บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มังคุดอยู่ในวงศ์ (Clusiaceae) ซึ่งพืชวงค์นี้เป็นไม้ยืนต้น หรือไม้พุ่ม ทุกส่วนมียางสีเหลือง ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม แผ่นใบเป็นมันหนาและเหนียว ขอบใบเรียบ ไม่มีหูใบ ดอกสมมาตรด้านรัศมี สมบูรณ์เพศหรือแยกเพศ กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ ส่วนใหญ่คงรูปเมื่อเป็นผล กลีบดอก 4-5 กลีบแยกกัน เกสรตัวผู้จำนวนมากแยกกัน หรือติดกันที่ก้านชูอับเรณู เกสรเพศเมียมี 3-6 carpel รังไข่ 1- หลายช่อง ovule ติดแบบ axile หรือ basal placentation ยอดเกสรรูปร่าง peltate ผล baccate หรือ berry เมล็ดไม่มี endosperm พันธุ์ไม้วงศ์นี้มี 35 สกุล กระจายอยู่ในเขตร้อนทั่วโลก ในประเทศไทยมีอยู่ 7 สกุล ซึ่งสกุลที่จัดว่าเป็นผลไม้ที่มีชื่อเสียงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ *Garcinia* เช่น

Garcinia. mangostana L.	มังคุด
G.*nigrolineata* Planch . ex T.Anderson	ชะมวง
G.*schomburgkiana*Pierre	มะดัน
G. *speciosa* Wall.	พะวา มะป่อง
G. *xanthochymus* Hook.f. ex T.Anderson	มะดะ

มังคุด *Garcinia. mangostana* L. มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นบริเวณคาบสมุทรมาเลย์ ปัจจุบันมีการปลูกนอกถิ่นกำเนิด เช่น ในประเทศ lvory Coast ประเทศ Zaire เป็นผลไม้ที่มีราคาแพง มังคุดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ดอกเป็นเพศเมีย ผลมังคุดอาจเป็นแบบ baccate เนื่องจากมีเปลือกค่อนข้างแข็ง ลักษณะเด่นของผลไม้ชนิดนี้คือ stigma เป็นรูป peltate และคงรูปเมื่อเป็นผล ส่วนที่รับประทานคือ sarcotasta เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดจากเปลือกเมล็ดชั้นนอก จากลักษณะเด่นของผลมีโครงสร้างคล้ายมงกุฎและรสชาติที่อร่อย ทำให้นักพฤกษศาสตร์บางคนให้สมญานามมังคุดว่า Queen of Fruit (ชูศรี, 2547) มังคุดมีผลทรงแป้นเปลือกหนาและเมื่อผลยังอ่อนเปลือกจะมีสีเขียว พอผลเริ่มแก่มีลายเส้นสีแดงเรียกว่า สายเลือด เมื่อผลไม้สุกจัดเปลือกมีสีม่วงดำ เนื้อภายในสีขาวนวล ลักษณะนุ่ม ฉ่ำน้ำ กลิ่นหอมชวนรับประทาน มีรสหวานหอมอมเปรี้ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบ่งเป็นกลีบประมาร 4-7 กลีบ และมีเมล็ดประมาณ 0-3 เมล็ดต่อผล(หลวงบุเรศบำรุงการ, 2518) โดยทั่วไปออกผลปีละครั้ง เนื่องจากความแตกต่างทางภูมิอากาศและพื้นที่ปลูก ทำให้ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมังคุดแตกต่างกัน โดยในเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคมจะเป็นมังคุดที่เก็บเกี่ยวจากภาคตะวันออก ส่วนเดือนสิงหาคม ถึงตุลาคมเป็นมังคุดภาคใต้ (เกียรติเกษตรและคณะ, 2530)

ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุด

หลังจากมังคุดติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 12 จะมีการเปลี่ยนแปลงสีที่เปลือกโดยในระยะแรกจะเกิดจุดประสีม่วงแดงกระจายอยู่บนเปลือกเหลืองตองอ่อน จากนั้นสีม่วงแดงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งผลสุกงอม เปลือกสีม่วงดำ การเปลี่ยนแปลงสีผิวนี้ใช้เวลาเพียง 7 วัน โดยความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นทุกวัน ขณะเดียวกันยางในเปลือกจะลดลง (กวิศน์ และสุรพงษ์, 2522) สถาบันวิจัยและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2529) ได้แบ่งดัชนีแสดงระดับสีผิวของมังคุดออกเป็น 7 ระดับ คือ ตั้งแต่ระดับ 0 ถึงระดับที่ 6 (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ดัชนีระดับสีผิวและลักษณะของผลมังคุด

ระดับสีที่	ลักษณะสีผิว	ปริมาณยาง	ความยากง่ายกับการแยกเนื้อกับเปลือก	หมายเหตุ
0	ขาวเหลืองหรือแต้มสีเขียวอ่อน	มาก	ยาก	ยังไม่เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยว
1	เหลืองอ่อนมีจุดสีชมพูกระจายบางส่วน	มาก	ยาก	ยังไม่เหมาะสำหรับเก็บเกี่ยว
2	เหลืองอมชมพูมีจุดสีชมพูกระจายทั้งผล	ปานกลาง	ยากปานกลาง	เป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวที่มีคุณภาพ
3	ชมพูสม่ำเสมอ	น้อยถึงน้อยมาก	ยากปานกลางถึงง่าย	เหมาะสำหรับส่งออกต่างประเทศ
4	แดงหรือน้ำตาลอมแดง	น้อยมากถึงไม่มี	ง่าย	เหมาะสำหรับส่งออกต่างประเทศ
5	ม่วงอมแดง	ไม่มี	ง่ายมาก	เป็นระยะรับประทานสด
6	ม่วงถึงดำ	ไม่มี	ง่ายมาก	เหมาะแก่การรับประทานสด

ที่มา: ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2529)

การเก็บเกี่ยวมังคุดควรเก็บผลที่มีระยะเหมาะสมต่อการบริโภค สำหรับการส่งออกในรูปผลสดนั้นควรเก็บในระยะที่เปลือกเริ่มมีการเปลี่ยนสีหรือเป็นสายเลือด โดยมังคุดทั้งสองวัยนี้เป็นระยะที่เหมาะสม สำหรับตลาดที่อยู่ห่างไกล เมื่อถึงปลายทางมังคุดจะมีสีม่วงแดง ซึ่งเป็นวัยที่เริ่มรับประทานได้พอดี (สุรพงษ์, 2530) กรมส่งเสริมการเกษตร (2530) และสำนักประชาสัมพันธ์ อะโกรคอมมิวนิก้า (2535) รายงานว่าสีผิวมังคุดจะเปลี่ยนแปลงทุกวันตั้งแต่เริ่มมีสายเลือดจนถึงผิวสีดำ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 7 วันและหากเก็บผลมังคุดไว้ที่อุณหภูมิห้องธรรมดาหลังจากผลดำแล้วจะเก็บไว้ได้นานประมาณ 7 วันจะเริ่มเน่า และมีการเปลี่ยนแปลงภายนอกของผลหลังการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของสีผิวของมังคุดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	การเปลี่ยนแปลงสีที่สังเกตได้
0	เริ่มมีสายเลือด
1	เริ่มเปลี่ยนสี
2	สีเพิ่มขึ้น
4	สีแดง
5	สีแดงเข้ม
6	สีม่วงแดง
7	สีดำ
8	สีดำ
9	สีดำ
10	สีดำ
11	สีดำ
12	สีดำ
13	สีดำ
14	สีดำเข้ม

ที่มา : ดัดแปลงจากชลทิศา (2540)

วิธีการเก็บเกี่ยวมังคุดเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลผลิต การทำให้มังคุดได้รับความกระทบกระเทือนหรือช้ำ เช่น หล่นกระทบพื้น จะทำให้คุณภาพของผลมังคุดลดลง เกิดอาการเปลือกแข็งและยางซึมในผลหรืออาการยางตกใน เมื่อทิ้งไว้ไม่นานผลเหล่านี้จะแข็งและเสียเร็ว การเก็บเกี่ยวมังคุดของเกษตรกรนอกจากแบบดั้งเดิมคือ ใช้ไม้พาดหรือใช้ขอเกี่ยวให้ผลหล่นลงมาบนที่รองรับซึ่งเตรียมไว้ด้านล่าง เช่นกระสอบหรือบางครั้งลงบนพื้นหญ้า ปัจจุบันกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด (กศว.4) ดัดแปลงมาจากจำปาสอยมังคุด พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวมังคุดได้ครั้งละ 5-6 ผล ไม่ทำให้มังคุดช้ำหรือร่วงหล่นนอกอุปกรณ์ และ ทำให้เกษตรกรมีความพอใจเครื่องมือแบบนี้มากกว่าแบบอื่นๆ (ศิวลักษณ์, 2533)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสุกของมังคุด (ประสิทธิ์, 2527)

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีการสุกแบบไคลแมคเทอริก (climacteric type) ซึ่งเป็นผลไม้ที่สุกได้หลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้นถ้าต้องการให้ได้ผลไม้ที่มีคุณภาพสูงและอายุการเก็บรักษานานจึงมักแนะนำให้เก็บเกี่ยวก่อนที่จะมีอัตราการหายใจสูงที่สุด ในขณะผลไม้กำลังสุกจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงของผล 2 อย่างด้วยกันคือ

1 .การเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่นและรส ซึ่งรวมกันเรียกว่า overt change สามารถวัดได้ด้วยประสาทสัมผัสของคนเรา

2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ซึ่งรวมกันเรียกว่า covert change เป็นการเปลี่ยนแปลงภายใน หรือกลไกที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่นและรสของผลไม้

ผลมังคุดจะมีการหายใจต่ำ ต่อมาอัตราการหายใจจะค่อยๆเพิ่มขึ้นและจะสูงสุดเมื่อผลไม้เริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะลดลงหลังจากที่ผลไม้สุกแล้ว แต่อัตราการหายใจของผลไม้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการหายใจของผลไม้สูงขึ้น เป็นผลให้กระบวนการสุกของผลเร็วขึ้นด้วย ปริมาณความชื้นในผล บริเวณที่ผิวเปลือกของผลจะมีปากใบอยู่กระจัดกระจายไปทั่วทั้งผล ดังนั้นกระบวนการคายน้ำจึงเกิดขึ้นตลอดเวลา อัตราการคายน้ำจะสูงสุดเมื่อผลไม้เริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำจะลดลงอีก หลังจากผลไม้สุกเต็มที่แล้วปริมาณความชื้นภายในผลจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากกระบวนการหลายอย่างด้วยกัน เช่นการคายน้ำของผลการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและการหายใจของผล

การเก็บเกี่ยว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541)

ถึงแม้ว่าผลมังคุดมีเปลือกหนาก็ตาม แต่เปลือกจะไม่ทนทานต่อการกระทบกระแทก เปลือกจะช้ำและแข็ง ไม่สามารถบีบผลให้แตกออกได้ในเวลาต่อมา ส่วนเปลือกด้านในจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงและลามไปถึงเนื้ออย่างรวดเร็ว การเก็บเกี่ยวมังคุดมีหลายวิธีโดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องเก็บเกี่ยวอย่างระมัดระวังอย่าให้ผลมังคุดตกกระแทก โดยมีคำแนะนำในการเก็บเกี่ยวดังนี้

1. ใช้แรงงานเด็กปีนขึ้นไปเก็บใส่ถุงหรือตะกร้า วิธีนี้จะมีการสูญเสียน้อยแต่สิ้นเปลืองเวลาและ แรงงานสูง

2. การเก็บเกี่ยวโดยใช้ตะกร้อ แบบถุงกาแฟมีเขี้ยว (ภาพที่ 1) ซึ่งออกแบบพัฒนาโดยคุณนิวัฒน์ พันชั่ว แห่งสวนลุงสุน จ.ระยอง จะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 360 ผล/ชั่วโมง ความสูญเสีย เช่น ผลหล่นนอกตะกร้อ บ้างเล็กน้อย เครื่องมือเก็บเกี่ยวแบบถุงกาแฟมีเขี้ยว มีลักษณะเป็นโครงลวดวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 เซนติเมตร คล้ายขอบถุงกาแฟ ด้านหน้ามีพัน 3 ฟัน ดัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

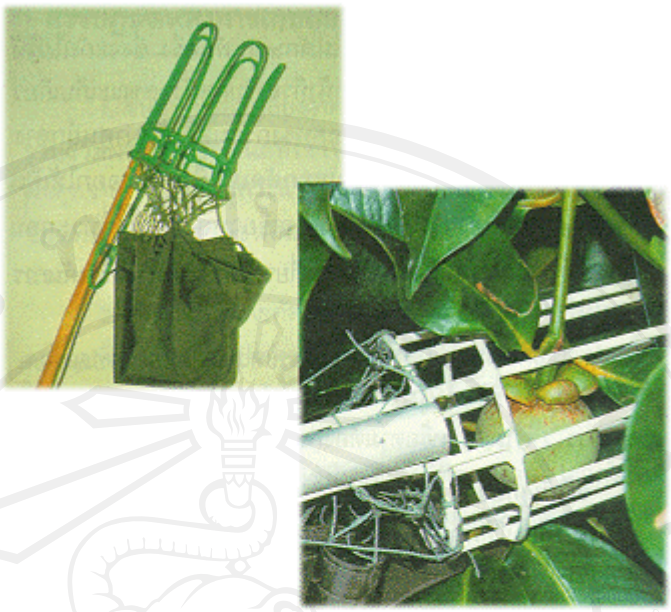
ด้วยลวดเป็นรูปตัวยู (U) ขนาดซี่ฟันกว้าง 2 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร ติดกับถุง ไนล่อนยาว 15 เซนติเมตรสำหรับรองรับผลมังคุด ต่อด้ามไม้ไผ่ยาว 2-4 เมตร

ภาพที่ 1 เครื่องมือเก็บเกี่ยวแบบถุงกาแฟมีเขี้ยว
ที่มา กรมส่งเสริมการเกษตร(2541)

3. ใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด กวศ. 4 (ภาพที่ 2) ซึ่งออกแบบโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีอัตราการเก็บเกี่ยว 501 ผลต่อชั่วโมง ใช้งานได้สะดวก และไม่พบความสูญเสีย ที่เกิดจากผลหล่นออกนอก เครื่องมือเก็บเกี่ยวแบบบิด (กวศ. 4) ออกแบบและพัฒนาโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร เป็นการพัฒนาเพื่อให้สามารถขจัดข้อบกพร่อง คือ ป้องกันการร่วงหล่นนอกอุปกรณ์ได้ 100 % ไม่ทำให้ กลีบผลแตก เก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายในการทำเครื่องมือชนิดนี้ประมาณอันละ 150 บาท/อันเครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด (กวศ. 4) มีส่วนประกอบดังนี้

1. โครงอุปกรณ์ มีลักษณะเป็นโครงวงกลมทรงกระบอกใช้ลวดดัดเป็นวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร 2 วง เชื่อมติดกับซี่ฟันเป็นลวดดัดรูปตัวยู (U) ยาว 14 เซนติเมตร จำนวน 5 ฟัน แต่ละฟันห่าง กัน 2 เซนติเมตร เคลือบสีหรือพันพลาสติกส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมด เพื่อป้องกันรอยขีดข่วนที่เกิดกับผลมังคุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2 เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด กวศ. 4 ซึ่งออกแบบโดยกองเกษตรวิศวกรรม กรม วิชาการเกษตร

ที่มา กรมส่งเสริมการเกษตร (2541)

2. ถุงรองรับผลมังคุด เป็นถุงทรงกระบอกก้นเปิด ด้านบนถักเป็นตาข่ายไนล่อน ขนาดความ กว้างของตา 3 เซนติเมตร เพื่อให้มองเห็นผลมังคุดขณะสอย ด้านล่างเป็นผ้าร่ม มีติดหู 2 ข้าง เพื่อผูกเชือกโยงไปยังกลไกปลดล็อค ความยาวถุงทั้งหมด 30 เซนติเมตร ขณะเก็บเกี่ยวถุงจะอยู่ในลักษณะ พับครึ่ง ซึ่งจะกันไม่ให้ผลมังคุดร่วงหล่นขณะเก็บเกี่ยว ทำหน้าที่รองรับผลมังคุดขณะเก็บเกี่ยว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. กลไกปลดล็อค เป็นปลอกทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าด้ามเล็กน้อย ด้านหนึ่งของปลอก ตัดเอาเนื้อโลหะออกให้ เป็นช่องว่าง ลักษณะคล้ายรูปตัวเจ (J) หรือเขี้ยวหลอดไฟ ใช้ประกอบกับน๊อตยึด เพื่อป้องกันถุงเปิดขณะเก็บเกี่ยว และจะทำหน้าที่บังคับการเทผลมังคุด

4. เชือกโยงกลไกปลดล็อค ใช้โยงระหว่างถุงกับกลไกปลดล็อค

5. ด้าม ใช้ด้ามไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร หรือตามความต้องการ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามังคุด

Srivasta *et al.*, (1962) พบว่าคุณภาพของมังคุดระหว่างการเก็บรักษาในสภาพสด มีปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด และกรดแอสคอร์บิกลดลง ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น สาระเหยและกลิ่นรสยังคงอยู่ในขณะแช่เย็น จากการศึกษาของ Kawamata (1977) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในน้ำมังคุดที่อยู่ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ฟรักโตส และซูโครส ปริมาณน้ำตาลฟรักโตสและกลูโคสเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส อัตราส่วนของน้ำตาลฟรักโตสต่อกลูโคสอยู่ในช่วงแคบ 0.89-1.17 ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่จะคงที่ ณ อุณหภูมิสูง อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อผลรวมของน้ำตาลฟรักโตสและกลูโคสลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเก็บไว้นานขึ้นซึ่งอธิบายได้ว่าเกิดการย่อยสลายของน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ได้แก่น้ำตาลฟรักโตสและกลูโคส Augustin and Azudin (1986) ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลมังคุดคือการเกิดเปลือกแข็งมีสีน้ำตาล เนื้อมีสีน้ำตาล สูญเสียเนื้อสัมผัส และความมันเงาซึ่งมักจะเกิดควบคู่กันไปและเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ขณะที่อุณหภูมิเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าคงที่ ส่วนปริมาณกรดลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น

จากรายงานของสุรพงษ์ และสุมาลี (2531) สรุปได้ว่ามังคุดเป็นผลไม้ที่มีรูปแบบการหายใจแบบไคลแมคเทอริค(climacteric respiratory pattern) โดยมีการหายใจเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มังคุดมีอัตราการหายใจสูงสุดคือมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีการคายความร้อนออกมา และถ้าลดอุณหภูมิลงที่ 22 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่ามังคุดมีอัตราการหายใจลดลงประมาณ 1.5 ถึง 2.3 เท่าเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรคหลังการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ นอกจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นเองภายในจะทำให้ผักและผลไม้เสื่อมสภาพดังกล่าวได้ด้วย อย่างก็ตามสิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญมากและบ่อยครั้งพบว่าเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ โรค ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อันประกอบด้วยเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นไม่สามารถส่งออกไปยังตลาดที่ไกลๆ ได้ อาการผิดปกติที่เกิดกับส่วนต่าง ๆ ของมังคุดอาจจะมีสาเหตุมาจากการทำลาย ของโรค แมลงหรืออาจจะเกิดจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณและคุณภาพของ ผลผลิต โรคแมลงและอาการผิดปกติที่สำคัญได้แก่

1. หนอนชอนใบ เป็นหนอนของผีเสื้อชนิดหนึ่ง ตัวหนอนมีขนาดเล็กยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ตัวสีขาวนวลปนแดง จะกินอยู่ใต้ผิวใบทั้งสองด้านและเห็นเป็นทางสีขาวคดเคี้ยวไปมา ใบที่ถูกทำลาย จะมีรูปร่างบิดเบี้ยวใบไม่เจริญและมีขนาดเล็ก หนอนชนิดนี้จะทำลายเฉพาะใบอ่อนเท่านั้น รวมทั้งต้นกล้ามังคุด ที่อยู่ในเรือนเพาะชำ มักจะพบการทำลายของหนอนชอนใบ

2. หนอนกินใบ เป็นหนอนของผีเสื้อชนิดหนึ่งขนาดของตัวหนอนยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร สีของตัวหนอนเหมือนกับสีของใบอ่อนมังคุด (เขียวแกมเหลือง) ถ้าหากไม่สังเกตดี ๆ จะมองไม่เห็น ตัวหนอนจะกัดกินแต่ใบอ่อนเท่านั้น ลักษณะการทำลายทำให้ใบเว้า ๆ แหว่งๆ เหลือแต่ก้านใบทำให้มังคุดขาด ความสมบูรณ์

3. เพลี้ยไฟ เป็นแมลงขนาดเล็ก เคลื่อนไหวตัวได้รวดเร็วระบาดในช่วงที่อากาศ แห้งแล้งติดต่อกันนาน ๆ โดยทั้งตัวอ่อนและตัวแก่ของศัตรูชนิดนี้จะดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอดอ่อนดอกอ่อนและผลอ่อนของมังคุด ถ้าหากเป็นยอดอ่อนจะทำให้ยอดแห้ง สำหรับดอกอ่อนและผลอ่อนจะทำให้ดอกร่วง และผลมีรอยสีน้ำตาลกร้านมียางไหลและจะทำให้ผลร่วงได้ ศัตรูชนิดนี้นับเป็นศัตรูสำคัญที่มีผลกระทบในการ ส่งออกมังคุดเป็นอย่างมาก

4. ไรแดง เป็นแมลงที่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าแทบไม่เห็น ตัวโตเต็มวัยมีรูป ร่างกลมหรือรูปไข่ มีสีแดง เคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว มักอยู่รวมเป็นกลุ่มและระบาดควบคู่ไปกับเพลี้ยไฟ โดยไรแดงจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ดอกและผลอ่อน ทำให้ดอกและผลอ่อนแห้งร่วงหล่นไปหรือทำให้ผลไม่เจริญ เปลือกมีผิดตกกระ เป็นขุย เป็นอุปสรรคต่อการส่งออกเช่นเดียวกันกับเพลี้ยไฟ

5. โรคใบจุด เกิดจากการทำลายของเชื้อรา เชื้อราเข้าทำลายใบเกิดเป็น รอยแผลไหม้สีน้ำตาลมีขอบแผลสีเหลือง รูปร่างของแผลไม่แน่นอน ทำให้ใบเสียเนื้อที่ในการสังเคราะห์แสง ความสมบูรณ์ของต้นลดลง และถ้าระบาดรุนแรงใบจะแห้งทั้งใบและร่วงหล่น ทำให้ผลมังคุดไม่มีใบปกคลุม ผิวของผลมังคุดจะกร้านแดดไม่สวย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. อาการยางไหลที่ผิว จะพบได้ทั้งระยะผลอ่อนและผลแก่ อาการยางไหลระยะผลอ่อน เกิดจากเพลี้ยไฟดูดกินน้ำเลี้ยงระยะผลอ่อน จะทำให้เกิด ยางไหลออกมาจากผิวเปลือกเป็นสีเหลือง ทำให้ผลมีการเจริญเติบโตช้า การป้องกันกำจัดอาการยางไหลของ ผลอ่อน โดยการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ ตั้งแต่มังคุดเริ่มออกดอก อาการยางไหลระยะผลขนาดใหญ่ จะพบอาการยางไหลในขณะผลใกล้แก่ แต่ยังมีสีเขียวอยู่ ยังไม่พบสาเหตุที่แน่นอน สันนิษฐานว่าเกิดจากมังคุดได้รับน้ำมากเกินไป ทำให้ปริมาณน้ำยางในผลมีมาก และปะทุออกมาเอง หรืออาจมีแมลงไปทำให้เกิดบาดแผล ทำให้ยางไหลออกมาได้ ซึ่งภายหลังจากการเก็บเกี่ยว ก็สามารถขูดยางเหล่านี้ออกได้ โดยผลไม่เสียหายแต่จะสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน

7. อาการเนื้อแก้ว เป็นอาการของเนื้อมังคุดที่มีสีขาวใสในบางกลีบ โดยมากจะเป็นกับกลีบที่มีขนาดใหญ่ ในบางครั้งก็เป็นเนื้อแก้วทั้งผล อาการเนื้อแก้วนี้จะสังเกตได้จากลักษณะภายนอก โดย พบว่าผลที่มีรอยร้าวอยู่ที่ผิว มักจะมีอาการเนื้อแก้วด้วย แต่ในบางครั้งลักษณะภายนอกเป็นปกติ เมื่อผ่าดูก็อาจพบอาการเนื้อแก้วได้เช่น กัน อาการยางไหลภายในผล พบยางสีเหลืองอยู่ตรงกลางระหว่างกลีบผล มักจะพบคู่กับอาการเนื้อแก้ว หรืออาจจะพบแต่อาการยางไหลเพียงอย่างเดียวก็ได้อาการเนื้อแก้วและยางไหลภายในผล ยังไม่พบสาเหตุที่แน่ชัด แต่จะพบมากในมังคุดที่ขาดการดูแลรักษา เช่น ได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอ หรือขาดน้ำเป็นเวลานาน ๆ เมื่อได้รับน้ำจากฝนที่ตกชุกในช่วงผลใกล้แก่ ผลมังคุดได้รับน้ำอย่างกะทันหัน เปลือกขยายตัวไม่ทันเกิดรอยร้าว ท่อน้ำยางภายในผล ก็ได้รับน้ำมากเช่นกัน เกิดแรงดันมากจึงปะทุแตก มีน้ำยางไหลออกมา นอกจากนั้นแล้ว การบำรุงรักษาไม่ถูกต้อง มังคุดได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการเจริญเติบโต ผิดปกติเกิดเป็นเนื้อแก้วได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541)

ลักษณะธรรมชาติของผลมังคุด

โครงสร้าง

ผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ ยังมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถป้องกันการเข้าทำลายจากศัตรูพืชได้ดี เซลล์ที่ผิวของผลิตผลได้แก่ epidermis และ periderm ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้เพราะ epidermis มีผนังเซลล์ด้านนอกหนา การที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญผ่านเข้ามาโดยอาศัยแรงหรือเอนไซม์ย่อยทำได้ยาก นอกจากนั้น epidermis ยังมีชั้นของคิวติเคิลปกคลุม ในคิวติเคิลมีคิวตินและไขมันเป็นองค์ประกอบสารประกอบทั้งสองประเภทมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำดังนั้นเมื่อสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ตกลงบนพื้นผิวของผลิตผล จึงได้รับความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการงอกผนังเซลล์ของผลิตผลมีความแข็งแรงเมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ หรือเมื่อกระบวนการสุกยังไม่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โมเลกุลของเพคติน เฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เกาะยึดกันแน่น เชื้อโรคเข้าทำลายได้ยาก แต่ภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะเมื่อมีกระบวนการสุกเกิดขึ้น โครงสร้างของผนังเซลล์เริ่มเปลี่ยนแปลง โมเลกุลของเพคตินและเฮมิเซลลูโลสถูกเอนไซม์บางอย่างย่อยสลายการยึดเกาะกันของโมเลกุลต่างๆ และการยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ลดลง เปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ บุกรุกเข้าไปภายในผลผลิตนั้นๆได้ นอกจากนี้ผลผลิตทุกชนิดยังมีช่องเปิดตามธรรมชาติได้แก่ ปากใบ (stomata) และเลนติเซล (lenticel) ซึ่งเป็นช่องระบายอากาศก๊าซต่างๆ และน้ำผ่านเข้าออกได้ จึงเป็นจุดอ่อนที่เชื้อจุลินทรีย์อาจเข้าทำลายทางช่องเปิดเหล่านี้ บาดแผลบนผลิตผลที่อาจเกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวเนื่องจากแมลง การเสียดสีกับกิ่งไม้ หรือเกิดขึ้นในขณะที่เก็บเกี่ยวหรือภายหลังการเก็บเกี่ยวก็เป็นช่องทางที่เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าไปทำลายได้ง่ายเช่นกันเพราะปราศจากโครงสร้างป้องกันตัวเองแล้ว การตอบสนองของผลผลิตเมื่อเกิดบาดแผลหรือเมื่อเกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อเกิดบาดแผลขึ้นกับผลผลิต สารเคมีต่างๆที่อยู่ภายในเซลล์พืช เช่นกรดอินทรีย์และสารประกอบฟีนอลจะเป็นด่านแรกในการป้องกันตัวเองของผลผลิต และมักมีกระบวนการป้องกันตัวเองแบบอื่นๆประกอบด้วย (ชลทิศา, 2540)

การตอบสนองทางเคมี

การเกิดบาดแผลในพืชหรือผลผลิตบางชนิดจะกระตุ้นให้มีโครงสร้างสารเคมีบางอย่างขึ้นในเซลล์ที่อยู่ใกล้กับบาดแผล หากมีการเข้าทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วยแล้ว การกระตุ้นการสร้างสารเคมียิ่งเกิดได้ดี สารเคมีที่ถูกสร้างขึ้นนี้เรียกว่า phytoalexin ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลาย ความสามารถในการสร้าง phytoalexin นั้น ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผลผลิต ถ้าเป็นผลผลิตที่ยังไม่สมบูรณ์จะมีความสามารถสูงกว่าผลที่สมบูรณ์แล้ว (จริงแท้, 2537)

การตอบสนองทางกายภาพ

เมื่อผลผลิตเกิดบาดแผล เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของพืชสามารถรักษาหรือสมานแผลได้ในหลายๆ รูปแบบ เพื่อลดการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ กลไกของการสมานแผลจะเริ่มจากการสร้างสารลิกนินขึ้น เพื่อสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ที่ติดกับเซลล์ที่เกิดบาดแผล ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง เชื้อจุลินทรีย์บุกรุกเข้าไปได้ยาก ต่อมาเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ลงไปในชั้นของ cortex เริ่มเกิดการแบ่งตัว สร้างเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้าพร้อมกับสร้างสาร suberin เข้าสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ใหม่นี้ จนเกิดเป็น periderm ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย ในบางกรณีเซลล์ที่อยู่ได้เซลล์ที่เกิดบาดแผลจะตายลงเอง เพื่อก่อให้เกิดเป็นแนวป้องกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มิให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญผ่านเข้าไปสู่เซลล์ที่อยู่ลึกเข้าไป เรียกการตอบสนองแบบนี้ว่า hyper-sensitive (ดนัย, 2540)

ลักษณะตามธรรมชาติของเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อราและแบคทีเรียมีอยู่ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของผลผลิต เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวส่วนมากอยู่ในวงศ์ Ascomycetes และ Imperfect fungi การเข้าสู่ผลผลิตส่วนใหญ่เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าทางช่องเปิดต่างๆตามธรรมชาติและทางบาดแผล ลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อาจแบ่งได้ออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้ (จริงแท้, 2537)

การเข้าทำลายทางช่องเปิด

เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าสู่ภายในผลผลิตได้ตามช่องเปิดต่างๆตามธรรมชาติหรือตามบาดแผลที่อาจมีอยู่ แต่เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้อาจจะพักตัวและไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายในเนื้อเยื่อพืชยังไม่เหมาะสม เชื้อเหล่านี้จะไม่เจริญเติบโตในช่วงแรก จนกระทั่งผลเริ่มสุกหรือเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน อาการของโรคจะค่อยๆปรากฏขึ้นเมื่อผลผลิตอ่อนแอลง

การเข้าทำลายผ่านทางคิวติเคิล

เชื้อราบางชนิดสามารถเข้าทำลายเซลล์ของพืชโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านช่องเปิดธรรมชาติ การเข้าทำลายดังกล่าวอาจเกิดดังนี้ เมื่อสปอร์ตกลงบนผลผลิตและมีสภาพอุณหภูมิความชื้นที่เหมาะสม สปอร์จะงอกภายในไม่กี่ชั่วโมง โดยงอกเป็นท่อเรียกว่า germ tube และพัฒนาเป็นโครงสร้างที่มีผนังหนาเกาะติดแน่นกับผิวของผลผลิตโดยมีสารเมือกที่ germ tube สร้างขึ้นมา เรียกโครงสร้างทั้งหมดนี้ว่า appressorium ผนังของ appressorium จะหนาในทุกด้านยกเว้นช่องเล็กทางด้านที่ติดกับผิวผลผลิต ซึ่งจะมีแต่ผลผนังบางๆของ germ tube อยู่ชิดกับผิวผลผลิตเท่านั้น เชื่อกันว่าเอนไซม์ต่างๆรวมทั้งคิวติเนสซึ่งย่อยสลายคิวติน จะถูกสร้างขึ้นใน appressorium และส่งออกสู่ผิวของผลผลิตผ่านทางช่องเปิดนี้ เมื่อคิวติเคิลอ่อนแอลงเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวแล้ว germ tube จะงอกเป็นแท่งขนาดเล็กเรียกว่า infection peg ผ่านทะลุคิวติเคิลเข้าไปในเซลล์พืชอาศัยแรงดันจาก appressorium เมื่อแทงทะลุผ่านเข้าไปในเซลล์แล้ว infection peg ก็จะพัฒนาแบ่งตัวแตกกิ่งก้านสาขา แต่อาจไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากการต้านทานของผลผลิต จึงพักตัวรออยู่จนกระทั่งความต้านทานของผลผลิตลดลง เรียกการเข้าทำลายแบบนี้ว่า latent infection (จริงแท้, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การปฏิบัติและการเก็บรักษามังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว

การที่คุณภาพมังคุดจะดีหรือไม่นั้น จุดเริ่มต้นมาจากสวน การเก็บเกี่ยวมังคุดถ้าเอาใจใส่ดี พยายามให้มังคุดช้ำน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ระหว่างการขนย้ายทุกขั้นตอนควรได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ระหว่างการขนย้ายทุกขั้นตอนควรได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะรักษาผลมังคุดให้อยู่สภาพดีอยู่เสมอ ขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. การทำความสะอาด

นำผลมังคุดมาคัดแยกคุณภาพของผลความแก่มังคุดดี มังคุดเสีย ต้องแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดนำมังคุดมาล้างน้ำหรือเช็ดผิวให้สะอาด

2. การเก็บรักษา

การที่จะเก็บรักษามังคุดไว้ได้นานเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความแก่ของผลมังคุดที่เก็บมาและสภาพแวดล้อม ปกติหากเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องธรรมดา หลังจากสีของเปลือกมังคุดดำแล้ว จะเก็บรักษาไว้ได้ประมาณ 7 วันก็จะเริ่มเน่า (อรค์อร, 2510) ได้ทดลองเก็บรักษาผลมังคุดเมื่อผลเริ่มเปลี่ยนสีไว้ที่อุณหภูมิ 12.7 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้ 1 เดือน โดยมังคุดยังคงคุณภาพเป็นที่น่าพอใจทั้งภายในและภายนอกรวมทั้งรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง แม้มีการเน่าเสียบ้างก็ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งพบว่าจะเน่าเสียทั้งหมดในเวลา 3 สัปดาห์ จาการรายงานของ Martin (1980) พบว่ามังคุดที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้องได้รับการยอมรับร้อยละ 30 หลังจากเก็บไว้ 15 วัน มังคุดเกิดเปลือกแข็ง สูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสควบคู่ไปกับเนื้อมีสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามการเก็บรักษามังคุดสดให้มีคุณภาพดีควรเก็บในระยะที่เป็นสายเลือด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามังคุดคือ 13 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ควรบรรจุผลลงในถุงพลาสติกเจาะรู ถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพที่เหมาะสมแล้วมังคุดมีคุณภาพดี อยู่ได้นานถึง 4 สัปดาห์ (สุรพงษ์, 2530) การเก็บรักษาผลมังคุด เพื่อรอการจำหน่ายหรือการขนส่งควรเก็บที่อุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บมังคุดที่เปลือกสีดำแล้วไว้ได้นาน 15 วัน และการเก็บไว้ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง มีออกซิเจนต่ำจะช่วยให้ผลมังคุดเก็บได้นานยิ่งขึ้น

อาการเปลือกแข็งของมังคุด

ปัจจุบันมีแนวโน้มการส่งออกมากขึ้นจึงเป็นผลไม้ที่ต้องเร่งรัดทำการวิจัยและพัฒนาการส่งออก ซึ่งต้องมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดีการส่งออกไปจำหน่ายมีทั้งผลสดและผลแช่แข็ง ตลาดส่งออกผลมังคุดสดสำคัญ ในปี 2549 ได้แก่ จีน (69%) ญี่ปุ่น (9%) และสหรัฐฯ (5%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นมูลค่า 263 ล้านบาท และในปี 2550 (ม.ค.-ก.ย.) ได้แก่ จีน (44%) ฮ่องกง (39%) เวียดนาม (3%) เป็นมูลค่า มูลค่า 721 ล้านบาท ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดที่มีผลต่อการคัดคุณภาพ ประกอบด้วย ผลร้าว เปลือกแข็ง ผิวกลาก เนื้อแก้ว และยางไหล ปริมาณความเสียหายในระดับขายส่ง ณ จุดรับซื้อในพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดจันทบุรี และ 3 อำเภอในจังหวัดชุมพร ที่ถูกสำรวจในฤดูกาลปี 2547 พบว่า มีปริมาณความเสียหายเนื่องจากผลมังคุดมีผิวกลากมากที่สุด คือ 48.6% รองลงมาคือ เนื้อแก้วและยางไหลรวม 32.4% และผลร้าวเปลือกแข็ง 19% พอจะรวบรวมอาการเปลือกแข็งของมังคุดได้ดังนี้ (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2550)

แม้ว่ามังคุดจะมีเปลือกหนาซึ่งช่วยป้องกันเนื้อภายในที่อ่อนนุ่มไม่ให้เกิดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง อย่างไรก็ตามมังคุดส่วนใหญ่เมื่อมาถึงมือผู้บริโภค มักเกิดความเสียหายซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากวิธีการเก็บเกี่ยวที่ขาดความระมัดระวัง (Stanton and Howard, 1970) วัลลภาและคณะ (2529) พบว่าวิธีการเก็บเกี่ยวมังคุดมีผลต่อการเน่าเสียของมังคุดในระหว่างการเก็บรักษามาก เมื่อเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดโดยวิธีการสอยด้วยถุงผ้าโดยไม่ให้ผลมังคุดหล่นลงบนพื้นมีจำนวนผลเสียในระหว่างการเก็บรักษาน้อยกว่าผลมังคุดที่เก็บให้หล่นลงพื้นถึง 3 เท่าและถ้าเก็บเกี่ยวในระยะที่ผิวมีสีแดงแล้วจะมีจำนวนผลเสียมากขึ้น โดยการเก็บให้หล่นลงบนพื้นมีจำนวนผลเสียมากกว่าการเก็บด้วยวิธีการสอย 4 ถึง 5 เท่า กวิศน์ (2522) พบว่าผลมังคุดที่เก็บรักษาไว้บางผลจะเกิดเปลือกแข็ง โดยระยะแรกจะเกิดส่วนใดส่วนหนึ่ง จากนั้นจะขยายกว้างจนกระทั่งครอบคลุมตลอดบริเวณเปลือก สมสุขและคณะ (2524) ได้รวบรวมข้อมูลต่างๆอันคาดว่าจะเป็นสาเหตุของอาการเปลือกแข็งไว้ดังนี้

1. การขาดน้ำของต้นมังคุด มังคุดที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไปจะมีผลที่มีลักษณะเปลือกแข็งมาก ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารด้อยกว่าต้นมังคุดที่ยังมีอายุน้อย

2. ผลมังคุดที่ถูกกระทบกระเทือนในขณะเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดลักษณะเปลือกแข็งตรงจุดที่ถูกกระทบกระเทือนและอาการเปลือกแข็งจะค่อยๆลุกลามไปทั้งผล

3. ปริมาณธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะการขาดแคลเซียม และแมกนีเซียมซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเปลือกแข็งได้

4. เชื้อราอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดเปลือกแข็ง เพราะส่วนใหญ่แล้วผลมังคุดที่มีเปลือกแข็งจะมีเชื้อราเกิดขึ้นภายในผล หรืออาจจะเกิดขึ้นทั้งภายนอกและภายในก็ได้ (ไพโรจน์ และคณะ, 2519)

อย่างไรก็ตามการแข็งตัวของเปลือกมังคุดสามารถเกิดได้ทั้งผลปกติและผลซ้ำ แต่เกิดกับผลซ้ำมากกว่าผลปกติ กล่าวคือผลซ้ำจะมีเปลือกแข็งร้อยละ 70 ขณะที่ผลปกติมีเปลือกแข็งร้อยละ 30 (กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2519) จากการตรวจสอบผลมังคุดวัยสีน้ำตาลและน้ำเงินม่วง ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตกกระทบสูงจากพื้นคอนกรีต 50และ 100 เซนติเมตร และให้อยู่ในสภาพบรรยากาศที่ไม่มีออกซิเจน ผลการวิจัยพบว่าเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบมีความแน่นเนื้อ (ความแข็ง) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 3 ชั่วโมงหลังการตกกระทบ ความแน่นเนื้อของเปลือกผลมังคุดที่เพิ่มขึ้นนี้ขึ้นกับวัยของผลมังคุด ความสูงของการตกกระทบและสภาพของบรรยากาศหลังการตกกระทบ กล่าวคือเปลือกผลมังคุดวัยสีน้ำเงินม่วง (แก่มาก) บริเวณที่ตกกระทบมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าเปลือกผลมังคุดวัยสีน้ำตาล (แก่น้อย) เปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบที่สูงกว่ามีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบที่สูงน้อยกว่า และเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบอยู่ในสภาพของบรรยากาศที่มีออกซิเจนปกติ มีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้นมากกว่าเปลือกผลมังคุดบริเวณที่ตกกระทบที่ไม่มีออกซิเจน (สายชลและอภิตา, 2546) และยังพบว่าเปลือกชั้นนอกของผลมังคุดเกิดความเสียหายเล็กน้อย เมื่อตกจากที่สูง 10 เซนติเมตร ความเสียหายจะเพิ่มมากขึ้นจนถึงเนื้อในถ้าตกกระทบจากความสูง 20 เซนติเมตร หรือมากกว่า แรงกดบนผล 3-4 กิโลกรัม ทำให้เปลือกชั้นนอกเสียหายน้อยมากหรือไม่เสียหายเลย แต่แรงกด 5 กิโลกรัมหรือมากกว่าสามารถทำให้เปลือกชั้นนอกเสียหายได้ และเสียหายมากขึ้นในผลที่แก่จัด จำนวนชั้นที่บรรจุผลมังคุดไม่มีผลต่อการเกิดความเสียหายโดยตรงแต่มีผลทางอ้อมที่จะช่วยเสริมให้เกิดความเสียหายมากขึ้นโดยก่อให้เกิดอาการเปลือกแข็งและเนื้อในส่วนที่รับประทานได้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Tongdee and Suwanakul, 1989)

ผลมังคุดเปลือกสีม่วงแดงเกิดอาการเปลือกแข็งได้อย่างรวดเร็วภายใน 3 ชั่วโมง ผลมังคุดบริเวณที่ได้รับความเสียหายมีอาการเปลือกแข็งอย่างรวดเร็วหลังจากตกกระทบ ความรุนแรงของการเกิดอาการเปลือกแข็งขึ้นอยู่กับระดับความสูงของการตกกระทบและสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาหลังจากการตกกระทบ เปลือกผลมังคุดที่ได้รับความเสียหายเนื่องจากการตกกระทบมีการย้อมติดสีในชั้นของลิกนินที่หนาและเข้มกว่าเปลือกผลมังคุดที่ไม่ได้รับความเสียหายทั้งในบริเวณผนังเซลล์และไซโตพลาสซึม แสดงให้เห็นถึงการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นของลิกนินในระดับเซลล์เมื่อผลิตผลเกิดบาดแผลทางกายภาพและอาจเป็นสาเหตุของอาการเปลือกแข็งในเปลือกผลมังคุดที่ได้รับความเสียหายหลังจากตกกระทบ (Busiri *et al.,* 2003)

การเกิดเปลือกแข็งอาจเกิดร่วมกับการเกิดอาการเนื้อแก้วด้วยก็ได้ ธนะชัย (2534) รายงานว่าลักษณะของมังคุดเนื้อแก้วก็คือเนื้อของมังคุดจะมีสีใสเป็นบางส่วนหรือเป็นไปทั้งผลและเนื้อจะกรอบกว่ามังคุดทั่วไป การเกิดเนื้อแก้วมักจะเกิดกับเมล็ดที่ใหญ่ที่สุดในผล ในขณะเดียวกันเปลือกด้านในที่ติดกับเนื้อผลจะมีอาการฉ่ำน้ำด้วย และเนื้อผลมักเกิดอาการยางไหลและเปลือกแข็งและถือว่าเป็นมังคุดเสีย (ธนะชัย, 2534)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้มังคุดในระยะที่ มวลขนาด 100±15 กรัม ปล่อยให้ตกกระแทกด้วยพลังงาน 3 ระดับ คือที่ระดับความสูง 20, 40 และ 60 เซนติเมตร ขณะที่มีและไม่มีวัสดุรองรับ เก็บรักษานาน 20 วัน ที่อุณหภูมิห้องโดยเก็บตัวอย่างทุก 5 วัน พบว่าความเสียหายของมังคุดขึ้นอยู่กับพลังงานดูดกลืนซึ่งเซลล์ของเปลือกมังคุดมีความต้านทานพลังงานกระแทกระดับหนึ่ง สามารถทำให้เซลล์เกิดบาดแผลและส่งผลต่อเนื่องทำให้ผลมังคุดเกิดอาการเปลือกแข็งได้ (ชลทิศา, 2540)

การศึกษาการแข็งตัวของเปลือกผลมังคุดเนื่องมาจากการตกกระทบ พบว่าเมื่อผลมังคุดตกกระทบทำให้เปลือกผลบริเวณด้านที่ตกกระทบมีความแน่นเนื้อของเปลือกและปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงหลังตกกระทบ การวิเคราะห์เปลือกผลมังคุดด้านที่ตกกระทบพบว่ามีปริมาณแคลเซียม ความชื้น และสารกลุ่มเพคตินใกล้เคียงกับเปลือกผลมังคุดด้านที่ไม่ตกกระทบ เปลือกผลมังคุดด้านที่ตกกระทบและอยู่ในสภาพขาดออกซิเจนมีความแน่นเนื้อและปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดลดลงเล็กน้อย การศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี thin layer chromatography พบว่า R_f ของสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกผลมังคุดบริเวณด้านที่ไม่ตกกระทบและด้านที่ตกกระทบไม่ต่างกัน แต่สารประกอบฟีนอลิกในเปลือกผลมังคุดด้านที่ตกกระทบมีค่า R_f=0.00, 0.03, 0.06, 0.3 และ 0.46 มีการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 190-400 นาโนเมตรลดลง ส่วนสารประกอบฟีนอลิกที่มีค่า R_f=0.63, 0.77 และ 0.88 มีการดูดกลืนคลื่นแสงใกล้เคียงกับในเปลือกผลมังคุดด้านที่ไม่ตกกระทบ (สมศักดิ์, 2538)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved