

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 ศึกษาผลของรูปแบบการตัดแต่งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของ สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

จากการศึกษารูปแบบการตัดแต่งสับปะรดทั้ง 4 รูปแบบ คือ การหั่นชิ้นตามขวาง การหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่ง การหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผล และการหั่นตามยาวแล้วหั่นขวางสับหกชิ้นต่อครึ่งผล พบว่ารูปแบบการตัดแต่งมีผลต่อคุณภาพของสับปะรด การหั่นชิ้นตามขวางและการหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่งสามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน ในขณะที่การหั่นชิ้นตามยาว และการหั่นสับหกชิ้นต่อครึ่งผลสามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วัน รูปแบบการหั่นขวางส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง ส่วนการหั่นเป็นชิ้นตามยาวและการหั่นสับหกชิ้นต่อครึ่งผลเราจะสามารถพบเห็นได้ทั่วไปตามรถเข็นขายผลไม้ และผลไม้ตัดแต่งในห้างสรรพสินค้า รูปแบบการตัดแต่งส่งผลต่อความแน่นเนื้อของสับปะรด การหั่นตามขวางและการหั่นตามยาวส่งผลต่อความแน่นเนื้อของสับปะรดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยทั้งการหั่นชิ้นตามขวาง และการหั่นชิ้นตามขวางแล้วแบ่งครึ่งมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าการหั่นชิ้นตามยาวและการหั่นเป็นสับหกชิ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสับปะรดประกอบไปด้วยผลย่อยหลายๆ ผลรวมกัน (multiple fruitlets) มากกว่า 200 ผล ขึ้นกับสายพันธุ์ (Paull และ Chen, 2003) การหั่นชิ้นตามยาวสามารถแยกเนื้อสับปะรดออกจากกันได้ง่ายกว่าการหั่นชิ้นตามขวาง ทำให้ส่งผลต่อความแน่นเนื้อของสับปะรด ความแน่นเนื้อโดยทั่วไปถือเป็นสิ่งหนึ่งที่ผู้บริโภคนำมาพิจารณาคุณภาพของผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค เพราะการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อเป็นผลมาจากเนื้อเยื่อเกิดความเสียหายจากกระบวนการตัดแต่ง (Soliva-Fortony และคณะ, 2002)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดคุณภาพของผลไม้ ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปะรดอยู่ระหว่าง 12-15 °Brix รูปแบบการตัดแต่งสับปะรดไม่มีผลต่อค่าความหวานของสับปะรดในวันแรกจนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา แต่ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา การหั่นชิ้นตามยาวมีค่าความหวานน้อยกว่าการหั่นสับหกชิ้นต่อครึ่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเป็นเพราะการหั่นสับหกชิ้นต่อครึ่งผลเป็นการตัดแต่งหลายครั้งกว่าการหั่นชิ้นตามยาว ทำให้สับปะรดที่หั่นสับหกชิ้นต่อครึ่งผลมีความเสียหายหรือบาดแผลมากกว่าการหั่นชิ้นตามยาว การหั่นรูปแบบดังกล่าวส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักสดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าสูงกว่าการหั่นรูปแบบอื่นๆ ในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือค่าความหวานเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำในเซลล์ลดต่ำลง โดยทั่วไปปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือค่าความหวานของผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา จากรายงานของ Paull (1993) พบว่าการเก็บรักษาสับปะรดที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ทำให้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง โดย Aguila และคณะ (2006) อธิบายว่าการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการหายใจที่เพิ่มสูงขึ้นและการซ่อมแซมความเสียหายของเนื้อเยื่อที่เกิดจากกระบวนการตัดแต่ง แม้ว่าค่าความหวานของการหั่นสับหกชิ้นต่อครั้งผลจะมากกว่าการหั่นชิ้นตามยาว แต่จากการศึกษาพบว่าการหั่นชิ้นตามขวางมีปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (total ascorbic acid) น้อยกว่าการหั่นชิ้นตามยาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ปริมาณวิตามินซีของสับประรดตัดแต่งทุกรูปแบบมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานของ Lee และ Kader (2000) รายงานว่าปริมาณ ascorbic acid ในผักและผลไม้ส่วนใหญ่จะมีค่าลดลงเมื่อผ่านกระบวนการตัดแต่ง ในปัจจุบันงานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นไปทางด้าน antioxidant ปริมาณ ascorbate ถือเป็น antioxidant molecule ที่สำคัญมากในพืชและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค เนื่องจากมีบทบาทในการเปลี่ยน  $H_2O_2$  ผ่านเป็น glutathione ใน ascorbate cycle (Noctor และ Forer, 1998) การลดลงของวิตามินซี โดยเฉพาะการหั่นสับหกชิ้นต่อครั้งผลจึงเป็นผลสืบเนื่องจาก antioxidant ที่เกี่ยวกับการเกิดสีน้ำตาลของสับประรดตัดแต่ง ซึ่งการหั่นสับหกชิ้นต่อครั้งผลมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาล (browning) สูงกว่าการหั่นรูปแบบอื่นๆ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นค่าที่สำคัญต่อกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนสูง อย่างอาหารกระป๋อง สับประรดเป็นผลไม้ที่นิยมนำมาผลิตในรูปผลไม้กระป๋อง ค่าความเป็นกรด-ด่าง สำคัญในการกำหนดคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในกรรมวิธีผลิตอาหารกระป๋อง สับประรดโดยทั่วไปมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4.6 จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภคมีค่าอยู่ระหว่าง 3.10-3.60 และมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยการหั่นชิ้นตามขวาง ซึ่งเป็นรูปแบบการหั่นในเชิงการค้าของสับประรดกระป๋องมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 3.53 ซึ่งสูงกว่าการหั่นในรูปแบบอื่นๆ ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงานของ Bartolome และคณะ (1995) กล่าวว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของ 'Red Spanish' และ 'Smooth Cayenne' มีค่าลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งน่าจะมีผลมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น สายพันธุ์ และระยะการสุกแก่ (Montero และคณะ, 2008)

รูปแบบการตัดแต่งสับประรดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น และการยอมรับ โดยรวมระหว่างการศึกษา การตัดแต่งหลายครั้งอย่างการหั่นสับหกชิ้นต่อครั้งผลส่งผลต่อคะแนนความหวานในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ จากผลการทดลองพบว่าการหั่นสับหกชิ้นต่อครั้งผลมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (total plate count) สูงกว่าการหั่นรูปแบบอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการหั่นในรูปแบบดังกล่าวเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้มากขึ้น เช่นเดียวกับรายงานของ Riquelme (1994) รายงานว่าสับประรดที่ถูกหั่นชิ้นเล็กลง จะเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมสูงขึ้น

## 5.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุณหภูมิในการเก็บรักษาถือเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค จากการเก็บรักษาสับประรดที่หั่นตามยาวแล้วหั่นขวางสับหกชิ้นต่อครึ่งผล ซึ่งเป็นลักษณะการตัดแต่งที่สามารถพบได้ทั่วไปในเชิงการค้า เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 13 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ถือได้ว่าเป็นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิชั้นวางจำหน่ายที่ใช้ทั่วไปในเชิงการค้า คือระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส (Aguila และคณะ, 2006) จากผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมิผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4, 10 และ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 8, 10 และ 4 วัน ตามลำดับ การเก็บรักษาสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ 10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 10 วัน อาจเป็นเพราะอุณหภูมิต่ำที่ 10 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Aguila และคณะ (2006) รายงานว่าการเก็บรักษา radish ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดร้อยละ 5 ซึ่งมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีการสูญเสียน้ำหนักสดร้อยละ 2-3 ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา

อุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อและการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภค ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid), ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (titratable acidity) และค่าความเป็นกรด-ด่างของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลงในช่วง 2 วันแรกของการเก็บรักษา ส่วนปริมาณกรดที่ไทเตรทได้มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วง 4 วันแรกของการเก็บรักษา ซึ่งอาจเป็นเพราะสับประรดเป็นเซลล์ที่มีชีวิต และยังคงมีเมตาบอลิซึมเกิดขึ้นตลอดเวลา จึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Paull, 1993) สำหรับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคพบว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านสี กลิ่น ความหวาน และการยอมรับโดยรวมของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภคพบว่าสับประรดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับในทุกๆ ด้านอยู่ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นๆ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่สับประรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นๆ ตลอดระยะเวลา 6 วันของการเก็บรักษา แต่การ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิดังกล่าวพบว่ามีเกิดการเกิดอาการสีน้ำตาลสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำๆ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาสับประดัดแต่งพร้อมบริโกลที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน ส่งผลต่ออาการ สะท้อนหนาว (chilling injury) ในสับประดทำให้มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลสูงและมีอายุการเก็บรักษา สั้นกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส มี ผลต่อการชักนำอาการสะท้อนหนาว (Marrero และ Kader, 2006)

### 5.3 ศึกษาผลของการตัดแต่งร่วมกับอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายของสับประดัดแต่ง พร้อมบริโกล

จากการศึกษารูปแบบการตัดแต่งต่อคุณภาพของสับประดัดแต่งพร้อมบริโกลในการทดลอง ที่ 1 และอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของสับประดัดแต่งในการทดลองที่ 2 การศึกษานี้ ต้องการศึกษาค้นคว้าของรูปแบบการตัดแต่งร่วมกับอุณหภูมิต่อคุณภาพสับประดัดแต่งพร้อมบริโกล โดยการตัดแต่ง 2 แบบ คือการหั่นเป็นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลและการหั่นตามยาวแล้วหั่นขวางสิบ หกชิ้นต่อครึ่งผล จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 คือ 10 องศาเซลเซียส จากผล การทดลองพบว่ารูปแบบการตัดแต่งร่วมกับอุณหภูมิไม่มีผลต่อคุณภาพของสับประดัดแต่งพร้อม บริโกล การตัดแต่งทั้งสองรูปแบบมีค่าใกล้เคียงกันในทุกตัวแปร การสูญเสียน้ำหนักสดของสับประด ัดแต่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.20-0.72 โดยการหั่นชิ้น ตามยาวมีค่าการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าการหั่นสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลเล็กน้อย ด้านความแน่นเนื้อ ของสับประดทั้งสองรูปแบบมีค่าอยู่ระหว่าง 5.00-10.00 นิวตัน โดยค่าความแน่นเนื้อของสับประดมี ค่าเพิ่มขึ้นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสูญเสียที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เซลล์ สูญเสียความเต่ง ส่งผลต่อเนื้อสัมผัส ทำให้ความกรอบลดลง ค่าความแน่นเนื้อที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก ความเหนียว Riquelme (1994) กล่าวว่าเมื่อเก็บรักษาชิ้นสับประดไประยะเวลาหนึ่ง จะเกิดการสูญเสีย น้ำออกสู่นอกเซลล์ เซลล์สูญเสียความเต่ง และมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่าของแรงกดและแรง ตัดเพิ่มสูงขึ้น ค่าความแน่นเนื้อจึงสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงสีของสับประดัดแต่งพร้อมบริโกลมีสีซีด ลงโดยดูจากค่า °Hue ที่ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ อติศักดิ์ และ เหมวรรณ (2551) รายงานว่าสับประดพันธุ์ภูแลมีสีเหลืองซีดลงในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การหั่นชิ้นตามยาวสี่ชิ้นต่อครึ่งผลมีแนวโน้มในการรักษาคุณภาพของสับประดัดแต่งพร้อมบริโกล มากกว่าการหั่นสิบหกชิ้นต่อครึ่งผลเมื่อดูจากการคะแนนการยอมรับด้านต่างๆ ทั้งสีเนื้อ กลิ่น ความ หวาน และการยอมรับโดยรวม แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ