วิจารณ์

การทดลองพบว่า ความบริบูรณ์ที่เหมาะสมในการบ่มผลมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีน คือ 92 และ 99 วันหลังดอกบาน 50% ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ ชมัยพร (2537) ในเรื่องของอายุผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ควรมีอายุเก็บเกี่ยว 91–105 วันหลังดอกบาน 50% แต่มีความแตกต่างในเรื่องของความร้อนสะสมซึ่งการทดลองครั้งนี้มีความร้อนสะสมอยู่ในช่วง 1,204–1,314 CDD ขณะที่ของชมัยพร ความร้อนสะสมอยู่ระหว่าง 902–993 CDD ทั้งเนื่องจากความต่างของแหล่งปลูกและช่วงเวลาทำการทดลอง จากข้อมูลอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา(ติดต่อทางจดหมายอิเลคทรอนิคส์) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของแปลงมะม่วง อ.ห้วยคต จ.อุทัยธานี (27.89 องศาเซลเซียส) ในช่วงเวลาการทดลองสูงกว่าช่วงเวลาที่ชมัยพร (2537)ทำการทดลองในแปลงปลูก อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา (25.40 องศาเซลเซียส)โดยเฉลี่ย 2.49 องศาเซลเซียส นอกจากนี้สอดคล้องกับรายงานของเกศศินี (2525) ที่รายงานว่าการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้อายุ 90–100 วัน เหมาะสมสำหรับส่งจำหน่ายตลาดยุโรป ส่วนตลาดภายในประเทศควรมีอายุ 110–120 วันทั้งนี้เพราะคนไทยนิยมบริโภคมะม่วงสุกและรสหวานจัด Medlicott and Reynolds (1988) ที่รายงานในผลมะม่วง Tommy Atkins และพีรพงษ์ (2540) ที่รายงานใน ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ว่า ผลมะม่วงที่มีความบริบูรณ์มากกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก คุณภาพทางเคมีและรสชาติดีกว่าผลที่มีความบริบูรณ์น้อยกว่า

ระดับความเข้มข้นของถ่านแก๊สที่เหมาะสมที่สุดในการบ่มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ทะวายเบอร์ 4 อายุเก็บเกี่ยว 92–99 วันคือ 20 กรัม/กิโลกรัม โดยใช้ระยะเวลาในการบ่มผลมะม่วง 3 วัน ทั้งนี้เนื่องจากมีการเปลี่ยนสีผิวจากสีเขียวเป็นสีเหลืองดีที่สุด ส่วนระดับความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่เหมาะสมในการบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้โดยให้ผลดีที่สุดคือ ผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร สอดคล้องกับรายงานของพีรพงษ์ (2540) ที่พบว่า การบ่มมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ดี ทั้งนี้ถ้าจะเปรียบเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ซึ่งไม่สามารถเปรียบเทียบได้โดยตรงเพราะอาจมีความแตกต่างในเรื่องอายุการเก็บเกี่ยวและคุณสมบัติเฉพาะพันธุ์ แต่อาจเทียบได้เพื่อเป็นการศึกษาแนวทางหรือเป็นข้อสังเกตในเรื่องความแตกต่างเฉพาะเรื่องพันธุ์เพียงประเด็นเดียว ทั้งนี้พบว่าแตกต่างจากมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ซึ่งมีรายงานว่ามะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 10 กรัม/กิโลกรัม นาน 24 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด และให้ผลดีกว่าผลมะม่วงที่บ่มเป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง (ธีรนุต และคณะ, 2546) แสดงให้เห็นว่ามะม่วงแต่ละพันธุ์ต้องการความเข้มข้นของถ่านแก๊สและระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มที่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับการศึกษาของ O’Hare (1995) ที่ได้ทดลองบ่มมะม่วงพันธุ์เคนซิงตันด้วยเอทิลีน 200

ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลา 36 ชั่วโมง ตลอดจนการบ่มมะม่วงพันธุ์อกร่องทองด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มที่ทำให้ผลมะม่วงสุกสม่ำเสมอเช่นกัน (เรณู, 2527)

จากการทดลองอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยถ่านแก๊สความเข้มข้น 20 กรัม/กิโลกรัม คืออุณหภูมิห้อง (28±1 องศาเซลเซียส) และก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร คือ อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) โดยมีเปอร์เซ็นต์ผลมะม่วงที่เปลี่ยนสีผลจากสีเขียวเป็นสีเหลืองในระดับ 50-100% มากที่สุด สอดคล้องกับการบ่มมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่อุณหภูมิห้อง (28-31 องศาเซลเซียส) มีการสุกของผลที่มีคุณภาพดี (จริงแท้ และคณะ, 2542) และมะม่วงพันธุ์แก้วจุกที่พบว่าอุณหภูมิที่ช่วยให้การบ่มผลมะม่วงด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม และก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร ทำให้สุกเร็ว และผลมีการสุกสม่ำเสมอคือ 34 องศาเซลเซียส (กาญจนา, 2537) ทั้งนี้มีความแตกต่างจากรายงานต่างประเทศที่รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มผลมะม่วงที่สุดจะอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส แต่หากอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 32 องศาเซลเซียส จะทำให้การชะลอการสุกเกิดขึ้น ผลเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ (Sommer and Arpaia, 1992; Nakasone and Paull, 1998; Tropica, 2002) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมินับเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการบ่มผลมะม่วง

ผลการทดลองพบว่าผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ห่อด้วยถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาลและชั้นในสีดำให้ผลดีที่สุด ทั้งที่บ่มด้วยถ่านแก๊สอัตรา 20 กรัม/ กิโลกรัม และด้วยก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการห่อผลเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีนั้นจำเป็นต้องเลือกชนิดของวัสดุที่จะนำมาใช้ห่อผลด้วย ปัจจุบันเกษตรกรได้พบวิธีการใหม่ในการแก้ไขปัญหาเรื่องของผิวผลไม่เหลืองสวยงามในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยการห่อผลด้วยถุงกระดาษจากประเทศไต้หวันซึ่งมี 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นกระดาษสีน้ำตาลอ่อน ชั้นในเป็นสีดำ ทำให้เมื่อผลสุกผิวมีสีเหลืองสม่ำเสมอสวยงาม นอกจากนั้นการห่อผลยังสามารถป้องกันการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ ลดการขีดข่วนของผิวมะม่วง (นิทยา, 2547)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

จากการบ่มผลมะม่วงด้วยถ่านแก๊ส 10 20 และ 30 กรัม/กิโลกรัม และวิธีการของเกษตรกรนั้นพบว่าอุณหภูมิภายในตะกร้าบ่มผลมะม่วงสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้อง (28±1 องศาเซลเซียส) ที่ใช้ในการบ่มผลมะม่วง 3- 5 องศาเซลเซียส ขณะที่วิธีการของเกษตรกรอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 35 องศา

เซลเซียส นั้นหมายความว่าอุณหภูมิสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้องถึง 6-7 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะการบ่มโดยวิธีเกษตรกรนั้น เกษตรกรใช้ผลผลิตจำนวน 20 กิโลกรัม แต่สำหรับวิธีการที่ปฏิบัติในห้องปฏิบัติการนั้น ลดจำนวนมะม่วงลงมาที่ 10 กิโลกรัม ความร้อนมาจากการหายใจของผลมะม่วง เพราะผลมะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นมากระหว่างการสุก (จริงแท้และคณะ, 2542) หลังจากผลมะม่วงมีการหายใจและการสูญเสียน้ำ ปลดปล่อยความชื้นออกมาทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊สได้ก๊าซอะเซทิลีน ไปกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการหายใจเพิ่มสูงมากขึ้น เกิดการสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจากอุณหภูมิที่ใช้บ่ม

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ภายในภาชนะบรรจุที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 200 400 และ 800 ไมโครลิตร/ลิตร ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบการลดลงของอุณหภูมิจาก 23 องศาเซลเซียส ลงมาที่ 17 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 3 ชั่วโมง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตำแหน่งหัววัดอุณหภูมิสัมผัสกับน้ำบริเวณผิวผลมะม่วงซึ่งได้สัมผัสกับอากาศเย็นอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ต่ำลง โดยขณะที่นำเข้าห้องเย็นไม่ได้ปิดฝาถังบ่มเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วปิดฝาภาชนะบ่มทำให้ผลมะม่วงไม่ได้สัมผัสอากาศเย็นโดยตรง หลังจากนั้นเมื่อมะม่วงมีการปรับตัวและเกิดการกระตุ้นด้วยก๊าซเอทิลีน ทำให้ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้น เป็นผลให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เรื่อย ๆ หลังจากนั้นจนกระทั่งครบ 48 ชั่วโมงของการบ่ม

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผลมะม่วงน้ำดอกไม้ภายในภาชนะบรรจุที่ใช้บ่มผล ณ อุณหภูมิห้อง 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทั้งที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส และก๊าซเอทิลีน พบการเพิ่มสูงขึ้นของอุณภูมิมากกว่าอุณหภูมิของห้องบ่ม 5 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิ มีอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุคงที่ตลอดที่ 33 25 และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 75 ชั่วโมง ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะผลมะม่วงมีการหายใจและการสูญเสียน้ำ ปลดปล่อยความชื้นมาทำปฏิกิริยากับถ่านแก๊ส ได้ก๊าซอะเซทิลีนซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติคล้ายก๊าซเอทลีน (ethylene analogue) ไปกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เกิดการสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจากอุณหภูมิที่ใช้บ่ม หลังจากบ่มผลมะม่วงเป็นเวลา 72 และ 48 ชั่วโมง ด้วยถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีนตามลำดับ และย้ายผลิตผลมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เปิดภาชนะ นำเอาถ่านแก๊สออก หรือนำออกจากก๊าซเอทิลีน ทำให้มะม่วงสัมผัสกับอากาศปกติ ทำให้ผลมะม่วงมีอุณหภูมิลดต่ำลงในทุกทรีตเมนต์ และปรับตัวลงมาใกล้เคียงหรือเท่ากับที่อุณหภูมิห้อง (28$\pm$1 องศาเซลเซียส)

ความชื้นสัมพัทธ์ของผลมะม่วงในการบ่มด้วยถ่านแก๊ส และก๊าซเอทิลีน ณ อุณหภูมิ 20 25 และอุณหภูมิห้อง ระหว่างการบ่มอยู่ระดับ 85- 98% หลังจากเปิดภาชนะ นำเอาถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีน

ออก และให้มะม่วงสัมผัสกับอากาศปกติเป็นเวลา 1-2 วัน พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงมาอยู่ระหว่าง 76-82 องศาเซลเซียส ยกเว้นถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงมาอยู่ที่ 80-90% ความชื้นสัมพัทธ์ของผลมะม่วงที่บ่ม ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ด้วยก๊าซเอทิลีนในทุกทรีตเมนต์ระหว่างการบ่มเพิ่มสูงขึ้นจาก 63% เป็น 100% ภายในเวลา 2 ชั่วโมง และคงที่เป็นเวลา 32-34 ชั่วโมง และหลังจากนั้นจะลดลง แต่การลดลงในลักษณะที่ไม่สม่ำเสมอ มีทั้งการเพิ่มขึ้นและลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลมะม่วงออกจากถังบ่มนำมาไว้ในบรรยากาศปกติพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีการลดลงโดยอยู่ในช่วง 60-98% เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Nakasone and Paull (1998) และ Tropica (2002) รายงานว่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ใช้ในการบ่มมะม่วงอยู่ที่ 90-95% ซึ่งพบว่าในบางช่วงเวลาของการทดลองบ่มมะม่วงมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าและบางช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

การเปลี่ยนแปลงก๊าซเอทิลีน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน

มะม่วงที่บ่มด้วยวิธีของเกษตรกรมีการตรวจวัดก๊าซอะเซทิลีนได้สูงที่สุดทั้งนี้มีเอทิลีนรวมอยู่ด้วย โดยที่ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง ก๊าซอะเซทิลีนมีการเพิ่มขึ้นลงตลอดระยะเวลา ทั้งนี้เพราะการบ่มด้วยวิธีของเกษตรกรนั้น เกษตรกรใช้ผลผลิตจำนวน 20 กิโลกรัม และมีการกรุกระดาษเพื่อแยกชั้นของมะม่วงอีกด้วย ซึ่งมากกว่าทรีตเมนต์ที่บ่มในห้องปฏิบัติการ ที่ใช้มะม่วง 10 กิโลกรัม และบ่มด้วยถ่านแก๊ส 10 20 และ 30 กรัม/กิโลกรัม โดยไม่ได้กรุกระดาษเพื่อแยกชั้นทั้งนี้เป็นผลทำให้วิธีของเกษตรกรมีก๊าซอะเซทิลีนสูงกว่าระยะเวลาตลอดการบ่ม ซึ่งพบการเพิ่มขึ้นของก๊าซอะเซทิลีนถึงจุดสูงสุดอย่างเห็นได้ชัด 2 เวลา คือ ผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 10 และ 20 กรัม/กิโลกรัม พบการเพิ่มขึ้นของก๊าซอะเซทิลีนสูงสุดที่เวลา 9 ชั่วโมง ในช่วงหลังจากนั้นจึงลดต่ำลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่เวลา 24 ชั่วโมงในทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 10 กรัม/กิโลกรัม และ 30 ชั่วโมง ในผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม การเพิ่มอีกครั้งจากนั้นความเข้มข้นของก๊าซจึงลดต่ำลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ไม่ใช้ถ่านแก๊ส สำหรับผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 30 กรัม/กิโลกรัม พบการเพิ่มขึ้นของก๊าซอะเซทิลีนที่เวลา 30 ชั่วโมง จากนั้นจึงลดต่ำลง และเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ 45 ชั่วโมง ก่อนที่จะลดต่ำลงมาใกล้เคียงกับผลมะม่วงที่ไม่ใช้ถ่านแก๊ส ทั้งนี้น่าจะมาจากถ่านแก๊สได้ทำปฏิกิริยากับน้ำเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำที่ออกมาจากการหายใจของผลมะม่วง จะได้ก๊าซอะเซทิลีน ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้าง คล้ายก๊าซเอทิลีน (ethylene analogue) สามารถกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนภายในผลิตผลเพิ่มมากขึ้น (จริงแท้, 2538) ซึ่งการเกิดการเพิ่มขึ้นของเอทิลีนในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน แล้วมีการลดลงน่าจะเป็นช่วงการทำปฏิกิริยาของถ่านแก๊ส และการทำปฏิกิริยาหมดของถ่านแก๊ส แสดงว่าถ่านแก๊ส อัตรา 10 กรัม/กิโลกรัมใช้เวลาการทำปฏิกิริยาหมด

ภายใน 24 ชั่วโมง อัตรา 20 กรัม/กิโลกรัม ภายใน 30 ชั่วโมง และอัตรา 30 กรัม/กิโลกรัม ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 ชั่วโมง การทดลองพบปริมาณการสะสมก๊าซเอทิลีนร่วมกับก๊าซอะเซทิลีนที่สูงมากถึง 2,596.27 ไมโครลิตร/ลิตร เมื่อตรวจสอบด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของมะม่วงที่เกษตรกรนิยมใช้บ่มกันคือ 20 กิโลกรัม ขณะที่ผลมะม่วงที่จัดการในห้องปฏิบัติการใช้มะม่วงในการบ่มเพียง 10 กิโลกรัม หรืออาจเป็นเพราะเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟไม่สามารถแยกความแตกต่างของก๊าซอะเซทิลีนที่ได้จากถ่านแก๊สออกจากก๊าซเอทิลีนที่ผลมะม่วงผลิตได้ ดังนั้นค่าที่วัดได้จึงน่าจะเป็นค่าความเข้มข้นของ ก๊าซอะเซทิลีนร่วมกับก๊าซเอทิลีน (ภาพที่ 3A) อย่างไรก็ตามก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนไม่แตกต่างกันภายใน 57 ชั่วโมงแรกของการบ่ม หลังจากนั้นการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุกทรีตเมนต์เพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงที่บ่มในห้องปฏิบัติการมีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากกว่าผลมะม่วงที่บ่มโดยเกษตรกร ด้วยเหตุนี้จึงทำให้พบความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำและเป็นเหตุให้ก๊าซเอทิลีน (ภาพที่ 3A) ที่วัดได้จากภายในภาชนะที่บ่มผลมะม่วงลดต่ำลงในทุกทรีตเมนต์ที่บ่มในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน นอกจากนี้ก๊าซออกซิเจนยังจำเป็นในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนที่เอนไซม์ ACC oxidase ทำหน้าที่เปลี่ยน ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) ไปเป็นก๊าซเอทิลีน (Buchanan *et al*., 2000)

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้นสูง 400 และ 800 ไมโครลิตร/ลิตร มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำกว่าผลมมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 และ 200 ไมโครลิตร/ลิตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะก๊าซเอทิลีนที่ความเข้มข้นสูง ก่อให้เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนภายในของผลมะม่วงแบบย้อนกลับ (feed back mechanism) ทำให้ผลมะม่วงมีการหายใจต่ำกว่า เป็นผลให้มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 และ 200 ไมโครลิตร/ลิตร (Mattoo และ Aharoni, 1988) แต่จากการทดลองพบว่าก๊าซเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการบ่มผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ทั้งที่ทรีตเมนต์ดังกล่าวมีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 1.8% ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Kader (2006) ที่ว่าการบ่มผลมะม่วงควรจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 1% โดยทั่วไปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถยับยั้งการทำงานของก๊าซเอทิลีนได้ ทั้งนี้บางพืชอาจทนได้มากกว่า 1% (จริงแท้, 2538) และมีรายงานว่าหากเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า 5 % สามารถก่อให้เกิดปัญหาต่อการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ (Sornsrivichai *et al*., 2000)

การบ่มผลมะม่วงที่อุณหภูมิห้องตรวจวัดเอทิลีนซึ่งน่าจะมีก๊าซอะเซทิลีนรวมอยู่ด้วยสูงสุดที่ 3 ชั่วโมง และลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่อุณหภูมิต่ำ 20 และ 25 องศาเซลเซียสมีสูงที่สุดที่เวลา 6 ชั่วโมง

แต่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงมีการผลิตก๊าซเอทิลีนจนถึงจุดสูงสุดในระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถลดเมแทบอลิซึม ลดการหายใจและการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ ทำให้ผลมะม่วงมีความสามารถในการผลิตเอทิลีนได้ต่ำลง ขณะที่อุณหภูมิสูงไปเร่งให้เกิดกระบวนการหายใจ และการผลิตเอทิลีนภายในได้สูงขึ้นไปถึงระดับ threshold concentration ได้รวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ผลมะม่วงมีการสุกและพัฒนาไปได้เร็วกว่า และมีคุณภาพหลังการบ่มดีกว่าผลที่บ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่า (สุรพงษ์, 2533) อย่างไรก็ตามการบ่มผลมะม่วงด้วยถ่านแก๊สที่อุณหภูมิทั้งสามนี้พบว่า มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 1% ทั้งนี้เป็นเพราะผลมะม่วงที่บ่ม ณ อุณหภูมิทั้งสามมีการผลิตก๊าซเอทิลีนลดต่ำลงอย่างมาก ทำให้ลดอัตราการหายใจและลดการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ซึ่งแตกต่างจากการบ่มผลมะม่วงด้วยก๊าซเอทิลีนที่พบการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มเพิ่มสูงขึ้น การทดลองพบว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิห้อง มีความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดถึง 3.9% และสูงกว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาของการบ่ม แสดงว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สามารถบ่มให้สุกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการบ่มสูงกว่า 1% ได้ สอดคล้องกับรายงานสภาพที่เหมาะสมในการบ่มผลมะเขือเทศของ Sargent (2000) ที่รายงานว่าระหว่างการบ่มผลมะเขือเทศสามารถมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่เกิน 4% ซึ่งแตกต่างจากรายงานในกล้วยและมะม่วงของ (Kader, 2006) ที่ว่าระหว่างการบ่มผลกล้วยและมะม่วง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ควรจะต่ำกว่า 1% เพื่อป้องกันการเกิดการยับยั้งการทำงานของก๊าซเอทิลีน

การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงโดยวิธีการบ่มของเกษตรกร และบ่มด้วยถ่านแก๊ส 10 20 และ 30 กรัม/กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 0 กรัม/กิโลกรัม ที่เป็นเช่นนี้เพราะถ่านแก๊สที่ใส่ไปในภาชนะเพื่อใช้ในการบ่มมะม่วงเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำที่สูญเสียออกมาจากผลมะม่วง จะได้ก๊าซอะเซทิลีน ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างคล้ายก๊าซเอทิลีน (ethylene analogue) สามารถกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนภายในผลิตผลเพิ่มมากขึ้น และกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เกิดการสะสมความร้อนมากขึ้น จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักออกจากผลิตผลได้มากกว่าผลมะม่วงที่ไม่บ่มด้วยถ่านแก๊ส (จริงแท้, 2538)

การบ่มด้วยก๊าซเอทิลีนเปรียบเทียบความเข้มข้นต่างๆ มีการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 6.56 - 9.09% ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ก๊าซเอทิลีนไปกระตุ้นให้เกิดการหายใจเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทราบได้จากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ภาพที่14B) เกิดการสะสมความร้อนมากขึ้น จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักออกจากผลิตผลได้มากขึ้น (จริงแท้, 2538) ทั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของเสาวภา (2547) ที่พบว่าผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 0.7-0.9% ต่อวัน

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างจากที่บ่มที่อุณหภูมิห้อง แต่มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (ภาพที่ 26) ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศภายนอกลดต่ำลง ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอระหว่างภายในและภายนอกผลิตผลมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า เป็นผลทำให้น้ำแพร่ออกจากภายในเซลล์พืชสู่บรรยากาศภายนอกได้มากขึ้น (จริงแท้, 2538)

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงชนิดต่างๆ หลังจากการบ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/มะม่วง 1 กิโลกรัมไม่แตกต่างกันคืออยู่ระหว่าง 4.56-6.54% แต่อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าผลที่ไม่ได้รับการห่อมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ทั้งนี้การห่อผลอาจมีผลทำให้การสร้างไขหรือนวลมีปริมาณที่น้อยกว่าการไม่ห่อผล (Amarante, 2002) สอดคล้องกับรายงานของ อรรณพ (2532) ผลมะม่วงที่มีไขหรือมีนวลปกคลุมมาก ช่วยลดการสูญเสียน้ำได้มากกว่าผลที่มีไขหรือนวลปกคลุมน้อย

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่มีความบริบูรณ์ 80 85 และ 90% หลังจากการบ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/มะม่วง 1 กิโลกรัม มีการสูญเสียน้ำหนัก (10.00 8.06 และ 9.52% ตามลำดับ) พบว่ามีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการบ่มด้วยเอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร (6.50 6.12 และ 6.25% ตามลำดับ) สอดคล้องกับการรายงานที่ว่าผลมะม่วงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวน้อยเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่มีอายุการเก็บเกี่ยวมาก ทั้งนี้เพราะผลมะม่วงที่อ่อนมีนวลปกคลุมผิวบางทำให้โอกาสสูญเสียน้ำออกจากผลได้ง่าย ส่วนผลมะม่วงที่บริบูรณ์เต็มที่จะมีนวลหรือไขปกคลุมมากกว่า จึงลดการสูญเสียน้ำได้มากกว่า (สุรพงษ์, 2530; อรรณพ, 2532)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

การบ่มผลมะม่วงด้วยวิธีการของเกษตรกร มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะภาชนะที่บ่มมะม่วงโดยเกษตรกรมีอุณหภูมิระหว่างการบ่มสูงถึง 35 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจไปมีผลต่อกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกและการเปลี่ยนสีเปลือกของผลิตผล นอกจากนี้ยังพบว่าผลมะม่วงมีการปลดปล่อยเอทิลีนสูงมาก จึงอาจมีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนในลักษณะแบบย้อนกลับ (feedback mechanism หรือ autoinhibition) และไปมีผลต่อการสังเคราะห์สารประกอบพวก polyamines (Mattoo and Aharoni, 1988) โดย S-adenosyl methionine ซึ่งเป็นสารตัวกลางในกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนตัวหนึ่ง ดังนั้นเอทิลีนจึงกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ลดลง

การทดลองพบว่า มะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม มีการกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนที่ระดับความเข้มข้นภายในระยะเวลาที่เหมาะสม ในที่นี้คือ ที่เวลา 9 และ 30 ชั่วโมง (ภาพที่ 3A) ที่ไปมีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือก อีกทั้งอุณหภูมิในระหว่างการบ่มไม่สูงและต่ำจนเกินไปคือมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับข้อสันนิษฐานของพีรพงษ์ (2540) ที่พบว่า การบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง อาจต้องการอุณหภูมิระหว่างการบ่มที่สูงที่เหมาะสมที่ไม่ไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะม่วงนอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มแสง และวัยของผลมะม่วงเช่นกัน (Nakasone and Paull, 1998)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซเอทิลีนจากภายนอก สามารถไปกระตุ้นการสังเคราะห์เอทิลีนภายในผลิตผลให้สูงขึ้น ทำให้มีผลไปกระตุ้นเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไปสร้างสารสีภายในเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสารไม่มีสี และมีผลต่อการพัฒนาสารสีเหลืองของแคโรทีน (Yamauchi and Watada,1991)

ผลมะม่วงบ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 100 200 400 และ 800 ไมโครลิตร/ลิตร มีผลที่เปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกจากสีเขียวไปเป็นเหลืองส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ 50-100% ซึ่งเป็นระดับที่เห็นการเปลี่ยนแปลง สีเหลืองสวยงามเป็นที่น่าพอใจคิดเป็น 42.59-70.78% ซึ่งทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยก๊าซ

เอทิลีน 200 ไมโครลิตร/ลิตร ให้ผลดีที่สุด (70.78%) ขณะที่ทรีตเมนต์ที่ไม่บ่ม มีผลที่เปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกจากสีเขียวไปเป็นเหลืองส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับต่ำกว่า 50% (90.74%) แสดงให้เห็นว่าการบ่มผลมะม่วงด้วยก๊าซเอทิลีนต้องการระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม เพราะเอทิลีนไปทำให้เกิดการสุกและเกิดการเปลี่ยนสีของเปลือกมะม่วง สอดคล้องกับการทดลองของ เรณู (2527) รายงานว่าการบ่มมะม่วงพันธุ์อกร่องทองด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มที่ทำให้ผลสุกดี มีสภาพเหมาะที่จะนำมารับประทานที่สุดเมื่อเก็บรักษาไว้ 4 วันหลังจากบ่ม จากรายงานของพีรพงษ์ (2540) พบว่าที่ระดับ 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มส่งเสริมการพัฒนาสีผิวผลมากที่สุด ขณะที่ Nakasone and Paull (1998) และ Tropica (2002) รายงานว่า ความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการบ่มมะม่วงคือ 10-100 ไมโครลิตร/ลิตร ส่วนการบ่มมะม่วงพันธุ์เคนซิงตันให้มีคุณภาพสีที่ดี ใช้เอทิลีนความเข้มข้นต่ำ 10 ไมโครลิตร/ลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง (Nguyen *et al.*, 2002) นั้นแสดงว่าสำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จะต้องใช้เอทิลีนที่มีความเข้มข้นที่สูงกว่า

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0 และ 800 ไมโครลิตร/ลิตร มีค่าสีเปลือกซึ่งมีค่าสีเขียว (-a) มากกว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 และ 200 ไมโครลิตร/ลิตร แต่ไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 400 ไมโครลิตร/ลิตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลมะม่วงไม่ได้รับก๊าซเอทิลีน ไปกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนภายในผลถึงระดับ threshold concentration (สายชล, 2528) หรือมีระดับความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการบ่มสูงมากเกินไป จึงอาจมีผลยับยั้งการสังเคราะห์ เอทิลีนในลักษณะแบบย้อนกลับ (feedback mechanism หรือ autoinhibition) และไปมีผลต่อการสังเคราะห์สารประกอบพวก polyamines (Mattoo and Aharoni, 1988) โดย S-adenosyl methionine ซึ่งเป็นสารตัวกลางในกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนตัวหนึ่ง ดังนั้นเอทิลีนจึงกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ลดลง แสดงว่าทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 และ 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีสีผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ทั้งนี้น่าจะเป็นระดับที่เหมาะของความเข้มข้นของเอทิลีนที่ไปเร่งการเปลี่ยนสีได้ดี ทั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของพีรพงษ์ (2540) ที่พบว่าที่ระดับ 200 ไมโครลิตร/ลิตร มีแนวโน้มส่งเสริมการพัฒนาสีผิวผลมากที่สุด

ผลมะม่วงที่ไม่ห่อผลมีพื้นที่การเปลี่ยนสีผิวเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด ในขณะที่ผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล และชั้นในสีดำ มีพื้นที่การเปลี่ยนสีผิวเปลือกมากที่สุดถึง 93.33% ทั้งนี้จากผลการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณแคโรทีนอยด์ พบว่ามะม่วงที่ห่อผลด้วยถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล และชั้นในสีดำมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ห่อผล ห่อผลด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ถุงรีเมย์สีขาว และถุงรีเมย์สีดำ และมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด (ภาพที่ 57) สอดคล้องกับการทดลอง การห่อผล

แอปเปิลด้วยถุงกระดาษทำให้เกิดสีแดงที่ผิวผลมากขึ้น และยับยั้งการพัฒนาของคลอโรฟิลล์ที่ผิวได้ (Kikuchi *et al.*, 1997) Estrada (2002) รายงานว่าการห่อผลมะม่วงพันธุ์เฮเดน พันธุ์ทอมมีแอทกินส์ พันธุ์เค้น และพันธุ์เคี้ยทด้วยถุงกระดาษสีน้ำตาล เพื่อป้องกันไม่ให้ผลมะม่วงถูกแสงโดยตรง ทำให้ผลมะม่วงมีการพัฒนาสารสีแซนโทฟิลล์ แคโรทีน และ แอนโธไซยานิน ขึ้นมาแทนที่สารสีคลอโรฟิลล์

ผลมะม่วงที่มีความบริบูรณ์ 85 92 และ 99 วันหลังดอกบาน 50% บ่มด้วยถ่านแก๊สมีพื้นที่การเปลี่ยนสีผิวเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง ความบริบูรณ์ 85 วัน น้อยที่สุด ถึงแม้ว่ามีค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) ไม่แตกต่างกัน แต่มะม่วงที่มีความบริบูรณ์ 85 วัน มีค่าสีแดง (a) น้อยกว่า 92 และ 99 วันหลังดอกบาน 50 % ในขณะที่การบ่มด้วยก๊าซเอทิลีน มีค่าความสว่าง (L) ไม่แตกต่างเช่นกัน แต่ในมะม่วงบริบูรณ์ 85 และ 92 วัน ยังมีค่า a ติดลบนั้นหมายความว่ายังมีสีเขียวอยู่

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

สีเนื้อของผลมะม่วงที่บ่มโดยวิธีการของเกษตรกรมีค่าความสว่าง (L) สูงที่สุดแต่มีค่าสีแดง (a) ไม่แตกต่าง ส่วนค่าสีเหลือง (b) การบ่มด้วย 30 กรัม/กิโลกรัม มีค่าน้อยที่สุด ทั้งนี้สอดคล้องกับค่า L a และ b ของสีเปลือกของผลมะม่วงในทรีตเมนต์ที่บ่มโดยวิธีการของเกษตรกรที่มีค่าความสว่าง (L) สูงกว่า (ภาพที่ 7A) แต่มีค่าสีเหลือง (b) ต่ำกว่า แต่มีค่าสีเขียว (-a) ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 7B)

ผลมะม่วงที่ไม่ได้บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนมีค่าความสว่าง (L) ของสีเนื้อไม่แตกต่างจาก 800 ไมโครลิตร/ลิตร แต่มีค่าความสว่าง (L) สูงกว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 200 และ 400 ไมโครลิตร/ลิตร การที่ไม่มีก๊าซเอทิลีนไปกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนภายในผลถึงระดับ threshold concentration (สายชล, 2528) หรือมีระดับความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการบ่มสูงมากเกินไป (800 ไมโครลิตร/ลิตร) จึงอาจมีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนในลักษณะแบบย้อนกลับ (feedback mechanism หรือ autoinhibition) และไปมีผลต่อการสังเคราะห์สารประกอบพวก polyamines (Mattoo and Aharoni, 1988) โดย S-adenosyl methionine ซึ่งเป็นสารตัวกลางในกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนตัวหนึ่ง ดังนั้นเอทิลีนจึงกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกได้ลดลง

มะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม ที่อุณหภูมิห้อง มีค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) ของสีเนื้อที่ต่ำกว่าผลมะม่วงที่บ่ม ณ อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส เพียงเล็กน้อย ขณะที่ผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิห้อง และ 25 องศาเซลเซียส มีค่าสีแดง (+a) สูงกว่าผลมะม่วงที่บ่ม

ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นอย่างมาก ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ที่อุณหภูมิต่ำ 20 องศาเซลเซียส ทำให้การกระตุ้นการผลิตก๊าซเอทิลีนภายในของผลมะม่วงเกิดขึ้นในระดับที่ต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่บ่มที่อุณหภูมิห้องและ 25 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 25A) จึงไปมีผลต่อการสังเคราะห์สารประกอบพวก polyamines ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในพืช (Britton, 1988) สอดคล้องกับการทอดลองของ Medlicott *et al*., (1986) ที่พบว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 27-37 องศาเซลเซียสมีปริมาณแคโรทีนอยด์ของเนื้อผลเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส

สีเนื้อของผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล และชั้นในสีดำ มีค่าสีแดง (+a) ต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นอาจเป็นไปได้ที่แสงมีผลต่อการพัฒนาของสารสีแคโรทีนอยด์ของเนื้อผล สอดคล้องกับรายงานของ Nakasone and Paull (1998) ที่รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะม่วงนอกจากจะขึ้นกับอุณหภูมิแล้ว ยังขึ้นอยู่กับความเข้มแสง และวัยของผลมะม่วงเช่นกัน

ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงในทุกทรีตเมนต์ มีการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกิดขึ้นเมื่อผลสุก ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่บ่มด้วยวิธีของเกษตรกรมีค่ามากกว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 0 10 20 และ 30 กรัม/กิโลกรัม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลมะม่วงดังกล่าวมีการสุกที่น้อยกว่า

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 100 200 400 และ 800ไมโครลิตร/ลิตร มีการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่บ่ม ทั้งนี้เนื่องมาจากก๊าซเอทิลีนจากภายนอกไปกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีนภายในที่สูงขึ้น และไปกระตุ้นอัตราการหายใจทำให้มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปอาหารสะสมภายในของผลิตผล โดยเฉพาะผลไม้ที่สะสมอาหารในรูปของแป้งภายในเซลล์ เมื่อผลไม้สุกแป้งถูกเปลี่ยนจากโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ละลายน้ำได้น้อย ไปเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลงและละลายน้ำได้ดี ส่งผลให้ผลิตผลอ่อนนุ่มลง ความแน่นเนื้อลดลง ทั้งยังช่วยให้ผลิตผลมีรสชาติหวานขึ้น เหมาะสำหรับการรับประทาน (จริงแท้, 2538)

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส 20 กรัม/กิโลกรัม ที่อุณหภูมิห้องมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิสูงมีการสูญเสียน้ำมากกว่า (ภาพที่ 26A) อุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศภายนอกลดต่ำลง ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอระหว่างภายในและภายนอกผลิตผลมากกว่าที่อุณหภูมิ

ต่ำกว่า เป็นผลทำให้น้ำแพร่ออกจากภายในเซลล์พืชสู่บรรยากาศภายนอกได้มากขึ้น (จริงแท้, 2538) และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อลดลง

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่ไม่ห่อผล และห่อผลด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ ถุงรีเมย์สีขาว และถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล และชั้นในสีดำทั้งที่บ่มด้วยถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีนไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงรีเมย์สีดำ อาจเป็นไปได้ที่สีดำของถุงมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสง ทำให้อุณหภูมิภายในถุงที่ห่อสูงมากกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพของผล และผลดังกล่าวปรากฏให้เห็นเมื่อผลสุก

ปริมาณ TSS TA และ TSS/TA

ผลมะม่วงที่ผ่านการบ่มด้วยวิธีการของเกษตรกร และบ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 800 ไมโครลิตร/ลิตรมีปริมาณ TA สูงที่สุด แต่มีอัตราส่วนของ TSS/TA ต่ำที่สุด ทั้งนี้เพราะ ทรีตเมนต์ที่บ่มด้วยวิธีการของเกษตรกร และบ่มด้วยก๊าซเอทิลีน 800 ไมโครลิตร/ลิตร มีการสุกที่น้อยกว่า ทำให้ไปมีผลต่อการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลของผลมะม่วง สำหรับ TSS/TA เนื่องจากผลมะม่วงที่ผ่านการบ่มโดยเกษตรกร และก๊าซเอทิลีน 800 ไมโครลิตร/ลิตร มีปริมาณ TSS ไม่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่นๆ แต่มี TA สูงที่สุด เป็นผลให้อัตราส่วน TSS/TA มีค่าต่ำกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊สและก๊าสเอทิลีนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสมี TSS และ TA ต่ำกว่ามะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิห้องและอัตราส่วนของ TSS/TA สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำไปลดอัตราการหายใจของผลิตผล ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปอาหารสะสมภายในของผลิตผล โดยเฉพาะผลไม้ที่สะสมอาหารในรูปของแป้งภายในเซลล์ เมื่อผลไม้สุกแป้งถูกเปลี่ยนจากโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ไปเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลงเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ และเปลี่ยนมาเป็นพลังงานในรูป ATP เพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ลดลง ซึ่งในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการหายใจใน tricarboxylic acid cycle (TCA) เป็นขั้นตอนในการสังเคราะห์กรดอินทรีย์หลายชนิด มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสังเคราะห์สารที่เป็นพลังงานในรูปรีดิวซ์ ที่จะถูกเปลี่ยนไปเป็น ATP ต่อไปในขั้น electron transport system ส่งผลให้ผลิตผลมี TSS และ TA ต่ำกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ (จริงแท้, 2538)

การห่อผลมะม่วงด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์บ่มด้วยถ่านแก๊สมีปริมาณ TSS ต่ำที่สุด สอดคล้องกับการทดลองที่พบว่า ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์มีค่า

สูงที่สุดคือระยะของการสุกยังน้อยกว่าทรีตเมนต์อื่นๆจึงมีปริมาณ TSS ต่ำ ผลมะม่วงที่ห่อผลด้วยวัสดุต่างๆ บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่า แต่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ห่อผล แสดงว่าการห่อผลช่วยให้ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้มีคุณภาพทางเคมีดีกว่าการไม่ห่อผล การห่อผลยังช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และลดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในผลไม้หลายชนิด เช่น กระท้อน (จรีรัตน์, 2544) องุ่น (ทวีศักดิ์, 2531) พลับพันธุ์ฟูยุ (Mason *et al*., 1991) และกล้วย (Turner and Rippon, 1973) อย่างไรก็ตามการทดลองดังกล่าวให้ผลแตกต่างจากวิจิตร (2529) ที่พบว่าการห่อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยถุงพลาสติกสีน้ำเงินมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลที่ไม่ห่อผล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวัสดุที่ใช้ห่อผล การทดลองนี้ใช้ถุงกระดาษและถุงผ้าซึ่งยอมให้มีการระบายอากาศผ่านเข้าออกได้ ตรงข้ามกับถุงพลาสติกที่ยอมให้มีการระบายอากาศน้อยกว่า ทำให้มีการสะสมความร้อนมากกว่า มะม่วงจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น สารอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะน้ำตาลถูกนำไปใช้เพื่อสร้างพลังงาน ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดต่ำลง

ผลมะม่วงที่มีความบริบูรณ์ 92 และ 99 วันหลังดอกบาน 50% ทั้งที่บ่มด้วยถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีนมีปริมาณ TSS สูงกว่าผลมะม่วงที่มีความบริบูรณ์ 85วันหลังดอกบาน 50% เพราะผลมะม่วงที่มีอายุมากกว่ามีการสะสมแป้งมากกว่าผลมะม่วงอายุน้อย (อารี, 2530) ดังนั้นจึงมีแป้งเปลี่ยนมาเป็นน้ำตาลได้มากกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าไม่พบความแตกต่างของ TSS/TA ทั้งนี้แตกต่างจากรายงานของเสาวภา (2547) ที่ว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และน้ำดอกไม้สีทองที่ระยะความบริบูรณ์มากมีสัดส่วน TSS/TA ที่มากขึ้น ทำให้มีรสชาติหวานและเป็นที่ยอมรับมากกว่าผลที่มีอายุน้อย มีรายงานในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะผลดิบมีค่า 12.5% และเพิ่มขึ้นเป็น 21.5% เมื่อผลสุก (ดวงตรา, 2526) ซึ่งจากรายงานของธีราพร (2536) พบว่าปริมาณ TSS หลังการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงน้ำดอกไม้มีค่า 9.5% หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็น 17.23%

โดยปกติในผลมะม่วงมีปริมาณกรด citric และ succinic ซึ่งจะค่อย ๆ ลดลงระหว่างการสุก ขณะที่กรด malic นั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่ชนิดของพันธุ์ (Lizada, 1993) การลดลงอาจเกิดเนื่องจากผลไม้ใช้กรดบางส่วนเป็น substrate ของกระบวนการหายใจ โดยปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (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 มิลลิกรัม เมื่อผลนิ่มได้ 8 วัน สอดคล้องกับผลการทดลองของธีราพร (2536) ที่วัดค่า

TA ได้ 2.49 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรน้ำคั้น และ 1.57 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรน้ำคั้น ตามลำดับ นอกจากนี้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นต่างๆ มีค่า TA ใกล้เคียงกันและเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.5C นาน 4 สัปดาห์แล้วบ่มให้สุก พบว่ามะม่วงที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมีปริมาณกรดน้อยกว่า (ฤดีกร, 2532)

ปริมาณวิตามินซี

ผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊สที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่สอดคล้องกับคำกล่าวว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการสูญเสียกรดแอสคอบิคจะมีมากขึ้น (จริงแท้, 2538) และสอดคล้องกับในมันฝรั่งที่พบว่าที่อุณหภูมิต่ำมีการสูญเสียกรดแอสคอบิค มากกว่าที่อุณหภูมิสูง (จริงแท้, 2538)

การทดสอบประสาทสัมผัส

ผลที่บ่มด้วยถ่านแก๊ส และก๊าซเอทิลีนที่อุณหภูมิห้องมีความเปรี้ยวต่ำกว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ยังพบว่าการบ่มด้วยก๊าซเอทิลีนที่อุณหภูมิห้องยังมีความหวานและความชอบมากกว่าผลมะม่วงที่บ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียสอีกด้วย สอดคล้องกับค่า TA TSS และ TSS/TA (ภาพที่ 32 และภาพที่ 43) ที่พบว่าผลมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊สและก๊าซเอทิลีนที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณ TA ต่ำกว่า แต่มี TSS และ TSS/TA สูงกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะการบ่มผลมะม่วงที่อุณหภูมิห้องทำให้ผลมะม่วงมีการผลิตเอทิลีนภายในสูงกว่า ทำให้ผลิตผลมีการหายใจที่สูงกว่า ผลมะม่วงจึงมีการย่อยสลายแป้งไปเป็นน้ำตาลและใช้กรดบางส่วนเป็น substrate ของกระบวนการหายใจได้มากกว่า

การทดสอบประสาทสัมผัสหลังจากการบ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีความบริบูรณ์ 85- 90% ที่ผ่านการห่อถุงกระดาษ 2 ชั้น ชั้นนอกสีน้ำตาล และชั้นในสีดำ ด้วยถ่านแก๊สความเข้มข้น 20 กรัม/กิโลกรัม เป็นเวลา 3 วัน ณ บ่มที่อุณหภูมิห้อง (28$\pm$1 องศาเซลเซียส) และบ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 30$\pm$1 องศาเซลเซียส พบว่าการบ่มด้วยถ่านแก๊สความเข้มข้น 20 กรัม/กิโลกรัมเหมาะสมกับตลาดภายในประเทศจากการชิมของเกษตรกรและพนักงานบริษัทหรือผู้ประกอบการพบว่าเกษตรกรชอบมะม่วงที่บ่มด้วยถ่านแก๊สความเข้มข้น 20 กรัม/กิโลกรัมมากกว่า ขณะที่พนักงานบริษัทหรือผู้ประกอบการ (มีช่วงอายุน้อยกว่าเกษตรกร) ชอบ

มะม่วงที่บ่มด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร ทั้งนี้ตลาดต่างประเทศเน้นเรื่องสารตกค้างต่างๆ ซึ่งการบ่มด้วยถ่านแก๊สจะมีสารเคมีตกค้างติดอยู่ จริงแท้ (2538) รายงานว่าการบ่มโดยใช้ถ่านแก๊สจะมีกลิ่นติดไปกับผลไม้ จึงเหมาะสมกับผลไม้ที่ใช้บริโภคในประเทศไทย สำหรับการบ่มผลมะม่วงด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร/ลิตร เหมาะสำหรับการส่งออกต่างประเทศทั้งนี้เพราะเป็นที่ยอมรับและมีการใช้อยู่ทั่วไปโดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาเช่น ประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกา และประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น