บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของไคโตซานที่เหมาะสมต่อการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก

การเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด รองลงมาคือ ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ และผลที่ไม่เคลือบผิว มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการทดลองของ วิเชียร (2541) ที่เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ พบว่า ผลที่เคลือบผิวด้วย Sta Fresh 360 30 เปอร์เซ็นต์ และไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ^{o}ซ 90±3 %RH ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ดีที่สุด ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิว เช่นเดียวกับการเคลือบผิวผลมะนาวไทยพันธุ์แป้นด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ (สุทัศน์เทียม, 2544), การเคลือบผิวผลลิ้นจี่ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ (Zhang and Quantick, 1997) และการเคลือบผิวผลลำไยด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 1.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ (Jiang and Li, 2001) ที่สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลได้ โดยการสูญเสียน้ำหนักจะช้าลงเมื่อความเข้มข้นของไคโตซานเพิ่มขึ้น สาเหตุที่การเคลือบผิวด้วยไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ เนื่องจากไคโตซานไปเคลือบปิดช่องเปิดตามธรรมชาติของผิวเปลือก รวมถึงบาดแผลและรอยแผลจากขั้วผลที่ถูกตัด (กนกมณฑล, 2526; จริงแท้, 2542) ซึ่งการสูญเสียน้ำประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เกิดขึ้นโดยผ่านทางรอยแผลจากขั้วผลที่ถูกตัด (สายชล, 2528) ทำให้การสูญเสียน้ำหนักลดน้อยลง (กนกมณฑล, 2526; จริงแท้, 2542) และมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักลดลง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการเก็บรักษาทางการค้าโดยทั่วไป (Wills *et al.*, 1998)

การประเมินการเกิดโรค พบว่าผลมะม่วงทุกกรรมวิธีปรากฏอาการของโรคแอนแทรคโนสเป็นจุดดำเล็กๆ บนผิวเปลือกตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีพื้นที่เกิดโรคไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวเปลือก ซึ่งไม่มีผลต่อการซื้อขายเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน เชื้อสาเหตุของโรค คือ *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีการเข้าทำลายแบบแฝง (latent infection) โดยเชื้อจะเข้าสู่ผลมะม่วงตั้งแต่อยู่ในสวน จากนั้นเชื้อจะพักตัวและสร้างความเสียหายเมื่อผลเริ่มสุก (นิพนธ์, 2542) หากมีการควบคุมโรคตั้งแต่ผลยังอยู่ในสวน จะช่วยป้องกันและกำจัดโรคได้ดี (ดนัย, 2540) อาการของโรคบนผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 10 วันในการวิจัยครั้งนี้ มีพื้นที่เกิดโรคน้อย แสดงถึง

สวนมะม่วงมีการดูแลรักษาและควบคุมโรคอย่างดี ปริมาณของเชื้อ *C. gloeosporioides* ในแต่ละผลจึงมีอยู่น้อยและสร้างความเสียหายให้กับผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวได้ไม่มากนัก

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกในผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีค่าความสว่างของสี (L*) ค่าสีเขียว (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่า hue angle (h°) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา เมื่อผลมะม่วงเริ่มสุกในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา พบว่า ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L*, a* และ b* แตกต่างจากผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวที่ผิดปกติ โดยผิวเปลือกมีสีเขียวปนเหลืองไม่สม่ำเสมอกัน ซึ่งจะเห็นได้จากผลมะม่วงมีค่า a*, b* น้อย และ ค่า h° ที่ห่างจากมุม 90 องศามากกว่า แสดงถึง ผลยังคงมีสีเขียวอยู่มากกว่าและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้อยกว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นๆ สอดคล้องกับการทดลองของวิเชียร (2541) ที่พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$ซ มีค่า b* ต่ำกว่าผลที่ไม่เคลือบผิว ผลที่เคลือบผิวด้วย Sta Fresh และไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการเคลือบผิวผลมะนาวด้วยไคโตซาน พบว่า ไคโตซานความเข้มข้นที่สูงขึ้นสามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวได้นานขึ้น (ไพรัตน์และคณะ, 2536; สุทัศน์เทียม, 2544) และการเคลือบผิวผลกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช ด้วยไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ความเข้มข้น 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ช่วยรักษาสีเขียวของเปลือกได้นานกว่า (สุทธิวัลย์, 2542) การที่ไคโตซานสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ เนื่องจากไคโตซานทำหน้าที่เป็นสารเคลือบผิว ทำให้ผลมะม่วงเกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (Johnson *et al.*, 1997) โดยมีการแลกเปลี่ยนก๊าซลดน้อยลง ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในผลลดลงเพราะการหายใจและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่จะไปขัดขวางการทำงานของเอธิลีนที่เป็นฮอร์โมนเร่งการสุกของผลไม้ (จริงแท้, 2542) เมื่อผลมะม่วงสุกช้าลงทำให้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกลดลง นอกจากนั้นเอธิลีนสามารถกระตุ้นให้เกิดการทำลายคลอโรฟิลล์ (ดนัย, 2540) ดังนั้นการขัดขวางการทำงานของเอธิลีนในผลมะม่วงจึงช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเปลือกยังคงมีความเขียวและผลไม่ปรากฏสีเหลือง เนื่องจากสีของแคโรตินอยด์ (carotenoids) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองที่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บังไว้ (ดนัย, 2540; Wills *et al.*, 1998)

สีเนื้อของผลมะม่วงที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า a*, b* และ ค่า h° เปลี่ยนแปลงช้ากว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเป็นสีเหลือง สีส้มและสีส้มแดง ตามลำดับ ได้ช้ากว่า และการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อจะช้าลงเมื่อความเข้มข้นของไคโตซานเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่า b* ต่ำกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษา

นาน 6-8 วัน ที่อุณหภูมิ 25 °ซ (วิเชียร, 2541) สาเหตุที่การเคลือบผิวผลมะม่วงด้วยไคโตซานมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ เนื่องจากไคโตซานไปเคลือบผิวและปิดช่องเปิดตามธรรมชาติ (จริงแท้, 2542; กนกมณฑล, 2526) เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (Johnson *et al.*, 1997) ช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วง ทำให้ผลมีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อช้าลง

ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อในระดับที่ใกล้เคียงกัน ตั้งแต่วันที่ 8 ของการเก็บรักษาเป็นต้นไป พบว่า ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับการทดลองของวิเชียร (2541) ที่เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความแน่นเนื้อในแต่ละวันของผลที่เคลือบผิวไม่แตกต่างจากผลที่ไม่เคลือบผิว เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลา 0-8 วัน และผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ เป็นเวลา 0-24 วัน แสดงว่า การเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลมะม่วง

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษาน้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษานาน 8 วันเป็นต้นไป มีค่า TSS ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการทดลองของวิเชียร (2541) ที่เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ โดยผลที่ไม่เคลือบผิว ผลที่เคลือบผิวด้วย Sta Fresh และไคโตซาน 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ TSS ใกล้เคียงกันและสูงกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนการเคลือบไคโตซานบนผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีปริมาณ TSS ในผลที่ไม่เคลือบผิวสูงกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานทุกความเข้มข้น ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา และการเคลือบผิวผลกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิชด้วยไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ความเข้มข้น 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลอการลดลงของแป้งและมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ (สุทธิวัลย์, 2542) สาเหตุที่ปริมาณ TSS ในผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์มีน้อยกว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่น เนื่องจากการเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นดังกล่าว ช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วง ทำให้การสลายตัวของแป้งที่สะสมอยู่ระหว่างการเจริญเติบโตเป็นน้ำตาลในกระบวนการสุก (สายชล, 2528) เกิดขึ้นได้ช้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ซึ่งส่วนมากเป็นน้ำตาล จึงมีปริมาณน้อยและเปลี่ยนแปลงช้า นอกจากนี้การเคลือบผิวทำให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (Johnson *et al.*, 1997) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นและปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำลง มีผลต่อการชะลอการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสลายแป้งเป็นน้ำตาล (จิรา, 2531) ทำให้ผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ช้าลงได้

ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TA) ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากกว่า ผลที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผลมะม่วงเริ่มสุกในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และพันธุ์เขียวเสวยด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ^{o}ซ ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ ในขณะที่การเคลือบผิวด้วยไคโตซานบนผลมะนาวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS และ TA ในระหว่างการเก็บรักษา (ไพรัตน์ และคณะ, 2536; สุทัศน์เทียม, 2544) การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ในผลมะม่วงสัมพันธ์กับปริมาณกรดอินทรีย์ที่เก็บสะสมในแวคิวโอล (vacuole) ของเซลล์ (ดนัย, 2540; Wills *et al.*, 1998) ซึ่งกรดที่พบมากในผลมะม่วง คือ กรดซิตริก (กนกมณฑล, 2526) ปริมาณกรดในระหว่างการสุกจะลดลงเนื่องจากใช้ในการหายใจ (ดนัย, 2540) ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นสูงทำให้การหายใจลดลงได้ (สุทธิวัลย์, 2542; Jian Ming *et al.*, 1997; Yu, 2001) จึงชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรตได้

อัตราส่วน TSS/TA แสดงรสชาติของผลมะม่วงซึ่งการเกิดรสชาติที่ดีเป็นผลเนื่องจากการลดความเป็นกรดพร้อมกับเพิ่มปริมาณของน้ำตาล (สายชล, 2528) โดยผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วน TSS/TA ต่ำกว่าหรือมีรสหวานน้อยกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงวันที่ 4-7 ของการเก็บรักษาซึ่งผลมะม่วงเข้าสู่กระบวนการสุก เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ที่มีปริมาณต่ำกว่าและผลมะม่วงยังคงมีปริมาณ TA ที่สูงกว่าในแต่ละวัน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผิดปกติ ผิวเปลือกมีสีเขียวปนเหลืองและไม่สม่ำเสมอกันทั่วทั้งผล ระดับความรุนแรงของอาการผิดปกติเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของไคโตซาน โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีอาการผิดปกติของสีเปลือกมากที่สุด รองลงมา คือผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นดังกล่าวมีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าระดับ 3 คะแนน ตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกไม่แตกต่างจากผลที่ไม่เคลือบผิวและผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ผิวเปลือกมีสีไม่สวยเท่ากับผลที่ไม่เคลือบผิว คุณภาพด้านสีเนื้อในผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นสูงมีคะแนนสีเนื้อต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่เคลือบผิวเล็กน้อย สอดคล้องกับผลการตรวจจากเครื่องวัดสี (colorimeter) ซึ่งแสดงค่า a*, b* และ ค่า h^{o} ในผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นๆ ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นตามปกติและไม่พบกลิ่นหมัก แตกต่างจากการเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

ด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นหมักตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ^{o}ซ (วิเชียร, 2541) เนื่องจากคุณสมบัติของไคโตซานในการยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกแตกต่างกัน โดยไคโตซานที่ใช้เคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยมีคุณสมบัติด้านความหนืด (viscosity) สูง เพราะมีรายงานในวิธีดำเนินการวิจัยว่า ไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีความหนืดมากจนต้องใช้มือลูบจากขั้วผลลงมาปลายผลเพื่อลดความหนาของสารเคลือบผิว (วิเชียร, 2541) แตกต่างจากไคโตซานที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ที่มีความหนืดน้อยกว่า (ตารางภาคผนวก 1) สามารถเคลือบผิวผลด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ได้ตามปกติ ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้จึงมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลเพิ่มสูงขึ้นและปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ลดต่ำลงมาก เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ได้อะซิทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และเอธานอล (ethanol) (ดนัย, 2541; Wills *et al.*, 1998) ทำให้ผลมะม่วงเกิดกลิ่นหมัก ในขณะที่ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานในการทดลองนี้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนในระดับที่ไม่ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผลมะม่วงจึงมีกลิ่นปกติและไม่เกิดกลิ่นหมัก การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลมะม่วงไม่แตกต่างกัน แม้ปริมาณ TSS, TA และอัตราส่วน TSS/TA จะแสดงถึงผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50, 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่าผลมะม่วงกรรมวิธีอื่น แต่ไม่น้อยมากจนเกิดรสชาติที่ผู้ทดสอบชิมพิจารณาว่าแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับผลการวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง firmness tester เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทุกด้าน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมแก่ผลมะม่วงที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าระดับไม่ชอบปานกลาง (ระดับคะแนน 3) ตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา ดังนั้น อายุการวางจำหน่ายจึงเท่ากับ 5 วัน เนื่องจากผลมะม่วงมีสีเปลือกผิดปกติจนไม่อาจยอมรับได้ ส่วนผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นมีการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าระดับคะแนน 3 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายเท่ากับ 9 วัน เนื่องจากผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่นิ่มและไม่เหมาะสมต่อการบริโภค

ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของไคโตซานต่อการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนส

ผลมะม่วงที่ผ่านการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ มีการเกิดโรคน้อยที่สุด รองลงมาคือ ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75, 0.50, 0.25 และผลที่ไม่เคลือบผิว ตามลำดับ สอดคล้องกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซานบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งผ่านการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* มีการเกิดโรคในผลที่ไม่เคลือบผิวมากกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (วิเชียร, 2541) สาเหตุที่อัตราการเกิดโรคลดลงสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไคโตซานที่สูงขึ้น อาจเกิดจาก

การชะลอการสุกของผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นสูง หรือสามารถกระตุ้นสารต่อต้านเชื้อรา (antifungal compounds) บนผล แต่ไม่เกิดจากความสามารถยับยั้งเชื้อ *C. gloeosporioides* โดยตรง เนื่องจากการตรวจสอบผลของไคโตซานต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อบนอาหาร PDA ด้วยวิธี clear zone และวิธี bioassey พบว่า ไคโตซานไม่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ เช่นเดียวกับวิเชียร (2541) ที่พบว่าไคโตซานไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* บนอาหาร PDA ได้ โดยเชื้อราสามารถเจริญปกคลุมกระดาษกรองที่หยดสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยไม่เกิด clear zone

3. ศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำร้อนและเวลาในการแช่ผลมะม่วงร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพและการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง

3.1 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนและเวลาในการแช่ผลมะม่วงร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อคุณภาพผลมะม่วง

ผลของอุณหภูมิน้ำร้อน 52 และ 55 ^{o}ซ และระยะเวลาในการแช่ 5 และ 10 นาที ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ แล้วเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการแช่ผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 46.1 ^{o}ซ (115 ฟาเรนไฮต์) นาน 65, 75 และ 90 นาที แล้วเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acids) 2 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) 0.50 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคาซีเนต (calcium caseinate) 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกับผลที่ไม่แช่น้ำร้อน (ชุดควบคุม) แต่ผลที่แช่น้ำร้อนและไม่เคลือบผิวจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า (Baez-Sanudo, 2001) เหตุผลที่การแช่น้ำร้อนแล้วเคลือบผิวผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน เนื่องจากสารเคลือบผิวไปปิดช่องเปิดตามธรรมชาติของผิวเปลือก ทำให้การสูญเสียน้ำหนักลดน้อยลง (กนกมณฑล, 2526; จริงแท้, 2542)

การเกิดโรคของผลมะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ โดยไม่ปลูกเชื้อไม่มีความแตกต่างกัน ในวันที่ 10 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีอัตราการเกิดโรคไม่เกินระดับคะแนน 2 เช่นเดียวกับการเกิดโรคในผลมะม่วงโดยไม่ปลูกเชื้อในการทดลองที่ 1 ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณเชื้อสาเหตุในผลมะม่วงมีน้อย เนื่องจากการจัดการโรคก่อนการเก็บเกี่ยวที่ดีช่วยป้องกันและกำจัดโรคได้ (ดนัย, 2540) แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างผลมะม่วงที่ผ่านการแช่น้ำร้อนอุณหภูมิต่างๆ และผลที่ไม่แช่น้ำร้อน (ชุดควบคุม 1 และ 2) พบว่า ผลที่แช่น้ำร้อนมีคะแนนการเกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่แช่น้ำร้อนและแสดงอาการของโรคช้ากว่าผลที่ไม่แช่น้ำร้อน เนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนอาจทำลายเชื้อราโดยตรง หรือกระตุ้นให้เกิดสารต้านเชื้อรา (antifungal compounds) ในผลมะม่วง (Schirra *et al.*, 2000)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิและเวลาแช่ต่างๆ มีสีเปลือกใกล้เคียงกับผลที่แช่น้ำเปล่าและเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม 2) เมื่อพิจารณาค่าความสว่างของสี (L*) ค่าสีเขียว (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่า hue angle (h^{o}) ของผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 ^{o}ซ 5 นาที 52 ^{o}ซ 10 นาที 55 ^{o}ซ 5 นาที และ 55 ^{o}ซ 10 นาที มีค่า L*, a* และ b* น้อยลง ส่วนค่า h^{o} ห่างจากมุม 90 องศามากขึ้น ตามลำดับ โดยผลที่แช่น้ำร้อน 55 ^{o}ซ 10 นาที มีค่า L*, a* และ b* น้อยที่สุดและค่า h^{o} ห่างจากมุม 90 องศามากที่สุด แสดงให้เห็นว่า ผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิสูงและเวลานานขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่าผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า เช่นเดียวกับการแช่ผลมะม่วงพันธุ์ Palmer ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 38, 46, และ 54 ^{o}ซ นาน 30 นาที พบว่า ผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิสูงกว่ามีการพัฒนาสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่าผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิต่ำกว่า (Zambrano and Materano, 1998) สาเหตุที่สีเปลือกของผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิสูงและระยะเวลาแช่นาน มีความเขียวอยู่มากกว่าผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนที่สูงเกินไปจะทำให้เอนไซม์ในปฏิกิริยาต่างๆไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (จริงแท้, 2542) ในที่นี้ น้ำร้อนอาจมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ซึ่งเป็นเอนไซม์สลายคลอโรฟิลล์ (ดนัย, 2540; Wills *et al.*, 1998)

ส่วนสีเนื้อของผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสี ในลักษณะเดียวกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก โดยผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 ^{o}ซ 10 นาที มีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองแดงช้ากว่าผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 ^{o}ซ 5 นาที, 52 ^{o}ซ 10 นาที และ 55 ^{o}ซ 5 นาที ตามลำดับ โดยน้ำร้อนอาจมีผลต่อประสิทธิภาพของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ทำให้คลอโรฟิลล์ชะลอการสลายตัว (ดนัย, 2540; Wills *et al.*, 1998)

ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลมะม่วง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อจะอ่อนนิ่มลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบของเพคตินในผนังเซลล์ (ดนัย, 2540) ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาแช่ดังกล่าวจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์และกระบวนการสุก จนทำให้ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TA) และอัตราส่วน TSS/TA ในผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิและเวลาต่างๆ ที่ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ มีคะแนนสีเปลือกไม่แตกต่างกัน แม้ว่าค่า L*, a*, b* และ h^{o} จากการตรวจวัดสีเปลือกด้วยเครื่องวัดสี (colorimeter) จะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ไม่มากจนผู้ทดสอบชิมพิจารณาว่าแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับการประเมินคุณภาพด้านสีเนื้อที่มีคะแนนไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า อุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผล

ต่อคุณภาพด้านกลิ่นและรส ผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติตามปกติ คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลมะม่วงไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี เช่นเดียวกับผลการตรวจวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง firmness tester โดยมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสจากกรอบมากถึงนิ่มมาก ตามกระบวนการสุกของผลมะม่วง เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทุกด้าน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมแก่ผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 °ซ 5 นาที 52 °ซ 10 นาที 55 °ซ 5 นาที และ 55 °ซ 10 นาที ใกล้เคียงกันและมีการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าระดับคะแนน 3 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา เนื่องจากไม่ยอมรับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสที่นิ่มและมากเกินไป ดังนั้น อายุการวางจำหน่ายของผลมะม่วงทุกกรรมวิธีจึงเท่ากับ 9 วัน

3.2 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนและเวลาในการแช่ผลมะม่วงร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง

การแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ มีผลช่วยลดการเกิดโรคได้ดีกว่าผลที่แช่น้ำเปล่าและไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม 1) และผลที่แช่น้ำเปล่าแล้วเคลือบผิว (ชุดควบคุม 2) ส่วนผลของอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ ทำให้ระดับการเกิดโรคในผลมะม่วงแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกัน โดยผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 °ซ 10 นาที และ 55 °ซ 5 นาที มีระดับการเกิดโรคใกล้เคียงกันและสามารถลดอัตราการเกิดโรคได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ผลที่แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 55 °ซ 10 นาที และ 52 °ซ 5 นาที ตามลำดับ สอดคล้องกับการแช่ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้, พันธุ์ Manila และพันธุ์ Dashehari ในน้ำร้อน ที่ช่วยควบคุมโรคแอนแทรคโนสได้ดีกว่าผลที่ไม่แช่น้ำร้อน (อังสุมา, 2530; ศิริศักดิ์, 2537; Saucedo Veloz *et al.*, 1995; Om Prakash and Pandey, 2000) สาเหตุที่น้ำร้อนช่วยลดการเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ อาจเกิดจากผลทางตรง คือความร้อนเข้าทำลายสปอร์หรือเส้นใยเชื้อราบนผิวเปลือกผลมะม่วง (Schirra *et al.*, 2000) ซึ่งเชื้อ *C. gloeosporioides* เจริญแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular space) ในชั้น epidermis และ sub-epidermis แฝงตัวอยู่ภายใต้ผิวเปลือกลึกไม่เกิน 1 มิลลิเมตร (อังสุมา, 2530) หรือผลของน้ำร้อนทางอ้อม โดยกระตุ้นให้ผลมะม่วงสร้างสารต้านเชื้อรา (antifungal compounds) มายับยั้งการเจริญของเชื้อ (Schirra *et al.*, 2000)