การตรวจเอกสาร

การผลิตและส่งออกมะม่วงของประเทศไทย

มะม่วงเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดจากเกษตรกรในการปรับเปลี่ยนจากพื้นที่นาไม่เหมาะสมตามโครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร จากปี พ. ศ. 2534 มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 1,330,000 ไร่ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2539) เพิ่มเป็น 2,185,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2544 (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2545) แหล่งปลูกมะม่วงที่สำคัญ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

ผลผลิตมะม่วงส่วนมากใช้บริโภคภายในประเทศ ในปี พ. ศ. 2547 ปริมาณผลผลิตมะม่วงทั่วประเทศไทยมีประมาณ 1,696,000 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.) โดยมีมูลค่าการส่งออกมะม่วงสดประมาณ 4,692 ตัน คิดเป็นมูลค่า 173.19 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น มาเลเซีย และออสเตรเลีย สำหรับมูลค่าการส่งออกมะม่วงบรรจุภาชนะอัดลม 10,905 ตัน มูลค่า 344.49 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญคือ ออสเตรเลีย และสหราชอาณาจักร(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) และพันธุ์ที่ส่งออกได้แก่ น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน เขียวเสวย แรด ทองดำ และพิมเสน เป็นต้น (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2539)

การส่งออกมะม่วงเริ่มเพิ่มสูงขึ้นในปี 2547-2548 ทางบริษัทส่งออกมะม่วงทั้งรายเก่าและรายใหม่เริ่มตื่นตัวเรื่องการเพิ่มปริมาณการส่งออก และเน้นคุณภาพของผลผลิตมากขึ้น โดยเฉพาะบริษัทส่งออกมะม่วงไปญี่ปุ่นที่ได้สร้างโรงอบไอน้ำรองรับการส่งออก ทำให้ประเทศไทยมีโรงอบไอน้ำเป็น 4 โรงคือ โรงอบไอน้ำของกรมส่งเสริมการเกษตร บริษัท ธานียามา สยาม จำกัด บริษัท สวิฟท์ จำกัด และบริษัท เต๋อซิง เทรดดิ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด ซึ่งเป็นนิมิตรหมายที่ดีของ การเพิ่มกำลังการส่งออกอย่างหนึ่ง พันธุ์ที่เหมาะสำหรับการส่งออกไม่จำเป็นต้องใช้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพราะมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 สามารถจัดการให้มีสีผิวเหลืองสวยเหมือนมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองและมีผิวที่ละเอียดกว่าน้ำดอกไม้สีทอง (นิทยา, 2547)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลมะม่วง

ในทางอนุกรมวิธานได้จัดจำแนกมะม่วงที่มนุษย์บริโภคผลอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae (ปวิณ, 2500) มะม่วงมีผลเป็นแบบ drupe (Gangolly *et al.*, 1957) โดยผลแบบ drupe นี้อยู่ในประเภทผล dry-fleshy เนื่องจากมีลักษณะของส่วนที่เจริญมาจากผนังรังไข่ (pericarp) ทั้งสามชั้นแตกต่างกัน ชั้นนอกเป็นเปลือกบาง เรียกว่า ‘exocarp’ ชั้นกลางเป็นส่วนของเนื้อหนาที่อยู่ถัดเข้ามาเรียกว่า ‘mesocarp’ เป็นส่วนเนื้อที่ใช้รับประทาน ส่วนชั้นด้านในเรียกว่า ‘endocarp’ มีลักษณะเป็นเสี้ยนแข็งคล้ายไม้ เป็นส่วนที่หุ้มเมล็ดเอาไว้ (McMahon *et al.*, 2002) ผลมีความแตกต่างกันมากในด้านของขนาด รูปร่าง สี ปริมาณเสี้ยน รสชาติ และกลิ่น ขนาดความยาวของผลมีตั้งแต่ 2.5-30 เซนติเมตร รูปร่างมีตั้งแต่กลมไปจนถึงรูปไข่ค่อนข้างยาว ผลมักแบนด้านข้าง รูปร่างของผลอาจแตกต่างกันในส่วนของแก้ม (sinus) ไหล่ (shoulder) หลัง (back) ปลาย (apex) คาง (nak) และจงอย (beak) สีของผลมีสีต่าง ๆ กัน คือ เขียว เหลือง และแดง เนื้อผลอาจมีเสี้ยน (เส้นใย) หรือไม่มี รสชาติและกลิ่นมีตั้งแต่หวานและฉ่ำน้ำมากไปจนถึงเปรี้ยวและค่อนข้างแข็ง จากมีกลิ่นอ่อนไปจนถึงมีกลิ่นรุนแรง (ธนะชัย, 2533) ผลมะม่วงจะแก่ภายใน 3-4 เดือนหลังจากดอกบาน (เฉลิมชัย, 2539) การเจริญเติบโตของผลมะม่วงจากการวัดขนาด ความกว้าง ความยาว และความหนา เป็นแบบ single sigmoid curve (เกศศิณี, 2525)

มะม่วงเป็นผลไม้ที่นิยมในการบริโภคผลสุก เพราะผลมะม่วงเมื่อสุกมีการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และรสชาติเพื่อให้เหมาะสมแก่การบริโภคมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงของผลในระหว่างที่มีการสุกสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือตรวจสอบได้ โดยใช้เครื่องมือ (Pantastico *et al.*, 1975) เช่น วัดการเปลี่ยนแปลงสี การอ่อนตัวของผล การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรต การสังเคราะห์โปรตีน การเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์ รสชาติ อัตราการหายใจ การสร้างก๊าซเอทิลีน เป็นต้น การสุกของมะม่วงคือการเปลี่ยนแปลงที่เข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ (senescence) (Wills *et al.*, 1981) โดยทั่วไปแล้วสามารถปล่อยให้มะม่วงสุกเองได้ แต่จะช้าและอาจเน่าเสียได้ เนื่องจากการทำลายของเชื้อโรคต่างๆ และหากเก็บเกี่ยวมามีความบริบูรณ์ของผลไม่สม่ำเสมอ จะทำให้ผลสุกไม่พร้อมกัน ผลมะม่วงที่ได้จะมีคุณภาพต่ำสีผิวไม่สวยการสูญเสียน้ำหนักมาก การบ่มจึงเป็นวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ได้ และยังสามารถกำหนดวันสุกของผลไม้ได้ (สุรพงษ์, 2533)

พันธุ์มะม่วง

ประเทศไทย มีมะม่วงหลากหลายพันธุ์ซึ่งสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้ 3 ประเภท (ธนะชัย, 2533; วิจิตร, 2533; เฉลิมชัย, 2539) คือ

1. มะม่วงพันธุ์รับประทานผลสุก เป็นพันธุ์ที่รสชาติดีเมื่อผลสุก ขณะที่ผลยังดิบอยู่จะมีรสเปรี้ยว เมื่อสุกมีรสหวาน ใช้รับประทานเป็นผลไม้และประกอบอาหารหวาน ได้แก่ หนังกลางวัน น้ำดอกไม้ ทองดำ พิมเสนแดง อกร่อง แรด ลิ้นงูเห่า โชคอนันต์ และตับเป็ด เป็นต้น

2. มะม่วงพันธุ์รับประทานผลดิบ ส่วนมากมักเรียกมะม่วงมัน ใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ระยะผลยังไม่แก่จนถึงแก่จัด เมื่อสุกจะมีรสหวานชืด ได้แก่ พิมเสนมัน เขียวเสวย สายฝน หนองแซง แรด เจ้าคุณทิพย์ ฟ้าลั่น มันเดือนเก้า และเพชรบ้านลาด เป็นต้น

3. มะม่วงพันธุ์ที่ใช้แปรรูป ผลดิบมีรสเปรี้ยว เมื่อแก่จัดมีรสอมเปรี้ยว เมื่อสุกรสหวานอมเปรี้ยว สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง ได้แก่ แก้ว สามปี และตลับนาค เป็นต้น

การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของผลมะม่วง

มะม่วง (*Mangifera indica* Linn.) เป็นไม้ผลเขตร้อน ไม่ผลัดใบ มีแหล่งกำเนิดในแถบประเทศอินเดียและพม่า (Tjiptono *et al.*, 1984) ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมในการปลูกมะม่วง สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศสภาพของภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม มีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของต้นมะม่วงและคุณภาพของผลมะม่วง แม้ว่าต้นมะม่วงจะสามารถเจริญเติบโตได้ในลักษณะภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมที่กว้าง แต่การปลูกมะม่วงเพื่อการค้านั้น แหล่งปลูกมะม่วงที่เหมาะสมที่สุด ควรอยู่ในระดับความสูงไม่เกิน 600 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (meansea level) ควรมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ในช่วง 21.1-26.7 องศาเซลเซียส ปกติมะม่วงจะออกดอกได้นั้นจำเป็นต้องได้รับอุณหภูมิต่ำประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 5-10 วัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีอาจไม่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของมะม่วงก็ได้ กรณีที่สามารถทำการให้น้ำแก่มะม่วงทางผิวดินหรือใต้ดินได้ ดินที่มีความเหมาะสมควรเป็นดินร่วน มีหน้าดินลึก 2.0-2.5 เมตร มีระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-7.5 (ธนะชัย, 2533)

มะม่วงที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มอินโดจีน (Indochinese type) ซึ่งต้องผ่านความแห้งแล้ง และอากาศหนาวเย็นเพียงพอ จะออกดอกระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ติดผลระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม และผลแก่ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม การแก่ของผลมะม่วงเริ่มจากระดับเส้นรุ้งที่ต่ำกว่าไปหาระดับเส้นรุ้งที่สูงกว่าเสมอ ทั้งนี้หากไม่มีอิทธิพลจากสภาพอากาศเฉพาะที่ (microclimate) เข้ามาเกี่ยวข้อง (สนั่น, 2527) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีดอกสมบูรณ์เพศเฉลี่ย 274.75 ± 87.50 ดอกต่อช่อ และมีดอกเพศผู้เฉลี่ย 1,044.56 ± 298.62 ดอกต่อช่อ (สมนึก, 2528) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นพันธุ์ที่ไวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ฉะนั้นอัตราส่วนของเพศดอกจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมเช่นอุณหภูมิ (ศิริชัย, 2523) ถ้าอุณหภูมิต่ำและมีเวลานานพอจะทำให้มะม่วงออกดอกและติดผลได้ดี ถ้าช่วงออกดอกและติดผลมีอุณหภูมิต่ำสุดมีค่ามากกว่า 8-20 องศาเซลเซียส ขึ้นไปจะทำให้มีดอกตัวผู้มากกว่าดอกสมบูรณ์เพศมาก จึงทำให้มะม่วงติดผลน้อยหรือไม่ติดผลเลย (สนั่น, 2527) ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ปลูกในภาคต่างๆ มีช่วงเก็บเกี่ยวดังนี้ ภาคกลางและภาคตะวันตกเริ่มแก่เก็บเกี่ยวกลางเดือนมีนาคม ภาคตะวันออกเริ่มแก่เก็บเกี่ยวกลางเดือนเมษายน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มแก่เก็บเกี่ยวปลายเดือนเมษายน ซึ่งเป็นการออกดอกติดผลของมะม่วงในฤดู แต่มะม่วงน้ำดอกไม้ทะวายจะมีการออกดอก 3 ครั้งในรอบปี คือ ต้นฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน) และเก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนสิงหาคม – กันยายน เป็นช่วงที่ติดผลน้อยที่สุด ปลายฤดูฝน (กันยายน- ตุลาคม) ซึ่งจะเก็บเกี่ยวได้ในเดือนธันวาคม – มกราคมช่วงนี้มีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูง ฤดูหนาว (ธันวาคม – มกราคม) เก็บเกี่ยวผลในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ติดผลดีที่สุด (สนั่น, 2527)

การเจริญของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นแบบ simple sigmoid curve แบ่งออกเป็น 3 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 เริ่มตั้งแต่ติดผลในช่วง 10 วัน เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า ระยะที่ 2 เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใช้ระยะเวลา 56 วัน และระยะที่ 3 ใช้ระยะเวลาประมาณ 42 วัน เป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตช้า การเจริญทางยาวมากกว่าด้านกว้างและหนา และเข้าสู่ระยะบริบูรณ์ ผลมะม่วงที่มีอายุตั้งแต่ 91 วันเป็นต้นไปผลมีขนาดคงที่ขนาดผลเฉลี่ย 13.81 ซม. กว้าง 6.98 ซม. หนา 6.49 ซม. สำหรับระยะบริบูรณ์ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จะใช้เวลาประมาณ 108 วันหลังดอกบาน (Kosiyachinda *et al*., 1984; เกศศินี, 2525) สอดคล้องกับการทดลองของ ชมัยพร (2537) ซึ่งรายงานว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความบริบูรณ์เมื่อ อายุ 91-105 วันหลังช่อดอกบาน 50%

ระหว่างการเจริญของผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของผล การเปลี่ยนแปลงนี้มีความแตกต่างกันตามพันธุ์และแหล่งที่ปลูก แต่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในผลมะม่วงพันธุ์ต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดตลอดระยะการเจริญของผลคือ มีการสะสมของแป้งในส่วนของเนื้อผล (Kosiyachinda *et al*., 1984) ในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้พบว่าในระยะ 9 สัปดาห์แรกหลังจากติดผล ซึ่งเป็นระยะที่ผลเจริญอย่างรวดเร็วและมีการสะสมแป้งต่ำ หลังจากนั้นผลมีการเจริญอย่างช้า ๆ ซึ่งตรงกับช่วงที่ส่วนของ endocarp แข็งแล้วจะมีการสะสมของแป้งในส่วนเนื้อผลเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งเก็บเกี่ยว (ดวงตรา, 2526) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความบริบูรณ์แล้ว อายุ 91-105 วันหลังช่อดอกบาน 50% มีปริมาณแป้งตั้งแต่ 18-20% ขึ้นไป (ชมัยพร, 2537)

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เมื่อผลอายุมากขึ้น มีปริมาณ ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids:TSS) เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ (ดวงตรา, 2526) ผลดิบอายุ 91-105 วันหลังช่อดอกบาน 50% มีปริมาณ TSS 15% (ชมัยพร, 2537) เมื่อสุกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ที่มีอายุ 84-90 วัน มีปริมาณ TSS ประมาณ 19% ส่วนผลที่มีอายุ 93-111 วัน มีปริมาณ TSS อยู่ในช่วง 20-21% โดยปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของน้ำตาล โดยมีปริมาณน้ำตาลประเภท non-reducing (ซูโครส) สูงกว่าน้ำตาลประเภท reducing (ดวงตรา, 2526)

ดวงตรา (2526) รายงานว่าปริมาณกรดซิตริกในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีอายุ 84-90 วัน มีค่าสูงกว่าในผลที่มีอายุ 93-111 วัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.43-1.46% และ 1.10-1.28% ตามลำดับ ปริมาณกรดนี้เพิ่มขึ้นแล้วลดลงเป็นช่วง ๆ ในระยะแรก แต่เมื่อผลเจริญเต็มที่ปริมาณกรดในเนื้อผลลดลงตามลำดับจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เมื่อผลสุกปริมาณกรดมีค่าต่ำกว่าขณะเก็บเกี่ยว เมื่อผลมะม่วงแก่ปริมาณกรดจะค่อยๆ ลดลง เช่น ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้อายุ 9 สัปดาห์ หลังจากติดผล มีปริมาณกรด 3.66% และในสัปดาห์ที่ 16 มีปริมาณกรดต่ำสุด เป็น 1.19% ซึ่งอาจเนื่องจากผลใช้กรดบางส่วนเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดในผลที่เก็บเกี่ยวที่อายุต่างๆ กัน ขณะสุกพบว่าผลที่มีอายุมากขึ้นมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ จากการลดลงของปริมาณกรดและการเพิ่มขึ้นของ TSS ขณะที่ผลอายุมากขึ้น จึงเป็นผลให้ TSS/TA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ใช้อธิบายได้ว่า ทำไมมะม่วงสุกที่เก็บเกี่ยวเมื่อผลยังไม่แก่จัดจึงมีรสเปรี้ยวอมหวาน แต่มะม่วงสุกที่แก่จัดจึงมีรสหวาน เช่นเดียวกับผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยผลที่มีอายุการเก็บเกี่ยวมากกว่ามีความหวานมากกว่าผลที่มีอายุการเก็บเกี่ยวน้อยกว่า สอดคล้องกับปริมาณ TSS และสัดส่วน TSS/TA สูงที่สุดในผลที่มีอายุมาก (เสาวภา, 2547)

ดัชนีการเก็บเกี่ยวผลมะม่วง

ความบริบูรณ์หรือความอ่อน-แก่ของผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมีผลโดยตรงต่อคุณภาพในการรับประทาน หรือรสชาติ ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่ผลยังไม่แก่จัด เมื่อผลสุกจะทำให้ผลมะม่วงมีรสเปรี้ยว สีผิวและเนื้อไม่สวย ผลเหี่ยวมากและอาจจะไม่มีกลิ่นหอม ถ้าเก็บเกี่ยวผลแก่จัดมากเกินไป เมื่อผลสุกจะมีคุณภาพไม่ดี คือเนื้อนิ่มมากและเนื้อใกล้บริเวณเมล็ดจะช้ำ อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของผลมะม่วงแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น แหล่งปลูก ฤดูกาลที่มะม่วงออกดอกและติดผลจนกระทั่งผลโต การให้ปุ๋ย ความชื้นในดิน การตัดแต่ง การใช้สารเคมีฉีดพ่นและตำแหน่งของผลในทรงพุ่ม เป็นต้น การหาระยะเวลาที่เหมาะสมของอายุการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงสามารถทำได้หลายวิธี (สายชล, 2533) ได้แก่

1. การนับอายุ

การนับอายุของผลมะม่วง เป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อหาความแก่ที่เหมาะสมของผลมะม่วง อาจนับอายุตั้งแต่วันที่ช่อดอกเริ่มบาน 50% หรือบานเต็มที่ หรือตั้งแต่ผลขนาดเล็กเท่าเมล็ดถั่วเขียวเริ่มติดแล้ว จนกระทั่งถึงวันที่เก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ง่ายและสะดวก แต่จะต้องบันทึกอายุของผลที่เก็บเกี่ยวได้เป็นเวลาติดต่อกันมากกว่า หนึ่งฤดูกาลของการออกดอกติดผล จึงจะนำมาใช้และได้ผลดี (สายชล, 2533; Kosiyachinda *et al*., 1984) ผลมะม่วงพันธุ์ทองคำ ที่มีอายุ 97-103 วัน หลังจากดอกบาน มีความเหมาะสมที่จะเก็บเกี่ยวเพื่อส่งจำหน่ายทั้งภายในและต่างประเทศ (สมชาย, 2530) พันธุ์หนังกลางวัน ผลอายุ 109-118 วันหลังจากติดผล เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยว (อารี, 2530) ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ควรมีอายุผลระหว่าง 91-105 วันหลังช่อดอกบาน 50% (ชมัยพร, 2537) หรืออายุ 90-100 วัน สำหรับส่งจำหน่ายตลาดยุโรปตะวันตกและตลาดภายในประเทศควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110-120 วัน (เกศศิณี, 2525) พันธุ์แก้วจุก ผลที่มีอายุ 98-111 วันหลังจากติดผล เป็นอายุที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว (กาญจนา, 2537) และพันธุ์ ‘Duncan’ มีคุณภาพดีที่สุดเมื่ออายุ 14-15 สัปดาห์หลังดอกบาน (จงรักษ์, 2524)

2. ความถ่วงจำเพาะ

เมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้นจะมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ความถ่วงจำเพาะของผลมะม่วงมีค่ามากขึ้น (สายชล, 2533) ในมะม่วงพันธุ์ ‘Kesar’ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของผลที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่า 1.00 ระหว่าง 1.00-1.02 และมากกว่า 1.02 พบว่า

ปริมาณน้ำตาลและ TSS แปรผันตามความถ่วงจำเพาะที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณกรดและกรดแอสคอบิกแปรผกผันกับความถ่วงจำเพาะของผล (Kapse and Katrodia, 1996) ในทางปฏิบัติไม่จำเป็นต้องคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของผลมะม่วง แต่ใช้วิธีการสังเกตจากการจมและการลอยในน้ำของผลมะม่วง โดยผลมะม่วงที่มีอายุต่างกันจะมีลักษณะการจมและลอยน้ำไม่เหมือนกัน เพราะมีความถ่วงจำเพาะต่างกัน คือผลแก่มีความ ถ่วงจำเพาะมากกว่าผลอ่อน ดังนั้นจึงพบว่าผลอ่อนลอยน้ำในขณะที่ผลแก่จมน้ำ (สายชล, 2533) พันธุ์หนังกลางวัน ผลอายุ 109 -118 วัน หลังติดผลมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลมากกว่า 1.00 (อารี, 2530) พันธุ์น้ำดอกไม้ ผลที่มีอายุตั้งแต่ 84 วันขึ้นไปมีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.03-1.04 (ดวงตรา, 2526) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เหมาะสมแก่การส่งออก คือ ผลมะม่วงที่จมในน้ำ และสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้น 1.5% แต่ลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 3% โดยที่คุณสมบัติของผลมะม่วงนี้มีปริมาณ TSS และความแน่นเนื้อไม่สูงหรือต่ำเกินไป เนื้อผลสีเหลืองปนส้ม %การสูญเสียน้ำหนักต่ำ (จักรพงษ์, 2533) และพันธุ์แก้วจุก ผลที่มีอายุ 98-111 วัน มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 (กาญจนา, 2537)

3. ความร้อนสะสม

คำนวณหาได้จากผลรวมของอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันลบด้วยอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชชนิดนั้นๆ สามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับมะม่วงอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้ คือ 18 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สามารถเก็บเกี่ยวผลมะม่วงได้เมื่อมีปริมาณความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 902-993 CDD (Celsius Degree Days) (ชมัยพร, 2537) มะม่วงพันธุ์ทองดำผลอายุ 97-103 วัน มีความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 778.80-843.95 CDD (สมชาย, 2530) พันธุ์หนังกลางวัน อายุ 109-118 วันหลังติดผล มีความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 991.16-1,066.31 CDD (อารี, 2530) พันธุ์แก้วจุก ผลอายุ 98-111 วัน มีค่าความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 983.95-1,143.95 CDD (กาญจนา, 2537)

4. อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด

ในผลไม้หลายชนิดใช้การวัดปริมาณ TSS และกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity; TA) แล้วนำมาคำนวณหาอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรดจาก TSS/TA เพื่อเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว ผลมะม่วงพันธุ์ทองดำสามารถเก็บเกี่ยวได้ เมื่ออายุ 97-103 วัน มีค่าอัตราส่วน TSS/TA อยู่ระหว่าง 5.90-8.46 (สมชาย, 2530) พันธุ์หนังกลางวัน อายุ 109-118 วันหลังจากติดผล มีอัตราส่วน TSS/TA อยู่ในช่วง 7.03-11.21 (อารี, 2530) พันธุ์น้ำดอกไม้อายุ 95-111 วัน มีค่าอัตราส่วน TSS/TA เท่ากับ 6.01-10.10 (ดวงตรา, 2526) โดยผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และน้ำดอกไม้สีทองที่ระยะความบริบูรณ์มากมี

สัดส่วน TSS/TA ที่มากขึ้น ทำให้มีรสชาติหวานและเป็นที่ยอมรับมากกว่าผลที่มีอายุน้อย (เสาวภา, 2547)

5. นวล

ผลมะม่วงเกือบทุกพันธุ์เมื่อผลแก่จัด นวลหรือไขที่ผิวจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะผลมะม่วงที่มีผิวสีเขียวเข้ม ดังนั้นเมื่อใช้มือถูหรือผ้าเช็ดผิวของผลมะม่วง นวลหรือไขจะหลุดไป และเห็นเป็นรอยบนผิวผล (สายชล, 2533)

เพื่อให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมีคุณภาพที่เหมาะสมอย่างแท้จริง ควรจะใช้วิธีการตรวจสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงมากกว่าหนึ่งวิธีร่วมกัน

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

1. การเปลี่ยนแปลงสี

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลต่างๆ มักมีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียวจะหายไป และมักปรากฏสีเหลืองหรือแดงขึ้นแทน สีต่างๆ ของผลิตผลที่เราเห็นนี้เกิดจาก pigment หรือสารสีต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่ละลายในน้ำ (water soluble) พบในแวคิวโอล ได้แก่ สารสีแอนโทไซยานินต่างๆ และพวกที่ละลายในไขมัน (lipid soluble) พบใน plastid มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น สารสีเขียวคลอโรฟิลล์เอ และบี สารสีเหลืองคาโรทีนอยด์ และสารสีแดงไลโคปีน สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้สีของผลิตผลเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารสีเหล่านี้ การเข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของสารสีต่างๆ จะช่วยให้การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลเป็นไปได้ดีขึ้น (จริงแท้, 2538)

2. การอ่อนตัวของผล

การอ่อนตัวของผลไม้เป็นผลจาก การสูญเสียความเต่งของเซลล์ การสลายตัวของแป้งและไขมัน และการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ (Tucker and Seymour, 1991) ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเพคตินที่ละลายน้ำได้ (Roe and Bruemmer, 1981) สำหรับรายงานในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ความถ่วงจำเพาะ 1.02 เมื่อไปบ่มให้สุกขณะผลดิบมีค่าความแน่นเนื้อ 11-17 กิโลกรัม/

ตารางเซนติเมตร (กก./ตร.ซม.) และผลมะม่วงที่ความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 1.03 ขึ้นไปมีค่าความแน่นเนื้อ 10-13 กก./ตร.ซม. และเมื่อผลสุกที่ระดับความแก่แตกต่างกันมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน (ชมัยพร, 2537) นอกจากนี้ความแน่นเนื้อของพันธุ์น้ำดอกไม้เมื่อผลเริ่มนิ่มได้ 1 วันมีค่า 0.87 กก./ตร.ซม. และลดลงเป็น 0.50 กก./ตร.ซม. เมื่อผลนิ่มได้ 10 วัน (ธีราพร, 2536)

3. การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงที่แก่เต็มที่จะมีนวลหรือไขปกคลุมมาก ช่วยลดการสูญเสียน้ำ เมื่อผลเริ่มสุกจะเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ในระยะนี้จะมีการสลายตัวของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มากกว่าการสังเคราะห์ (อรรณพ, 2532) จากการศึกษาในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 แต่น้อยกว่า 1.03 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นคิดเป็น 66.47% ภายใน 8 วันหลังจากผลนิ่ม (อรรณพ และคณะ, 2533) สอดคล้องกับรายงานของธีราพร (2536) พบว่า การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 75.31% นอกจากนี้ที่ระดับความแก่แตกต่างกันนั้นพบว่า ผลมะม่วงที่ลอยน้ำมีการสูญเสียน้ำหนัก 15% ซึ่งสูงกว่าผลมะม่วงที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้น 1.5% และ 3% ตามลำดับ (จักรพงษ์, 2533) เช่นเดียวกับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ใช้ดัชนีการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีนับตั้งแต่วันหลังดอกบานเมื่อความแก่ของผลเพิ่มขึ้น% การสูญเสียน้ำหนักกลับลดลง (เกศศิณี, 2525) การเปรียบเทียบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 กับน้ำดอกไม้สีทองพบว่ามะม่วงทั้ง 2 พันธุ์มีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันมากประมาณ 0.7%-0.9% ต่อวัน (เสาวภา, 2547)

4. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลในผลสุกมีมากกว่าผลดิบ แป้งที่สะสมไว้สลายตัวโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสได้น้ำตาล ทำให้ TSS เพิ่มขึ้น น้ำตาลในผลมะม่วงส่วนใหญ่ 75% เป็นน้ำตาลซูโครส (สายชล, 2528) ปริมาณ TSS ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะผลดิบมีค่า 12.5% และเพิ่มขึ้นเป็น 21.5% เมื่อผลสุก (ดวงตรา, 2526) ซึ่งจากรายงานของธีราพร (2536) พบว่าปริมาณ TSS หลังการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงน้ำดอกไม้มีค่า 9.5% หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 17.23% และเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อสุกมากขึ้น โดยปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นในมะม่วงที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นสูง (ฤดีกร, 2532)

5. ปริมาณกรด

โดยปกติในผลมะม่วงมีปริมาณกรด citric และ succinic ซึ่งจะค่อย ๆ ลดลงระหว่างการสุก ขณะที่กรด malic นั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ (Lizada, 1993) การลดลงอาจเกิดเนื่องจากผลไม้ใช้กรดบางส่วนเป็น substrate สำหรับกระบวนการหายใจ โดยปริมาณกรดที่ไทเทรได้ (TA) ในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้พบว่าขณะผลดิบมีค่า 1.3 กรัม/100 กรัม และลดลงขณะผลสุกมีค่า 1.1 กรัม/100 กรัม (ดวงตรา, 2526) เช่นเดียวกับรายงานของอรรณพ และคณะ (2533) พบว่าปริมาณ TA ของมะม่วงพันธุ์นี้ขณะผลเริ่มนิ่มได้ 1 วันมีค่า 5.87 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรน้ำคั้น และลดลงเหลือ 2.13 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร น้ำคั้น เมื่อผลนิ่มได้ 8 วัน สอดคล้องกับผลการทดลองของธีราพร (2536) ที่วัดค่า TA ได้ 2.49 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร น้ำคั้น และ 1.57 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร น้ำคั้น ตามลำดับ นอกจากนี้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นต่าง ๆ มีค่า TA ใกล้เคียงกันและเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส นาน 4 สัปดาห์แล้วบ่มให้สุก พบว่ามะม่วงที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมีปริมาณกรดน้อยกว่า (ฤดีกร, 2532)

6. กรดแอสคอบิก

สำหรับปริมาณกรดแอสคอบิกในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ผลดิบเพิ่มขึ้นเมื่อผลสุก เพิ่มขึ้นจาก 19.93 เป็น 28.94 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร น้ำคั้น (ธีราพร, 2536) สอดคล้องกับรายงานของอรรณพ และคณะ (2533) พบว่า ปริมาณกรดแอสคอบิกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดหลังจากเก็บรักษาได้ 5 วัน หากบ่มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้นาน 3 วันแล้วตรวจสอบคุณภาพผลทันทีมีปริมาณกรดแอสคอบิก 4.5-6.8 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร และมะม่วงที่ลอยน้ำหรือลอยน้ำเกลือความเข้มข้น 1.5% และ 3% มีปริมาณกรดแอสคอบิกที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส นาน 4 สัปดาห์ ซึ่งมีประมาณ 2.0-2.7 มิลลิกรัม/100 กรัม (จักรพงษ์, 2533) และพบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำแล้วนำออกมาวางให้สุกที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น (วีรินทร์, 2535) แต่จากรายงานฤดีกร (2532) พบว่าเมื่อตรวจสอบคุณภาพทันทีหลังบ่มให้สุกมะม่วงที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นสูงมีปริมาณกรดแอสคอบิกสูงกว่า และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส นาน 4 สัปดาห์แล้วบ่มให้สุก มีรายงานการศึกษาปริมาณวิตามินซีในผลมะม่วงพันธุ์ ‘Dashehari’ ผลสุกในวันที่ 6 หลังการเก็บรักษา โดยมีปริมาณวิตามินซีลดลงระหว่างการเก็บไว้ที่อุณหภูมิช่วง 31.5-37.5 องศาเซลเซียส (Kalra and Tandon, 1983)

7. การประเมินคุณภาพโดยการรับประทาน

อรรณพ และคณะ (2533) ได้ทำการประเมินคุณภาพและรสชาติด้วยการรับประทานของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.01 แต่ไม่เกิน 1.03 โดยรอให้ผลสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีคะแนนสูงสุดหลังจากผลเริ่มนิ่มได้ 5 วันซึ่งตรงกับระยะที่มีปริมาณกรดแอสคอบิกสูงสุดพอดี ดังนั้นควรบริโภคมะม่วงหลังจากผลเริ่มสุก 5 วันเพื่อให้ได้คุณค่าและรสชาติดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของธีราพร (2536) พบว่า ค่ายอมรับทั่วไปและรสชาติสูงสุดเท่ากับ 7.5 (ความชอบปานกลาง-ชอบมาก) และค่าลักษณะเนื้อเท่ากับ 2.7 (เนื้อนิ่มปานกลาง) หลังจากผลนิ่มแล้ว 5 วัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการบ่มมะม่วง

1. สารเคมี

สารเคมีที่นำมาใช้ในการกระตุ้นการผลิตเอทิลีนภายในผลมะม่วง การบ่มจะมีผลในการย่นระยะเวลาตั้งแต่หลังเก็บเกี่ยว จนกระทั่งเกิด climacteric rise เท่านั้น แต่จะไม่มีผลต่อ climacteric peak หรืออัตราการหายใจสูงสุด (Wills *et al*., 1981) สารที่มีรายงานว่าสามารถใช้บ่มผลไม้ได้ ได้แก่ ก๊าซเอทิลีน โพรพิลีน และอะเซทิลีน ซึ่งก๊าซเอทิลีนเป็นก๊าซที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (สายชล, 2528)

โดยทั่วไปชาวสวนหรือพ่อค้าขายส่งในประเทศไทยนิยมใช้ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) อัตรา 10 กรัมต่อผลไม้ 3-5 กิโลกรัม ความชื้นจากผลไม้จะทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้เป็นก๊าซอะเซทิลีน (C_2H_2) ซึ่งมีคุณสมบัติเร่งการสุกของผลไม้ได้ (จริงแท้, 2538) การศึกษาการบ่มผลมะม่วงพันธุ์แก้วจุกสรุปไว้ว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) อัตรา 10 และ 20 กรัม/มะม่วง 1 กิโลกรัม และเอทิลีน อัตรา 200 ไมโครลิตร/ลิตร บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้สุกเร็ว และผลสุกสม่ำเสมอว่าผลที่ปล่อยให้สุกเองตามธรรมชาติ 3-4 วัน คุณภาพโดยรวมดีกว่า โดยที่การใช้แคลเซียมคาร์ไบด์หรือเอทิลีนในการบ่มให้ผลไม่แตกต่างกัน (กาญจนา, 2537) การบ่มมะม่วงพันธุ์มหาชนกให้สุกดี และมีสีเหลืองส้มสวยสม่ำเสมอทั้งผลควรใช้แคลเซียมคาร์ไบด์อัตรา 10 กรัม/มะม่วง 1 กิโลกรัมที่อุณหภูมิห้อง (28-31 องศาเซลเซียส) (จริงแท้และคณะ, 2542) สำหรับมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์การบ่มนับเป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากผลมะม่วงจะสุกช้ามากถ้าไม่บ่มและการสุกเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ แต่เมื่อบ่มด้วย

แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) อัตรา 10 กรัม/มะม่วง 1 กิโลกรัม สามารถทำให้การสุกสม่ำเสมอ และมีคุณภาพดี (ธีรนุต และคณะ, 2546) ผู้เสนองานวิจัยได้ทดลองให้เกษตรกรสวนมะม่วงเงาศิลป์ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และเกษตรกร อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี บ่มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 วันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2545 – 24 กุมภาพันธ์ 2545 และ 28 กุมภาพันธ์ 2545 ตามลำดับ พบว่าเกษตรกรทั้ง 2 แห่ง ใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ที่ทุบให้มีขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวถึงเมล็ดถั่วลิสง ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ วางกระจายในตะกร้าผลไม้พลาสติกที่บรรจุมะม่วง 25 กิโลกรัม ห่อละประมาณ 30-50 กรัม จากนั้นปิดภาชนะให้มิด ภายหลังจากการบ่มได้ 3 วัน จึงเอาแคลเซียมคาร์ไบด์ออก แล้วผึ่งมะม่วงต่อไปอีก 24 ชั่วโมง พบว่าการสุกของมะม่วงมีการเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองน้อยมาก โดยบางผลยังคงเขียวเหมือนเดิม แต่เมื่อตรวจสอบคุณภาพภายในเนื้อมะม่วงสุกสีเนื้อเหลืองสวย มีความแน่นเนื้อต่ำ สรุปว่ามะม่วงสุกแต่ผิวผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองไม่สม่ำเสมอหรือไม่เปลี่ยนสีเลย บางผลแสดงอาการเหี่ยวทั้งที่ผลยังเขียวอยู่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมระหว่างการบ่ม หรือปริมาณของถ่านแก๊สที่ใช้ไม่เหมาะสม และ/หรือระดับความบริบูรณ์ของผลไม่เท่ากัน จะเห็นได้ว่าการบ่มโดยการใช้ก๊าซอะเซทิลีนกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 โดยเกษตรกรซึ่งมีความชำนาญมากก็ยังให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างการบ่มมะม่วงมีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำเกินไป และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมมากขึ้น ทำให้มีผลต่อการพัฒนาสีผิวเปลือกมะม่วง มีรายงานว่าหากเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า 5% จะเกิดปัญหาต่อการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ (Sornsrivichai *et al*., 2000) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการบ่มโดยวิธีการนี้จะเป็นที่นิยมในประเทศ แต่ก็ก่อให้เกิดกลิ่นติดผลไม้ และเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ที่สูดดมเข้าไป ดังนั้น การใช้ก๊าซเอทิลีนโดยตรงจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้ และยังเป็นที่นิยมของต่างประเทศด้วย

เรณู (2527) รายงานว่าการบ่มมะม่วงพันธุ์อกร่องทองด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มที่ทำให้ผลสุกดี มีสภาพเหมาะที่จะนำมารับประทานที่สุดเมื่อเก็บรักษาไว้ 4 วันหลังจากบ่ม Nakasone and Paull (1998) และ Tropica (2002) รายงานว่า ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการบ่มมะม่วงคือ 10-100 ไมโครลิตร/ลิตร บ่มมะม่วงเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% ซึ่งสอดคล้องกับการบ่มผลมะม่วงพันธุ์เฮเดนมายา และมาบรูกาทางการค้าในประเทศอิสราเอล ที่ใช้ก๊าซเอทิลีนในระดับความเข้มข้น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เดียวกัน แต่ใช้ระยะเวลาในการบ่ม 48 ชั่วโมง (Fuchs *et al*., 1975) ขณะที่การบ่มมะม่วงพันธุ์เคนซิงตันให้มีคุณภาพสีที่ดี ใช้เอทิลีนความเข้มข้นต่ำ 10 ไมโครลิตร/ลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง (Nguyen *et al*., 2002) จากรายงานของพีรพงษ์ (2540)

ที่บ่มผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ระดับความเข้มข้น 100-1,000 ไมโครลิตร/ลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับ 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มส่งเสริมการพัฒนาสีผิวผลมากที่สุด ทั้งนี้ผลที่มีความบริบูรณ์มากกว่าจะมีการพัฒนาของสีผิวผลได้ดีกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อยกว่า นอกจากนี้ระดับของออกซิเจนยังมีผลส่งเสริมการทำงานของเอทิลีนในการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาสีผิวผลได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าผลมะม่วงน้ำดอกไม้จะมีการพัฒนาของสีดีขึ้น ผิวของผลก็ยังคงมีสีเขียวอมเหลืองเป็นส่วนใหญ่

2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการบ่มผลมะม่วง มีรายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มผลมะม่วงที่สุดจะอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส แต่หากอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 32 องศาเซลเซียส จะทำให้การชะลอการสุกเกิดขึ้น ผลเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ (Sommer and Arpaia, 1992; Nakasone and Paull, 1998; Tropica, 2002) มะม่วงพันธุ์เคนซิงตันไพรด์ที่บ่ม ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกน้อยกว่าผลที่บ่ม ณ อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทั้งที่เกิดการอ่อนนิ่มของเนื้อแล้ว (Nguyen *et al*., 2002) สอดคล้องกับการศึกษาของ O'Hare (1995) ที่ได้ทดลองบ่มมะม่วงพันธุ์เคนซิงตันด้วยเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 13 18 22 24 หรือ 30 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มมะม่วงคือ 18-22 องศาเซลเซียส การบ่มมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิสูงที่ 30 องศาเซลเซียสให้คะแนนคุณภาพการเปลี่ยนแปลงสีผิวต่ำที่สุด มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูง และมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ต่ำมาก นอกจากนี้ยังมีรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. ระยะเวลาการบ่ม

การให้เอทิลีนความเข้มข้น 10 100 และ 1,000 ไมโครลิตร/ลิตร บ่มมะม่วงพันธุ์เคนซิงตันไพรด์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่หากบ่มเป็นเวลานาน 72 ชั่วโมงพบว่า ความเข้มข้นของเอทิลีนที่สูงขึ้น 100 และ 1,000 ไมโครลิตร/ลิตร มีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ (Nguyen *et al*., 2002) สำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ที่จุ่มในสารละลายน้ำเกลือ 1.5% บ่มด้วยเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นเหลืองได้ดีกว่าผลมะม่วงที่บ่มเป็นเวลานาน 24 และ 36 ชั่วโมง (พีรพงษ์, 2540)

4. ความบริบูรณ์ของผลมะม่วง

อายุของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บเกี่ยวมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของผลสุกเมื่อปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิห้อง 31.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 58.5% ผลที่มีความบริบูรณ์มากกว่าจะใช้เวลาในการสุกน้อยกว่า มีการพัฒนาสีดีกว่า มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่า และปริมาณกรดต่ำกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อยกว่า (สายชล และสุนทร, 2535) เมื่อนำผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีอายุต่างกันมาทำการบ่มด้วยเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลที่มีความบริบูรณ์มากกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก คุณภาพทางเคมี และรสชาติดีกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อยกว่า (พีรพงษ์, 2540)

5. การห่อผล

การห่อผลมีอิทธิพลต่อคุณภาพผลไม้หลายๆ ชนิด อาทิเช่น การห่อผลสาลี่ด้วยถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนที่มีการเจาะรูขนาดเล็ก เป็นเวลา 30 วันหลังจากดอกบานเต็มที่ ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีคุณภาพสำหรับการส่งออกจาก 27.2% เพิ่มขึ้นเป็น 63.2% ทั้งนี้เนื่องจากการห่อผลช่วยลดการเข้าทำลายของนก จากที่เคยทำลายผลถึง 28.4% เป็น 0% และลดตำหนิที่เกิดขึ้นบนผิวผลลงมาถึง 15.9% (Amarante, 2002) ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สีผิวสดใสและสวยงามกว่า ลดการเกิดโรคสแคบและผลเน่าดำ (Hong *et al.*, 1996) การห่อผลแอปเปิ้ลด้วยถุงกระดาษทำให้เกิดสีแดงที่ผิวผลมากขึ้น และยับยั้งการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ที่ผิวได้ (Kikuchi *et al.*, 1997) Estrada (2002) รายงานว่าการห่อผลมะม่วงพันธุ์เฮเดน พันธุ์ทอมมีแอทกินส์ พันธุ์เค้น และพันธุ์เคี้ยทด้วยถุงกระดาษสีน้ำตาล เพื่อป้องกันไม่ให้ผลมะม่วงถูกแสงโดยตรง ทำให้ผลมะม่วงมีการสังเคราะห์สารสีแซนโทฟิลล์ แคโรทีน และแอนโธไซยานิน ขึ้นมาแทนที่สารสีคลอโรฟิลล์ แต่การห่อผลด้วยถุงกระดาษดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารสีในมะม่วงพันธุ์มะนิลา และพันธุ์อะทอลโฟ นอกจากนี้การห่อผลมะม่วงด้วยถุงกระดาษในระยะที่ผลมีอายุประมาณ 50-60 วัน สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากโรคและแมลง แสงแดด ลม ฝน รอยขูดขีด หรือกระทบกระแทกที่เกิดกับผล ช่วยให้ผลมีสีผิวนวลสวย รสชาติดี และยังช่วยลดสารพิษตกค้างที่ผล ซึ่งทำให้ขายได้ราคาสูงขึ้น (สนั่น, 2527) การห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถุงพลาสติก สีน้ำเงิน ทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นมากกว่าผลที่ไม่ได้ห่อประมาณ 13% แต่เปอร์เซ็นต์ความหวานของผลที่ไม่ได้ห่อมากกว่าผลที่ห่อประมาณ 26% (วิจิตร, 2529) ผลมีขนาดใหญ่มากขึ้น (ยืนยง, 2529) และยังสามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันทองได้ (โกศล, 2527) วิวัฒนาการการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกเริ่มมีการห่อผลเพื่อป้องกันการทำลายของแมลงวันผลไม้และการขีดข่วนของผิวมะม่วง ซึ่งการห่อได้มีการปรับปรุง

ชนิดวัสดุห่อมาเรื่อยๆ ขณะนี้เกษตรกรผู้ผลิตเพื่อการส่งออกได้ใช้ถุงห่อของไต้หวันที่มีความหนา 2 ชั้น ข้างนอกสีน้ำตาล ข้างในเป็นสีดำได้ผลดี ส่วนเรื่องการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชก็เลือกใช้ชนิดที่มีคุณภาพ และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (นิทยา, 2547)