้ 5 กลุ่มอาการ คือ โรคแอนแทรกโนสมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ผลช้ำ โรคขั้วเน่า ราดำ และอาการยางไหล ตามลำดับ

6. การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงและการป้องกัน

การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในมะม่วงเกิดจากสาเหตุหลายประการ และสามารถป้องกันได้ ดังนี้

1) การสูญเสียทางกล การเก็บเกี่ยวและการขนส่งที่ไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดรอยช้ำและบาดแผลทำให้เกิดการเน่าเสีย ดังนั้น การเก็บเกี่ยวด้วยความระมัดระวัง การใช้กรรไกรตัด และวัสดุกันกระแทกห่อหุ้มผลมะม่วง

2) การสูญเสียน้ำ ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงมีอัตราการหายใจและมีการคายน้ำตลอดเวลา ทำให้ผลเหี่ยว และสูญเสียความสด สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำด้วยการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

3) การสูญเสียจากการเสื่อมคุณภาพตามอายุของผล การเก็บเกี่ยวมะม่วงในช่วงอุณหภูมิสูง ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมภายในผลให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลมะม่วงเสื่อมสภาพตามอายุเร็วขึ้น การเสื่อมสภาพมีผลทำให้รสชาติของผลมะม่วงเปลี่ยนไป ดังนั้น การลดอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่งสามารถป้องกันการเสื่อมคุณภาพของผลมะม่วงได้

4) การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะที่ไม่เหมาะสม การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่อ่อนมากเกินไปทำให้คุณภาพของผลมะม่วงลดลง สีไม่สวยและมีรสเปรี้ยว ถ้าเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่แก่เกินไปทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ไม่สามารถขนส่งไปจำหน่ายในระยะทางไกลได้ ดังนั้น ควรจดบันทึกอายุผล ดูลักษณะภายนอก ทดสอบความถ่วงจำเพาะด้วยการลอยน้ำหรือน้ำเกลือ

7. ข้อควรระวังในการเก็บเกี่ยวมะม่วง

การเก็บเกี่ยวมะม่วงไม่ถูกวิธีทำให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากผู้ที่เก็บเกี่ยวขาดความรู้ความเข้าใจในการเก็บเกี่ยว เช่น วิธีการเก็บเกี่ยวไม่ถูกวิธี ทำการเก็บผลมะม่วงบนต้น และโยนผลมะม่วงลงมาบนพื้นดิน อาจทำให้ผลมะม่วงแตก มีรอยช้ำ มีบาดแผล และมีรอยตำหนิอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคได้ง่าย ข้อระวังในการเก็บเกี่ยวมะม่วง มีดังต่อไปนี้

1) ทำการเก็บเกี่ยวอย่างประณีต ไม่ทำให้ผลมะม่วงเกิดแผลรอยขีดข่วน แตก รอยช้ำหรือรอยตำหนิ ทำให้ผลมะม่วงอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ให้เกิดโรคขั้วผลเน่า (stem end rot) และอย่าให้น้ำยางไหลออกมาขณะปลิดผล เนื่องจากน้ำยางที่เปื้อนทำให้ผลมีตำหนิ โดยเฉพาะเมื่อผลสุกจะเห็นรอยชัดเจน มีผลต่อคุณภาพของผลมะม่วง (อภิชาต ศรีสะอาด, 2551) ความเสียหายขณะเก็บเกี่ยวมะม่วงในระยะเก็บเกี่ยวมีประมาณ 23.75 เปอร์เซ็นต์ โดยพบมะม่วงที่เป็นโรคแอนแทรกโนส (anthracnose) มากที่สุด 62.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงเป็นมะม่วงที่ผลแตก ผลช้ำ และผลมีตำหนิพบความเสียหาย คิดเป็น 12.5 9.4 และ 5.3 เปอร์เซ็นต์ และพบความเสียหายจากอาการยางไหล 2.3 เปอร์เซ็นต์ (อุราภรณ์ สะอาดสุด และคณะ, 2546)

2) เก็บเกี่ยวผลมะม่วงให้เหลือขั้วผลยาว เพื่อป้องกันยางไหลจากผล และป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าทำลายผลมะม่วง ในการเก็บเกี่ยวโดยไม่ไว้ขั้วผลจะพบการเกิดโรคสูงถึง 40.75 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บเกี่ยวโดยไว้ขั้วผลยาว 1 2 3 และ 4 เซนติเมตร พบการเกิดโรค 28.0 19.30 15.95 และ 11.90 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงควรไว้ให้ขั้วผลยาวประมาณ 2-5 เซนติเมตร โดยใช้กรรไกรตัดขั้วผล หลังจากนั้นจึงนำมาตัดขั้วผลออกบริเวณรอยต่อของขั้วผลให้เหลือ 0.5 เซนติเมตร แล้วคว่ำผลบนกระดาษเพื่อให้น้ำยางไหลออกจนหมด

3) มีภาชนะรองรับเพื่อสะดวกในการขนย้าย ภาชนะที่ใช้ควรมีวัสดุที่สามารถรองรับแรงที่เกิดจากการกระแทกในระหว่างการขนส่ง เช่น ตะกร้าพลาสติกที่สามารถวางซ้อนกันได้ และควรใช้กระดาษสีขาวรองพื้นตะกร้าเพื่อป้องกันไม่ให้ผลมะม่วงเสียดสีกับพื้นตะกร้าจนเกิดรอยตำหนิ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

4) การบรรจุผลมะม่วงลงในภาชนะ ควรบรรจุผลมะม่วงโดยไม่แกะถุงห่อผลมะม่วงออกและนำมาใส่ตะกร้าให้เต็ม และอย่าวางทับกันแน่นจนเกินไป

5) หลังจากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงลงจากต้น ไม่ควรวางผลมะม่วงบนดิน เนื่องจากอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรค และไม่ควรทิ้งให้มะม่วงตากแดดจะทำให้เสื่อมสภาพได้เร็ว โดยมีการศึกษาในมะม่วงพันธุ์เคียท์ (Keitt) ที่ตากแดดทิ้งไว้ พบว่า อุณหภูมิภายในผลมะม่วงเพิ่มขึ้นมากกว่าที่เก็บรักษาไว้ในที่ร่ม 12 องศาเซลเซียส ดังนั้น หลังเก็บเกี่ยวควรรีบนำมะม่วงเก็บไว้ในที่ร่มและเย็น โดยรีบขนย้ายมะม่วงทั้งหมดไปยังโรงเรือนคัดบรรจุทันที เพื่อการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป (Ding *et al.,* 2005; พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2553)

6) การเก็บเกี่ยวมะม่วงที่มีการห่อผล หลังจากเปิดถุงห่อผลแล้วต้องคลุมตะกร้าผลมะม่วงด้วยตาข่าย หรือปฏิบัติงานในโรงเรือนที่มีมุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลงวันผลไม้เข้ามาวางไข่ (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2553)

7) สำหรับการเก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เพื่อการส่งออก จะเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อมีความแก่ที่ 85-90 เปอร์เซ็นต์ โดยนับอายุผลเมื่อระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และทำการห่อผลเมื่อมะม่วงอายุ 52 วัน

นับจากดอกบานด้วยถุงกระดาษคาร์บอน การเก็บเกี่ยวควรไว้ขั้วผลให้ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ทำการขนส่งมายังโรงเรือนคัดบรรจุ และวางผลมะม่วงโดยให้ขั้วผลอยู่ด้านบนเพื่อสะเด็ดยาง บนผ้าหรือกระดาษ และระวังอย่าให้ขั้วผลหัก ไม่ควรให้ยางจากผลมะม่วงเปื้อนผิวผล จากนั้นเช็ดหรือล้างทำความสะอาดผิวผลด้วยน้ำที่ผสมสารละลายคลอรีน เช่น สารโซเดียมไฮโพคลอไรต์ (sodium hypochlorite; NaClO) หรือแคลเซียมไฮโพคลอไรต์ (calcium hypochlorite; $Ca(ClO)_2$) ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (สารละลายคลอรีนจะช่วยกำจัดยาง สารเคมีเป็นพิษบางส่วนและยังช่วยฆ่าเชื้อโรค) โดยใช้ผ้าที่อ่อนนุ่มหรือฟองน้ำเช็คด้วยความระมัดระวัง (อภิชาต ศรีสะอาด, 2551; ฉลองชัย แบบประเสริฐ, 2552; อภิตา บุญศิริ, 2553)

8. ผลของระยะการเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษา

ผลมะม่วงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความเสียหายในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อเก็บเกี่ยวในระยะที่แก่มากเกินไปทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น หากเก็บผลอ่อนเกินไปทำให้รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ระยะเก็บเกี่ยวยังมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่เกินไป จะก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่วนผลที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนเกินไปมีผลทำให้ผิวเหี่ยวและเนื้อผลมีสีซีด (วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร, 2554) ระยะการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา จึงได้มีการศึกษาระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการศึกษาโดยการนำมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เก็บเกี่ยวที่ระยะ 100 107 114 และ 121 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ นาน 7 สัปดาห์ พบว่า มะม่วงที่เก็บเกี่ยวระยะ 107 วันหลังดอกบาน มีคุณภาพดีที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์

9. การคัดคุณภาพผล (Fruit Quality Grading)

9.1 การวิเคราะห์คุณภาพ

คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรสามารถแยกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ คุณภาพภายนอกและคุณภาพภายใน วิธีการวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตทำได้ 2 แบบ คือ การประเมินด้วยตา มือสัมผัส และการชิม ซึ่งใช้ความชำนาญ และประสบการณ์ของผู้ประเมิน ซึ่งอาจเกิดความลำเอียงหรือเกิดความเมื่อยล้าเมื่อระยะเวลาการคัดคุณภาพนานขึ้น จึงมีการคิดค้นวิธีการวิเคราะห์แบบการวัดคุณภาพ โดยวัดด้วยอุปกรณ์ที่แสดงออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าการใช้ผู้ประเมิน เกณฑ์การประเมินที่ได้อาจได้ผลผลิตไม่ถูกต้องตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้น อาจต้องอาศัยวิธีการประเมินหลาย ๆ ด้านประกอบกัน วิธีการวัดคุณภาพสำหรับนำมาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผลผลิต ดังนี้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2538)

9.1.1 คุณภาพภายนอก

- รูปร่าง (shape, dimension) ผลผลิตจะต้องมีรูปร่างตรงตามพันธุ์

- ขนาด (size) วัดด้วยการชั่งน้ำหนัก หรือวัดขนาดความกว้าง ความยาว
- สี (color) วัดสีของผิวผลผลิตด้วยเครื่องวัดสี หรือแผ่นเทียบสี
- ความเป็นเงา (gloss) ซึ่งจะเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความแก่ของผลไม้จะมีนวลเมื่อผลแก่
- ตำหนิ (defect) รอยตำหนิจากบาดแผล แผลเป็นจากการทำลายของแมลงแผลจากการเข้าทำลายของโรค
- ความสม่ำเสมอ (Uniformity) ในภาชนะบรรจุเดียวกันควรมีผลผลิตที่มีลักษณะภายนอกสม่ำเสมอกัน

9.1.2 คุณภาพภายใน

- เนื้อสัมผัส (texture) วัดการเปลี่ยนรูปทรง เช่น การกด หรือบีบจากภายนอก วัดความแข็ง หรือวัดจากการบดเคี้ยว เช่น ความกรอบ ความเหนียว ความอ่อนนุ่ม เป็นต้น
- รสชาติ (taste) วัดรสชาติต่าง ๆ ให้มีรสชาติตรงตามธรรมชาติของพันธุ์ของผลผลิต เช่น รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม รสฝาด เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนเป็นผู้ประเมิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องมือในการวัดความหวาน มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ซึ่งวัดมาจากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล และวัดความเปรี้ยว โดยวัดจากปริมาณกรดที่ไทเทรตได้
- คุณค่าทางอาหาร (nutrition) คุณค่าทางอาหารจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพแวดล้อมของแหล่งผลิต
- ความปลอดภัยในการบริโภค (safety) สารพิษตกค้าง หรือการปนเปื้อนวัสดุอื่น ๆ
- ความสม่ำเสมอ (uniformity) ของคุณภาพภายใน

9.2 มาตรฐานคุณภาพมะม่วง

สำนักงานมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 5-2546) (2546) ได้กำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพของผลมะม่วงดังนี้

- มะม่วงทุกชั้นมาตรฐาน ต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละชั้นและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ตามระบุไว้
- เป็นมะม่วงทั้งผล สำหรับมะม่วงที่บรรจุในหีบห่อเพื่อการส่งออกถ้ามีขั้วผลติดอยู่ต้องมีความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร
- ลักษณะและสมบัติผลตรงตามพันธุ์
- ผลมีความสด ตามสภาพผลสุกและดิบ
- ไม่มีรอยช้ำ และไม่เน่าเสียที่จะทำให้ไม่เหมาะสมกับการบริโภค

- สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้
- ไม่มีตำหนิที่เห็นเด่นชัด หรือตำหนิที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อภายในผล
- ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผลผลิต
- ไม่มีความเสียหายของผลผลิต เนื่องจากศัตรูพืช
- ปลอดจากความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก ทั้งนี้ไม่รวมถึงหยดน้ำที่เกิดหลังการนำออกจากห้องเย็น
- ปลอดจากความเสียหาย เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ และหรืออุณหภูมิสูง
- ปลอดจากกลิ่นและรสชาติแปลกปลอม หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง
- ผลมะม่วงมีความแก่ได้ที่ คือ ผลที่สามารถพัฒนาเป็นผลสุกได้ภายหลังเก็บเกี่ยวจากต้น ทั้งนี้เหมาะสมกับพันธุ์และแหล่งปลูก คุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และผลอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

การแบ่งชั้นคุณภาพ

มะม่วงตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็น 3 ชั้น คุณภาพ ดังนี้

- ชั้นพิเศษ (Extra Class) มะม่วงในชั้นนี้มีคุณภาพดีที่สุด มีลักษณะรูปทรง สี และรสชาติตรงตามพันธุ์ ผลปลอดจากตำหนิ ยกเว้นตำหนิเล็กน้อยที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดและไม่มีผลต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผล ต่อคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

- ชั้นหนึ่ง (Class I) มะม่วงในชั้นนี้มีคุณภาพดี มีลักษณะรูปทรง สี และรสชาติตรงตามพันธุ์ ผลมีตำหนิได้เล็กน้อยด้านรูปทรง สีและผิว ซึ่งเกิดจากการเสียดสี หรือได้รับแดดจัด และรอยด่างที่เกิดจากยาง โดยไม่มีผลต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผลต่อคุณภาพ และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ ตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผล ต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 5 4 3 และ 2 ตารางเซนติเมตร สำหรับผลมะม่วงขนาด 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ จุดสนิมประปราย และหรือสีเหลืองที่ผิว เนื่องจากได้รับแดดจัด มีได้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของแต่ละผลแต่ต้องไม่มีรอยไหม้

- ชั้นสอง (Class II) ชั้นนี้รวมมะม่วงที่ไม่เข้าขั้นชั้นที่สูงกว่า แต่มีคุณภาพขั้นต่ำ มีตำหนิได้เล็กน้อยด้านรูปทรง สีและผิว ซึ่งเกิดจากการเสียดสี หรือได้รับแดดจัด และรอยด่างที่เกิดจากยาง โดยไม่มีผลต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผลต่อคุณภาพและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งการจัดเรียงในภาชนะบรรจุ ตำหนิที่ผิวโดยรวมต่อผล ต้องมีพื้นที่ไม่เกิน 7 6 5 และ 4 ตารางเซนติเมตร สำหรับผลมะม่วงขนาด 1 ขนาด 2 ขนาด 3 และขนาด 4 ตามลำดับ จุดสนิมประปรายและหรือสีเหลืองที่ผิว เนื่องจากได้รับแดดจัดมีได้ไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของแต่ละผลแต่ต้องไม่มีรอยไหม้

9.3 ข้อกำหนดเรื่องขนาด

ขนาดของผลจะพิจารณาจากน้ำหนัก ดังนี้

ตารางที่ 27 ข้อกำหนดเรื่องขนาดของผลมะม่วง

รหัสขนาด	น้ำหนัก (กรัม)	ความแตกต่างของขนาดผลสูงสุด ในแต่ละภาชนะบรรจุ (กรัม)
1	>450	100
2	351-450	50
3	251-350	50
4	150-250	50

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2550)

9.4 การคัดคุณภาพมะม่วง

การคัดคุณภาพมะม่วงสามารถแยกได้ 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ การคัดด้วยแรงงานคนและเครื่องจักร การคัดด้วยแรงงานคนต้องอาศัยประสบการณ์หรือใช้ความสามารถเฉพาะบุคคลที่ผ่านการฝึกฝนจนมีความชำนาญในการประเมินคุณภาพทั้งภายในและภายนอก จากการประเมินด้วยสายตา หรืออาจใช้เครื่องชั่งสำหรับตรวจสอบน้ำหนัก ใช้แถบสำหรับวัดขนาด หรือรูปภาพหรือช่องสำหรับตรวจสอบขนาดและรูปทรง หรือแถบสีสำหรับการวัดสี ส่วนการคัดคุณภาพผลมะม่วงด้วยเครื่องจักร ซึ่งใช้ระบบประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มีความแม่นยำและรวดเร็วกว่าการใช้แรงงานคน แต่เครื่องจักรมักมีราคาแพง และมีขนาดใหญ่ไม่สามารถขนย้ายไปตามจุดต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก ซึ่งลักษณะสวนผลไม้ของเกษตรกรไทยยังเป็นแบบกระจายและเป็นแบบรายย่อย จึงทำให้มีข้อจำกัดในการใช้เครื่องคัดขนาดด้วยเครื่องจักรปัจจุบันมีการคัดคุณภาพด้วยเครื่องจักรเฉพาะในส่วนของผู้ประกอบการรายใหญ่ และผู้ส่งออกเท่านั้น

การคัดคุณภาพผลมะม่วงมีการนำเอาสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการกำหนดเกณฑ์ในการคัดคุณภาพของมะม่วง ดังนี้

1) ความแก่ ความถ่วงจำเพาะของผลมะม่วงมีความสัมพันธ์กับความแก่ของผล การตรวจสอบความแก่ของผลมะม่วงด้วยการนำไปลอยน้ำหรือน้ำเกลือ (วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร, 2554)

2) รอยตำหนิและลักษณะภายนอก จะใช้แรงงานที่มีประสบการณ์เป็นหลัก หรือเกษตรกรจะเป็นผู้คัดแยกเอง และผู้ซื้อจะมาตรวจสอบก่อนตกลงราคา โดยมีเกณฑ์ในการคัดแยกตามความต้องการของผู้บริโภค เพื่อสะดวกในการกำหนดราคาในการซื้อขาย

ตารางที่ 28 ความต้องการของตลาดด้านคุณภาพและราคามะม่วงในปี 2552 ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออกอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

คุณภาพ	ตลาดปลายทาง	ราคา (บาท)	ปริมาณ (ตัน)/วัน
คุณภาพดีเยี่ยมไม่มีตำหนิผลขนาดกลาง	ส่งออก ญี่ปุ่น เกาหลี ยุโรป	34-45	3-5
ผลขนาดกลางมีตำหนิเล็กน้อย	โรงงานแช่แข็ง	25	3-5
ขนาดผลใหญ่มีตำหนิเล็กน้อย	ส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน	20	2-3
ผลมีตำหนิปานกลาง	ส่งออกไปมาเลเซีย สิงคโปร์	10-20	10-20
ทุกขนาด และผลมีตำหนิปานกลาง	พ่อค้าขายส่งประเทศ	8-15	5-10

ที่มา : วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร (2554)

3) การคัดแยกขนาด ผลมะม่วงในแต่ละชั้นคุณภาพ ยังถูกนำมาคัดแยกขนาด เพื่อความสะดวกในการบรรจุลงในภาชนะบรรจุ และกำหนดราคาขายโดยเฉพาะในตลาดส่งออกการขายผลมะม่วงในต่างประเทศมักขายเป็นผล ดังนั้นการคัดขนาดให้สม่ำเสมอกันในแต่ละกล่องมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งขนาดที่ใช้ในการคัดจะมีการกำหนดขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภค การคัดแยกจะใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์โดยการชั่งน้ำหนักด้วยคน หรือเครื่องจักร ซึ่งมีทั้งแบบอัตโนมัติตามเกณฑ์น้ำหนักแบบพลวัติ โดยใช้ตัวควบคุมพีแอลซีควบคุมชุดประตูสวิงทำการเปิดช่องทางไหลของมะม่วงตามขนาดของมะม่วง ระบบที่พัฒนาขึ้นได้นำเทคโนโลยีชั่งน้ำหนักแบบดั้งเดิมมาผสมผสานกับเทคโนโลยีการประมวลผลสัญญาณโดยเครื่องคัดแยกสามารถคัดแยกขนาดมะม่วงได้ 4 ระดับ ประกอบด้วยมะม่วงขนาดเล็ก น้ำหนักต่ำกว่า 329 กรัม มะม่วงขนาดกลาง น้ำหนักต่ำกว่า 330-379 กรัม มะม่วงขนาดใหญ่ น้ำหนัก 380-449 กรัม มะม่วงขนาดใหญ่พิเศษ น้ำหนัก 450 กรัมขึ้นไป ตามเกณฑ์น้ำหนักด้วยอัตราเร็วของการคัดแยกสูงสุด 1,920 ผล ต่อชั่วโมง และแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งออกแบบสำหรับคัดขนาดผลมะม่วงโดยกลไกในการคัดขนาดผล โดยคัดขนาดจากเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อตั้งขั่วในแนวดิ่ง และใช้กลไกแบบซัตเตอร์ในการตั้งขั้วและคัดขนาดของผล จากนั้นเมื่อคัดขนาดเสร็จแล้วตกลงสู่ที่รองรับ ซึ่งมีขนาดเล็ก กลางและใหญ่ เปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วของแขนเครื่องคัดขนาด และส่วนสุดท้ายคือระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของกลไกต่าง ๆ ทั้งระบบโดยใช้ระบบนิวเมติกส์และระบบวงจรไฟฟ้า ในระบบนิวแมติกส์จะใช้กระบอกสูบสองทางมาใช้ในการเคลื่อนที่ ควบคุมการตั้งขั้วและการคัดขนาด กระบอกสูบทางเดียวจะควบคุมการเคลื่อนที่ของถาดรองรับ

วาล์วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบทั้งหมดคือ วาล์วปิดเปิดชนิดแผ่นกลมแบบ 5/2 D.C.V ทำให้คัดได้อย่างรวดเร็วกว่าเครื่องชั่งธรรมดา

4) การพัฒนาเครื่องคัดแยกคุณภาพมะม่วง เครื่องคัดแยกคุณภาพมะม่วงที่ใช้ในการประกอบการส่วนใหญ่มักนำเข้ามาจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามได้มีงานวิจัยเพื่อผลิตเครื่องสำหรับคัดแยกมะม่วง ดังนี้ การจัดเรียงมะม่วง โดยใช้เครื่อง FT-20 ซึ่งวัดค่าความสะท้อนแสงซึ่งได้มาจากเทคนิคสเปกโทรสโกปีด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด (near infrared spectroscopy, NIR) มาประเมินคุณภาพมะม่วง สามารถคัดแยกมะม่วงออกตามคุณภาพได้ 3 ระดับ ซึ่งคุณภาพนี้ได้มาจากการประเมินค่าบริกซ์ทำนาย ซึ่งได้มาจากการนำค่ามวลแห้งทำนายซึ่งวัดมาจากมะม่วงก่อนการบ่มมาคำนวณ โดยชุดต้นแบบสายการจัดเรียงมะม่วงที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความแม่นยำในการจัดเรียงและคัดแยกมะม่วงตามคุณภาพใกล้เคียงกับการวัดด้วยเครื่อง FT-20 แบบไม่ผ่านเครื่องต้นแบบ แต่ยังพบข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งต้องมีการปรับปรุงพัฒนาต่อไป

10. การตรวจสอบผลมะม่วง

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเข้าสู่ความแก่และการสุกของมะม่วง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี โดยพบว่าในระหว่างเข้าสู่ความแก่จัดของมะม่วงปริมาณแป้งและน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมะม่วงมีความแก่จัด สำหรับในระหว่างการสุก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA) จะเพิ่มขึ้น ขณะที่ความแน่นเนื้อ น้ำหนักผล และประมาณกรดที่ไทเทรตได้จะลดลง มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก โดยการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ทำให้เมื่อมะม่วงสุกผนังผลชั้นนอกจะมีสีเหลืองหรือแดงขึ้นกับพันธุ์ โดยลักษณะต่าง ๆ ข้างต้นเป็นค่าที่นิยมใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของมะม่วง และเป็นค่าที่ใช้เป็นดัชนีในการตรวจสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง

การตรวจสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ที่มีการศึกษาในการติดตามคุณภาพของมะม่วงที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่ามีหลายวิธี เช่น การใช้คลื่นเสียงอะคูสติก การใช้คลื่นเหนือเสียง (ultrasound) ใช้ภาพถ่ายเอกซ์เรย์ และการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านคลื่นใกล้อินฟราเรด เป็นต้น ในการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านคลื่นใกล้อินฟราเรดมีศักยภาพนำมาใช้ประโยชน์ได้มากในอนาคตอันใกล้

10.1 การตรวจสอบโดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปีด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด

การใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปีด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด (near infrared spectroscopy, NIR) ในการตรวจสอบคุณภาพภายในของมะม่วงได้โดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง เช่น การตรวจสอบความแน่นเนื้อ ความหวาน ความเปรี้ยว ระดับการสุก ระดับความแก่อ่อน ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการปนเปื้อนของไข่แมลงวันผลไม้ เป็นต้น

NIR เป็นคลื่นใกล้อินฟราเรดที่ช่วงความยาวคลื่น 700-2,500 นาโนเมตร หรือเลขคลื่น (Wave number) ระหว่าง 4,000-14,300 cm^{-1} (Schwaninger *et al.,* 2011) เทคนิค NIR สามารถวิเคราะห์สารประกอบที่มีหมู่ C, H, O และ N เป็นองค์ประกอบได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ขั้นตอนในการวิเคราะห์มะม่วงด้วยเทคนิค NIR ประกอบด้วยการสร้างข้อมูลสเปกตรัม (spectrum) โดยนำตัวอย่างมะม่วงไปทำการวัดในช่วงคลื่น NIR และการสร้างข้อมูลทางเคมี โดยนำตัวอย่างบริเวณที่วัด NIR ไปวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีด้วยวิธีมาตรฐาน เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ความแน่นเนื้อ เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูลเส้นสเปกตรัมและข้อมูลทางเคมีและกายภาพแล้ว หลังจากนั้นนำไปหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างเป็นสมการทำนาย (Calibration model) ด้วยวิธีทางสถิติ และทำการตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของสมการทำนายที่ได้ (validation) และทำการทำนายค่า (prediction)

เทคนิค NIR ถูกนำมาใช้ในการทำนายหรือคำนวณดัชนีค่าทางสรีรวิทยาหรือทำนายคุณภาพในระยะต่าง ๆ ของมะม่วง เช่น การนำเทคนิค NIR ไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณดัชนีทางสรีรวิทยาของมะม่วง (physiological index) พันธุ์ทอมมี แอทกินส์ โดยดัชนีคุณภาพที่ทำการตรวจสอบ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ที่ความยาวคลื่น 1,200-2,400 นาโนเมตร การสร้างสมการทำนายด้วยเทคนิคทางสถิติ คือ สมการถดถอยเส้นตรงแบบหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression; MLR) การถดถอยโดยใช้องค์ประกอบหลัก (principal component analysis; PCA) และการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (partial least squares; PLS) โดยพบว่าสมการที่สามารถทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดี จากการใช้วิธี MLR กับข้อมูลสเปกตรัมที่ผ่านการทำอนุพันธ์อันดับสอง โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความผิดพลาดในการทำนาย (Standard error of prediction; SEP) = 1.223 องศาบริกซ์ และค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination; R^2) = 0.9276 (Schmilovitch *et al.,* 2000)

การประยุกต์ใช้ NIR ในการทำนายคุณภาพระยะสุก (ripe-stage eating quality) จากคุณภาพผลในวันที่เก็บเกี่ยว (Harvesting quality) ของมะม่วงพันธุ์มหาชนก หลังจากนั้นนำตัวอย่างมะม่วงที่วัดสเปกตรัมแล้วไปหาค่าทางคุณภาพและเคมี ได้แก่ พบว่าในขั้นต้นค่าน้ำหนักแห้ง (DM) และปริมาณแป้งในผลมะม่วง ณ วันที่เก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์และใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมได้ในการทำนายดัชนีการเก็บเกี่ยว ทำให้ค่า SEP ของ DM เท่ากับ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ค่า SEP ของปริมาณแป้งเท่ากับ 1.71 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบว่า DM และปริมาณแป้งในผลมะม่วง ณ วันที่เก็บเกี่ยวสัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ซึ่งเป็นดัชนีสำหรับคุณภาพในระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญ จึงนำค่า DM และปริมาณแป้งมาใช้เป็นตัวแปรในสมการ เพื่อทำนายคุณภาพระยะสุกด้วย NIR โดยหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี MLR ได้สมการทำนายค่า TSS คือ TSS = 14.755 + 0.812DM + 0.677 starch ให้ค่า SEP = 0.55 และ R^2 = 0.92 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสามารถของเครื่อง NIR แบบพกพา

(portable NIR) ในการวัดคุณภาพขณะเก็บเกี่ยวของมะม่วงขณะอยู่บนต้น โดยพบว่า การใช้เครื่อง NIR แบบพกพาที่ช่วงความยาวคลื่น 600-1,000 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นช่วงสั้น สามารถสร้างสมการทำนายค่า DM และปริมาณแป้งที่เป็นดัชนีคุณภาพผล ณ วันที่เก็บเกี่ยว (SEP = 0.52 เปอร์เซ็นต์ และ 2.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และประมาณ TSS (SEP = 0.40 องศาบริกซ์) ซึ่งประโยชน์จากการใช้เครื่อง NIR แบบพกพาในการวัดคุณภาพของมะม่วงขณะอยู่บนต้น จะช่วยให้เกษตรกรสามารถเลือกเก็บมะม่วงเฉพาะลูกที่มีคุณภาพขณะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมได้ ทำให้ได้มะม่วงที่มีคุณภาพเหมาะกับการบริโภคที่ดี และการติดตามระดับการสุกในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และพันธุ์โชคอนันต์ โดยใช้วิธีไม่ทำลายตัวอย่างด้วยเครื่อง NIR พร้อมทั้งหาดัชนีที่เหมาะสมในการบ่งชี้ระดับการสุกของมะม่วงอย่างมีประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้กับวิธี NIR โดยการนำมะม่วงดิบทั้งสองพันธุ์มาบ่มจนสุกเป็นเวลาประมาณ 6-8 วัน ในระหว่างบ่มมะม่วงจะถูกนำมาวัดสเปกตรัมที่ช่วงความยาวคลื่น 65-2,500 นาโนเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างมะม่วงบริเวณที่วัดสเปกตรัม ที่ไปหาค่าทางคุณภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยใช้ตัวอย่างในตำแหน่งเดียวกันกับที่วัดสเปกตรัมเพื่อให้ได้ค่าทางคุณภาพและเคมีที่ตรงกัน จากการเปรียบเทียบค่าคุณภาพและเคมีกับสเปกตรัมดัชนีที่เหมาะสมที่จะใช้ติดตามการสุกของมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ ด้วยวิธี NIR คือ Ripening index (RPI) = ln (100* F/(TSS/TA)) โดยค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่าง NIR สเปกตรัมกับ RPI มากกว่าและเท่ากับ 0.8 สำหรับมะม่วงทั้งสองสายพันธุ์ ดังนั้น NIR พร้อมกับ RPI มีศักยภาพที่จะใช้เป็นวิธีที่ไม่ทำลายมะม่วงในการวัดระดับการสุก และเป็นวิธีที่รวดเร็ว ใช้เวลาต่ำกว่า 1 นาทีต่อตัวอย่าง ไม่ต้องการการเตรียมตัวอย่างที่ซับซ้อน ไม่มีการใช้สารเคมี จึงเป็นวิธีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำลายสิ่งแวดล้อม ในการสร้างสมการเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายปริมาณบริกซ์ (เปอร์เซ็นต์ Brix) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) = 0.7991 (SEC= 1.6435, SEP = 0.5758 เปอร์เซ็นต์, bias = 0.0619 เปอร์เซ็นต์) และสมการเทียบมาตรฐานสำหรับทำนาย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (DM) มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Coefficient of correlation, R) = 0.8771 (SEC = 1.1204, SEP = 0.8860, bias = -0.1978 เปอร์เซ็นต์) จากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (R) ของทั้งสองสมการเทียบมาตรฐานแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) ในการตรวจวิเคราะห์แบ่งกลุ่มความสุกแก่ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจากการวัดปริมาณบริกซ์และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (DM) ได้

10.2 การตรวจสอบโดยการส่งผ่านคลื่นเสียง

คลื่นเสียง (acoustic หรือ sonic) จะอยู่ในช่วง 20 เฮิรตซ์ ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ คลื่นเสียงสามารถนำมาใช้ในการวัดคุณภาพของผลไม้ โดยทั่วไปมีหลักการวัดอยู่ 2 แบบ แบบที่ 1 คือ acoustic impulse response เป็น การทำให้ผลไม้มีการสั่นสะเทือนด้วยการเคาะเบา ๆ แล้วเก็บคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นด้วย

ไมโครโฟน จากนั้นแปลงเสียงที่ได้ให้เป็นความถี่ด้วยการใช้ Fast Fourier Transformation เพื่อนำมาหาค่าความถี่ของการเกิดรีโซแนนท์ซึ่งสามารถนำมาคำนวณเป็นความแน่นเนื้อในรูปของ stiffness factor (S) ของผลไม่ได้โดยสมการที่นิยมใช้คือสมการ $S = f^2w^{2/3}$ เมื่อ f คือค่าความถี่ของการเกิดรีโซแนนท์หลัก (เฮิรตซ์) และ w คือน้ำหนักของผลไม้ (g) (De Ketelaere *et al.,* 2006) โดยทั่วไปมะม่วงที่มีความแน่นเนื้อสูงจะมีความถี่ของการเกิดรีโซแนนท์สูง แบบที่ 2 คือ การวัดความเร็วของคลื่นเสียง (sound velocity) โดยใช้อุปกรณ์วัดแบบพกพาซึ่งมีแท่งพลาสติก (impact rod) สำหรับยิงให้กระทบผลไม้เบา ๆ คลื่นเสียงที่เกิดจะถูกส่งผ่านไมโครโฟนและส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลค่าวัดความเร็วของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้น การตรวจสอบโดยการส่งผ่านคลื่นเสียงมีการใช้ทดสอบกับมะม่วงพันธุ์ เคนซิงตัน ไพรด์ (Kensington Pride) พบว่าความเร็วของคลื่นเสียงลดลงตลอดช่วงการสุกของมะม่วง จาก 69.5±6.1 เป็น 22.6±2.1 m/s แต่เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ที่มีรูปร่างไม่สมมาตรและมีเปลือกเมล็ดแข็งทำให้อาจเป็นข้อจำกัดในการวัดความแน่นเนื้อด้วยวิธีนี้

10.3 การทดสอบโดยคลื่นเหนือเสียง

คลื่นเหนือเสียง (ultrasound) มีความถี่สูงกว่า 20 เฮิรตซ์ โดยความถี่ของคลื่นเหนือเสียงที่ใช้ในการวัดคุณภาพของผลไม้ใช้ที่ความถี่ 50-100 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีความเข้มต่ำ (low intensity) จะไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลไม้ ระบบการวัดจะใช้อุปกรณ์ transducer 2 อันวางห่างกันและวางให้สัมผัสกับผิวนอกผลไม้ ซึ่งทำหน้าที่ส่งคลื่นและรับคลื่นเหนือเสียง (Mizrach, 2008) การวัดคุณภาพของผลไม้อาศัยความเร็วในการเคลื่อนที่ผ่านผลไม้หรือการลดทอนพลังงานของคลื่น (attenuation) หรืออาจใช้สเปกตรัมของความถี่คลื่นที่ได้ เพื่อหาความสัมพันธ์กับดัชนีคุณภาพต่าง ๆ ในการทดสอบวัดการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงพันธุ์ทอมมี แอทกินส์ (Tommy Atkins) ค่าการลดทอนพลังงานของคลื่นเพิ่มขึ้นในระหว่างการสุกและมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ในขณะที่สัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเป็นกรด และความแน่นเนื้อ

10.4 การตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายเอกซ์เรย์

ภาพถ่ายเอกซ์เรย์ (X-ray imaging) เป็นการฉายรังสีเอ็กซ์ลงบนวัตถุแล้วบันทึกรังสีส่วนที่ส่งผ่าน (transmit) ไปยังเครื่องตรวจรับ โดยระดับของการส่งผ่านของรังสีขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและการดูดซับรังสีของวัตถุ ภาพถ่ายเอกซ์เรย์สามารถใช้ตรวจพบด้วงงวงมะม่วง (*Sternochetus mangiferae*) ในเมล็ดของมะม่วงพันธุ์นีลัม (Neelum) โดยเห็นเป็นจุดสีเข้มบนส่วนของเมล็ด เนื่องจากการแตกของเนื้อเยื่อซึ่งไม่สามารถตรวจพบได้จากลักษณะปรากฏภายนอกได้ นอกจากนี้ยังใช้ตรวจการเกิดเนื้อเยื่อแตกเป็นรูพรุนลักษณะคล้ายฟองน้ำ (spongy) ในมะม่วงพันธุ์อัลฟองโซ (Alphonso) (Thomas *et al.,* 1995) ปัจจุบันมี

การพัฒนาการถ่ายภาพเอกซ์เรย์แบบ CT (computed tomography) ซึ่งมีทั้งแบบ 2 และ 3 มิติ ยิ่งทำให้การตรวจสอบความผิดปกติภายในของผลไม้ทำได้ดี

10.5 ประโยชน์ของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

หากมีการนำเทคนิคการตรวจสอบแบบไม่ทำลายมาใช้ในการผลิตมะม่วง จะสามารถใช้ในการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพ ทดสอบมะม่วงได้ทุกผล สามารถตรวจสอบซ้ำได้ ประหยัดเวลาและลดต้นทุนในการใช้สารเคมี จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากบางเทคนิค เช่น NIR มีเครื่องมือขนาดพกพา จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสวนได้ การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสามารถทำให้มีการออกแบบระบบตรวจสอบแบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้ในการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตได้ (in line) เป็นการประกันคุณภาพของผลผลิต จึงเพิ่มศักยภาพของประเทศในการส่งออกมะม่วง อันเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการส่งออก

11. การล้างผล (Fruit Washing)

ผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดต้องผ่านการล้างเพื่อเป็นการรักษาความสะอาด ไม่เพียงแต่เป็นการกำจัดเศษหิน ดิน ทรายที่ติดมากับผลผลิตเท่านั้น แต่ยังเป็นการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ โดยทำให้จุลินทรีย์หลุดออก การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย และยังเป็นการทำให้ผิวของผลมีลักษณะสวยงามมากขึ้น การแช่ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในสารละลายกรดเพอร์ออกซีแอซิติก ความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และราที่ผิวได้ 2.33 และ 1.62 log cfu/cm^2 ตามลำดับ

วิธีการล้างผล การล้างทำความสะอาดทั่วไปอาจทำได้โดยแช่ผักผลไม้ในน้ำแล้วใช้มือถูทำความสะอาดหรือใช้เครื่องกวนให้น้ำเคลื่อนที่เพื่อเอาเศษฝุ่น ผงดินให้หลุดออกไป ส่วนในกรณีการล้างผลมะม่วงนั้นมีขั้นตอนคัดเลือกมะม่วงเอาผลที่มีตำหนิออก หลังจากนั้นตัดขั้วให้เหลือความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร เพื่อให้น้ำยางไหลออกจากผล โดยการวางคว่ำบนตะแกรง กระดาษ หรือผ้า จนกว่าน้ำยางจะแห้งแล้วนำมะม่วงมาล้างทำความสะอาดในน้ำที่สะอาด น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำไหลหรือเปลี่ยนน้ำบ่อยครั้งเพราะหากน้ำที่ใช้ล้างไม่สะอาดจะเป็นการเพิ่มจุลินทรีย์ให้มากขึ้น ดังนั้นควรใช้สารฆ่าเชื้อชนิดต่าง ๆ เช่น สารละลายคลอรีน สารละลายกรดชนิดต่าง ๆ และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในระหว่างการล้าง ซึ่งจะสามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดียิ่งขึ้น

11.1 สารละลายคลอรีน

สามารถทำลายแบคทีเรียในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดที่สุดที่นิยมใช้มานานแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้ โดยใช้ในรูปก๊าซคลอรีน (Cl_2) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นกรดไฮโพคลอรัส (HOCl) ประจุคลอรีน (Cl^-) และประจุไฮโดรเจน (H^+)

$$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCl + Cl^- + H^+$$

กรดไฮโพคลอรัส แตกตัวให้ประจุไฮโพคลอไรต์ (OCl-) และประจุไฮโดรเจนหรือถ้าสารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปของสารละลาย เช่น โซเดียมไฮโพคลอไรต์และแคลเซียมไฮโพคลอไรต์เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นกรดไฮโพคลอรัสและสารประกอบไฮดรอกไซด์

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow HOCl + Na^+(OH^-)$$

$$Ca(OCl_2) + H_2O \longrightarrow 2\ HOCl + CA^{2+}(OH^-)_2$$

ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของการล้างด้วยกรดไฮโพคลอรัส และประจุไฮโพคลอไรต์ขึ้นอยู่กับปริมาณประจุ $HOCl^-$ ในสารละลาย ซึ่ง $HOCl^-$ สามารถทำลายเชื้อได้ดีกว่าประจุ OCl^- สามารถทำลายเชื้อได้ดีกว่าประจุ OCl^- 50-80 เท่า ในปริมาณที่เท่ากัน (Bonde *et al.,*1999) นอกจากนี้ปฏิกิริยาการทำลายเชื้อขึ้นกับ pH ของสารละลาย โดย OCl^- จะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อ pH สูงขึ้น ส่วนกรดไฮโพคลอรัสเมื่ออยู่ในสารละลายที่เป็นกลางหรือเป็นกรดจะเป็น Oxidizing agent ที่รุนแรง นอกจากนี้สารประเภทนี้ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในน้ำ สำหรับความเข้มข้นที่ใช้อยู่ในช่วง 50-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลาในการล้าง 1-2 นาที สำหรับมะม่วงนำมาล้างด้วยสารละลายไฮโพคลอไรต์โดยนำมะม่วงมาตัดขั้วและทำความสะอาดด้วยน้ำที่ผสมสารละลายคลอรีนที่มีสารออกฤทธิ์ คือ สารโซเดียมไฮโพคลอไรต์ หรือแคลเซียมไฮโพคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือใช้ผ้าที่อ่อนนุ่มหรือฟองน้ำชุบสารนี้และเช็ดผลเบา ๆ ด้วยความระมัดระวัง

11.2 ด่างทับทิม

ด่างทับทิมหรือโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate; $KMnO_4$) เมื่อละลายน้ำจะปล่อยไอออนเพอร์แมงกาเนต (MnO_4^-) เป็นสีชมพูหรือม่วงเข้มขึ้นอยู่กับความเข้มข้น สามารถใช้ทำลายเชื้อแบคทีเรีย รา และไวรัส เป็นการทำลายผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์โดยกระบวนการออกซิเดชัน นิยมนำมาใช้ล้างทำความสะอาดผัก ผลไม้ เพื่อทำความสะอาดและลดสารเคมีตกค้าง หรือใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรค วิธีการนำมาใช้ล้างผักและผลไม้ คือ ปริมาณด่างทับทิม 5 เกล็ด ต่อน้ำ 4 ลิตร และนำผักและผลไม้แช่นาน 10 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด 4 ลิตร นาน 2 นาที

11.3 สบู่และสารซักล้าง

สบู่และสารซักล้าง (detergent) มีสมบัติในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ และทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ฉีกขาด หลังจากนั้นสารต่าง ๆ สามารถผ่านเข้าออกเซลล์ได้มากขึ้นเซลล์จึงถูกทำลาย

11.4 สารที่ใช้เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์

เป็นสารในกลุ่มสารลดแรงตึงผิว (surfactant) มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และไวรัส สารประกอบนี้ คือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และคงตัวที่สภาวะอุณหภูมิสูง และยังสามารถแทรกซึมเข้าผลผลิตได้ดี โดยไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์เหมือนกับคลอรีน จึงใช้ในการทำความสะอาดผิวอุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสอาหาร สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี เช่น *Xanthomonas campestris* นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่มชื่อว่า didecyldimethylammonia chloride (DDAC) ซึ่งมีชื่อการค้าว่า Sporekill

11.5 กรดชนิดต่าง ๆ

กรดมีสมบัติในการยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ โดยจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนไอออน และไฮดรอกซิลไอออน ปัจจุบันมีการนำกรดชนิดต่าง ๆ ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ ได้แก่

- กรดแอซีติก (acetic acid)

สูตรทางเคมี คือ CH_3COOH กรดแอซีติก หรือกรดน้ำส้ม สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหาร เนื่องจากกรดแอซีติกเป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรงตามระดับความเข้มข้นที่ใช้ โดยการนำมาใช้กับอาหารที่มีการหมักดอง

- กรดเปอร์ออกซีแอซีติก (peroxyacetic acid : PAA)

สูตรทางเคมีคล้ายกรดแอซีติก โดยมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นมาในโมเลกุลหนึ่งอะตอม และสารละลายของเปอร์ออกซีแอซีติกประกอบด้วยส่วนผสมของสาร 2 ชนิด คือ กรดแอซีติก และไฮไดรเจนเพอร์ออกไซด์ (Kitis, 2004; Taverner, 2004)

$$\underset{\text{กรดแอซีติก}}{CH_3COOH} + H_2O_2 \longrightarrow \underset{\text{กรดเปอร์ออกซีแอซีติก}}{CH_3CO_3H} + H_2O$$

กรดเปอร์ออกซีแอซีติกเป็นของเหลวไม่มีสี มีค่า pH ต่ำกว่า 2 และมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.1 สามารถละลายน้ำได้มีสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่แรงมาก และเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรค สามารถออกซิไดส์เยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นไขมันและโปรตีน ทำให้เซลล์สูญเสียการควบคุมผ่านเข้าออกหรือสร้างความเสียหายให้กับผนังเซลล์ นอกจากนี้กรดเปอร์ออกซีแอซีติกยังสามารถออกซิไดส์เอนไซม์ที่จำเป็นต่าง ๆ เช่น catalase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยลดความเป็นพิษจากอนุมูลอิสระต่าง ๆ (Kitis, 2004)

ความเข้มข้นของ peroxyacetic acid (PAA) และ chlorine (ClO_2) ต่อการเจริญเติบโตของโคนิเดีย (conidia) ของ Monilinia พบว่า PAA สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ หลังจากโคนิเดียสัมผัสกับ PAA ที่ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที และหลังจากที่โคนิเดียสัมผัสกับ ClO_2 ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที (Mari *et al.,* 1999) สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ทำการวิจัยโดยล้างผลมะม่วงด้วย Peracetic acid (PAA) ความเข้มข้น 0.1 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ภายหลัง

จากการพ่นสารแขวนลอยของสปอร์เชื้อ *Collectrotrichum gloeosporioides* ลงบนผล พบว่า ทุกความเข้มข้นสามารถช่วยลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สามารถช่วยลดการเกิดโรคแอนแทรกโนส เป็นเวลา 6 วันได้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผล ดังนั้นการใช้ Peracetic acid สามารถใช้เป็นสารล้างทำความสะอาดผลมะม่วง เพื่อลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ (กานดา หวังชัย และคณะ, 2550) และการใช้กรดเปอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ล้างผลมะม่วงทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์น้ำดอกไม้ โชคอนันต์ และมหาชนกด้วย พบว่า สามารถลดจำนวนแบคทีเรีย ยีสต์ และราได้ดีกว่าการล้างด้วยโซเดียมไฮโพคลอไรด์ (เฉลิมขวัญ วิชัยชาติ และคณะ, 2551)

11.6 ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เมื่อบริสุทธิ์จะมีเสถียรภาพคงตัว และเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสร้างไฮดรอกซิลเรดิคอล ($OH^{\cdot}$) (Marecheal *et al.,* 1997) และมีการประยุกต์ใช้สารซึ่งมีชื่อการค้าว่า Sanosil-25 โดยประกอบด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 48 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไอออนของเงิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถควบคุมโรคหลังเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *Botrytis cinerea* และ *Alternaria alternata* (Fallik *et al.,* 1994) และการทดสอบในผลมะม่วงโดยใช้ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร่วมกับกรดเปอร์ออกซิแอซีติกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดแอนแทรกโนสได้นาน 4 สัปดาห์

11.7 น้ำอิเล็กโทรไลต์

น้ำอิเล็กโทรไลต์ (electrolyzed oxidizing water; EO Water) เป็นเทคโนโลยีหนึ่ง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีออกซิเดชันขั้นสูงที่ใช้ในการลดสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์โดยกระบวนการออกซิเดชัน ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างตัวออกซิไดซ์กับสารต่าง ๆ น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด สามารถฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ได้โดยใช้ EO ซึ่งผลิตจากน้ำและเกลือ ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม น้ำ EO มีการใช้ประโยชน์อย่างมาก (Whangchai *et al.,* 2003) ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร (Grech and Rijkenberg, 1992; Kim *et al.,* 2000) โดยสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราต่าง ๆ ข้อดีของน้ำ EO คือ การผลิตที่ใช้ต้นทุนต่ำ โดยวัตถุดิบในการผลิต ได้แก่ น้ำ และเกลือแกง (NaCl) ซึ่งหลักการคือ การแยกตัวสลายด้วยขั้วไฟฟ้าบวกและลบ เมื่อผ่านน้ำเกลือลงไปทำให้เกิดการแตกตัวเป็นสารประกอบที่มีไอออน คือ OH^-และ Cl^- ในการเกิดการแตกตัวของไอออนของน้ำอิเล็กโทรไลต์มีคุณสมบัติเป็นกรดจะเกิดเป็นก๊าซออกซิเจน, hypochlorite ion, hypochlorous, chlorine gas และ hydrochloric acid โดยไอออนลบจะถูกดึงดูดไปยังขั้วบวก ดังนั้นขั้วจะมีการสูญเสียอิเล็กตรอนเพื่อให้มีอะตอมเป็นกลาง เกิดเป็นก๊าซออกซิเจน ไฮโพคลอไรต์; hypochlorite ion (OCl^-) ไฮโพคลอรัส; hypochlorus ($HOCl^-$) ก๊าซคลอรีน; chlorine gas (Cl^-) และไฮโพคลอรัส; hydrochloric acid (HCl^-) ส่วนขั้วลบจะเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของ Na^+ กับน้ำ จะเกิดสารโซเดียมไฮดร

อกไซด์ (NaOH) ซึ่งสารไฮโพคลอรัส (hypochlorus) ที่ได้นี้เป็นสารที่ออกซิไดส์แรงกว่าสารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปแคลเซียมไฮโพคลอไรต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์ นอกจากนี้ยังเป็นการลดใช้สารเคมีที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ (John *et al.,* 1999) สามารถมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการล้างผักและผลไม้ เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

11.8 ปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไทเทเนียมไดออกไซด์

ปฏิกิริยาที่มีแสงเป็นตัวเร่ง (photocatalysis) ของไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับว่า Titanium dioxide (TiO_2) เป็นสารที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีความปลอดภัยในการใช้กับอาหาร ยา สี และเครื่องสำอาง สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมได้ ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารทั้งหมด สาร TiO_2 เป็นสารเคมีที่ดูดซับรังสีจากแสงอาทิตย์ หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์แล้วอิเล็กตรอนจะถูกรบกวนด้วยรังสี UV อนุมูลอิสระของออกซิเจนที่สามารถจะออกซิไดส์คาร์บอนในสารอินทรีย์เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (Rajeswari and Kanmani, 2009) ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของ TiO_2 ได้ถูกใช้เป็นตัวฆ่าเชื้อบนพื้นผิวต่าง ๆ โดยไม่สร้างความเสียหายให้กับพื้นผิวนั้น ๆ ไม่เป็นอันตรายกับสิ่งแวดล้อม เพราะโดยปกติรังสี UV สามารถสลายทำลายสารอินทรีย์ได้อย่างช้า ๆ โดยธรรมชาติ จากการศึกษาของบัณฑิต เจริญทรัพย์ (2555) การใช้ปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวเร่ง TiO_2 ในการควบคุมโรคแอนแทรกโนส เป็นการนำผลมะม่วงไปจุ่มกับน้ำที่มีปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของ TiO_2 ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นาน 30 60 120 และ 240 นาที และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 เดือน พบว่า การใช้ TiO_2 ในปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงมีผลทำให้การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลมะม่วงลดลง (ป้องเกียรติ และคณะ, 2554) การเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์สามารถชะลอการสุกของผลมะม่วง การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ การลดลงของค่าความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยผลมะม่วงยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคตลอดการเก็บรักษานาน 35 วัน (บัณฑิต เจริญทรัพย์, 2555)

12. การอบไอน้ำเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้

การอบไอน้ำเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้เป็นการกำจัดแมลงวันผลไม้ที่ติดไปกับมะม่วง โดยเป็นไปตามเงื่อนไขกฎหมายกักกันพืชระหว่างประเทศ ในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและขยายตลอดส่งออกมะม่วงสู่ต่างประเทศให้เพิ่มขึ้น ในการกำจัดแมลงวันผลไม้เป็นวิธีการเลียนแบบธรรมชาติโดยใช้เทคนิคความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์เป็นการกำจัดไข่และหนอนผลไม้โดยไม่ทำอันตรายกับผลไม้ และสามารถใช้กับผลไม้ได้หลายชนิด เช่น มะม่วง ลำไย ลิ้นจี่ มังคุด ฯลฯ ในปัจจุบันมะม่วงได้รับอนุญาตให้ส่งเข้าประเทศญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ เกาหลีใต้ ด้วยวิธีการการอบไอน้ำ

12.1 เครื่องอบไอน้ำ

เครื่องอบไอน้ำ เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรใช้ประโยชน์ในการอบไอน้ำมะม่วงเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ เพื่อส่งออกไปต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่เข้มงวดในเรื่องของเงื่อนไขกฎหมายกักกันพืช

เครื่องอบไอน้ำประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ห้องอบไอน้ำ และเครื่องกำเนิดไอน้ำเป็นส่วนที่ใช้บรรจุตะกร้ามะม่วงในการอบไอน้ำมะม่วงเพื่อกำจัดไข่และตัวอ่อนแมลงวันผลไม้

2. ชุดอุปกรณ์ควบคุม เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบการทำงานของชุดอุปกรณ์ของเครื่องทั้งหมด

12.2 ขั้นตอนปฏิบัติการอบไอน้ำกำจัดแมลงวันผลไม้

การจัดเตรียมมะม่วงจากสวน

1) ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวมะม่วงเพื่อการส่งออกควรเก็บเกี่ยวเมื่อมะม่วงมีอายุประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ หรือมะม่วงที่มีอายุ 110-125 วัน ในการเก็บมะม่วงควรตัดให้มีขั้วติดผล 0.5 เซนติเมตร แล้วคว่ำหัวลงบนกระสอบป่าน เพื่อซับน้ำยางไม่ให้เปื้อนผลจนเป็นรอยด่าง และควรเก็บมะม่วงในช่วงระยะเวลาหลัง 09.00 นาฬิกา เนื่องจากปริมาณน้ำยางน้อย

2) การคัดเลือกคุณภาพ

- คัดเลือกมะม่วงที่มีขนาดสม่ำเสมอ มะม่วงดิบมีน้ำหนักต่อผลตั้งแต่ 350 กรัม ขึ้นไป มะม่วงสุกมีน้ำหนักตั้งแต่ 250 กรัม ขึ้นไป
- สีผิวสวยงาม ไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง

3) การทำความสะอาด ใช้ผ้านุ่ม ๆ ชุบน้ำเช็ดที่ผิวเบา ๆ เด็ดขั้วที่เหลือให้ติดผล 2-3 มิลลิเมตร และล้างผล โดยการเติมน้ำยาฆ่าเชื้อโรคโซเดียมไฮโพคลอไรต์ (NaClO) หรือ แคลเซียมไฮโพคลอไรต์ ($Ca(ClO)_2$)

4) การจุ่มน้ำร้อนกำจัดโรค (Hot dip) โดยการจุ่มมะม่วงในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 นาที และหากมีโรคแอนแทรกโนส ควรใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราไทอะเบนดาโซล (thaiabendaxole) หรือโพรคลอราซ (prochloraz) หรืออะซอกซีสโตรบิน (Azoxystrobin) ร่วมด้วยในปริมาณ 100-500 ppm แต่ต้องระมัดระวังการเกิดการเป็นพิษ (phytotoxic) จากนั้นทำการลดอุณหภูมิ (hydrocooling) โดยการแช่ผลในน้ำเย็น 20-30 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที เป็นการลดอุณหภูมิภายในผลมะม่วงให้ต่ำลงอย่างรวดเร็ว และเป่าลมให้ผลแห้งไม่มีน้ำขังที่ผลซึ่งจะทำให้ไม่เกิดเชื้อราขึ้นภายหลัง

5) การห่อผลก่อนการขนย้าย ใช้ถุงตาข่ายโฟมหุ้มผลมะม่วง เพื่อป้องกันความบอบช้ำจากการขนส่งไปสู่โรงงานอบไอน้ำ สำหรับมะม่วงสุก สำหรับมะม่วงดิบไม่จำเป็นต้องใช้ถุงตาข่ายโฟม

6) การบรรจุลงตะกร้าก่อนการขนย้าย บรรจุมะม่วงที่ทำการห่อผลด้วยถุงตาข่ายโฟมแล้วใส่ลงในตะกร้าที่มีโฟมรองพื้น รอการขนย้ายไปยังโรงงานอบไอน้ำ

7) การขนส่งมะม่วงไปโรงงานอบไอน้ำ ในการขนส่งสามารถใช้รถกระบะหรือรถบรรทุก ควรขับด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการบอบช้ำจากการกระแทกระหว่างการขนส่ง

ขั้นตอนการอบไอน้ำ

1) การรับมะม่วงเข้าโรงงาน ชั่งน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดที่ขนส่งเข้าโรงงานอบไอน้ำมะม่วง เพื่อเตรียมการคัดคุณภาพในขั้นแรก

2) การคัดคุณภาพครั้งที่ 2 ทำการคัดคุณภาพมะม่วงก่อนอบไอน้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยมะม่วงจะต้องมีผิวที่ไม่มีรอย ตำหนิ ช้ำ เป็นแผล หรือร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง

3) ติดเครื่องหมายบนผล เพื่อเป็นการโฆษณาผลผลิตของแต่ละบริษัท เครื่องหมายติดผลมะม่วง เพื่อแสดงว่ามะม่วงได้ผ่านขั้นตอนการกำจัดแมลงวันผลไม้แล้ว ลักษณะกลมรีขนาด 1.5×2.5 เซนติเมตร มีข้อความ PQ.THAILAND มีพื้นสีขาว ตัวอักษรสีน้ำเงิน ลักษณะเครื่องหมายมี 2 แบบ

แบบที่ 1 ใช้สำหรับมะม่วงจำนวนไม่มาก ประมาณ 5-19 กิโลกรัม กรมส่งเสริมการเกษตรจัดทำให้บริษัทใช้

แบบที่ 2 ใช้เป็นการค้าจำนวนมากแต่ละบริษัทจัดทำกันเองโดยให้ข้อความ PQ.THAILAND อยู่ตรงกลางของเครื่องหมาย

4) การบรรจุมะม่วงใส่ตะกร้า VHT เป็นการเรียงมะม่วงชั้นเดียวเอียง 45 องศา โดยวางให้ส่วนปลายผลชี้ด้านบน โดยเฉลี่ยน้ำหนักประมาณ 10-12 กิโลกรัมต่อตะกร้าอบไอน้ำ เพื่อให้ความร้อนสามารถถ่ายเทออกจากผลมะม่วงอย่างทั่วถึง

5) การอบไอน้ำ การอบมะม่วงใช้อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำให้เย็น (Air cooling) ประมาณ 7-10 นาที เพื่อลดอุณหภูมิของผลมะม่วง หลังจากนั้นทำการเป่าลมให้แห้งมะม่วงเมื่อเกิดความเสียหายภายในผล จะเกิดการโป่งพองระหว่างเนื้อและเปลือกหุ้มเมล็ด เปลือกผลด้านนอกเหี่ยว

หมายเหตุ เนื่องจากมีการให้ความร้อนกับผลไม้ทำให้เกิดการคายน้ำ มีผลทำให้สภาพภายนอกผลเหี่ยว ความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้ในระหว่างการอบไอน้ำต้องมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

13. การฉายรังสีผลไม้ (Fruit Irradiation)

การฉายรังสีให้กับอาหาร เช่น อาหารทะเล เนื้อสัตว์ เครื่องเทศ ผัก และผลไม้ เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับมากขึ้นในปัจจุบัน มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงศัตรูพืชที่ปะปนมากับผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษา และยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารและชะลอการเน่าเสียหรือกำจัดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมาในอาหาร ชนิดของรังสีที่อนุญาตให้ใช้ได้กับอาหาร ได้แก่ รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และรังสีอิเล็กตรอน ในปี 2523 องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) ได้ระบุว่าอาหารใด ๆ ก็ตามที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณเฉลี่ยไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางโภชนาการและจุลชีววิทยา

13.1 การฉายรังสีแกมมาในผลผลิตทางการเกษตร

ปัจจุบันมะม่วงที่ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศผ่านกรรมวิธีสุขอนามัยพืชหลายวิธี เช่น การอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อกำจัดไข่แมลงวันผลไม้ การแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดความเสียหายจากโรคแอนแทรกโนส ปัจจุบัน การฉายรังสีได้รับความนิยมมากขึ้น เช่น การใช้รังสีแกมมา เนื่องจากมีความยาวคลื่นสั้นและมีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง สามารถทำลายเชื้อโรคและแมลงที่ปนเปื้อน และไม่มีรังสีตกค้าง หรือ สะสมในอาหาร

ในสหรัฐอเมริกากำหนดให้มีการฉายรังสีปริมาณ 150 เกรย์ กับผลไม้ที่นำเข้าทุกชนิดที่ เพื่อควบคุมแมลงวันในผลไม้ เช่น การฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์ สามารถควบคุมเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งในลำไยและลิ้นจี่ได้ (เงาะและลำไยทนต่อรังสีแกมมาได้ถึง 750 และ 600 เกรย์ ตามลำดับ) การฉายรังสีปริมาณ 200 เกรย์ สามารถควบคุมหนอนผีเสื้อกลางคืนในมะม่วงได้ (มะม่วงสามารถทนต่อรังสีแกมมาได้ถึง 1 กิโลเกรย์ ยกเว้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง) และการฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ สามารถควบคุมด้วงงวงเจาะเมล็ดได้ เป็นต้น

ระยะเก็บเกี่ยวมะม่วงที่เหมาะสมสำหรับการฉายรังสี คือ มะม่วงต้องมีความสุกแก่ที่ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ หรือ มีอายุ 110 – 115 วันหลังดอกบาน หากมะม่วงอ่อนกว่าระยะที่กำหนด เมื่อผ่านการฉายรังสีแล้วจะทำให้กระบวนการสุกผิดปกติ เมื่อเดินทางมาถึงประเทศปลายทางจะทำให้ผลมะม่วงไม่สุกและมีรสเปรี้ยว ส่วนมะม่วงที่สุกแก่เกินระยะที่กำหนดเมื่อผ่านการฉายรังสีและขนส่งมาถึงประเทศปลายทาง จะทำให้มะม่วงมีสภาพที่สุกเกินไปและเน่าเสียได้ง่าย

การฉายรังสีมีผลต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงภายในผลผลิต จึงควรมีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุผลผลิตให้สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด เช่น การฉายรังสีมังคุดปริมาณไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ จะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของมังคุดในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความหวาน ลักษณะที่ปรากฏ ความแข็งของเปลือกและรสชาติ ลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้วนำมาฉายรังสีปริมาณ

1 กิโลเกรย์ สามารถเก็บได้นาน 1 เดือน การฉายรังสีลิ้นจี่ปริมาณ 600 เกรย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 9 วัน การฉายรังสีมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 หนังกลางวัน อกร่อง และแรดปริมาณ 1 กิโลเกรย์ ไม่ส่งผลเสียต่อลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติ แต่สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ ขึ้นไปจะทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลที่ผิว ส่วนมะม่วงพันธุ์ B74 ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและเก็บรักษาที่ 18 องศาเซลเซียส แล้วนำมาฉายรังสีทันทีจะทำให้ผิวมะม่วงเกิดความเสียหายเกิดแผลสีดำกระจายทั่วไป

ผลไม้ที่ถูกฉายรังสีด้วยรังสีแกมมาปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ความแน่นเนื้อของผลไม้ลดลง เช่น การฉายรังสีแอปเปิลและสาลี่ทำให้ความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับรังสี และการฉายรังสีส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ PE (pectinesterase) และ PG (polygalacturonase) ลดลง เป็นต้น นอกจากนี้ รังสีแกมมายังมีผลยับยั้งการสร้าง volatile compounds ในผลแอปเปิล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ester และ alcohol สำหรับผลแอปเปิลปริมาณรังสีน้อยกว่า 1.2 กิโลเกรย์ จะไม่มีผลต่ออัตราการหายใจและปริมาณการใช้ออกซิเจน แต่มีผลต่อการยับยั้งการสร้างเอทิลีน หากเป็นมะละกอควรฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 เกรย์ แล้วปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอการอ่อนนิ่มได้ดีและไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solids, TSS) และในส้มเขียวหวานควรฉายรังสีแกมมาปริมาณ 250 – 1,000 เกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยที่รังสีไม่มีผลต่อคุณภาพทางการบริโภค เช่น TSS, pH, citric acid และความแน่นเนื้อของผล

การฉายรังสีกับมะม่วงสายพันธุ์ต่าง ๆ

1. พันธุ์ Tommy Atkins สามารถฉายรังสีปริมาณสูงถึง 15 กิโลเกรย์ ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ไม่มีความผิดปกติของสีเปลือกและสีเนื้อ สามารถเก็บรักษาได้ 19 วัน

2. พันธุ์ Haden เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า สีผิวผลไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีสูงถึง 56 กิโลเกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส ถึง 20 องศาเซลเซียส มะม่วงจึงเกิดสีน้ำตาลที่ผิวผล

3. พันธุ์ Keitt ควรฉายรังสีปริมาณไม่เกิน 6 กิโลเกรย์ สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 19 วัน หากฉายรังสีเกินปริมาณ 6 กิโลเกรย์ จะทำให้เกิดสีน้ำตาลและทำให้เกิดการเข้าทำลายของโรคมากกว่าปกติ

4. พันธุ์ Manila สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 13 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะสุกช้าและเกิดสีน้ำตาลที่ผิวผลเพียงเล็กน้อย

5. พันธุ์ Kent มีความคงทนต่อรังสี เนื่องจากผิวผลมีความแข็งและหนา ควรฉายรังสีปริมาณไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ แต่หากฉายรังสีเกินปริมาณที่กำหนดจะทำให้ปริมาณ pectin ลดลง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส จะพบเกิดสีน้ำตาลที่ผิวและเนื้อผล

6. พันธุ์ Ataulfo สามารถทนต่อรังสีได้ดี ภายหลังฉายรังสีหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จะทำให้สุกช้า จึงควรเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีกายภาพน้อยที่สุด และมีคุณภาพทางการบริโภคที่ดี

7. พันธุ์ Alfonso เมื่อฉายรังสีปริมาณ 100 เกรย์ เก็บรักษาได้นาน 5 – 6 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ถ้าฉายรังสีปริมาณ 200 เกรย์ จะสามารถเก็บรักษา ได้นาน 8 – 10 วัน

8. พันธุ์ Carabao ควรจุ่มในน้ำร้อน 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และฉายรังสีปริมาณ 650 เกรย์ มะม่วงระยะแก่สีเหลือง ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 2 – 3 สัปดาห์ และลดการเน่าเสียได้ 70 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงระยะแก่สีเขียว ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 2 สัปดาห์

9. พันธุ์โชคอนันต์ ควรฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์ ส่งผลให้มีการหายใจและการผลิตเอทิลีนในช่วง 7 วันแรก เกิดขึ้นมากกว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสี การฉายรังสีทำให้สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วขึ้นเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ฉายรังสี หากแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ร่วมกับการฉายรังสีจะชะลอการเกิดโรคและลดอาการปื้นสีน้ำตาล ลดการเกิดสีดำของท่อลำเลียงน้ำและอาหารได้ และสามารถเก็บรักษาได้นาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

10. พันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกมะม่วงช้ากว่าการไม่ฉายรังสี ช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงและลดการเกิดโรคขั้วผลเน่าระหว่างการเก็บรักษาได้

13.2 การฉายรังแกมมามะม่วงเพื่อการส่งออก

ในปัจจุบันหน่วยงานในประเทศไทยที่ได้การรับรองจาก Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) ให้เป็นศูนย์บริการฉายรังสีแกมมากับผลไม้เพื่อส่งออกไปประเทศสหรัฐอเมริกามี 2 แห่ง คือ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และ Synergy Health Co. Ltd. (Thailand) (ชื่อเดิม คือ Isotron Co. Ltd. (Thailand))

กระบวนการฉายรังสีมะม่วงเพื่อการส่งออก มีขั้นตอนดังนี้

1) ขนส่งมะม่วงด้วยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 13 – 15 องศาเซลเซียส ไปยังศูนย์ให้บริการฉายรังสีแกมมา สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

2) สุ่มกล่องมะม่วง เพื่อนำมาตรวจสอบแมลงศัตรูพืช หากพบปริมาณแมลงศัตรูพืชที่มีชีวิต ณ โรงฉายรังสีมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะไม่ได้รับอนุญาตให้ฉายรังสีแกมมา กรณีที่ไม่พบหรือพบแมลงศัตรูพืชที่ต่ำกว่าเกณฑ์ จึงจะได้รับการอนุญาตให้ฉายรังสี

3) การฉายรังสี จะนำกล่องมะม่วงมาเรียงบนพาเลท (pallet) ตามรูปแบบ dose mapping เรียงมะม่วงในลักษณะที่จะทำให้มะม่วงทุกกล่องได้รับรังสีแกมมาอย่างทั่วถึง

4) จากนั้นเคลื่อนย้ายกล่องมะม่วงเข้าไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณไม่ต่ำกว่า 400 เกรย์ เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างรัฐบาลไทยและสหรัฐอเมริกาที่ได้ระบุไว้ (ปริมาณรังสีแกมมาที่ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาสามารถควบคุมได้อยู่ระหว่าง 440 – 960 เกรย์)

5) มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีข้อมูลต่าง ๆ
ติดข้างกล้อง ได้แก่ รหัสโรงฉายรังสีและสถานที่ (treatment facility code; TFC) หมายเลขระบุการฉายรังสี (treatmentidentification number; TIN) วันฉายรังสี (date of treatment) เครื่องหมายฉายรังสี (radura) และถ้อยคำว่า treated by irradiation หรือ treated with radiation

6) ขนย้ายกล่องมะม่วงขึ้นรถห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และขนส่งไปยังสนามบินเพื่อเคลื่อนย้ายไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา

7) การตรวจสอบแมลงศัตรูพืชจะมีอีกครั้ง เมื่อมะม่วงไปถึงด่านนำเข้าในสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นไปตามระเบียบ CFR 319.56-6 ของ APHIS

13.3 แนวทางการปฏิบัติของเกษตรกรและผู้ส่งออก

เกษตรผู้ปลูกมะม่วงต้องเป็นสวนผลไม้ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนและรับรองระบบวิธีปฏิบัติที่ดีทางการเกษตร (Good Agricultural Practices; GAP) จากกรมวิชาการเกษตร 90 วัน ก่อนเริ่มฤดูส่งออก และต้องเป็นสวนที่อยู่ในแหล่งผลิตที่กรมวิชาการเกษตรรับรองเกษตรกร ทำการบันทึกข้อมูลประจำสวนผลไม้ ได้แก่ ชื่อและที่อยู่ของสวนผลไม้ (เพื่อประโยชน์ในการลงรหัสประจำสวนผลไม้) แผนผังแปลงปลูกผลไม้แต่ละชนิดในบริเวณสวนเนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่ให้ผลผลิต ปริมาณผลผลิต ช่วงฤดูเก็บผลไม้แต่ละชนิด ทั้งในฤดูกาลและนอกฤดูกาล ข้อมูลการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดอย่างละเอียด บันทึกการจัดการและควบคุมแมลงวันผลไม้ (เช่น การติดตั้งกับดักแมลง การห่อผล เป็นต้น) และบันทึกการส่งผลไม้ให้แก่ผู้ส่งออก / โรงคัดบรรจุผลไม้ อีกทั้งยังต้องเก็บเกี่ยวมะม่วงตามอายุที่เหมาะสมต่อการฉายรังสีแกมมา

13.4 แนวทางการปฏิบัติของผู้ส่งออกหรือโรงคัดบรรจุ

โรงคัดบรรจุผลไม้จำเป็นต้องผ่านการรับรองระบบหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (Good Manufacturing Practice; GMP) และขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรเพื่อกำหนดรหัสประจำตัวของโรงคัดบรรจุ (Packing House Code; PHC) โดยภายในโรงคัดบรรจุต้องมีการป้องกันภัยจากแมลง

ศัตรูพืชที่มีชีวิตตามระบบ GMP ต้องมีระบบการจัดการคัดแยกผลไม้ที่ไม่ต้องการส่งออกและนำออกจากโรงคัดบรรจุผลไม้ทุกวัน ผลไม้ต้องบรรจุอยู่ในภาชนะหรือกล่องที่สามารถป้องกันศัตรูพืชก่อนส่งไปยังโรงฉายรังสี เช่น กล่องกระดาษลูกฟูกที่ติดตาข่ายไนลอนขนาด 30 เมตรต่อตารางนิ้ว บริเวณรูระบายอากาศต้องปิดผนึกกล่องอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืชจากภายนอกเข้าไปเจาะและวางไข่ในผลไม้ที่บรรจุอยู่ภายในกล่อง นอกจากนี้โรงคัดบรรจุผลไม้ควรสุ่มตัวอย่างกล่องผลไม้เพื่อตรวจสอบศัตรูพืชและสารเคมีตกค้าง เพื่อสร้างความมั่นใจว่าผลไม้มีความปลอดภัยและปลอดศัตรูพืชทุกชนิด แต่ละกล่องบรรจุผลไม้ต้องติดฉลากเครื่องหมายประจำล็อต (lot) ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แหล่งผลิต และโรงคัดบรรจุ เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ และต้องแยกเก็บผลไม้ที่จะฉายรังสีแกมมาออกจากผลไม้อื่นที่ไม่ต้องการฉายรังสีแกมมา ตลอดจนต้องบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบ การจัดการ และการบรรจุผลไม้ฉายรังสีแกมมาในระบบ Standard Operating Procedures (SOP)

13.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพมะม่วงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การฉายรังสีแกมมานับเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับในหลายประเทศ เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่ติดไปกับผลผลิตและสามารถชะลอการสุก ยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้นานขึ้น แต่การฉายรังสีแกมมาอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ชีวเคมี และคุณค่าทางอาหารของผลผลิต รวมทั้งส่งผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสได้ จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิด พันธุ์พืช ความบริบูรณ์ และแหล่งที่ปลูกผลผลิต ชนิดรังสี ปริมาณรังสีที่ใช้ อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนขณะที่ทำการฉายรังสี ในการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 150 เกรย์ สามารถควบคุมแมลงวันผลไม้ในมะม่วงได้ รังสีปริมาณ 300 เกรย์ สามารถควบคุมด้วงเจาะเมล็ดมะม่วง สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 หนังกลางวัน อกร่องและแรด สามารถทนต่อรังสีแกมมาได้ถึง 1,000 เกรย์ โดยไม่มีผลเสียต่อลักษณะภายนอกและรสชาติ ยกเว้นในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองหากฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ หรือสูงกว่านี้จะทำให้ผิวเกิดจุดสีน้ำตาล

มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีปริมาณ 440 – 960 เกรย์ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ถ้าหากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่ระยะสุกแก่ 80 – 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผ่านการฉายรังสีจะทำให้ช่องอากาศ (lenticel) บริเวณผิวเปลือกมะม่วงได้รับความเสียหายและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล-ดำ ภายหลังจากการฉายรังสีเป็นเวลา 12 – 24 ชั่วโมง ในขณะเดียวกันหากนำมะม่วงไปแช่ในน้ำร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ก่อนการฉายรังสี จะปรากฏของช่องอากาศสีน้ำตาล-ดำมากกว่ามะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อย่างไรก็ตาม การจุ่มน้ำร้อนสามารถช่วยป้องกันกำจัดเชื้อราได้ดีขึ้น แต่มีผลทำให้ผิวของมะม่วงเกิดเป็นปื้นสีน้ำตาล (brown stain) ใต้ผิวของมะม่วงมีลักษณะเป็นเสี้ยนสีดำ หรือ ท่อลำเลียงใต้ผิวเป็นสีดำ (blackening vascular) และเกิดปื้นสีน้ำตาล ความรุนแรงจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้หลายวิธีร่วมกันก่อนนำไปฉายรังสี หรือ เมื่อเพิ่มปริมาณรังสีสูงขึ้นจะทำให้

แนวโน้มช่องอากาศเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ลักษณะดังกล่าวทำให้ผิวมะม่วงไม่สวยเมื่อมะม่วงสุกและเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอาการปื้นสีน้ำตาลและเสี้ยนสีดำจะชัดเจนขึ้น ดังนั้นการฉายรังสีในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จึงควรฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์ เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์

โรคแอนแทรกโนสและขั้วเน่าเป็นโรคที่สำคัญหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง สามารถลดการเกิดโรคในมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ ดังนี้

1) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ควรจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที บรรจุในถุงพลาสติก white ethylene absorbing bag (WEB) หรือ polyethylene (PE) เจาะรู จากนั้นฉายรังสีปริมาณ 495 – 678 เกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เป็นเวลา 28 วัน

2) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ควรจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วบรรจุในถุงพลาสติก WEB หรือ PE เจาะรู สามารถควบคุมโรคขั้วเน่าและแอนแทรกโนสได้

3) มะม่วงพันธุ์อกร่อง ควรจุ่มในน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นฉายรังสีปริมาณ 400 – 600 เกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้เป็นเวลา 35 วัน

4) มะม่วงพันธุ์ทองดำ ควรฉายรังสีปริมาณ 600 เกรย์ สามารถชะลอการสุกได้ 9 วัน

14. การแช่น้ำร้อน (Hot Water Treatment)

การใช้ความร้อน (heat treatment) หลังการเก็บเกี่ยวผลไม้แบ่งได้ 2 แบบ คือ การใช้ความร้อนในระยะเวลาสั้น (short term treatment) ใช้อุณหภูมิประมาณ 45 – 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 – 10 นาที และการใช้ความร้อนในระยะเวลานาน (long term treatment) ใช้อุณหภูมิประมาณ 38 – 46 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 2 ชั่วโมง – 4 วัน สามารถป้องกันและยับยั้งการเกิดและการเจริญเติบโตของโรคและแมลงศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ได้ การใช้ความร้อนมีหลายวิธี เช่น น้ำร้อน (hot water) อากาศร้อน (hot air) และไอร้อนชื้น (humidified hot air หรือ vapor air) เป็นต้น

การแช่น้ำร้อน (hot water treatment) เป็นการใช้ความร้อนในการทำให้ผลผลิตได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงกว่าอากาศสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่า การใช้น้ำร้อนสะดวก รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย การใช้น้ำร้อนที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม สามารถควบคุมแมลงวันผลไม้และป้องกันโรคแอนแทรกโนสได้ รวมทั้งช่วยลดความเสียหายจากอาการสะท้านหนาว (chilling injury) และชะลอการสุกของมะม่วงโดยลดอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และรักษาความแน่นเนื้อ แต่การใช้น้ำร้อนที่ระดับอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้ผลผลิตเกิดความเสียหายจากความร้อนได้ (heat injury) ภายหลังการแช่น้ำร้อนต้องลดอุณหภูมิของผลผลิตลงอย่างรวดเร็ว เพื่อไม่ให้

ผลผลิตเสื่อมสภาพหรือเกิดการสุกได้ เช่น เมื่อนำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้น จะต้องนำไปจุ่มน้ำในเย็นอุณหภูมิ 10 - 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 – 60 วินาที ในทันที เป็นต้น

14.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการคุณภาพมะม่วง

1) อุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนมีผลต่อการควบคุมโรคและแมลงศัตรูของมะม่วง การใช้น้ำอุณหภูมิสูงหรือเวลานานเกินไปอาจทำให้ผลผลิตเสียหายได้ หลังจากการแช่น้ำร้อนจะต้องลดอุณหภูมิของผลผลิตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอุณหภูมิสูงเป็นการกระตุ้นกระบวนการสุก และทำให้อายุการเก็บรักษามะม่วงสั้นลง หรืออาจทำให้เกิดความผิดปกติภายในผลได้

2) สารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ร่วมกับการแช่น้ำร้อน ได้แก่ การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ สารเคลือบผิว และ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) การใช้น้ำร้อนร่วมกับการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยว เช่น เบนโนมิล (benomyl) สามารถควบคุมโรคแอนแทรกโนสได้ และเมื่อใช้ร่วมกับอุณหภูมิสูงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารเบนโนมิลได้ดีขึ้น ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

1) เบโนมิล จุ่มผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันในสารละลายเบนโนมิล อัตรา 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมแอนแทรกโนส

2) โพรคลอราซ จุ่มผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ (Kent) และเซนเซชัน (Sensation) ในสารละลายโพรคลอราซ อัตรา 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที สามารถควบคุมโรคแอนแทรกโนสและโรค soft brown rot ได้

3) สารเคลือบผิว (coating material) มีคุณสมบัติในการลดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซชะลอกระบวนการหายใจให้ช้าลงได้และลดการเกิดโรค เช่น เคลือบผิวมะม่วงพันธุ์มหาชนกด้วยไคโตซาน (chitosan) ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้

4) การใช้ความร้อนร่วมกับการฉายรังสี (irradiation) การฉายรังสีเป็นวิธีการที่ดีในการกำจัดแมลงศัตรูพืชและควบคุมโรค แต่การฉายรังสีจะมีผลต่อกระบวนการสุกของผล โดยปริมาณรังสีที่ใช้กับผลไม้สดได้ คือ ไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ ในขณะที่ปริมาณของรังสีที่สามารถฆ่าไข่ หนอน และดักแด้ของแมลงวันผลไม้ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ต้องสูงกว่า 1 กิโลเกรย์ ในทางปฏิบัติการฉายรังสีไม่จำเป็นต้องกำจัดแมลงได้อย่างสมบูรณ์ แต่ต้องไปยับยั้งหรือหยุดการแพร่กระจายพันธุ์ได้ เช่น การฉายรังสีในมะม่วงพันธุ์เซนเซชันและพันธุ์เคนท์ ปริมาณ 750 เกรย์ ทำให้แมลงวันผลไม้ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ และมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกโนส และโรค soft brown rot ได้ดีอีกด้วย

14.2 ประโยชน์ของการแช่น้ำร้อน

1) ลดความรุนแรงของการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการส่งออกมะม่วงผลสด ทำได้โดยจุ่มผลมะม่วงในน้ำที่มีอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เช่น มะม่วงจากประเทศไทยที่ส่งไปจำหน่ายยังสาธารณรัฐประชาชนจีนและสหรัฐอเมริกา การใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานานสามารถฆ่าตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ได้ แต่ส่งผลทำให้มะม่วงเกิดความเสียหายจากความร้อน (heat injury) เช่น เป็นรอยลวก จุดคล้ำ เกิดอาการสุกผิดปกติ และความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว

2) การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว โรคแอนแทรกโนสในมะม่วงมีสาเหตุจากเชื้อรา *Collrtotrichum gloeosporioides* Penz. เป็นโรคที่มีความสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงที่ก่อให้เกิดความเสียหาย โดยพบตั้งแต่ระยะเก็บเกี่ยว เก็บรักษา ขนส่ง และวางจำหน่าย การเข้าทำลายของเชื้อรา *C. gloeosporioides* เป็นการเข้าทำลายแบบแฝงตั้งแต่ระยะผลอ่อน และปรากฏอาการชัดเจนเมื่อผลเริ่มสุก เนื่องจากในผลดิบมีสารต้านเชื้อรา (antifungal compound) อยู่โดยเฉพาะที่เปลือกของผลผลิต เมื่อผลผลิตเริ่มสุกปริมาณสารต้านเชื้อราค่อย ๆ ลดลง อาการของโรคแอนแทรกโนสเริ่มแรกจะพบจุดสีน้ำตาล ต่อมาเปลี่ยนเป็นจุดสีดำกลมอยู่บริเวณผิวมะม่วง จุดดังกล่าวจะขยายขนาดอย่างรวดเร็ว แผลจะขยายลุกลามต่อกันทำให้ผลเน่าทั้งผล ต่อมาจะเริ่มเห็นเส้นใยของเชื้อรา สีน้ำตาลเข้มเจริญอยู่ตรงกลางและมีน้ำเมือกสีส้มกระจายอยู่บริเวณกลางแผล มะม่วงพันธุ์ที่อ่อนแอ ได้แก่ น้ำดอกไม้และทองดำ ในขณะที่มะม่วงพันธุ์อกร่องมีการเข้าทำลายแบบแฝงน้อยที่สุด ความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นตามความสุกและปริมาณน้ำตาลในผล โดยผลมะม่วงสุกจะพบอาการของโรครุนแรงมากที่สุด การแช่น้ำร้อนสามารถควบคุมโรคแอนแทรกโนสในมะม่วงได้ เนื่องจากความร้อนยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการงอกของสปอร์ของเชื้อรา โดยใช้อุณหภูมิของน้ำร้อนตั้งแต่ 48.5 – 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 – 30 นาที ร่วมกับสารฆ่าเชื้อรา (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 การแช่น้ำร้อนเพื่อควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงในประเทศต่าง ๆ

อุณหภูมิของน้ำ (^{0}C)	ระยะเวลา (นาที)	สารฆ่าเชื้อรา (ppm)	ประเทศที่ใช้
51-51.5	15	0	USA
54.4-55.8	5	0	USA
55	5	0	USA
54.5	5	0	USA
54.5	5	1,000 benomyl	USA
54.5	5	1,000 thiabendazole	USA
53-55	5	0	Mexico
55	5	1,000 benomyl	Philippines
53	10	0	Australia
55	5	0	Australia
51.5	5	500 benomyl	Australia
48.5	5	1,000 benomyl	Australia
58-62	2	2,000 benomyl	Zembia
52	4	500 benomyl	Brazil
50	30	0	Brazil
55	5	1,000 benomyl	Brazil
55	5	1,000 thiabendazole	Brazil
55	5	1,350 captan	Brazil
55	10	0	Brazil
55	5	1,000 ipoodone	South Africa
55	5	1,000 benomyl with 0.75 kGy irradiation	South Africa
55	5	Kasugamycin	Brazil
53.5	4	500 benomyl	Australia
52	5	500 benomyl	Australia
52	10	250 prochloraz	Thailand

ที่มา : ดัดแปลงจาก อรุณี พวงมี และนิพนธ์ วิสารทานนท์ (2533)

3) ลดอาการผิดปกติทางสรีวิทยา การลดความเสียหายจากอาการสะท้านหนาว (chilling injury) พบมากในผักและผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน เช่น ส้ม อะโวคาโด กล้วย มะเขือเทศ และมะม่วง

อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วง คือ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นในผลมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป มะม่วงในระยะผลดิบจะมีสีเทาหรือสีดำคล้ำ เมื่อสุกมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ สีเนื้อพัฒนาไม่สมบูรณ์ อีกทั้งมะม่วงจะเสื่อมสภาพเร็วและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรค ความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดจากอาการสะท้านหนาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา เช่น มะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 20 วัน เมื่อนำมาวางที่อุณหภูมิห้องผลมะม่วงสามารถสุกได้ปกติ แต่ถ้าเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ผลมะม่วงจะแสดงอาการสะท้านหนาว เป็นต้น วิธีการลดอาการสะท้านหนาว สามารถทำได้โดยจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อน เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะทำให้เนื้อเยื่อมีการสร้างโปรตีนชนิดพิเศษที่เรียกกว่า heat shock protein โดยมีการสะสมโปรตีนที่มีขนาด 75 kDa ซึ่งสัมพันธ์กับการลดอาการสะท้านหนาว (Katawatcharakul, 2000) ดังเช่นในผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวันที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้มีประสิทธิภาพในการลดความเสียหายที่เกิดจากอาการสะท้านหนาวได้ และมะม่วงพันธุ์เออร์วิน (Irwin) ที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดอาการรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ เมื่อนำมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

4) ยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง เช่น การจุ่มมะม่วงในน้ำร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ร่วมด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราไทอะเบนดาโซล (thaibendazol) ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มะม่วงคงความสดและมีการสุกเป็นปกติ ภายหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ค่าการกระจายมุมสีของเปลือก อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ดีกว่าผลมะม่วงที่ไม่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน

14.3 ขั้นตอนการแช่น้ำร้อนสำหรับมะม่วงเพื่อการส่งออก

ขั้นตอนในการแช่น้ำร้อนสำหรับมะม่วงเพื่อการส่งออก มีดังนี้

1) การตัดขั้วผล หลังจากเก็บเกี่ยวมะม่วงและนำมาตัดขั้วผลให้เหลือความยาว 0.5 เซนติเมตร

2) การสะเด็ดยาง นำผลมะม่วงที่ถูกตัดขั้วโดยวางก้นผลลงเพื่อสะเด็ดยางให้แห้งบนผ้าระวังอย่าให้ขั้วผลหัก ใช้เวลาประมาณ 20-45 นาที ไม่ควรใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ เนื่องจากยางเหนียวจะทำให้ผงหมึกติดบนผลมะม่วงสกปรกและล้างทำความสะอาดยาก

3) การคัดคุณภาพ คัดเลือกผลที่ไม่มีบาดแผลหรือร่องรอยการทำลายของแมลงศัตรูพืช และไม่มีลักษณะอาการโรค เช่น ผลเป็นจุดดำ ผลไม่สะอาด

4) การคัดขนาด โดยทั่วไปใช้น้ำหนักมะม่วงเป็นเกณฑ์ สามารถใช้คนที่ชำนาญหรือใช้เครื่องคัดขนาดมะม่วง

5) การล้างทำความสะอาด นำผลมะม่วงมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรท์ (sodium hypochlorite; NaClO) หรือแคลเซียมไฮโพคลอไรต์ (calcium hypochlorite; $Ca(ClO)_2$) ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (สารละลายคลอรีนจะช่วยกำจัดยาง สารเคมีเป็นพิษ และฆ่าเชื้อโรค) โดยใช้ผ้าที่อ่อนนุ่มหรือฟองน้ำถูผลเบา ๆ ด้วยความระมัดระวัง

6) การแช่น้ำร้อน นำผลมะม่วงแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 3 นาที หรือใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 54 หรือ 56 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 3 นาที หรือจุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซสเซียสผสมอะซอกซีสโตรบิน (Azoxystrobin) 100-500 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ โพรคลอราซ (prochloraz) 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 5-10 นาที (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2553) หรือแช่น้ำร้อน 50-55 องศาเซลเซียสนาน 5-10 นาทีหรือใช้น้ำร้อนผสมไทอะเบนดาโซล (thaibendazol) 300-500 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

14.4 ข้อควรระวัง

1) หมั่นตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำร้อนไม่ให้สูงเกิน 55 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินจะทำให้เกิดความเสียหายกับผลมะม่วง โดยลักษณะผลจะแสดงอาการเหมือนถูกน้ำร้อนลวก และเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12 องศาเซลเซียส สีผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีอาการเปลือกแห้ง

2) ควบคุมอุณหภูมิของน้ำไม่ต่ำกว่า 52 องศาเซลเซียส เพราะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคลดลง และแช่มะม่วงในน้ำร้อนหลังจากเก็บเกี่ยวภายใน 6-12 ชั่วโมง เชื้อโรคจะไม่เจริญลงไปในเนื้อผลที่ลึกเกินกว่าที่ความร้อนจะทำลายได้

15. การบรรจุ

15.1 การบรรจุผล (Fruit Packaging)

การบรรจุผลเป็นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร และยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การบรรจุเป็นการรวบรวมผลผลิตเพื่อจัดส่งไปยังผู้บริโภค อาจก่อให้เกิดความเสียหายระหว่างการขนส่ง การบรรจุ และการวางจำหน่าย จากการเกิดบาดแผลจากการกดทับ เสียดสีระหว่างผลผลิตด้วยกันเองและระหว่างภาชนะบรรจุ หรือเกิดจากการกระแทกระหว่างการขนส่ง ถ้าการบรรจุไม่ดีพอจะทำให้ผลผลิตเกิดการสูญเสียคุณภาพ อาจทำให้อายุการเก็บรักษาผลผลิตสั้น ผลผลิตมีมูลค่าลดน้อยลง การใช้เทคโนโลยีการบรรจุ ได้แก่ วิธีการบรรจุ ภาชนะบรรจุ วัสดุกันกระแทก บรรยากาศในภาชนะบรรจุ ตลอดจนอุณหภูมิของผลผลิตและห้องเก็บรักษา โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลผลิตการขนส่ง สามารถช่วยลดการสูญเสีย ยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าของผลผลิตได้

15.2 หลักการบรรจุ

ภาชนะบรรจุต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของผลผลิตและแรงกระทบจากภายนอกได้ การบรรจุต้องใส่ให้พอดีเพื่อให้ผลผลิตไม่เกิดการเคลื่อนที่ระหว่างการขนส่ง เนื่องจากทำให้เกิดรอยช้ำจากการกระแทกกันเอง ควรป้องกันไม่ให้ผลผลิตเสียดสีกัน หรือเสียดสีกับผนังด้านในของภาชนะบรรจุ วัสดุที่นิยมใช้ ได้แก่ แผ่นกระดาษแข็งกั้นเป็นช่อง ตา ถาดหลุมที่ทำจากกระดาษหรือโฟม กระดาษกรุรอบและกั้นระหว่างชั้น กระดาษตัดฝอย โฟมตาข่าย ถุงกระดาษ และถุงพลาสติก เป็นต้น

15.3 ลักษณะตามธรรมชาติของผลผลิต

รูปร่างลักษณะของผลผลิตสำคัญต่อการบรรจุ ผลไม้ส่วนใหญ่มีลักษณะทรงกลม การบรรจุทำได้ง่าย แต่สำหรับมะม่วงซึ่งมีด้านขั้วผลใหญ่กว่าด้านปลายผล ถ้าจัดเรียงให้ทุก ๆ ผลหันไปให้ทิศทางเดียวกันจะทำให้เปลืองเนื้อที่ จึงต้องวางสลับหัวท้ายเพื่อให้บรรจุได้มากขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการบรรจุมะม่วงในกล่องที่ไม่มีช่องระบายอากาศและมีโฟมตาข่ายเป็นวัสดุกันกระแทกทำให้ผลมะม่วงมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ลักษณะที่สำคัญของผลผลิตต่าง ๆ ต่อการบรรจุหีบห่อ คือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ผลผลิตบางชนิดยังคงมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดการสุก ทำให้ความแข็งแรงทนทานต่อการบรรจุแตกต่างกัน มะม่วงเป็นผลไม้บ่มสุก (Climacteric fruit) เกิดการการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว คือ มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นสูงขณะสุก มีการเปลี่ยนแปลงของสีของเนื้อและเปลือก รสชาติเปลี่ยนจากรสเปรี้ยวเป็นรสหวาน และความแน่นเนื้อของผลลดลง ทำให้ง่ายต่อการเสียหายจากแรงกระแทก

15.4 หน้าที่ของการบรรจุ

หน้าที่หลักของภาชนะบรรจุมี 3 ประการ คือ

1) รองรับผลผลิตให้อยู่ในที่เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการจัดการต่าง ๆ เช่น การขนส่ง และการเก็บรักษา

2) การป้องกันผลผลิตภายในภาชนะบรรจุจากการสูญเสีย ระหว่างการขนส่งหรือเก็บรักษา ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการกระแทก การเสียดสี หรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช

3) การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตภายในภาชนะบรรจุ เช่น ผู้ผลิต แหล่งผลิต ชนิด คุณภาพของผลผลิต และวิธีการเก็บรักษา

15.5 ประเภทและวิธีการบรรจุมะม่วง

1) การบรรจุสำหรับใช้ในแปลงปลูก เพื่อลำเลียงผลผลิตมายังโรงคัดบรรจุ ขั้นตอนนี้เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวและตัดขั้วผลให้เหลือยาว 5-10 เซนติเมตร และบรรจุผลใส่ภาชนะทั้งถุงห่อโดยให้ถุงที่ห่อจากบนต้นเป็นวัสดุกันกระแทกระหว่างการขนส่งและวางเรียงในตะกร้าพลาสติก

2) การบรรจุสำหรับการขนส่งไปยังโรงคัดบรรจุของผู้ส่งออก เกษตรกรทำการคัดแยกคุณภาพ แล้วจัดเรียงผลมะม่วงลงในภาชนะบรรจุ โดยใช้ตะกร้าพลาสติกที่กรุด้วยกระดาษปรู๊ฟหรือกระดาษหนังสือพิมพ์ และหุ้มผลมะม่วงด้วยโฟมตาข่ายก่อนการบรรจุลงในตะกร้า แล้วจัดเรียงเป็นชั้น ๆ อย่างมีระเบียบ

3) การบรรจุสำหรับการค้าปลีกหรือการวางขาย จะบรรจุผลผลิตเพื่อให้ลูกค้าเห็นผลผลิตอย่างชัดเจน เพื่อสร้างความสวยงามให้กับผลผลิต และอธิบายเกี่ยวกับคุณภาพและข้อมูลของผลมะม่วง เช่น แหล่งผลิต ผู้ผลิต วิธีการเก็บรักษา วิธีการรับประทาน อาจบรรจุลงในกล่องกระดาษที่มีช่องหน้าต่างพลาสติกเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเห็นคุณภาพของมะม่วงได้หรืออาจบรรจุทีละผลในถุง หรือหุ้มด้วยพลาสติกที่มีสมบัติยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้บางส่วน เพื่อทำให้เก็บรักษามะม่วงได้นานขึ้น

4) การบรรจุสำหรับการส่งออก ภาชนะบรรจุที่ใช้มีความสำคัญจึงต้องคำนึงถึงระยะเวลาและวิธีการขนส่ง ถ้าขนส่งทางอากาศที่มีค่าขนส่งแพง ต้องใช้ภาชนะบรรจุที่มีน้ำหนักเบา บรรจุให้สวยงามเพื่อให้วางจำหน่ายได้ทันที ผลมะม่วงที่ใช้ต้องมีคุณภาพดี จัดอยู่ในชั้นพิเศษเท่านั้น ผลมะม่วงจะสุกพอดีเมื่อถึงผู้บริโภค หากเป็นการขนส่งทางเรือหรือทางรถยนต์ที่มีราคาถูกแต่ใช้เวลาในการขนส่งนาน ภาชนะบรรจุจึงต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อการตกกระทบ การเรียงซ้อน และสะเทือนระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้การขนส่งในสภาพอุณหภูมิต่ำเพื่อการยืดอายุการเก็บรักษา

15.6 ภาชนะบรรจุผล (Fruit Package)

ภาชนะบรรจุ หมายถึง ภาชนะหรือวัสดุที่นำมาใช้รองรับผลผลิตเพื่อความสะดวกในระหว่างการขนส่ง การเก็บรักษา และการจำหน่าย มีหน้าที่พื้นฐานในการรองรับ ห่อหุ้ม และปกป้องผลผลิต เพื่อการขนส่งจากแหล่งผลิตไปยังผู้บริโภค โดยที่ผลผลิตจะต้องมีคุณภาพดีตรงตามความต้องการของตลาด และรวมถึงการออกแบบเพื่อเป็นจุดสนใจของผู้บริโภค ด้วยการออกแบบให้สวยงามสะดุดตา และบอกรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับผลผลิต เช่น แหล่งผลิต ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย ตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิต ปริมาณและคุณภาพของผลผลิต วิธีการเก็บรักษา เวลา และวิธีการรับประทาน

หลักการออกแบบภาชนะบรรจุ

1. การรองรับ

ภาชนะบรรจุต้องรองรับผลผลิตที่มีปริมาณและน้ำหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปริมาณบรรจุสามารถบอกได้โดยปริมาตร น้ำหนัก หรือจำนวนหน่วยของผลผลิต บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมมีความสำคัญทั้งด้านความแข็งแรงและค่าใช้จ่าย คือ ภาชนะบรรจุที่มีลักษณะพอดีกับผลผลิต และมีพื้นที่ว่างภายในภาชนะบรรจุน้อยที่สุด จะทนทานต่อแรงกด และแรงต้านจากการเคลื่อนย้ายได้ดีกว่าภาชนะบรรจุที่มีช่องว่างภายในมาก (ปรรัตน์ เซ็นต์กลาง, 2544) ภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่กว่าผลผลิตจะสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้ทำ

ภาชนะบรรจุและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ในหลาย ๆ ประเทศจะไม่ยอมรับภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่เกินผลผลิตที่บรรจุอยู่ และมีการเรียกเก็บค่าใช้จ่ายในการทำลายภาชนะบรรจุ

2. การป้องกันผลผลิต

ภาชนะบรรจุต้องป้องกันสินค้าที่บรรจุให้ปลอดภัยจากการเสื่อมสภาพ การแตกหัก ความชื้น และการถูกลักขโมย การออกแบบภาชนะบรรจุต้องป้องกันสินค้าให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์จนถึงผู้บริโภค การเลือกใช้ภาชนะบรรจุควรพิจารณาให้เหมาะสมกับผลผลิต ถ้าใช้ดีเกินความจำเป็นจะทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนภาชนะบรรจุสูง หรือถ้าใช้ภาชนะบรรจุน้อยไป สินค้าอาจเกิดความเสียหาย สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ภาชนะบรรจุควรมีความแข็งแรงและมีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

3. การเคลื่อนย้ายผลผลิต

ภาชนะบรรจุสามารถอำนวยความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และการขนส่งผลผลิตที่มีคุณภาพดีไปถึงมือผู้บริโภค ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจะถูกเพิ่มเข้าไปในราคาสินค้า ซึ่งการออกแบบภาชนะบรรจุที่เหมาะสมจะทำให้ราคาสินค้าถูกลง สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ การเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุ จะครอบคลุมถึงการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุกลับมาใช้ประโยชน์ หรือกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อทำลายภาชนะบรรจุที่ใช้แล้ว นอกจากนี้ภาชนะบรรจุควรได้รับการออกแบบให้เปิดปิดง่าย

4. การส่งเสริมการขาย

ภาชนะบรรจุต้องส่งเสริมการขายผลผลิตทั้งในระยะเริ่มต้นและในระยะยาว เมื่อภาชนะบรรจุได้รับการออกแบบให้เหมาะสมในการป้องกัน และเคลื่อนย้าย ภาชนะบรรจุที่ดีต้องมีข้อมูลต่าง ๆ ครบถ้วนและถูกต้องตามกฎระเบียบ ทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและภาชนะบรรจุควรสะดุดตาตั้งแต่ครั้งแรกที่วางจำหน่ายและสร้างยี่ห้อที่เชื่อถือได้

15.7 วัสดุที่ใช้ในการทำภาชนะบรรจุ

15.7.1 กระดาษ (paper)

กระดาษสามารถนำมาทำภาชนะบรรจุได้หลากหลายแบบ โดยข้อดีของกระดาษ คือ ราคาถูก และสามารถออกแบบตามความต้องการด้านความแข็งแรง สวยงาม และความสะดวกต่อการใช้งาน กระดาษที่นิยมนำมาใช้มี 2 ประเภท ดังนี้

- กระดาษคราฟท์ (kraft paper) กระดาษที่ผลิตจากเยื่อคราฟท์หรือมีเยื่อคราฟท์ 80 เปอร์เซ็นต์ มักใช้แบบไม่ฟอกสีจึงมีสีน้ำตาล เป็นกระดาษที่มีความแข็งแรงสูง โดยทำเป็นลูกฟูกหลายชั้น นิยมใช้เพื่อการขนส่ง เช่น กล่องกระดาษแข็ง กล่องกระดาษลูกฟูก ถังกระดาษ เป็นต้น

- มะม่วงน้ำดอกไม้ที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และสามารถเก็บได้นาน 20 วัน (พรชัย ราชตนะพันธุ์, 2553)

- กระดาษแข็ง (paperboard) เป็นกระดาษที่มีความหนามากกว่า 0.03 เซนติเมตร มีความแข็งแรงมากกว่ากระดาษคราฟท์ นิยมใช้ทำกล่องพับได้ (folding carton) กล่องคงรูป (setup box) ถาดผลไม้ ถาดหรือกล่องอาหาร เป็นต้น

15.7.2 พลาสติก (plastic)

วัสดุประเภทพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้ไหล (flow) และหล่อขึ้นรูป (mold) ได้โดยใช้ความร้อนหรือความกดดันหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน โดยอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่าการขึ้นรูปแก้วและโลหะ พลาสติกสามารถนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ฟิล์มห่อหุ้ม ถุงสำหรับบรรจุ หล่อขึ้นรูปเป็นกล่อง หรือลัง ประเภทพลาสติกที่ใช้บรรจุอาหารดังนี้

- พอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมการบรรจุ เนื่องจากราคาถูกและมีสมบัติทางการบรรจุที่ดี เช่น ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย อากาศซึมผ่านเข้าออกได้ ขุ่น และทนความร้อน โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ประเภทตามค่าความหนาแน่น พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene; LDPE) 0.9100-0.9250 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร พอลิเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (Medium Density Polyethylene; MDPE) 0.9260-0.9400 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene; HDPE) 0.9410 - 0.9650 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความใสของ PE ลดลง ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อความร้อนสูงและการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซเพิ่มขึ้น พลาสติก PE ชนิดใหม่ ๆ ได้แก่ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (linear low density polyethylene; LLDPE) (วิชชา สอาดสุด, 2553) สามารถใช้ถ่านกัมมันต์มาผสมในกระดาษและขึ้นรูปเป็นกล่อง สามารถลดปริมาณเอทิลีนในกล่องและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงและยังสามารถเติมสารยับยั้งเชื้อราเพื่อชะลอการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของโรคแอนแทรกโนส (สุพัฒน์ คำไทย, 2554) การเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในถุงพอลิเอไมด์ และพอลิเอทิลีนเจาะรูและไม่เจาะรู พบว่า ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (วิลาสิณี ชูช่วง และคณะ, 2554) ผลมะม่วงในถุงพลาสติก LDPE (เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดย ผศ.ดร.อนงนาฏ สมหวังธนโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), FF3 (เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดยบริษัท ทานตะวันอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)) และ CF1 (เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดย ผศ.ดร.อนงนาฏ สมหวังธนโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) มีการเน่าเสียต่ำกว่าผลมะม่วงที่บรรจุถุงพลาสติก

FF5 และไม่บรรจุถุงพลาสติก ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนในถุงพลาสติกชนิด FF3 และ FF5 (เป็นถุงพลาสติก LDPE ที่ผลิตโดยบริษัท ทานตะวันอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)) สูงกว่าถุงพลาสติกประเภท LDPE และ CF1 ขณะที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง LDPE และ CF1 สูงกว่า FF3 และ FF5 (อภิตา บุญศิริ และคณะ, 2555)

- พอลิโพรพิลีน (polypropylene; PP) เป็นพลาสติกในตระกูล polyolefin เหมือกับ PE และมีการใช้มากในอุตสาหกรรมการบรรจุ เนื่องจากมีความใส ความแข็งแรง และการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ และไอน้ำได้ดีกว่าพลาสติกชนิด PE ถ้าต้องการเพิ่มความใส ความแข็งแรง และการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมัน จะใช้รูป Oriented PP (OPP) ซึ่งเหมาะกับการพิมพ์ด้วย จึงใช้เป็นวัสดุหลักของการทำซองบรรจุอาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยว และใช้เป็นฟิล์มหดรัดได้ด้วย แต่ฟิล์ม PP ไม่เหมาะที่จะใช้บรรจุอาหารแช่เย็นหรือแช่แข็ง เพราะจะกรอบเปราะและเป็นสีขาวขุ่น นอกจากนี้ PP ยังใช้งานในรูปภาชนะบรรจุคงรูป โดยทั่วไปจะใช้งานคล้ายคลึงกับ HDPE เช่น กล่อง ถาด ถัง กะละมัง ลัง แผ่นรองสินค้า และถุงร้อนซึ่งใสกว่าถุง HDPE สมบัติของ PP คือ มีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (hot-fill) PP โดยเรียกว่า ถุงร้อน ด้วยสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี

- พอลิสไตรีน (polystyrene; PS) เป็นพลาสติกที่ผลิตจากปฏิกิริยา polymerization ของสไตรีน พลาสติกชนิดนี้มีลักษณะใส ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้น้อย และทนทานการซึมผ่านของไขมันได้น้อย นิยมใช้ห่ออาหาร ผักและผลไม้สด

- โฟม (polystyrene foam; PS) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เรียกว่า โฟมปลอดสารซีเอฟซี (Chlorofluorocarbon; CFC) ที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน “CFC free foam” (นอกจากนี้ยังมีโฟม PE และโฟมพอลิยูรีเทน) ซึ่งนิยมนำมาผลิตถ้วย ถาด กล่องอาหาร กล่องน้ำแข็ง วัสดุกันกระแทก มีราคาถูก น้ำหนักเบา แข็งปานกลาง มีสมบัติให้ไอน้ำซึมผ่านและดูดน้ำต่ำ

- พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride; PVC) ผลิตได้จากปฏิกิริยา polymerization ของ vinyl chloridemonomer (VCM) สมบัติของ PVC คือ ความใสและสามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ปานกลาง นิยมใช้ในการบรรจุอาหารทั้งรูปแบบภาชนะคงรูปและภาชนะอ่อนตัว ได้แก่ ฟิล์ม PVC ที่ใช้ในการบรรจุอาหาร มีทั้งฟิล์มธรรมดาและฟิล์มที่ควบคุมให้มีค่าการซึมผ่านของก๊าซสูง

- พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate; PET) เป็นพลาสติกประเภท polyester ชนิดหนึ่งที่มีการใช้มาก ทั้งในรูปของฟิล์ม ถุง ขวด และถาด เนื่องจากการป้องกันการ

ซึมผ่านของก๊าซได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ปานกลาง ต้านทานการซึมผ่านของไขมันได้ดี มีความแข็งแรงสูง ทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ดี

- พอลิเอไมด์ (polyamide; PA) หรือไนลอน เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวและทนทานต่อด่าง กรดอินทรีย์ และตัวทำละลายอินทรีย์ได้ดี แต่ไม่ทนต่อแสงแดดและความร้อน ใช้ทำซองบรรจุอาหาร และซองบรรจุของเหลว

15.7.3 ไม้

ไม้เป็นวัสดุที่ใช้ในการบรรจุมานานและยังคงมีใช้ในปัจจุบัน ไม้ที่นิยมนำมาทำเป็นภาชนะบรรจุ จะใช้ไม้เนื้ออ่อนที่มีมูลค่าต่ำทำเป็นลังผลไม้ หรือไม้ไผ่สาน ในปัจจุบันไม้มีราคาแพงมากขึ้น และไม่สะดวกต่อการนำกลับมาใช้ใหม่จึงไม่นิยมนำมาใช้สำหรับบรรจุผักและผลไม้ สำหรับไม้ไผ่ถูกนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุผักและผลไม้อย่างกว้างขวาง เพราะสามารถหาได้ง่าย ราคาถูก และมีน้ำหนักเบา มีการใช้งานกันในหลายรูปแบบ เช่น เข่ง หลัว และชะลอม ปัจจุบันได้ลดบทบาทลงไปมาก เนื่องจากไม่สามารถล้างทำความสะอาดได้ ผิวหยาบ ทำให้เกิดอันตรายต่อผลผลิตได้ง่าย โครงสร้างไม่แข็งแรง ไม่สามารถเรียงซ้อนกันได้ และมีวัสดุอื่นเข้ามาแทนที่ เช่น ลังพลาสติก แม้ว่ามีราคาแพง แต่ใช้หมุนเวียนใช้ได้หลายครั้งและสะดวกมากกว่า

15.8 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุมะม่วง

มะม่วงเป็นสินค้าที่เน่าเสียง่ายเช่นเดียวกับผักและผลไม้ชนิดอื่น ๆ บรรจุภัณฑ์และวัสดุช่วยบรรจุมีความสำคัญในการรองรับและห่อหุ้มผลผลิต เพื่อการขนส่งจากแหล่งผลิตไปยังผู้บริโภค (สักขี แสนสุภา, 2545) ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับมะม่วงจึงมีลักษณะใกล้เคียงกับที่ใช้ในผักและผลไม้ชนิดอื่น ซึ่งมักผลิตจากวัสดุที่แตกต่างกันไป ดังนี้

15.8.1 กล่องกระดาษ

รูปแบบกระดาษที่ใช้ทำภาชนะบรรจุมะม่วง ได้แก่ กล่องพับได้ กล่องคงรูป กล่องกระดาษลูกฟูก เยื่อกระดาษหล่อขึ้นรูป ส่วนใหญ่ใช้สำหรับบรรจุมะม่วงเพื่อการส่งออก และบางส่วนบรรจุสำหรับขายปลีกในประเทศสำหรับของฝาก การออกแบบนอกจากความแข็งแรงและมีขนาดพอเหมาะ ยังต้องเหมาะสมกับความต้องการต่าง ๆ เช่น รูระบายอากาศ การเคลือบไขเพื่อเพิ่มความแข็งแรง นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารที่มีผลในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงได้ เช่น การเติมสารดูดซับเอทิลีนซึ่งเป็นสารที่ไม่ทำให้มะม่วงสุกระหว่างการขนส่ง นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ถ่านกัมมันต์มาผสมในกระดาษและขึ้นรูปเป็นกล่อง สามารถลดปริมาณเอทิลีนในกล่องและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง (สุพัฒน์ คำไทย และคณะ, 2554) นอกจากนี้สามารถเติมสารยับยั้งเชื้อราเพื่อชะลอการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสที่ผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ (สุพัฒน์ คำไทย, 2554) มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในกล่องแบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับ

การใช้หน้าต่างซิลิโคนเมนเบรน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสะสมน้อยกว่าชุดควบคุม (ไม่บรรจุกล่อง) (เรวัติ ชัยราศ, 2554)

15.8.2 ภาชนะพลาสติกแบบคงรูป

ภาชนะพลาสติกแบบคงรูป เช่น ตะกร้า หรือลัง ส่วนใหญ่ใช้เป็นภาชนะหมุนเวียนที่รับน้ำหนักมาก ๆ โดยใช้สำหรับบรรจุเพื่อการขนส่งภายในประเทศ โดยส่งจากแปลงปลูกถึงโรงคัดบรรจุในท้องถิ่น และส่งไปยังโรงคัดบรรจุเพื่อการส่งออก หรือตลาดในกรุงเทพฯ และตามจังหวัดต่าง ๆ มักทำจาก PE มีสีสันและมีหลากหลายรูปแบบ ตะกร้าสำหรับบรรจุมะม่วงจะใช้แบบที่สามารถวางซ้อนกันได้

15.8.3 ภาชนะพลาสติกแบบอ่อน

ภาชนะพลาสติกแบบอ่อน ได้แก่ กระสอบ ถุง และฟิล์ม แต่ละประเภทมีคุณลักษณะแตกต่างกันไป คือ

- ถุงพลาสติกส่วนใหญ่ทำจาก PE มีการใช้ถุงสำหรับมะม่วงดิบในการขนส่งระยะสั้นเพียงอย่างเดียว เพราะไม่สามารถป้องกันผลผลิตภายในได้ การเรียงซ้อนไม่ดี แต่ราคาถูก และมีการนำมาใช้ร่วมกับกล่องกระดาษเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
- ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อผักและผลไม้สำหรับการขายปลีก ซึ่งทำจาก LLDPE, HDPE และ PVC ในแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน การเลือกใช้ควรคำนึงถึง คือ การหดตัว การยืดตัว การปิดผนึก การยอมให้อากาศและน้ำผ่าน ความใส ความเป็นเงามัน และความง่ายในการพิมพ์ข้อความ นอกจากนี้ในฟิล์มชนิดเดียวกันอาจดัดแปลงให้มีสมบัติแตกต่างกันได้ตามความหนาของฟิล์ม และตามกระบวนการผลิตฟิล์มให้มีโครงสร้างเคมีต่างกัน ในปัจจุบันยังมีการผลิตฟิล์มหลายชั้น (multilayer) ทั้งที่ทำจากพลาสติกชนิดเดียวกันและต่างชนิดกันเพื่อความเหมาะสมของการใช้งาน

15.8.4 ถาดโฟม

ทำจาก PS ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุน เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุกันกระแทก เช่น ถาดรอง ตาข่ายป้องกันการกระแทกเฉพาะผล นิยมใช้สำหรับบรรจุมะม่วงเพื่อการส่งออกและการขนส่งภายในประเทศ การบรรจุผลไม้ลงบนถาดโฟมแล้วห่อด้วยฟิล์มพลาสติก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

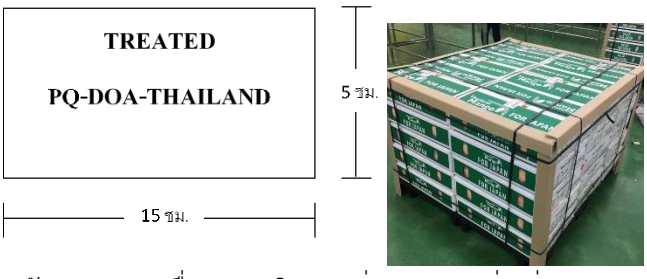
15.8.5 เข่งไม้ไผ่

ใช้บรรจุมะม่วงสำหรับขายตลาดในประเทศ เนื่องวางซ้อนทับกันได้ยาก ปัจจุบันมีการลดปริมาณการใช้ลง และมีการใช้ตะกร้าพลาสติกมาทดแทนมากขึ้น

15.9 เครื่องหมายบนกล่องบรรจุมะม่วงส่งออก

15.9.1 การติดสัญลักษณ์ผ่านการตรวจสอบเพื่อรอการขนส่ง

ติดบนกล่องเพื่อแสดงว่ามะม่วงได้มีการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่กักกันพืชแล้ว



ภาพที่ 58 ลักษณะของเครื่องหมายติดบนกล่องบรรจุมะม่วงส่งออกประเทศญี่ปุ่น

15.9.2 ลักษณะเครื่องหมายติดบนกล่องบรรจุมะม่วง

ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง x ยาว = 5 x 15 เซนติเมตร ข้อความ TREATED แถวบน และ PQ-DOA-THAILAND แถวล่าง บนพื้นสีขาวตัวอักษรสีแดง

15.10 ความต้องการในการป้องกันจากการสูญเสียน้ำ

การเลือกใช้ภาชนะบรรจุสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ การถ่ายเทความร้อนได้ดี ในขณะเดียวกันต้องป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำมากเกินไปจำเป็นต้องมีวิธีการอื่น ๆ เข้ามาช่วย เช่น การเคลือบผิวผลผลิตหรือการห่อผลผลิตด้วยฟิล์มพลาสติกหรือกระดาษก่อนการบรรจุ ซึ่งการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในถุงพอลิเอไมด์ (polyamide) และพอลิเอทิลีน (polyethylene) เจาะรูและไม่เจาะรู พบว่า ทุกกรรมวิธีผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด โดยทั่วไปการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักเกิดจาก 2 สาเหตุสำคัญ คือ การคายน้ำของผลผลิต และการหายใจ แต่เนื่องจากบรรจุภัณฑ์มีหน้าที่ป้องกันการแพร่ผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซต่าง ๆ ส่งผลให้ผลผลิตมีอัตราการคายน้ำและหายใจลดลง และทำให้การสูญเสียน้ำของผลมะม่วงลดน้อยลงด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2542)

ผลไม้หลายอย่างต้องได้รับการบ่มให้สุกก่อนการจำหน่ายด้วยก๊าซเอทิลีน บางอย่างต้องใช้ก๊าซซัลเฟอร์ได-ออกไซด์หรือสารอื่น ๆ เพื่อกำจัดเชื้อโรคที่อาจติดมากับผล นอกจากนั้นในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตหลายชนิดตอบสนองกับสภาพดัดแปลงบรรยากาศได้เป็นอย่างดี ดังนั้นภาชนะบรรจุต้องเอื้ออำนวยต่อวิธีการต่าง ๆ ผลมะม่วงเป็นผลไม้ชนิดต้องบ่มให้สุกได้ การเก็บเกี่ยวผลมะม่วงในระยะแก่จัด (mature green) แล้วนำมาบ่มให้สุก พบว่า ผลมะม่วงมีคุณภาพดีกว่าปล่อยให้สุกบนต้น การใช้เทคโนโลยีการบรรจุจะช่วยลดการสูญเสีย ยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ปัจจุบันการบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere packaging; MAP) โดยใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีสมบัติยอมให้ก๊าซ

ซึมผ่านได้อย่างเหมาะสม จะสามารถสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลง เพื่อชะลอการสุก และการบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลง (MAP) สามารถลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การเจริญของจุลินทรีย์ ชะลอการเสื่อมสภาพ ทำให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และการใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้นระดับ 500 และ 1000 ppb สามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของมะม่วงได้ดี ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงได้ถึง 15 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา และคณะ, 2550)

16. การเพิ่มมูลค่ามะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

การเพิ่มมูลค่ามะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว สามารถทำได้ด้วยการเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้กับผู้บริโภค ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม และวิธีการบรรจุหีบห่อที่เป็นเอกลักษณ์ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค และยังเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กับสินค้าได้

การได้รับการรับรองคุณภาพ มาตรฐานต่าง ๆ เช่น มาตรฐาน Q ของกรมวิชาการเกษตร มาตรฐานวิธีปฏิบัติที่ดีทางการเกษตร (Good Agriculture Practices; GAP) ซึ่งมีหลายระดับตามข้อกำหนดของแต่ละประเทศผู้นำเข้ากำหนด เช่น ThaiGAP, JapanGAP และ GlobalGAP เป็นต้น

การรับรองแหล่งผลิต และมีระบบที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ผลผลิตที่มีการระบุผู้ผลิตและมีการรับรองแหล่งผลิต ติดไปกับบรรจุภัณฑ์เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภค

17. การเก็บรักษา (storage)

การเก็บรักษาผลมะม่วงหลังจากการเก็บเกี่ยว เพื่อยืดอายุสำหรับการขนส่งและการจำหน่าย และชะลอการสุก การเสื่อมสภาพของผล โดยมีวิธีการดังนี้ การเก็บรักษาในห้องเย็น (cold storage) การเก็บรักษามะม่วงในสภาพอุณหภูมิต่ำ เพื่อชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในผล เพื่อเก็บรักษาคุณภาพ โดยทั่วไปผลมะม่วงที่บรรจุลงในภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ จะถูกนำไปเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำที่ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 2-3 สัปดาห์ (อภิตา บุญศิริ, 2553)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษา

1. อุณหภูมิ

ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะทำให้ปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ภายในผลผลิตเกิดขึ้นช้า ดังนั้นจึงมีการใช้อุณหภูมิต่ำในการชะลอการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว แต่การใช้อุณหภูมิต่ำมากเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตได้ ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพอุณหภูมิต่ำต้องระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย โดยเฉพาะผลไม้เขตร้อนซึ่งจะเกิดจากการเสียหายได้ง่าย เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป การเก็บรักษาผลมะม่วงในห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน

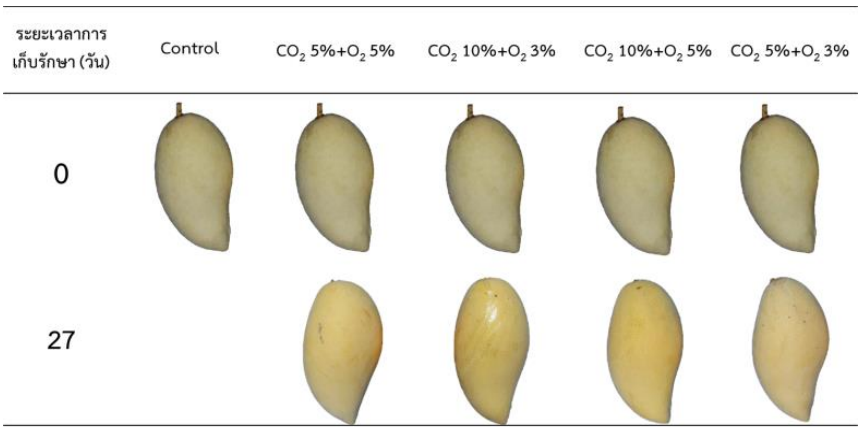
จะเกิดอาการสะท้านหนาว (มาโนชญ์ กูลพฤกษี และคณะ, 2536; Pesis *et al.,* 2000; Phakawatmongkol *et al.,* 2004) และการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีผลทำให้มะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาว (มาโนชญ์ กูลพฤกษี และคณะ, 2536) หากผลผลิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษาจึงจำเป็นต้องห่อหุ้มผลผลิตด้วยบรรจุภัณฑ์ หรือการใช้สารเคลือบผิว จากรายงานของศศิธร อินอ่อน (2546) พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เก็บเกี่ยวระยะแก่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 81±1 เปอร์เซ็นต์ และ 87±1 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น มีความแน่นเนื้อลดลง มีการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้น และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แสดงอาการสะท้านหนาวภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน โดยมีอาการเนื้อเยื่อยุบตัวเป็นจุด ๆ ที่เปลือก

การเข้าทำลายของโรคหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง เช่น โรคแอนแทรกโนส ซึ่งมีเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นเชื้อสาเหตุ มีลักษณะการเข้าทำลายแบบการติดเชื้อโรคแฝง (latent infection) คือ เชื้อจะเข้าสู่ผลมะม่วงตั้งแต่ระยะออกดอกติดผล ผลอ่อน และผลแก่ โดยจะยังไม่แสดงอาการ แต่จะแสดงอาการเมื่อมะม่วงสุก การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิต แต่การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ถูกต้องอาจเร่งทำให้ผลผลิตเกิดการเสื่อมสภาพได้เร็วขึ้น เช่น การใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงเกินไป การบรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไป

2. การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ

การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ (controlled atmosphere storage; CA storage) มะม่วงเป็นผลไม้ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้น ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น โดยเฉพาะการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งประกอบด้วยออกซิเจนประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศกำหนดให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจลดลง และการผลิตเอทิลีนลดลงในผลไม้ประเภทบ่มสุก (climacteric fruit) (Gorne and Kader, 1996) อนอกจากนี้ยังสามารถชะลอการสุกของผล ลดการเกิดโรค และการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพด้านต่าง ๆ ระหว่างเก็บรักษา (อภิตา บุญศิริ, 2553) การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพควบคุมบรรยากาศ เป็นการทำให้บรรยากาศในห้องเก็บรักษาผลผลิตมีปริมาณออกซิเจนลดลง และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งจะทำให้ลดอัตราการหายใจของผลผลิตระหว่างการเก็บรักษา สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ การควบคุมบรรยากาศจะมีการใช้ระบบอัตโนมัติในการควบคุมให้บรรยากาศภายใน

ห้องเก็บรักษามีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนคงที่ตามที่กำหนด โดยจะเติมก๊าซไนโตรเจนเพื่อปรับสมดุล ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีระบบตรวจวัดปริมาณก๊าซ เมื่อพบว่าปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงจากการถูกใช้ไปจากกระบวนการหายใจของผลผลิต ระบบจะเปิดปล่อยให้อากาศภายนอกที่ก๊าซออกซิเจนอยู่ปริมาณมากเข้าไปในห้องเก็บรักษาเพื่อปรับบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนตามที่กำหนด ทั้งนี้การเก็บรักษาแบบควบคุมบรรยากาศมักจะใช้ควบคู่กับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ ปัจจุบันได้มีการใช้ระบบควบคุมบรรยากาศในแบบอุตสาหกรรมของผลผลิตหลายชนิด เช่น แอปเปิล เชอรี ผลกีวี และส้ม เป็นต้น สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในกล่องที่สามารถควบคุมบรรยากาศได้โดยปรับให้มีปริมาณออกซิเจน 3-5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 24 วัน โดยนำมาทำให้สุกที่อุณหภูมิและสภาพอากาศปกติอีก 4 วัน (Yahia, 1998) และในการเก็บรักษาที่บรรยากาศควบคุมที่มี CO_2 5 เปอรเซ็นต์ ร่วมกับ O_2 3 เปอรเซ็นต์ สามารถเก็บรักษาผลมะมวงไดเ่ปนระยะเวลา 27 วัน นอกจากนี้ยังการสุกเกิดขึ้นภายหลังจากการนำผลมะมวงมาวางไวที่อุณหภูมิหองเปนระยะเวลา 6 วัน

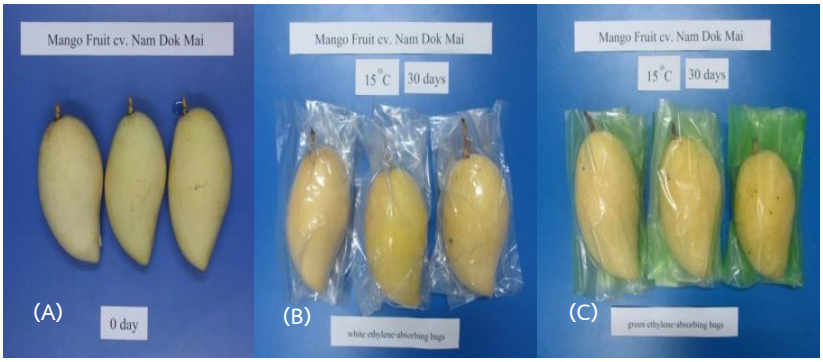


ภาพที่ 59 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (control) และสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่างกันและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 27 วัน

3. การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere storage; MA storage) โดยนำผลมะม่วงมาบรรจุลงในถุงพลาสติกหรือกล่องพลาสติกที่เจาะรูระบายอากาศและความชื้น พลาสติกที่ใช้เป็นชนิดที่ระบายอากาศได้ เช่น พีวีซี (polyvinyl chloride; PVC) หลังนำผลมะม่วงบรรจุลงในถุงพลาสติกปริมาณออกซิเจนในถุงจะลดลง ขณะเดียวกันคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงจะเพิ่มขึ้น

สภาพดังกล่าวทำให้ผลมะม่วงมีการหายใจลดลง การผลิตเอทิลีนภายในผลเกิดช้าลง จึงทำให้อายุการเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น การเก็บรักษาภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ จะช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงได้ และสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 25 วัน ขณะที่วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ผลจะสุกภายใน 8 วัน และไม่เกิดอาการสะท้านหนาว การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปลงเป็นการบรรจุผลผลิตในการบรรจุภัณฑ์ที่จำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจของผลผลิต และมีการสะสมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นที่เกิดจากการหายใจของผลผลิตจนถึงจุดสมดุลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูง สามารถลดอัตราการหายใจของผลผลิต และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ การใช้ฟิล์มพลาสติกในการห่อผลมะม่วงจะทำให้เกิดสภาพบรรยากาศดัดแปลง สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้ยาวนาน เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสและห่อผลมะม่วงด้วยพลาสติกที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยการห่อหุ้มด้วยพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) ปิดสนิท เจาะรู ทำให้สามารถเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ได้นาน 35 วัน โดยไม่แสดงอาการสะท้านหนาวและยังสามารถมีการพัฒนาการสุกเมื่อการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง การนำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในถุงพอลิเอไมด์ (polyamide; PA) และพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) เจาะรูจำนวน 6 รู สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ได้นาน 35 วัน โดยไม่แสดงอาการสะท้านหนาว ไม่เกิดกลิ่น รสชาติที่ผิดปกติและเกิดการเน่าเสีย อีกทั้งยังสามารถสุกได้ตามปกติเมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การลดความเข้มข้นของออกซิเจนทุกความเข้มข้นทำให้มะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดควบคุม นอกจากภาชนะบรรจุแต่ละชนิดที่สามารถเก็บรักษามะม่วงได้แล้ว ก๊าซโอโซนยังสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ มีผลทำให้ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อ และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าชุดควบคุม การให้โอโซนแบบต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในถุงพลาสติก white ethylene absorbing bags : WEB เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองได้นาน 30 วัน เนื่องจากการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศสามารถลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส กลูโคส ซูโครส ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณ SS/TA และยังพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PME มีค่าสูงกว่าชุดควบคุม และกิจกรรมของเอนไซม์ PG ต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่บรรจุถุงพลาสติก



ภาพที่ 60 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงไม่บรรจุถุง (control) (A) และพลาสติกชนิดwhite ethylene-absorbing bags (WEB) (B) และ green ethylene-absorbing bags (GEB) (C) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

4. การเคลือบผิวผล (fruit coating)

การเคลือบผิวเป็นวิธีที่นำมาใช้เพื่อลดการคายน้ำจากตัวผลผลิตช่วยให้ผิวผลดูสวยงาม และมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น สารละลายไขที่นำมาใช้กับผลมะม่วง เช่น พาราฟิน (paraffin) และไขคาร์นูบา (carnauba wax) นอกจากนี้การใช้ไขเคลือบผิวผลมะม่วงอาจทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต หากใช้ในระดับความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน การลดปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลและสภาพแวดล้อมทำให้ผลมะม่วงมีการหายใจที่ผิดปกติ ส่งผลให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติไปจากเดิม

สารเคลือบผิวที่ได้มาจากสัตว์ ได้แก่ เชลแล็ก ไคโตซาน และขี้ผึ้ง โดยเชลแล็ก (shellac) เป็นสารที่สกัดได้จากมูลครั่งหรือสารคัดหลั่งของครั่ง และนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของสารเคลือ บผิวของผลไม้ที่มีจำหน่ายกันอย่างแพร่หลาย การใช้สารเคลือบผิวสูตรผสมสารสกัดจากข่าเคลือบบนผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 และนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12±1 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพได้นาน 4 และ 5 สัปดาห์ นอกจากนี้การเคลือบด้วยเชลแล็กสูตรพื้นฐาน ยังสามารถเพิ่มความมันเงาให้กับผิวของมะม่วงและสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และลดอาการของโรคแอนแทรกโนสได้ดีกว่าสารเคลือบสูตรพื้นฐานที่มีการดัดแปลงด้วยสารสกัดข่า

ไคโตซาน (chitosan) เป็นสารที่สกัดได้จากกระดองปู เปลือกหอย และเปลือกกุ้ง ปัจจุบันมีการนำมาใช้เป็นสารเคลือบผิวผลไม้ โดยการใช้ไคโตซานเคลือบบนผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ผ่านการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* สามารถลดการเจริญของเชื้อ นอกจากนี้การจุ่มไคโตซานสามารถต้านทานต่อการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ และการใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร pH 4.5 สามารถยับยั้งการเกิดของสปอร์ได้ส่งผลให้สามารถยังยั้งการเกิดโรคได้

ไขผึ้ง (bee wax) เป็นสารธรรมชาติที่ได้จากรังผึ้ง ไม่มีพิษต่อผู้บริโภค และมีการนำเอาไขผึ้งมาเป็นส่วนประกอบของสารเคลือบผิวผลไม้ โดยการนำเอาไขผึ้งไปเป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิวโดยผสมกับ Hydroxyproly Methyl-cellulose (HPMC) และเชลแล็ก นำไปเป็นสารเคลือบผิวส้มติดเปลือกพันธุ์ Valencia และส้มเปลือกล่อนพันธุ์ Marisol มีการสูญเสียน้ำและมีลักษณะภายนอกเป็นมันวาวแตกต่างจากการไม่เคลือบผิว นอกจากนี้การใช้สารเคลือบผิวที่ประกอบด้วยไขผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำและยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วง และมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว ไขผึ้ง 4.0 เปอร์เซ็นต์ เรซิ่น 0.4 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากยางมะม่วง 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด และสามารถชะลอการสุกของมะม่วง

4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลือบผิว

คุณภาพของผลผลิตภายหลังจากการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1) ชนิดของสารเคลือบผิว สารเคลือบผิวที่มีส่วนผสมของสารเคลือบผิวที่ใช้เคลือบแตกต่างกัน ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลและภายนอกผลของผลไม้แตกต่างกัน มีการทดลองใช้สารเคลือบผิวกับผลส้มด้วยสารเคลือบผิวที่มีความมันวาวสูง ประกอบไปด้วย เชลแล็ก และยางไม้ ทำให้เกิดการสะสมของเอทานอลมากกว่าผลส้มที่เคลือบผิวที่มีความมันวาวน้อยกว่า เช่น ไขที่ได้จากพืช หรือสัตว์

2) อุณหภูมิในการเก็บรักษา ผลผลิตที่ผ่านการเคลือบผิวและนำมาเก็บรักษานานเกินไปจะทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดการสะสมเอทานอลภายในผล โดยเอทานอลเป็นสารระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะ ถ้ามีการสะสมในผลปริมาณมากจะทำให้ผลผลิตมีกลิ่นที่ผิดปกติ การเคลือบผิวผลมะม่วงเขียวเสวยด้วยสารเคลือบผิวชนิด Semper fresh สามารถชะลอการสุกของผล เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แต่จะเกิดกลิ่นหมักเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Sornsrivichai, 1995)

3) ชนิดของผลผลิต การใช้สารเคลือบผิวกับผลไม้ต่างชนิด จะมีผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในผลและภายนอกผลแตกต่างกัน ในสภาพที่มีการจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซของผลผลิต เช่น การเคลือบผิว หรือการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง ผลผลิตแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีการหายใจแตกต่างกัน (Sornsrivichai *et al.,*1998)

4.2 สารเคลือบผิวสำหรับผลมะม่วง

การใช้สารเคลือบผิวมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายใน ผลส้ม ผลแอปเปิล แต่ยังไม่พบการนำมาใช้กับผลมะม่วงเนื่องมาจากรูปทรงและลักษณะของเปลือกผลมะม่วงยังมีข้อจำกัดสำหรับการใช้การเคลือบผิวด้วยเครื่องจักร การใช้สารเคลือบผิวสามารถยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง และเพิ่มความสวยงามให้กับผลมะม่วง สามารถควบคุมการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ผ่านการ

ปลูกเชื้อ *C. Gloeosporioides* ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) มีการเกิดโรคน้อยที่สุด แต่พบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผิดปกติ มีผลทำให้มีอายุการวางจำหน่าย 5 วัน ส่วนผลที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีการวางจำหน่าย 9 วัน นอกจากนี้ยังพบว่า การจุ่มไคโตซานสามารถทำให้ผลมะม่วงต้านทานต่อการเกิดโรคแอนแทรกโนส โดยการจุ่มด้านหนึ่งของผลมะม่วงในสารละลายไคโตซานเข้มข้น 800 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วัน ก่อนจะนำมาปลูกเชื้อทั้งสองด้าน พบว่า ไคโตซานสามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ 55.9 22.7 12.3 6.7 และ 6.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการเกิดโรคของผลมะม่วงด้านที่ไม่ได้จุ่มในสารละลายไคโตซาน นอกจากนี้ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับวุ้นว่านห่างจระเข้ 20 เปอร์เซ็นต์ นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 เปอร์เซ็นต์ และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและการควบคุมโรคได้ดีที่สุด เก็บรักษาได้นาน 12 และ 28 วัน และสุกได้ตามปกติ ในขณะที่ผลที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 และ 20 วัน และสารเคลือบผิวซึ่งมีส่วนประกอบไขผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล 15 เปอร์เซ็นต์ กรดโอลิอิก 6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันยาง 0.4 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดจากยางมะม่วง 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเคลือบผิวมะม่วง เนื่องจากสามารถชะลอการสุก และลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว และได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันหอมระเหย (น้ำมันโป๊ยกั๊กและน้ำมันตะไคร้หอม) 2 ความเข้มข้น (0.50 เปอร์เซ็นต์ และ 1.00 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0.30 เปอร์เซ็นต์ และสารเคลือบเชลแล็ก 1.25 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มะม่วงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบเชลแล็ก 1.25 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำมันตะไคร้หอม 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง มีอัตราการเกิดโรคน้อย และสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก

การเคลือบผิวมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วย คาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลสจากเปลือกมะละกอ ในสารเคลือบผิวอิมัลชัน ที่มีความเข้มข้น 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ CMCp โดยน้ำหนักอิมัลชัน ส่วนชุดควบคุมไม่มีการเคลือบผิว แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า สารเคลือบผิวทุกชนิดสามารถชะลอการเสื่อมคุณภาพ สารเคลือบผิวที่สามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ดีที่สุด คือ 0.2 เปอร์เซ็นต์ CMCp โดยน้ำหนักอิมัลชัน และมีอายุการเก็บรักษา 18 วัน และการเคลือบสูตรพื้นฐานที่มีองค์ประกอบหลัก คือ เชลแล็ก และสารเคลือบสูตรพื้นฐานที่มีการดัดแปลงด้วยสารสกัดข่า เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรกโนส ซึ่งเกิดจากเชื้อ *C. gloeosporioides* พบว่า ผลของการเคลือบสูตรพื้นฐานที่ไม่เติมและเติมสารสกัดข่าสามารถรักษาคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ไว้ได้นาน 5 และ 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 12±1 องศาเซลเซียส และการใช้สารเคลือบผิวบริโภคได้ Celo Fresh เคลือบเนื้อมะม่วงเขียวเสวย

ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพได้ โดยการนำมะม่วงตัดแต่งสดจุ่มสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก 0.25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที จุ่มน้ำเย็นเป็นเวลา 1 นาที หุ้มด้วยพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 เปอร์เซ็นต์ การเคลือบด้วย Celo Fresh มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน เมื่อเทียบกับมะม่วงที่ไม่ผ่านการเคลือบมีอายุการเก็บรักษาเพียง 5 วัน

5. การลดอุณหภูมิ (Precooling)

การลดอุณหภูมิหรือการทำให้เย็น (cooling or precooling) หมายถึง การทำให้ผลผลิตเย็นลงก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาในห้องเย็น โดยการดึงเอาความร้อนออกจากผลผลิต แต่ไม่ควรให้อุณหภูมิของผลผลิตต่ำจนกระทั่งเกิดอันตรายและทำให้ผลผลิตเสียหาย อาจจะทำการก่อนหรือหลังการบรรจุใส่ในภาชนะบรรจุ ทำก่อนเก็บรักษา และระหว่างแปรรูป หรือขนส่ง ทำการลดอุณหภูมิของผลผลิต หากปล่อยให้ผลผลิตมีอุณหภูมิสูงโดยไม่ลดความร้อนทำให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจสูงขึ้น ส่งผลให้จุลินทรีย์เจริญได้อย่างรวดเร็ว มีการสูญเสียน้ำมาก และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตมีความเสียหาย ทำให้คุณภาพลดลงเสื่อมสภาพเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ระยะเวลาและความรวดเร็วในการลดอุณหภูมิมีความสำคัญ ดังนั้นควรลดอุณหภูมิทันทีหลังจากการเก็บเกี่ยวและต้องใช้เวลาน้อยที่สุด

5.1 แหล่งที่มาของความร้อนของผลผลิต

ความร้อนแฝง (latent heat) เป็นความร้อนของผลผลิตที่ติดมาจากแปลงปลูกในขณะเก็บเกี่ยวโดยผลผลิตจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศในแปลงปลูก เช่น ผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงทำให้มีความจุความร้อน (heat capacity) สูง (ความจุความร้อนของน้ำเท่ากับ 1 cal/g/C คือ 1 แคลอรีเป็นจำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส) โดยผลไม้มีความร้อนจำเพาะ (specific heat) ประมาณ 0.9 (ความร้อนจำเพาะ คือสัดส่วนความจุความร้อนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับความจุความร้อนของน้ำ) ทำให้สามารถรับความร้อนและถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศหรือสิ่งแวดล้อมรอบข้างได้มากโดยเฉพาะความร้อนที่มาจากแสงอาทิตย์ มีการศึกษาในมะม่วงดิบซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อยกว่ามะม่วงสุก โดยมีค่าเท่ากับ 23.3 และ 82.9 เปอร์เซ็นต์ มีการศึกษาในมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ (mature green) มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงอยู่ระหว่าง 56.3-86.1 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และฤดูกาลเก็บเกี่ยว มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในปลายฤดูมีน้ำเป็นองค์มากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในต้นฤดูและมะม่วงที่สุกจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (61.3-86.1 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้น มะม่วงในระยะแก่เต็มที่และระยะผลสุกมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงและสามารถรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้มาก ทำให้มีความร้อนแฝงสูง หากไม่ทำการลดอุณหภูมิลงทำให้มะม่วงเกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

ความร้อนที่เกิดจากการหายใจ (respiration heat หรือ vital heat) เป็นความร้อนที่เกิดจากการหายใจของผลผลิต เนื่องจากผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวยังมีการหายใจ ซึ่งกระบวนการหายใจเป็นปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนและน้ำตาล โดยที่น้ำตาล 1 กรัมโมเลกุล ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน 6 กรัมโมเลกุล จะให้ความร้อน 673 กิโลแคลอรี (2,670 BTU) โดยปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาจะแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ ระยะการสุก การมีบาดแผล อุณหภูมิ และ ความเครียด ค่าความร้อนที่เกิดจากการหายใจของมะม่วงที่ปลดปล่อย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหากอุณหภูมิสูงขึ้นจะมีการหายใจและมีการปลดปล่อยความร้อนที่ได้จากการหายใจมากขึ้น ในระดับอุณหภูมิ 10 13 15 และ 20 องศาเซลเซียส มะม่วงมีอัตราการหายใจประมาณ 12-16 15-22 19-28 และ 35-80 $mlCO_2kg^{-1}hr^{-1}$ และมีการปลดปล่อยความร้อนที่ได้จากการหายใจประมาณ 5,280-7,040 6,600-9,680 8,360-12,320 และ 15,400-35,200 บีทียูต่อตันต่อวัน ตามลำดับ (Kader, 2012) นอกจากนี้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มะม่วงมีการปลดปล่อยความร้อนประมาณ 16,500-33,300 บีทียูต่อตันต่อวัน ดังนั้น หากนำมะม่วงมาเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิสูง มะม่วงจะมีอัตราการหายใจสูงและมีการปลดปล่อยความร้อนที่เกิดจากการหายใจมากขึ้น ทำให้เกิดกระบวนการสุก และการเสื่อมสภาพ ดังนั้นภายหลังเก็บเกี่ยวควรเก็บรักษามะม่วงในอุณหภูมิต่ำ หรือควรเก็บไว้ในที่ร่ม และทำการลดอุณหภูมิของมะม่วงให้ต่ำลงเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการเก็บรักษา

5.2 วิธีการลดอุณหภูมิ

วิธีการลดอุณหภูมิมีหลายวิธี เช่น การลดอุณหภูมิโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling) โดยการถ่ายเทความร้อนผ่านอากาศเกิดขึ้น เป็นการนำ (conduction) และการพาความร้อน (convection) สามารถใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการเก็บผลผลิตเข้าห้องเย็นหรือตู้เย็น (room cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการนำผลผลิตเข้าไปไว้ห้องเย็นธรรมดาที่มีอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมกับผลผลิตที่จะเก็บรักษา ภายในห้องเย็นควรมีการหมุนเวียนของอากาศดี (ประมาณ 200-400 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) ใช้กับผลผลิตที่มีเปลือกบางหรือช้ำง่าย เช่น องุ่น หรือเบอร์รีชนิดต่าง ๆ ภาชนะบรรจุควรมีรูรอบด้านข้าง มีพื้นที่รูประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวภาชนะ การวางภาชนะบรรจุเรียงซ้อนให้มีช่องว่างระบายอากาศระหว่างภาชนะบรรจุ ซึ่งแต่ละส่วนมีอากาศหมุนเวียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิได้ การลดอุณหภูมิโดยตู้คอนเทนเนอร์ หรือ ตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated container หรือ transited cooling) เป็นการลดอุณหภูมิโดยการนำผลผลิตใส่ในรถห้องเย็น การลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็น (forced air cooling) เป็นการลดอุณหภูมิที่นิยมใช้ในผัก ผลไม้ และไม้ดอก เป็นการดูดหรือเป่าอากาศเย็นเข้าไปในท่อที่มีลักษณะยาวและแคบเพื่อดึงเอาความร้อนออกจากผลผลิต โดยความดันของอากาศทางด้านหน้าและทางด้านหลังภาชนะบรรจุจะแตกต่างกัน อากาศจะไหลผ่านจากด้านที่มีความดันสูงไปสู่ความดันต่ำ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ต้องมีความเหมาะสมกับผลผลิตนั้น ๆ เช่น มะม่วงควรเก็บที่

อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส วิธีนี้ทำให้ลมผ่านไปยังผลผลิตอย่างทั่วถึงในเวลาอันรวดเร็ว สามารถลดอุณหภูมิได้เร็วกว่าการใช้ห้องเย็นธรรมดา 4-10 เท่า นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิขึ้นกับความเร็วลมหรือขนาดของพัดลมดูดอากาศ ชนิดของผลผลิต ขนาดของช่องเปิดภาชนะบรรจุและความกว้างของแถว ซึ่งควรออกแบบห้องลดอุณหภูมิให้มีเครื่องทำความเย็นและพัดลมที่มีกำลังเพียงพอ แต่เมื่อผลผลิตเย็นลงถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วจะต้องลดหรือหยุดการหมุนเวียนของอากาศ เพราะจะทำให้ผลผลิตสูญเสียน้ำมากขึ้น โดยปกติวิธีการนี้จะสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ การลดอุณหภูมิด้วยน้ำ (hydrocooling) หรือใช้น้ำเป็นตัวกลาง นิยมใช้กับผลผลิตที่ทนต่อการเปียกน้ำ สามารถลดอุณหภูมิได้รวดเร็วกว่าการใช้อากาศเย็นประมาณ 15 เท่า เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ประสิทธิภาพของการลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำขึ้นอยู่กับการสัมผัสระหว่างผลผลิตกับน้ำ อุณหภูมิของน้ำต้องคงที่และต้องไม่ต่ำจนทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต และยังสามารถเติมสารเคมีเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ติดมากับผลผลิต ในการใช้วิธีการลดอุณหภูมิโดยการใช้น้ำเป็นการปลดปล่อยให้น้ำเย็นไหลผ่านผลผลิตที่บรรจุในภาชนะเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะเคลื่อนที่มาตามสายพานหรือรางเลื่อนผ่านกระแสน้ำ ทำการฉีดพ่นน้ำเย็นออกจากหัวฉีดที่อยู่ด้านบน หรือจุ่มภาชนะที่บรรจุผลผลิตลงในถังน้ำแข็ง

การลดอุณหภูมิโดยใช้สุญญากาศหรือลดความดัน (vacuum cooling) เป็นวิธีการทำให้เย็นที่เร็วที่สุด สะอาด แต่ค่าใช้จ่ายสูง และผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญ นิยมใช้กับผลผลิตที่มีพื้นที่ผิวมาก เช่น ผักใบต่าง ๆ โดยเฉพาะผักกาดหอมห่อ ไม่นิยมใช้กับผลไม้ เป็นการลดอุณหภูมิโดยการระเหยน้ำออกจากผิวของผลผลิต แต่ผลผลิตอาจจะเหี่ยว เนื่องจากสูญเสียน้ำมากเกินไป โดยผลผลิตมีการสูญเสียน้ำประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ต่ออุณหภูมิที่ลดลงทุก 5-6 องศาเซลเซียส ดังนั้นก่อนนำผลผลิตเข้าลดอุณหภูมิจะต้องใช้น้ำเย็นพ่นให้ใบเปียก หลังจากลดอุณหภูมิแล้วควรเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำและขนส่งโดยรถห้องเย็น

5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีการลดอุณหภูมิ

ชนิดและโครงสร้างผลผลิต วิธีการในการลดอุณหภูมิใช้กับผลผลิตที่แตกต่างกัน โดยผลผลิตที่บอบบาง อ่อนแอ หรือความทนทาน เช่น ผลสตรอว์เบอรีไม่สามารถลดอุณหภูมิด้วยน้ำได้เพราะมีผิวบาง อ่อนนุ่ม และช้ำเสียหายง่าย (นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ, 2548; จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) ควรเลือกใช้วิธีลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับผลผลิตแต่ละชนิด

ภาชนะบรรจุ เช่น ภาชนะบรรจุสำหรับการลดอุณหภูมิโดยการผ่านอากาศเย็น ต้องมีช่องระบายอากาศที่เพียงพอ ส่วนภาชนะบรรจุสำหรับการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ต้องใช้ภาชนะบรรจุที่ทนน้ำได้และไม่เสียรูปทรงเมื่อถูกน้ำ

เวลาที่ใช้ในการจัดการผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวจนถึงมือผู้บริโภค เวลาในการขนส่งและช่วงเวลาก่อนการขนส่ง ดังนั้นควรเลือกวิธีลดอุณหภูมิที่ให้ผลตอบแทนสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมี

การศึกษาต้นทุนการผลิต มูลค่าการตลาดและผลตอบแทนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกวิธีการลดอุณหภูมิ (นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2542)

ข้อควรคำนึงในการลดอุณหภูมิผลผลิต

การเลือกใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดอุณหภูมิของผลผลิตแต่ละชนิด โดยการใช้อุณหภูมิกับผลผลิตในเขตร้อน เช่น มะม่วง ต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลผลิตในเขตนั้น ซึ่งหากใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปอาจเกิดความผิดปกติและเกิดความเสียหายให้กับผลผลิตได้ โดยอาการผิดปกติที่เกิดกับเซลล์เมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวของมะม่วงขึ้นกับระยะการสุกแก่ ระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ โดยลักษณะอาการผลมะม่วงดิบมีสีผิวและเนื้อบางส่วนคล้ำ บางครั้งผลมะม่วงดิบอาจไม่แสดงอาการที่ผิว แต่อาจแสดงอาการที่เนื้อติดกับเมล็ด ซึ่งจะเกิดสีเทาหรือสีคล้ำ ในผลมะม่วงสุกผิดปกติ รสชาติผิดปกติ สีเนื้อพัฒนาไม่สมบูรณ์ ผิวมีสีดำคล้ำ เกิดปื้นสีน้ำตาล และเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (ดนัย บุณยเกียรติ, 2547) สำหรับมะม่วงควรลดความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิภายในผลมีอุณหภูมิระหว่าง 13-15 องศาเซลเซียส และควรควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่งให้เหมาะสม นอกจากนั้นควรให้ความสำคัญในการจัดเรียงผลผลิตภายในห้องเย็นหรือภายในพาหนะที่ใช้ขนส่ง โดยการจัดเรียงให้มีช่องว่างเหลือพอเพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก และไม่ควรบรรจุผลผลิตมากเกินกำหนด ควรเปิดเครื่องทำความเย็นภายในพาหนะที่จะใช้ขนส่งก่อนบรรจุสินค้าเข้าไป (Li *et al.,* 2008; นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ, 2548; จริงแท้ ศิริพานิช, 2542) โดยอุณหภูมิที่แนะนำสำหรับการเก็บรักษามะม่วง คือ 13-15 องศาเซลเซียส ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับมะม่วงดิบและมะม่วงสุก (Kader, 2002)

5.4 อัตราการลดอุณหภูมิ

อัตราความรวดเร็วของการลดอุณหภูมิขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเริ่มต้นของผลผลิต อุณหภูมิของตัวกลางที่ใช้ความสามารถในการพาความร้อนของตัวกลาง ความสามารถในการเข้าถึงระหว่างผลผลิตกับตัวกลาง ขนาดและรูปร่างของผลผลิตมีผลต่ออัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรหรือน้ำหนัก ความร้อนจำเพาะ ความสามารถในการนำความร้อนและการถ่ายเทความร้อนระหว่างผลผลิตกับตัวกลาง ปริมาณและความเร็วของตัวกลางที่ไหลผ่านผลผลิต ขนาด และประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นที่ใช้ (Boyette *et al.,* 2005) การลดอุณหภูมิในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะผลแก่ (mature green) ด้วยน้ำและผ่านอากาศเย็นโดยใช้น้ำเย็นและอากาศเย็นที่อุณหภูมิของน้ำและอากาศเท่ากับ 5 8 10 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถลดอุณหภูมิของผลมะม่วงจาก 28-32 องศาเซลเซียสให้ลดลงเป็น 13 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน ซึ่งการลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นใช้เวลาน้อยกว่าการใช้อากาศเย็น

โดยเฉพาะการใช้น้ำเย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ใช้เวลาน้อยที่สุด 14 นาที (Niyomlao and Kanlayanarat, 2003)

5.5 วิธีการลดอุณหภูมิของมะม่วง

วิธีที่มีการปฏิบัติสำหรับมะม่วงเพื่อการส่งออก โดยการลดอุณหภูมิ ได้แก่ การใช้น้ำเย็นลดความร้อนจนกระทั่งภายในผลมะม่วงมีอุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส หากภายในผลมะม่วงมีอุณหภูมิต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดการสะท้านหนาว (chilling injury) การลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำเย็นในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวในระยะผลแก่ (mature green) มาลดด้วยน้ำที่อุณหภูมิเท่ากับ 5 8 10 และ 13 องศาเซลเซียส นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเปลี่ยนสีเหลืองของเปลือกและเนื้อได้ และการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 8 10 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อ เนื่องจากการสุกได้ ผลมะม่วงจะสุกหลังจากการเก็บรักษา 20 วันซึ่งเก็บรักษาได้นานกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิด้วยน้ำ 5 วัน ส่วนผลมะม่วงที่ลดอุณหภูมิด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาว (ศุภลักษณ์ พิริยะพันธุ์สกุล และศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์, 2548) มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Kapse and Katrodia (2011) การลดอุณหภูมิด้วยน้ำของมะม่วงพันธุ์ Kesar ที่อุณหภูมิ 8 10 และ 16 องศาเซลเซียส โดยลดอุณหภูมิภายในทันทีภายใน 2 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว หรือในระหว่างการขนส่งพบว่า การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ทำให้มะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวและมีการสุกไม่สม่ำเสมอ โดยที่การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิ 12 และ 16 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดโรคและชะลอการเสื่อมสภาพของมะม่วงได้ดีกว่าชุดควบคุม อีกทั้งยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 14.33 และ 12.33 วัน การใช้อากาศเย็นในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้โดยใช้อุณหภูมิ 5 8 10 และ 13 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1-2 เมตรต่อวินาที จนกระทั่งอุณหภูมิภายในผลเป็น 13 องศาเซลเซียส จากนั้นนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้อากาศเย็นทุกอุณหภูมิช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเหลืองของเปลือกผล แต่ไม่ชะลอการอ่อนนุ่มของผล การลดอุณหภูมิด้วยอากาศเย็นไม่สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของผลมะม่วงได้ การใช้อากาศเย็นที่อุณหภูมิ 10 และ 13 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ใช้อากาศเย็น (Piriyaphansakul and Kanlayanarat, 2005)

18. การบ่ม (Hastening Ripening)

การบ่ม หมายถึง กระบวนการที่เร่งให้ผลไม้สุกเร็วขึ้นและมีการพัฒนาสีผิวอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากเกษตรกรมักจะเก็บเกี่ยวผลมะม่วงเมื่อยังไม่สุก เพื่อให้สะดวกในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ผลมะม่วงจะไม่บอบช้ำง่ายและสามารถขนส่งมะม่วงไปจำหน่ายระยะทางไกล อีกทั้งการปล่อยให้ผลมะม่วงสุกเองบนต้น ที่เรียกว่า สุกปากตะกร้อ มีข้อเสียที่อาจได้ผลที่มีคุณภาพไม่ดี เนื่องจากการเกิดความผิดปกติ

ทางสรีรวิทยาที่เรียกว่า “อาการเนื้อผลช้ำบริเวณใกล้เมล็ด” (jelly seed) ซึ่งมีลักษณะเป็นเจลใส มีรสชาติจืด อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่มีความแก่ไม่เหมาะสมหรือยังอ่อนอยู่นำมาบ่มให้สุก แม้ผลมะม่วงจะสุกได้ แต่เปลือกผลจะเหี่ยวย่น และรสชาติของเนื้อมะม่วงจะยังคงมีรสเปรี้ยวมากกว่ารสหวาน

18.1 วิธีการบ่มผลมะม่วง

การบ่มผลมะม่วงที่ใช้ทางการค้าในปัจจุบัน มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ

1) การบ่มด้วยถ่านแก๊ส หรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (calcium carbide; CaC_2) นิยมบ่มโดยการใช้ถ่านแก๊สชนิดที่เป็นก้อนขนาดเล็ก แต่ละก้อนขนาดประมาณ 0.5-1.0 กรัม วิธีการบ่มโดยการนำกระดาษปรู๊ฟวางซ้อนกัน 2 แผ่น กรุให้รอบทั้งด้านข้างและก้นตะกร้าพลาสติกขนาดความจุ 25 กิโลกรัม ให้เหลือปลายด้านบนพอที่จะห่อปิดมะม่วงให้สนิท จัดเรียงผลมะม่วงในตะกร้าพลาสติก วางห่อกระดาษที่มีถ่านแก๊สบรรจุกระจายให้ทั่วตะกร้า อัตราที่เหมาะสมของถ่านแก๊สสำหรับบ่มผลมะม่วงคือ 20 กรัมต่อมะม่วง 1 กิโลกรัม ดังนั้นถ้าบ่มมะม่วงจำนวน 20 กิโลกรัม ควรใช้ถ่านแก๊ส 400 กรัม ทำการวางถ่านแก๊สเป็น 3 ชั้น ชั้นละ 3 ห่อ ห่อละประมาณ 45 กรัม รวมทั้งหมด 9 ห่อ วางแทรกระหว่างชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นล่างของผลมะม่วงที่จัดเรียงไว้ในตะกร้าพลาสติก ห่อปิดผลมะม่วงที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกให้มิดชิด เพื่อให้ความชื้นจากผลมะม่วงทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้เป็นก๊าซอะเซทิลีน (acetylene; C_2H_2) ซึ่งมีสมบัติเร่งการสุกของผลไม้ ระยะเวลาบ่ม 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นเอาถ่านแก๊สออก ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอีกเป็นเวลา 1 วัน ผลมะม่วงจะสุกพร้อมบริโภคและนำไปวางจำหน่าย

2) การบ่มด้วยเอทีฟอน โดยการจุ่มผลมะม่วงในสารละลายเอทีฟอน (ethephon) อัตราความเข้มข้น 500-1,000 ppm เป็นเวลา 1-3 นาที (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2552; จริงแท้ ศิริพานิช, 2538) ผึ่งให้แห้ง สำหรับผลมะม่วงที่ยังคงมีหยดน้ำเกาะอยู่ ให้ใช้ผ้าสะอาดเช็ดให้แห้ง แล้วจึงนำผลบรรจุลงในตะกร้าขนาดความจุ 25 กิโลกรัม ที่กรุด้วยกระดาษปรู๊ฟ โดยรอบทั้งด้านข้างและก้นตะกร้า โดยเหลือปลายด้านบนของกระดาษให้เพียงพอสำหรับปิดคลุมมะม่วงด้านบนได้อย่างมิดชิด ระยะเวลาการบ่ม 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การที่เอทีฟอนสามารถกระตุ้นการสุกของผลมะม่วงได้ เนื่องจากสารละลายเอทีฟอนเมื่อถูกเจือจางด้วยน้ำทำให้ความเป็นกรด-เบส (pH) เพิ่มสูงขึ้น จาก pH เท่ากับ 2 เพิ่มขึ้นเป็น 8-9 เมื่อ pH ของสารละลายเอทีฟอนเพิ่มสูงขึ้น จะปลดปล่อยก๊าซเอทิลีน และช่วยกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการผลิตก๊าซเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ผลมะม่วงเกิดการสุกขึ้น

3) การบ่มด้วยก๊าซเอทิลีน ซึ่งผลไม้หลาย ๆ ชนิดสามารถผลิตขึ้นเองได้ในระหว่างการสุก การบ่มมะม่วงด้วยก๊าซเอทิลีนสามารถทำหลังจากบรรจุผลมะม่วงในกล่องกระดาษลูกฟูกพร้อมจำหน่าย นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปล่อยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้นระหว่าง 100-200 ppm เข้าไปในตู้บ่มเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงปล่อยก๊าซเอทิลีนออก และวางผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน ผลมะม่วงจะ

สุกพร้อมบริโภคและนำไปวางจำหน่ายต่อไปได้ (เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ, 2550) ขณะที่ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่เหมาะสมในการบ่มมะม่วงมหาชนก 100 ppm เป็นเวลา 12-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงสุกภายใน 5-6 วัน แต่หากบ่มมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่อุณหภูมิห้องจะใช้เวลาในการสุก 3-4 วัน (อภิตา บุญศิริ และคณะ, 2548) นอกจากนี้การบ่มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ด้วยถ่านแก๊ส (แคลเซียมคาร์ไบด์) สารละลายเอทีฟอน และก๊าซเอทิลีน ในความเข้มข้นและระยะเวลาการบ่มที่เหมาะสม สามารถกระตุ้นให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 สุกได้อย่างสม่ำเสมอ แต่ในปัจจุบันหลายประเทศ ได้มีการประกาศห้ามใช้ถ่านแก๊สทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว เช่น กลุ่มประเทศยุโรป และประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง ในส่วนของเอทีฟอนสามารถใช้ได้

18.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการบ่มผลมะม่วง

การบ่มผลมะม่วงเพื่อให้ได้คุณภาพดี ผิวผลสวยงาม และลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าได้ ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) พันธุ์มะม่วง มะม่วงต่างพันธุ์มีการตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนแตกต่างกัน เช่น ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่เหมาะสมสำหรับการบ่มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ คือ 200 ppm เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ, 2550) ขณะที่มะม่วงพันธุ์มหาชนกใช้ก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้มะม่วงสุกได้ (อภิตา บุญศิริ และคณะ, 2548) สำหรับมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์สามารถบ่มสุกด้วยก๊าซเอทิลีน 200 ppm หรือสารเอทีฟอน 1,000 ppm หรือบ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัมต่อน้ำหนักมะม่วง 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทั้งนี้มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เป็นมะม่วงที่ตอบสนองไวต่อก๊าซเอทิลีน หรือสารเอทีฟอน ระยะเวลา 2 วัน ผลมะม่วงสามารถสุก ขณะที่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ และมะม่วงพันธุ์มหาชนกต้องใช้เวลานานในการพัฒนาผลสุกนาน 4 วัน (อภิตา บุญศิริ และจริงแท้ ศิริพานิช, 2550) นอกจากนี้ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 จำเป็นต้องเพิ่มอีก 1 ขั้นตอน ก่อนเก็บเกี่ยวในแปลงปลูกคือ การห่อผลถ้วยถุงกระดาษคาร์บอน 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล ชั้นในสีดำ เพื่อลดการสังเคราะห์สารสีเขียวของคลอโรฟิลล์บนผิวของเปลือกมะม่วง หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำมาบ่ม ผิวผลมะม่วงสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งผล แต่หากไม่ทำการห่อผล เปลือกผลจะมีการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผู้บริโภคเข้าใจว่ามะม่วงยังไม่สุก (เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ, 2547)

2) วัยของผลมะม่วง หรืออายุการพัฒนาผล ผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และจมน้ำเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการบ่มมะม่วง หากใช้มะม่วงที่จมในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีอาการเนื้อผลช้ำบริเวณใกล้เมล็ด (jelly seed) เกิดขึ้นบริเวณเนื้อมะม่วง เนื่องจากมะม่วงมีความแก่มากเกินไป แต่หากใช้มะม่วงลอยน้ำ ซึ่งเป็นมะม่วงอ่อนมาบ่ม จะพบการเหี่ยวของเปลือกมะม่วงหลังการบ่มเกิดขึ้น และมะม่วงจะไม่มีรสชาติหวาน (อภิตา บุญศิริ และจริงแท้ ศิริพานิช, 2550)

3) อุณหภูมิสำหรับการบ่มมะม่วง อุณหภูมินับเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่ม เพื่อให้ได้ลักษณะของมะม่วงที่สวยงาม และลดการเน่าเสียของมะม่วงสุก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-23 องศาเซลเซียส แต่สามารถบ่มมะม่วงที่อุณหภูมิ 15.5-18.0 องศาเซลเซียส แต่รสชาติยังคงเปรี้ยว แต่หากจะให้มะม่วงมีรสชาติที่ดีขึ้น ให้ย้ายมะม่วงที่สุกแล้วจากอุณหภูมิ 15.5-18.0 องศาเซลเซียส ไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 21-24 องศาเซลเซียส อีก 3 วัน ถ้าหากบ่มมะม่วงที่อุณหภูมิระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียส จะได้มะม่วงที่มีสีผิวเหลืองเข้ม และอาจพบช่องอากาศ (lenticel) เป็นจุดสีน้ำตาลดำเล็ก ๆ เมื่อเอามือจับจะรู้สึกสาก และอาจพบผลเน่าเสียจากเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ (Slaughter, 2009) เนื่องจากอุณหภูมิภายในภาชนะบ่มมะม่วงสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิห้องบ่ม 5 องศาเซลเซียส เช่น หากบ่มมะม่วงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือที่อุณหภูมิห้อง 27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของมะม่วงภายในภาชนะบ่มจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 25 และ 32 องศาเซลเซียส (เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ, 2550) หากอุณหภูมิห้องบ่มสูงมากกว่า 32 องศาเซลเซียส อาจส่งผลให้ผลมะม่วงมีการสุกผิดปกติ คือมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ ผลเกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติได้ (Sommer and Arpaia, 1992)

4) ความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมสำหรับการบ่มผลมะม่วงควรอยู่ในช่วง 90-95 เปอร์เซ็นต์ และไม่ควรต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หากบ่มมะม่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 60-65 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงจะมีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการบ่ม 10 เปอร์เซ็นต์ (Amin *et al.,* 2008) แต่หากบ่มมะม่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-95 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงระหว่างการบ่มเหลือเพียง 6-8 เปอร์เซ็นต์ (เจริญ ขุนพรหม, 2550)

5) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในห้องบ่มควรมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (Kader, 2012) แต่ภายในภาชนะบ่มผลมะม่วงอาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มสูงขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของห้องบ่ม ยิ่งอุณหภูมิห้องบ่มสูงการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องบ่มผลมะม่วงจะยิ่งสูงขึ้น ทั้งนี้ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เพิ่มสูงขึ้นถึง 3.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการบ่มที่อุณหภูมิ 25 และ 20 องศาเซลเซียส มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในภาชนะบ่มสูงขึ้นเป็น 2.11 และ 1.95 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ เกิดขึ้นจากการที่ผลมะม่วงมีการหายใจเพิ่มขึ้นระหว่างการสุก (เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ, 2550) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกิน 4 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลกระทบต่อการสุกของมะม่วง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองลดลง

18.3 ประโยชน์ของการบ่ม

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภทที่บ่มให้สุก (climacteric fruit) โดยทั่วไปแล้วสามารถปล่อยให้มะม่วงสุกเองได้ตามธรรมชาติ แต่จะช้าและเกิดการเน่าเสียได้ง่าย เนื่องจากการทำลายของเชื้อโรคและหากเก็บเกี่ยวผลที่มีความแก่ไม่สม่ำเสมอ จะทำให้ผลมะม่วงสุกไม่พร้อมกัน ทำให้มีคุณภาพต่ำ สีผิวไม่สวย สูญเสียน้ำหนักมาก การบ่มจึงเป็นวิธีการที่ช่วยแก้ปัญหาได้ และยังสามารถกำหนดวันสุกของผลไม้ให้ตรงกับความต้องการของตลาด การบ่มช่วยเร่งให้ผลสุกพร้อมกัน สามารถช่วยชะลอการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชที่ก่อให้เกิดผลเน่าได้ดีกว่าการปล่อยให้ผลสุกเองตามธรรมชาติ

สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเมื่อใกล้สุก เปลือกและเนื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่เนื้อยังคงมีปริมาณกรดสูงทำให้มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ดังนั้นเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับผู้บริโภค และผู้ประกอบการบางราย จึงได้ทำแผ่นเทียบสีมาปิดบนผลมะม่วงเพื่อแนะนำให้ผู้บริโภคเลือกรับประทานในระยะที่ชอบ ถ้าหากสีผิวผลเป็นสีเหลืองและเนื้อผลอ่อนนิ่มแล้วจะมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว หากสีผิวผลเปลี่ยนเป็นสีส้ม ผลมะม่วงจะมีรสชาติหวาน

19. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทางเรือ (พีระศักดิ์ ฉายประสาท, 2561)

19.1 การคัดแยกความแก่ของมะม่วงด้วยการลอยน้ำ

นำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เก็บเกี่ยวจากสวน อายุผล 110-115 วัน หลังดอกบาน มาลอยในน้ำเปล่าผลมะม่วงที่ลอยจะเป็นมะม่วงอ่อน (อ่อนกว่า 80 เปอร์เซ็นต์) จากนั้น นำมะม่วงที่จมในน้ำเปล่าไปลอยในน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ ผลมะม่วงที่จมอยู่ด้านล่างเป็นมะม่วงที่แก่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงที่ลอยอยู่บริเวณผิวน้ำเป็นมะม่วงที่แก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 61 มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ (จมในน้ำเปล่า)

19.2 คัดแยกขนาด ใส่โฟมกันกระแทก จัดส่งมายังโรงอบไอน้ำ

ทำการคัดคุณภาพมะม่วงเบื้องต้น ณ โรงคัดคุณภาพมะม่วง โดยทำการตรวจสอบคุณภาพ คัดแยกเกรด ชั่งน้ำหนักเพื่อแยกขนาดของผลมะม่วง ทำความสะอาดเบื้องต้น และตัวแทนบริษัทส่งออกจะมาทำการคัดเลือกมะม่วงอีกครั้ง มะม่วงที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะถูกบรรจุในตาข่ายโฟมก่อนนำมาบรรจุลงตะกร้าพลาสติกแล้วนำไปชั่งน้ำหนักโดยรวมในแต่ละตะกร้า พร้อมระบุเกรดของมะม่วงและน้ำหนักไว้ที่ตะกร้า ทำการจัดส่งไปยังโรงงานอบไอน้ำและคัดบรรจุสำหรับส่งออก

ภาพที่ 62 การคัดแยกคุณภาพมะม่วงและใส่ตาข่ายโฟมกันกระแทก

ภาพที่ 63 มะม่วงที่เรียงใส่ตะกร้ารอขนขึ้นรถเพื่อไปโรงอบไอน้ำ

19.3 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ณ โรงอบไอน้ำและคัดบรรจุ

เมื่อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาถึงโรงอบไอน้ำและคัดบรรจุ เจ้าหน้าที่จะสุ่มตัวอย่างมะม่วงเพื่อนำไปตรวจสารตกค้าง หลังจากนั้นทำการแยกตาข่ายโฟมออกจากมะม่วง ตัดขั้วมะม่วงให้เหลือประมาณ 0.5 เซนติเมตร และจุ่มฆ่าเชื้อในน้ำคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm เพื่อควบคุมและกำจัดโรคหลังการเก็บเกี่ยว

ภาพที่ 64 เจ้าหน้าที่สุ่มตัวอย่างมะม่วงตรวจสารตกค้าง

ภาพที่ 65 แยกตาข่ายโฟมออกจากมะม่วงและตัดขั้วผล

ภาพที่ 66 ล้างด้วยน้ำคลอรีน

หลังจากนั้นนำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการล้างฆ่าเชื้อแล้วมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศา-เซลเซียส ที่มีการเติมสารป้องกันกำจัดโรคพืช อะซอกซีสโตรบิน (Azoxystrobin) อัตรา 150 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 1,000 ลิตร เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นจุ่มในน้ำเย็น 1 นาที ยกวางบนพาเลท ผึ่งให้แห้ง แล้วเตรียมเข้าห้องอบไอน้ำ

ภาพที่ 67 จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

ภาพที่ 68 จุ่มในน้ำเย็น 1 นาที ยกวางบนพาเลทเตรียมเข้าห้องอบไอน้ำ

19.4 อบไอน้ำ

เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นให้ความสำคัญด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช มีความเข้มงวดในการควบคุมตรวจสอบสินค้าพืชและอาหารนำเข้า จึงมีข้อกำหนดกฎระเบียบการนำเข้าสินค้า โดยมะม่วงและมังคุดต้องผ่านการอบไอน้ำเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ก่อนการส่งออก และสินค้าผลไม้ทุกชนิดที่นำเข้าต้องมีใบรับรองสุขอนามัยพืช (Phytosanitary certificate, PC) กำกับสินค้าไปทุกครั้ง ดังนั้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่จะส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นต้องมีการอบไอน้ำทุกครั้ง

ขั้นตอนการอบไอน้ำ เริ่มจากการนำมะม่วงที่ผ่านการล้างจุ่มร้อน จุ่มเย็นแล้วเรียงมะม่วงใส่ลังพลาสติกเป็นแนวตั้ง เพื่อให้หยดน้ำที่ผิวมะม่วงหยดลงและผิวแห้งง่ายขึ้น หลังจากนั้นนำเข้าตู้อบไอน้ำ ที่อุณหภูมิคงที่ 47 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ผ่านการวิจัยแล้วว่า จะทำให้ไข่แมลงวันทองฝ่อได้ โดยมะม่วงสุกยังคงมีรสชาติคงเดิม ใช้เวลาทั้งหมด 3-4 ชั่วโมง

ภาพที่ 69 เรียงมะม่วงใส่ลังพลาสติกและนำลังมะม่วงเข้าตู้อบไอน้ำ

เมื่อนำมะม่วงออกจากตู้อบไอน้ำ ขั้นตอนต่อไปคือ ทำให้มะม่วงเย็นลงและแห้ง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาทีต่อมะม่วง 2,000 กิโลกรัม มะม่วงจะถูกตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาอีกครั้ง ว่ามีจุดดำ หรือมีร่องรอยของการทำลายของโรคหรือไม่

19.5 คัดแยกขนาด

ทำการคัดแยกขนาดด้วยเครื่องคัดแยกขนาด แบ่งขนาดของมะม่วงโดยดูจากจำนวนมะม่วงต่อกล่อง (น้ำหนัก 4.5 กิโลกรัม) แบ่งเป็น 6 ขนาด ดังนี้

1. ขนาดจัมโบ้ จำนวนน้อยกว่า 10 ลูกต่อกล่อง (ขายในประเทศ)
2. ขนาด 3L จำนวน 10 ลูกต่อกล่อง
3. ขนาด 2L จำนวน 12 ลูกต่อกล่อง
4. ขนาด L จำนวน 14 ลูกต่อกล่อง
5. ขนาด M จำนวน 16 ลูกต่อกล่อง
6. ขนาด S จำนวน 18 ลูกต่อกล่อง

ภาพที่ 70 การคัดแยกขนาด

19.6 การบรรจุ

ห่อมะม่วงด้วยโฟมตาข่ายกันกระแทก ติดสติกเกอร์ข้อมูลสินค้า แล้วทำการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere storage) โดยการใส่มะม่วงในถุงพลาสติก white ethylene absorbing bags (WEB) ผลิตโดยบริษัท ตัง บรรจุภัณฑ์ จำกัด ร่วมกับมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมีอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (OTR) เท่ากับ 550 มิลลิลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (WTR) เท่ากับ 1.3 มิลลิลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ความหนาเท่ากับ 20 ไมครอน และความหนาแน่น เท่ากับ 0.910-0.925 กรัมต่อตารางเมตร ขมวดปมและพันปลายถุง

ภาพที่ 71 ติดสติกเกอร์และใส่ตาข่ายโฟม

ภาพที่ 72 การบรรจุมะม่วงในถุงพลาสติกยืดอายุ

บรรจุมะม่วงลงกล่อง กล่องละ 4.5 กิโลกรัม ผลมะม่วงที่บรรจุใส่กล่องเรียบร้อยพร้อมที่จะปิดกล่อง โดยจะใส่แผ่นฟองน้ำรองกันกระแทกทั้งด้านล่างและด้านบนของกล่อง กล่องบรรจุมะม่วงจะถูกผนึกอย่างแน่นหนาด้วยแถบพลาสติกใส และกล่องจะถูกประทับตราที่เขียนว่า TREATED-PQ-DOA-THAILAND ซึ่งเป็นมะม่วงได้ผ่านการอบไอน้ำจากประเทศไทยที่ได้มาตรฐานสินค้าแล้ว หลังจากนั้นรอการตรวจของเจ้าหน้าที่ เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้วจึงนำไปวางเรียงในแท่นวางสินค้าเพื่อการขนย้าย (pallet) เก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อรอการขนส่งไปยังท่าเรือ

ภาพที่ 73 การเรียงมะม่วงลงกล่องและปิดผนึก

ภาพที่ 74 บรรจุกล่องมะม่วงและติดสติกเกอร์ที่กล่อง

ภาพที่ 75 เรียงกล่องมะม่วงบนพาเลท เข้ามุมเพื่อไม่ให้กล่องขยับได้

19.7 จัดส่งยังไปท่าเรือและส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นทางเรือ

นำพาเลทมะม่วงลำเลียงใส่รถตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อขนส่งไปที่ท่าเรือคลองเตยหรือท่าเรือแหลมฉบัง

ภาพที่ 76 ขนย้ายพาเลทกล่องมะม่วงเข้าตู้คอนเทนเนอร์และขนส่งไปยังท่าเรือ

สรุป

การดูแลต้นมะม่วงระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง เป็นการดูแลการพัฒนาของผลมะม่วงตั้งแต่ระยะที่มีการแทงช่อดอก ระยะดอกบาน ระยะติดผล และระยะเก็บเกี่ยว หลังจากที่ดอกบานแล้วก็จะเข้าสู่ระยะติดผล ซึ่งในระยะติดผลมีการปฏิบัติ ประกอบด้วย การตัดแต่งผลหรือการปลิดผลเป็นการควบคุมปริมาณผลให้มีจำนวนที่สมดุลกับปริมาณอาหารที่มีการสะสมไว้ในแต่ละกิ่งหรือแต่ละด้านของลำต้น รวมทั้งความสมดุลกับความสมบูรณ์ของต้นโดยรวม เพื่อป้องกันการแย่งอาหารของจำนวนผลที่มีปริมาณมากเกินไป อีกทั้งยังเป็นการคัดเลือกผลมะม่วงให้คงไว้เฉพาะผลที่มีคุณภาพดีจนถึงระยะเก็บเกี่ยว นอกจากนี้การห่อผลเป็นการคลุมผลมะม่วงด้วยวัสดุห่อต่าง ๆ ที่เกษตรกรเลือกใช้ เพื่อเป็นการปกป้องผลมะม่วงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชและโรคพืช อีกทั้งการห่อผลมะม่วงยังสามารถเพิ่มคุณภาพให้แก่ผลมะม่วง ทำให้ผลมะม่วงมีสีสดใสเกลี้ยงเกลา มีผิวที่สวยงาม ไม่มีรอยขีดข่วน และผลมีการหลุดร่วงที่ลดลง ช่วยเร่งการสุกแก่ของผลและทำให้ปริมาณการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงคุณภาพดีปริมาณมากขึ้น และยังสามารถลดปริมาณการใช้สารเคมี เมื่อมะม่วงเจริญเติบโตเต็มที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ โดยการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงควรคำนึงถึงอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยมะม่วงแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันไป วิธีการเก็บเกี่ยวและอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลผลิต ความแก่อ่อนของผลผลิต และตำแหน่งผลผลิต มีทั้งการเก็บเกี่ยวด้วยมือ และเครื่องจักรกล อีกทั้งผู้เก็บเกี่ยวต้องมีประสบการณ์ เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตจากแปลงปลูกต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลผลิต ได้แก่ การตรวจสอบโดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปีด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด การตรวจสอบโดยการส่งผ่านคลื่นเสียง การทดสอบโดยคลื่นเหนือเสียง และการตรวจสอบโดยใช้ภาพถ่ายเอกซเรย์ หลังจากนั้นทำการล้างผลผลิตก่อนนำไปปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว วิธีการล้างผลมีหลายวิธี เช่น การล้างด้วยสารละลายคลอรีน ด่างทับทิม สบู่ กรดชนิดต่างๆ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ น้ำอิเล็กโทรไลต์ ปฏิกิริยาที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไทเทเนียมไดออกไซด์ และโอโซน ร่วมถึงวิธีการอบไอน้ำและการฉายรังสีที่นิยมใช้สำหรับมะม่วงที่ส่งออกไปยังต่างประเทศ ในส่วนของการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและลดการเกิดโรคของผลมะม่วงเพื่อให้สามารถขนส่งไปจำหน่ายในระยะไกลได้นั้น ในปัจจุบันมีหลายวิธีที่นิยมใช้ เช่น การจุ่มน้ำร้อน การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปลง การเคลือบผิวผล (fruit coating) และการลดอุณหภูมิ (Precooling) และการบรรจุเป็นการรวบรวมผลผลิตเพื่อจัดส่งไปยังผู้บริโภค จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการบรรจุ ได้แก่ วิธีการบรรจุ ภาชนะบรรจุ วัสดุกันกระแทก บรรยากาศในภาชนะบรรจุ ตลอดจนอุณหภูมิของผลผลิตและห้องเก็บรักษา โดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลผลิตและการขนส่ง ทำให้สามารถช่วยลดการ

สูญเสีย ยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มมูลค่าของผลผลิตได้ ดังนั้นการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวจึงมีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของผลผลิตก่อนถึงมือผู้บริโภค

20. เอกสารอ้างอิง

กชกร กองแก้ว วิษณุ นิยมเหล่า และภูวนาท ฟักเกตุ. (2548). การศึกษาผลของไคโตซานที่มีผลต่อผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ : ก่อนการเก็บเกี่ยว. หน้า 252. ใน: *การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5* ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา ชลบุรี.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2547). *เอกสารวิชาการ การผลิตมะม่วงเพื่อส่งออกญี่ปุ่น*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 42 หน้า.

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. (2553). *ผลของแสงและน้ำตาลต่อการสะสมแอนโทไซยานินและการเกิดสีแดงในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

กานดา หวังชัย ชานนท์ เพาะเจาะ และจำนงค์ อุทัยบุตร. (2550). ประสิทธิภาพของน้ำยาฆ่าเชื้อกลุ่ม active oxygen ในการควบคุมโรค anthracnose ของมะม่วงน้ำดอกไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38*(5 พิเศษ): 213-216.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2538). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 369 หน้า.

_____. (2542). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 396 หน้า.

_____. (2549). *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.

เจริญ ขุนพรหม และอภิตา บุญศิริ. (2547). ผลของการห่อผลต่อคุณภาพการบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร(สาขาวิทยาศาสตร์) 35*: 167-172.

_____. (2550). ผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมระหว่างการบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร (สาขาวิทยาศาสตร์) 38*(5 พิเศษ): 119-122

ฉลองชัย แบบประเสริฐ. (2552). *การปลูกมะม่วงบนพื้นที่สูง*. โครงการผลิตเอกสารวิชาการเผยแพร่ ปีงบประมาณ 2552. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ. 63 หน้า.

เฉลิมขวัญ วิชัยชาติ นิธิยา รัตนาปนนท์ และอุษาวดี ชนสุต. (2551). ผลของสารฆ่าเชื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. *การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7*. พิษณุโลก. 391 หน้า.

ณัฐพงศ์ สัตยพานิช และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. (2551). ผลของฮอร์โมนบราสิโนสเตียรอยด์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงน้ำดอกไม้. หน้า. 135-141. ใน : *สัมมนาวิชาการพืชสวน* ภาคการศึกษาที่ 1/2551 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ดรุณี สมณะ. (2553). *ผลของสารคล้ายบราสซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดิศร ริมประนาม. (2541). *ผลของการห่อผลและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ในระหว่างการพัฒนาของผล*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ธนิต มินวงษ์. (2547). *อิทธิพลของแสงต่อการสร้างแอนโทไซยานินและสารต้านเชื้อราและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ธีรวุฒิ มาประชา. (2540). *อิทธิพลของ GA_3, GA_{4+7} และ GA_{4+7}+BA ต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และฟ้าลั่น*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. (2548). *การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. โอเดียนสโตร์, กรุงเพทฯ. 248 หน้า.

นิพนธ์ วิสารทานนท์. (2542). *โรคมะม่วง.* สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2555. จากhttps://kukr.lib.ku.ac.th/proceedings/index.php?/KUCON/search_detail/result/6811

นุชนาฏ ภักดี และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2556). ผลของการเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44*(3 พิเศษ): 194-196.

บัณฑิต เจริญทรัพย์. (2555). *การศึกษาพารามิเตอร์ของการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการสลายตัวของเอทิลีนและการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงน้ำดอกไม้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร และศิริชัย กัลยาณรัตน์. (2550). *การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 5.* โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพฯ.

ปรรัตน์ เซ็นต์กลาง. (2544). *การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการบรรจุผลมะม่วงสดที่มีการปฏิบัติทางการค้า.* (วิทยานิพนธ์ปริญญโท สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

ป้องเกียรติ ถาแก้ว จำนงค์ อุทัยบุตร และกานดา หวังชัย. (2554). ผลยับยั้งของปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แสงเป็นตัวเร่งของไททาเนียมไดออกไซด์ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42* (3พิเศษ): 315-318.

พรชัย ราชตนะพันธุ์ สุพัฒน์ คำไทย และดวงใจ น้อยวัน. (2553). ผลของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจากกระดาษดูดซับ เอทิลีนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.41*(1 พิเศษ): 227-230.

พันทิพา อินทรวิชัย. (2551). *เครื่องจักรกลเพื่อการเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว.* ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร, ปทุมธานี. 160 หน้า.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท และคณะ. (2552). *การวิจัยและพัฒนาคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออกของเกษตรจังหวัดพิษณุโลก.* รายงานฉบับสมบูรณ์. 120 หน้า.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2552). *เทคโนโลยีการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองนอกฤดูเพื่อการส่งออก*. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา.

_____. (2553). *การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง*. สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.riclib. nrct.go.th/ebook/fruit/mango.pdf

_____. (2561). *การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออกตลาดประเทศญี่ปุ่นโดยการขนส่งทางเรือ* (รายงานฉบับสมบูรณ์). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มาโนชญ์ กูลพฤกษี สายชล เกตุษา และสุรนันท์ สุภัทรพันธ์. (2536). ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีต่อคุณภาพและการเกิดความเสียหาย เนื่องจากอุณหภูมิต่ำของผลมะม่วงน้ำดอกไม้. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขาวิทยาศาสตร์). 27*: 115-124.

ยุทธนา จันทร์ชารา.(2551). ผลของแสง เอทีฟอน และกรดแอบไซซิกต่อปริมาณแอนโทไซยานินและแอกทิวิตีของพีนิลอะลานีน แอมโมเนีย-ไลเอส ในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกระหว่างการเจริญของผล. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2555). ผลของสารละลายแคลเซียม-โบรอน (Ca-B) ที่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงมหาชนก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43*(3 พิเศษ): 444-447.

รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. (2556). ผลของสารละลายเมทิลจัสโมเนตต่อการเกิดสีแดง คุณภาพ และการยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์มหาชนก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44*(3 พิเศษ) : 229-232.

รัมม์พัน โกศลานันท์ และคณะ. (2554). *การขัดล้างด้วยน้ำร้อน:ทางเลือกสำหรับการอบไอน้ำเพื่อลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วง*. สืบค้นเมื่อ. 28 พฤศจิกายน. 2554, จาก http://www.phtnet.org/research/ download/phtic-seminar/682.pdf.

เรวัติ ชัยราช. (2554). การประยุกต์ใช้กล่องบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศโดยใช้หน้าต่างซิลิโคนเมมเบรนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. *การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9.* ชลบุรี.

วันดี ภควัตมงคล. (2539). *ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีผิวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์ทองดำ.* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

วารุณี วงค์ชมภู. (2543). *ผลของแสงและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดต่อแอกติวิตีของเอนไซม์ ฟีนิลอะลานีน แอมโมเนีย-ไลเอส และการพัฒนาสีแดงในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์เคนท์*. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาชีววิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

วิชชา สะอาดสุด เสาวนี แก้วพระเวช และปริญญา จันทรศรี. (2552). ผลของอุณหภูมิต่ำต่อเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40*(3 พิเศษ): 605-608.

วิลาวัลย์ คำปวน. (2556). ดัชนีการเก็บเกี่ยว. ใน ธวัชชัย รัตน์เลิศ วิลาวัลย์ คำปวน และธีรนุช เจริญกิจ. *มะม่วง*. เชียงใหม่ : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว.

วิลาวัลย์ คำปวน และจำนงค์ อุทัยบุตร. (2554). *การศึกษาผลระยะความแก่ต่ออายุการเก็บรักษาของมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพอุณหภูมิต่ำเพื่อขยายเวลาการจำหน่ายและขนส่ง*. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเครือข่ายภาคเหนือ, เชียงใหม่. 43 หน้า.

_____. (2550). การเปรียบเทียบคุณภาพของส้มเปลือกล่อนพันธุ์สีทองและสายน้ำผึ้งจากแหล่งผลิตที่ต่างกันหลังการเคลือบผิว. หน้า. 29-32. ใน *สัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 5*. 28-29 มิถุนายน 2550. กรุงเทพฯ.

วิลาสิณี ชูช่วง วิลาวัลย์ คำปวน กอบเกียรติ แสงนิล และจำนง อุทัยบุตร. 2554. ผลของการบรรจุถุงพอลิเอไมด์และพอลิเอทิลีนที่อุณหภูมิต่ำต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42*(1 พิเศษ): 611-614.

วุฒิคุณ กรรำ. (2530). *การเติบโตและดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

ศศิธร อินอ่อน นิธิยา รัตนปนนท์. (2546). การตอบสนองของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ. *วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 34*(4-6 พิเศษ): 33-36.

ศิระษา เจ็งสุขสวัสดิ์ และเสรี วงส์พิเชษฐ์. (2546). การศึกษาปัจจัยสำหรับการออกแบบเครื่องคัดขนาดมะม่วงที่ใช้ พีแอลซี เป็นอุปกรณ์ควบคุม. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 34*(4-6 พิเศษ): 25-28

ศิวาพร ธรรมดี ธนะชัย พันธ์เกษมสุข ฉันทลักษณ์ ติยายน และดรุณี นาพรหม. (2551). *การพัฒนาสีผิวและคุณภาพผลของมะม่วงพันธุ์มหาชนก*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 63 หน้า.

ศุภลักษณ์ พิริยะพันธุ์สกุล และศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. (2548). *ผลของการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ (Hydrocooling) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้*. สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2555, จาก http://www.phtnet.org/newsletter/Issue12 /pht_research_update.asp

สมบัติ ตงเต๊า. (2533). *การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วง (Mangifera indica L.) พันธุ์แรด*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

สมศิริ แสงโชติ และวนิดา สีหาไชย. (2551). การเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำร้อนเพื่อการควบคุมโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 39* ฉบับที่ 3(พิเศษ). หน้า 115-118.

สรรพมงคล บุญกัน. (2545). *การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเคมีในระหว่างการเจริญเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก.* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาชีววิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

สักขี แสนสุภา. (2545). หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กลยุทธ์การเพิ่มมูลค่าสินค้า. *อุตสาหกรรมสาร 45* (กรกฎาคม-สิงหาคม). หน้า 21-28

สายชล เกตุษา วิจิตร วังใน และกาญจนา เหลืองสุวาลัย. (2538). *การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และการบ่มให้สุกของผลมะม่วงพันธุ์แก้วจุก*. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2538. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 62 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). (2550). *คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา.* กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 115 หน้า.

สุพัฒน์ คำไทย. (2550). การประเมินประสิทธิภาพกระดาษถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เศรษฐกิจ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38*(5 พิเศษ): 25-28.

_____. (2554). การประเมินประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์แอกทีฟเยื่อกระดาษขึ้นรูปสำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42*(1 พิเศษ): 591-594

สุมิตร วิลัยพร บุณรดา ไชยกันทา และพัชรินทร์ ปลุกเสก. (2551). ผลของการห่อผล การสุกของผลและการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต หน้า. 115. ใน: *การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7.*

เสาวลักษณ์ กังวานตระกูล. (2530). *การเติบโตและดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธ์เขียวเสวย*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

อภิชาต ศรีสะอาด. (2551). *8 เซียนมะม่วงนอกฤดู*. บริษัทนาคา อินเตอร์มีเดีย, กรุงเทพ. 133 หน้า.

อภิตา บุญศิริ จิตติมา จิรโพธิธรรม ยุพิน อ่อนศิริ สมนึก ทองบ่อ อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์ และ พิษณุ บุญศิริ. (2555). การใช้ฟิล์มบรรจุภัณฑ์พอลิเมอร์คอมโพสิตในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4. *การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 10*. ขอนแก่น. 205 หน้า.

อภิตา บุญศิริ เจริญ ขุนพรหม ยุพิน อ่อนศิริ สมนึก ทองบ่อ และพิษณุ บุญศิริ. (2548). ปัจจัยที่เหมาะสมในการบ่มมะม่วงมหาชนกเพื่อการค้า. *วิทยาสารกำแพงแสน.3*(2): 1-10.

อภิตา บุญศิริ. (2553). กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงเพื่อการส่งออก. *วารสารเคหการเกษตร*. สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิการยน 2554, จาก http://www.kehakaset.com/index.php?option.

_____. (2553). *วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงและมังคุดเพื่อการส่งออก*. เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนา “การพัฒนาการผลิตมะม่วงอย่างยังยืน”. 20 กรกฎาคม 2553. ณ อาราญาน่าภูพิมาน รีสอร์ทแอนด์สปา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา. 14 หน้า.

อภิตา บุญศิริ และจริงแท้ ศิริพานิช. (2550). *ส่งออกมะม่วงไปต่างประเทศทำอย่างไร*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 37 หน้า

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย วาริช ศรีละออง. (2554). *การจำลองขนส่งมะม่วงบริโภคผลดิบและผลสุก มังคุดและเงาะฉายรังสีแกมมาสำหรับตลาดสหรัฐอเมริกาโดยทางเรือ* (รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง มะม่วง). สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 193 หน้า.

อุบลวรรณ รัตนทิพยาภรณ์ และธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. (2551). ผลของฮอร์โมนบราสิโนสเตียรอยด์ต่อคุณภาพของผลมะม่วงโชคอนันต์ หน้า. 81-87. ใน *สัมมนาวิชาการพืชสวน* ภาคการศึกษาที่ 1/2551 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อุราภรณ์ สะอาดสุด วิชชา สะอาดสุด และโสภณ สิงห์แก้ว. (2546). การประเมินความเสียหายในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34*(พิเศษ): 37-40.

อรุณี พวงมณี และนิพนธ์ วิสารทานนท์. (2533). *การควบคุมโรคผลเน่าของมะม่วงน้ำดอกไม้สีโดยใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา 4 ชนิด ร่วมกับความร้อนที่ 52 องศาเซลเซียส.* สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2555, จากkukr.lib.ku.ac.th/db/BKN/search_detail/result/212075

Amin, M., A.U. Malik, M.S. Mazhar, I.U. Din, M.S. Khalid and S. Ahmad. (2008). Mango fruit desapping in relation to time of harvestion. Retrived November 28, 2011, from http://www.pakbs.org/ pjbot/PDFs/40(4)/PJB40(4) 1587.pdf. arch/viewabstract.asp?research_id=wq652

De Ketelaere, B., M.S. Howarth, L. Crezee, J. De Baerdemaeker. (2006). Postharvest firmness changes as measured by acoustic and low-mass impact devices: *A comparison of techniques. Postharvest Biology and Technology 41*(3): 275-284.

Fallik E., Y. Aharonia, S. Grinberga, A. Copela, and J.D. Klein. (1994). Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. *Crop Protection. 13*(6): 451-454.

Grech, N.M. and F.H. J, Rijkenberg. (1992). Injection of electronically generated chlorine into citrus mirco-irrigation systems for the control of certain waterborne root pathogens. *Plant Dis. 76*, 457 – 461.

John C. Eklund and Alan M. Bond. (1999). Photocatalytic Reactions at Microcrystalline *fac*-Mn $(CO)_3(\eta^2\text{-}Ph_2PCH_2PPh_2)$ Cl–Electrode–Aqueous (Electrolyte) Interfaces. *J. Am. Chem. Soc. 121*(36): 8306–8312.

Kader, A.A. (2002). Postharvest Technology of Horticultural Crop. 3rd Ed. The Pegents of University of California. *Division of Agriculture and Natural Resources Publication*, Oakland 535 pp.

_____. (2012). Mango: Recommendations for maintaining postharvest quality. Retrived July 31, 2012, from http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Mango/

Kamsee, Y. (2008). Postharvest physical and biological changes of ‘Keaw Morakot’ mango. A Thesis submitted to Graduate School in partial fulfillment of requirements for the degree of Doctor of Philosophy in *Horticulture*, The graduate school, Chiang Mai University, Chiang Mai. 225 pp.

Kapse, B.M. and J.S. Katrodia. (2011). Studies on hydorcooling in Kesar mango (*Mangiferaindica* L.) Retrived December 17, 2011, from http://www.pubhort.org/actahort/books/455/455_90.html

Kluge, A.R., L.M. Jomori, P.A. Jakomino, C.M. Vitti and C.D. Vitti. (2003). Intermittent warming of 'TAHITI' to prevent chilling injury during cold storage. Scientia Agricola. 60 (4): 729-734.

Kumpoun, W. and J. Uthaibutra. (2009). Storage life extension of exported 'Nam Dok Mai' mongo by Refrigerated modified atmosphere packing. The 10th *International Controlled & Modified Atmosphere*. 4-7 April 2009. Antalya, Turkey.

Kitis M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. Environment *International. 30*(1): 47-55.

Kim, C., Y.C. Hung and R. E. Brackett. (2000). Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *J Food Protect 63*: 19–24.

Katawatcharakul, W. (2000). Effect of heat treatment on chilling injury in Nang Klangwan mango fruits. *Thesis (M.Sc. Postharvest Technology)* King Mongkut's University of Technology Thonburi, 2000. 94 p

Kruger, F.J., M. Kritzinger, and M. Benuidenhout. (1997). Trials aimed at improving the storage potential of Heidi. (Online). Available: http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp? research_id=wn232 (August 10, 2012).

Mathur, P.B. and H.C. Srivastava. (1955). Effect of skin coating on the storage behavior of mango. *Food research. 20*: 59-566.

Mizrach, A., (2008). Ultrasonic technology for quality evaluation of fresh fruit and vegetables in pre- and postharvest processes. *Postharvest Biology and Technology. 48*(3): 315-330.

_____. (2008). Nondestructive ultrasonic determination of avocado softening process. *Journal of Food Engineering. 40*(3): 139-144.

Mari, M., T. Cembali, E. Baraldi and L. Casalini. (1999). Peracetic acid and chlorine dioxide for postharvest control of *Monilinia laxa* in stone fruit. *Plant Disease 83*: 773-777.

Niyomlao, W. and S. Kanlayanarat. (2003). Effects of hydrocooling on fruit quality and storage life of ‘Nam Dok Mai’ Mango (*Mangiferaindica* L.). p. 361. *In: Proceedings of the APEC symposium on postharvest handling systems.* September 1-3, 2003. Bangkok, Thailand. Retrived July 25, 2012, from http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp? research_id=wu 042.

Pesis, E., D. Aharoni, Z. Aharon, R Ben-Arie, N. Aharoni, and Y. Fuch. (2000). Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. *Postharvest Biology and technology*. 19 : 93-101.

Phakawatmongkol, W., S. Ketsa, and W.G. van Doom. (2004). Variation in fruit chilling injury among mango cultivars. *Postharvest Biology and Technology. 32*: 115-118.

Piriyaphansakul, S. and S. Kanlayanarat. (2005a). Effects of hydro cooling on fruit quality and storage life of ‘namdokmai’ mango (*Mangiferaindica* L.). Division of Postharvest Technology School of Bioresource and Technology King Mongkut’s University of Technology ThonburiThungru, Bangkok. Retrived July 25, 2012, from http://www.phtnet.org/ download/phtic-research/100.pdf.

_____. (2005b). Effects of forced-air precooling on fruit quality and Storage life of ‘Namdokmai’ mango (*Mangiferaindica* L.). Division of Postharvest Technology School of Bioresource and Technology King Mongkut’s University of Technology Thonburi.

Rajeswari, R. and Kanmani, S. (2009) TiO2-based heterogeneous photocatalytic treatment combined with ozonation for carbendazim degradation. Iranian. *journal of environmental health Science and engineering (IJEHSE).* Anna University.India.

Schmilovitch, Z., A. Mizrach, A. Hoffman, H. Egozi. and Y. Fuchs (2000). Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry. *Postharvest Biology and Technology 19*(3):245-252.

Schwaninger, M., J.C. Rodrigues and K. Fackler. (2000). *Journal of Near Infrared Spectroscopy. 19*: 287-308.

Slaughter, D.C. (2009). Nondestructive maturity assessment methods for mango: A review of literature and identification of future research needs. *National Mango Board*. Orlando. FL. USA.

Sornsrivichai, J., P. Anusadorn, C. Oogaki, and H. Gemma. (1998). Storage life and quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. Keaw Sawoey) fruits stored in seal packaging by plastic films And under low pressure at different temperaturs. *Japanese Journal of Tropical Agriculture. 33*: 6-17.

Sommer, N.F. and M.L. Arpaia. (1992). Posth10arvest handling systems: Tropical fruits. In: Kader A.A. (Ed) postharvest Technology of Horticultural of Horticultural Crops, Division of *Agriculture and Natural Resources*, University of Californai. Oakland California. 241-251

Taverner, P. (2004). Peracetic acid: an alternative to chlorine-based chemicals. Packer Newsletter, *S. Aust. Res. Dev. Ints. 76*: 3-4.

Thomas, A. KannanbV. H. Degwekarb M.S. Ramamurthya. (1995). Non-destructive detection of seed weevil-infested mango fruits by X-ray imaging. *Postharvest Biology and Technology*: 161-165

Whangchai, N., N. Nomura, and M. Matsumura, (2003). Phytoplankton control in artificial seawater using electrolytic treatment. *Thai J. Agric. Sci. 36*(3): 297-304.

Yahia, E.M. (1998). Modified and controlled and atmospheres for tropical fruits. Horticultural Reviews 22: 123-183.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณ MRL ของวัตถุมีพิษที่ยอมให้มีได้ในมะม่วงของประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ญี่ปุ่นและไทย

Active Substances	EU MRL (mg/kg)	Japan MRL (mg/kg)	Thai MRL (mg/kg)
Acephate	0.02(1)	-	
Azinphos-methyl	0.5	x	
Carbaryl	1	-	1
Carbendazim	0.1	x	
Carbofuran	0.1	x	
Carbosulfan	0.05	x	
Chlorothalonil	0.01	-	
Chlorpyrifos	0.05	0.05	
Cyfluthrin	0.02	-	
Lambda-Cyhalothrin	0.02	0.5	0.5
Cypermethrin	0.05	-	0.5*
Deltamethrin	0.05	-	0.5
Diazinon	0.02	-	
Dicofol	0.02	-	
Dimethoate	0.02**	-	
Endosulfan	0.05	x	
Ethion	0.1	x	
Fenitrothion	0.5	-	
Fenvalerate	0.02	1.0	1
Malathion	0.5	8.0	
Methamidophos	0.01(1)	-	
Methidathion	0.02	x	
Methomyl	0.05	x	
Mevinphos	0.1	x	

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณ MRL ของวัตถุมีพิษที่ยอมให้มีได้ในมะม่วงของประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ญี่ปุ่นและไทย (ต่อ)

Active Substances	EU MRL (mg/kg)	Japan MRL (mg/kg)	Thai MRL (mg/kg)
Parathion	0.05**	-	
Parathion-menthyl	0.2	0.2	
Permethrin	0.05	5.0	
Phosalone	1	-	
Phosphamidon	0.15	x	
Pirimiphos-methyl	0.05	0.10	
Procymidone	0.02	-	
Profenophos	0.05***	x	0.05
Prothiofos	x	-	
Thiabendazole	5	x	
Triazophos	0.02	-	
Trichlorfon	0.5	0.50	

หมายเหตุ : x = ไม่มีข้อมูลการใช้/ไม่ใช้-มีข้อมูล

- = ไม่กำหนดค่า MRL หรือ “NOT Detected”

* = ค่า MRL เพิ่มขึ้น

** = ค่า MRL ลดลง

*** = ค่า MRL ใหม่

**** = ค่า MRL ของพริกไทย

Maximun Residue Limits (MRL)

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร

ลำดับที่	**ชื่อวัตถุอันตราย**	**ประเภทที่ใช้**	**เดือน ปี ที่ห้าม**	**เหตุผล**
1	Chlordimeform	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	เมษายน 2520	-เป็นสารอันตรายที่ก่อให้เกิดมะเร็ง
2	Leptophos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	เมษายน 2520	-บริษัทขอถอนผลิตภัณฑ์ออกจากตลาดเนื่องจากผลการศึกษามีแนวโน้มอาจเป็นสารก่อมะเร็ง
3	BHC	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มกราคม 2523	-มีสารพิษตกค้างนาน -เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
4	Sodium arsenite	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มีนาคม 2523	-ทำให้เกิดพิษสะสมในดินนาน -เป็นสารที่ทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ผิดปกติ
5	Endrin	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กรกฎาคม 2554	-มีพิษตกค้างนานเสี่ยงภัยในการใช้และการบริโภค -มีพิษตกค้างในเมล็ดพืชที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศทำให้ถูกห้ามนำเข้าผลิตผลทางการเกษตร สิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่ศัตรูที่ต้องการกำจัดมีโอกาสได้รับอันตรายมากเป็นพิษต่อปลาสูงมาก
6	DDT	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มีนาคม 2526	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -มีพิษตกค้างนาน
7	Taxaphene	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มีนาคม 2526	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -มีพิษตกค้างนาน
8	2,4,5-T	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	กันยายน 2526	-มีพิษตกค้างนาน -เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งและอาจทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ผิดปกติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
9	TEPP	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	มิถุนายน 2527	-มีค่าความเป็นพิษต่ำมากมีความเสี่ยงภัยต่อผู้สูงอายุสูง
10	EDB	สารใช้รม (Fumigant)	กรกฎาคม 2529	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งและอาจทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ผิดปกติ
11	Sodium chlorate	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	ตุลาคม 2429	-เป็น strong oxidant ติดไฟง่าย เสี่ยงภัยในการเก็บรักษาและอาจจะระเบิดได้
12	Dinoscb	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤศจิกายน 2529	-เป็นสารที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน (teratogennic effect)ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม -เป็นสารที่อาจมีผลในการก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
13	Captafol	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	เมษายน 2530	-เป็นสารที่อาจมีผลในการก่อให้เกิดมะเร็ง
14	Flooro acetamide	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	กรกฎาคม 2530	-มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ -เสี่ยงภัยต่อการใช้มาก
15	Sodium fluoroacetate	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	กรกฎาคม 2530	-มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำ -เสี่ยงภัยต่อการใช้มาก
16	Cyhexatin	สารกำจัดไร (Acaricide)	พฤษภาคม 2531	-เป็นสารที่มีโลหะหนัก (ดีบุก) -เป็นองค์ประกอบสลายตัวยากในสิ่งแวดล้อม

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
17	Parathion ethyl	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2531	-มีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์สูงมาก โดยเฉพาะการซึมเข้าทางผิวหนังทำให้ผู้ใช้เสี่ยงภัยสูง
18	Dieldrin	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2531	-เป็นสารที่มีพิษตกค้างนานสะสมในสิ่งแวดล้อมร่างกายมนุษย์และร่างกายสัตว์ -ไม่มีการพิสูจน์ในเรื่องพิษเรื้อรังอย่างเด่นชัด -เสี่ยงภัยต่อการใช้มากกว่าสารชนิดอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกันเนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำกว่าสารชนิดอื่น
19	Aldrin	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2531	-เป็นสารที่มีพิษตกค้างนานสะสมในสิ่งแวดล้อมในร่างกายมนุษย์และสัตว์
20	Heptachlor	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2531	-เป็นสารที่มีพิษตกค้างนาน สะสมในสิ่งแวดล้อมในร่างกายมนุษย์และสัตว์
21	Daminozide	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulator)	เมษายน 2532	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
22	Binapacryl	สารกำจัดไร (Acaricide)	กุมภาพันธ์ 2534	-เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งและอาจทำให้ตัวอ่อนในครรภ์ในผิดปกติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
23	Pentachloro phenol	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	สิงหาคม 2536	-เป็นสารที่มีพิษสูงทำอันตรายต่อผิวหนัง -ดูดซึมเข้าร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้รวดเร็ว -สลายตัวได้ยากและมีพิษตกค้างนาน
24	Sodium pentalchloro phenate	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	สิงหาคม 2536	-เป็นสารที่มีสารพิษสูงทำอันตรายต่อผิวหนัง -ดูดซึมเข้าร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้รวดเร็ว -สลายตัวได้ยากมีพิษตกค้างนาน
25	Mercury compounds	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	สิงหาคม 2536	-เป็นสารที่มีพิษสูงทำอันตรายต่อผิวหนัง -ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้รวดเร็ว -สลายตัวได้ยากมีพิษตกค้างนาน
26	Ethylene dichlorride	สารใช้รม (Fumigant)	กันยายน 2537	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
27	Aminocarb	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้
28	Bromophos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
29	Bromophos ethyl	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้
30	Demeton	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้
31	Fentin	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้
32	Nitrofen	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	กันยายน 2537	-มีค่า ADI ต่ำมาก -เสี่ยงภัยต่อการใช้
33	Aramite	สารกำจัดไร (Acaricide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
34	Chlordance	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -มีสารพิษตกค้างนานมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต -หลายประเทศห้ามใช้หรือจำกัดการใช้เนื่องจากมีสารใช้ทดแทนได้
35	Chlordecone	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
36	Chlorophenols	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
37	2,4,5-TP	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
38	Phenothiol	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย

39	MCBP	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
40	Mecoprop	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
41	DBCP	สารใช้รม (Fumigant)	พฤษภาคม 2543	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -ไม่มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย
42	Monocrotophos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -พบพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรในปริมาณสูงเกินค่าปลอดภัย
43	Azinphos ethyl	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง
44	Mevinphos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง
45	Phospha midon	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	พฤษภาคม 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง
46	Azinphos methyl	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
47	Calcium arsenate	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
48	Chlorthiophos	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดไร (Acaricide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
49	Cycloheximide	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
50	Demephion	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
51	Dinoterb	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
52	Dimefox	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดไร (Acaricide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
53	Disulfoton	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดไร (Acaricide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
54	DNOC	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
55	Fensulfothion	สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematicide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
56	Fonofos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
57	Mephosfolan	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
58	Paris green	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
59	Phorate	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
60	Prothoate	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
61	Schardan	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดไร (Acaricide)	มิถุนายน 2543	-มีพิษเฉียบพลันสูง -บางประเทศห้ามใช้
62	Sulfotep	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดไร (Acaricide)	มิถุนายน 2543	-
63	4-amino-amosite	-	ธันวาคม 2544	-
64	Amitrole	สารกำจัดวัชพืช (Hericde)	ธันวาคม 2544	-เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง
65	Asbestos-amosite	-	ธันวาคม 2544	-
66	Benzidine	-	ธันวาคม 2544	-
67	Beta-HCH (1,3,5/2,4,6-Hexachloro-Cycloromethyl)	-	ธันวาคม 2544	-

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
68	Bis (chloromethyl) Ether	-	ธันวาคม 2544	-
69	Cadmium and Cadmium compounds	สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide)	ธันวาคม 2544	-มีผลในการทำลายไต -อาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์
70	Carbon tetrachloride	สารใช้รม (Fumigant)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเฉียบพลันสูง -เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง -เป็นสารทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ
71	Chlorobenzilate	สารกำจัดไร (Acaricide)	ธันวาคม 2544	-เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
72	Copper arsenate hydroxide	สารกำจัดแมลงและป้องกันกำจัดโรคพืช (Insecticide & Fungicide)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเฉียบพลันสูง -มีพิษเรื้อรังอาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง
73	Ethyl hexyleneglycol (ethyl hexane diol)	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	ธันวาคม 2544	-อาจก่อให้เกิดการแท้งหรือมีผลต่อทารก
74	Ethylene oxide (1,2-epoxy ethane)	สารไล่แมลง (Insect Repellent)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเรื้อรังอาจก่อให้เกิดการกลายพันธุ์และอาจก่อให้เกิดมะเร็ง

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
75	Hexachloro benzene	สารไล่แมลง (Insect Repellent)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม -เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
76	Lead arsenate	สารไล่แมลง (Insect Repellent)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเฉียบพลันสูง มีพิษเรื้อรังอาจทำให้เกิดเนื้องอกก่อให้เกิดการกลายพันธุ์หรืออาจให้ก่อมะเร็ง
77	Lindane (>99% gamma-HCH or gamma-BHC)	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม สามารถสะสมและถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร -เป็นสารอาจก่อมะเร็ง
78	MGK repellent-11	สารไล่แมลง (Insect Repellent)	ธันวาคม 2544	-มีผลในด้านพิษเรื้อรังทำให้ระบบการสืบพันธุ์ผิดปกติ อาจก่อให้เกิดเนื้องอกหรือมะเร็ง
79	Mirex	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม สามารถสะสมและถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร -เป็นสารอาจก่อมะเร็ง
80	Naphthylamine	-	ธันวาคม 2544	-
81	4-Nitrodiphenyl	-	ธันวาคม 2544	-
82	O-Dichloro benzene	สารกำจัดแมลง (Insecticide) สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม -ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ในสัตว์ทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	**ชื่อวัตถุอันตราย**	**ประเภทที่ใช้**	**เดือน ปี ที่ห้าม**	**เหตุผล**
83	Phosphorus	-	ธันวาคม 2544	-
84	Polybrominated Biphenyls (PBBs)	-	ธันวาคม 2544	-
85	Polybrominated triphenyls (PCTs)	-	ธันวาคม 2544	-
86	Pyrinuron (piriminel)	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเฉียบพลันสูงอาจทำให้เกิดโรคเบาหวาน
87	Safrole	สารขับไล่สัตว์เลี้ยงในบ้าน	ธันวาคม 2544	-เป็นสารอาจก่อมะเร็ง
88	Strobane (polychloro terpenes)	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม สามารถสะสมและถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร -เป็นสารอาจก่อมะเร็ง
89	2,4,5 TCP (2,4,5-Trichloro phenol)	-	ธันวาคม 2544	-
90	TDE or DDD [1,1-dichloro-2,2-bis (4chlorophenyl) ethane]	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	ธันวาคม 2544	-มีความคงทนในสภาพแวดล้อม -เป็นสารอาจก่อมะเร็ง -สะสมได้ในไขมัน -มีผลต่อระบบประสาทและระบบสืบพันธุ์ของสัตว์จำพวกนกและปลา

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงชื่อวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตร (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อวัตถุอันตราย	ประเภทที่ใช้	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
91	Thallium sulfate	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	ธันวาคม 2544	-มีพิษเฉียบพลันสูง -มีความคงทนในสภาพแวดล้อม -มีพิษสะสม มีผลต่ออวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย เป็นอันตรายต่อสัตว์ที่มิใช่เป้าหมาย
92	Tri (2,3-dibromopropyl) phosphate	-	ธันวาคม 2544	-
93	Vinyl Chloride monomer (monochlo roethene)	-	ธันวาคม 2544	-
94	Methamidophos	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	เมษายน 2546	-
95	Parathion methyl	สารกำจัดแมลง (Insecticide)		
96	Endosulfan (ยกเว้น CS formulation)	สารกำจัดแมลง (Insecticide)		

ดัชนี

ก

กลุ่มแก้ว.....2
กลุ่มเขียวเสวย 3
กลุ่มน้ำดอกไม้.....4
กลุ่มเบ็ดเตล็ด.....9
กลุ่มผลกลม 8
กลุ่มพราหมณ์.....7
กลุ่มพันธุ์มะม่วง.....1, 10
กลุ่มหนังกลางวัน.....5
กลุ่มอกร่อง 6
การเก็บตัวอย่างดิน..... 64
การเก็บผลิตผลพืชสวนที่อุณหภูมิต่ำ 145
การเก็บรักษา..... 194
การขยายพันธุ์..... 77
การขุดหลุมปลูก..... 88
การคัดคุณภาพมะม่วง..... 166
การจำแนกชนิดมะม่วงในประเทศไทย 22
การฉายรังสีผลไม้..... 177
การแช่น้ำร้อน..... 182
การใช้สารเคมีควบคุมโรค..... 145
การดูแลต้นมะม่วงระยะติดผลถึงระยะเก็บเกี่ยว
..... 149
การดูแลมะม่วงระยะแรกหลังปลูก 77
การดูแลรักษามะม่วง..... 89
การตรวจสอบโดยการส่งผ่านคลื่นเสียง 170
การตรวจสอบผลมะม่วง 168
การตัดแต่งกิ่ง.....90, 107
การติดผล 103
การเตรียมพื้นที่ 45
การเตรียมพื้นที่ปลูก.....71
การแต่งผลและห่อผล.....109
การแต่งผลหรือการปลิดผล.....149
การทดสอบโดยคลื่นเหนือเสียง.....170
การทาบกิ่ง 78
การบ่ม.....203
การบรรจุ.....186
การบรรจุกล่อง.....192
การบรรจุผล 186
การแบ่งชั้นคุณภาพ.....165
การปฏิบติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออกทาง
เรือ.....206
การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วง 149
การปฏิบัติหลังหลังการเก็บเกี่ยว.....161
การประยุกต์ใช้ NIR 169
การปลูก 77
การป้องกันกำจัด.....113
การเพาะเมล็ด.....77

การแพร่ระบาด 113
การรักษาผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 110
การล้างผล 171
การเลือกระยะปลูก 84
การห่อผล 150
การให้น้ำ 108
กำมะถัน 56

ข

ข้อกำหนดเรื่องขนาด 166

ค

คลอรีน 56
คอปเปอร์ออกซี่คลอไรด์ 120
แคลเซียม 55
โครงสร้างดิน 48

จ

จุดดำบนผิวผล 134
จุดดำแบคทีเรีย 124

ด

ด้วงงวงเจาะเมล็ดมะม่วง 132
ดัชนีการเก็บเกี่ยวของมะม่วงบางสายพันธุ์ 154

ต

ตัวไรกำมะหยี่มะม่วง 122
ตาดอก 123
เต่าตัวห้ำ 126

ท

ทองแดง 56
เทคนิค NIR 169
เทคโนโลยีในการผลิตมะม่วงนอกฤดูเพื่อการส่งออก 95

น

น้ำ 69
ไนโตรเจน 55

บ

โบรอน 56

ป

ประโยชน์ของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย 171
ปริมาณธาตุอาหาร 54
ปัจจัยที่ควบคุมการออกดอกติดผลของมะม่วง 99
ปุ๋ย 67
ปุ๋ยเคมี 67
ปุ๋ยชีวภาพ 67
ปุ๋ยเชิงเดี่ยว 67
ปุ๋ยเชิงประกอบ 67
ปุ๋ยเชิงผสม 67

ปุ๋ยอินทรีย์ 67
ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 67

พ

พันธุ์ทวาย 42
พิษจากสารกำจัดวัชพืช 133
เพลี้ยจักจั่นมะม่วง 131
เพลี้ยแป้ง 129
เพลี้ยไฟ 125
เพลี้ยไฟตัวห้ำ 126
โพแทสเซียม 55, 66

ฟ

ฟอสฟอรัส 55, 65

ม

มดคัน 128
มะม่วงนอกฤดู 95
มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 158
มะม่วงสำหรับแปรรูป 159
มะม่วงสุกสำหรับบริโภคสด 158
มาตรฐานคุณภาพมะม่วง 165
เมือก 124
แมกนีเซียม 55
แมงกานีส 56
แมลงค่อมทอง 130
แมลงวันทอง 127
แมลงวันผลไม้ 127
แมลงศัตรูสำคัญของมะม่วง 125
โมลิบดีนัม 56

ร

ระยะการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม 158
ระยะเก็บเกี่ยว 152
โรคขั้วผลเน่าหรืออาการผลเน่า 124
โรคโคนเน่า 125
โรคจุดสนิม 117
โรคช่อดอกพุ่ม 122
โรคดอกพลาสติก 122
โรคดอกพิการของมะม่วง 123
โรคใบจุดนูน 120
โรคใบจุดและใบไหม้ 119
โรคใบจุดสาหร่าย 117, 121
โรคใบจุดสีเทา 120
โรคเปลือกแตกยางไหล 118
โรคราดำและช่อดอกดำ 115
โรคราแป้ง 116
โรคราสีชมพู 118
โรคสะแคป 121
โรคเส้นใบสีดำและเสี้ยนดำในผล 120
โรคแอนแทรกโนส 113

ไรตัวห้ำ.....126

ว

วัชพืช.....137
วิธีการพ่น และการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
.....139
วิธีการลดอุณหภูมิ.....200

ศ

ศัตรูพืช.....113

ส

สังกะสี.....56
สารป้องกันกำจัด.....125

ห

หนอนผีเสื้อเจาะผลมะม่วง.....131
หลักการในการเก็บเกี่ยว.....157
หลักการบรรจุ.....186
หลักการผลิตมะม่วงนอกฤดู.....95
เหล็ก.....56

อ

อาการก้นผลดำ.....132
อาการขอบใบไหม้.....132
อาการเนื้อตาย.....133
อาการผลแตก.....132
อาการผลเป็นหมันหรือผลลม.....133
อาการผิดปกติที่เกิดจากอุณหภูมิ.....135
อาการแผลไหม้จากน้ำยาง.....134
อาการสุกผิดปกติ.....134
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว.....157

INDEX

A

Aceria mangiferae 123

Aelothrips sp. 126

Algal leaf spot, Red rust..... 121

Amboyseius sp..... 126

Amritodus atkinsoni Cethierry..... 131

Anthracnose 113

B

bacterial black spot..... 124

bacterial ooze..... 124

bactericidal..... 125

Bactrocera dorsalis Hendel 127

Black leave vein, Black thread fruit pulp

..... 120

black tip..... 132

Botryodiplodia theobromae Pat. 118

C

Capnodium sp. 115

Captan..... 142

Carbendazim 142

Carboxin 142

Cephaleuros virescens Kunze. 117

rocerus niveospavscer Lethierry 131

Chemical treatment..... 145

Chlorothalonil 143

Cladosporium sp. 115

Collar rot 125

Colletotrichum gloeosporioides Penz. 113

Copper hydroxide 143

copper oxychloride..... 120

Copper oxychloride 143

Crusty leaf spot 120

Cuprous oxide 143

D

Dicloran..... 143

dinocap..... 117

Dinocap..... 143

Dysmicoccus neobrevipes Beardsley ... 129

E

Eriophyes mangiferae 122

F

Folpet..... 143

fruit cracking 132
Fruit Irradiation 177
Fruit Packaging 186
Fruit Washing 171
Fusarium subglutinans 122

G

green delicious mango 24
Green weevil 130
Grey leaf spot 120

H

Hastening Ripening 203
herbicide toxicity 133
Hot Water Treatment 182

K

Kensington Pride 124

L

Lasiodiplodia theobromae Pat. 124
leaf spot and blight 119
lenticels spotting 134
Low temperature storage 145

M

Macrophoma mangiferae Hingorani and Sharma. 119
Mancozeb 143
Maneb 143
Mango Leal hopper 131
mango seed weevil 132
Mealy bug 129
Meliola mangiferae 115
Metalaxyl 143

O

Oidium mangiferae Berthet. 116
Oriental fruit fly 127

P

parthenocarpic fruit 133
Pheidologeton diversus 128
Prochloraz 143
Propineb 143

S

sap burn 134
scab 121
sclerotium 125
Sclerotium rolfsii Sacc. 125

spongy tissues 133

Stenchaetohrips biformis 125

Sternochetus olivieri 132

Stethorus sp. 126

storage 194

T

Thrips 125

Trichoderma 125

Triforine 143

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระศักดิ์ ฉายประสาท

ตำแหน่งปัจจุบัน คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

ที่ทำงาน คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

โทรศัพท์ 081-9713510, 055-962718 โทรสาร 055-962709

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น (เกียรตินิยมอันดับ 2)
ปริญญาโท	วท.ม. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Certificate	Crop Production. Kyungpook University, Republic of Korea
Diploma	Vegetable Seed Production Japanese. International Cooperative Agency (JICA), Japan
ปริญญาเอก	Ph.D. (Agri. Sci.) University of Tsukuba, Japan
Certificate	Postharvest Technology of Horticulture crops. Food and Fertilizer Technology Center, Taiwan

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

- เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
- เทคโนโลยีการผลิตพืชและเมล็ดพันธุ์ผัก
- การตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตผลทางการเกษตร
- การปลูกพืชด้วยสารละลาย (Hydroponic)
- ผู้ตรวจรับรองมาตรฐาน EUREPGAP
- เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

พีระศักดิ์ ฉายประสาท และ. 2553. ไบโอเซนเซอร์กับงานวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในผลไม้. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 112 น.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท และคณะ. 2548. การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสมสำหรับไม้ผลเขตภาคเหนือตอนล่าง: ส้ม. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 76 น.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท และคณะ. 2548. การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสมสำหรับไม้ผลเขตภาคเหนือตอนล่าง: มะปราง. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 42 น.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท และคณะ. 2548. การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสมสำหรับไม้ผลเขตภาคเหนือตอนล่าง: มะม่วง. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก. 56 น.