บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของลิ้นจี่กระป๋อง

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าตลอดอายุการเก็บ 1-12 เดือน ลิ้นจี่กระป๋องทั้ง 15 ทรีตเมนต์มีความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่ในช่วง 19.72-23.10 °Brix ซึ่งการเตรียมน้ำเชื่อมในการผลิตจะคำนวณจากปริมาณน้ำตาลในวัตถุดิบ เพื่อจะให้ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลในลิ้นจี่กระป๋อง (cut-out Brix) อยู่ในช่วง 18-22 °Brix ซึ่งเป็นมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่กระป๋องของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(2526)

pH ของลิ้นจี่กระป๋องอยู่ในช่วง 3.47-4.11 ซึ่งค่อนข้างกว้างเพราะวัตถุดิบเป็นผลไม้ที่มีความหลากหลายมาก แต่ก็ยังอยู่ในช่วงของอาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์

% acidity ของลิ้นจี่กระป๋องอยู่ในช่วง 0.207-0.425 % ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดในวัตถุดิบเช่นกัน และในกระบวนการผลิตก็ไม่ได้เติมกรดเพื่อปรับ pH ของน้ำเชื่อมเลย เพราะในวัตถุดิบมีความเป็นกรดเพียงพอแล้ว

5.2 ผลของระดับความสุกของลิ้นจี่ต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง

จากการแบ่งระดับความสุกของลิ้นจี่เป็น 3 ระดับ คือ เริ่มสุก สุกปานกลาง และสุกมาก โดยอาศัยหลักเกณฑ์ตามตารางที่ 3 หน้า 12 มาบรรจุกระป๋องในสภาวะเดียวกัน ฆ่าเชื้อใน cooker ที่ 100 °C 10 นาที เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 2 เดือน ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส

ก. สีของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อลิ้นจี่ ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าระดับความสุกของลิ้นจี่มีผลทำให้การเกิดสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่ในทุกๆช่วงของอายุการเก็บแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5 และ 6) โดยที่ลิ้นจี่ที่เริ่มสุกเกิดสีชมพูน้อยกว่าลิ้นจี่ที่สุกปานกลาง และสุกมาก ตามลำดับ และเมื่ออายุการเก็บมากขึ้นเรื่อยๆ ลิ้นจี่ที่มีความสุกมากยิ่งเกิดสีชมพูอย่างเด่นชัดมาก จนถึงระดับที่ผู้ทดสอบไม่สามารถยอมรับได้ ซึ่งเป็นเพราะว่า leucoanthocyanidin ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดสีชมพู จะเพิ่มขึ้นเมื่อลิ้นจี่มีความสุกมากขึ้น (ตารางที่ 7 และรูปที่ 7 และ 8) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Cheng และคณะ(1981) โดยคณะผู้วิจัยพบว่าลิ้นจี่ที่สุกมีกลิ่นรสที่ดี แต่ทำให้เกิดสีชมพูได้มากกว่าลิ้นจี่ที่ยังไม่สุก

ข. สีของน้ำเชื่อม

จากตารางที่ 5 และ 6 จะเห็นว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่อายุการเก็บ 4 ถึง 12 เดือน เป็นเพราะสีชมพูบางส่วนในเนื้อลิ้นจี่ละลายลงสู่น้ำเชื่อม สีชมพูในน้ำเชื่อมจึงเข้มขึ้นตามระดับความสุกของลิ้นจี่ และเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ ดังเหตุผลที่อ้างแล้วในข้อ ก.

ค. กลิ่น

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลิ้นจี่กระป๋อง พบว่าตลอดอายุการเก็บ 1-12 เดือน กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องที่ระดับความสุกของวัตถุดิบทั้ง 3 ระดับมีแนวโน้มส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน($P \leq 0.05$)(ตารางที่ 5 และ 6) เพราะได้ผลิตจากกระบวนการเดียวกันทุกขั้นตอนจึงไม่น่าจะมีสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นที่แตกต่างกัน

ง. รสชาติของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าระดับความสุกของลิ้นจี่มีผลทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มส่วนใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5 และ6) โดยลิ้นจี่ที่เริ่มสุก และสุกปานกลางได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าลิ้นจี่ที่สุกมาก ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าลิ้นจี่ที่สุกมากจะงอมและหวานมากเกินไป และผู้ทดสอบอาจจะมีความรู้สึกไม่ชอบลิ้นจี่ที่มีสีชมพูมาก จึงมีผลต่อคะแนนด้านรสชาติด้วย

จ. รสชาติของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าระดับความสุกของลิ้นจี่มีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5 และ 6) ซึ่งก็เป็นเหตุผลเดียวกับรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ฉ. ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋อง พบว่าระดับความสุกของลิ้นจี่มีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) ในเดือนที่ 8-12 (ตารางที่ 5 และ 6) เพราะว่าความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่มีมาตั้งแต่ยังเป็นวัตถุดิบ เนื่องจาก protopectin ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในโครงสร้างของเนื้อเยื่อผลไม้ที่ทำให้เกิดความกรอบ เพราะ protopectin เป็นสารเชื่อม(binding substance)ระหว่างเซลในเนื้อเยื่อของผลไม้ และมีคุณสมบัติเป็น water insoluble pectin และมีอยู่มากในผลไม้ดิบ จะถูกไฮโดรไลซ์โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์ในระหว่างกระบวนการสุกของผลไม้ กลายเป็น pectin ซึ่งละลายน้ำได้ และจะสูญเสียคุณสมบัติของการเป็นสารเชื่อมที่ดี เนื้อเยื่อของผลไม้จะนิ่มลง(Cruess,1958 ;Young, 1986) แม้ว่าจะมีการแช่ลิ้นจี่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 % ก่อนบรรจุกระป๋องเพื่อให้

pectin อยู่ในรูปของ calcium pectate ซึ่งไม่ละลายน้ำ จะช่วยให้ลิ้นจี่กรอบขึ้น(Cruess, 1958 ; Shewfelt,1986) แต่ก็ยังไม่เท่ากับลิ้นจี่ที่มีความสุกในระดับที่ต่ำกว่า และเมื่ออายุการเก็บของลิ้นจี่กระป๋องเพิ่มขึ้นความกรอบก็ลดลงด้วย

5.2.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ leucoanthocyanidin

ผลการวิเคราะห์ปริมาณleucoanthocyanidin(LN)ในลิ้นจี่กระป๋องที่ผลิตจากวัตถุดิบที่มีระดับความสุกทั้ง 3 ระดับ พบว่าปริมาณ LN เริ่มต้น (เดือนที่ 1) แตกต่างกันตามระดับความสุกของลิ้นจี่ (ตารางที่ 7 และรูปที่ 9) และเมื่ออายุการเก็บของลิ้นจี่กระป๋องมากขึ้น ปริมาณ LN ก็ลดลงในทุกระดับความสุก เพราะ LN ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาการเกิดสีชมพู

ในลิ้นจี่ที่มีความสุกมากนอกจากจะมีปริมาณ LN มากที่สุดแล้ว ยังมีอัตราการลดลงของ LN มากกว่าในระดับความสุกปานกลางและเริ่มสุก(รูปที่ 9 และ 10) จึงทำให้เกิดสีชมพูมากกว่าระดับอื่นๆ เพราะมีสารตั้งต้นของปฏิกิริยามากกว่าลิ้นจี่ที่เริ่มสุก และสุกปานกลาง

5.3 ผลของกระป๋องที่ใช้บรรจุและระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง

จากการใช้กระป๋องบรรจุลิ้นจี่ 2 ชนิด คือ กระป๋องเคลือบดีบุก และกระป๋องเลือบแลกเกอร์ และฆ่าเชื้อโดยใช้ระดับความร้อน 2 ระดับ คือ ที่ 90 °C 15 นาที และ100 °C 10 นาที เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 2 เดือน ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.3.1 การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส

ก. สีของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่สีของเนื้อลิ้นจี่ที่บรรจุในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์มีสีชมพูเข้มกว่าในกระป๋องเคลือบดีบุก ตลอดอายุการเก็บ (ตารางที่ 8 และ 9) และในช่วง 8-12 เดือน สีชมพูของเนื้อลิ้นจี่ในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์มีสีชมพูเข้มขึ้นมาก จนผู้ทดสอบบางคนไม่สามารถยอมรับได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ leucoanthocyanidin เพื่อที่จะเป็นสารตั้งต้นของการเกิดสีชมพูนั้น อิออนของดีบุกที่ละลายออกมาจากกระป๋อง (ทั้งในกระป๋องเคลือบแลกเอกร์และกระป๋องเคลือบดีบุก) จะทำหน้าที่เป็น reducing agentในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ LN เป็น quinone methine ซึ่งเป็น intermediate ตัวสำคัญที่ทำให้เกิดสีชมพู ซึ่ง Chandler และ Clegg(1970)เคยทดลองใช้อิออนของดีบุกเติมลงไปในลูกแพร์บดละเอียดและลูกแพร์ผ่าเสี้ยว บรรจุใน nylon pouch และได้พบว่าอิออนของดีบุกป้องกันการเกิดสีชมพูได้ในลูกแพร์บดละเอียดเท่านั้น แต่ในลูกแพร์ผ่าเสี้ยวการ penetrate ของดีบุกเข้าสู่เนื้อเยื่อใช้เวลานาน LN จึงกลายเป็น quinone methine และสร้างสารประกอบเชิงซ้อน

สีชมพูในเวลาต่อมา แต่ในลิ้นจี่กระป๋องมีเนื้อบางกว่าชิ้นของลูกแพร์มาก ไอออนของดีบุกจึง penetrate เข้าไปได้มากกว่า และในกระป๋องเคลือบดีบุกจะมีไอออนของดีบุกละลายออกมามากกว่าในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์(Cheng and Hwang,1986) ซึ่งน่าจะช่วยป้องกันการเกิดสีชมพูได้ในบางส่วน เพราะยังมีการสร้างสีชมพูเกิดขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น และถึงจะไม่มีไอออนของโลหะใดๆมาทำปฏิกิริยาด้วย anhydrobase ที่เกิดจากการสลายตัวของ LN บางส่วนจะเปลี่ยนเป็น cyanidin ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีออกแดงที่ pH 3 (Chandler and Clegg,1970)

จึงสามารถกล่าวได้ว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋อง และกระป๋องที่เหมาะสมในการบรรจุลิ้นจี่กระป๋องคือกระป๋องเคลือบดีบุก

สำหรับระดับของความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq0.05$)เล็กน้อย (ตารางที่ 8และ 9) โดยที่การฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที เกิดสีชมพูมากกว่าที่ 90 °C 15 นาที เพราะว่าความร้อนสูงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสีชมพู(Chakaborty,1974 ;Cheng et al.,1981 ;Cheng and Hwang,1986 ; Luh and Kean,1986 ; Nip,1988) แต่ว่าการฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที ก็นับว่าไม่มากเกินไป ตามที่ Nip(1988) แนะนำว่าไม่ควรใช้เวลาในการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนานเกิน 10 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันเฉพาะที่บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุก พบว่าการฆ่าเชื้อที่ 90 °C ได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าที่ 100 °C เล็กน้อย แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq 0.05$) และชนิดของกระป๋องและระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อสีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋อง (ตารางที่ 8)

ข. สีของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq0.05$) โดยที่น้ำเชื่อมในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์มีสีชมพูมากกว่าในกระป๋องเคลือบดีบุก (ตารางที่ 10 และ 11) ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะว่าสีชมพูที่เกิดขึ้นในเนื้อลิ้นจี่ส่วนหนึ่งคือ cyanidin ซึ่งเป็น anthocyanin ที่ละลายน้ำได้ และสีของน้ำเชื่อมในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์สีเข้มกว่าก็เพราะสีของเนื้อลิ้นจี่เข้มกว่าจึงมี cyanidin ละลายออกมาได้มากกว่า

สำหรับระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 10) เพราะอิทธิพลของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีมากกว่า และตัวแปรทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน

ค. กลิ่น

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีผลทำให้กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) ในเดือนที่ 2-12 (ตารางที่ 12 และ 13) โดยในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์มีกลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อย และได้คะแนนจากการทดสอบน้อยกว่า เพราะว่าแลกเกอร์ที่ใช้เคลือบกระป๋อง(epoxy phenolic resin) บางส่วนอาจจะละลายลงสู่น้ำเชื่อม ทำให้เกิดกลิ่นแปลกปลอมคล้ายๆกลิ่นพลาสติก ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของกนกทิพย์(2533) ที่พบว่าสับปะรดกระป๋องที่บรรจุใน fully lacquered can มีกลิ่นรสแปลกปลอมซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากแลกเกอร์ที่เคลือบกระป๋องละลายออกมา และเมื่ออายุการเก็บมากขึ้นแลกเกอร์จะละลายออกมามากขึ้น กลิ่นแปลกปลอมจึงเพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับระดับความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกัน และไม่มีอิทธิพลร่วมกับชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุด้วย (ตารางที่ 12)

ง. รสชาติของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีผลทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)ตั้งแต่เดือนที่ 4-12 (ตารางที่ 14 และ 15) โดยที่ในกระป๋องเคลือบดีบุกได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่า ซึ่งก็เป็นเพราะว่าแลกเกอร์จากกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ละลายออกมา ทำให้เกิดรสชาติแปลกปลอมในเนื้อลิ้นจี่ และเมื่ออายุการเก็บมากขึ้น รสชาติที่แปลกปลอมนี้ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากตารางที่ 14 จะเห็นว่าระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋อง และไม่มีอิทธิพลร่วมกับชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุด้วย

จ. รสชาติของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีแนวโน้มที่ทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 16 และ 17) โดยที่น้ำเชื่อมในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์จะมีรสชาติแปลกปลอมของแลกเกอร์ที่ละลายออกมา และจะมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ดังที่กล่าวมาแล้ว

จากตารางที่ 16 จะเห็นว่าระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋อง และไม่มีอิทธิพลร่วมกับชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุด้วย

ฉ. ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าชนิดของกระป๋องที่ใช้บรรจุมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 6-12 โดยที่ลิ้นจี่ในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ได้รับคะแนนจากการทดสอบน้อยกว่า (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งน่าจะเกิดจากแลกเกอร์ที่ละลายออกมาอาจจะมีสารบางชนิดที่ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลไม้นิ่มกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกนกทิพย์(2533) ซึ่งพบว่าสับปะรดที่บรรจุใน fully

lacquered can จะมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มกว่า partial lacquered can และ plain can และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีแนวโน้มที่ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เพราะว่าอุณหภูมิสูงมีส่วนทำให้ลิ้นจี่สุกมากเกินไป (over cooked) และมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวขึ้น และเมื่ออายุการเก็บมากขึ้นความกรอบของลิ้นจี่ก็จะลดลงทุก ๆ ทรีตเมนต์ เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของ protopectin ในเนื้อเยื่อของลิ้นจี่ ซึ่งเมื่อถูกความร้อนสูงจะเปลี่ยนเป็น pectin และละลายออกมาในน้ำเชื่อม (Cruess,1958 ; Young,1986) ทำให้ลิ้นจี่สูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี

จะเห็นว่าระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋อง และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้วย ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง ซึ่งก่อนที่จะทำงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดลองแล้วว่า การฆ่าเชื้อที่ 90°C 15 นาที และ 100 °C 10 นาที เพียงพอสำหรับ commercial sterilize โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ (Total plate count และ Flat sour test) ซึ่งตรวจไม่พบจุลินทรีย์ใด ๆ

5.3.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ leucoanthocyanidin

จากตารางที่ 20 จะเห็นได้ว่าปริมาณ LN เริ่มต้นของลิ้นจี่กระป๋องทั้ง 4 ทรีตเมนต์มีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากความแปรปรวนของวัตถุดิบ การเปรียบเทียบจึงพิจารณาจากอัตราการลดลงของ LN (ตารางที่ 21 และ รูปที่ 10)

ในลิ้นจี่กระป๋องที่บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุก พบว่าอัตราการลดลงของ LN ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดอายุการเก็บ แต่ในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ LN ลดลงอย่างมากในเดือนที่ 10-12 ซึ่งสีชมพูของลิ้นจี่ก็เข้มจัดมากเช่นกัน เพราะLN ที่สลายตัวไปสร้างสารประกอบเชิงซ้อนกับอิออนของโลหะ คือ เหล็กและดีบุกที่ละลายออกมาจากกระป๋อง และบางส่วนก็เปลี่ยนรูปเป็น cyanidin ที่ให้สีออกแดงที่ pH ต่ำ

5.3.3 ปริมาณดีบุกและเหล็กในลิ้นจี่กระป๋อง

จากตารางที่ 22 และ 23 จะเห็นได้ว่าปริมาณดีบุกและเหล็กในลิ้นจี่ที่บรรจุในกระป๋องทั้ง 2 ชนิด มีมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดยที่ลิ้นจี่ที่บรรจุในกระป๋องเคลือบดีบุกจะมีปริมาณดีบุกมากกกว่าในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ เนื่องจากกระป๋องเคลือบดีบุกจะมีดีบุกเคลือบอยู่หนากว่าในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ (สุเทพ วิรุฬหปัญญา , สัมภาษณ์) และในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เคลือบด้วย epoxy phenolic resin ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการละลายของดีบุกและเหล็กลงสู่ผลิตภัณฑ์ แต่เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น แลกเกอร์ที่เคลือบกระป๋องส่วนหนึ่งได้ละลายออกมา(กนกทิพย์,2533) จึงทำให้ประสิทธิภาพของการเคลือบลดลง และมีดีบุกและเหล็กละลายออกมามากขึ้น

ในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์จะมีเหล็กละลายออกมามากกว่าในกระป๋องเคลือบดีบุก น่าจะเป็นเพราะว่าในกระป๋องเคลือบดีบุกนั้น ดีบุกที่เคลือบอยู่ชั้นนอกจะละลายออกมาก่อน แล้วเหล็กจึงละลายออกมา ส่วนในกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ เมื่อประสิทธิภาพของแลกเกอร์ลดลง ดีบุกที่เคลือบอยู่บางๆ ชั้นถัดจากแลกเกอร์ละลายออกมา แล้วก็จะมาถึงชั้นที่เป็นเนื้อเหล็กซึ่งจะค่อยๆละลายออกมา ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Cheng และคณะ(5) ที่พบว่าปริมาณดีบุกและเหล็กในลิ้นจี่กระป๋องมีมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น และสรุปว่าดีบุกและเหล็กจะไปทำปฏิกิริยากับleucoanthocyanidin โดยปฏิกิริยาที่ไม่ใช้เอนไซม์ในช่วงของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เกิดเป็น metal-anthocyanidin complex แต่ผู้วิจัยคิดว่าการที่มีดีบุกและเหล็กอยู่ในลิ้นจี่กระป๋องไม่น่าจะใช้เป็นข้อสรุปได้ว่าดีบุกและเหล็กนั้นมีส่วนในการเกิดปฏิกิริยานั้นจริงเพราะว่าปริมาณดีบุกและเหล็กวิเคราะห์จากลิ้นจี่กระป๋องทั้งกระป๋องซึ่งดีบุกและเหล็กที่สกัดออกมา อาจจะละลายอยู่ในน้ำเชื่อมเท่านั้น อาจจะไม่ได้อยู่ในรูปของ metal-anthocyanidin complex ก็ได้ ดังนั้นการที่จะสรุปว่าดีบุกและเหล็กมีผลต่อการเกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋องหรือไม่ ควรจะวิเคราะห์ดีบุกและเหล็กในลิ้นจี่กระป๋องตั้งแต่บรรจุกระป๋องเสร็จใหม่ๆ ไปจนตลอดอายุการเก็บ โดยวิเคราะห์แยกกันระหว่างเนื้อลิ้นจี่และน้ำเชื่อม แล้วเปรียบเทียบกับ LN ที่ลดลง และความเข้มของสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋อง

ถ้าหากว่าปริมาณดีบุกและเหล็กในเนื้อลิ้นจี่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ LN ที่ลดลง และมีความสัมพันธ์กับสีชมพูที่เพิ่มขึ้น จึงจะสรุปได้แน่นอนว่าดีบุกและเหล็กมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋องจริง

5.4 ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง

จากการศึกษาสภาวะในการผลิตลิ้นจี่กระป๋องทั้ง 3 สภาวะ คือ การฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ที่ 100 °C 10 นาที ใช้ retort ที่ 100 °C 10 นาที และกระบวนการผลิตที่มีความล่าช้า (delayed process) ฆ่าเชื้อโดยใช้cooker ที่ 100 °C 10 นาที เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 2 เดือน ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.4.1 การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส

ก. สีของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P\leq 0.05$)ในทุกๆช่วงอายุการเก็บ(ตารางที่ 24) โดยที่การฆ่าเชื้อใน cooker เกิดสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่น้อยที่สุด รองลงมาคือกระบวนการผลิตที่มีความล่าช้า และการฆ่าเชื้อใน retort ทำให้เกิดสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่มากที่สุด(ตารางที่ 25) เพราะว่าการฆ่าเชื้อใน retort นั้น ถึงจะกำหนดไว้ที่ 100 °C 10 นาที แต่ในช่วงที่นำผลิตภัณฑ์เข้า retort และเริ่มเปิด

ไอร้อน จะต้องรอให้อุณหภูมิภายใน retort ขึ้นถึง 100 °C จึงเริ่มจับเวลา ระหว่างที่รอนั้นผลิตภัณฑ์ก็จะได้รับความร้อนอยู่ตลอดเวลาหลายนาที (ขึ้นกับความแรงของไอ) และเมื่อรวมเวลาทั้งหมดแล้วผลิตภัณฑ์จะได้รับความร้อนมากกว่าการใช้ cooker จึงทำให้เกิดสีชมพูมากกว่า

ส่วนความล่าช้าของกระบวนการผลิต อยู่ในช่วงหลังจากปอกเปลือกลิ้นจี่แล้วทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จึงนำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 30 นาที ล้างในน้ำสะอาดแล้วแช่น้ำไว้อีก 1 ชั่วโมง และหลังจากบรรจุเนื้อลิ้นจี่ใส่กระป๋องแล้ว ก็ทิ้งไว้อีก 3 ชั่วโมง จึงเข้าสู่กระบวนการตามปกติ ในช่วงเวลาที่ล่าช้าเหล่านี้เนื้อลิ้นจี่มีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ซึ่งอาจจะมีส่วนทำให้ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของ leucoanthocyanidin เป็นไปได้เร็วขึ้น จากตารางที่ 25 จะเห็นว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของกระบวนการผลิตที่มีความล่าช้าน้อยกว่ากระบวนการผลิตปกติในทุกๆช่วงอายุการเก็บ แต่มีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) เหตุที่ผู้วิจัยสนใจในเรื่องของความล่าช้าในการผลิตเพราะว่าในฤดูกาลของลิ้นจี่ที่สั้นมากนั้น เกษตรกรผู้ปลูกก็จะส่งลิ้นจี่ที่สุกในระยะเวลาไล่เรี่ยกันเข้าโรงงานพร้อมๆกัน ซึ่งเป็นปริมาณมาก และทางโรงงานก็ต้องเร่งผลิตให้ได้มากที่สุด แต่บางครั้งก็มีความจำกัดทางด้านอุปกรณ์เช่น รางไล่อากาศ เครื่องปิดฝากระป๋อง หม้อฆ่าเชื้อที่ไม่เพียงพอกับวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงาน ลิ้นจี่ที่บรรจุลงกระป๋องแล้วจึงต้องรอเติมน้ำเชื่อมเป็นเวลานานไม่เท่ากัน ซึ่งนอกจากจะเสี่ยงต่อการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์แล้ว ก็ยังมีส่วนทำให้เกิดสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่ด้วย

ข. สีของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)ในทุกๆช่วงอายุการเก็บ(ตารางที่ 24) โดยที่สีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยใช้cooker และกระบวนการผลิตปกติได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่ากระบวนการที่ล่าช้า และที่ฆ่าเชื้อโดยใช้ retort ตามลำดับ (ตารางที่ 25) ซึ่งก็เป็นผลมาจากสีของเนื้อลิ้นจี่ที่ละลายออกมา แต่การฆ่าเชื้อโดยใช้ retort ยังมีผลทำให้น้ำเชื่อมขุ่นอีกด้วย น่าจะเป็นเพราะผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนมากเกินไป องค์ประกอบอื่นๆ จึงตกตะกอนและแขวนลอยอยู่ในน้ำเชื่อม ทำให้ดูไม่น่ารับประทาน

ค. กลิ่น

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)(ตารางที่ 24) โดยที่การฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ทั้งในกระบวนการปกติและกระบวนการที่มีความล่าช้าไม่แตกต่างกัน และได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าการฆ่าเชื้อโดยใช้ retort เล็กน้อย (ตารางที่ 25)เพราะว่าการใช้ retort ทำให้ลิ้นจี่กระป๋องได้รับความร้อนมากเกินไปจึงมีกลิ่นของลิ้นจี่ต้มสุกมากกว่ากลิ่นของลิ้นจี่ตามธรรมชาติ

ง. รสชาติของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 24) โดยที่การฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ทั้งในกระบวนการปกติและกระบวนการที่มีความล่าช้าไม่แตกต่างกัน และได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าการฆ่าเชื้อโดยใช้ retort เล็กน้อย (ตารางที่ 25) เพราะว่าการใช้ retort ทำให้ลิ้นจี่กระป๋องได้รับความร้อนมากเกินไปจึงสูญเสียกลิ่นรสตามธรรมชาติ แต่ผู้ทดสอบก็ยังยอมรับได้

จ. รสชาติของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกับรสชาติของเนื้อลิ้นจี่(ตารางที่ 24) โดยที่การฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ทั้งในกระบวนการปกติและกระบวนการที่มีความล่าช้าไม่แตกต่างกัน และได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าการฆ่าเชื้อโดยใช้ retort (ตารางที่ 25) ซึ่งก็น่าจะเป็นเหตุผลเดียวกับรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ เพราะว่าเมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานขึ้นเนื้อลิ้นจี่และน้ำเชื่อมจะอยู่ในสมดุลซึ่งกันและกันจึงมีรสชาติใกล้เคียงกัน

ฉ. ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าสภาวะในการผลิตทั้งสามมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)(ตารางที่ 24) โดยที่การฆ่าเชื้อโดยใช้ retort จะมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มกว่าการฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ทั้งในกระบวนการปกติและกระบวนการที่มีความล่าช้า (ตารางที่ 25) และเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นลิ้นจี่กระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยใช้ retort จะนิ่มเละมากขึ้นเนื่องจากได้รับความร้อนสูงเกินไป ซึ่งมีผลต่อโครงสร้างของเนื้อเยื่อของลิ้นจี่ คือ protopectin จะเปลี่ยนเป็น water soluble pectin และแพร่ออกจากเนื้อลิ้นจี่ไปสู่น้ำเชื่อม (Cruess,1958 ; Shewfelt,1986) ถึงแม้ว่าจะมีการแช่ลิ้นจี่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนบรรจุกระป๋อง แต่ Ca^{+} ก็ไม่เพียงพอที่จะจับกับ pectin ทั้งหมด จึงทำให้เนื้อสัมผัสนิ่มเละ

5.4.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ leucoanthocyanidin

จากตารางที่ 26 จะเห็นได้ว่าปริมาณ LN เริ่มต้นของลิ้นจี่กระป๋องทั้ง 3 ทรีตเมนต์ไม่เท่ากัน เนื่องจากความแปรปรวนของวัตถุดิบ การเปรียบเทียบจึงพิจารณาจากอัตราการลดลงของ LN (รูปที่ 18) พบว่าในลิ้นจี่กระป๋องที่ผลิตจากทั้ง 3 สภาวะมีอัตราการลดลงของ LN ค่อนข้างสม่ำเสมอและใกล้เคียงกัน และตลอดอายุการเก็บ 12 เดือน ลดลง

ไปประมาณ 30% แต่ในลิ้นจี่กระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยใช้ retort มีปริมาณ LN เริ่มต้นสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ และ LN 30% ที่ลดลงส่วนหนึ่งถูกใช้ไปในการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนนั้น สีชมพูของลิ้นจี่ที่ฆ่าเชื้อโดย retort จึงเข้มกว่าลิ้นจี่ที่การฆ่าเชื้อโดยใช้ cooker ซึ่งความร้อนสูงจาก retort เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสีชมพูจากการเปลี่ยนแปลงของ leucoanthocyanidin ดังเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว

5.5 ผลของโซเดียมไบซัลไฟท์และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง

จากผลของการใช้โซเดียมไบซัลไฟท์ 2 ระดับ คือ 100 และ 200 ppm เติมลงในน้ำเชื่อม และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ 2 ระดับ คือ 90 °C 15 นาที และ 100 °C 10 นาที เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบทุก 2 เดือน ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.5.1 การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส

ก. สีของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์มีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 2-12 (ตารางที่ 27) โดยที่ปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์ 100 ppm จะป้องกันการเกิดสีชมพูได้น้อยกว่าที่ 200 ppm (ตารางที่ 28) และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Cheng และคณะ(1981) ซึ่งพบว่าการเติมโซเดียมไบซัลไฟท์ลงในน้ำเชื่อมจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างสีชมพู ในความเข้มข้นที่เกิน 100 ppm เท่านั้น เนื่องจากไบซัลไฟท์มีประสิทธิภาพสูง ในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในกลุ่ม polyphenol oxidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีชมพูในผลไม้กระป๋อง(Adams,1971) และเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น สีชมพูก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเนื่องจากไบซัลไฟท์สลายตัว แต่สีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีโซเดียมไบซัลไฟท์ 200 ppm นั้น ตลอดอายุการเก็บ 12 เดือนยังคงไม่เกิดสีชมพู และมีสีขาวผิดปกติเกินกว่าสีธรรมชาติของลิ้นจี่ ทำให้ผู้ทดสอบเกิดความระแวงสงสัยว่า มีการใช้สารเคมีในการฟอกสี ทำให้ไม่อยากรับประทาน เพราะกลัวจะไม่ปลอดภัยพอ

สำหรับระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ มีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 4-12 โดยที่ลิ้นจี่กระป๋องที่ฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที เกิดสีชมพูน้อยกว่าที่ 90 °C 15 นาที เล็กน้อย (ตารางที่ 27 และ 28) และยังมีอิทธิพลร่วมกับโซเดียมไบซัลไฟท์ตั้งแต่เดือนที่ 6-12 อาจเป็นเพราะว่า ที่อุณหภูมิสูงโซเดียมไบซัลไฟท์จะ penetrate เข้าสู่เนื้อลิ้นจี่ได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

ข. สีของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์มีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 4-12 (ตารางที่ 29) โดยที่สีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีโซเดียมไบซัลไฟท์ 100 ppm มีสีชมพูมากกว่าที่ 200 ppm (ตารางที่ 30) เนื่องจากสีชมพูจากเนื้อลิ้นจี่ละลายลงสู่น้ำเชื่อม และเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น สีชมพูก็เข้มขึ้นด้วย นอกจากนี้ระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อ มีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 6-12 โดยที่ลิ้นจี่กระป๋องที่ฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที เกิดสีชมพูน้อยกว่าที่ 90 °C 15 นาที (ตารางที่ 29 และ 30) และยังมีอิทธิพลร่วมกับโซเดียมไบซัลไฟท์ตั้งแต่เดือนที่ 6-12

ค. กลิ่น

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์และระดับความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 31 และ 32) และตัวแปรทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน โดยที่คะแนนของการทดสอบลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลิ่นของแลกเกอร์ที่เคลือบกระป๋องส่วนหนึ่งละลายออกมา และมาผสมกับกลิ่นของซัลไฟท์จากการแตกตัวของโซเดียมไบซัลไฟท์ จึงทำให้กลิ่นของซัลไฟท์ไม่เด่นชัดนัก และคะแนนของการทดสอบก็อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ แต่มีผู้ทดสอบจำนวน 1 ใน 5 จากทั้งหมดสามารถตรวจพบว่ามีกลิ่นแปลกปลอมคล้าย ๆ กลิ่นกำมะถัน

ง. รสชาติของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์มีผลทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่มีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 33 และ 34) น่าจะเป็นเพราะว่าปริมาณของโซเดียมไบซัลไฟท์ 100 และ 200 ppm ไม่แตกต่างกันมาก และในเนื้อลิ้นจี่มีทั้งรสชาติที่แปลกปลอมจากแลกเกอร์ที่เคลือบกระป๋องด้วย ซึ่งรสชาติของแลกเกอร์น่าจะมีเท่าๆกันทุกทรีตเมนต์เพราะใช้กระป๋องที่ผลิตจากบริษัทเดียวกันทั้งหมด และมีผู้ทดสอบจำนวน 1 ใน 5 จากทั้งหมดตรวจพบว่ามี after taste ที่แปลกปลอม แตกต่างจากลิ้นจี่กระป๋องปกติอย่างเห็นได้ชัด

สำหรับระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)(ตารางที่ 33) และไม่มีอิทธิพลร่วมกับโซเดียมไบซัลไฟท์ด้วย

จ. รสชาติของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์มีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 35 และ 36) ซึ่งก็เป็นแนวโน้มเดียวกับรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋อง

สำหรับระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตารางที่35) และไม่มีอิทธิพลร่วมกับโซเดียมไบซัลไฟท์ด้วย

ฉ. ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าปริมาณโซเดียมไบซัลไฟท์ไม่มีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 37 และ 38) แม้ว่าปริมาณแลกเกอร์ที่ละลายออกมาอาจจะไม่เท่ากัน และน่าจะมีผลต่อเนื้อสัมผัส แต่ระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผลต่อเนื้อสัมผัสมากกว่า โดยที่การฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที ได้คะแนนจากการทดสอบน้อยกว่าที่ 90 °C 15 นาที

5.5.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ leucoanthocyanidin

จากตารางที่ 39 และรูปที่ 21 จะเห็นว่าปริมาณ LN เริ่มต้นในลิ้นจี่กระป๋องที่มีโซเดียมไบซัลไฟท์ ทั้ง 100 และ 200 ppm จะมีปริมาณน้อยกว่าในลิ้นจี่ปกติ(ไม่มีโซเดียมไบซัลไฟท์) (ตารางที่ 20) เป็นเพราะว่า ไบซัลไฟท์ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในการสร้างสีชมพู(Shewfelt,1986) จึงทำให้เกิดสีชมพูน้อยลง

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ LN เปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มต้น (ตารางที่ 40 และรูปที่ 24) พบว่ามีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน และไม่คงที่ โดยที่ปริมาณ LN จะลดลงในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง อาจจะเป็นเพราะว่าประสิทธิภาพของโซเดียมไบซัลไฟท์ลดลงหรือสลายตัวไปบางส่วน เมื่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มากขึ้น เอนไซม์ต่างๆ จึงเริ่มทำงาน

5.6 ผลของการลวกลิ้นจี่และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของลิ้นจี่กระป๋อง

จากผลของการลวกลิ้นจี่ในน้ำเดือด 1 นาที และไม่ลวก และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อทั้ง 2 ระดับ คือ ที่ 90 °C 15 นาที และ 100 °C 10 นาที เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน สุ่มตัวอย่างมาตรวจทุก 2 เดือน ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.6.1 การเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัส

ก. สีของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่เพียงอย่างเดียวไม่มีผลทำให้สีของเนื้อลิ้นจี่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 41) แต่ระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผลทำให้การเกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่

2-12 (ตารางที่ 41) โดยที่การฆ่าเชื้อที่ 90 °C 15 นาที ได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่า(ตารางที่ 42) เนื่องจากความร้อนสูงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋อง

นอกจากนี้การลวกลิ้นจี่และระดับความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีอิทธิพลร่วมกันตลอดอายุการเก็บ 1-12 เดือน (ตารางที่ 41) โดยที่การลวกลิ้นจี่ในน้ำเดือด 1 นาที และฆ่าเชื้อที่ 90 °C 15 นาที มีสีชมพูเกิดขึ้นน้อยกว่าทุก ๆ ทรีตเมนต์ เนื่องจากการลวกได้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในการสร้างสีชมพูในลิ้นจี่กระป๋องได้บางส่วน ก่อนเข้ากระบวนการบรรจุกระป๋อง(Cheng and Hwang ,1986) และระดับการฆ่าเชื้อที่ 90 °C 15 นาที ก็ไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดสีชมพูจากปฏิกิริยาที่ไม่ใช้เอนไซม์ระหว่างการบรรจุกระป๋องและการเก็บรักษา แต่การลวกลิ้นจี่แล้วฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที กลับมีสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่มากกว่าทุกๆ ทรีตเมนต์ น่าจะเป็นเพราะว่าที่อุณหภูมิสูงกลับกระตุ้นให้ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้เอนไซม์เกิดมากขึ้น ทั้งๆที่ผ่านการลวกมาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Cheng และคณะ (1981) ซึ่งพบว่าการลวกลิ้นจี่ในน้ำเดือด 3 นาที แล้วฆ่าเชื้อที่ 100 °C 15 นาที เกิดสีชมพูในเนื้อลิ้นจี่เท่าๆ กับลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลวก และฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที

ข. สีของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่มีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 6-12 และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผลทำให้สีของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดยที่ตัวแปรทั้งสองมีอิทธิพลร่วมกันตั้งแต่เดือนที่ 4-12 (ตารางที่ 43) การลวกลิ้นจี่ 1 นาที และฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที ได้รับคะแนนจากการทดสอบน้อยกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ ส่วนอีก 3 ทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกัน จะเห็นว่าการลวกลิ้นจี่จะให้ผลดีต่อสีของเนื้อลิ้นจี่และน้ำเชื่อมเมื่อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำเท่านั้น แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกลับให้ผลที่ไม่ดี น่าจะเป็นเพราะว่าปฏิกิริยาของการสร้างสีชมพูที่ไม่ใช้เอนไซม์ ในช่วงของการบรรจุกระป๋องและการเก็บรักษาจะมีผลมากกว่าปฏิกิริยาที่ใช้เอนไซม์ ที่ถูกยับยั้งได้โดยการลวก

ค. กลิ่น

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่ และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้กลิ่นของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และตัวแปรทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน(ตารางที่ 45) และคะแนนของการทดสอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอตลอดอายุการเก็บ 1-12 เดือน (ตารางที่ 46) และไม่พบกลิ่นแปลกปลอมใดๆ

ง. รสชาติของเนื้อลิ้นจี่

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่ และระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผล

ทำให้รสชาติของเนื้อลิ้นจี่ในลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 6-12 และตัวแปรทั้งสองมีอิทธิพลร่วมกันด้วย (ตารางที่ 47) โดยที่การลวกลิ้นจี่ 1 นาทีและฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาทีได้รับคะแนนจากการทดสอบน้อยกว่าอีก 3 ทรีตเมนต์ (ตารางที่ 48) น่าจะเป็นเพราะว่าการลวกแล้วฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงทำให้ลิ้นจี่สุกมากเกินไป จึงสูญเสียรสชาติที่เป็นธรรมชาติมากกว่าในทรีตเมนต์อื่นๆ

จ. รสชาติของน้ำเชื่อม

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่มีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผลทำให้รสชาติของน้ำเชื่อมในลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) และตัวแปรทั้งสองมีอิทธิพลร่วมกันตลอดอายุการเก็บด้วย (ตารางที่ 49) โดยที่การลวก 1 นาที และฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที ได้รับคะแนนจากการทดสอบต่ำที่สุด ส่วนที่เหลือก็ได้รับคะแนนค่อนข้างสูง (ตารางที่ 50)

ฉ. ลักษณะเนื้อสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องที่มีอายุการเก็บ 1-12 เดือน พบว่าการลวกลิ้นจี่มีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) ส่วนระดับของความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของลิ้นจี่กระป๋องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ตลอดอายุการเก็บ 1-12 เดือน และตัวแปรทั้งสองมีอิทธิพลร่วมกันเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น คือตั้งแต่เดือนที่ 6 - 12 (ตารางที่ 51) โดยที่การฆ่าเชื้อที่ 90 °C 15 นาที ทั้งที่ลวกและไม่ลวกลิ้นจี่ได้รับคะแนนจากการทดสอบมากกว่าที่ 100 °C 10 นาที เพราะว่าความร้อนสูงมีผลต่อเนื้อสัมผัส ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และการลวกลิ้นจี่ทำให้ผิวของเนื้อลิ้นจี่สุกพอง และเหนียวขึ้นเมื่อนำไปปอกเปลือกและคว้านเมล็ด จึงทำให้เนื้อเยื่อฉีกขาดและเสียหายน้อยกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลวก การลวกลิ้นจี่นอกจากจะทำให้เกิดลักษณะปรากฏที่ดีแล้ว ยังช่วยให้เนื้อสัมผัสกรอบด้วย แต่ถ้าลวกแล้วฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิสูงปรากฏว่าได้ลักษณะปรากฏที่ดี แต่เนื้อสัมผัสจะเหนียวเกินไป จึงได้รับคะแนนจากการทดสอบน้อยกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลวก (ตารางที่ 52)

5.6.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ leucoanthocyanidin

จากตารางที่ 53 และ รูปที่ 25 จะเห็นได้ว่า ปริมาณ LN เริ่มต้นในลิ้นจี่กระป๋องทั้ง 4 ทรีตเมนต์ไม่เท่ากัน แต่จะลดลงเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการลดลงของ LN (ตารางที่ 54 และรูปที่ 26) จะเห็นว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลวกและฆ่าเชื้อที่ 90 °C 15 นาที มีอัตราการลดลงของ LN มากที่สุด และลิ้นจี่ที่ลวก 1 นาที และฆ่าเชื้อที่ 100 °C 10 นาที มีอัตราการลดลงของ LN น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Cheng และคณะ

(1981) ซึ่งพบว่าการลวกช่วยยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ในการเปลี่ยนแปลง LN เป็นสารที่มีสีชมพู เมื่อเอนไซม์ถูกยับยั้ง LN จึงถูกใช้ไปในปฏิกิริยาน้อยและเหลือมาก แต่การลวกลิ้นจี่แล้วฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงก็ทำให้เกิดสีชมพูจากปฏิกิริยาที่ไม่ใช้เอนไซม์ในระหว่างการฆ่าเชื้อและการเก็บได้เช่นเดียวกับลิ้นจี่ที่ไม่ได้ลวกและฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเช่นกัน