บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง

มะพร้าวน้ำหอมที่จำหน่ายส่วนใหญ่มีการปลอกเปลือกสีเขียวออกแล้วตกแต่งให้ได้รูปทรง ซึ่งทำให้เฉาะรับประทานได้ง่าย และยังดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคมากกว่ามะพร้าวที่มีสีเขียวทั้งผล สำหรับมะพร้าวน้ำหอมที่แต่งผลแล้วต้องมีการแช่สารเคมีเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลทันที เพราะหากปล่อยทิ้งไว้จะทำให้สีผิวมีสีน้ำตาล และเมื่อสีผิวเปลี่ยนไปแล้ว ก็ไม่สามารถนำมาจุ่มสารเคมีให้ขาวดังเดิมได้ (นฤมล มานิพพาน, 2548) โดยทางการค้านิยมใช้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล แต่มีรายงานว่ามีผู้บริโภคบางรายแพ้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ประชิต อยู่หว่าง, 2540) ดังนั้นการใช้สารทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จึงมีความจำเป็น โดยในการศึกษานี้ได้ทำการวิจัยศักยภาพของการใช้กรดออกซาลิกและโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของมะพร้าว

5.1 ผลของสารละลายกรดออกซาลิกและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและป้องกันการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม

จากการวิจัยของลัดดาวัลย์ โกวิทย์เจริญ (2552) พบว่าสารละลายกรดออกซาลิกสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ ในขณะที่งานวิจัยของโสภิดา ริยะกุล (2549) ที่พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร่วมกับโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราได้ดีกว่าการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เพียงอย่างเดียว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดออกซาลิกและโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการป้องกันการเกิดเชื้อราที่เปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าสี (ΔL^* Δa^* Δb^* ΔE และ ค่า Hue angle) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และจากการเปลี่ยนแปลงค่าสีต่างๆ ที่บ่งบอกถึงการเกิดสีน้ำตาลเหล่านี้ พบว่าการใช้สารละลายกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ดีเทียบเท่ากับการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งเป็นสารทางการค้าที่นิยมใช้ในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาล การที่สารละลายกรดออกซาลิกให้ผลดีในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลอาจจะเนื่องมาจากกรดออกซาลิกมี pH ต่ำ (pH 1-1.2) จึงมีค่าความเป็นกรดที่สูง ดังนั้นการแช่มะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งในสารละลายกรดออกซาลิกทำให้เนื้อเยื่อที่เปลือกมีสภาพเป็นกรดสูงด้วยจึงทำให้เอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) และ Peroxidase (POD) ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากเอนไซม์ดังกล่าวทำงานได้ดีที่ค่า pH ประมาณ 7.0-5.2 ตามลำดับ (Jiang และคณะ, 1997 ; Martinez และคณะ, 2001) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของสารละลายกรดออกซาลิกทั้งสองความเข้มข้นพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารละลายโซเดียมคลอ

ไรด์มีค่า pH ประมาณ 8.3 ซึ่งค่า pH ดังกล่าวเป็น pH ที่เอนไซม์ PPO และ POD ยังสามารถทำงานได้ จึงไปเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่จุ่มสารละลายโซเดียมคลอไรด์ นอกจากนี้คุณสมบัติการดูดความชื้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทำให้มะพร้าวสูญเสียน้ำจากเปลือกเป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการเกิดสีน้ำตาล ดังงานวิจัยของ Jaing และ Fu (1999) ที่พบว่าการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกลิ้นจี่มีสาเหตุหนึ่งมาจากการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผล และการสูญเสียน้ำหนักนี้ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้น

สารประกอบฟีนอลมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลโดยตรง เนื่องจากเอนไซม์ PPO เร่งปฏิกิริยา เปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นควิโนน ซึ่งรวมตัวกันเกิดเป็นสีน้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) จากการทดลองพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เปลือกมะพร้าวในทุกทรีทเมนต์มีแนวโน้มที่สูงในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นมีค่าที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งไม่สอดคล้องกับค่าการเกิดสีน้ำตาล แต่อย่างไรก็ตามปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ด้วยสารละลายกรดออกซาลิกทั้งสองความเข้มข้นและสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีปริมาณที่ต่ำกว่าเปลือกมะพร้าวที่แช่ในน้ำกลั่น ซึ่งอาจเป็นผลทำให้มะพร้าวที่แช่ด้วยสารละลายทั้งสองชนิดดังกล่าวมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ต่ำกว่า แต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าในเปลือกมะพร้าวที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ต่ำ แต่กลับมีค่าการเกิดสีน้ำตาลที่สูงไม่ต่างจากมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ด้วยน้ำกลั่น จึงอาจเป็นไปได้ว่าการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ด้วยสารสารละลายโซเดียมคลอไรด์เกิดจากสาเหตุอื่น

การเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง พบว่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามมะพร้าวน้ำหอมที่แช่ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทั้งสองความเข้มข้นสามารถชะลอการเกิดเชื้อราที่เปลือกของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งเมื่อเปรียบเทียบกับมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่น้ำกลั่นและมีเปอร์เซ็นการเกิดโรคและความรุนแรงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากคุณสมบัติที่สามารถจับกับความชื้นได้ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์อาจทำให้เนื้อเยื่อของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งมีค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ต่ำลงจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเชื้อราเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่ต้องการความชื้นหรือน้ำในการมีชีวิตและเจริญเติบโต โดยเชื้อราสามารถเจริญได้ในที่ที่มีค่า a_w ขั้นต่ำ 0.80 และเชื้อราจะใช้น้ำเป็นตัวกลางการกระจายและการแทรกซึมของ enzymes และการละลายอาหารต่างๆ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549) ส่วนการแช่ในสารละลายกรดออกซาลิกทั้งสองความเข้มข้นพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ และสามารถชะลอการเกิดเชื้อราที่เปลือกของมะพร้าวน้ำหอมตัด

แต่งได้มากกว่ามะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่น้ำกลั่น โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกรดออกซาลิกเป็นกรดที่มีค่า pH ต่ำ ดังนั้นจึงมีสภาพความเป็นกรดที่สูง ซึ่งทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเชื้อราจะเจริญเติบได้ดีที่สภาวะกรดอ่อนๆ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

จากการทดลองที่ 1 ในการศึกษาผลของสารละลายกรดออกซาลิกและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและป้องกันการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม พบว่าสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นทรีทเมนต์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ (ตารางที่ 5.1)เนื่องจากสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยมีค่า Δ L* น้อยที่สุด และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงการเกิดโรคไม่ต่างจากมะพร้าวที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงการเกิดโรคต่ำที่สุด

5.2 ผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและป้องกันการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม โดยการแช่มะพร้าวที่ตัดแต่งเสร็จแล้วในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) นาน 5 นาที สารละลายกรดออกซาลิกที่ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที สารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาค่าที่สามารถบ่งบอกถึงการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจนคือ ค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างไปจากเริ่มต้น (Δ L* value) ค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-สีแดง (Δa* value) การเปลี่ยนแปลงค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง (Δ b* value) ค่าโทนสี (Hue angle) การเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างสีโดยรวม (Δ E) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล พบว่าสารละลายกรดออกซาลิกผสมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทั้ง 4 ระดับความเข้มข้นสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ไม่แตกต่างกัน อาจจะเนื่องมาจากสารละลายที่ได้หลังจากการผสมยังมีสภาวะความเป็นกรดที่สูง ซึ่งสภาวะความเป็นกรดนี้ทำให้เอนไซม์ PPO ซึ่งเป็นเอนไซม์หลักในการทำให้เกิดสีน้ำตาลไม่สามารถทำงานได้ เพราะ pH ที่เหมาะสมในการทำงานของ เอนไซม์ PPO อยู่ระหว่าง 5-7 (Jiang และคณะ, 1997; Martinez และคณะ, 2001)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลโดยตรง เนื่องจากเอนไซม์ PPO เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นควิโนน ซึ่งรวมตัวกันเกิดเป็นสีน้ำตาล (Change kui Ding และคณะ, 2002 ; จริงแท้ ศิริพานิช, 2546) แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกมะพร้าวไม่มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าสี เนื่องจากปริมาณสารประกอบฟีนอลของทุกทรีตเมนต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติรวมทั้งมะพร้าวน้ำหอมที่แช่ด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่ค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดสีน้ำตาลพบว่ามะพร้าวที่แช่น้ำกลั่นมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจากการทดลองนี้สารประกอบฟีนอลจึงไม่สามารถใช้เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเกิดสีน้ำตาลได้

การแช่มะพร้าวในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีประสิทธิภาพช่วยชะลอการเกิดเชื้อราที่เปลือกมะพร้าวได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับการแช่มะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ แต่เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงการเกิดโรคระหว่างมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่สารละลายกรดออกซาลิกผสมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการผสมกันระหว่างสารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคได้มากกว่าการแช่สารละลายอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการทำงานร่วมกันของสารทั้งสองชนิดสามารถสร้างสภาวะที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อราได้โดยการลดความชื้นและการทำให้เนื้อเยื่อเปลือกมะพร้าวมีความเป็นกรดที่สูง จึงทำให้ลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้มากกว่าการใช้สารละลายเพียงอย่างเดียว

จากการทดลองที่ 2 ที่ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม พบว่าสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์เป็นทรีทเมนต์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ (ตารางที่ 5.1) เนื่องจากสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยมีค่าสี ΔL^* Δa^* ไม่ต่างจากมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นทรีทเมนต์ที่มีมีค่าสี ΔL^* Δa^* น้อยที่สุด นอกจากนี้ยังมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงการเกิดโรคไม่ต่างจากมะพร้าวที่แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงการเกิดโรคต่ำที่สุด

5.3 ผลของการใช้สารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 2 แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม

จากการศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองที่ 2 ซึ่งได้แก่ สารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC ต่อการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง เมื่อพิจารณาค่าที่สามารถบ่งบอกถึงการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจนคือ ค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างไปจากเริ่มต้น (Δ L* value) ค่าการเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-สีแดง (Δ a* value) การเปลี่ยนแปลงค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง (Δ b* value) ค่าโทนสี (Hue angle) การเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างสีโดยรวม (Δ E value) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ให้ผลที่สอดคล้องกันคือมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่สารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ดีเทียบเท่ากับสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ด้วยน้ำกลั่นที่ไม่สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่สารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ยังมีค่า pH ที่ต่ำหรืออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด ซึ่งทำให้ป้องการเกิดสีน้ำตาลได้แล้ว อาจมีผลเนื่องมาจากการที่หุ้มฟิล์ม PVC สามารถควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซ ดังนั้นก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในฟิล์มจึงมีปริมาณที่ต่ำ จึงส่งผลต่อการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ PPO ต้องทำงานร่วมกับออกซิเจน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) และเมื่อพิจารณากิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) พบว่ามะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ด้วยสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 8 เปอร์เซ็นต์ แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO น้อยและใกล้เคียงกับการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีที่บ่งบอกการเกิดสีน้ำตาล อาจจะเนื่องมาจากสารละลายกรดออกซาลิกที่อยู่ในสารผสมสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ PPO นอกจากนี้อาจจะเป็นผลร่วมของการที่หุ้มฟิล์ม PVC สามารถควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซ ดังนั้นก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในฟิล์มจึงมีปริมาณที่ต่ำ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนนอกบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถผ่านเข้าไปภายในบรรจุภัณฑ์ส่งผลต่อการเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดจากเอนไซม์ PPO เร่งปฏิกิริยาโดยการเปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นควิโนน และการทำงานของเอนไซม์ PPO ต้องมีออกซิเจนร่วมด้วยในการเกิดปฏิกิริยา (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

กิจกรรมเอนไซม์ Peroxidase (POD) ของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่สารละลายกรดออกซาลิก ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 8 เปอร์เซ็นต์ แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC มีกิจกรรมของเอนไซม์ที่ต่ำเทียบเท่ากับมะพร้าวที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ อาจจะเนื่องมาจากกรดออกซาลิกสามารถจับเหล็กซึ่งเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์ POD โดยการออกซิไดส์ Fe^{3+} ของ complex ไปเป็น Fe^{2+} ส่งผลให้เอนไซม์ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ ดังนั้นจึงสามารถยับยั้งหรือชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ (Kayashima และ Katayama, 2002)

กิจกรรมเอนไซม์ Phenylalanine amonialyase (PAL) เป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยน phenylalanine ไปเป็น cinnamic acid เพื่อที่จะเปลี่ยนไปเป็นฟีนอล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดสีน้ำตาล จากการ์ทดลองพบว่า กิจกรรมเอนไซม์ PAL ของมะพร้าวในทรีทเมนต์ต่างๆ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อาจกล่าวได้ว่ามะพร้าวในทรีทเมนต์ต่างๆ มีสารตั้งต้นการของเกิดสีน้ำตาลใกล้เคียงกัน แต่สาเหตุที่มีการเกิดปฏิกิริยาที่ต่างกันอาจจะเนื่องมาจาก ประสิทธิภาพของสารละลายที่ใช้ในการแช่มะพร้าวมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ต่างกันจึงให้การเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งทั้ง 3 ทรีตเมนต์มีค่าที่แตกต่างกัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งสามทรีตเมนต์พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 9 และ 12 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้การที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากพืชมีการนำน้ำตาลไปใช้ในปฏิกิริยาการหายใจ จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลลดลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)

ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำมะพร้าวน้ำหอมพบว่ามีค่าที่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ที่พบว่ามีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้มีปริมาณที่ลดลงอาจเนื่องมาจากการที่พืชนำกรดไปใช้ในกระบวนการหายใจหรืออาจเป็นต้นกำเนิดของกรดอะมิโน (Roy และ Joshi, 1995)

กรดไขมันอิสระในน้ำมะพร้าวของทั้งสามทรีตเมนต์พบว่ามีค่าที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระอาจเนื่องมาจากไขมันในเนื้อมะพร้าวเกิดการสลายตัวโดยเอนไซม์ไลเปสเกิดเป็นกรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไขมันในเนื้อมะพร้าวเกิดการสลายตัวเกิดเป็นกรดไขมันอิสระ

และกรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้นนี้อาจจะส่งผลต่อการเกิดกลิ่นหืนอันเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไขมันในน้ำมะพร้าว นอกจากนี้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในน้ำมะพร้าวอาจเป็นสาเหตุหนึ่งในการเกิดกลิ่นหืนในน้ำมะพร้าว (นิธิยา รัตนปานนท์, 2549)

เปอร์เซ็นต์ความใสของน้ำมะพร้าวเทียบจากวันแรกของการทดลองพบว่ามีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านความใสที่ลดลงเช่นกัน ซึ่งความใสที่ลดลงอาจจะเนื่องจากสิ่งเจือปนในน้ำมีมากขึ้น เช่น เนื้อมะพร้าวที่เสื่อมสภาพเนื่องจากอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจแทรกเข้าไปที่ตามะพร้าว เป็นต้น

การยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมพบว่ามีค่าที่ลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่เมื่อพิจารณาค่าทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่น รสชาติ และความใสที่มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น กรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสไขมันในน้ำมะพร้าวส่งผลให้เกิดกลิ่นหืน ของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลไม้ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลมีค่าที่ลดลงส่งผลให้รสชาติหวานน้อยลง และความขุ่นที่เพิ่มขึ้นบ่งบอกได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความใสที่เทียบกับวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งพบว่ามีค่าที่ลดลง

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่สารสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 8 เปอร์เซ็นต์ แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC ไม่พบการเกิดโรค อาจจะเนื่องมาจากกรดออกซาลิกซึ่งมีสภาพที่เป็นกรดทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดอ่อนๆ ในขณะที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีคุณสมบัติในการลดความชื้นทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ไม่มีเพราะเชื้อราต้องการความชื้นในการเจริญเติบโต นอกจากนี้การหุ้มด้วย PVC มีผลต่อการป้องกันการเกิดเชื้อรา เนื่องจากการหุ้มด้วย PVC สามารถป้องกันผลมะพร้าวสัมผัสกับเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศและยังมีผลควบคุมก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ ให้มีปริมาณออกซิเจนที่ต่ำจึงส่งผลให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ไม่ดี โดยปกติเชื้อราต้องการออกซิเจนเพราะเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อราและของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ซึ่งพลังงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขบวนการแห่งชีวิตของเซลล์นั้นได้มาจากขบวนการหายใจ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

จากการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดออกซาลิกร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 2 แล้วหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดเชื้อราบนเปลือกมะพร้าวน้ำหอม พบว่าสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และหุ้มผลด้วยฟิล์ม PVC เป็นทรีทเมนต์ที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ (ตารางที่ 5.1) เนื่องจากสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ โดยมีค่า Δ L* Δ a* Δ b* Hue angle และคะแนนการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด มีกิจกรรมเอนไซม์ PPO และ POD น้อยกว่ามะพร้าวที่แช่ในน้ำกลั่น นอกจากนี้มีคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมมากที่สุด และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) ปริมาณกรดไขมันอิสระ เปอร์เซ็นต์ความใส แบคทีเรียในน้ำมะพร้าว การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติ กลิ่น และความใส ไม่แตกต่างจากมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่แช่ในน้ำกลั่น นาน 5 นาที

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปผลการทดลองในภาพรวม

		การทดลองที่		
		1	2	3
	ทรีทเมนต์ที่ดีที่สุด	2.5% oxalic	2.5% oxalic, 4% NaCl	2.5% oxalic, 4% NaCl, PVC
การป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	Hue angle	✓(70.83)	✓(71.75)	✓(79.40)
	Δ E value	✓(2.09)	✓(2.78)	✓(3.31)
	% browning inhibition	✓(97.7)	✓(88.24)	✓ (63.04)
การป้องกันเชื้อรา	% การเกิดโรค	✓(66.67)	✓(66.67)	✓(0)
	% ความรุนแรงการเกิดโรค	✓(25.56)	✓(25.56)	✓(0)

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งที่จุ่มในสารลายนั้นสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาล หรือการเกิดเชื้อราได้