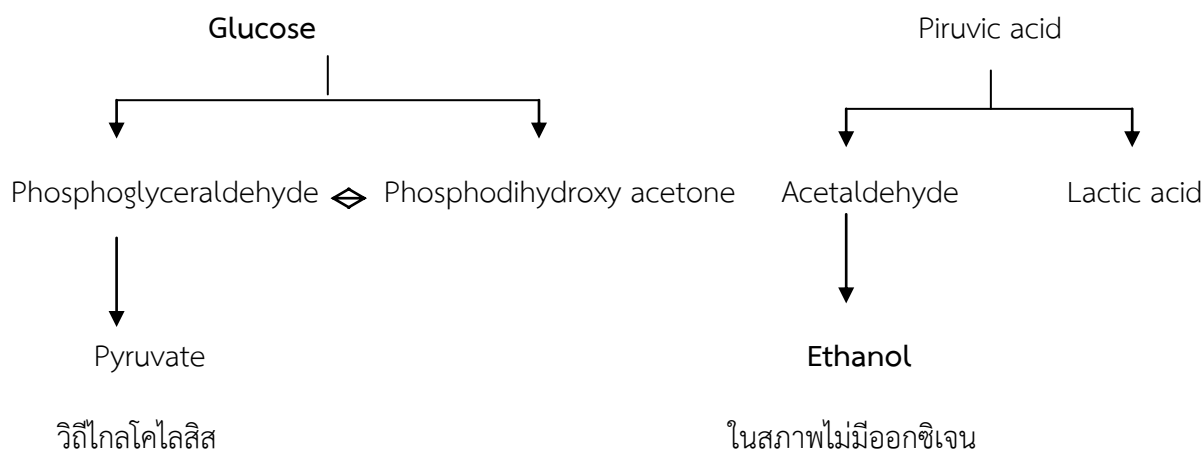


ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การยืดอายุการเก็บรักษาสีผลไม้สดสามารถทำได้โดยการลดอัตราการหายใจ ยืดระยะเวลาที่ใช้ในการสุกแก่ ลดการสูญเสียน้ำ ตลอดจนลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุของโรคหลังเก็บเกี่ยว ซึ่งมีหลายวิธี เช่น เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศ การบรรจุในภาชนะที่มีการดัดแปลงบรรยากาศ ด้วยการทอหรือบรรจุในวัสดุที่จำกัดการผ่านเข้า-ออกของอากาศสู่ผลผลิต การเคลือบผิวผลผลิตด้วยสารบางชนิด การชุบหรือรมด้วยสารบางชนิด (สายชล 2528 และ Keder, 2002) การเก็บรักษาสีผลไม้สดในสภาพบรรยากาศให้มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงและออกซิเจนต่ำ ถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพอุณหภูมิสูง หรือเก็บรักษานานเกินไปจะทำให้เกิดขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ทำให้มีเอทานอลซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดจากขบวนการดังกล่าวสะสมในผลผลิต (दनัย, 2534; Cossins and Beevers, 1963; Hagenmaier, 2001) ขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีความในพืชต่างชนิดกันจะมีความแตกต่างกัน จากการรายงานของ Yanez *et al* [2001] พบว่าผักและผลไม้ที่เก็บไว้ในสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง 30 % จะมีการสะสมของเอทานอลแตกต่างกันเช่นพบปริมาณน้อยมากในมันฝรั่ง และหัวบีท ส่วนในแครอทพบน้อยกว่า 10 ไมโครลิตรต่อลิตร มะเขือเทศและกล้วย 15-30 ไมโครลิตรต่อลิตร และในแตงกวาพบ 50 ไมโครลิตรต่อลิตร ซึ่งรูปแบบในการสะสมจะแตกต่างกันส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นตรงยกเว้น ในแครอทและกล้วยพบมีรูปแบบการสะสมแบบ QP คือจะสะสมในอัตราต่ำในช่วงแรกและเพิ่มสูงขึ้นมากเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ส่วนในมะนาวและแอปเปิลจะมีการสะสมแบบ QN คือจะมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในตอนแรกและจะคงที่เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เอทานอลเป็นสารระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะ ถ้ามีการสะสมในผลปริมาณมากจะทำให้ผลผลิตมีกลิ่นที่ผิดปกติไป (วิลาวลัย และคณะ, 2548; Davies and Chace, 1969; Hagenmaier, 2000)



ภาพที่ II-1 การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ปรับปรุงจาก ดนัย 2534 หน้า 50 และ 52

การบรรจุผลผลิตในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้ยาวนานได้ (ภานุมาศ, 2530; ณรงค์ศักดิ์, 2537) มะม่วงเป็นผลไม้ชนิด Climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจสูงเมื่อเกิด ขบวนการสุก (จริงแท้ 2542) การบรรจุผลมะม่วงในภาชนะบรรจุที่มีการดัดแปลงบรรยากาศโดยให้จำกัดการผ่าน เข้าออกของอากาศภายในและภายนอกจึงทำให้สภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณออกซิเจนต่ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณสูง แต่ถ้าผลมะม่วงอยู่ในสภาพออกซิเจนต่ำมากเกินไป จะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ ใช้ออกซิเจน และมีการสะสมของเอทานอล ทำให้มีการสุกที่ผิดปกติได้ จากการรายงานของกาญจนา และคณะ (2550) พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจะสามารถทนความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมี ผลในการชะลอความสุกและลดการสูญเสีย สามารถยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ แต่การลดความเข้มข้น ออกซิเจนลงเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มะม่วงเกิดการหมัก และการหมักจะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ประเภท LLDPE คุณวุฒิ (2540) พบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถควบคุมบรรยากาศได้ โดยปรับให้มี ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ 3-5 % เท่ากัน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 24 วัน โดยที่นำมาทำให้สุกที่อุณหภูมิและสภาพอากาศปกติอีก 4 วัน

พลาสติก เป็นวัสดุประเภทพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถนำมาขึ้นรูปได้หลายรูปแบบ สำหรับนำมาใช้เป็น ภาชนะบรรจุมีหลากหลายรูปแบบ เช่น พลาสติกห่อหุ้ม ถังสำหรับบรรจุ หล่อขึ้นรูปเป็นกล่อง หรือถัง (นภาพรรณ และวิชา, 2553) คุณสมบัติของพลาสติกจะมีความยืดหยุ่น สามารถป้องกันการสูญเสียจากผลผลิตได้ เหมาะสำหรับนำมาใช้สำหรับบรรจุผลผลิตสด แต่พลาสติกมีการยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกพลาสติกได้จำกัด ซึ่ง สามารถนำมาใช้สำหรับเป็นบรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศได้ ปริมาณของก๊าซต่างๆ ในส่วนประกอบของ บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์แบบดัดแปลงบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและ คาร์บอนไดออกไซด์ของฟิล์มพลาสติกแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (ตารางที่ II-1) (Zagory and Kader, 1988) จากรายงานของ ชนิต และคณะ (2550) พบว่าการบรรจุผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยใช้ภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของแก๊ซสูง (OTR มากกว่า 15,000 cc/m²/day) มีการห่อหุ้มผลด้วยตาข่าย โฟม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและอัตราการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการใช้ ภาชนะบรรจุ LDPE และการห่อหุ้มด้วยตาข่ายโฟมอย่างเดียว พลาสติกหลายชนิดถูกนำมาทดสอบใช้เพื่อเป็น ภาชนะบรรจุดัดแปลงบรรยากาศสำหรับบรรจุมะม่วง วัฒวลย์ และจำนงค์ (2551) ได้ทดสอบการใช้กล่อง พลาสติกปิดสนิทและเจาะรูขนาดเล็กเพื่อให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศภายในสำหรับเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ น้ำดอกไม้สีทอง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสได้นาน 32 วัน และเมื่อนำออกมาวางไว้ในที่ อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียสนาน 7 วัน มะม่วงมีการสุกปกติ นอกจากนี้ วัฒวลย์และคณะ (2554) ทำการ ทดสอบการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในถุง PA และ PE เจาะรูจำนวน 6 รู สามารถเก็บ รักษาไว้ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ได้นาน 35 วัน โดยไม่แสดงอาการ สะท้อนหนาว ไม่เกิดกลิ่นและรสชาติที่ ผิดปกติ รวมทั้งไม่เกิดการเน่าเสีย และเมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สามารถสุกได้ตามปกติ นอกจากนี้ ทวี (2553) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งห่อด้วยฟิล์ม

พลาสติกพีวีซี แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 93.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่สุดและคุณภาพดีที่สุด คือ 28 วัน

ตารางที่ II-1 อัตราการยอมให้ก๊าซซึมผ่านของฟิล์มที่ใช้ในการบรรจุผลผลิตสด

ชนิดของฟิล์ม	อัตราการซึมผ่าน (cc/m ² /days at 1 atm)*		อัตราส่วน CO ₂ : O ₂
	คาร์บอนไดออกไซด์	ออกซิเจน	
Polyethylene: low density	7,700 – 77,000	3,900 – 13,000	2.0 – 5.9
Polyvinyl chloride	4,263 – 8,138	620 – 2,248	3.6 – 6.9
Polypropylene	7,700 – 21,000	1,300 – 6,400	3.3 – 5.9
Polystyrene	10,000 – 26,000	2,600 – 7,700	3.4 – 3.8
Saran	52 – 150	8 – 26	5.8 – 6.5
Polyester	180 – 390	52 – 130	3.0 – 3.6

Zagory and Kader (1988)

* ลูกบาศก์เซนติเมตร/ตารางเมตร/วัน ที่ความดันบรรยากาศปกติ

ปัจจุบันได้มีการใช้สภาพอุณหภูมิต่ำสำหรับยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตหลายรูปแบบ ได้แก่ การเก็บรักษาในห้องเย็น การขนส่งโดยรถห้องเย็น ในสภาพอุณหภูมิต่ำจะทำให้ปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ชะลอลง ดังนั้นจึงจึงชะลอขบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในผลผลิตทำให้สามารถยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวได้ แต่การใช้อุณหภูมิต่ำมากเกินไปอาจทำให้เกิดการสูญเสียกับผลผลิตได้ ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพอุณหภูมิต่ำต้องระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสีย มะม่วงจัดเป็นผลไม้เขตร้อนซึ่งจะเกิดการสูญเสียจากการเสก้านหนาวเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิที่ต่ำได้ง่าย การเก็บรักษามะม่วงนิยมเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า 13 องศาเซลเซียส ถ้าเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานจะเกิดอาการเสก้านหนาวขึ้นที่ผิว เนื้อและเปลือกหุ้มเมล็ด มาโนชญ์ และคณะ (2536) การบรรจุผลมะม่วงในภาชนะบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศสามารถลดการเกิดอาการเสก้านหนาวได้ เนื่องจากบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์กับบรรยากาศภายในห้องควบคุมอุณหภูมิจะ

ถูกกันโดยบรรจุภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิบรรยากาศภายในรอบผลผลิตค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ ซึ่งพบว่าการเกิดอาการสะท้อนหนาวนั้นไม่ได้เกิดขึ้นได้เพราะอุณหภูมิที่ต่ำเพียง อย่างเดียว แต่รวมถึงระยะเวลาที่ผลผลิตสัมผัสอุณหภูมินั้นด้วย ซึ่งการเก็บรักษาผลผลิตไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดวิกฤตเป็นระยะเวลาสั้นๆ หรือเมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างช้าๆ ผลผลิตจะสามารถรักษาตัวเองจากการสูญเสีย (Kluge *et al.*, 2003) Tungtrimthong *et al.* (2000) การห่อหุ้มด้วยถุงพลาสติกประเภท Linear low density polyethylene (LLDPE) ปิดสนิท เจาะรู ทำให้สามารถเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสได้ นาน 35 วัน โดยไม่แสดงอาการสะท้อนหนาวและยังสามารถมีการพัฒนาการสุกเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง วิลาสินีและคณะ (2554) ทดสอบการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง นำผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่บรรจุในถุง Polyamide (PA) และ Polyethylene (PE) เจาะรู จำนวน 6 รู สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ได้นาน 35 วัน โดยไม่แสดงอาการสะท้อนหนาว ไม่เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติ รวมทั้งไม่เกิดการเน่าเสีย และสามารถสุกได้ตามปกติเมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ชนิดและคณะ (2550) ศึกษาผลของการบรรจุผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยใช้ภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของแก๊สสูง มีการห่อหุ้มผลด้วยตาข่ายโพลีเอทิลีนในภาชนะบรรจุที่มีการซึมผ่านของแก๊สสูง (Oxygen transmission rate มากกว่า 15,000 cc/m²/day) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาได้ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและอัตราการสูญเสีย น้ำหนักน้อยกว่าการใช้ภาชนะบรรจุ Low density polyethylene (LDPE) และการห่อหุ้มด้วยตาข่ายโพลีเอทิลีนอย่างเดียว วรณวรพงศ์และคณะ (2553) ทดลองเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ร่วมกับการใช้กล่องกระดาษลูกฟูกที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติกชนิด LLDPE ที่เจาะรูด้วยเข็มขนาด 0.5 มิลลิเมตร 20 รู พบว่าภายหลังการเก็บรักษานาน 35 วัน ผลมะม่วงมีระดับการเกิดอาการสะท้อนหนาวอยู่ที่ 1.2 และอัตราการเกิดอาการสะท้อนหนาวเท่ากับ 0.05 มาโนชญ์ และคณะ (2536) พบว่าการห่อผล มะม่วงน้ำดอกไม้พลาสติกที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศสามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนหนาวเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 21 วัน การเก็บรักษาผลมะม่วงที่บรรจุในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 32 วัน โดยที่ผลมะม่วงยังมีการสุกที่ปกติเมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสอีก 7 วัน (Kumpoun and Uthaibutra, 2009) นอกจากนี้ วิลาวัลย์และจำนงค์ (2552) ได้ทดสอบการเก็บรักษาผลมะม่วงในห้องเย็นอุตสาหกรรมด้วยการบรรจุในสภาพดัดแปลงบรรยากาศแบบต่างๆ ได้แก่ การบรรจุในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ ผลมะม่วงแบบหนึ่งผลในถุงพลาสติกเจาะรูแบบของตั้ง การหุ้มตาข่ายโพลีเอทิลีนบรรจุแบบที่ละผลในถุงพลาสติกแบบ PE เจาะรู การหุ้มตาข่ายโพลีเอทิลีนบรรจุรวมจำนวน 5 กิโลกรัม ในถุงพลาสติกแบบ PE เจาะรูขนาดใหญ่ และหุ้มตาข่ายโพลีเอทิลีนบรรจุในตะกร้าหุ้มด้วยกระดาษ โดยใช้ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จำนวน 1,500 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงแบบหนึ่งผลในถุงพลาสติกเจาะรูแบบของตั้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 24 วัน โดยมะม่วงยังคงความสดและมีสภาพผลดี สามารถนำมาทำให้สุกเป็นปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยพบผลมะม่วงสามารถสุกได้ตามปกติ 83 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการบรรจุแบบอื่นมีผลปกติเพียง 50 เปอร์เซ็นต์

ในระหว่างการรักษา มะเร็งด้วยบรรจุนัฏที่ดัดแปลงบรรยาภาศจึงมีความจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพของบรรยาภาศภายในบรรจุนัฏจะต้องมีปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมที่จะชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของขบวนการหายใจให้ช้าลง และไม่ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิต ถ้าสามารถบ่งชี้ถึงภาวะของการเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนภายในผลผลิตโดยวัดปริมาณเอทานอลในบรรจุนัฏระหว่างการเก็บรักษาได้ จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถตัดสินใจในการจัดการโดยการนำมะม่วงออกจากบรรจุนัฏเพื่อให้ผลมีกระบวนการสุกที่ปกติ สามารถป้องกันการสูญเสียของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาได้