

RMFU 03/2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

Minimally Processed Pineapple

โดย

นางสาวนิรมล สันติภาพวิวัฒนา

นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว

สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ประจำปี พ.ศ. 2548

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ
เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการอาหาร และเจ้าหน้าที่ประจำวิชาสำนักวิชา
อุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน สำหรับการช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกสำหรับการทำงาน
วิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและบรรจุภัณฑ์ทุกท่านที่มี
ส่วนช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้ ให้เสร็จลุล่วงไปด้วยดี สุดท้ายขอขอบคุณมหาวิทยาลัย
แม่ฟ้าหลวงที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

นิรมล สันติภาพวิวัฒนา

เนตรา สมบูรณ์แก้ว

11 พฤศจิกายน 2551



ชื่อโครงการ สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค
ผู้วิจัย นางสาวนิรมล สันติภาพวิวัฒนา
 นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้รับความนิยม เนื่องจากแนวโน้มของผู้บริโภคสนใจอาหารประเภทพร้อมบริโภคเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันประเทศไทยได้มีการส่งออกผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค โดยเฉพาะสับปะรดจากประเทศไทยที่มีการส่งออกทั้งผลสดและตัดแต่งพร้อมบริโภค แต่ปัญหาอย่างหนึ่งของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคคือ มีอายุการวางจำหน่ายสั้น งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของวิธีการเตรียมต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค ผลการทดลองพบว่า โซเดียมไฮโปคลอไรด์ให้ผลดีในการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ทั้งนี้ระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา อย่างไรก็ตาม การเตรียมสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm นาน 1 นาที ให้ผลดีที่สุดในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ออายุการวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสให้ผลดีในการรักษาคุณภาพ โดยสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดสีน้ำตาล และได้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ส่วนการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC สามารถรักษาคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีกว่าการบรรจุด้วยถุง PP และ PE โดยได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่า อย่างไรก็ตามการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 10 วัน

คำสำคัญ สับปะรด/ ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค/
 ภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศเปลี่ยนแปลง

Title Minimally Processed Pineapple

Authors Miss Niramont Suntipabvivattana
Miss Nettra Somboonkaew

Abstract

Recently, fresh cut fruit and vegetables become a popular food due to the trend of consumer prefer to consume ready-to-eat products. While, Thai fruits are also exported as a fresh cut product, especially pineapple of Thailand that is exported both of fresh fruit and fresh cut product. This research was divided into 2 experiments. Experiment 1; studied effect of preparation method on microbial growth of fresh cut pineapple. The results showed sodium hypochlorite (NaOCl) could reduce growth of aerobic plate count and yeast and mold plate count. While time of washing had no effect on decreasing of microbial growth. However, fresh cut pineapples were pre-washed with 100 ppm NaOCl for 1 min. gave the best result in reducing growth of microbial.

Experiment 2, fresh cut pineapples were investigated effect of packaging and storage temperature on shelf life. The results indicated storage temperature at 10 °C could reduce percentage of fresh weight and browning symptom better than stored at 15 °C and also had the high scores of overall acceptability. Moreover, PVC film could maintain quality better than PP and PE bag. However, fresh cut pineapples were packed with 8 µ PVC film and stored at 10 °C had the highest shelf life of 10 days.

Keywords Pineapple/ Fresh cut fruit and vegetables/ Modified Atmosphere
Packaging

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
	1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัย	2
	1.4 ขอบเขตการศึกษา	2
	1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย	2
	1.6 คณะนักวิจัย	3
บทที่ 2	แนวคิดทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 สับปะรด	4
	2.2 ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค	5
	2.3 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค	5
	2.4 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค	7
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	13
	3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	13
	3.2 สถานที่ทำการทดลอง	14
	3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	14
บทที่ 4	ผลการศึกษาวิจัย	15
	4.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาผลของวิธีการเตรียมต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค	15
	4.2 การทดลองที่ 2: ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ออายุการวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค	22
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	31
	เอกสารอ้างอิง	32
	ภาคผนวก	38
	ประวัติคณะผู้วิจัย	39

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 4-1	18
การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที	
รูปที่ 4-2	18
การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที	
รูปที่ 4-3	19
การเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 นาที (ก) และ 5 นาที (ข)	
รูปที่ 4-4	20
การเจริญของยีสต์และรา ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 นาที (ก) และ 5 นาที (ข)	
รูปที่ 4-5	21
คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผิดปกติ ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที	
รูปที่ 4-6	24
การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคนที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	
รูปที่ 4-7	25
การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคนที่บรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน (ก) PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน (ข) ถุง PP (ค) ถุง PE (ง) ณ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	
รูปที่ 4-8	25
การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคนที่บรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน (ก) PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน (ข) ถุง PP (ค) ถุง PE (ง) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส	

รูปที่ 4-9	การเปลี่ยนแปลงคะแนนการเกิดอาการสึ้นน้ำตาลของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	26
รูปที่ 4-10	การเปลี่ยนแปลงคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	26
รูปที่ 4-11	ลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ณ วันที่ 6 (ก) และ 8 (ข)	27
รูปที่ 4-12	การเปลี่ยนแปลงคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	29
รูปที่ 4-13	การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับโดยรวมของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	30
รูปที่ 4-14	อายุการวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Minimally Processed Fruits and Vegetables) คือผักและผลไม้ที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การล้าง หั่น ตัด เพื่อให้ผักและผลไม้ตัดแต่งดังกล่าวมีสภาพพร้อมสำหรับการนำไปบริโภคหรือการประกอบอาหาร โดยผักและผลไม้ตัดแต่งยังมีสภาพสด วัตถุประสงค์หลักของการผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะในสังคมเมืองใหญ่ ที่ต้องการความสะดวกสบายโดยเฉพาะการเตรียมอาหาร (Burns, 1995) ในต่างประเทศจะนิยมบริโภคผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคซึ่งจะเห็นได้จากการขยายตัวของธุรกิจด้านนี้ ผักที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผักพร้อมบริโภค ได้แก่ ผักกาดหอมชนิดต่างๆ หอมหัวใหญ่ กะหล่ำปลี แครอท ส่วนผลไม้ ได้แก่ แอปเปิล

ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เป็นที่นิยมในประเทศแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทย เช่น ผักสลัดรวม ผักพร้อมปรุง (ready-to-cook) เช่น ผักกาดขาวปลีตัดสด (Zheng, 1998) และข้าวโพดฝักอ่อน เนื่องจากผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขบวนการแปรรูป โดยเฉพาะการตัดหรือการหั่น ซึ่งในสภาพดังกล่าวเซลล์หรือเนื้อเยื่อของพืชจะถูกทำลาย ทำให้ผักและผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่รวดเร็วและมีอัตราสูงกว่าผักที่ยังไม่ผ่านการตัดแต่ง เช่น การหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ เช่น การเกิดสีน้ำตาล (Browning) และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลทำให้ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคเกิดการเสื่อมคุณภาพได้เร็ว จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิธีการต่าง ๆ เพื่อป้องกันหรือชะลอการเสื่อมสภาพของผักและผลไม้พร้อมบริโภค วิธีการที่นิยมใช้ในการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปลง นอกจากนี้วิธีการเตรียมก็มีผลต่อคุณภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวเหล่านี้สามารถนำมาใช้สำหรับการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ได้ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงมีผลในการลดอัตรา การหายใจ การสูญเสียวิตามินซี ซึ่งเป็นคุณค่าทางอาหารที่สำคัญของผักและผลไม้ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยเฉพาะการเกิดสีน้ำตาล (Heimdal และคณะ, 1995) และลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย ทั้งนี้ระดับอุณหภูมิและปริมาณก๊าซที่ใช้ในการเก็บรักษามีความแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตผล

โดยทั่วไปอุณหภูมิสำหรับการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 2-4 องศาเซลเซียส และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5-10 (Cantwell, 1997)

สำหรับประเทศไทยธุรกิจผักและผลไม้พร้อมบริโภคกำลังมีการขยายตัวและได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นจากผู้บริโภค แต่ข้อมูลการศึกษาวิจัยของผลิตภัณฑ์ยังมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เพื่อเป็นการรองรับการขยายตัวของธุรกิจของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยทางด้านผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของวิธีการเตรียมและสภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพของสับปะรดนางแลตัดแต่งพร้อมบริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ศึกษาวิธีการเตรียมและวิธียืดอายุการวางจำหน่ายสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาวิธีการเตรียมโดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 และ 200 ppm และระยะเวลาในการจุ่มนาน 1 และ 5 นาที ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

1.3.2 ศึกษาผลของฟิล์ม 4 ชนิด คือ ฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอนและถุง PP และ PE และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัย

1.4.1 ทราบวิธีการเตรียมที่เหมาะสมต่อคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

1.4.2 ทราบผลของฟิล์มและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

1.4.3 เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตรในท้องถิ่นจังหวัดเชียงราย

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

ธันวาคม 2547-พฤศจิกายน 2548

1.6 คณะนักวิจัย

นางสาวนิรมล สันติภาพวัฒนา

หัวหน้าโครงการ

นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว

ผู้ร่วมวิจัย



บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 สับปะรด

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ สับปะรดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr. ถูกจำแนกออกเป็น 2 สกุล (genus) คือ

1. สกุล *Pseudananas* มีลักษณะเป็นไม้ป่า ไม่นิยมปลูกเป็นการค้า ผลมีขนาดเล็กไม่มีตะเกียง (slip) แต่สร้างไหล (stolon) ที่บริเวณโคนต้น เนื้อผลมีสีขาวใส ในผลมีปริมาณน้ำตาลและกรดต่ำ

2. สกุล *Ananas* ที่ส่วนใหญ่นิยมปลูกเป็นการค้า สร้างตะเกียงที่บริเวณโคนผล แต่ไม่สร้างไหลที่โคนต้น สับปะรดในสกุลนี้มีหลายชนิด แต่ชนิดที่ปลูกเพื่อใช้รับประทานผลสด และเพื่อแปรรูป คือ *Ananas comosus* (L.) Merr.

พันธุ์สับปะรดที่ใช้ปลูกในประเทศไทยเพื่อการค้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

1. กลุ่ม Cayenne เป็นกลุ่มที่นิยมปลูกในเขตร้อนทั่วโลกมากที่สุด ปลูกเพื่อบริโภคผลสด และใช้แปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร มีลักษณะขอบใบเรียบมีหนามเล็กน้อยที่ส่วนปลายใบ ผลมีขนาด 1.0-2.5 กิโลกรัม รูปร่างค่อนข้างเป็นทรงกระบอก เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวเปลือกผลจะมีสีเขียวเข้ม และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุก ผลย่อยหรือตา (eye) ค่อนข้างแบนเรียบ เนื้อมีสีเหลือง มีเยื่อใยปานกลาง มีปริมาณกรดเฉลี่ย 0.3-0.7 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำตาล 12-16 บริกซ์ สับปะรดในกลุ่มนี้ในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวียและนางแล

2. กลุ่ม Queen สับปะรดในกลุ่มนี้มีขนาดของต้นและผลเล็กกว่ากลุ่มแรกเล็กน้อย ใบมีสีเขียวอ่อน มีแถบสีชมพูบริเวณกลางใบ ขอบใบมีหนามเรียงชิดติดกันตลอดความยาวของกลางใบ ผลมีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม รูปร่างแบบทรงกระบอก ตาค่อนข้างนูน เปลือกหนา เมื่อสุกเปลือกผลจะมีสีเหลือง เนื้อข้างในมีสีเหลืองเข้ม รสหวานกรอบ มีเยื่อใยน้อย มีกลิ่นหอม แก่นผลอ่อนนุ่มกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตัวอย่างสับปะรดนี้ได้แก่ พันธุ์ภูเก็ต

3. กลุ่ม Spanish สับปะรดในกลุ่มนี้มีขนาดของต้นและผลอยู่ระหว่างกลางของ Cayenne และ Queen ใบบางกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ขอบใบมีหนามแหลมรูปโค้งงอ ผลมีรูปร่างกลมน้ำหนักเฉลี่ย 1.0-1.5 กิโลกรัม ตาหนา ขนาดของตาใหญ่กว่าพวก Cayenne เนื้อในมีสีเหลืองจางและมีปริมาณเยื่อใยสูง แก่นผลเหนียว กลิ่นและรสแตกต่างออกไปจาก Cayenne และ Queen ตัวอย่างสับปะรดพันธุ์นี้ได้แก่พันธุ์อินทรีชนิด และพันธุ์ขาว (จินดารัฐ และนรณ 2547)

2.2 ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคคือ ผลิตภัณฑ์อาหารสดที่ผ่านกระบวนการผลิตเพียงเล็กน้อย อาทิ การทำความสะอาด การปอกเปลือก การตัดแต่ง การหั่น การบรรจุ โดยที่ผักและผลไม้ยังคงมีชีวิตอยู่ และต้องเก็บรักษาด้วยความเย็นเพื่อรักษาคุณภาพ (จริงแท้, 2541)

2.3 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

2.3.1 การหายใจและการผลิตเอทิลีน

Brecht (1995) รายงานว่า ผักและผลไม้พร้อมบริโภคเป็นผลิตผลที่ผ่านขั้นตอนการตัดหรือการหั่น ทำให้เนื้อเยื่อหรือเซลล์ถูกทำลายมีผลในการกระตุ้นการหายใจเพิ่มมากขึ้น การหายใจที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของเอทิลีน อย่างไรก็ตามการกระตุ้นดังกล่าวเกิดขึ้นเฉพาะในผลิตผลมีการหายใจแบบ Climacteric โดยทั่วไปอัตราการหายใจของผักและผลไม้พร้อมบริโภคมีอัตราสูงกว่าผลิตผลที่ยังไม่ผ่านการแปรรูป Watada และ Qi (1999) พบว่าผลกีวี่ฟรุ้ดที่ปอกเปลือกมีอัตราการหายใจที่สูงกว่าผลปกติ อัตราการหายใจดังกล่าวยังขึ้นกับชนิดผลิตผลและวัย นอกจากนี้อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนของผักพร้อมบริโภคยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ เช่น ลักษณะการตัดและการหั่น สภาพบรรยากาศและอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา (Sanguansri, 1997) การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนมีผลในการเร่งการเสื่อมสภาพของผลิตผลได้ เนื่องจากการหายใจของผลิตผลเป็นปฏิกิริยาที่ต้องใช้สารที่เก็บสะสมในผลิตผลให้หมดไป ดังนั้นเมื่ออัตราการหายใจเพิ่มขึ้นปริมาณของสารต่างๆ ที่อยู่ภายในเซลล์มีปริมาณลดลงจึงส่งผลให้ผลิตผลเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว

2.3.2 การเน่าเสีย

Simon (1997) รายงานว่า การเน่าเสียของผักพร้อมบริโภคโดยส่วนมากเกิดจากการเข้าทำลายของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage Bacteria) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นชนิดเดียวกับแบคทีเรียในแปลงปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Pseudomonas fluorescens* และ *Erwinia carotovora* ซึ่งจัดเป็นแบคทีเรียที่สำคัญที่ทำให้เกิดอาการเน่าของผักทั้งในแปลงปลูกและผักพร้อมบริโภค (Robbs และคณะ, 1996) การเข้าปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มนี้ทำให้ผลิตผลเกิดการเน่าเสียไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นมีปริมาณต่ำการเน่าเสียหรือการปนเปื้อนก็เกิดช้าลง ดังนั้นควรมีการทำความสะอาดผลิตผลภายหลังจากการเก็บเกี่ยวเพื่อลดปริมาณของเชื้อที่ปนเปื้อนในระหว่างการแปรรูป (Bennik และคณะ, 1996) การเน่าเสียของผักและผลไม้พร้อมบริโภคจากแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าว เกิดเนื่องจากการที่แบคทีเรียผลิตเอนไซม์กลุ่ม

Pectinolytic ออกมาเพื่อย่อยสลายเนื้อเยื่อของพืชทำให้การเน่าเสียเกิดขึ้น นอกจากเชื้อแบคทีเรียแล้วเชื้อราและยีสต์ก็สามารถผลิตเอนไซม์ดังกล่าวได้ ดังนั้นเชื้อราและยีสต์จึงเป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้เช่นกัน (Osuna และคณะ, 1995)

2.3.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์

ผักและผลไม้พร้อมบริโภคเป็นผลิตผลที่มีลักษณะสดจึงเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย การปนเปื้อนของจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการผลิตผักพร้อมบริโภค ซึ่งปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าปนเปื้อนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น ชนิดของผลิตผลและลักษณะของผลิตผล (ความสมบูรณ์และคุณภาพก่อนการตัดแต่ง) (Carlin และคณะ, 1995) แหล่งปลูก สภาพแวดล้อม ระบบการปลูก ความสะอาดในระหว่างการผลิตและบริโภค ซึ่งทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มที่ทำให้เกิดการเน่าเสียประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และรา (Nguyen-the และCarlin, 1996) การเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ด้านต่างๆ ของผักและผลไม้ พร้อมบริโภค เช่น การเกิดสีน้ำตาล

เชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการเน่าเสียปริมาณมากกว่าร้อยละ 80-90 เป็นแบคทีเรียที่เป็นชนิดแกรมลบ ได้แก่ *Pseudomonas* spp., *Enterobacter* spp. และ *Erwinia* โดยแบคทีเรีย *Pseudomonas* spp. มีปริมาณมากที่สุดและสามารถพบได้ในผักพร้อมบริโภคเกือบทุกชนิด (Babic และคณะ, 1996) King และคณะ (1991) พบว่าร้อยละ 56.7 ของแบคทีเรียทั้งหมดในผักกาดหอมห่อพร้อมบริโภคคือ *Pseudomonas* spp. *Xanthomonas* spp. *Serratia* spp. *Alcaligenes* spp. และ *Bacillus* spp. *Cytophaga* spp., *Vibrio fluvialis* (Baringa และคณะ, 1991) ส่วนเชื้อยีสต์จัดเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในผัก ผลไม้พร้อมบริโภคที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีรายงานการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์กับผลิตผลหลายชนิด เช่น แครอท ผักบด กะหล่ำปลีหั่นฝอย (shredded cabbage) โดยทั่วไปการเข้าทำลายของยีสต์เกิดขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา (Carlin และคณะ, 1990) ซึ่งชนิดและปริมาณของเชื้อยีสต์มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาในการเก็บรักษา โดย Babic และคณะ (1992) ได้ศึกษาชนิดของเชื้อยีสต์ในการเก็บรักษาแครอทพร้อมบริโภคที่ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษาพบ *Cryptococcus albidus* ปริมาณ 10^5 - 10^6 g⁻¹ ช่วง 3-7 วัน พบ *Candida lambica* 10^7 - 10^8 g⁻¹ ตั้งแต่วันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบ *Candida sake* ปริมาณ 10^7 - 10^8 g⁻¹ โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับ *Candida parapsilosis* และ *Candida tropicalis* สำหรับเชื้อราพบในปริมาณเพียงเล็กน้อยในผักพร้อมบริโภคโดยส่วนมากเป็นเชื้อราในสกุล *Sclerotinia*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium* และ *Phoma*

2.4 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

2.4.1 การลดการปนเปื้อนของเชื้อ(Antimicrobial)

การใช้สารเคมี (Preservative) สำหรับผักและผลไม้พร้อมบริโภค มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล (Browning) บริเวณรอยตัดและมีผลในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปสารเคมีที่ใช้กับผักและผลไม้พร้อมบริโภคเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

Rico และคณะ (2007) รายงานว่า ในอุตสาหกรรมผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคนิยมใช้สารละลายคลอรีนในการล้างทำความสะอาดและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (Sodium hypochlorite (NaOCl)) ซึ่งสารประกอบคลอรีนนิยมใช้ที่ระดับความเข้มข้น 50-200 ppm ระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที การล้างบริเวณผิวของผลไม้ด้วยน้ำประปาเพื่อเอาสิ่งสกปรกและสารเคมีตกค้างออก และตามด้วยการล้างด้วยสารประกอบคลอรีน สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Soliva-Fortuny และ Martin-Belloso, 2003)

โซเดียมไฮโปคลอไรด์เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยากับสิ่งต่าง ๆ จึงนิยมใช้ในการฟอกผ้าทั้งผ้าฝ้าย ลินิน รวมทั้งการฟอกเยื่อกระดาษ ทั้งเชื้อจากไม้แข็ง เช่น ไม้สน หรือไม้อ่อน เช่น ใบปอ ฯลฯ นอกจากนี้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ยังใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ สารดับกลิ่นในอุตสาหกรรม การผลิตนม ครีม และการผลิตน้ำประปา ใช้ฆ่าเชื้อโรคในสระว่ายน้ำ รวมทั้งใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่าย (http://www.thaidetail.com/Webpage/01_Envi/a02a/a02a5_05t13.html) ทั้งนี้เนื่องมาจากคลอรีนไปจับกับโปรตีนของเชื้อหุ้มเซลล์เกิดเป็น N-chloro compounds ที่ไปรบกวนการทำงานของเซลล์และไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ไวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Brackett, 1987) ปัจจัยที่สำคัญในการใช้สารละลายคลอรีน คือ ใช้สารละลายคลอรีน 5-10 l/kg ของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของสารละลายประมาณ 4 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของคลอรีนอยู่ในช่วง 100 mg/L (ppm) โดย Hurst (1995) พบว่าการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่ำกว่า 200 ppm มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของผักและผลไม้พร้อมบริโภคได้ดี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิของสารละลาย Beauchart และ Brackett (1990) แนะนำว่าการล้างผักกาดหอมห่อพร้อมบริโภคด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณ *Listeria monocytogenes* ได้ นอกจากนี้พบว่าสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50-200 ppm และ 60-110 ppm สามารถลดการปนเปื้อนของ *Listeria monocytogenes* ในมะเขือเทศได้ (Brackett, 1987) นอกจากนี้การล้างบริเวณผิวของผลไม้แช่เยือกก่อนตัดแต่งด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายของมะเขือเทศตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ เช่นเดียวกับการ

ล้างด้วยโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต (Hong และ Gross 1998) นอกจากนี้เกสซี และคณะ (2550) รายงานว่ามะละกอเส้นที่แช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด นอกจากนี้ iceberg lettuce พร้อมบริโภคที่ล้างด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับคลอรีน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Buar และคณะ 2005) และความเข้มข้นของคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 50 mg/L จะเริ่มมีกลิ่นผิดปกติใน iceberg lettuce พร้อมบริโภค (Delaquis และคณะ 2004)

2.4.2 ภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified Atmosphere Packaging)

การเก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจนน้อย และ/หรือมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติ เรียกว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified Atmosphere, MA) (จริงแท้, 2541) วัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง เพื่อต้องการผลของระดับออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงในการยืดอายุการเก็บรักษาหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพดังกล่าว โดยเฉพาะการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ซึ่งทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลงหรือไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การนำสภาพบรรยากาศดัดแปลงมาใช้ในการเก็บรักษาสำหรับผักพร้อมบริโภคมีเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเก็บรักษาในระยะสั้น เช่น การบรรจุสำหรับการวางจำหน่าย (shelf-life) การเก็บรักษาผักและผลไม้พร้อมบริโภคในสภาพบรรยากาศดัดแปลง เป็นการเก็บรักษาที่ต้องการเพิ่มระดับคาร์บอนไดออกไซด์และลดลงของออกซิเจน ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดย การปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจ ให้มีการสะสมมากขึ้นในภาชนะบรรจุ (passive modified atmosphere) หรือโดยการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในภาชนะบรรจุ (active modified atmosphere) การเปลี่ยนแปลงก๊าซภายในภาชนะบรรจุ มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้พร้อมบริโภค โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและปริมาณจุลินทรีย์ รวมทั้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษา (Hamza และคณะ, 1996) ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุให้มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งจะมีผลในการลดการหายใจของผักผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Alzamora และคณะ, 2000) ปริมาณออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันต่างๆ เช่นการออกซิไดส์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสีน้ำตาล ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ และมีคุณสมบัติในการชะงัก

การทำงานของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ (จริงแท้, 2541)

การที่มีออกซิเจนในสภาพบรรยากาศน้อยเกินไป ทำให้เกิดเมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีผลในการเพิ่มการหมัก ในขณะเดียวกันสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการหายใจ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และการสะสมของ succinic acid ที่มากเกินไปซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์ (Soliva-Fortuny และ Martin-Belloso, 2003) ปี 2004 Gonzalez-Aguilar และคณะ รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหยวกตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียคุณภาพได้ นอกจากนี้ก็ค้นพบอีกด้วยในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kim และคณะ 2004)

2.4.3 ชนิดและคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติก

ปัจจุบันมีการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลผลิตมากขึ้น โดยการใช้แผ่นพลาสติกช่วยให้เกิดสภาพแวดล้อมรอบผลผลิตเกิดความเหมาะสมต่อการเก็บรักษา ซึ่งพลาสติกที่ใช้ห่อผลผลิตมีหลายชนิด เช่น

1. พอลิเอทิลีน (Polyethylene) ใช้สารพวกพอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ขมให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านได้ง่าย ป้องกันการเกิดฝ้าไอน้ำ เนื่องจากแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนนี้ยอมให้ความชื้นที่เกิดขึ้นแพร่กระจายเข้าไปในเนื้อของฟิล์ม แทนที่จะเป็นหยดน้ำเกาะบนแผ่นฟิล์ม โดยทั่วไปความหนาของฟิล์มอยู่ระหว่าง 25-65 ไมโครเมตร การลดความหนาของฟิล์มมักใช้สารพอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำแทน ซึ่งทำให้ขยายตัวตามความหนาและยาวได้ ซึ่งฟิล์ม LAPE เป็นฟิล์มชนิดยืดตัวได้ดี PE เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก เนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่นๆ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ แบ่งชนิดของ PE ตามความหนาแน่นได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Low Density Polyethylene (LDPE) มีความหนาแน่น 0.910 – 0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. Medium Density Polyethylene (MDPE) มีความหนาแน่น 0.926 – 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3. High Density Polyethylene (HDPE) มีความหนาแน่น 0.941 – 0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ และไม่ทำให้เกิดรสชาติที่ผิดปกติ การเสื่อมสลายช้าลง นิยมใช้กับไม้ผลตระกูลส้ม

LDPE เป็นพลาสติกที่ใช้มากเป็นที่รู้จักทั่วไปว่าถุงเย็น มักจะใช้ทำถุงฟิล์มห่อและฟิล์มยืด ขวดน้ำและฝาขวด เป็นต้น เนื่องจากยืดตัวได้ดี ทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด พร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนเชื่อมติดปิดผนึกได้ดี โครงสร้างของ PE จะสามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร แต่จุดอ่อนของ LDPE ยังปล่อยให้ไขมันซึมผ่านได้ง่าย แต่ทนต่อการกรดและด่างต่างๆ ไป นอกจากนี้ LDPE ยังปล่อยให้อากาศซึมผ่านได้ง่าย ด้วยเหตุนี้อาหารที่ไวต่ออากาศ เช่น ของขบเคี้ยว และของทอด เมื่อใส่ในถุงเย็นธรรมดา คุณภาพอาหารจะแปรเปลี่ยนไปเพียงเวลาไม่กี่วัน LDPE ยังมีคุณสมบัติดูดฝุ่นในอากาศมาเกาะติดตามผิว ทำให้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจาก LDPE นี้เมื่อทิ้งไว้นานๆ จะเปื้อนด้วยฝุ่น ดังนั้นจึงมีการผลิต LLDPE (Linear low density polyethylene) ขึ้น เป็นการผลิตภายใต้สภาวะความดันต่ำ และเริ่มจำหน่ายในตลาดเมื่อปลายปี ค.ศ. 1970 ในปี ค.ศ. 1995 ตลาดโลกของ LLDPE มีมากถึง 10,000 ล้านกิโลกรัม โดยนิยมใช้เป็นชั้นป้องกันความชื้นโดยการเคลือบกับ PE โดยมีคุณสมบัติที่เหนือกว่า LDPE จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงนิยมผสมเม็ดพลาสติกทั้ง 2 ประเภทเข้าด้วยกัน โดยมี LDPE และ LLDPE ในอัตราส่วน 50/50 ส่วนชนิด HDPE มีการนำมาใช้ประมาณ 1/5 ของพลาสติกชนิด PE ทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป่าเป็นขวด

2. พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) แผ่นฟิล์มชนิดนี้เรียกว่า PVC สามารถยืดและหดได้ทุกทาง สามารถทำให้ก๊าซและไอน้ำระเหยผ่านได้ดี ฟิล์มชนิดนี้นิยมใช้กันมากในการปิดด้านบนของถาดโฟมที่ใส่ผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะดีดูดความสนใจของผู้บริโภค เพราะผิวดูเป็นมัน PVC เป็นพลาสติกที่สามารถแปรเปลี่ยนคุณสมบัติได้ โดยการเติมสารเคมีปรุงแต่ง (additives) ต่างๆ เช่น plasticizer, modifier และ fillers ทำให้ PVC นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ มากกว่าอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ โดย PVC มักถูกใช้ในรูปแบบของขวด ฟิล์ม และแผ่น แม้ว่าครั้งหนึ่งเคยมีข่าวจะให้เลิกใช้ในบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากมีสารตกค้างของไวนิลคลอไรด์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดมะเร็งในตับได้ แต่วิวัฒนาการทางด้านการผลิตในปัจจุบันก็สามารถผลิต PVC ที่มีสารไวนิลคลอไรด์ตกค้างน้อยกว่า 1 ppm ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจาก PVC ปลอดภัยสำหรับใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร จุดเด่นของฟิล์ม PVC คือทนต่อน้ำมันและกันกลิ่นได้ดี ใส่ แข็งแรงทนทานต่อการเสียดสี ในขณะที่ความต้านทานต่อการซึมผ่านของความชื้นปานกลาง

3. พอลิโพรพิลีน (Polypropylene) ฟิล์มนี้จะโปร่งใสมากกว่าพวก LDPE สามารถทำเป็นถุงได้ และใช้ทำถาด สามารถใช้ความร้อนปิดผนึกได้ ปี 2005 Gomez และ Artes รายงานว่า การบรรจุ celery sticks ในถุง OPP (Oriented Polypropylene) สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าการบรรจุในถุง LDPE และ PE-perforated ทั้งนี้ ในถุง OPP มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า แต่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า

4. เซลโลเฟน (Cellophane) แผ่นเซลโลเฟนที่ใช้มีหลายชนิด อาจใช้ปิดด้านบนของถาด โฟม หรือทำเป็นถุงหรือรองในตระกร้า มีลักษณะ โปร่งแสง และยอมให้ก๊าซขึ้นผ่านได้แต่ไม่ยอมให้ ก๊าซแห้งผ่าน ดังนั้นจึงมักใช้เซลลูโลสมาหุ้มเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น เช่น เซลลูโลสแอซีเตต (Cellulose acetate) และพอลิสไตรีน (Polystyrene)

5. Rubber Hydrochloride หรือ Pilofilm เป็นฟิล์มที่มีความแข็งแรงมาก ป้องกันการสูญเสีย น้ำได้ดีและอาจใช้ในการทำถุงได้ (จริงแท้, 2541)

2.4.4 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาผลิตผลสดที่อุณหภูมิต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการหายใจและชะลอการ เกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ ชะลอการสุก ลดการคายน้ำ และสามารถลดการทำลายของ จุลินทรีย์ได้ (นิธิยาและคณะ 2548) การเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผลิตผล ตลอดจนกระบวนการ เจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงการเจริญเติบโตจะสูง และเร่งให้เกิด การเปลี่ยนแปลงให้เร็วขึ้นและมีผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง (จริงแท้ 2541)

2.4.4.1 ลดอัตราการหายใจ

การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถลดอัตราการหายใจของผักและผลไม้พร้อม บริโภคได้ยกตัวอย่างเช่น ผักกาดหอมห่อพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอัตรา การหายใจเท่ากับ $7.6 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอัตราการ หายใจเท่ากับ $12.6 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ เช่นเดียวกันกับแครอทพร้อมบริโภคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศา เซลเซียส มีอัตราการหายใจเท่ากับ $6.0 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศา เซลเซียส มีอัตราการหายใจ เท่ากับ $10.0 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ (Watada และคณะ, 1996) เนื่องจาก อุณหภูมิต่ำทำให้ลดกิจกรรมและชะลอปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวกับการหายใจ อัตราการหายใจของ ผักผลไม้สามารถใช้ในการประเมินอายุการเก็บรักษาได้ (Priepke และคณะ, 1976) รายงานการเก็บ รักษาใบ jute ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดการสูญเสียความชื้น และวิตามินซีได้ ส่วนการบรรจุใน jute ในถุง PE และเก็บไว้ที่ที่มีอุณหภูมิสูงจะเพิ่มการสะสมของเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน ถุง จึงมีผลในการเร่งการเสื่อมสภาพ (Tulio Jr และคณะ 2002) นอกจากนี้ Ding และคณะ (2002) รายงานว่า loquat ที่บรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอ การเสื่อมสภาพได้นานกว่าเก็บที่อุณหภูมิสูง ซึ่งภายใต้สภาพอุณหภูมิที่สูงจะมีการสะสมก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง PE สูง ส่วนผักตัดแต่งพร้อมบริโภค 4 ชนิด คือ salad rocket wild rocket mizuna และ watercress จะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูง (Martinez-Sanchez และคณะ 2008)

2.4.4.2 ลดการเกิดสีน้ำตาล (browning)

อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของผักพร้อมบริโภคได้ โดยมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเปลี่ยนสารประกอบ phenol ไปเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำยังมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) (Toivonen, 1997) นอกจากนี้ Watada และคณะ (1996) พบว่าการเก็บรักษาหีตัดสดที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ ปี 2006 Marrero และ Kader รายงานว่า การเก็บรักษาสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลงร่วมกับอุณหภูมิต่ำ พบว่าอุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายและลดการหายใจได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนที่ต่ำจะช่วยรักษาสีของเนื้อ ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยลดการเกิดอาการสีน้ำตาล

2.4.4.3 ลดการปนเปื้อนของเชื้อ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งกิจกรรมต่างๆของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่การงอกของสปอร์และการผลิตสารพิษ (toxin) ซึ่ง Petran และคณะ (1995) พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อชนิด romain และกะหล่ำปลีพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียสสามารถลดการงอกของสปอร์และการผลิต toxin ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.7 และ 21 องศาเซลเซียส และในมะเขือเทศพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถลดการงอกของสปอร์และการผลิต botulinol toxin ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิต่ำจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของผักพร้อมบริโภคคือการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Jay, 1996) กระบวนการผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค จะเร่งให้เกิดให้เกิดการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อ การเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ (Allende และคณะ 2006) การเก็บรักษาพริกหยวกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาจะมีการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นด้วย (Gonzalez-Aguilar, 2004)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

สับประรดพันธุ์นางแลที่ใช้ในการทดลองนำมาจากตำบลนางแล จังหวัดเชียงราย ทำการล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้ง ปอกและหั่นสับประรดให้มีขนาด 5 x 8 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำมาทำการทดลอง ดังนี้

3.1.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาผลของวิธีการเตรียมต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของสับประรด

ตัดแต่งพร้อมบริโภค

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 0 50 100 150 และ 200 ppm

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ 1 และ 5 นาที

ตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และบันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน บันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. ปริมาณยีสต์และรา
3. การทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผิดปกติ

3.1.2 การทดลองที่ 2: ศึกษาผลของฟิล์มและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพสับประรด

ตัดแต่งพร้อมบริโภค

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD มี 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 ฟิล์ม 4 ชนิด คือ PVC ความหนา 8 และ 12 ไมครอน และถุง PP และ PE

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิการเก็บรักษา 2 ระดับ คือ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

สับประรดจะถูกบรรจุในถาดโฟมและหุ้มห้วยฟิล์มชนิดต่างๆ ก่อนเก็บรักษาตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้

บันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก
2. ปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุ
3. การเกิดอาการสีน้ำตาล
4. การประเมินทางประสาทสัมผัส
5. อายุการวางจำหน่าย

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ S4 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completed Random Design)

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

4.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาผลของวิธีการเตรียมต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ของ สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

การศึกษาผลของการเตรียมโดยการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์สำหรับการลดเชื้อในสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยการจุ่ม ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที พบว่า การจุ่มสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 4-1 และ 4-3) ทั้งนี้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm ให้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ ที่ระดับความเข้มข้น 150 100 50 และ 0 ppm ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มที่ 1 และ 5 นาที พบว่าระยะเวลาในการแช่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ต่อการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

เมื่อพิจารณาผลของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ต่อการลดปริมาณยีสต์และรา พบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรด์สามารถลดการเจริญของยีสต์และราได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 50-200 ppm แต่ระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดปริมาณยีสต์และรา (รูปที่ 4-2 และ 4-4)

การเน่าเสียของผักพร้อมบริโภคโดยส่วนมากเกิดจากการเข้าทำลายของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage Bacteria) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นชนิดเดียวกับแบคทีเรียในแปลงปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Pseudomonas fluorescens* และ *Erwinia carotovora* ซึ่งจัดเป็นแบคทีเรียที่สำคัญที่ทำให้เกิดอาการเน่าของผักทั้งในแปลงปลูกและผักพร้อมบริโภค (Robbs และคณะ, 1996; Simon, 1997) การเน่าเสียของผักและผลไม้พร้อมบริโภคจากแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าว เกิดเนื่องจากการที่แบคทีเรียผลิตเอนไซม์กลุ่ม Pectinolytic ออกมาเพื่อย่อยสลายเนื้อเยื่อของพืชทำให้การเน่าเสียเกิดขึ้น นอกจากเชื้อแบคทีเรียแล้วเชื้อราและยีสต์ก็สามารถผลิตเอนไซม์ดังกล่าวได้ ดังนั้นเชื้อราและยีสต์จึงเป็นสาเหตุของการเน่าเสียได้เช่นกัน (Osuna และคณะ, 1995) มีรายงานการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์กับผลิตผลหลายชนิด เช่น แครอท ผักกาด กะหล่ำปลีหั่นฝอย (shredded cabbage) โดยทั่วไปการเข้าทำลายของยีสต์เกิดขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา (Carlin และคณะ, 1990) ซึ่งชนิดและปริมาณของเชื้อยีสต์มีความแตกต่างกันตามระยะเวลาในการเก็บรักษา

อุตสาหกรรมผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคนิยมใช้สารละลายคลอรีนในการล้างทำความสะอาดและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ซึ่ง

สารประกอบคลอรีนนิยมใช้ที่ระดับความเข้มข้น 50-200 ppm ระยะเวลาไม่เกิน 5 นาที (Rico และคณะ, 2007)

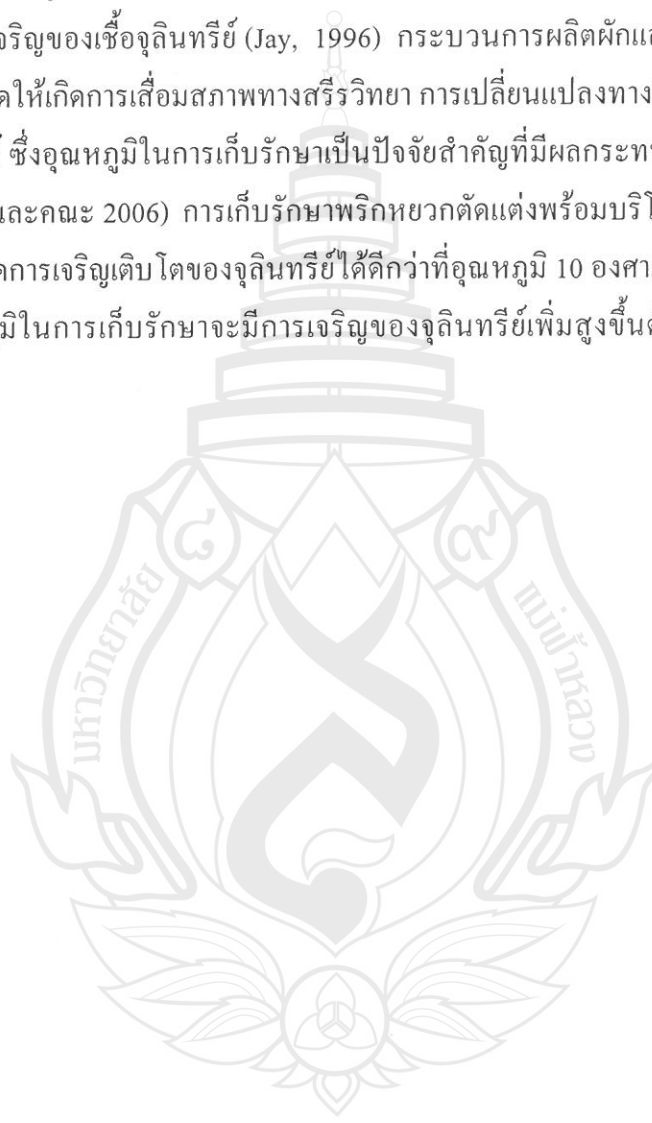
โซเดียมไฮโปคลอไรด์เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจากคลอรีนไปจับกับโปรตีนกับเยื่อหุ้มเซลล์เกิดเป็น N-chloro compounds ที่ไปรบกวนการทำงานของเซลล์และไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ไวต่อการเกิดออกซิเดชัน (Brackett, 1987) Hurst (1995) รายงานว่า การใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่ำกว่า 200 ppm มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของผักและผลไม้พร้อมบริโภคได้ดี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิของสารละลาย ในปี 1990 Beauchart และ Brackett แนะนำว่าการล้างผักกาดหอมพร้อมบริโภคด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณ *Listeria monocytogenes* ได้ นอกจากนี้การล้างบริเวณผิวของผลมะเขือเทศก่อนตัดแต่งด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายของมะเขือเทศตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ เช่นเดียวกับการล้างด้วยโปแตสเซียมไบคาร์บอเนต แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแลคเตต (Hong และ Gross 1998)

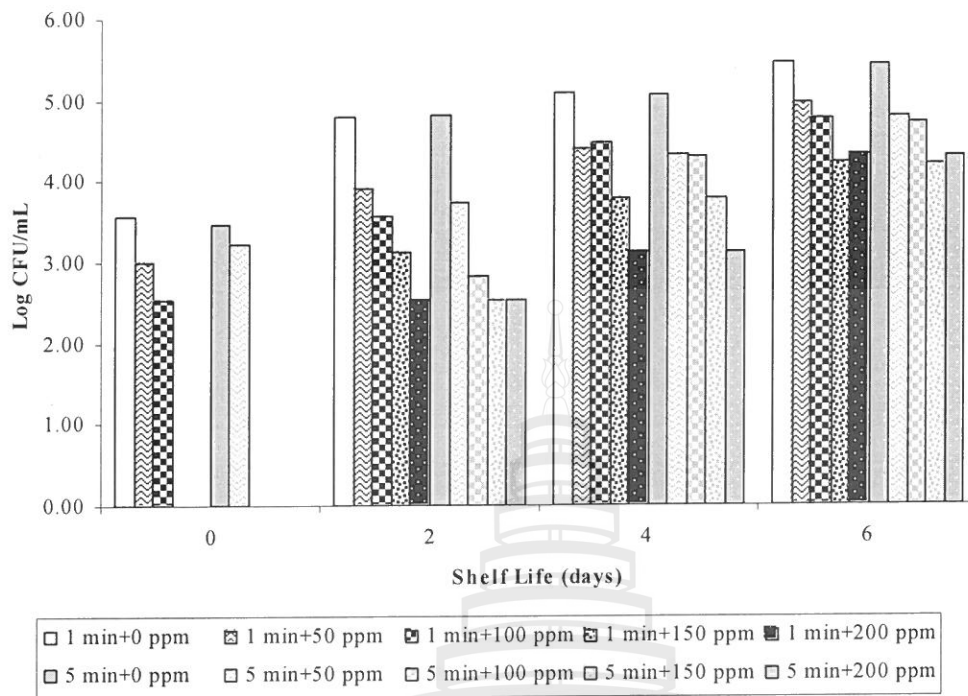
เกสินี และคณะ (2550) รายงานว่ามะละกอเส้นที่แช่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ส่วน iceberg lettuce พร้อมบริโภคที่ล้างด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ร่วมกับคลอรีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Buar และคณะ 2005)

เมื่อพิจารณาแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผิดปกติ แบ่งเกณฑ์การคะแนนออกเป็น 5 ระดับดังนี้ 1 = ไม่มีกลิ่นผิดปกติ 2 = มีกลิ่นเล็กน้อย 3 = มีกลิ่นปานกลาง 4 = มีกลิ่นมาก 5 = มีกลิ่นมากที่สุด จากผลการทดลองพบว่า การจุ่มขึ้นสับประรดในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเท่ากับ 1 เช่นเดียวกับชุดควบคุม คือ ไม่มีกลิ่นผิดปกติ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้น สับประรดจะมีกลิ่นผิดปกติมากขึ้นจึงได้รับคะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสสูง เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะที่ใช้ในการจุ่มโซเดียมไฮโปคลอไรด์ต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติ พบว่าเมื่อเพิ่มเวลานานขึ้นจะมีผลทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 4-5) Delaquis และคณะ (2004) รายงานว่า ความเข้มข้นของคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 50 mg/L จะเริ่มมีกลิ่นผิดปกติใน iceberg lettuce พร้อมบริโภค

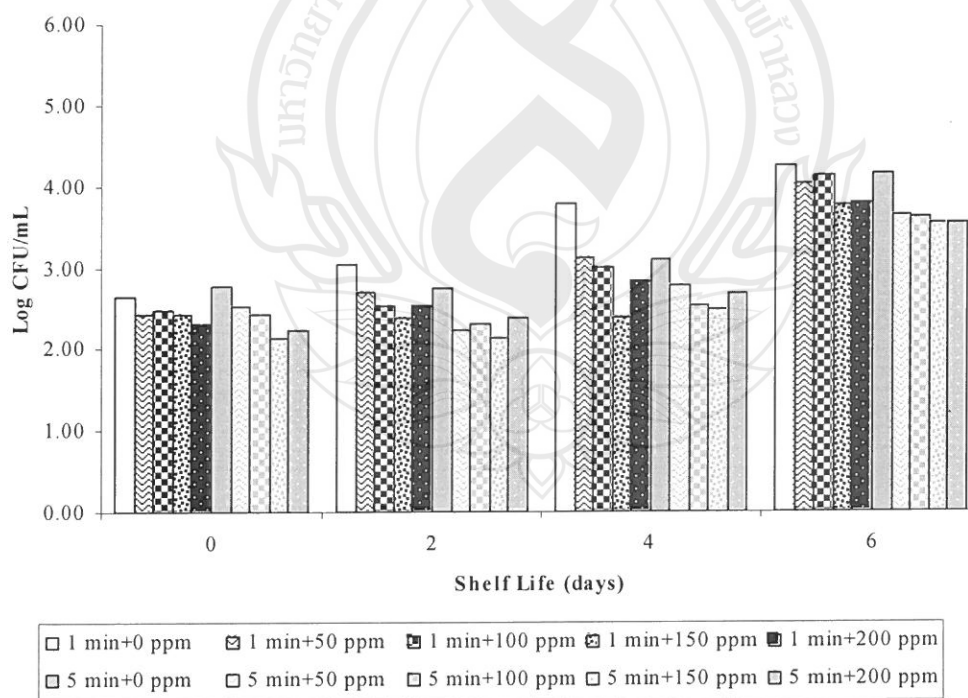
นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งกิจกรรมต่างๆของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่การงอกของสปอร์และการผลิตสารพิษ (toxin) ซึ่ง Petran และคณะ (1995) พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อชนิด romain และ

กะหล่ำปลีพร้อมบริโภคน้ำที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส สามารถลดการงอกของสปอร์และการผลิต toxin ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.7 และ 21 องศาเซลเซียส และในมะเขือเทศพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถลดการงอกของสปอร์และการผลิต botulinol toxin ของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิต่ำจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของผักพร้อมบริโภคคือการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Jay, 1996) กระบวนการผลิตผักและผลไม้สดแช่แข็งพร้อมบริโภค จะเร่งให้เกิดให้เกิดการเสื่อมสภาพทางสรีรวิทยา การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ซึ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อความเสียหายของผลิตภัณฑ์ (Allende และคณะ 2006) การเก็บรักษาพริกหยวกแช่แข็งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเก็บรักษาจะมีการเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นด้วย (Gonzalez-Aguilar, 2004)



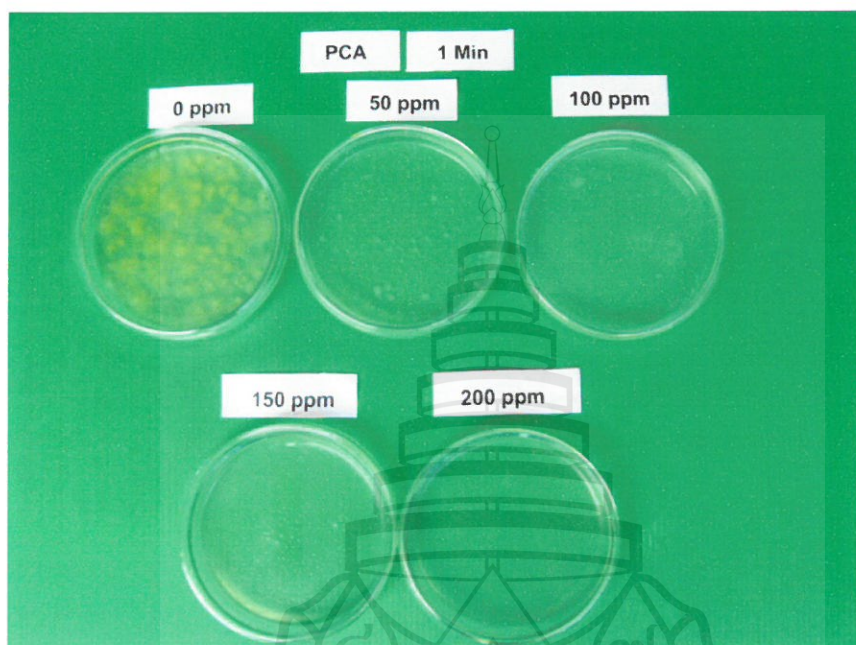


รูปที่ 4-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที

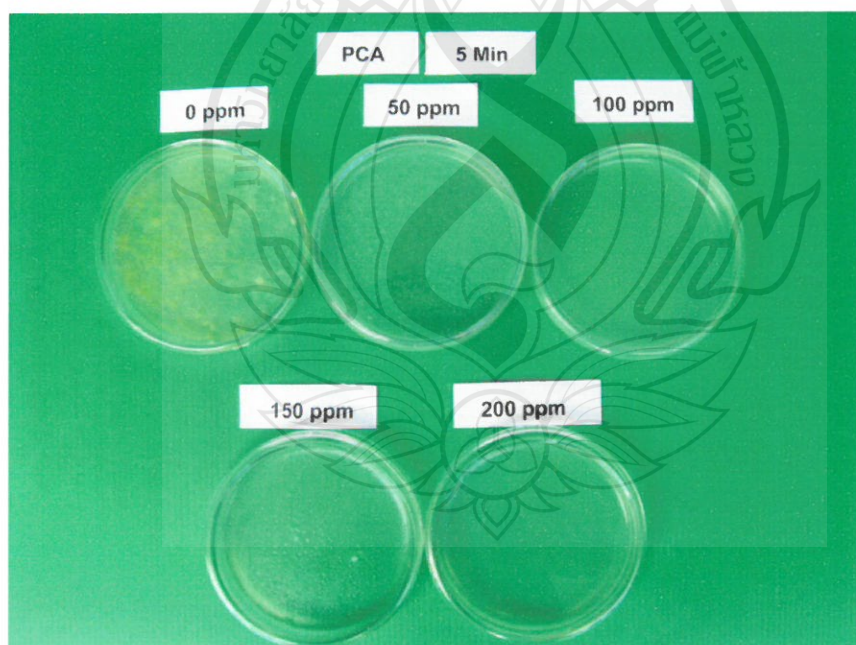


รูปที่ 4-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที

(ก)

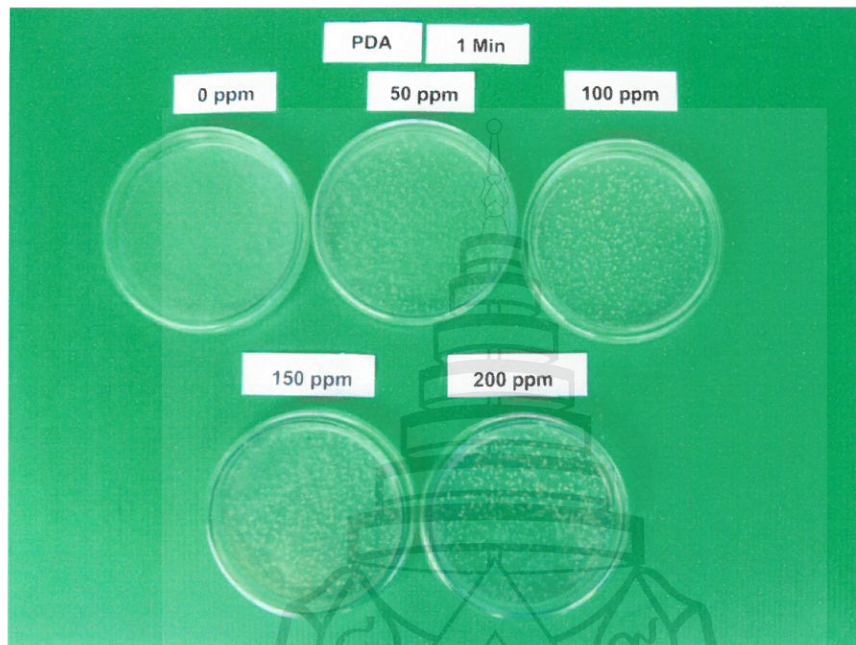


(ข)

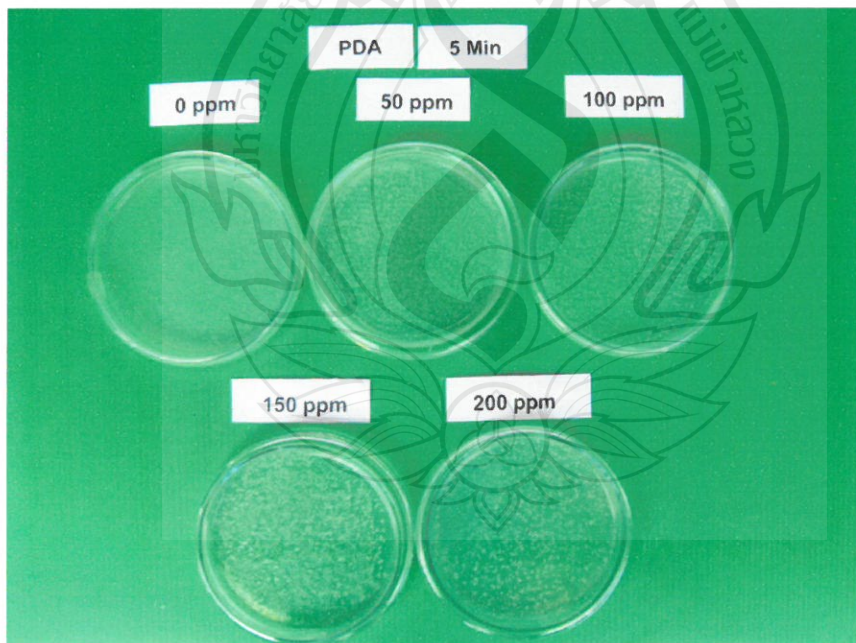


รูปที่ 4-3 การเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ภายหลังการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 นาที (ก) และ 5 นาที (ข)

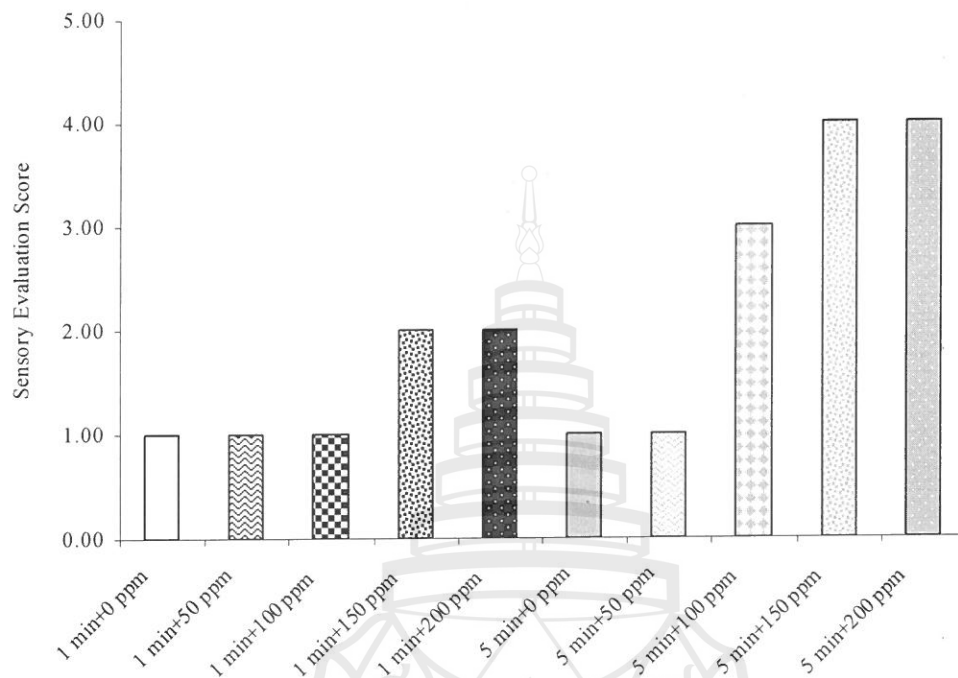
(ก)



(ข)



รูปที่ 4-4 การเจริญของยีสต์และรา ภายหลังจากการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 นาที (ก) และ 5 นาที (ข)



รูปที่ 4-5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นผิดปกติ ภายหลังจากการจุ่มในสารละลาย โหเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที

4.2 การทดลองที่ 2: ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ออายุ

การวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค

จากการศึกษาผลของการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสต่ออายุการวางจำหน่ายสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่าชนิดของฟิล์มมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยเฉพาะการบรรจุด้วยถุง PE สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่การบรรจุด้วยถุง PP และการหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 12 และ 8 ไมครอนตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิที่ 10 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าที่ 15 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4-6)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุ (รูปที่ 4-7 และ 4-8) พบว่า การเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นช้ากว่าการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบชนิดของฟิล์มพลาสติกพบว่า ฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน มีก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเร็วกว่าฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน และการบรรจุด้วยถุง PP และ PE ตามลำดับ

การเปรียบเทียบการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอน และการบรรจุด้วยถุง PP และ PE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสต่อคะแนนการเกิดสีน้ำตาล (รูปที่ 4-9) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 = ไม่มีอาการ 2 = เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย 3 = เกิดสีน้ำตาลปานกลาง 4 = เกิดสีน้ำตาลมาก 5 = เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดอาการสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในขณะที่การบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน สามารถชะลอการเกิดอาการสีน้ำตาลได้ดีกว่าการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน และการบรรจุด้วยถุง PE และ PP ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาคะแนนการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏภายนอก ที่แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้ 1 = สด ไม่มีตำหนิ 2 = มีตำหนิเล็กน้อย (5-10%) 3 = มีตำหนิปานกลาง (20-30%) 4 = มีตำหนิมาก (40-50%) 5 = มีตำหนิมากที่สุด (มากกว่า 50%) และหาค่าอายุการวางจำหน่าย ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในวันที่ 6 เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบผลของฟิล์มพลาสติก พบว่า ฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏภายนอกได้ดีกว่าฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอนและการบรรจุ

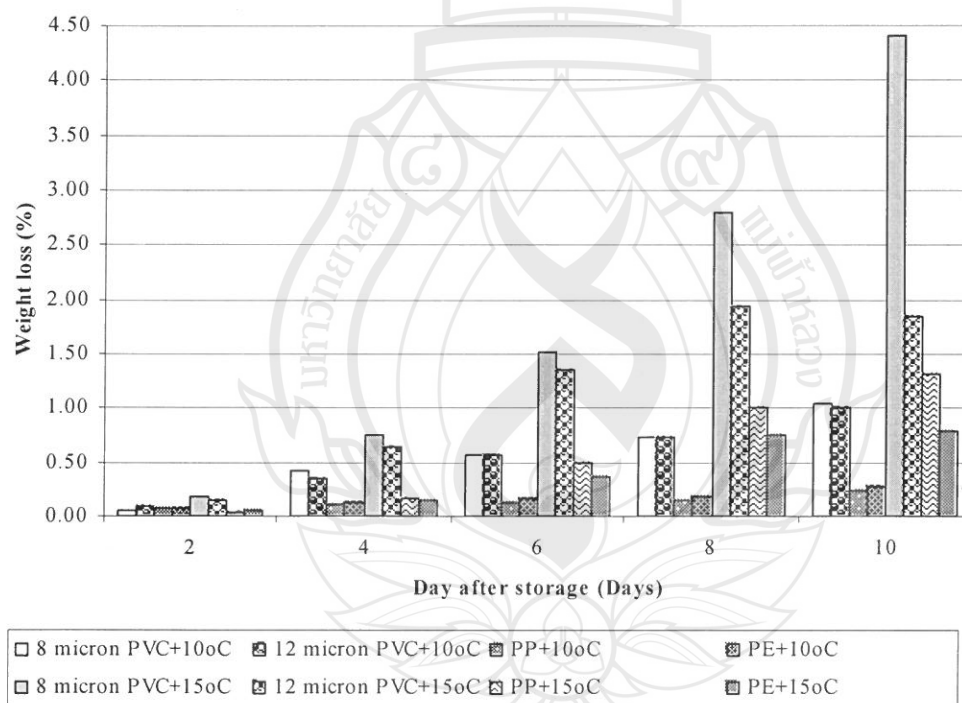
ด้วยถุง PE และ PP ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ (รูปที่ 4-10) ทั้งนี้รูปที่ 4-11 แสดงลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพดัดแปลง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ณ วันที่ 6 (ก) 8 (ข) แสดงให้เห็นว่า การบรรจุสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาล และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถรักษาลักษณะปรากฏภายนอกได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอนสามารถรักษาลักษณะปรากฏภายนอกได้ดีกว่าการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอนและการบรรจุด้วยถุง PE และ PP ตามลำดับ

การเก็บรักษาผลิตผลสดที่อุณหภูมิต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการหายใจและชะลอการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ภายในเซลล์ ชะลอการสุก ลดการคายน้ำ และสามารถลดการทำลายของจุลินทรีย์ได้ (นิธิยาและคณะ 2548) การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในผลิตผล ตลอดจนกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงการเจริญเติบโตจะสูง และเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้เร็วขึ้นและมีผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง (จริงแท้ 2541) Ding และคณะ (2002) รายงานว่า loquat ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเสื่อมสภาพได้นานกว่าเก็บที่อุณหภูมิสูง ซึ่งภายใต้สภาพอุณหภูมิที่สูงจะมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง PE สูง ส่วนผักตัดแต่งพร้อมบริโภค 4 ชนิด คือ salad rocket wild rocket mizuna และ watercress จะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาสูง (Martinez-Sanchez และคณะ 2008)

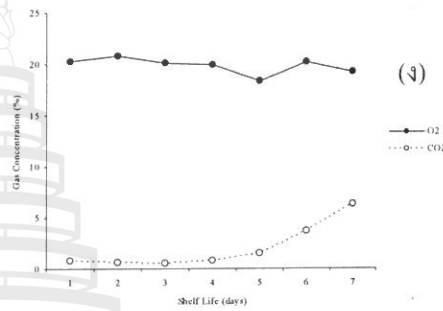
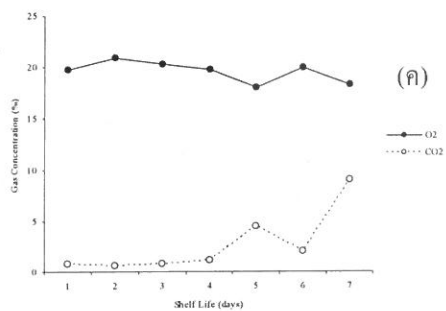
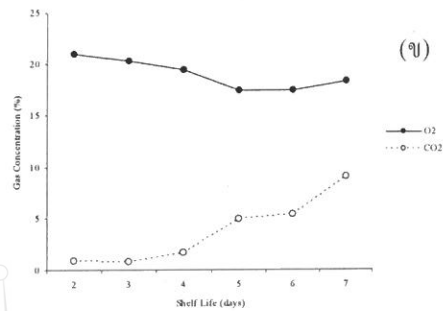
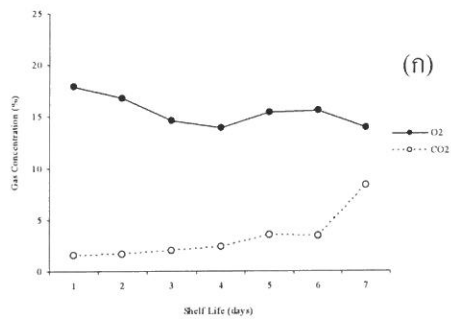
อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลของผักพร้อมบริโภคได้ โดยมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการเปลี่ยนสารประกอบ phenol ไปเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำยังมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) (Toivonen, 1997) นอกจากนี้ Watada และคณะ (1996) พบว่าการเก็บรักษาหีตัดสดที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ ปี 2006 Marrero และ Kader รายงานว่า การเก็บรักษาสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงร่วมกับอุณหภูมิต่ำ พบว่าอุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการวางจำหน่ายและลดการหายใจได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนที่ต่ำจะช่วยรักษาสีของเนื้อ ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะช่วยลดการเกิดอาการสีน้ำตาล

การเก็บรักษาผักและผลไม้พร้อมบริโภคในสภาพบรรยากาศดัดแปลง เป็นการเก็บรักษาที่ต้องการเพิ่มระดับคาร์บอนไดออกไซด์และลดลงของออกซิเจน ซึ่งในทางปฏิบัติสามารถทำได้โดยการปล่อยให้ผลิตผลปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจ ให้มีการสะสมมากขึ้นในภาชนะบรรจุ (passive modified atmosphere) หรือโดยการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใน

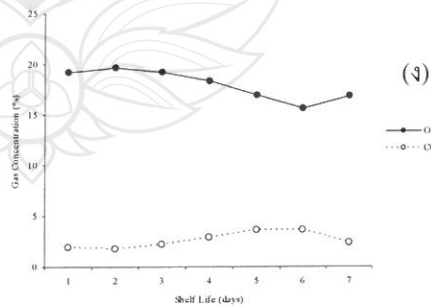
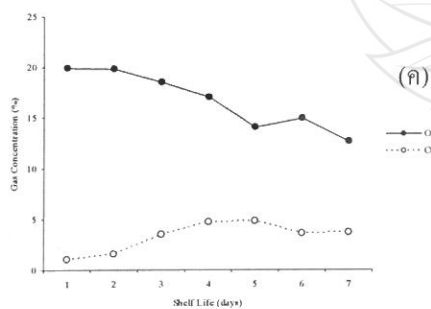
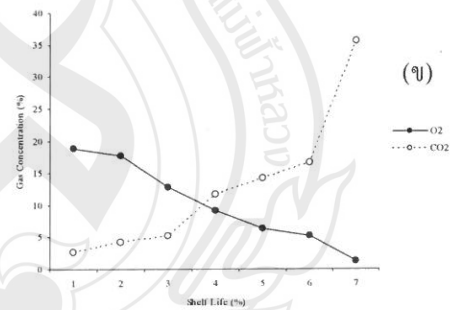
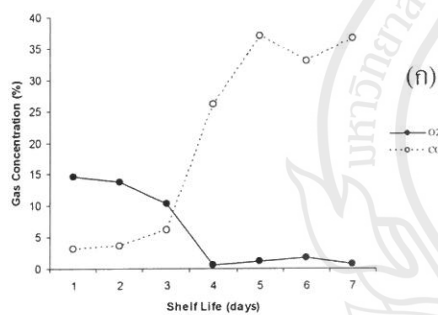
ภาชนะบรรจุ (active modified atmosphere) การเปลี่ยนแปลงก๊าซภายในภาชนะบรรจุ มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้พร้อมบริโภค โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและปริมาณจุลินทรีย์ รวมทั้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษา (Hamza และคณะ, 1996) ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุให้มีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งจะมีผลในการลดการหายใจของผักผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Alzamora และคณะ, 2000) ปริมาณออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันต่างๆ เช่นการออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสีน้ำตาล ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ และมีคุณสมบัติในการชะลอการทำงานของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ (จริงแท้, 2541)



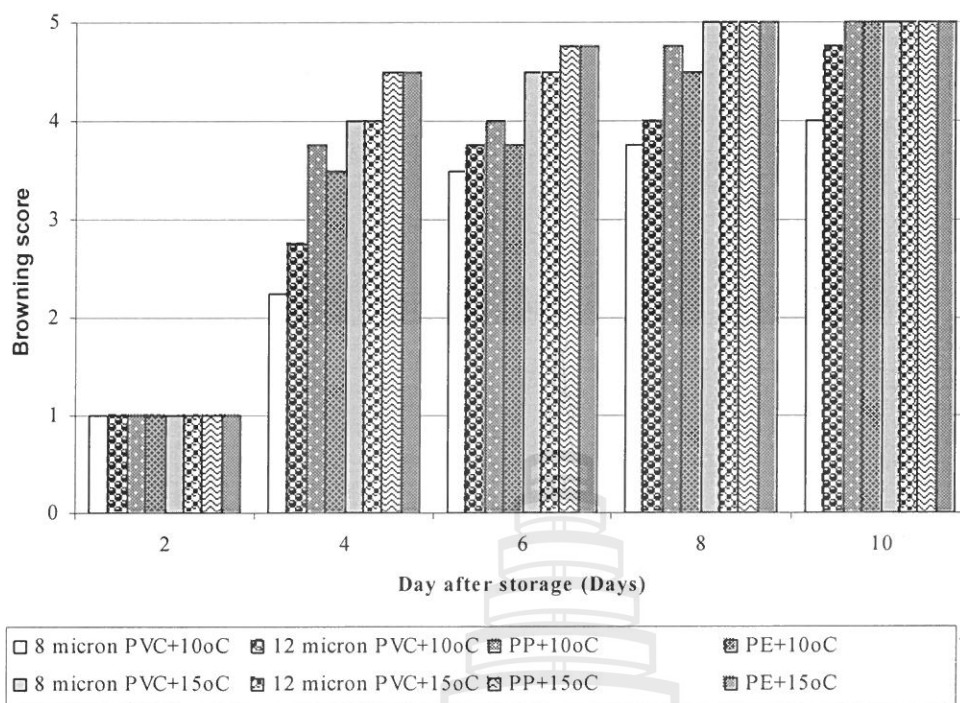
รูปที่ 4- 6 การเปลี่ยนแปลงร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส



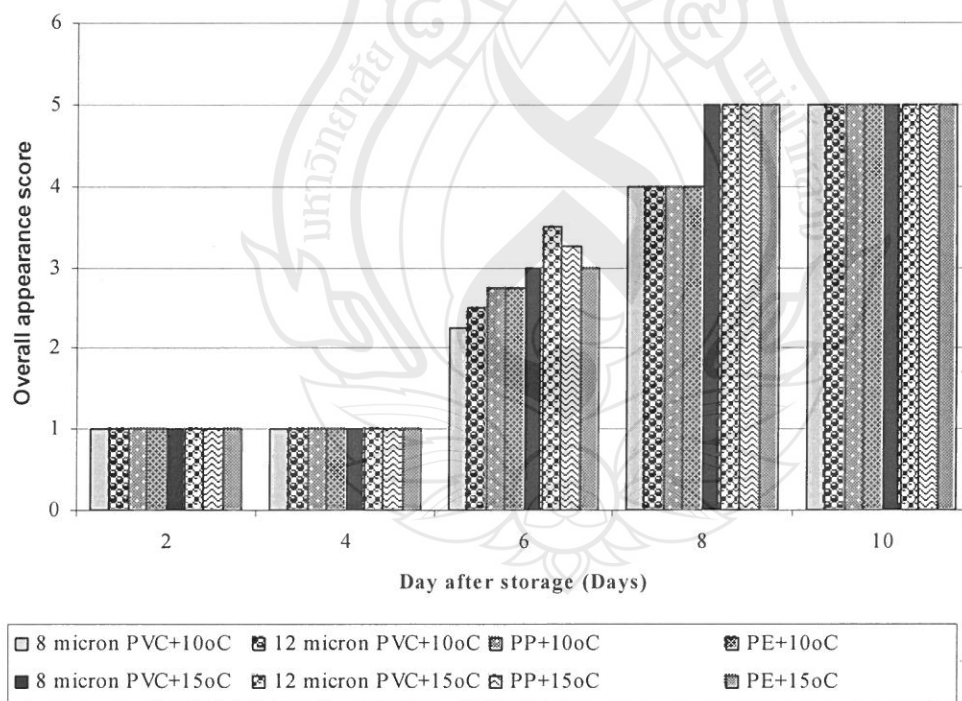
รูปที่ 4- 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน (ก) PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน (ข) ถุง PP (ค) ถุง PE (ง) ณ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4- 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน (ก) PVC ขนาดความหนา 12 ไมครอน (ข) ถุง PP (ค) ถุง PE (ง) ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

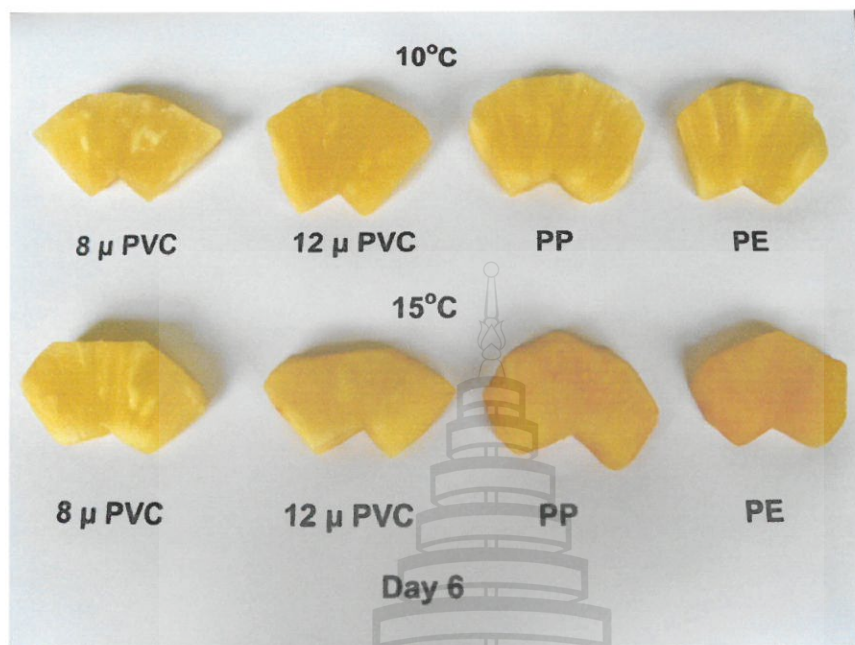


รูปที่ 4- 9 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการเกิดอาการสีน้ำตาลของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโกที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

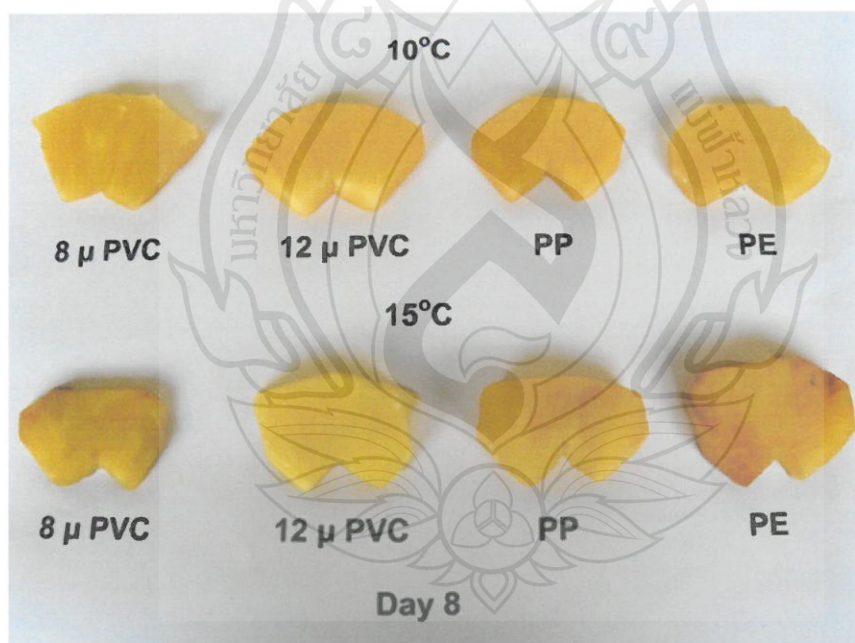


รูปที่ 4- 10 การเปลี่ยนแปลงคะแนนลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโกที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

(ก)



(ข)



รูปที่ 4- 11 ลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโกลที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบ
สภาพบรรยากาศดัดแปลง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ณ วันที่ 6 (ก) และ
8 (ข)

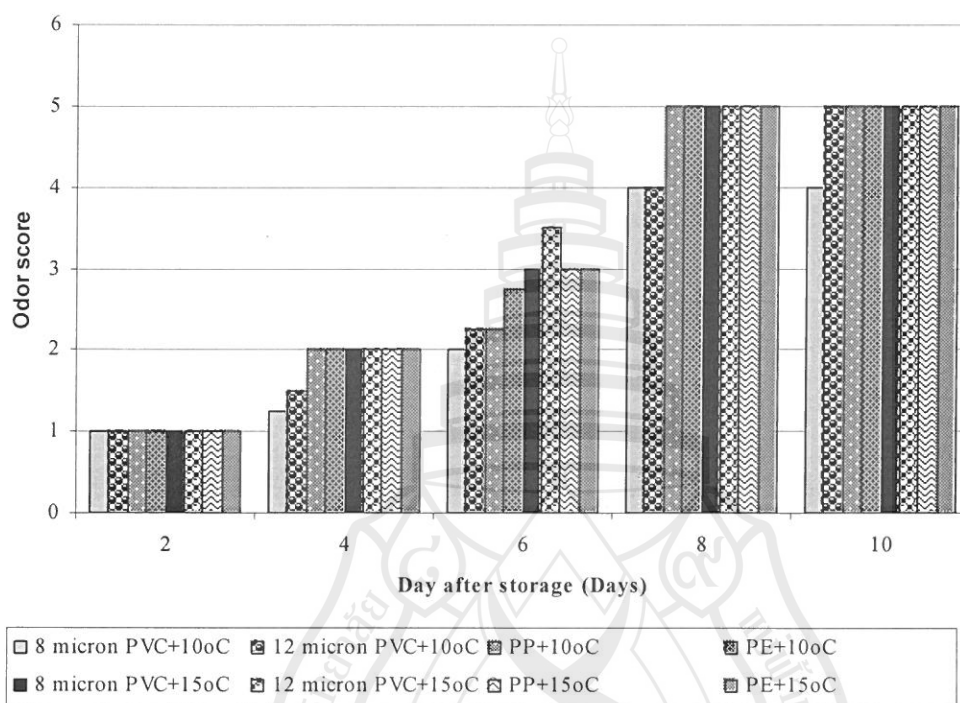
การศึกษาผลของการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอน และการบรรจุด้วยถุง PP และ PE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค (รูปที่ 4-12) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 = ไม่มีกลิ่นผิดปกติ 2 = มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย 3 = กลิ่นเหม็นปานกลาง 4 = มีกลิ่นเหม็นมาก แต่ยอมรับได้ 5 = มีกลิ่นเหม็นมากที่สุด ผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถชะลอการเกิดกลิ่นผิดปกติได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ที่สามารถลดการเกิดกลิ่นผิดปกติได้ดีกว่าการบรรจุด้วยถุง PP และ PE โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน

เมื่อพิจารณาผลของการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอน และการบรรจุด้วยถุง PP และ PE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียสต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค (รูปที่ 4-13) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 9 = ดีที่สุด สดเหมือนใหม่ 7 = ดีมาก มีสีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 5 = ดี มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลปานกลาง 3 = พอใช้มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลมาก แต่ยอมรับได้ 1 = มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลมาก หดอายุการวางจำหน่าย ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสได้คะแนนการยอมรับโดยรวมมากกว่าการเก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ได้คะแนนการยอมรับโดยรวมมากกว่าการบรรจุด้วยถุง PP และ PE โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน ทั้งนี้สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน และเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการวางจำหน่ายนานที่สุดคือ 10 วัน (รูปที่ 4-14)

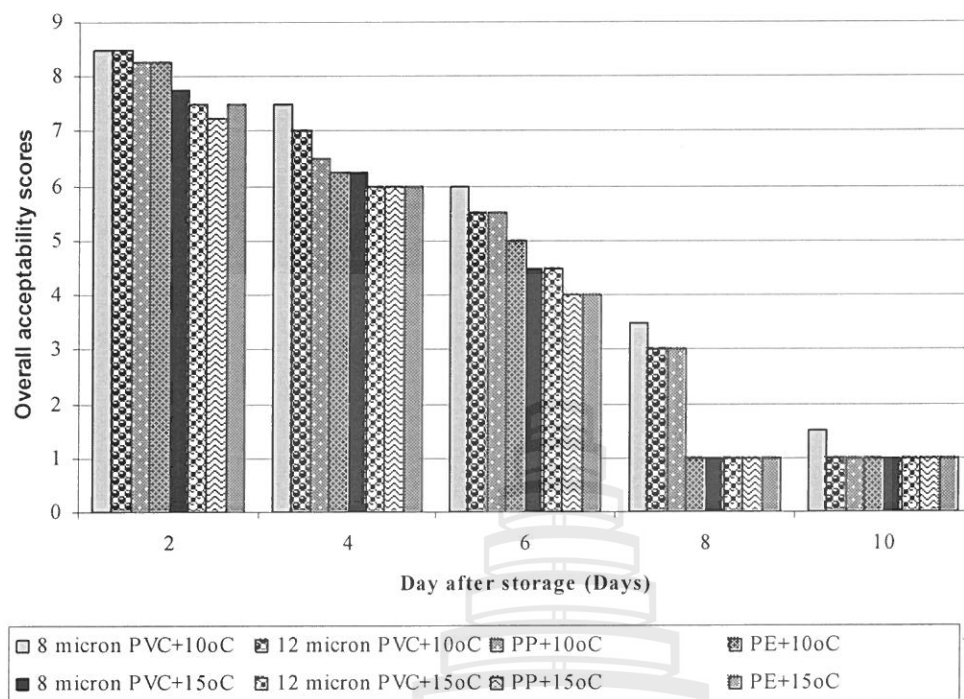
สภาพที่มีออกซิเจนในสภาพบรรยากาศน้อยเกินไป ทำให้เกิดเมแทบอลิซึมแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีผลในการเพิ่มการหมัก ในขณะที่เดียวกันสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการหายใจ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และมีการสะสมของ succinic acid ที่มากเกินไปซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์ (Soliva-Fortuny และ Martin-Belloso, 2003) ปี 2004 Gonzalez-Aguilar และคณะ รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหยวกตัดแต่งพร้อมบริโภคในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียคุณภาพได้ นอกจากนี้กลิ่นผิดปกติภายในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kim และคณะ 2004)

ปี 2005 Gomez และ Artes รายงานว่า การบรรจุ celery sticks ในถุง OPP (Oriented Polypropylene) สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าการบรรจุในถุง LDPE และ PE-perforated ทั้งนี้ ในถุง OPP มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า แต่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า ส่วน พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) หรือฟิล์ม PVC สามารถทำให้ก๊าซและไอน้ำระเหยผ่านได้ดี ฟิล์มชนิดนี้นิยม

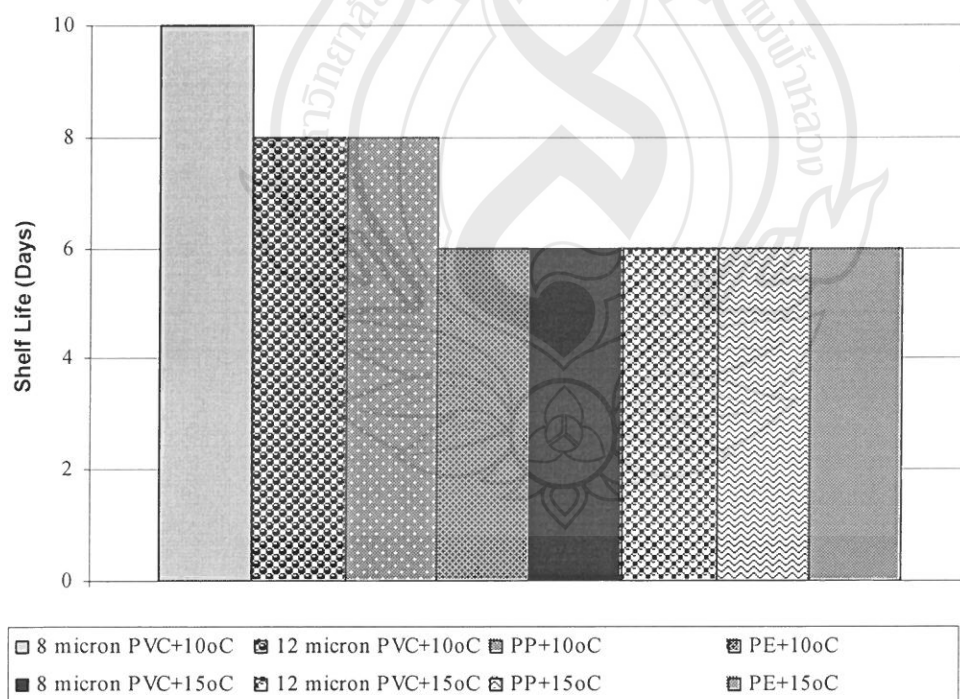
ใช้กันมากในการปิดด้านบนของถาดโฟมที่ใส่ผลิตผล ทำให้ผลิตผลมีลักษณะดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค เพราะผิวดูเป็นมัน จุดเด่นของฟิล์ม PVC คือทนต่อน้ำมันและกันกลิ่นได้ดี โส แข็งแรง ทนทานต่อการเสียดสี



รูปที่ 4- 12 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4- 13 การเปลี่ยนแปลงคะแนนการยอมรับโดยรวมของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4- 14 อายุการวางจำหน่ายของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของการเตรียมโดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์สำหรับการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 200 ppm เป็นเวลา 1 และ 5 นาที พบว่า โซเดียมไฮโปคลอไรด์ให้ผลดีในการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ทั้งนี้ระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา อย่างไรก็ตามการเตรียมสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยการจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm นาน 1 นาที ให้ผลดีที่สุดในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา โดยไม่มีกลิ่นผิดปกติเช่นเดียวกับชุดควบคุม

การทดลองที่ 2 จากการศึกษาผลของการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 และ 12 ไมครอน และบรรจุด้วยถุง PP และ PE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส ต่ออายุการวางจำหน่ายสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ให้ผลดีในการรักษาคุณภาพ โดยสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก การเกิดสีน้ำตาล และได้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ส่วนการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC สามารถรักษาคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีกว่าการบรรจุด้วยถุง PP และ PE โดยได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่า อย่างไรก็ตามการบรรจุด้วยฟิล์ม PVC ขนาดความหนา 8 ไมครอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 10 วัน

เอกสารอ้างอิง

- เกศินี สังข์คำ อินทรา ลิจันทรพร และศิริชัย กัลยาณรัตน์ 2550 ผลของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในมะละกอเส้น **Postharvest Newsletter** ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ปีที่ 6 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน 2550)
- จินดารัฐ วีรุฒิ และนรณ วรามิตร 2547 **สับปะรด:พืชเศรษฐกิจ** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 364-367
- จริงแท้ ศิริพานิช 2541 **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 396 หน้า
- นิธิยา รัตนพานนท์ และ ดนัย บุญเกียรติ 2548 **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้** โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ 236 หน้า
- “โซเดียมไฮโปคลอไรต์” [online] available.
http://www.thaidetail.com/Webpage/01_Envi/a02a/a02a5_05t13.html
(1 พฤศจิกายน 2551)
- Alzamora, S.M., Tapia, M.S., and Lo'pez-Malo, A., 2000, **Minimally processed fruits and vegetables**. Aspen Publishers, Inc., USA. 360 p.
- Babic, I., Hilbert, G., Nguyen-the, C. and Guiraud, J., 1992, “The yeast flora of stored ready-to-use carrots and their role in spoilage”, **International Journal of Food Science and Technology**, Vol. 27, pp. 473-484.
- Barriga, M.I., Trachy, G., Willemot, C. and Simard, R.E., 1991, “Microbial changes in shredded iceberg lettuce stored under controlled atmosphere,” **Journal of Food Science**, Vol. 56, No. 6, pp. 1586-1588.
- Baur, S., Klaiber, R., Wei, H., Hammes, W.P., and Carle, R., 2005, “Effect of temperature and chlorination of pre-washing water on shelf-life and physiological properties of ready-to-use iceberg lettuce”, **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, Vol. 6, pp. 171-178.
- Bennik, M.H.J., Peppelenbos, H.W., Nguyen-the, C., Carlin, F., Smid, E.J. and Gorris, L.G.M., 1996, “Microbiology of minimally processed, modified-atmosphere packaged chicory endive,” **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 9, pp. 209-221.

- Beuchat, L.R. and Brackett, R.E., 1990, "Inhibitory effects of raw carrots on *Listeria monocytogenes*," **Applied and Environmental Microbiology**, Vol. 56, No. 6, pp. 1734-1742.
- Brackett, R.E., 1987, "Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*", **Journal of Food Protection**, Vol. 50, pp. 999-1003.
- Brecht, J.K., 1995, "Physiology of lightly processed fruits and vegetable," **HortScience**, Vol. 30, No. 1, pp. 18-22.
- Burns, J.K., 1995, "Lightly processed fruits and vegetables : introduction to the colloquium," **HortScience**, Vol. 30, No. 1, pp. 14.
- Cantwell, M., 1997, "Summary of storage condition's minimally processed fruits and vegetables," **Proceeding of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference**, University of California, Davis, Vol. 5, California, pp. 145-151.
- Carlin, F., Nguyen-the, C. and de Silva, A.A., 1995, "Factors affecting the growth of *Listeria monocytogenes* on minimally processed fresh endive," **Journal of Applied Bacteriology**, Vol. 78, No. 5, pp. 636-646.
- Delaquis, P.J., Fukumoto, L.R., Toivonen, P.M.A., and Cliff, M.A., 2004, "Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 31, pp. 81-91.
- Ding, C.K., Chachin, K., Ueda, Y., Imahori, Y., and Wang, C.y., 2002, "Modified atmosphere packaging maintains Postharvest quality of loquat fruit", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 24, pp. 341-348.
- Gomez, P.A., and Artes, F., 2005, "Improved keeping quality of minimally fresh processed celery sticks by modified atmosphere packaging", **LWT**, Vol. 38, pp. 323-329.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Ayala-Zavala, J.F., Ruiz-Cruz, S., Acedo-Felix, E., and Diaz-Cinco, M.E., 2004, "Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh cut bell peppers", **Lebensm.-Wiss. U.-Technology**, Vol. 37, pp. 817-826.
- Hamza, F., Castaigne, F., Willemot, C., Doyon, G. and Makhlouf, J., 1996, "Storage minimally processed romaine lettuce under controlled atmosphere," **Journal of Food Quality**, Vol. 19, pp. 177-188.

- Heimdal, H., Kuhn, B.F., Poll, L. and Larsen, L.M., 1995, "Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA-packaged iceberg lettuce," **Journal of Food Science**, Vol. 60, No. 6, pp. 1265-1268.
- Hong, J.H., and Gross, K.C., 1998, "Surface sterilization of whole tomato fruit with sodium hypochlorite influences subsequent postharvest behavior of fresh cut slices" **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 13, 51-58.
- Hurst, W.C., 1995, "Sanitation of lightly of lightly processed fruits and vegetables," **HortScience**, Vol. 30, No. 1, pp. 22-24.
- Jay, J.M., 1996, **Modern Food Microbiology**, New York, Chapman & Hall, 661 pp.
- Kim, J.G., Luo, Y., and Gross, K.C., 2004, "Effect of package film on the quality of fresh cut salad savoy", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 32, pp. 99-107.
- King Jr., A.D., Magnuson, J.A., Torok, T. and Goodman, N., 1991, "Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce," **Journal of Food Science**, Vol. 56, No. 2, pp. 459-461.
- Marrero, A., and Kader, A.A., 2006, "Optimal temperature and modified atmosphere for keeping quality of fresh cut pineapples", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 39, pp. 163-168.
- Martinaz-Sachez, A., Allende, A., Cortes-Galera, Y., and Gil, M.I., 2008, "Respiration rate response of four baby leaf *Brassica* species to cutting at harvest and fresh cut washing", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 47, pp. 382-388.
- Nguyen-the, C. and Carlin, F., 1996, "The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables," **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Vol. 34, No. 4, pp. 371-401.
- Osuna, J.J., Zurera, G. and Garcia, R.M., 1995, "Microbial growth in packaged fresh asparagus," **Journal of Food Quality**, Vol. 18, pp. 203-214.
- Petran, R.L., Sperber, W.H. and Davis, A.B., 1995, "*Clostridium botulinum* toxin formation in Romaine lettuce and shredded cabbage: effect of storage and packaging conditions," **Journal of Food Protection**, Vol. 58, No. 6, pp. 624-627.
- Priepke, P.E., Wei, L.S. and Nelson, A.I., 1976, "Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables," **Journal of Food Science**, Vol. 43, pp. 379-382.

- Rico, D., Martin-Diana, A.B., Barat, J.M., and Barry-Ryan, C., 2007, "Extending and measuring the quality of fresh cut fruit and vegetables: a review", **Trends in Food Science and Technology**, Vol. 18, pp. 373-386.
- Robbs, P.G., Bartz, J.A., Sargent, S.A., McFic, G. and Hodge, N.C., 1996, "Potential inoculum sources for decay of fresh-cut celery," **Journal of Food Science**, Vol. 61, No. 2, pp 449-452.
- Sanguansri, P., 1997, "Cutting techniques for minimally processed vegetables," **Food Australia**, Vol. 49, No. 3, pp. 135-138.
- Simon, L., 1997, "Microbiological survey of minimally processed and packaged vegetables," **Australasian Postharvest Horticulture Conference**, 28 September-3 October 1997, Sydney, p. 131.
- Soliva-Fortuny, R.C., and Martin-Belloso, O., 2003, "New advances in extending the shelf life of fresh cut fruit: review", **Trends in Food Science and Technology**, Vol. 14, pp. 341-353.
- Toivonen, P.M.A., 1997, "Quality changes in packaged, diced onions (*Allium cepa* L.) containing two different absorbent materials," **Proceeding of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference**, University of California, Davis, Vol. 5, California, pp. 1-6.
- Tulio Jr., A.Z., Ose, K., Chachin, K., and Ueda, Y., 2002, "Effects of storage temperatures on the Postharvest quality of jute leaves (*Corchorus olitorius* L.)", **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 26, pp. 329-338.
- Watada, A.E., Ko, N.P. and Minott, D.A., 1996, "Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products," **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 9, pp. 115-125.
- Watada, A.E. and Qi, L., 1999, "Quality of fresh-cut produce," **Postharvest Biology and Technology**, Vol. 15, No. 3, pp. 201-205.
- Zheng, S., 1998, "Preliminary study of the effects of cutting on quality of chinese cabbage," **Acta Horticulturae**, Vol. 467, pp. 343-348.



ภาคผนวก

1. การสูญเสียน้ำหนัก

แยกสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโศออกมา 1 ชุด เพื่อใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นชั่งผลทุก 2 วัน นำค่าที่ได้มาคำนวณผลดังนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

2. ปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน โดยใช้เครื่อง Gas Analyzer รุ่น Checkmate 9900 ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นร้อยละ

3. การเกิดอาการสีน้ำตาล

การให้คะแนนการเกิดสีน้ำตาล แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 = ไม่มีอาการ 2 = เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย 3 = เกิดสีน้ำตาลปานกลาง 4 = เกิดสีน้ำตาลมาก 5 = เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโศจะถูกสุ่มใส่ถาดขนาดเล็ก เพื่อให้ผู้บริโศ (ซึ่งผ่านการฝึกฝนและทำความเข้าใจในการให้คะแนนแล้ว) ทดสอบทางประสาทสัมผัสดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะปรากฏภายนอก แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้ 1 = สด ไม่มีตำหนิ 2 = มีตำหนิเล็กน้อย (5-10%) 3 = มีตำหนิปานกลาง (20-30%) 4 = มีตำหนิมาก (40-50%) 5 = มีตำหนิมากที่สุด (มากกว่า 50%) หมดอายุการวางจำหน่าย

4.2 การเกิดกลิ่นผิดปกติของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโศ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 = ไม่มีกลิ่นผิดปกติ 2 = มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย 3 = กลิ่นเหม็นปานกลาง 4 = มีกลิ่นเหม็นมาก แต่ยอมรับได้ 5 = มีกลิ่นเหม็นมากที่สุด

4.3 การยอมรับโดยรวมของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโศ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 9 = ดีที่สุด สดเหมือนใหม่ 7 = ดีมาก มีสีและกลิ่นเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 5 = ดี มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลปานกลาง 3 = พอใช้ มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลมาก แต่ยอมรับได้ 1 = มีกลิ่นเหม็นและสีน้ำตาลมาก หมดอายุการวางจำหน่าย

5. อายุการวางจำหน่าย

นับจำนวนวันตั้งแต่วันที่เริ่มต้นจนถึงวันหมดอายุการวางจำหน่ายโดยพิจารณาจากคะแนนการยอมรับโดยรวม



ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1.ชื่อ

นางสาวนิรมล สันติภาพวิวัฒนา

Miss. Niramon Suntipabvivattana

2.รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ

-

3.ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

4.หน่วยงานที่สังกัด

สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ตำบลท่าสุด อำเภอเมือง

จังหวัดเชียงราย 57100

โทรศัพท์ 0-5391-7015

5.ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา ประเทศ	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบัน
2539 ไทย	ปริญญาตรี	วท.บ (เกษตรศาสตร์)	พืชไร่	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2545 ไทย	ปริญญาโท	วท.ม (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)	เทคโนโลยี- หลังการเก็บเกี่ยว	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้ร่วมวิจัย

- 1.ชื่อ นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว
Miss Nettra Somboonkaew
- 2.รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ -
- 3.ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
- 4.หน่วยงานที่สังกัด สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ตำบลท่าสุค อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 0-5391-7015

5.ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา ประเทศ	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	สถาบัน
2541/ ประเทศ ไทย	ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชนบท)	เทคโนโลยีชนบท	มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์
2544/ ประเทศ อังกฤษ	ปริญญาโท	Master of Science (Postharvest Technology)	Postharvest Technology	Writtle College; University of Essex