บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

อายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพอลิเอไมด์ (polyamide; PA) และถุงพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE) ไม่เจาะรู ที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่ามีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน เนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา เนื่องจากผลมะม่วงที่เก็บในถุงที่ไม่ได้เจาะรูทำให้มีปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ลดลงเนื่องจากการหายใจ เมื่อขาดออกซิเจนการถ่ายทอดอิเล็คตรอนจาก NADH ในกระบวนการหายใจเกิดขึ้นไม่ได้ในขณะเดียวกันการสร้าง ATP ก็ไม่อาจเกิดขึ้นทำให้การหายใจทั้งกระบวนการถูกยับยั้งเพราะ NAD^+ ถูกรีดิวซ์ให้อยู่ในรูป NADH เสียหมด ดังนั้นผลิตผลจึงหาทางออกเพื่อให้ได้พลังงาน (ATP) ในขณะเดียวกันต้องหมุนเวียน NADH กลับมาเป็น NAD^+ โดยเมื่อน้ำตาลผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) จนได้กรดไพรูวิก (pyruvic acid) แล้วจะถูกออกซิไดซ์ได้เป็นอะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และเอทานอล (ethanol) ตามลำดับ ในกรณีที่คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับพลังงานในรูปของ ATP เพียง 2 โมเลกุล ในขั้นตอนของกระบวนการไกลโคไลซิส จึงต้องเกิดเร็วขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการและในขณะเดียวกันเกิดการสะสมของแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นทำให้เสียคุณภาพของผลไม้ คือ เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ (จริงแท้, 2542) สำหรับผลมะม่วงที่บรรจุในถุง PA และ PE เจาะรู ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ามีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน เนื่องจากเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 35 วัน โดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาวและการเน่าเสีย แต่เมื่อนำผลมะม่วงมาปล่อยให้สุกเปลือกหุ้มเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำ สำหรับที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่ามีอายุการเก็บรักษาเพียง14 วัน เนื่องจากผลมะม่วงเกิดการสุกเมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน สอดคล้องกับการทดลองของ Medlicott *et al*., (1990) ที่รายงานผลมะม่วงพันธุ์ Amelie, Tommy Atkins และ Keitt ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 21 วัน ผลเริ่มเกิดการสุกและมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เริ่มเกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

13 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา อาจเนื่องจากอุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลมะม่วงโดยไม่เกิดอันตรายกับผิวมะม่วง (จริงแท้, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Morton (1987) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุง PA และ PE เจาะรูแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บไว้นาน 35 วัน ซึ่งต่างจาก ศศธร (2549) ที่รายงานว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการสะท้านหนาวภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน โดยที่เปลือกมีลักษณะอาการเนื้อเยื่อยุบตัวเป็นจุดๆ และมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่บริเวณเปลือกและเนื้อที่เป็นเช่นนี้คาดว่าเป็นผลเนื่องจากถุง PA และ PE ที่ใช้มีผลช่วยชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ สอดคล้องกับวิลาวัลย์และจำนงค์ (2552) รายงานว่าเมื่อนำผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาบรรจุในถุงพอลิเอไมด์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 28 วัน โดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาว

ผลมะม่วงทุกกรรมวิธี ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากผลมะม่วงที่ใช้ในการทดลองผ่านการจุ่มด้วยสารฆ่าเชื้อรา (อมิสตา) ทำให้ไม่เกิดโรคกับผลมะม่วง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Somsrivichai *et al.* (1992) ซึ่งพบว่ามีการใช้สารฆ่าเชื้อรา จุ่มผลมะม่วง สามารถป้องกันการเกิดอาการของโรคในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ และยังพบอีกว่าการใช้สารฆ่าเชื้อราร่วมกับการห่อฟิล์ม สามารถป้องกันการเกิดโรคได้ เนื่องจากเป็นผลร่วมระหว่างสารฆ่าเชื้อราที่สามารถทำให้เชื้อโรคอ่อนแอลงได้ ประกอบกับสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราและฟิล์มยังป้องกันการติดเชื้อได้อีกทางหนึ่ง และWills *et al.* (1981) รายงานว่าการเจริญของเชื้อ Colletotrichum gloeosporioides (Penz) Sacc. หรือโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงต้องการเวลาที่จะปรากฏอาการของโรคและสภาวะที่เหมาะสมซึ่งมีปริมาณเกรดและความแน่นเนื้อต่ำ และปริมาณน้ำตาลสูง

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส คาดว่าเนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในผลิตผลสดได้ (สายชล, 2528) สอดคล้องกับผลการทดลองในผลมะม่วงพันธุ์ Julie (Sankat *et al.*, 1993) และผลมะม่วงพันธุ์ Manila (Hidalgo *et al.*, 1996) การที่ผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของน้ำมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นโอกาสที่น้ำจะหลุดออกจากสถานะของเหลวไปอยู่ในรูปของก๊าซจึงเกิดขึ้นได้มากกว่า ทำให้ผลมะม่วงที่ทำการเก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิสูงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2542) เช่นเดียวกับที่มีรายงานในผลมะม่วงพันธุ์ Irwin (Ueda *et al.*, 1999) พันธุ์ Haden, Kent และ Keitt (Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, 1985) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วนำออกมาวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงจะสูญเสียน้ำหนักมากกว่าเก็บไว้ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เพราะการนำผลมะม่วงออกจากสภาพอุณหภูมิต่ำมาวางไว้ให้สุกในสภาพที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะเร่งให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจสูงขึ้นและส่งผลให้สลายอาหารที่สะสมอยู่เพื่อเป็นสับสเตรทของการหายใจรวดเร็วขึ้น จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักของผลเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2542) และผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ มีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวป้องกันการระเหยของน้ำได้ดี Ben-Yehshua *et al.* (1985) รายงานว่าพลาสติกฟิล์มสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลไม้และรักษาสภาพบรรยากาศรอบผลิตผลให้อิ่มตัวด้วยไอน้ำ Ben-Yehshua *et al.* (1979) รายงานว่าการใช้พลาสติกฟิล์มชนิดพอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) ห่อผลไม้ตระกูลส้ม สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดี จากการทดลองนี้ผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิด PE มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดพอลิเอไมด์ (polyamide, PA) คาดว่าน่าจะเกิดจากคุณสมบัติในการยอมให้ไอน้ำ ผ่านได้แตกต่างกัน ซึ่งการใช้พลาสติกควบคู่กับการใช้อุณหภูมิต่ำจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสามารถชะลออัตราการหายใจ ซึ่งทำให้เกิดการคายน้ำขึ้นอย่างช้าๆ ขณะเดียวกันการบรรจุผลมะม่วงด้วยถุง PE และ PA นั้นจะเป็นตัวป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงโดยรักษาสภาพบรรยากาศและความชื้นภายในผลอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เช่นเดียวกับ Keawphet *et al.* (2003) รายงานว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เมื่อเก็บรักษาในฟิล์มพลาสติกชนิด LLDPE สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อรวดเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส โดยผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองของ Charles and Tung (1973) ที่พบว่าผลกล้วยพันธุ์ Valery ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ มีการพัฒนาของสีเปลือกเป็นสีเหลืองได้น้อยกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้คลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มสูงขึ้น (Gross, 1989) โดยอุณหภูมิจะมีผลในการเพิ่มกิจกรรมของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอนไซม์ phosphatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการสังเคราะห์ แคโรทีนอยด์ให้มีกิจกรรมที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, 1985) ซึ่งมีรายงานว่าพบลักษณะเช่นนี้ในผลมะม่วงพันธุ์ Kensington (Chaplin, 1991) พันธุ์ Manila (Hidalgo *et al.*, 1996) และพันธุ์ Julie (Sankat *et al.*, 1993) โดยพบว่า เมื่อเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานแล้วนำมาปล่อยไว้ให้ผลสุกผลมะม่วงมีการพัฒนาสีเปลือกเป็นสีเหลืองได้น้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผลมะม่วงไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ (Chaplin *et al.*, 1991) หรืออาจเนื่องมาจากในช่วงที่ผลเข้าสู่กระบวนการสุกมีอัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ลดลงและมีการชะลอการสังเคราะห์รงควัตถุ แคโรทีนอยด์ (Hidalgo *et al.*, 1996) การเปลี่ยนแปลงสีเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นทันทีหลังเกิด climacteric peak ของการหายใจในระหว่างเกิดการสุกของผลไม้และติดตามด้วยการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของผลไม้ การคงสภาพของสีเขียวและอัตราการเกิดสีเหลืองมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดเกี่ยวกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาของการเก็บรักษาและส่วนประกอบของบรรยากาศในห้องเก็บรักษา (สายชล, 2528) ส่วนการใช้ถุง PA และ PE บรรจุผลมะม่วงนั้น พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงค่า L*, C* และค่า h° ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการใช้ถุงพลาสติกสามารถลดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองได้ โดยถุงพลาสติกแต่ละชนิดอาจมีความเหมาะสมในการรักษาคุณภาพของผลิตผลแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เนื่องจากคุณสมบัติในการยอมให้ซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำของฟิล์มพลาสติกจะต้องสัมพันธ์กับกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในของผลิตผลนั้น (ยงยุทธ, 2548)

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีค่าความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้ผลมะม่วงมีกระบวนการ เมแทบอลิซึมเกิดขึ้นมาก ทำให้ผลสุกเร็วขึ้น โดยไปเร่งการเปลี่ยนแปลงสารประกอบพวก protopectin ให้อยู่ในรูปเพคตินที่ละลาย soluble pectin ทำให้การเกาะกันของผนังเซลล์เกิดอย่างหลวมๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Chaplin *et al.*, (1991) ที่พบว่า มะม่วงพันธุ์ Kensington ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียสมีค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เริ่มมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน และอังคณา (2545) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ polygalacturonase และเอนไซม์ cellulose ในระหว่างที่ผลไม้มีการสุก ซึ่งจะไปย่อยสลาย cellulose และ pectin ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ จึงทำให้ผลไม้มีการอ่อนตัวและมีการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วและเห็นได้ชัดในช่วงที่ผลสุก ในผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนเนื้อแข็งมาก แต่เมื่อใกล้ความบริบูรณ์ เนื้อเริ่มอ่อนตัวลงและอ่อนตัวลงมากเมื่อผลสุก และเมื่อเกิดกระบวนการแก่และสุก โครงสร้างของผลไม้จะเปลี่ยนแปลงไป เช่น สารประกอบ pectin จะเปลี่ยนจากรูปที่ละลายน้ำไม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้ผลไม้มีผิวที่อ่อนตัวลง (คนัย, 2540) ส่วนการเก็บรักษาผลมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงซึ่งจะไปลดอัตราการหายใจและสร้างเอทิลีนในเซลล์พืช ทำให้ชะลอการสุกได้ การเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ และสารเพคตินจึงเกิดขึ้นได้ช้า ทำให้สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดี

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีอัตราการหายใจสูงที่สุด รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาจะชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจจึงทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลต่ำลง (จริงแท้, 2542) อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดเรียกว่า optimum temperature หลังจากจุดนี้ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีก อัตราการหายใจจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดที่การหายใจหยุด เรียกอุณหภูมิที่ทำให้ผักและผลไม้หยุดการหายใจว่า thermal death point การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการหายใจของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (คนัย, 2540) ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เพราะผลมะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ที่มีอัตราการหายใจสูงขึ้นเมื่อผลสุก (Akamine and Goo, 1973) การหายใจของผลไม้เป็นกระบวนการที่ควบคุมโดยเอนไซม์หลายชนิด และอุณหภูมิก็มีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ด้วย การเก็บรักษาผลไม้ประเภท climacteric fruit ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอการสุกได้ อุณหภูมิต่ำไม่เพียงแต่จะลดการสร้างเอทิลีนของผลไม้เท่านั้นแต่ยังลดการตอบสนองต่อเอทิลีนอีกด้วย ยิ่งอุณหภูมิต่ำมากการตอบสนองต่อเอทิลีนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสุกต้องใช้เวลานานขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการทำให้กระบวนการต่างๆ ทางชีวเคมีให้เกิดช้าลงและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ (สายชล, 2528) และพบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในถุงพอลิเอไมด์ (PA) มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าผลมะม่วงที่ทำการที่เก็บรักษาในถุงพอลิเอทิลีน (PE) เนื่องจากถุงชนิดพอลิเอไมด์ (PA) มีคุณสมบัติในการป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้มาก จึงทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สะสมภายในถุงเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ยงยุทธ, 2548) ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมเพิ่มขึ้นก็จะมีผลช่วยลดอัตราการหายใจได้ด้วย (Krochta *et al.*, 1994) และการใช้บรรจุภัณฑ์ยังสามารถชะลอการสุกได้ดี โดยสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซภายในและภายนอกผล ทำให้เกิดสภาพดัดแปลงภายในผล ส่งผลถึงการผลิตก๊าซเอทิลีนที่เป็นตัวกระตุ้นการสุกให้มีอัตราต่ำลง จึงสามารถชะลอการสุกได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้มีผลยับยั้งการหายใจ ส่งผลให้การสลายแป้งไปเป็นน้ำตาลเพื่อใช้ในการหายใจลดลง (จริงแท้, 2542) เช่นเดียวกับการทดลองในมะม่วงพันธุ์มหาชนก (จุลจิรา, 2545) ที่พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, (1985) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในผลสุกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสลายตัวของแป้ง ผลมะม่วงมีการสะสมอาหารไว้ในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือการเก็บรักษาแป้งมีการสลายตัวโดยเอนไซม์ amylase และน้ำตาล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารที่ละลายอยู่ในน้ำคั้น (สายชล, 2528) น้ำตาลที่พบมากในผลมะม่วงคือ กลูโคส ฟรัคโทส และซูโครส (Lizada, 1993) ซึ่ง Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) พบว่าในผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Irwin, Kent และ Keitt เมื่อสุกพบว่ามีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ลดลงอย่างรวดเร็วและผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, (1985) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Kent, Keitt and Julie (Sankat *et al.*, 1993) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำผลมะม่วงแต่ละพันธุ์มีปริมาณกรดที่ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง โดยการลดลงของปริมาณกรดนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกระบวนการหายใจของพืช (จริงแท้, 2542) ดังนั้นการสลายของกรดซึ่งเป็นสับสเตรทของการหายใจในสภาพอุณหภูมิต่ำจึงลดลงด้วย (Tucker, 1993)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนมักมีรสเปรี้ยวเนื่องจากการสะสมกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในแวคิวโอล (vacuole) เมื่อผลพัฒนาเข้าสู่ความบริบูรณ์ปริมาณกรดจะลดลง (จริงแท้, 2542) ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลไม้จะผันแปรขึ้นอยู่กับระยะความแก่อ่อน ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจะมีกรดอยู่หลายเปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการสุกปริมาณกรดในผลไม้จะลดลง เนื่องจากมีการใช้ไปในการหายใจ (ดนัย, 2540) ปริมาณของกรดทั้งหมดลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก การลดลงของกรดพร้อมกับการลดลงของแป้ง ในขณะที่มีการเพิ่มน้ำตาลจะมีผลทำให้ผลไม้มีรสหวานเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528)

จำนวนวันที่ใช้ในการสุกของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการสุกน้อยกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาจะสามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจจึงทำให้อัตราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หายใจของผลิตผลลดต่ำลง (จริงแท้, 2542) เนื่องจากการหายใจของผลไม้เป็นกระบวนการที่ควบคุมโดยเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งอุณหภูมิก็มีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ด้วย การเก็บรักษาผลไม้ประเภท climacteric fruit ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจึงช่วยชะลอการสุกได้ อุณหภูมิต่ำไม่เพียงแต่จะลดการสร้างเอทิลีนของผลไม้เท่านั้นแต่ยังลดการตอบสนองต่อเอทิลีนอีกด้วย ยิ่งอุณหภูมิยิ่งต่ำมากการตอบสนองต่อเอทิลีนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสุกต้องใช้เวลานานขึ้น (สายชล, 2528)

สำหรับการประเมินคุณภาพพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เริ่มเปลี่ยนสภาพจากแข็งเล็กน้อยไปเป็นนิ่มเล็กน้อย ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้เช่นกัน โดยคะแนนความชอบยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลเมื่อสุก เช่นเดียวกับรายงานของ Thomas and Oke (1983) ที่พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 21 วัน เมื่อผลสุกจะมีรสชาติและกลิ่นที่ด้อยลง โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานจะมีการพัฒนาของกลิ่น รสชาติ และคุณภาพด้านต่างๆ ลดลง (Medlicott *et al.*, 1990; Sankat *et al.*, 1993) คุณภาพการบริโภคด้านรสชาติ พบว่าในช่วงต้นของการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีคะแนนด้านรสต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณกรดและน้ำตาลในแต่ละผล เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จะพบว่าเกิดรสชาติที่ดีขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดมีค่าลดลงพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล (สายชล, 2528)

การทดลองที่ 2 การทดลองเพื่อนำไปสู่การขยายผลในเชิงพาณิชย์

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ เพียง 14 วัน เนื่องจากผลเริ่มเกิดการสุก หลังจากเก็บรักษาไว้นานกว่า 14 วัน ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 28 วัน เนื่องจากผลเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อเก็บรักษาไว้นานกว่า 28 วัน สำหรับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 35 วัน โดยไม่พบอาการสะท้านหนาวแต่เมื่อนำผลมะม่วงมาปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำ แต่เปลือกผลและเนื้อผลยังคงสุกได้ตามปกติ สอดคล้องกับการทดลองของ Medlicott *et al.*, (1990) ที่รายงานผลมะม่วงพันธุ์ Amelie, Tommy Atkins และ Keitt ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 21 วัน ผลเริ่มเกิดการสุกและมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาวตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษานาน 35 และ 14 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา อาจเนื่องจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลมะม่วงโดยไม่เกิดอันตรายกับผิวมะม่วง (จริงแท้, 2542) ส่วนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจึงทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานาน

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นโดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากการอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในผลิตผลสดได้ (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ซึ่ง Tucker (1993) รายงานว่าสีเปลือกและสีเนื้อของผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงไว้นานขึ้น ทั้งนี้เพราะในระหว่างการสุกของผลมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น และเกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น และ Ketsa *et al.* (1999b) รายงานว่าในระหว่างการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้กิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase จะเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์เบตา-แคโรทีนเพิ่มขึ้นอีกด้วย จึงมีผลทำให้เปลือกและเนื้อเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* สูงกว่าที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเนื่องจากว่า อุณหภูมิต่ำช่วยป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (จริงแท้, 2542) ส่งผลให้การปรากฏของรงควัตถุอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์เกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำยังลดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมต่างๆ ได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของผนังเซลล์ภายใน (Blankenship and Dole, 2003) ซึ่งสอดคล้อง กับการทดลองของอังคณา (2545) ที่พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ polygalacturonase และ เอนไซม์ cellulose ซึ่งจะไปย่อยสลาย cellulose และ pectin ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ในระหว่างที่ผลไม้มีการสุก จึงทำให้ผลไม้มีการอ่อนตัวและมีการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงที่ผลสุก

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณก๊าซเอทิลีนภายในบรรจุภัณฑ์ในผลมะม่วงทุกกรรมวิธี พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งอาจเพราะอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาจะชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจจึงทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลต่ำลง (จริงแท้, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างที่มีการสุก ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของแป้งที่สะสมไว้เป็นน้ำตาลเพิ่มขึ้น (Kapse and Katrodia, 1996) ทำให้ผลมะม่วงมีรสหวานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) ที่พบว่าการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในผลสุกจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสลายตัวของแป้งผลมะม่วงสะสมอาหารไว้ในรูปของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต หลังการเก็บเกี่ยวแป้งจะเกิดการสลายตัวเป็นน้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Kapse and Katrodia, 1996) น้ำตาลที่พบมากในผลมะม่วงคือ กลูโคส ฟรัคโทส และซูโครส (Lizada, 1993) ซึ่ง Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) พบว่าในผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Irwin, Kent และ Keitt เมื่อสุกพบว่ามีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปล่อยให้ผลสุก เนื่องจากในระหว่างการสุกปริมาณกรดในผลไม้จะลดลง เพราะมีการนำไปใช้ในการหายใจ (ดนัย, 2540) ปริมาณของกรดทั้งหมดลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก การลดลงของกรดพร้อมกับการลดลงของแป้งและมีการเพิ่มน้ำตาลจะทำให้ผลไม้มีรสหวานเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าเพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งนี้เป็นเพราะการที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการสลายตัวของแป้งเมื่อเข้าสู่ระยะการสุก (Subramanyam *et al.*, 1976) ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงอย่างรวดเร็วและลดลงเรื่อยๆ ตามระดับความแก่ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ จะลดลงจึงทำให้อัตราส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
opyright© by Chiang Mai University
ll rights reserved

13 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา อาจเนื่องจากอุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลมะม่วงโดยไม่เกิดอันตรายกับผิวมะม่วง (จริงแท้, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Morton (1987) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุง PA และ PE เจาะรูแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บไว้นาน 35 วัน ซึ่งต่างจาก ศศธร (2549) ที่รายงานว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการสะท้านหนาวภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน โดยที่เปลือกมีลักษณะอาการเนื้อเยื่อยุบตัวเป็นจุดๆ และมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่บริเวณเปลือกและเนื้อที่เป็นเช่นนี้คาดว่าเป็นผลเนื่องจากถุง PA และ PE ที่ใช้มีผลช่วยชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ สอดคล้องกับวิลาวัลย์และจำนงค์ (2552) รายงานว่าเมื่อนำผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาบรรจุในถุงพอลิเอไมด์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 28 วัน โดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาว

ผลมะม่วงทุกกรรมวิธี ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากผลมะม่วงที่ใช้ในการทดลองผ่านการจุ่มด้วยสารฆ่าเชื้อรา (อมิสตา) ทำให้ไม่เกิดโรคกับผลมะม่วง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sornsrivichai *et al.* (1992) ซึ่งพบว่ามีการใช้สารฆ่าเชื้อรา จุ่มผลมะม่วง สามารถป้องกันการเกิดอาการของโรคในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ และยังพบอีกว่าการใช้สารฆ่าเชื้อราร่วมกับการห่อฟิล์ม สามารถป้องกันการเกิดโรคได้ เนื่องจากเป็นผลร่วมระหว่างสารฆ่าเชื้อราที่สามารถทำให้เชื้อโรคอ่อนแอลงได้ ประกอบกับสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่เหมาะแก่การเจริญของเชื้อราและฟิล์มยังป้องกันการติดเชื้อได้อีกทางหนึ่ง และWills *et al.* (1981) รายงานว่าการเจริญของเชื้อ Colletotrichum gloeosporioides (Penz) Sacc. หรือโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงต้องการเวลาที่จะปรากฏอาการของโรคและสภาวะที่เหมาะสมซึ่งมีปริมาณกรดและความแน่นเนื้อต่ำ และปริมาณน้ำตาลสูง

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส คาดว่าเนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง เพราะอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในผลิตผลสดได้ (สายชล, 2528) สอดคล้องกับผลการทดลองในผลมะม่วงพันธุ์ Julie (Sankat *et al*., 1993) และผลมะม่วงพันธุ์ Manila (Hidalgo *et al*., 1996) การที่ผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของน้ำมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นโอกาสที่น้ำจะหลุดออกจากสถานะของเหลวไปอยู่ในรูปของก๊าซจึงเกิดขึ้นได้มากกว่า ทำให้ผลมะม่วงที่ทำการเก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิสูงมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2542) เช่นเดียวกับที่มีรายงานในผลมะม่วงพันธุ์ Irwin (Ueda *et al*., 1999) พันธุ์ Haden, Kent และ Keitt (Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, 1985) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วนำออกมาวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงจะสูญเสียน้ำหนักมากกว่าเก็บไว้ในสภาพที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เพราะการนำผลมะม่วงออกจากสภาพอุณหภูมิต่ำมาวางไว้ให้สุกในสภาพที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะเร่งให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจสูงขึ้นและส่งผลให้สลายอาหารที่สะสมอยู่เพื่อเป็นสับสเตรทของการหายใจรวดเร็วขึ้น จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักของผลเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2542) และผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ มีการสูญเสียน้ำหนักเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวป้องกันการระเหยของน้ำได้ดี Ben-Yehshua *et al*. (1985) รายงานว่าพลาสติกฟิล์มสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลไม้และรักษาสภาพบรรยากาศรอบผลิตผลให้อิ่มตัวด้วยไอน้ำ Ben-Yehshua *et al*. (1979) รายงานว่าการใช้พลาสติกฟิล์มชนิดพอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) ห่อผลไม้ตระกูลส้ม สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดี จากการทดลองนี้ผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิด PE มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดพอลิเอไมด์ (polyamide, PA) คาดว่าน่าจะเกิดจากคุณสมบัติในการยอมให้ไอน้ำ ผ่านได้แตกต่างกัน ซึ่งการใช้พลาสติกควบคู่กับการใช้อุณหภูมิต่ำจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิสามารถชะลออัตราการหายใจ ซึ่งทำให้เกิดการคายน้ำขึ้นอย่างช้าๆ ขณะเดียวกันการบรรจุผลมะม่วงด้วยถุง PE และ PA นั้นจะเป็นตัวป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงโดยรักษาสภาพบรรยากาศและความชื้นภายในผลอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เช่นเดียวกับ Keawphet *et al.* (2003) รายงานว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เมื่อเก็บรักษาในฟิล์มพลาสติกชนิด LLDPE สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อรวดเร็วกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส โดยผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองของ Charles and Tung (1973) ที่พบว่าผลกล้วยพันธุ์ Valery ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ มีการพัฒนาของสีเปลือกเป็นสีเหลืองได้น้อยกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้คลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มสูงขึ้น (Gross, 1989) โดยอุณหภูมิจะมีผลในการเพิ่มกิจกรรมของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอนไซม์ phosphatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการสังเคราะห์ แคโรทีนอยด์ให้มีกิจกรรมที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, 1985) ซึ่งมีรายงานว่าพบลักษณะเช่นนี้ในผลมะม่วงพันธุ์ Kensington (Chaplin, 1991) พันธุ์ Manila (Hidalgo *et al*., 1996) และพันธุ์ Julie (Sankat *et a*l., 1993) โดยพบว่า เมื่อเก็บรักษาในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานานแล้วนำมาปล่อยไว้ให้ผลสุกผลมะม่วงมีการพัฒนาสีเปลือกเป็นสีเหลืองได้น้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผลมะม่วงไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้ (Chaplin *et al.,* 1991) หรืออาจเนื่องมาจากในช่วงที่ผลเข้าสู่กระบวนการสุกมีอัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ลดลงและมีการชะลอการสังเคราะห์รงควัตถุ แคโรทีนอยด์ (Hidalgo *et al*., 1996) การเปลี่ยนแปลงสีเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นทันทีหลังเกิด climacteric peak ของการหายใจในระหว่างเกิดการสุกของผลไม้และติดตามด้วยการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของผลไม้ การคงสภาพของสีเขียวและอัตราการเกิดสีเหลืองมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดเกี่ยวกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาของการเก็บรักษาและส่วนประกอบของบรรยากาศในห้องเก็บรักษา (สายชล, 2528) ส่วนการใช้ถุง PA และ PE บรรจุผลมะม่วงนั้น พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงค่า L*, C* และค่า h° ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการใช้ถุงพลาสติกสามารถลดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองได้ โดยถุงพลาสติกแต่ละชนิดอาจมีความเหมาะสมในการรักษาคุณภาพของผลิตผลแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เนื่องจากคุณสมบัติในการยอมให้ซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำของฟิล์มพลาสติกจะต้องสัมพันธ์กับกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในของผลิตผลนั้น (ยงยุทธ, 2548)

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีค่าความแน่นเนื้อลดลงเร็วกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิสูงทำให้ผลมะม่วงมีกระบวนการ เมแทบอลิซึมเกิดขึ้นมาก ทำให้ผลสุกเร็วขึ้น โดยไปเร่งการเปลี่ยนแปลงสารประกอบพวก protopectin ให้อยู่ในรูปเพคตินที่ละลาย soluble pectin ทำให้การเกาะกันของผนังเซลล์เกิดอย่างหลวมๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Chaplin *et al.,* (1991) ที่พบว่า มะม่วงพันธุ์ Kensington ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียสมีค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เริ่มมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน และอังคณา (2545) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ polygalacturonase และเอนไซม์ cellulose ในระหว่างที่ผลไม้มีการสุก ซึ่งจะไปย่อยสลาย cellulose และ pectin ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ จึงทำให้ผลไม้มีการอ่อนตัวและมีการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วและเห็นได้ชัดในช่วงที่ผลสุก ในผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนเนื้อแข็งมาก แต่เมื่อใกล้ความบริบูรณ์ เนื้อเริ่มอ่อนตัวลงและอ่อนตัวลงมากเมื่อผลสุก และเมื่อเกิดกระบวนการแก่และสุก โครงสร้างของผลไม้จะเปลี่ยนแปลงไป เช่น สารประกอบ pectin จะเปลี่ยนจากรูปที่ละลายน้ำไม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้ผลไม้มีผิวที่อ่อนตัวลง (ดนัย, 2540) ส่วนการเก็บรักษาผลมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงซึ่งจะไปลดอัตราการหายใจและสร้างเอทิลีนในเซลล์พืช ทำให้ชะลอการสุกได้ การเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ และสารเพคตินจึงเกิดขึ้นได้ช้า ทำให้สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ดี

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสมีอัตราการหายใจสูงที่สุด รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาจะชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจจึงทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลต่ำลง (จริงแท้, 2542) อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดเรียกว่า optimum temperature หลังจากจุดนี้ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีก อัตราการหายใจจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงจุดที่การหายใจหยุด เรียกอุณหภูมิที่ทำให้ผักและผลไม้หยุดการหายใจว่า thermal death point การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการหายใจของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว (ดนัย, 2540) ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เพราะผลมะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ที่มีอัตราการหายใจสูงขึ้นเมื่อผลสุก (Akamine and Goo, 1973) การหายใจของผลไม้เป็นกระบวนการที่ควบคุมโดยเอนไซม์หลายชนิด และอุณหภูมิก็มีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ด้วย การเก็บรักษาผลไม้ประเภท climacteric fruit ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอการสุกได้ อุณหภูมิต่ำไม่เพียงแต่จะลดการสร้างเอทิลีนของผลไม้เท่านั้นแต่ยังลดการตอบสนองต่อเอทิลีนอีกด้วย ยิ่งอุณหภูมิต่ำมากการตอบสนองต่อเอทิลีนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสุกต้องใช้เวลานานขึ้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการทำให้กระบวนการต่างๆ ทางชีวเคมีให้เกิดช้าลงและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ (สายชล, 2528) และพบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในถุงพอลิเอไมด์ (PA) มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าผลมะม่วงที่ทำการที่เก็บรักษาในถุงพอลิเอทิลีน (PE) เนื่องจากถุงชนิดพอลิเอไมด์ (PA) มีคุณสมบัติในการป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้มาก จึงทำให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สะสมภายในถุงเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ยงยุทธ, 2548) ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมเพิ่มขึ้นก็จะมีผลช่วยลดอัตราการหายใจได้ด้วย (Krochta *et al*., 1994) และการใช้บรรจุภัณฑ์ยังสามารถชะลอการสุกได้ดี โดยสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซภายในและภายนอกผล ทำให้เกิดสภาพดัดแปลงภายในผล ส่งผลถึงการผลิตก๊าซเอทิลีนที่เป็นตัวกระตุ้นการสุกให้มีอัตราต่ำลง จึงสามารถชะลอการสุกได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้มีผลยับยั้งการหายใจ ส่งผลให้การสลายแป้งไปเป็นน้ำตาลเพื่อใช้ในการหายใจลดลง (จริงแท้, 2542) เช่นเดียวกับการทดลองในมะม่วงพันธุ์มหาชนก (จุลจิรา, 2545) ที่พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, (1985) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในผลสุกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสลายตัวของแป้ง ผลมะม่วงมีการสะสมอาหารไว้ในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรต ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือการเก็บรักษาแป้งมีการสลายตัวโดยเอนไซม์ amylase และน้ำตาล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารที่ละลายอยู่ในน้ำคั้น (สายชล, 2528) น้ำตาลที่พบมากในผลมะม่วงคือ กลูโคส ฟรัคโทส และซูโครส (Lizada, 1993) ซึ่ง Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) พบว่าในผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Irwin, Kent และ Keitt เมื่อสุกพบว่ามีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ลดลงอย่างรวดเร็วและผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Vezquez-Salinas and Lakshminarayana, (1985) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Kent, Keitt and Julie (Sankat *et al*., 1993) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำผลมะม่วงแต่ละพันธุ์มีปริมาณกรดที่ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง โดยการลดลงของปริมาณกรดนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกระบวนการหายใจของพืช (จริงแท้, 2542) ดังนั้นการสลายของกรดซึ่งเป็นสับสเตรทของการหายใจในสภาพอุณหภูมิต่ำจึงลดลงด้วย (Tucker, 1993)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ซึ่งผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนมักมีรสเปรี้ยวเนื่องจากการสะสมกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในแวคิวโอล (vacuole) เมื่อผลพัฒนาเข้าสู่ความบริบูรณ์ปริมาณกรดจะลดลง (จริงแท้, 2542) ปริมาณกรดอินทรีย์ในผลไม้จะผันแปรขึ้นอยู่กับระยะความแก่อ่อน ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจะมีกรดอยู่หลายเปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการสุกปริมาณกรดในผลไม้จะลดลง เนื่องจากมีการใช้ไปในการหายใจ (ดนัย, 2540) ปริมาณของกรดทั้งหมดลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก การลดลงของกรดพร้อมกับการลดลงของแป้ง ในขณะที่มีการเพิ่มน้ำตาลจะมีผลทำให้ผลไม้มีรสหวานเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528)

จำนวนวันที่ใช้ในการสุกของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการสุกน้อยกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิต่ำที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการเก็บรักษาจะสามารถชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจจึงทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลลดต่ำลง (จริงแท้, 2542) เนื่องจากการหายใจของผลไม้เป็นกระบวนการที่ควบคุมโดยเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งอุณหภูมิก็มีส่วนในการควบคุมการทำงานของเอนไซม์ด้วย การเก็บรักษาผลไม้ประเภท climacteric fruit ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจึงช่วยชะลอการสุกได้ อุณหภูมิต่ำไม่เพียงแต่จะลดการสร้างเอทิลีนของผลไม้เท่านั้นแต่ยังลดการตอบสนองต่อเอทิลีนอีกด้วย ยิ่งอุณหภูมิยิ่งต่ำมากการตอบสนองต่อเอทิลีนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสุกต้องใช้เวลานานขึ้น (สายชล, 2528)

สำหรับการประเมินคุณภาพพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เริ่มเปลี่ยนสภาพจากแข็งเล็กน้อยไปเป็นนิ่มเล็กน้อย ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้เช่นกัน โดยคะแนนความชอบยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลเมื่อสุก เช่นเดียวกับรายงานของ Thomas and Oke (1983) ที่พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 21 วัน เมื่อผลสุกจะมีรสชาติและกลิ่นที่ด้อยลง โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานจะมีการพัฒนาของกลิ่น รสชาติ และคุณภาพด้านต่างๆ ลดลง (Medlicott *et al*., 1990; Sankat *et al*., 1993) คุณภาพการบริโภคด้านรสชาติ พบว่าในช่วงต้นของการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีคะแนนด้านรสต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณกรดและน้ำตาลในแต่ละผล เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จะพบว่าเกิดรสชาติที่ดีขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดมีค่าลดลงพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาล (สายชล, 2528)

การทดลองที่ 2 การทดลองเพื่อนำไปสู่การขยายผลในเชิงพาณิชย์

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ เพียง 14 วัน เนื่องจากผลเริ่มเกิดการสุก หลังจากเก็บรักษาไว้นานกว่า 14 วัน ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 28 วัน เนื่องจากผลเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อเก็บรักษาไว้นานกว่า 28 วัน สำหรับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 35 วัน โดยไม่พบอาการสะท้านหนาวแต่เมื่อนำผลมะม่วงมาปล่อยให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีดำแต่เปลือกผลและเนื้อผลยังคงสุกได้ตามปกติ สอดคล้องกับการทดลองของ Medlicott *et al*., (1990) ที่รายงานผลมะม่วงพันธุ์ Amelie, Tommy Atkins และ Keitt ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่า 21 วัน ผลเริ่มเกิดการสุกและมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาวตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษานาน 35 และ 14 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวในวันที่ 35 ของการเก็บรักษา อาจเนื่องจากอุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลมะม่วงโดยไม่เกิดอันตรายกับผิวมะม่วง (จริงแท้, 2542) ส่วนที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจึงทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานาน

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากการอุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในผลิตผลสดได้ (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ซึ่ง Tucker (1993) รายงานว่าสีเปลือกและเนื้อของผลจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงไว้นานขึ้น ทั้งนี้เพราะในระหว่างการสุกของผลมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น และเกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น และ Ketsa *et al.* (1999b) รายงานว่าในระหว่างการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้กิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase จะเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์เบตา-แคโรทีนเพิ่มขึ้นอีกด้วยจึงมีผลทำให้เปลือกและเนื้อเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* สูงกว่าที่อุณหภูมิ 9 และ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเนื่องจากว่า อุณหภูมิต่ำช่วยป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (จริงแท้, 2542) ส่งผลให้การปรากฏของรงควัตถุอื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์เกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำยังลดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเมแทบอลิซึมต่างๆ ได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของผนังเซลล์ภายใน (Blankenship and Dole, 2003) ซึ่งสอดคล้อง กับการทดลองของอังคณา (2545) ที่พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ polygalacturonase และ เอนไซม์ cellulose ซึ่งจะไปย่อยสลาย cellulose และ pectin ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ในระหว่างที่ผลไม้มีการสุก จึงทำให้ผลไม้มีการอ่อนตัวและมีการลดลงของค่าความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงที่ผลสุก

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณก๊าซเอทิลีนภายในบรรจุภัณฑ์ในผลมะม่วงทุกกรรมวิธี พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งอาจเพราะอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจจึงทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลต่ำลง (จริงแท้, 2542)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างที่มีการสุก ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของแป้งที่สะสมไว้เป็นน้ำตาลเพิ่มขึ้น (Kapse and Katrodia, 1996) ทำให้ผลมะม่วงมีรสหวานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) ที่พบว่าการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ในผลสุกจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสลายตัวของแป้งผลมะม่วงสะสมอาหารไว้ในรูปของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต หลังการเก็บเกี่ยวแป้งจะเกิดการสลายตัวเป็นน้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Kapse and Katrodia, 1996) น้ำตาลที่พบมากในผลมะม่วงคือ กลูโคส ฟรัคโทส และซูโครส (Lizada, 1993) ซึ่ง Vazquez-Salinas and Lakshminarayana (1985) พบว่าในผลมะม่วงพันธุ์ Haden, Irwin, Kent และ Keitt เมื่อสุกพบว่ามีปริมาณน้ำตาลซูโครสมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปล่อยให้ผลสุก เนื่องจากในระหว่างการสุกปริมาณกรดในผลไม้จะลดลง เพราะมีการนำไปใช้ในการหายใจ (ดนัย, 2540) ปริมาณของกรดทั้งหมดลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก การลดลงของกรดพร้อมกับการลดลงของแป้งและมีการเพิ่มน้ำตาลจะทำให้ผลไม้มีรสหวานเพิ่มขึ้น (สายชล, 2528)

การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าเพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งนี้เป็นเพราะการที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการสลายตัวของแป้งเมื่อเข้าสู่ระยะการสุก (Subramanyam *et al*., 1976) ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงอย่างรวดเร็วและลดลงเรื่อยๆ ตามระดับความแก่ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ จะลดลงจึงทำให้อัตราส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved