บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์เพื่อหาลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อหาลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ตามความคิดของผู้บริโภคเป็นวิธีการสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาควรมีลักษณะเป็นอย่างไร และควรมีทิศทางการพัฒนาไปในทิศทางใด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งการสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ได้ใช้วิธี Ideal Ratio Profile ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วน โดยให้ผู้บริโภคแสดงความเข้ม หรือความมากน้อยของลักษณะคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจะเป็นผู้กำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์เอง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนามีเค้าโครงลักษณะที่เหมือน หรือคล้ายกับความต้องการของผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2539) ผลการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก พบว่าลักษณะผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ผู้บริโภคคิดว่าสำคัญ สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ลักษณะที่ปรากฏภายนอก ลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ สีเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้ง
2. กลิ่น และรสชาติ ลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ กลิ่นลิ้นจี่ รสหวาน และรสเปรี้ยว
3. การยอมรับโดยรวม

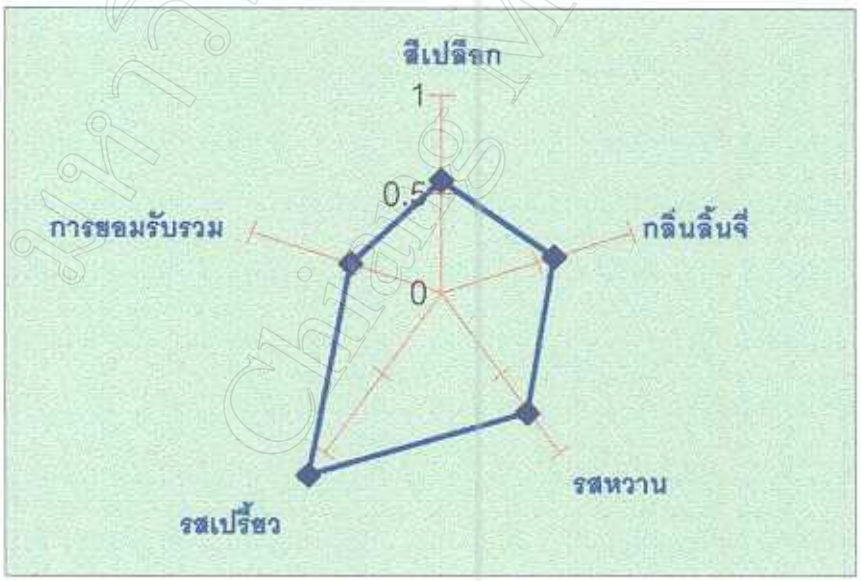
ผลการศึกษาเพื่อหาลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ผู้บริโภคต้องการ แสดงดังตารางที่ 4.1 จากตารางแสดงให้เห็นว่า ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 คุณลักษณะดังกล่าว มีค่าสัดส่วน (Ideal ratio score) เท่ากับ 0.45 ± 0.12, 0.46 ± 0.12, 0.63 ± 0.19 1.19 ± 0.15 และ 0.52 ± 0.13 ตามลำดับ ผลการสอบถามถึงลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ พบว่า ทุกลักษณะที่สำคัญ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าผู้บริโภคมีความคิดเห็นแตกต่างกันบ้างในการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ แต่ยังมีความต้องการลักษณะของผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางเดียวกัน จึงสามารถนำมากำหนดเป็นลักษณะที่สำคัญในการพัฒนาลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก โดยค่าสัดส่วนของแต่ละลักษณะสามารถนำมาสร้างเป็นเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกได้ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ และ ค่าสัดส่วน Ideal ratio profile

ลักษณะผลิตภัณฑ์	Ideal score (I ; ซม.)	Sample score (S ; ซม.)	Ideal ratio score (S/I)
1. ลักษณะปรากฏ			
- สีเปลือก	7.01	3.15	$0.45^{*} \pm 0.12^{**}$
2. กลิ่นและรสชาติ			
- กลิ่นลิ้นจี่	6.50	2.99	$0.46^{*} \pm 0.12$
- รสหวาน	7.09	4.47	$0.63^{*} \pm 0.19$
- รสเปรี้ยว	6.91	8.22	$1.19^{*} \pm 0.15$
3. การยอมรับโดยรวม	10.00	5.20	$0.52^{*} \pm 0.13$

หมายเหตุ : * ที่กำกับแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกับค่า Ideal score อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

** ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



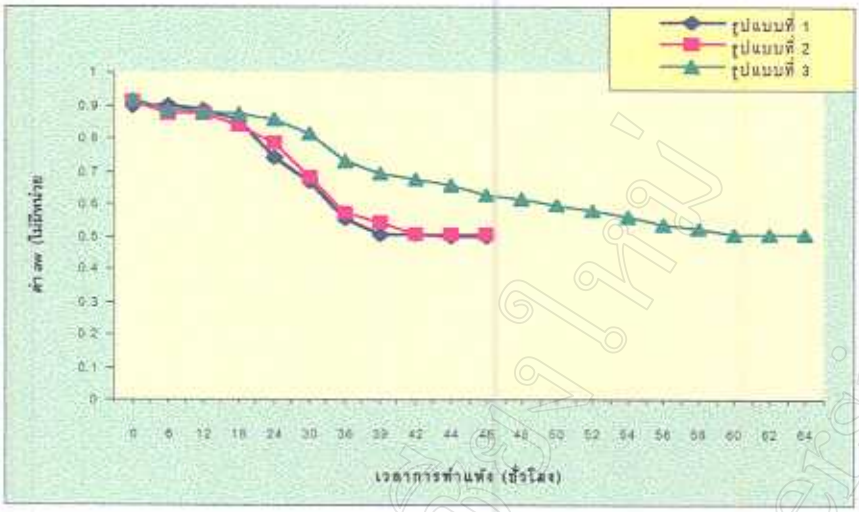
รูปที่ 4.1 ลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก

ในรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัดส่วนของสีเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง กลิ่นลิ้นจี่ รสหวาน และการยอมรับโดยรวม มีค่าสัดส่วนน้อยกว่า 1 และค่าสัดส่วนของแต่ละลักษณะมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด (Ideal) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีสีเปลือก กลิ่นลิ้นจี่ รสหวาน และการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด ดังนั้นจึงควรพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะทางด้านรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสัดส่วนมากกว่า 1 และมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่จำหน่ายในท้องตลาดมีรสเปรี้ยวมากเกินไป ดังนั้นจึงควรพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวไปในทิศทางที่ลดลง การที่ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคนั้น อาจเนื่องจากในการผลิตลิ้นจี่อบแห้งในประเทศไทย ผู้ผลิตมักใช้ผลลิ้นจี่ที่มีคุณภาพต่ำ เช่นลิ้นจี่ผลเล็ก ลิ้นจี่ผลร่วง และลิ้นจี่ผลแตก มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตจึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่มีคุณภาพต่ำ เช่น มีรสเปรี้ยวมากเกินไป สีผิวเปลือกไม่สวย เป็นต้น ส่งผลให้ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

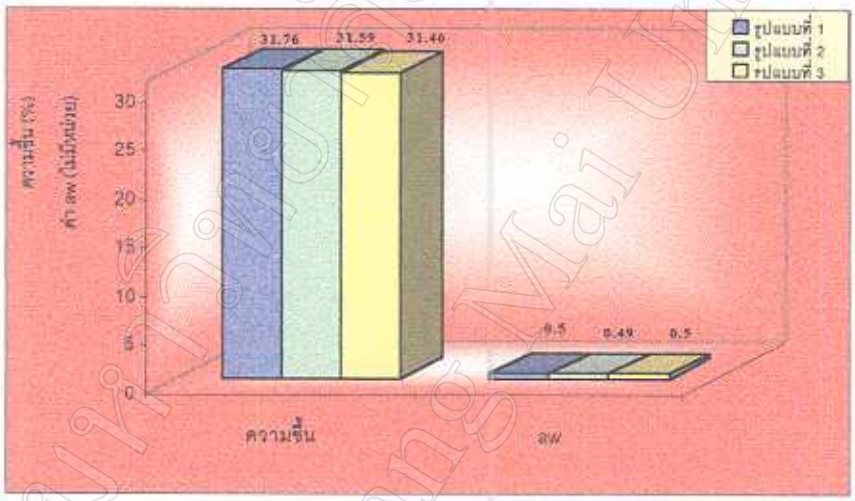
4.2 ผลการศึกษารูปแบบอุณหภูมิเพื่อใช้เป็นแนวทางในการอบแห้ง

การศึกษาเพื่อหารูปแบบอุณหภูมิและเวลาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกได้ศึกษารูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งมาแล้ว 6 รูปแบบ (ภาคผนวก ข.) พบว่ามีรูปแบบอุณหภูมิ 3 รูปแบบที่มีแนวโน้มเหมาะสำหรับนำมาใช้ในการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือก ดังนั้นจึงศึกษารูปแบบอุณหภูมิทั้ง 3 รูปแบบ โดยการวัดค่า a_w ของผลลิ้นจี่ที่ลดลงระหว่างการอบแห้งและอบจนผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ลดลงถึง 0.5 ผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 4.2-4.3

การศึกษาแนวทางในการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกโดยใช้รูปแบบการอบแห้ง 3 รูปแบบที่มีผลต่อการลดลงของค่า a_w ของผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้ง ซึ่งค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของอาหารแห้ง โดยทั่วไปผลไม้แห้งจะมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.5-0.65 ซึ่งจะทำให้มีความคงตัวมากที่สุด (Gordon, 1993) ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการอบแห้งที่แตกต่างกันมีผลต่อการลดลงของค่า a_w ของผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้งแตกต่างกัน จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าในช่วง 18 ชั่วโมงแรกของระยะเวลาการอบแห้ง การอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบมีผลให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลงใกล้เคียงกัน จนถึง ชั่งโมงที่ 24 ของการอบแห้งพบว่า การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 เริ่มมีผลให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลงมากกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 3 โดยมีค่า a_w เท่ากับ 0.74, 0.78 และ 0.85



รูปที่ 4.2 ค่า a_w ของผลลิ้นจี่ที่ลดลงระหว่างการอบแห้ง โดยวิธีการอบแห้ง 3 รูปแบบ



รูปที่ 4.3 ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ

หมายเหตุ : รูปแบบที่ 1 : อบที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 6 ชม. เพิ่มเป็น 70 °ซ อบนาน 6 ชม. เพิ่มเป็น80 °ซ อบนาน 15 ชม.ลดลงเหลือ 70 °ซ นาน 12 ชม. และลดลงเหลือ 60 °ซ

รูปแบบที่ 2 : อบที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 6 ชม. เพิ่มเป็น 70 °ซ อบนาน 6 ชม. เพิ่ม เป็น 80 °ซ อบนาน 24 ชม. ลดลงเหลือ 70 °ซ

รูปแบบที่ 3 : อบที่อุณหภูมิ 60 °ซ

การอบแห้งทุกรูปแบบทำการอบแห้งจนกว่าผลลิ้นจี่จะมีค่า a_w ลดลงเท่ากับ 0.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตามลำดับ จากค่า a_w แสดงให้เห็นว่าน้ำที่ลดลงในช่วงระยะเวลาดังกล่างเป็นน้ำอิสระที่อยู่ในผลลิ้นจี่ การที่รูปแบบการอบแห้งที่ 1 และ 2 มีการเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งให้เพิ่มสูงขึ้นจะมีผลช่วยเร่งให้น้ำอิสระระเหยออกไปได้มากขึ้น จึงเป็นผลให้การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 มีค่า a_w ลดลงมากกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 3 นอกจากนี้พบว่า การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 ยังคงมีผลให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลงอย่างรวดเร็วและใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการอบแห้ง จนถึงชั่วโมงที่ 39 พบว่า ผลลิ้นจี่จากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีค่า a_w ลดลงเท่ากับ 0.51 ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีความคงตัวต่อการเก็บรักษาได้ดีและเมื่อระยะเวลาการอบแห้งนานขึ้นเป็น 42 ชั่วโมงพบว่าไม่มีผลทำให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลง เช่นเดียวกับการอบแห้งรูปแบบที่ 1 ที่มีผลให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลงเท่ากับ 0.50 เมื่ออบแห้งนาน 42 ชั่วโมง และเมื่อระยะเวลาการอบแห้งนานขึ้นถึง 46 ชั่วโมงก็ไม่มีผลให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลง ส่วนการอบแห้งรูปแบบที่ 3 พบว่าต้องใช้เวลาการอบแห้งนานถึง 60 ชั่วโมง จึงจะมีผลทำให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w เท่ากับ 0.51 และเมื่ออบแห้งนานถึง 64 ชั่วโมง พบว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีค่า a_w ลดลงเท่ากับ 0.50 ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากการอบแห้งที่ 60 ชั่วโมง

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 ใช้เวลาในการอบแห้งเพียง 42 และ 39 ชั่วโมง ตามลำดับ ก็เพียงพอให้ผลลิ้นจี่มีค่า a_w ลดลงประมาณ 0.5 แต่การอบแห้งรูปแบบที่ 3 ต้องใช้เวลานานถึง 60 ชั่วโมง เนื่องจากในระหว่างการอบแห้งน้ำที่ถูกกำจัดออกไปในช่วงแรกคือน้ำอิสระ หลังจากนั้นเมื่อค่า a_w ลดลงถึง 0.75 น้ำที่ถูกกำจัดออกไปจะเป็นน้ำประเภทที่ยึดเกาะกับสารประกอบต่างๆในผลลิ้นจี่ด้วยพันธะอิออนิก การที่รูปแบบการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 มีการเพิ่มอุณหภูมิให้เพิ่มสูงขึ้น ช่วยเร่งน้ำอิสระให้ออกไปมากขึ้น และยังมีผลช่วยเร่งการระเหยของน้ำที่ยึดเกาะด้วยพันธะอิออนิก ซึ่งต้องใช้พลังงานสูงกว่าการกำจัดน้ำอิสระออกไป (รุ่งนภา, 2535) จึงเป็นผลให้การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 2 ใช้เวลาการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 3

เมื่อทำการวัดปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งพบว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งจากการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ มีความชื้นและค่า a_w ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.3) โดยมีความชื้นเท่ากับ 31.76, 31.59 และ 31.46 % มีค่า a_w เท่ากับ 0.50, 0.49 และ 0.50 เมื่อใช้ระยะเวลาอบแห้ง 42, 39 และ 60 ชั่วโมง ตามลำดับ

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Structured scaling test พบว่า ผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบ่งชี้ความแตกต่างของลักษณะทางด้านสีเปลือกของลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ โดยผู้ทดสอบชิมให้ลักษณะทางด้านสีเปลือกของลิ้นจี่อบแห้งว่าเป็นสีน้ำตาล ส่วนลักษณะทางด้านกลิ่น

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งที่มีรูปแบบอุณหภูมิอบแห้งแตกต่างกัน โดยวิธี Structure scaling test

รูปแบบอุณหภูมิ	ลักษณะของผลลิ้นจี่		
	สีเปลือก	กลิ่นลิ้นจี่	รสชาติ
1	3.99±0.07	5.97^{b}±0.22	14.29^{b}±0.14
2	4.15±0.03	13.68^{a}±0.45	17.57^{a}±0.42
3	4.02±0.16	5.79^{b}±0.30	14.93^{b}±0.56

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่แตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

คะแนนที่ปรากฏแสดงลักษณะต่างๆของผลลิ้นจี่ดังนี้

สีเปลือก
1 = สีน้ำตาลเข้ม
5 = สีน้ำตาล
10 = สีน้ำตาลแดง
15 = สีแดง
20 = สีแดงเข้ม

กลิ่นลิ้นจี่
1 = เด่นชัด
5 = สามารถรับได้
10 = สามารถรับได้เล็กน้อย
15 = ไม่สามารถรับได้
20 = มีกลิ่นอื่นเจือปน

รสชาติ
1 = หวานมาก
5 = หวาน
10 = เปรี้ยว
15 = เปรี้ยวมาก
20 = มีรสอื่นเจือปน

และรสชาติ ผู้ทดสอบชิม พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 มีกลิ่นและรสชาติแตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งรูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4.2) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลักษณะทางด้านกลิ่นและรสชาติของลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 3 รูปแบบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากวิธีการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 ยังคงมีกลิ่นของลิ้นจี่เหลืออยู่ในระดับที่สามารถรับกลิ่นได้ และมีรสชาติเปรี้ยว ส่วนผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากวิธีการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีกลิ่นลิ้นจี่เหลืออยู่น้อยและมีรสขม การที่ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีกลิ่นลิ้นจี่เหลืออยู่น้อยและมีรสขมนั้นอาจเนื่องมาจาก การอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานถึง 24 ชั่วโมง ซึ่งมากกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1 ถึง 9 ชั่วโมง ซึ่งการอบแห้งช่วงที่ปริมาณน้ำในผลลิ้นจี่ถูกระเหยออกไปมากทำให้น้ำตาลในผลลิ้นจี่เพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับอุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด caramelization (Gustavo and Humberto, 1996) เป็นเหตุให้ผลลิ้นจี่อบแห้งจากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีรสขม

4.3 ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้ง

4.3.1 ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนของผลลิ้นจี่

4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

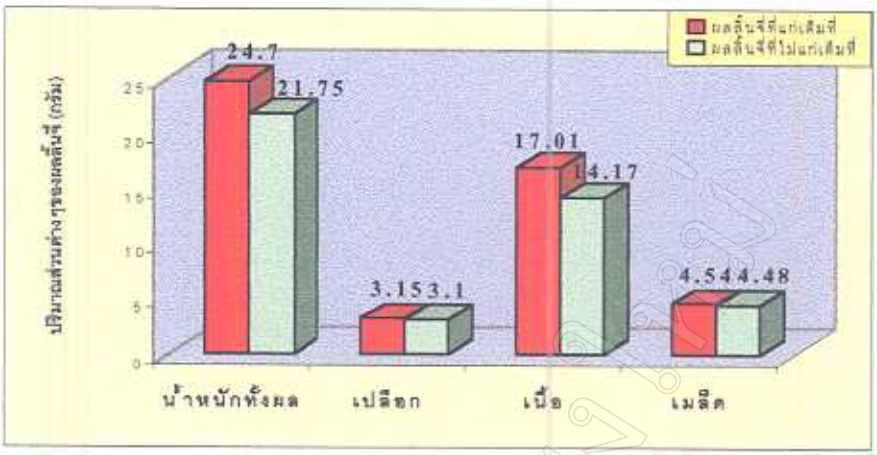
ผลการศึกการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ แสดงดังรูปที่ 4.4 -4.5

น้ำหนักและปริมาณส่วนประกอบของผลลิ้นจี่ : ผลลิ้นจี่ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ เปลือก เนื้อ และเมล็ด ขณะที่ผลลิ้นจี่มีการเจริญเติบโตจะมีขนาดผลใหญ่ขึ้น และมีการพัฒนาของส่วนประกอบภายในของผลลิ้นจี่เพิ่มมากขึ้นตามระยะความแก่ของผลลิ้นจี่ (Holcroft and Mitcham, 1996) ผลการศึกษาพบว่า ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ มีน้ำหนัก และปริมาณเนื้อลิ้นจี่มากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีปริมาณเปลือก และเมล็ดไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.4) ขณะที่ผลลิ้นจี่เจริญเติบโตจะมีการสร้างส่วนที่เป็นเปลือก และเมล็ดก่อนแล้วจึงสร้างส่วนเนื้อที่บริโภคได้ (Holcroft and Mitcham, 1996) หลังจากนั้นผลลิ้นจี่จะมีการเพิ่ม

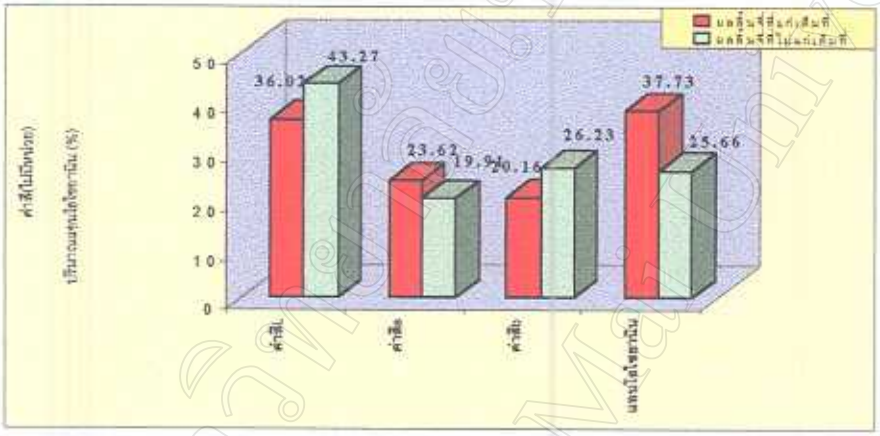
ขนาดผลลิ้นจี่ให้ใหญ่ขึ้น จึงทำให้น้ำหนักผล ปริมาณเปลือก เนื้อ และเมล็ด เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งผลลิ้นจี่เข้าสู่ระยะเต็มที่ เปลือกและเมล็ดของผลลิ้นจี่มีปริมาณเริ่มคงที่ แต่ผลลิ้นจี่ยังคงมีน้ำหนักทั้งผล และปริมาณเนื้อเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งผลลิ้นจี่เริ่มเข้าสู่ระยะสุกเต็มที่ (Javier *et.al*, 1999) จึงเป็นสาเหตุให้ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ มีน้ำหนักทั้งผล และปริมาณเนื้อลิ้นจี่มากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลลิ้นจี่ในระยะที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลลิ้นจี่ที่มีน้ำหนักน้อย และมีปริมาณเนื้อน้อย อย่างไรก็ตามการใช้ขนาดของผลเป็นดัชนีสำหรับการบ่งชี้ความบริบูรณ์ของผลลิ้นจี่นั้นไม่ค่อยถูกต้องนัก เพราะน้ำหนักของผลขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น และปริมาณการติดผล และไม่ว่าลิ้นจี่ผลเล็กหรือใหญ่ต่างก็ใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตจนถึงวัยบริบูรณ์ใกล้เคียงกัน (จริงแท้, 2538)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ : การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารนิยมวัดในรูปของแรงสูงสุดที่ใช้ไป มีหน่วยเป็นนิวตัน และพลังงาน ที่มีหน่วยเป็นมิลลิจูล โดยใช้เครื่อง Instron ซึ่งส่วนใหญ่มักแสดงในรูปแรงเค้น (stress) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแรงที่กระทำต่อวัตถุในรูปของแรงต่อพื้นที่ และแรงเครียด (strain) คือผลของการเปลี่ยนแปลงในด้านรูปร่าง หรือขนาด อันเนื่องมาจากแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นๆ (Giese, 1995) สำหรับชนิดของแรงที่ใช้วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกลิ้นจี่ คือ แรงกด (compressive) ซึ่งเป็นแรงที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อวัตถุ และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ โดยใช้แรงเฉือน (shear) ซึ่งเป็นแรงที่สัมผัสโดยตรงกับวัตถุและเป็นแรงที่ทำให้วัตถุสูญเสียรูปร่างที่แน่นอน (Ranganna, 1986) ผลการศึกษาพบว่า เปลือกผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่และไม่แก่เต็มที่มีค่าแรงกดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าแรงกดเท่ากับ 14.76 และ 15.44 นิวตัน ตามลำดับ แสดงว่าเปลือกของผลลิ้นจี่ทั้ง 2 ระยะมีลักษณะความแข็งไม่แตกต่างกัน ส่วนผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ พบว่า ค่าแรงเฉือน ของเนื้อลิ้นจี่จากผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และเนื้อลิ้นจี่จากผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ มีค่าเท่ากับ 13.96 และ 14.14 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าเนื้อลิ้นจี่มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน

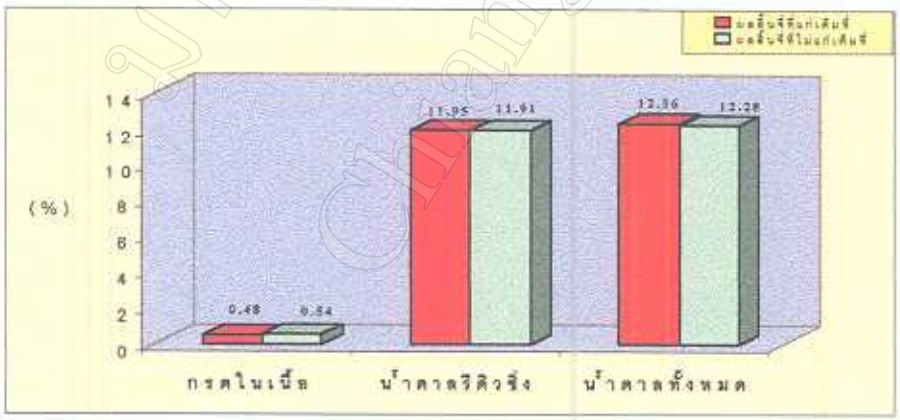
ค่าสีของเปลือกลิ้นจี่ : ผลการวัดค่าสีเปลือกผลลิ้นจี่พบว่า ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่เปลือกมีค่าสี L และ b^* น้อยกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่เปลือกมีค่าสี L และ b^* เท่ากับ 36.02 และ 20.16 ตามลำดับ ส่วนผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ เปลือกมีค่าสี L และ b^* เท่ากับ 43.27 และ 26.23 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ เปลือกมีค่าสี a^* มากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (รูปที่ 4.5) คือมีค่าเท่ากับ 23.63



รูปที่ 4.4 น้ำหนักผลลิ้นจี่ และปริมาณส่วนประกอบของผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่



รูปที่ 4.5 ค่าสีและปริมาณแอนโธไซยานินในเปลือกผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่



รูปที่ 4.6 ปริมาณกรด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่

และ 19.19 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่เปลือกจะมีสีแดงมากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ สาเหตุที่ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่มีลักษณะสีเปลือกเป็นสีแดงมากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ เนื่องจากในเปลือกผลลิ้นจี่มีรงควัตถุที่สำคัญ 2 ชนิด คือคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารที่ให้สีเขียวในเปลือกลิ้นจี่ จะมีมากในขณะที่ผลลิ้นจี่ยังไม่แก่ และแอนโธไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงในเปลือกผลลิ้นจี่ ขณะที่ผลลิ้นจี่มีเริ่มแก่เต็มที่ และเริ่มสุกปริมาณคลอโรฟิลล์ในเปลือกผลลิ้นจี่จะค่อยๆลดลง พร้อมกับมีการสังเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้สามารถมองเห็นผลลิ้นจี่เป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้นเมื่อผลลิ้นจี่มีระยะการสุกเพิ่มมากขึ้น (Holcroft and Mitcham, 1996)

4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ แสดงดังรูปที่ 4.5-4.6

ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช : ผลการศึกษาพบว่า ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก และค่าพีเอชในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 4.6) ซึ่งผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกเท่ากับ 0.25 และ 0.28 กรัม ต่อ100 กรัม น้ำหนักเปลือกลิ้นจี่ ตามลำดับ มีค่าพีเอช เท่ากับ 4.73 และ 4.63 ตามลำดับ และเนื้อลิ้นจี่มีค่าพีเอช เท่ากับ 4.36 และ 4.22 ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่พบว่า เนื้อลิ้นจี่จากผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก น้อยกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 0.48 และ 0.54 กรัม ต่อ100 กรัมน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ ตามลำดับ ผลลิ้นจี่เมื่อมีระยะการสุกเพิ่มมากขึ้นปริมาณกรดในเนื้อลิ้นจี่จะลดลง (Holcroft and Mitcham, 1996) เนื่องจากขณะที่ผลลิ้นจี่มีการพัฒนาปริมาณกรดที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของเนื้อลิ้นจี่จะถูกนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจ ซึ่งอัตราการหายใจของพืชในส่วนที่กำลังเจริญเติบโตจะสูงมาก และจะลดต่ำลงเรื่อยๆเมื่อเข้าสู่ระยะความบริบูรณ์ทางสรีระวิทยา (จริงแท้, 2538) ด้วยเหตุนี้ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่จึงมีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำและปริมาณน้ำตาล : ผลการศึกษาพบว่า ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.6) ลิ้นจี่เป็นผลไม้ประเภท

non-climacteric ซึ่งผลไม้ประเภทนี้ความหวานหรือน้ำตาลจะได้จากการเคลื่อนย้ายจากใบเข้ามาสะสมในผลขณะที่ผลลิ้นจี่มีการเจริญเติบโต (สายชล, 2528) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดระหว่างการเจริญเติบโต การสะสมน้ำตาลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั้งผลลิ้นจี่แก่การสะสมจะเกิดขึ้นน้อยมากเป็นผลให้ไม่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดหลังจากระยะนี้ (Javier *et.al*, 1999) จึงเป็นผลให้ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มมีปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลไม่แตกต่างกัน

ปริมาณแอนโธไซยานิน : ผลการศึกษาพบว่า ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่มีปริมาณแอนโธไซยานินในเปลือกมากกว่าผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) (รูปที่ 4.5) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 37.73 และ 25.66 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี a^* ที่วัดได้ การที่ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่มีปริมาณแอนโธไซยานินที่แตกต่างกันเนื่องจากระหว่างที่ผลลิ้นจี่มีการพัฒนาผลลิ้นจี่จะมีการสังเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มมากขึ้นประกอบกับมีการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ จึงสามารถมองเห็นผลลิ้นจี่เป็นสีแดงมากขึ้นเมื่อผลลิ้นจี่มีระยะการสุกเพิ่มมากขึ้น และปริมาณแอนโธไซยานินจะค่อยๆลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพ (Holcroft and Mitcham, 1996) จากความสัมพันธ์ของปริมาณแอนโธไซยานินและระยะความแก่-อ่อนดังกล่าว ปริมาณแอนโธไซยานิน จึงเป็นดัชนีบ่งชี้ระยะการสุกของผลลิ้นจี่วิธีหนึ่ง อย่างไรก็ตามปริมาณแอนโธไซยานินนอกจากจะขึ้นอยู่กับระยะความแก่-อ่อนของผลลิ้นจี่แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ การเพาะปลูก การได้รับแสงของผลลิ้นจี่ระหว่างการเจริญเติบโต ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ และปริมาณแอนโธไซยานินในเปลือกผลลิ้นจี่ด้วย (Mazza and Miniati, 1993)

4.3.2 ระยะความแก่-อ่อน และวิธีการรักษาสีแดงของเปลือกลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้ง

4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่ที่มีระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่แตกต่างกัน ทั้งก่อนและหลังการอบแห้งแสดงดังรูปที่ 4.7-4.8 และตารางที่ 4.3-4.4

ค่าสีเปลือก : ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกผลลิ้นจี่พบว่า การแช่ผลลิ้นจี่ทั้ง 2 ระยะในสารละลายต่างๆก่อนการอบแห้งมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสี สี L, a^* และ b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าภายหลังการแช่ผลลิ้นจี่สดทั้ง 2 ระยะในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที และสารละลายสีเออริโธซิน ความเข้มข้น 1 % นาน 15 นาที ก่อนนำไปอบแห้งมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่สดมีค่าสี a^* เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลลิ้นจี่สดที่ไม่แช่ในสารละลายใดๆ (control) ส่วนผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบ-ซัลไฟต์ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริกมีผลทำให้เปลือกของผลลิ้นจี่สดมีค่าสี L และ b^* เพิ่มขึ้นแต่มีค่าสี a^* ลดลง (ตารางที่ 4.3)

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4.7a-b เห็นได้ว่าผลลิ้นจี่สดทั้ง 2 ระยะมีเปลือกเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้นภายหลังการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายสีเออริโธซิน เนื่องจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่มีค่าพีเอชลดลง ซึ่งในสภาวะที่ค่าพีเอชต่ำแอนโธไซยานินจะปรากฏเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น (Dominic, 1989) และการที่ผลลิ้นจี่สดภายหลังแช่ในสารละลายสีเออริโธซินแล้วเปลือกมีสีแดงเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสีเออริโธซินเป็นสีผสมอาหารชนิดหนึ่งที่ให้สีแดง มีลักษณะเป็นผงละลายน้ำได้ง่าย (ดวงพร, 2526) เมื่อแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายสีเออริโธซิน สีเออริโธซินจะเคลือบอยู่ที่ผิวของเปลือกผลลิ้นจี่ จึงทำให้มองเห็นเปลือกผลลิ้นจี่เป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น ส่วนผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก มีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่สดมีสีเปลี่ยนเป็นสีขาวครีมเนื่องจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จะแตกตัวให้ก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะเข้าไปจับกับตำแหน่งที่ 4 ของโครงสร้างแอนโธไซยานิน เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอนโธไซยานิน (anthocyanin-SO_3H complex) ซึ่งไม่มีสี ผลลิ้นจี่สดจึงมีลักษณะเป็นสีขาวครีมภายหลังการแช่ในสารละลายดังกล่าว (Dominic, 1989)

เมื่อนำผลลิ้นจี่สดทั้ง 2 ระยะที่ผ่านการรักษาสีด้วยวิธีการต่างๆไปทำการอบแห้ง เพื่อศึกษาถึงระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อการคงอยู่ของสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการ อบแห้งพบว่า ระยะความแก่-อ่อนของผลลิ้นจี่ และวิธีการรักษาสีไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันต่อการรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง แต่การคงอยู่ของสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งขึ้นอยู่กับวิธีการรักษาสีที่ใช้ ตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า วิธีการรักษาสีที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าสี L, a^* และ b^* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าการรักษาสีเปลือกผลลิ้นจี่ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15

นาที มีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี a* มากที่สุด รองลงมาคือการใช้สารละลายสีเออริโธซิน สารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก และวิธีการไม่แช่สารละลายใดๆก่อนการอบแห้ง (control) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการแช่ผลลิ้นจี่สดในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที มีผลทำให้เปลือกของผลลิ้นจี่คงสีแดงภายหลังการอบแห้งมากที่สุด (รูปที่ 4.8a-b) สาเหตุที่การแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งได้มากที่สุดนั้น เนื่องจากแอนโธไซยานินเป็นสารที่ให้สีแดงในเปลือกผลลิ้นจี่มีความคงตัวเพิ่มขึ้น ความไม่คงตัวของแอนโธไซยานินมีสาเหตุหลายประการเช่น การทำงานของเอนไซม์ หรือความร้อน ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของแอนโธไซยานิน (Underhill, 1992) การที่จะรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งนั้น ต้องสามารถเพิ่มความคงตัวให้กับแอนโธไซยานินได้ เพื่อไม่ให้แอนโธไซยานินเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้ง ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสีและความคงตัวของแอนโธไซยานินคือ โครงสร้างของแอนโธไซยานินที่ปรากฏ เพราะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโธไซยานินขึ้นอยู่กับค่าพีเอชเป็นสำคัญ ที่ค่าพีเอชต่ำโครงสร้างของแอนโธไซยานินจะอยู่ในรูปของ flavylium cation ซึ่งเป็นรูปที่ให้สีแดงและมีความคงตัวมากที่สุด (Dominic, 1989) การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะทำให้เกิดการจับตัวกันระหว่างไฮโดรเจนอิออน (H^+) ที่แตกตัวมาจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับโมเลกุลของแอนโธไซยานิน เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโธไซยานินมาอยู่ในรูปของ flavylium cation ที่มีความคงตัวสูง (Mazza and Miniati , 1993) ในสภาวะดังกล่าวจึงไม่เกิดการสลายตัวของแอนโธไซยานินในเปลือกผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้ง จึงส่งผลให้สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งไว้ได้

ส่วนการรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ด้วยวิธีการอื่นคือ การใช้สารละลายสีเออริโธซิน สารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก และวิธีการไม่แช่สารละลายใดๆก่อนการอบแห้ง (control) นั้นพบว่าแต่ละวิธีมีผลต่อความคงตัวของสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งแตกต่างกัน โดยการใช้สารละสายสีเออริโธซินมีผลต่อสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง เนื่องจากสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งที่ปรากฏไม่ใช่สีของแอนโธไซยานิน แต่เป็นสีแดงของสีเออริโธซินที่แห้งแล้วเกาะอยู่กับเปลือกผลลิ้นจี่ จึงทำให้เปลือกผลลิ้นจี่มีลักษณะเป็นสีแดง แต่มีข้อเสียคือเมื่อนำผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมารับประทานสีเออริโธซินจะเปื้อนมือผู้บริโภค จึงทำให้ไม่เป็นที่ต้องการ

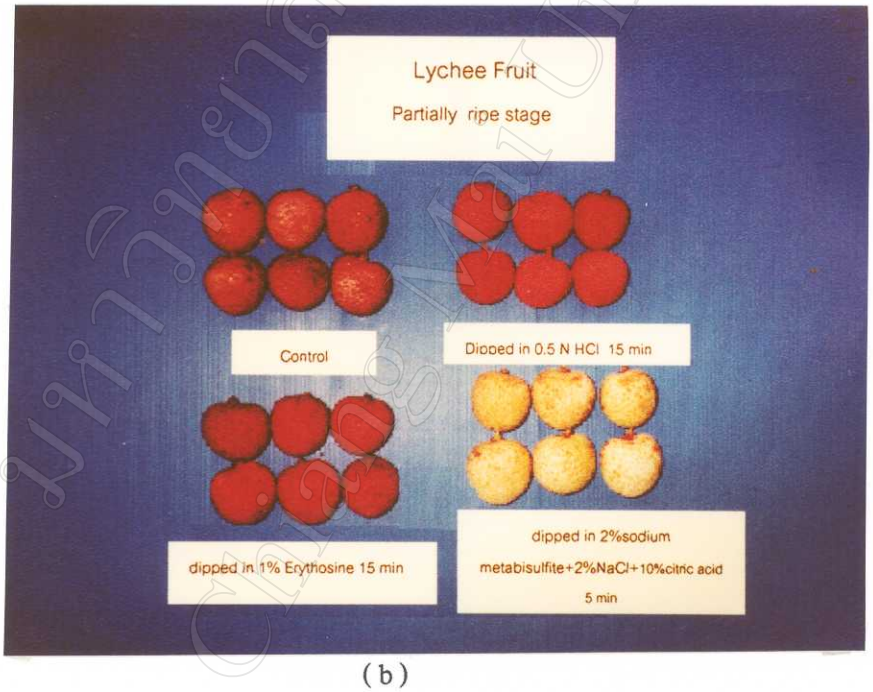
วิธีการรักษาสีด้วยสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมคลอไรด์ และกรดซิตริก เป็นวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งรองลงมาจากวิธี

การใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายสีเออริโธซิน แต่พบว่าการใช้สารละลายผสมมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี L และ b^* มากกว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที และสารละลายสีเออริโธซินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากการที่เปลือกผลลิ้นจี่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีขาวครีมภายหลังการแช่ในสารละลายผสมซึ่งประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก ซึ่งถึงแม้ว่าสีแดงของแอนโธไซยานินสามารถกลับคืนมาได้อีกครั้งและมีความคงตัวสูงภายหลังที่มีการสลายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Yueming *et.al*, 1997) แต่พบว่าภายหลังการอบแห้งผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายที่มีส่วนผสมของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีสีแดงกลับคืนมาบางส่วนและเปลือกผลลิ้นจี่บางส่วนกลายเป็นสีน้ำตาล จึงเป็นผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการแช่สารละลายผสมมีค่าสี a^* ต่ำและมีค่าสี b^* มากกว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายสีเออริโธซิน

ส่วนวิธีการไม่แช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายใดๆก่อนทำการอบแห้ง (control) พบว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีค่าสี a^* น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการรักษาสีด้วยวิธีอื่น และเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีสีน้ำตาลทั้งผล เนื่องจากเกิดการสลายตัวของแอนโธไซยานินอันมีสาเหตุเนื่องมาจากความร้อน (Underhill และ Critchley, 1993) การอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกโดยไม่แช่สารละลายใดๆก่อนการอบแห้ง (control) จึงไม่สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งไว้ได้

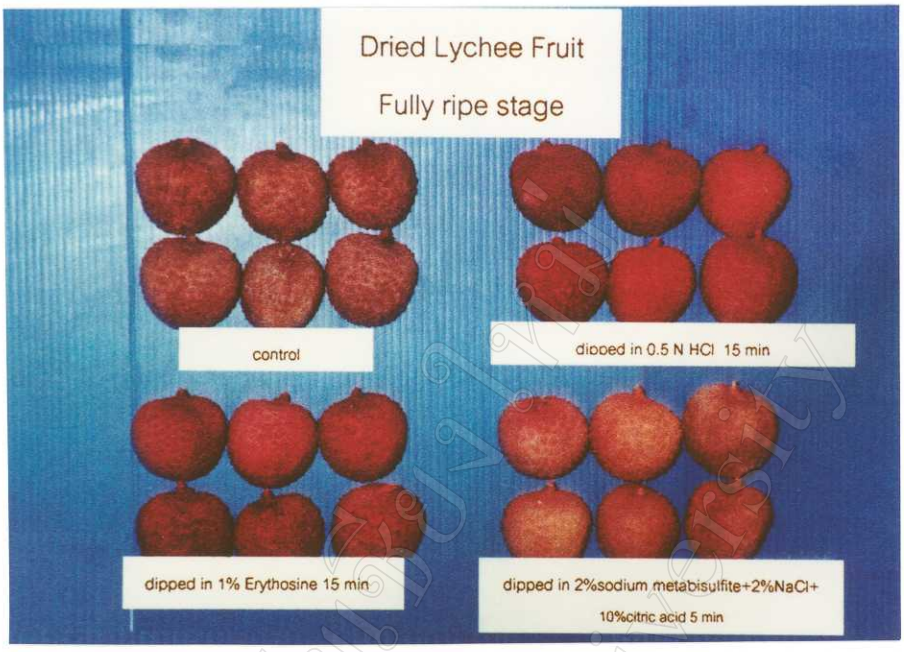
ลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ : ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่สดพบว่า ภายหลังการแช่ผลลิ้นจี่สดในสารละลายต่างๆมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ไม่แตกต่างกัน แต่วิธีการรักษาสีมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันภายหลังการแช่ผลลิ้นจี่สดในสารละลายต่างๆ โดยพบว่าภายหลังการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที มีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่มีลักษณะอ่อนลงมากกว่าเปลือกผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายชนิดอื่นๆ เมื่อพิจารณาในรูปของค่าแรงกดที่กระทำต่อเปลือกผลลิ้นจี่สดพบว่า เปลือกผลลิ้นจี่สดที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีค่าแรงกดน้อยกว่าผลลิ้นจี่สดที่แช่ในสารละลายอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 8.04 นิวตัน ขณะที่เปลือกผลลิ้นจี่สดที่แช่ในสารละลายชนิดอื่นๆมีค่าแรงกดอยู่ระหว่าง 15.93-17.96 นิวตัน (ตารางที่ 4.3) ทั้งนี้เนื่องจากเปลือกผลลิ้นจี่ประกอบไปด้วยเซลลูโลสซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเปลือกผลลิ้นจี่ และมีสารเคลือบผิวปกคลุมอยู่บริเวณผิวนอกของเปลือก เมื่อแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เซลลูโลสซึ่งมีคุณสมบัติละลายได้ง่ายในสารละลายที่เป็นกรดจึงละลายได้ดีในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นผลให้เปลือกผลลิ้นจี่สดอ่อนตัวลง (Somogyi and Luh, 1986)

(a)



(b)

รูปที่ 4.7 ลักษณะของผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายก่อนนำไปอบแห้ง
(a) ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ภายหลังการแช่ในสารละลายก่อนนำไปอบแห้ง
(b) ผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ภายหลังการแช่ในสารละลายก่อนนำไปอบแห้ง



(a)

(b)

รูปที่ 4.8 ลักษณะของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่มีระยะความแก่-อ่อน และวิธีการรักษาสีแดงของเปลือกแตกต่างกัน

(a) ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่และรักษาสีเปลือกด้วยวิธีการต่างๆ

(b) คือผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่และรักษาสีเปลือกด้วยวิธีการ

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายตามวิธีการรักษาสีต่างๆก่อนนำไปอบแห้ง

ปัจจัย	ค่าสีของเปลือกลิ้นจี่สด			ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L	a*	b*	เปลือกลิ้นจี่ (แรงกด,นิวตัน)	เนื้อลิ้นจี่ (แรงเฉือน,นิวตัน)
ระยะความแก่-อ่อน(A)					
• ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ (a_1)	45.38±0.61	24.58±0.33	25.59±0.49	14.04±1.48	17.25±0.33
• ผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ (a_2)	42.69±0.52	23.24±0.17	25.75±0.22	15.49±1.01	17.57±0.41
วิธีการรักษาสี (B)					
• ไม่แช่ในสารละลาย(b_1)	37.60^{c}±0.35	26.83^{b}±0.67	19.76^{b}±0.54	17.96^{a}±0.76	17.45±0.49
• สารละลายกรดไฮโดรคลอริก(b_2)	41.44^{b}±0.44	33.87^{a}±0.22	22.77^{b}±0.61	8.04^{b}±0.92	17.26±1.12
• สารละลายสีเออริโธซิน (b_3)	32.78^{d}±0.21	32.74^{a}±0.37	22.25^{b}±0.72	17.03^{a}±0.88	17.33±0.83
• สารละลายผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ +โซเดียมคลอไรด์+ กรดซิตริก(b_4)	64.62^{a}±0.18	2.19^{c}±0.11	37.90^{a}±0.44	15.93^{a}±0.66	17.60±0.72
A×B					
a_1b_1	38.56±0.70	28.24±0.82	20.51±0.35	17.16±0.68	17.68±0.46
a_1b_2	41.96±1.75	34.49±0.44	22.31±0.37	7.46±0.44	16.43±0.31
a_1b_3	35.19±2.38	33.07±1.35	22.32±0.65	16.45±0.31	16.79±0.75
a_1b_4	65.81±0.59	2.52±0.81	37.24±0.89	15.11±0.48	18.12±0.49
a_2b_1	36.04±0.35	25.43±0.52	19.01±1.41	18.77±1.42	17.22±1.06
a_2b_2	40.93±0.61	33.26±0.45	23.23±0.43	8.63±0.61	18.09±0.53
a_2b_3	30.38±0.73	32.42±2.46	22.19±1.16	17.62±0.52	17.87±0.24
a_2b_4	63.44±1.50	1.86±0.40	38.56±029	16.75±0.72	17.09±0.31

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่แตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 4.4 สมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งจากการใช้ระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีแดงที่แตกต่างกัน

ปัจจัย	ค่าสีของเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง			ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L	a*	b*	เปลือกลิ้นจี่ (แรงกด,นิวตัน)	เนื้อลิ้นจี่ (แรงเฉือน,นิวตัน)
ระยะความแก่-อ่อน(A)					
• ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ (a_1)	33.68±0.98	21.33±0.95	21.24±0.46	11.15±0.26	21.89±0.54
• ผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ (a_2)	34.05±1.22	20.97±0.78	21.77±0.32	10.78±0.60	21.88±0.01
วิธีการรักษาสี (B)					
• ไม่แช่สารละลาย(b_1)	35.33^{a}±1.86	11.79^{d}±0.08	23.42^{a}±0.09	10.91±0.61	21.36±0.18
• สารละลายกรดไฮโดรคลอริก(b_2)	33.97^{b}±1.93	27.27^{a}±2.58	20.60^{c}±0.69	11.02±1.23	21.87±1.06
• สารละลายสีเออริโธซิน (b_3)	30.58^{c}±1.14	23.61^{b}±0.03	20.72^{c}±0.03	10.61±0.83	22.02±0.09
• สารละลายผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ +โซเดียมคลอไรด์+ กรดซิตริก(b_4)	35.57^{a}±1.77	21.92^{c}±0.79	21.29^{b}±0.23	11.32±0.78	22.30±0.23
A×B					
a_1b_1	35.11±1.27	12.19±1.16	23.20±1.23	11.32±0.52	21.06±1.53
a_1b_2	33.34±1.73	27.63±3.59	20.49±0.88	10.68±1.32	21.32±1.02
a_1b_3	30.75±1.37	23.13±1.31	20.43±1.29	10.89±0.21	22.11±1.30
a_1b_4	35.51±2.30	22.36±0.39	20.86±1.33	11.72±2.06	23.09±1.38
a_2b_1	35.55±2.44	11.40±1.00	23.64±1.41	10.51±0.70	21.67±1.88
a_2b_2	34.60±2.12	26.92±1.57	20.72±0.51	11.36±1.14	22.42±1.10
a_2b_3	30.41±0.90	24.09±1.38	21.02±1.21	10.34±1.45	21.94±1.12
a_2b_4	35.63±1.23	21.49±1.19	21.72±0.86	10.93±0.51	21.51±1.84

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่แตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษาระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งพบว่า ระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือก และเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้ง และไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะดังกล่าว ตารางที่ 4.4 แสดงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งที่มีวิธีการรักษาสีที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่มีระยะความแก่-อ่อนทั้ง 2 ระยะ ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใดก่อนการอบแห้ง (control) แรงกดที่เปลือกเท่ากับ 11.32 และ 10.51 นิวตัน ตามลำดับ และเนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 21.06 และ 21.67 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่รักษาสีด้วยวิธีการต่างๆ มีค่าแรงกดที่เปลือกลิ้นจี่ อยู่ในช่วงระหว่าง 10.89-11.72 นิวตัน และค่าแรงเฉือนของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งอยู่ในช่วงระหว่าง 21.32-23.09 นิวตัน แสดงให้เห็นว่าสารละลายต่างๆที่ใช้ในการรักษาสีแดงของเปลือกลิ้นจี่ให้คงอยู่หลังการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้ง

4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่ที่มีระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีที่แตกต่างกัน ทั้งก่อนและหลังการอบแห้งแสดงดังตารางที่ 4.5-4.6

ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช : ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายต่างๆเปลือกผลลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.38 กรัม ต่อ 100 กรัม และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.70 แต่ภายหลังการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายต่างๆพบว่า การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริกมีผลให้ผลลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกเพิ่มมากขึ้นและค่าพีเอชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.66 และ 0.54 กรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.25 และ 4.35 ตามลำดับ แต่ภายหลังการแช่ในสารละลายต่างๆตามวิธีการรักษาสีพบว่า วิธีการรักษาสีแต่ละวิธีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเนื้อลิ้นจี่ แต่ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขึ้นอยู่กับระยะความแก่-อ่อนของผลลิ้นจี่ที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.5)

เมื่อนำผลลิ้นจี่ทั้งหมดไปอบแห้งพบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งขึ้นอยู่กับระยะความแก่-อ่อนเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4.6) โดยผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการเลือกใช้ผลลิ้นจี่ที่มีความแก่เต็มที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งน้อยกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการรักษาสีที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง แต่พบว่าวิธีการรักษาสียังคงมีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที ยังคงมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดมากที่สุด และมีค่าพีเอชต่ำที่สุด ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกภายหลังการอบแห้งมีค่าเท่ากับ 0.64 กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง และมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.54 รองลงมาคือวิธีการรักษาสีเปลือกด้วยสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก มีผลให้เปลือกลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.48 กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.27 ส่วนวิธีการรักษาสีด้วยสารละลายสีเออริโธซินพบว่า มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกลิ้นจี่อบแห้งน้อยที่สุด และมีค่าพีเอชมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากผลลิ้นจี่ที่ไม่แช่สารละลายใดก่อนการอบแห้ง (control) ผลลิ้นจี่อบแห้งที่รักษาสีด้วยสารละลายสี เออริโธซิน และไม่แช่ในสารละลายใดก่อนการอบแห้ง (control) มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกเท่ากันคือ 0.34 กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.82 และ 4.86 ตามลำดับ การที่วิธีการรักษาสีด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าพีเอชต่ำที่สุด ด้วยเหตุนี้จึงสามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งมากที่สุด เนื่องจากภาวะที่ค่าพีเอชต่ำจะมีผลต่อความคงตัวของแอนโธไซยานินมากที่สุด (Dominic, 1989)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำและปริมาณน้ำตาล : ผลการศึกษาระยะความแก่อ่อนและวิธีการรักษาสีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่า ระยะความแก่-อ่อน และวิธีการรักษาสีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลลิ้นจี่ทั้งภายหลังการแช่ในสารละลาย และภายหลังการอบแห้ง โดยผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 16.4-16.6% มีน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ระหว่าง 9.58-10.15% และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ระหว่าง11.89-12.69% แต่ภายหลังการอบแห้งผลลิ้นจี่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น โดยผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 55.00 – 57.50%

น้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วงระหว่าง 55.36–55.78 % และน้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 55.62-56.40% เนื่องจากการการอบแห้งเป็นการดึงน้ำออกจากอาหารเป็นผลทำให้เมื่อปริมาณน้ำลดลง สารต่างๆที่ละลายน้ำจะมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น (ไพบูลย์, 2532) ดังนั้นภายหลังการอบแห้งผลลิ้นจี่จึงมีปริมาณสารต่างๆเพิ่มมากขึ้น

ความชื้นและค่า a_w : ผลการศึกษาพบว่าก่อนการอบแห้งเนื้อผลลิ้นจี่สดมีปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 80.26-81.79 % และค่า a_w เท่ากับ 0.89-0.91 (ตารางที่ 4.5) โดยวิธีการรักษาสีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อผลลิ้นจี่ภายหลังการแช่ในสารละลาย แต่ภายหลังการ อบแห้งพบว่า วิธีการรักษาสีมีผลต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลทำให้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีความชื้นและค่า a_w น้อยกว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งจากการใช้วิธีการรักษาสีวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีความชื้นเท่ากับ 30.48 % และมีค่า aw เท่ากับ 0.54 ส่วนเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายสีเออริโธซิน สารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก และไม่แช่ในสารละลายใดก่อนการอบแห้ง (control) มีความชื้นเท่ากับ 31.44 ,31.51 และ31.51% ตามลำดับ และมีค่า a_w เท่ากับ 0.57, 0.56 และ 0.57 ตามลำดับ สาเหตุที่การรักษาสีด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลให้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีความชื้นต่ำ เนื่องจากโดยปกติแล้วในการเตรียมผักผลไม้บางชนิดก่อนนำไปอบแห้งจะนำผักและผลไม้ไปแช่ในสารละลายที่มีความเป็นกรด หรือด่างที่มีความเข้มข้นต่ำ สารละลายดังกล่าวจะไปช่วยละลายสารเคลือบผิวที่อยู่บนผิวผักและผลไม้ ตลอดจนสลายเซลลูโลสบริเวณเปลือกออกไปบ้าง ซึ่งจะทำให้เกิดรอยแยกเล็กๆที่ผิว จึงช่วยให้การระเหยน้ำออกจากผลไม้เกิดได้เร็วขึ้น (Somogyi and Luh, 1986) ดังนั้นการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกจึงช่วยให้เกิดรอยแยกเล็กๆที่ผิวเปลือกผลลิ้นจี่ เป็นผลให้เกิดการระเหยน้ำออกไปได้เร็วขึ้น ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จึงมีความชื้นและค่า a_w ต่ำกว่าการใช้วิธีการรักษาสีวิธีอื่น

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ : ผลการศึกษาการรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้ง โดยใช้ระยะความแก่-อ่อนของผลลิ้นจี่ร่วมกับการใช้สารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก พบว่าภายหลังการแช่ในสารละลายผลลิ้นจี่ทั้ง 2 ระยะมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ไม่แตกต่างกัน คือมีซัลเฟอร์-ไดออกไซด์ในเปลือกเท่ากับ 652.70 และ 614.00 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีปริมาณ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อเท่ากับ 3.20 และ 4.00 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ภายหลังการอบแห้งพบว่าเปลือกและเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง คือผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลืออยู่ในเปลือก และเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเท่ากับ 68.48 และ 1.13 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลืออยู่ในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเท่ากับ 67.83 และ 1.05 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลืออยู่ในผลลิ้นจี่ทั้ง 2 ระยะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การที่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลืออยู่ในเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งเป็นผลให้เปลือกผลลิ้นจี่มีสีแดงกลับคืนมาภายหลังการอบแห้งเพียงเล็กน้อย เนื่องจากสีแดงของแอน-โธไซยานินที่จับกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอนโธไซยานินที่ทำให้เปลือกผลลิ้นจี่เปลี่ยนเป็นสีขาวครีม สามารถกลับคืนมาได้อีกครั้งและมีความคงตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการสลายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Yueming *et.al*, 1997) ซึ่งที่ภายหลังการอบแห้งมีการสลายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไปจากเปลือกผลลิ้นจี่บางส่วน จึงเป็นผลเปลือกผลลิ้นจี่มีสีแดงคงอยู่ภายหลังการอบแห้งเพียงบางส่วนเท่านั้น

4.3.2.3 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสดังรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นถึงลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่มีระยะความแก่-อ่อน และวิธีการรักษาสีที่แตกต่างกัน พบว่าผลลิ้นจี่ที่มีระยะความแก่-อ่อนทั้ง 2 ระยะ ที่รักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายสีเออริโธซิน ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีสีเปลือกไม่แตกต่างกับจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด แต่การรักษาสีด้วยสารละลายผสมที่ประกอบด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริก และวิธีที่ไม่แช่ในสารละลายใดๆนั้น (control) ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ยังมีสีเปลือกแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนลักษณะทางด้านกลิ่นลิ้นจี่ และรสชาติของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งนั้น พบว่าผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทุกตัวอย่างยังคงมีกลิ่นลิ้นจี่ไม่แตกต่างกับจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด แต่ผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างยังมีรสเปรี้ยวมากเกินไป ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้ทดสอบชิม เมื่อพิจารณาลักษณะการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่มีการรักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมากที่สุด อย่างไรก็ตามจากลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกแสดงให้เห็นว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งที่รักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีลักษณะผลิตภัณฑ์ทางด้านสีตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และมีผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยรวมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆ

ตารางที่ 4.5 ส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่สดภายหลังการแช่ในสารละลายตามวิธีการรักษาสีต่าง ๆ

ปัจจัย	ปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก** (กรัม/100กรัม)	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อ** (กรัม/100กรัม)	ค่าพีเอชในเปลือก	ค่าพีเอชในเนื้อ	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่สด (ฐานแห้ง;%)	ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่สด	ปริมาณ SO_2 ในเปลือก (ppm)	ปริมาณ SO_2 ในเนื้อ (ppm)
ระยะความแก่-อ่อน(A)											
• ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ (a_1)	0.51±0.07	0.49^b±0.04	4.41±0.12	4.70±0.21	16.50±0.02	12.35±0.14	9.88±0.36	80.62±0.01	0.90±0.01	-	-
• ผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ (a_2)	049±0.05	0.55^a±0.05	4.32±0.04	4.28±0.54	16.50±0.03	12.06±0.27	9.71±0.27	81.01±0.09	0.90±0.01	-	-
วิธีการรักษาสี (B)											
• ไม่แช่สารละลาย(b_1)	0.38^c±0.14	0.52±0.04	4.70^a±0.21	4.64±0.22	16.40±0.04	12.38±0.47	9.90±0.35	81.25±0.04	0.90±0.02	-	-
• สารละลายกรดไฮโดรคลอริก(b_2)	0.66^a±0.03	0.52±0.10	3.25^c±0.31	4.50±0.27	16.50±0.07	12.08±0.33	9.79±0.24	81.06±0.07	0.89±0.01	-	-
• สารละลายซีเออริโธซีน (b_3)	0.37^c±0.05	0.53±0.02	5.15^a±0.21	4.53±0.57	16.50±0.01	12.30±0.71	9.84±0.51	80.43±0.07	0.90±0.01	-	-
• สารละลายผสมโซเดียมเมทตาไบซัลไฟต์+โซเดียมคลอไรด์+กรดซิตริก(b_4)	0.54^b±0.02	0.52±0.14	4.35^b±0.36	4.29±0.33	16.50±0.03	12.05±0.44	9.63±0.11	80.52±0.17	0.91±0.02	633.35±0.31	3.51±0.97
AXB											
a_1b_1	0.39±0.03	0.50±0.06	4.80±0.02	4.90±0.02	16.50±0.00	12.69±0.33	10.15±0.18	80.78±0.07	0.91±0.02	-	-
a_1b_2	0.67±0.01	0.48±0.12	3.12±0.03	4.80±0.14	16.50±0.04	12.01±0.71	9.73±0.57	81.02±0.66	0.89±0.01	-	-
a_1b_3	0.36±0.03	0.50±0.01	5.18±0.72	4.69±0.02	16.50±0.00	12.72±0.15	10.05±0.44	80.44±0.39	0.90±0.01	-	-
a_1b_4	0.54±0.04	0.50±0.20	4.54±0.06	4.41±0.24	16.60±0.00	11.98±0.41	9.58±0.77	80.26±0.37	0.91±0.01	652.70±1..24	3.20±1.00
a_2b_1	0.38±0.03	0.54±0.02	4.60±1.91	4.38±0.11	16.40±0.03	12.07±0.24	9.66±0.47	81.73±0.47	0.90. ±0.01	-	-
a_2b_2	0.65±0.01	0.56±0.03	3.39±0.43	4.21±0.05	16.60±0.00	12.16±0.19	9.85±0.34	81.11±0.52	0.90±0.02	-	-
a_2b_3	0.38±0.02	0.56±0.04	5.12±0.07	4.38±0.16	16.50±0.02	11.89±0.33	9.63±0.57	80.42±0.18	0.90.±0.01	-	-
a_2b_4	0.54±0.06	0.54±0.02	4.16±0.10	4.17±0.02	16.50±0.01	12.12±0.45	9.69±0.58	80.79±0.34	0.91±0.02	614.00±0.37	4.00±1.01

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

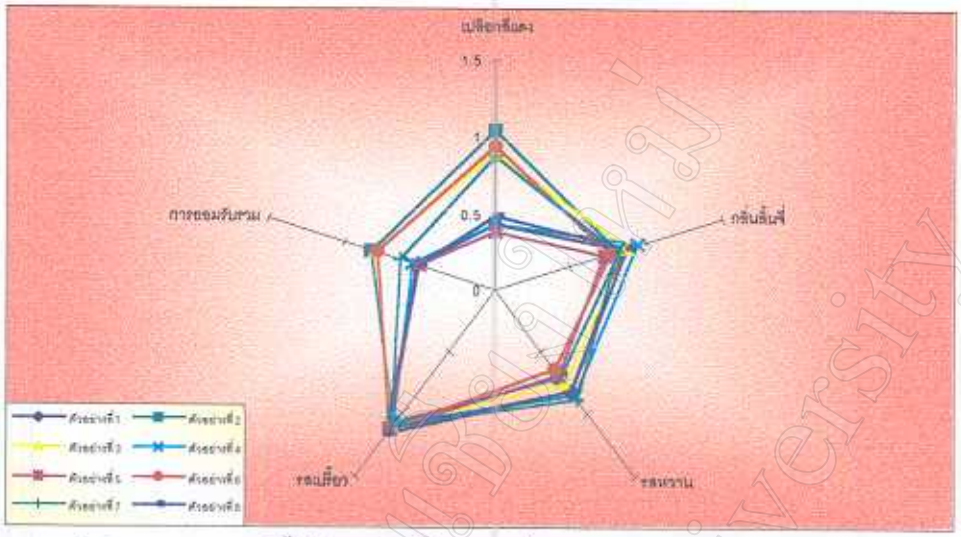
** ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก

ตารางที่ 4.6 ส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้งเมื่อใช้ระยะความแก่-อ่อนและวิธีการรักษาสีแดงแตกต่างกัน

ปัจจัย	ปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก** (กรัม/100กรัม)	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อ** (กรัม/100กรัม)	ค่าพีเอชในเปลือก	ค่าพีเอชในเนื้อ	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (%)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)	ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่ (ฐานแห้ง;%)	ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่	ปริมาณ SO_2 ในเปลือก (ppm)	ปริมาณ SO_2 ในเนื้อ (ppm)
ระยะความแก่-อ่อน(A)											
• ผลลิ้นจี่ที่แก่เต็มที่ (a_1)	0.44±0.01	1.80^b±0.00	4.33±0.16	4.31±0.14	56.00±0.00	55.59±0.36	56.17±0.37	31.27±0.10	0.56±0.01	-	-
• ผลลิ้นจี่ที่ไม่แก่เต็มที่ (a_2)	0.46±0.04	1.85^a±0.00	4.41±0.09	4.18±0.08	56.37±0.17	55.51±0.39	56.03±0.34	31.21±0.49	0.57±0.01	-	-
วิธีการรักษาสี (B)											
• ไม่แช่สารละลาย(b_1)	0.34^c±0.06	1.82±0.02	4.86^a±0.17	4.31±0.15	57.25±0.35	55.39±0.71	56.01±0.70	31.51^a±0.84	0.57^a±0.01	-	-
• สารละลายกรดไฮโดรคลอริก(b_2)	0.64^a±0.03	1.84±0.03	3.54^c±0.06	4.17±0.00	56.00±1.41	55.57±0.61	56.00±0.79	30.48^b±1.38	0.54^b±0.01	-	-
• สารละลายสีเออริโธซีน(b_3)	0.34^c±0.02	1.81±0.00	4.82^a±0.27	4.32±0.08	55.50±0.00	55.62±0.28	56.19±0.78	31.44^a±1.26	0.57^a±0.00	-	-
• สารละลายผสมโซเดียมเมทาไบซัลไฟต์+โซเดียมคลอไรด์+กรดซิตริก(b_4)	0.48^b±0.02	1.80±0.01	4.27^b±0.03	4.22±0.18	56.75±0.35	55.62±0.34	56.19±0.56	31.51^a±0.24	0.56^a±0.01	68.15±1.26	1.09±0.32
A×B											
a_1b_1	0.33±0.00	1.81±0.00	4.90±0.38	4.40±0.06	57.00±1.41	55.37±0.22	55.95±0.17	31.48±0.85	0.56±0.00	-	-
a_1b_2	0.62±0.07	1.84±0.00	3.40±0.18	4.28±0.15	56.00±2.83	55.78±0.49	56.40±0.61	30.61±1.57	0.54±0.03	-	-
a_1b_3	0.36±0.50	1.81±0.00	4.76±0.29	4.38±0.22	55.00±0.00	55.74±0.42	56.28±0.65	31.65±1.56	0.57±0.01	-	-
a_1b_4	0.47±0.00	1.79±0.03	4.27±0.21	4.28±0.24	56.50±3.53	55.48±0.51	56.06±0.41	31.33±0.41	0.56±0.00	68.48±0.64	1.13±0.21
a_2b_1	0.35±0.11	1.84±0.05	4.82±0.41	4.22±0.24	57.50±2.12	55.42±0.61	56.08±1.23	31.56±0.82	0.58±0.01	-	-
a_2b_2	0.67±0.00	1.84±0.05	3.68±0.30	4.07±0.15	56.00±0.00	55.36±0.33	55.62±0.99	30.36±1.20	0.55±0.00	-	-
a_2b_3	0.33±0.00	1.84±0.00	4.88±0.24	4.27±0.05	56.00±0.00	55.50±0.49	56.12±0.92	31.23±0.96	0.57±0.00	-	-
a_2b_4	0.51±0.04	1.84±0.00	4.27±0.15	4.16±0.11	56.00±2.83	55.76±0.11	56.33±0.72	31.71±0.89	0.57±0.01	67.83±0.47	1.05±1.21

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

** ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก



รูปที่ 4.9 ลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่มีระยะความแก่-อ่อน และวิธีการรักษาสีที่แตกต่างกัน

แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีรสชาติที่เปรี้ยวมากเกินไป ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในทิศทางที่ลดความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ลง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

4.4 ผลการศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายที่เหมาะสม

ผลการศึกษาเพื่อหาวิธีการรักษาสีแดงของเปลือกลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งพบว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการรักษาสีแดงของเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมุ่งศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสมที่มีผลต่อคุณภาพผลลิ้นจี่อบแห้ง โดยได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก 3 ระดับ คือ 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล และระยะเวลาการแช่ในสารละลาย 3 ระยะคือ 15, 20 และ 25 นาที ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพแสดงดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.10-4.11

จากตารางที่ 4.7 ที่แสดงผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้ง เนื่องจากการรักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายที่แตกต่างกัน พบว่าระดับความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก และระยะเวลาการแช่ในสารละลายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง แต่ระดับความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกมีผลต่อค่าสี L ของผลลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ก่อนการอบแห้งมีผลทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี L สูงกว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 นอร์มัล คือมีค่าสี L เท่ากับ 34.70, 33.31 และ 33.74 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ในสารละลาย พบว่าความเข้มข้นของกรด ไฮโดรคลอริกและระยะเวลาการแช่ในสารละลายมีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a^* และ b^* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง (รูปที่ 4.10 และ 4.11) การแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี a^* มากกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล และมีค่าสี b^* ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อมีการเพิ่มระยะเวลาการแช่สารละลายจาก 15 นาที เป็น 20 และ 25 นาที พบว่าการแช่ที่ใช้เวลานานขึ้นมีผลต่อค่าสี a^* และ b^* ของผลลิ้นจี่อบแห้งเฉพาะผลลิ้นจี่อบแห้งที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล เท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อผลลิ้นจี่อบแห้งที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล การเพิ่มระยะเวลาการแช่สารละลายความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัลที่นานขึ้นมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี a^* เพิ่มขึ้น และมีค่าสี b^* ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ความเข้มข้น 0.3 นอร์มัล เวลาแช่นาน 15 นาที ผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี a^* เท่ากับ 22.37 เมื่อเพิ่มเวลาการแช่เป็น 20 นาที ผลลิ้นจี่อบแห้งจะมีค่าสี a^* เพิ่มขึ้นเป็น 23.57 แต่การเพิ่มเวลาการแช่เป็น 25 นาที พบว่าค่าสี a^* ที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากการแช่นาน 20 นาที และค่าสี b^* ลดลงจาก 20.30 เป็น 19.13 เมื่อเพิ่มเวลาการแช่จาก 15 นาที เป็น 20 นาที ส่วนการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ต้องใช้ระยะเวลาการแช่นานถึง 25 นาที จึงมีผลให้ทำผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าสี a^* เพิ่มขึ้น และมีค่าสี b^*

ลดลง โดยที่ระยะเวลาการแช่ 15 นาที มีค่าสี a^* เท่ากับ 17.78 และเพิ่มขึ้นเป็น 19.81 เมื่อแช่นาน 25 นาที และมีค่าสี b^* ลดลงจาก 20.60 เป็น 20.32

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล ร่วมกับการเพิ่มระยะเวลาการแช่สารละลายที่นานขึ้นสามารถช่วยเพิ่มค่าสี a^* ของผลลิ้นจี่อบแห้งให้มากขึ้นได้ แต่ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ยังคงมีค่าสี a^* ต่ำกว่าการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล และแช่นาน 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพทางด้านสีเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกในความเข้มข้นระดับกลางและระดับต่ำ ถึงแม้จะมีการเพิ่มระยะเวลาการแช่ในสารละลายให้นานขึ้น ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ยังคงมีคุณภาพทางด้านสีแดงของเปลือกต่ำกว่าการรักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นสูง แต่ใช้ระยะเวลาการแช่ในสารละลายที่สั้น

4.4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีแสดงดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.12-4.14

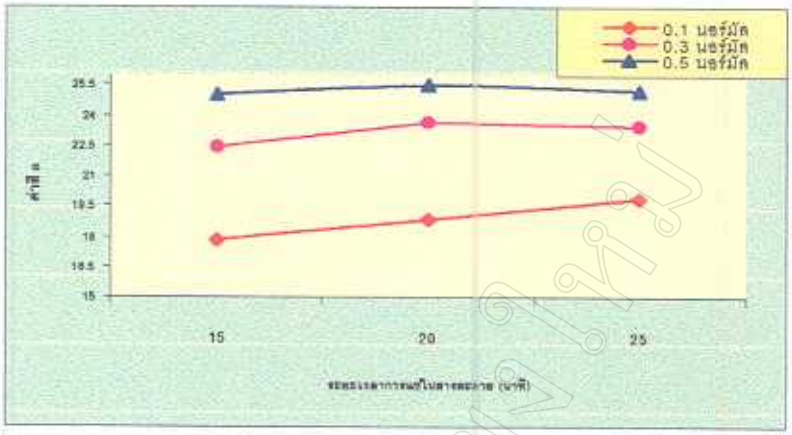
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้งพบว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งที่รักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายที่แตกต่างกันก่อนการอบแห้ง ไม่มีความแตกต่างด้านปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ความชื้น และค่า a_w แต่มีความแตกต่างด้านปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อ ค่าพีเอชเปลือก และค่าพีเอชเนื้อของผลลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าทั้งความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เพิ่มขึ้น มีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าพีเอชลดลง โดยที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 นอร์มัล ผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.08, 3.59 และ 3.26 ตามลำดับ และที่ระยะเวลาการแช่สารละลาย 15, 20 และ 25 นาที ผลลิ้นจี่อบแห้งมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.76, 3.65 และ 3.52 ตามลำดับ ค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งที่ลดลง เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่นานขึ้น มีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เปลือกผลลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.52 กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.57 และ 0.62 กรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสาร

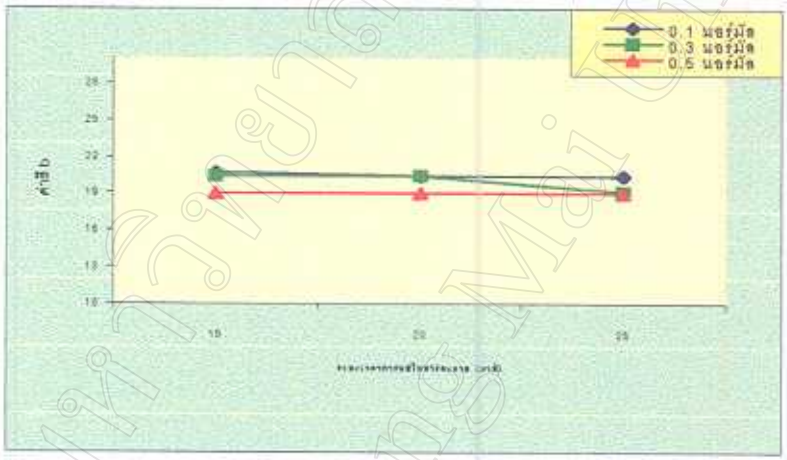
ตารางที่ 4.7 สมบัติทางกายภาพของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่ในสารละลายแตกต่างกัน

ปัจจัย	ค่าสีของเปลือกลิ้นจี่อบแห้ง			ลักษณะเนื้อสัมผัส	
	L	a*	b*	เปลือกลิ้นจี่ (แรงกด,นิวตัน)	เนื้อลิ้นจี่ (แรงเฉือน,นิวตัน)
ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มัล) (A)					
• 0.1 (a_1)	33.31^{b}±0.03	18.80^{c}±0.58	20.44^{a}±0.25	11.32±0.13	22.64±0.65
• 0.3 (a_2)	33.74^{b}±0.21	23.10^{b}±0.27	19.94^{a}±1.64	11.41±0.39	22.26±1.31
• 0.5 (a_3)	34.70^{a}±0.45	25.23^{a}±1.98	18.89^{b}±1.60	11.11±0.80	22.20±0.64
ระยะเวลาในการแช่ (นาที) (B)					
• 15 (b_1)	33.77±0.13	21.71^{b}±0.16	19.94±0.59	11.23±1.00	21.92±0.15
• 20 (b_2)	33.97±1.00	22.65^{a}±0.03	19.88±0.36	11.07±0.08	22.24±1.12
• 25 (b_3)	34.01±0.48	22.78^{a}±0.30	19.45±1.25	11.54±0.25	22.94±0.20
A×B					
a_1b_1	33.37±1.10	17.78^{f}±0.21	20.60^{a}±0.82	11.66±1.61	21.41±0.64
a_1b_2	33.11±0.72	18.80^{e}±0.69	20.40^{ab}±1.31	11.32±1.03	23.36±1.61
a_1b_3	33.46±1.74	19.81^{d}±1.93	20.32^{b}±1.27	10.98±0.20	23.15±0.28
a_2b_1	33.91±0.37	22.37^{c}±0.30	20.28^{b}±0.52	11.49±0.66	22.30±0.64
a_2b_2	33.57±2.13	23.57^{b}±1.00	20.30^{b}±1.71	10.72±0.50	21.91±2.54
a_2b_3	33.73±1.87	23.37^{b}±0.34	19.13^{c}±3.73	12.02±0.04	22.57±0.75
a_3b_1	34.03±1.09	24.95^{a}±1.27	19.91^{c}±2.07	10.54±0.71	22.06±1.25
a_3b_2	35.23±1.58	25.58^{a}±1.76	18.87^{c}±1.48	11.18±0.76	21.44±0.81
a_3b_3	34.84±1.30	25.16^{a}±1.34	18.89^{c}±1.24	11.63±0.91	23.09±0.14

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

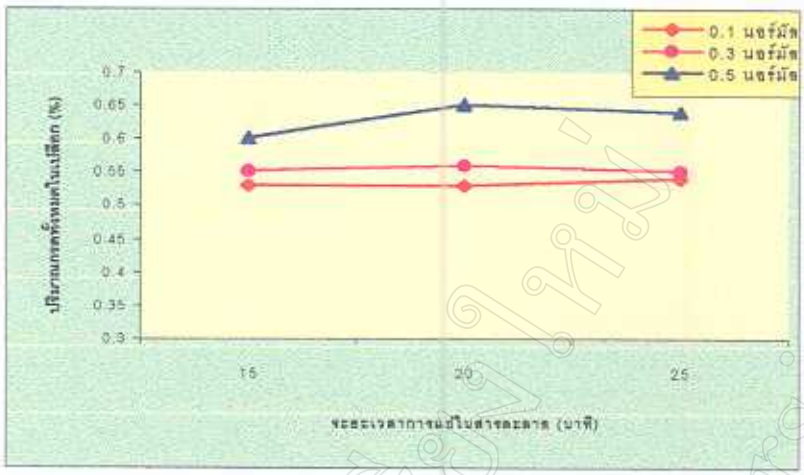


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีผลต่อค่าสี a* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง

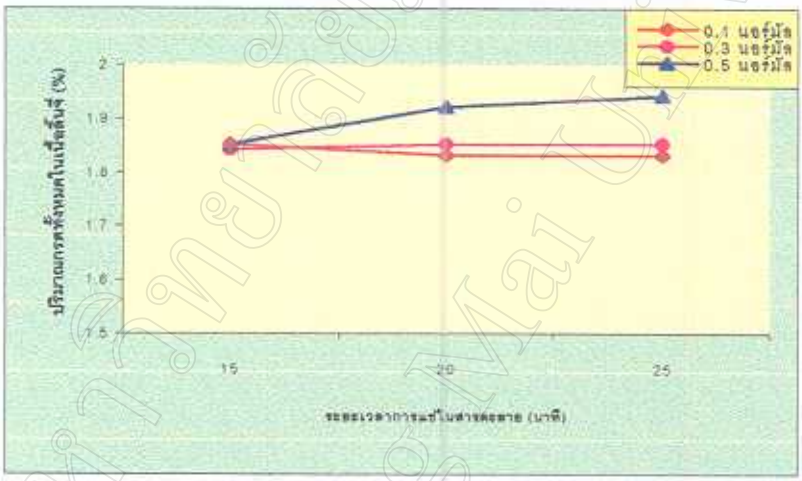


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีผลต่อค่าสี b* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง

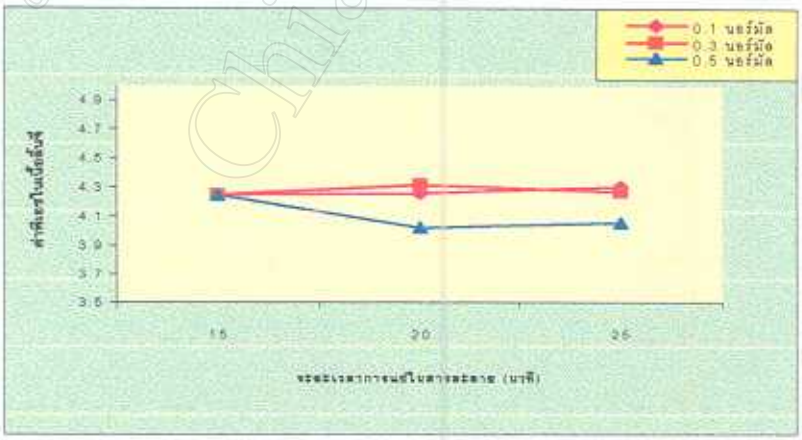
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีผลต่อปริมาณกรดในเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีผลต่อปริมาณกรดในเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีผลต่อค่าพีเอชในเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็น 0.3 และ 0.5 นอร์มัล ตามลำดับ นอกจากนี้ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกยังมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ที่แสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้นระดับกลางและต่ำ คือ 0.1 และ 0.3 นอร์มัล การเพิ่มระยะเวลาการแช่ในสารละลายที่นานขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอชในเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง แต่ที่ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล หากเพิ่มเวลาการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจาก 15 นาที เป็น 20 และ 25 นาที ตามลำดับ มีผลให้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น และมีค่าพีเอชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเวลาการแช่นาน 15 นาที เนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมด เท่ากับ 1.85 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.25 เมื่อเพิ่มเวลาการแช่ในสารละลายเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที เนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมด เพิ่มขึ้นเป็น 1.94 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.02

จากผลการศึกษาจึงแสดงให้เห็นว่า การแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที เป็นวิธีการที่สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งได้ดีกว่าการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 นอร์มัล และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านต่างๆของผลลิ้นจี่อบแห้ง แต่ที่ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล หากมีการเพิ่มระยะเวลาการแช่ให้นานขึ้นจาก 15 นาที เป็น 20 และ 25 นาที ตามลำดับ การเพิ่มระยะเวลาดังกล่าวจะมีผลต่อคุณภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งทันที โดยจะมีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเพิ่มขึ้น

4.4.3 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 4.15

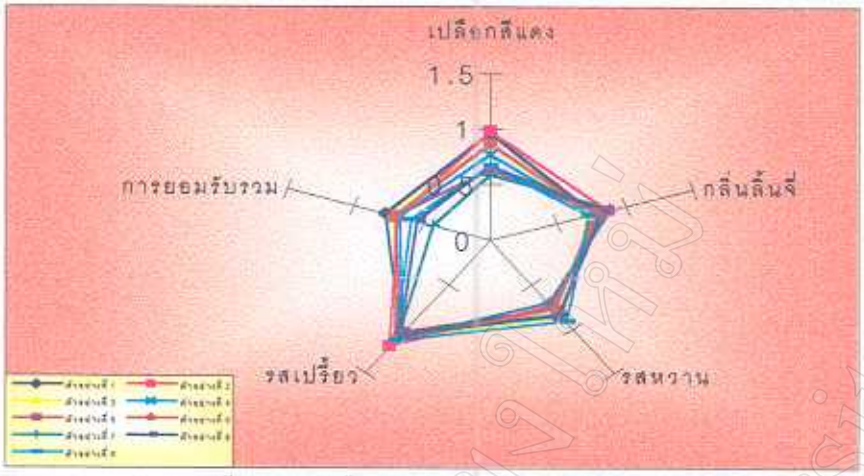
ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการรักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล มีสีเปลือกใกล้เคียงกับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล ดังแสดงในรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ผลลิ้นจี่อบแห้งมีลักษณะของสีเปลือกไม่แตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด แต่ที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล สีเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ยังคงมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ผลการทดสอบลักษณะทางด้านกลิ่นและรสหวานพบว่า ในทุก

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น และระยะเวลาในการแช่ที่แตกต่างกัน

ปัจจัย	ปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก** (กรัม/100กรัม)	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อ** (กรัม/100กรัม)	ค่าพีเอชในเปลือก	ค่าพีเอชในเนื้อ	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (%)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)	ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง (ฐานแห้ง ; %)	ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง
ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มัล) (A)									
• 0.1 (a_1)	0.52±0.02	1.84^{b}±0.05	4.08^{a}±0.09	4.29^{a}±0.12	56.85±1.63	55.75±0.44	56.15±0.54	30.90±0.35	0.53±0.01
• 0.3 (a_2)	0.57±0.01	1.85^{b}±0.03	3.59^{b}±0.21	4.27^{a}±0.03	55.99±0.94	55.69±0.24	56.21±0.09	31.06±0.15	0.54±0.00
• 0.5 (a_3)	0.62±0.03	1.91^{a}±0.00	3.26^{c}±0.16	4.11^{b}±0.13	55.83±0.71	55.87±0.76	56.40±1.82	30.91±0.23	0.53±0.00
ระยะเวลาการแช่ในสารละลาย (นาที) (B)									
• 15 (b_1)	0.55^{b}±0.01	1.84^{b}±0.00	3.76±0.01	4.25±0.04	56.00±0.46	55.75±1.18	56.27±0.94	31.04±0.03	0.54±0.01
• 20 (b_2)	0.57^{a}±0.01	1.87^{a}±0.03	3.65±0.08	4.20±0.03	56.33±0.47	55.99±0.07	56.38±0.18	30.85±0.19	0.53±0.01
• 25 (b_3)	0.60^{a}±0.03	1.87^{a}±0.05	3.52±0.15	4.23±0.19	56.33±0.00	55.57±0.70	56.11±1.12	30.99±0.23	0.53±0.00
AXB									
a_1b_1	0.52±0.03	1.84^{b}±0.00	4.32±0.04	4.25^{a}±0.14	56.50±2.12	55.89±1.74	56.41±0.69	31.15±0.54	0.54±0.00
a_1b_2	0.52±0.03	1.83^{b}±0.00	4.07±0.14	4.26^{a}±0.13	58.00±2.83	56.35±1.51	56.42±0.42	30.84±0.99	0.54±0.02
a_1b_3	0.54±0.00	1.84^{b}±0.10	3.87±0.36	4.35^{a}±0.38	56.00±0.00	55.02±1.55	55.62±0.48	30.73±0.49	0.52±0.00
a_2b_1	0.54±0.00	1.84^{b}±0.00	3.59±0.21	4.24^{a}±0.15	55.50±0.71	55.80±0.85	56.29±0.52	31.21±0.24	0.55±0.01
a_2b_2	0.57±0.04	1.84^{b}±0.05	3.68±0.18	4.31^{a}±0.23	56.00±0.00	55.64±1.71	56.26±1.72	31.06±0.53	0.53±0.00
a_2b_3	0.60±0.00	1.84^{b}±0.10	3.50±0.22	4.27^{a}±0.20	56.50±2.12	55.63±0.83	56.10±0.93	30.92±0.31	0.54±0.00
a_3b_1	0.61±0.00	1.84^{b}±0.00	3.37±0.19	4.25^{a}±0.08	56.00±2.83	55.56±0.97	56.12±1.61	30.77±0.66	0.54±0.00
a_3b_2	0.63±0.00	1.94^{a}±0.00	3.22±0.27	4.02^{b}±0.08	55.00±1.41	55.99±1.01	56.46±1.87	30.65±0.95	0.53±0.00
a_3b_3	0.63±0.00	1.94^{a}±0.00	3.19±0.12	4.06^{b}±0.38	56.50±2.12	56.07±0.28	56.63±1.96	31.31±1.09	0.53±0.00

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

**ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก



รูปที่ 4.15 ลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่รักษาสีโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น และเวลาการแช่ในสารละลายแตกต่างกัน

ตัวอย่างของผลลิ้นจี่อบแห้งไม่มีความแตกต่างกับจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด แต่ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทุกตัวอย่างมีรสชาติที่เปรี้ยวเกินกว่าจุดที่ผู้บริโภคต้องการ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาลักษณะของผลลิ้นจี่อบแห้งโดยรวมแล้วพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลลิ้นจี่อบแห้งที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที มากที่สุด ส่วนที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.1 นอร์มัล พบว่าลักษณะโดยรวมของผลลิ้นจี่อบแห้งยังมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.5 ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นก่อนนำไปอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก

4.5.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาไว้มี 2 ลักษณะ คือ ผลลิ้นจี่ที่ยังไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล นาน 15 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาในห้องเย็น ผลการศึกษามีดังนี้

4.5.1.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพแสดงดังรูปที่ 4.16-4.17

สีเปลือก : ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น นาน 1 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบค่าสีของเปลือกผลลิ้นจี่ทั้งก่อนและภายหลังการเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น รูปที่ 4.16 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเก็บผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกไว้ในห้องเย็นเปลือกผลลิ้นจี่มีค่าสี L และ a^* เพิ่มมากขึ้นและมีค่าสี b^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเก็บรักษา คือเปลือกผลลิ้นจี่ก่อนเก็บรักษามีค่าสี L, a^* และ b^* เท่ากับ 37.02, 20.21 และ 25.57 ตามลำดับ และภายหลังเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ เปลือกมีค่าสี L a^* และ b^* เท่ากับ 40.97, 36.89 และ 18.98 ตามลำดับ ส่วนผลลิ้นจี่ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกก่อนนำมาเก็บรักษาในห้องเย็น พบว่าเปลือกผลลิ้นจี่มีค่าสี L และ a^* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 27.54 และ16.18 ตามลำดับ

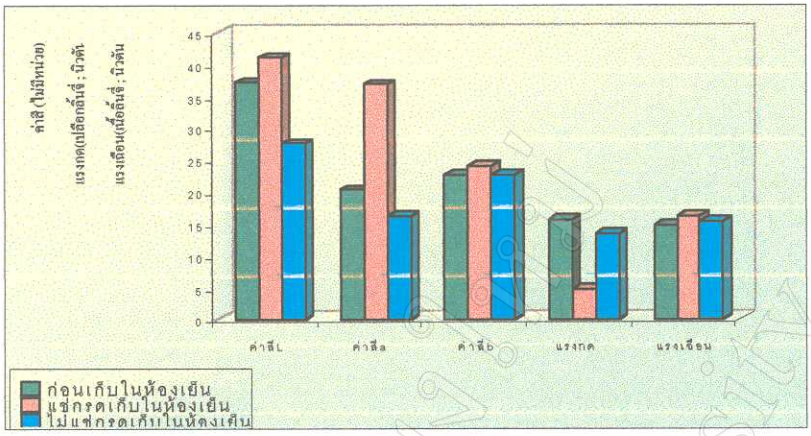
การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น นาน 1 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่า การเก็บผลลิ้นจี่สดในห้องเย็นโดยไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกก่อนเก็บรักษาจะมีผลให้ผลลิ้นจี่มีสีเปลือกที่คล้ำขึ้น และมีสีแดงลดลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรูปที่ 4.17 ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่า มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นที่บริเวณผิวเปลือกของผลลิ้นจี่ที่ไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ส่วนผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เปลือกผลลิ้นจี่ยังคงมีสีแดงสด และเปลือกไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

การเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ มีสาเหตุเนื่องจากการสูญเสียความชื้นของเปลือกผลลิ้นจี่ และการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส (PPO) ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลลิ้นจี่สูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว การนำผลลิ้นจี่มาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ผลลิ้นจี่สูญเสียความชื้นเพิ่มมากขึ้น (Underhill, 1992) การสูญเสียความชื้นของผลลิ้นจี่ทำให้เปลือกผลลิ้นจี่มีลักษณะแห้งแข็ง และทำให้เกิดลักษณะการฉีกขาดของเนื้อเยื่อเปลือกผลลิ้นจี่ (Underhill and Critchley, 1993) ส่งผลให้เอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดส ซึ่งมีอยู่ในเปลือกผลลิ้นจี่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับแอนโธไซยานินได้เร็วขึ้น (Underhill, 1992) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโธไซยานิน ให้มาอยู่ในรูปของ chalcone ซึ่งไม่มีสี (Ray, 1998) และเกิดสารสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ขึ้น (Underhill, 1992) นอกจากการสูญเสียความชื้นจะเป็นสาเหตุที่ช่วยเร่งให้เกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ได้เร็วขึ้นแล้ว ค่าพีเอชในเปลือกผลลิ้นจี่ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ให้เกิดเร็วขึ้นด้วย เนื่องจากเอนไซม์

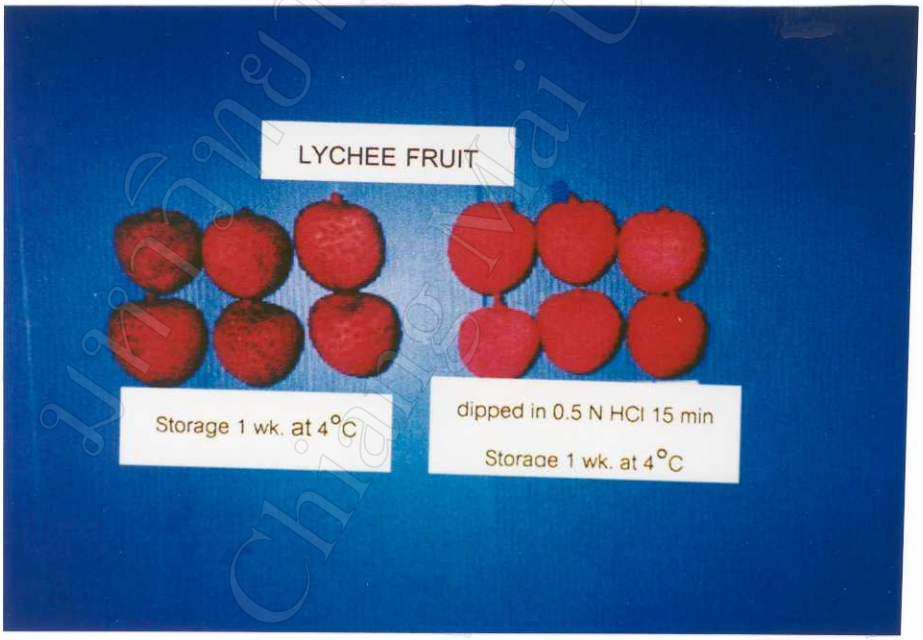
ผลลิ้นจี่ที่มีความแก่บริบูรณ์ เปลือกผลลิ้นจี่จะมีค่าพีเอชประมาณ 4 และหลังการเก็บเกี่ยวค่าพีเอชในเปลือกผลลิ้นจี่จะค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จึงเป็นการส่งเสริมให้เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสสามารถทำงานได้ดีขึ้น แต่การทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสจะลดต่ำลงเมื่ออยู่ในสภาวะที่ค่าพีเอชต่ำ โดยเฉพาะที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 3 การจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลายที่มีความเป็นกรดสูงจะช่วยให้เปลือกผลลิ้นจี่มีค่าพีเอชลดต่ำลง ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสแล้ว ยังเป็นการเพิ่มความคงตัวให้กับโครงสร้างแอนโธไซยานินอีกด้วย จึงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ได้ (Ray, 1998) ดังนั้นการแช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล ก่อนการเก็บผลลิ้นจี่ในห้องเย็น จึงสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและเพิ่มสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้มีสีแดงสดระหว่างการเก็บไว้ในห้องเย็นนาน 1 สัปดาห์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Underhill *et al.*, (1992) ที่ได้แช่ผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 นอร์มัล ก่อนนำผลลิ้นจี่ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่โดยไม่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นได้นานถึง 12 สัปดาห์

ลักษณะเนื้อสัมผัส : ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อผลลิ้นจี่ พบว่าหลังการเก็บรักษาเปลือกของผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก มีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างจากเปลือกผลลิ้นจี่สดที่ไม่แช่สารละลายทั้งก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเปลือกของผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีลักษณะอ่อนนุ่ม เมื่อวัดลักษณะเนื้อสัมผัสในรูปของแรงกดที่กระทำต่อเปลือกผลลิ้นจี่พบว่ามีค่าเท่ากับ 4.73 นิวตัน ส่วนเปลือกผลลิ้นจี่ที่ไม่แช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกภายหลังเก็บรักษาในห้องเย็นมีค่าเท่ากับ 13.34 นิวตัน และผลลิ้นจี่ก่อนนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นมีค่าแรงกดเท่ากับ 15.59 นิวตัน (รูปที่ 4.16) การที่เปลือกผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีลักษณะอ่อนตัวลง เนื่องจากสารละลายกรดจะช่วยละลายสารเคลือบผิวที่อยู่บนผิวผลลิ้นจี่ ตลอดจนสลายเซลลูโลสบริเวณเปลือกออกไปบางส่วน เนื่องจากเซลลูโลสจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับกรด และสารละลายกรดจะมีผลให้สารประเภทคาร์โบไฮเดรต และเพคติน ที่อยู่บริเวณเปลือกผลไม้อ่อนตัวลง (Somogyi and Luh, 1986)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็น นาน 1 สัปดาห์ พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวัดค่าแรงเฉือนของเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นทั้งที่แช่ และไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกไม่มีความแตกต่างจากลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ก่อนนำมาเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.18, 15.36 และ14.82 ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์



รูปที่ 4.17 ลักษณะผลลิ้นจี่สดภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

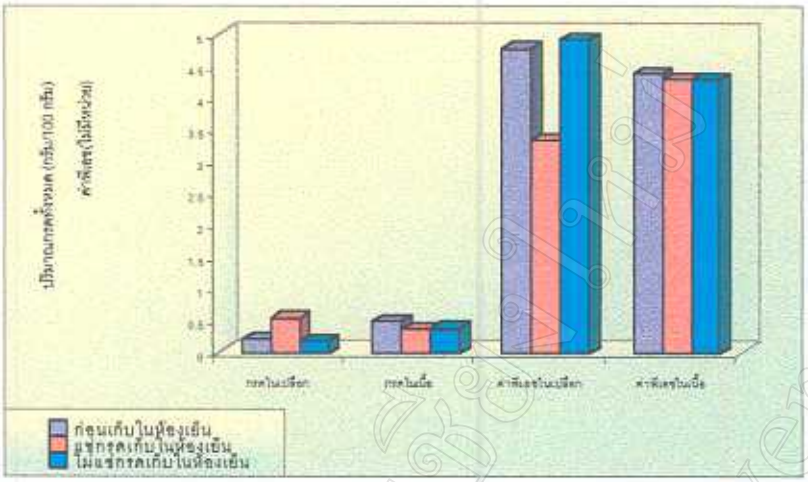
4.5.1.2 ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีแสดงดังรูปที่ 4.18-4.19

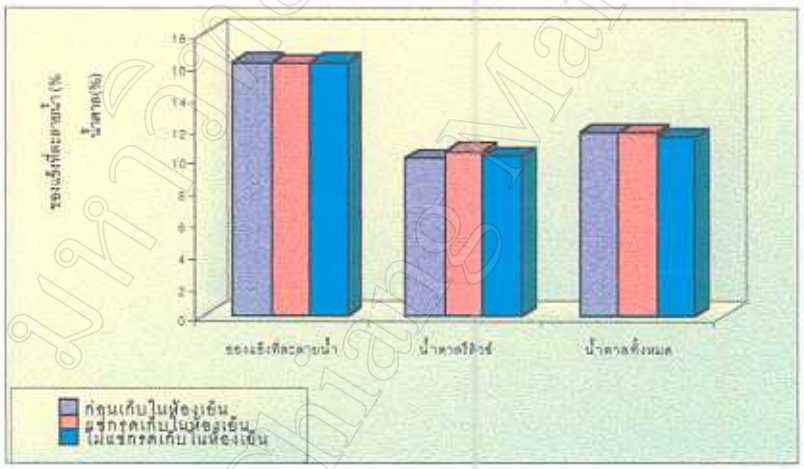
ปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอช: ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเปลือกผลลิ้นจี่ พบว่าก่อนการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นเปลือกและเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.22 และ 0.49 กรัม ต่อ 100 กรัม และมีค่าพีเอชเท่ากับ 4.77 และ 4.38 ตามลำดับ ภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็น เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น และมีค่าพีเอชลด ลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเปลือกผลลิ้นจี่มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.54 กรัม ต่อ 100 กรัม มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.32 ส่วนผลลิ้นจี่ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกลดลงเท่ากับ 0.18 กรัม ต่อ 100 กรัม และมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเป็น 4.91 (รูปที่ 4.18)

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด ค่าพีเอช และการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นโดยไม่ได้แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แสดงให้เห็นว่าการลดลงของกรดในเปลือกผลลิ้นจี่มีผลทำให้ค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น เนื่องจากค่าพีเอชที่เพิ่มขึ้นจะส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอล ออกซิเดสให้สามารถทำปฏิกิริยากับแอนโธไซยานินได้ดีขึ้น ทำให้เปลือกผลลิ้นจี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้นภายหลังการเก็บในห้องเย็น

นอกจากนี้การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ โดยพบว่าการเก็บผลลิ้นจี่ในห้องเย็นทั้งแบบที่แช่และไม่แช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก มีผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ลดลง และมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาปริมาณกรดในเนื้อลิ้นจี่จะถูกใช้เป็นซับสเตรทในการหายใจ ส่งผลให้มีการลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ (จริงแท้, 2538)



รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอชในผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์



รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาลในผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำและปริมาณน้ำตาล : ภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็น เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ (รูปที่ 4.19) โดยก่อนเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็น ผลลิ้นจี่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเท่ากับ 16.16 % ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 10.04 % และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 11.66 % ภายหลังการเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นผลลิ้นจี่ที่แช่ และไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำเท่ากับ 16.10 และ 16.16 % ตามลำดับ มีน้ำตาลรีดิวซ์ 10.47 และ10.11 % และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 11.68 และ 11.42 % ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลในผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจ และอัตราการสลายตัวของสารประกอบเชิงซ้อนที่ผนังเซลล์ (ธวัชชัย, 2541) ผลลิ้นจี่เป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ซึ่งอัตราการหายใจจะลดลงช้าๆภายหลังการเก็บเกี่ยว เป็นผลให้ผลไม้ประเภทนี้มีอัตราการหายใจต่ำหลังการเก็บเกี่ยว (Javier *et.al*, 1999) ด้วยเหตุนี้จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดภายหลังการเก็บเกี่ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความชื้นและค่า a_w : ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่ โดยผลลิ้นจี่มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 80.79-81.82 % และมีค่าa_w อยู่ระหว่าง 0.94-0.90

4.5.2 ผลการศึกษาการเก็บผลลิ้นจี่ในห้องเย็นก่อนอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก

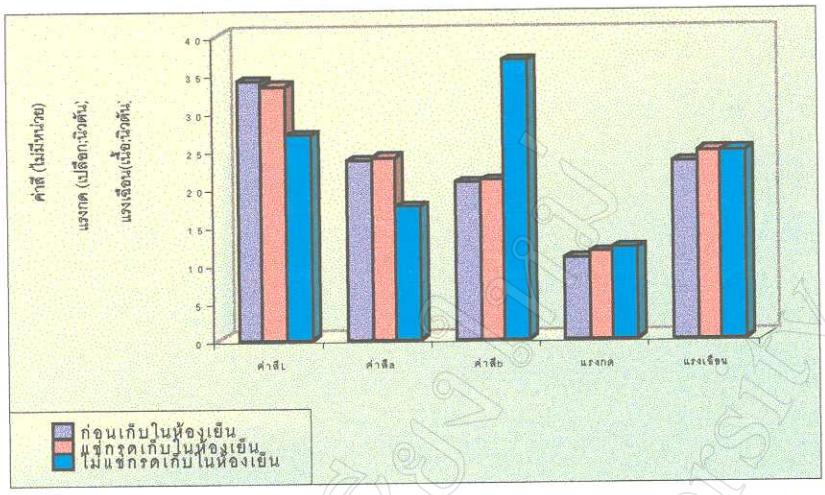
ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ไว้ในห้องเย็นก่อนนำไปอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก โดยเปรียบเทียบคุณภาพผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จาก ผลลิ้นจี่สดแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบทันที กับผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล 15 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล 15 นาที ก่อนการอบแห้ง ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.5.2.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพแสดงดังรูปที่ 4.20-4.21

สีเปลือก : ผลการศึกษาพบว่า วิธีการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็นก่อนนำมาอบแห้งมีผลต่อคุณภาพทางด้านสีเปลือกของผลลิ้นจี่ภายหลังการอบแห้ง โดยผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบแห้งทันที ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีค่าสี L, a^* และ b^* ไม่แตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอบแห้ง โดยผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการแช่ในสารละลายกรดแล้วอบทันทีมีค่าสี L, a^* และ b^* เท่ากับ 33.90, 23.42 และ 20.50 ตามลำดับ ส่วนผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แช่กรดแล้วเก็บในห้องเย็นมีค่าสี L, a^* และ b^* เท่ากับ 33.18, 23.83 และ 20.72 ตามลำดับ แต่พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งจากทั้ง 2 ตัวอย่างมีค่าสี L, a^* และ b^* แตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นนาน 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกก่อนอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (รูปที่ 4.20) การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็น 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกก่อนอบแห้ง มีผลให้เปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีค่าสี L และ a^* ต่ำ และมีค่าสี b^* สูงกว่าผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดแล้วอบทันที และผลลิ้นจี่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วเก็บในห้องเย็น

รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะของผลลิ้นจี่อบแห้งจากทั้ง 3 ตัวอย่าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นโดยไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเมื่อครบ 1 สัปดาห์ แล้วนำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกก่อนนำไปอบแห้ง มีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีสีแดงน้อยกว่าผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดแล้วอบทันที และผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วจึงเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ นอกจากนั้นเปลือกของผลลิ้นจี่สดบางส่วนยังเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งขึ้นอยู่กับปริมาณและความคงตัวของแอนโธไซยานิน การเก็บผลลิ้นจี่ในห้องเย็น 1 สัปดาห์โดยไม่แช่ในสารละลายกรดไฮดรคลอริก มีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากเกิดการสลายตัวของแอนโธไซยานิน อันมีสาเหตุมาจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Underhill, 1992) และเมื่อเปลือกผลลิ้นจี่เกิดสี น้ำตาลเป็นผลให้เกิดการสูญเสียของปริมาณแอนโธไซยานิน ดังนั้นเมื่อนำผลลิ้นจี่มาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วนำไปอบแห้งจึงไม่สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลิ้นจี่บางส่วนให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งไว้ได้



รูปที่ 4.20 การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นก่อนนำไปอบที่มีผลต่อค่าสีและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้ง

รูปที่ 4.21 ผลการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นที่มีผลต่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลลิ้นจี่อบแห้ง

ลักษณะเนื้อสัมผัส : ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็นก่อนอบแห้งที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้ง พบว่าการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็น 1 สัปดาห์ก่อนการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง เนื่องจากไม่ความแตกต่างกันระหว่างลักษณะเนื้อสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่สดที่แช่ในสารละลายกรดแล้วอบทันที ผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดแล้วเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ และผลลิ้นจี่ที่ไม่แช่ในสารละลายกรดและเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ โดยผลลิ้นจี่อบแห้งมีลักษณะเนื้อสัมผัสเมื่อวัดในรูปของแรงกดที่กระทำต่อเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง ที่ได้จากผลลิ้นจี่สดที่เก็บรักษาในห้องเย็นทั้ง 2 วิธี โดยแช่และไม่แช่ในสารละลายกรดไฮโดคลอริก และผลลิ้นจี่ที่แช่สารละลายกรดไฮโดคลอริกแล้วอบทันที มีค่าเท่ากับ 11.38, 11.89 และ10.54 นิวตัน และมีแรงเฉือนของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเท่ากับ 24.59, 24.52 และ 23.20 นิวตัน ตามลำดับ

4.5.2.2 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีแสดงดังรูปที่ 4.22-4.23

ปริมาณกรดและค่าพีเอช : ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ไว้ในห้องเย็น 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอบแห้งไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด และค่าพีเอชในเปลือกผลลิ้นจี่ แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อผลลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รูปที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่าผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นก่อนการอบแห้งทั้ง 2 วิธีมีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่น้อยกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบทันที โดยผลลิ้นจี่ที่แช่สารละลายกรดแล้วอบทันที เนื้อผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 1.89 กรัม ต่อ 100 กรัม และผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นก่อน นำไปอบมีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 1.54 กรัม ต่อ 100 กรัม ทั้งนี้เนื่องจากภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็น 1 สัปดาห์ พบว่าปริมาณกรดในเนื้อลิ้นจี่ได้ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณกรดในเนื้อลิ้นจี่ก่อนนำมาเก็บในห้องเย็น การลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ดังกล่าวมีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบทันทีโดยไม่มีการเก็บรักษาในห้องเย็น

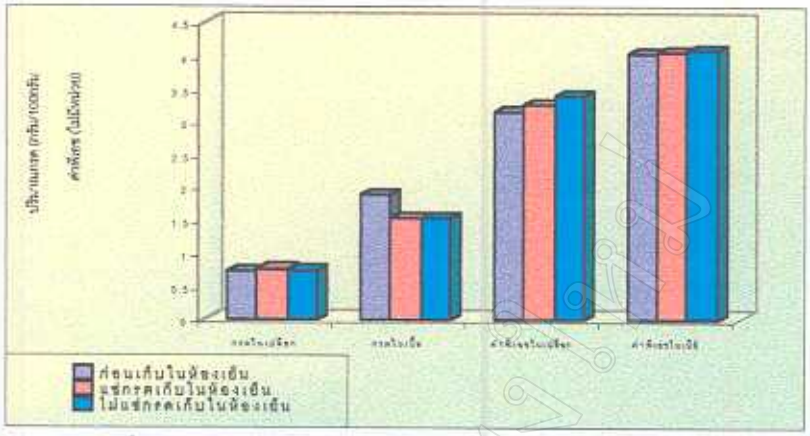
ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณน้ำตาล : ผลการศึกษาพบว่าการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็นก่อนการอบแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลลิ้นจี่อบแห้ง (รูปที่ 4.23) เนื่องจากภายหลังการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็น 1 สัปดาห์ ก่อนการอบแห้งไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในผลลิ้นจี่สด ดังนั้นเมื่อนำผลลิ้นจี่สดที่เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นมาอบแห้ง จึงไม่มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ น้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแตกต่างจากผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบแห้งทันที โดยผลลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณทั้งหมดที่ละลายน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 57.50-58.50% ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ 55.70-56.90 % และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 56.42-56.90 %

ความชื้นและค่า a_w : ผลการศึกษาการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็นก่อนการอบแห้งที่มีผลต่อปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่อบแห้ง พบว่าการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็น นาน 1 สัปดาห์ก่อนการอบแห้ง ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น และค่าa_w ของเนื้อผลลิ้นจี่อบแห้ง โดยผลลิ้นจี่อบแห้งมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 31.06-31.29 % และมีค่า a_w เท่ากับ 0.51-0.53

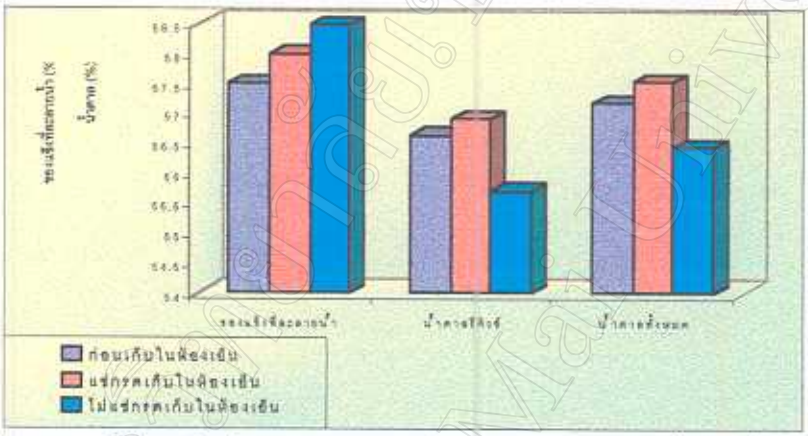
4.5.2.3 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 4.24

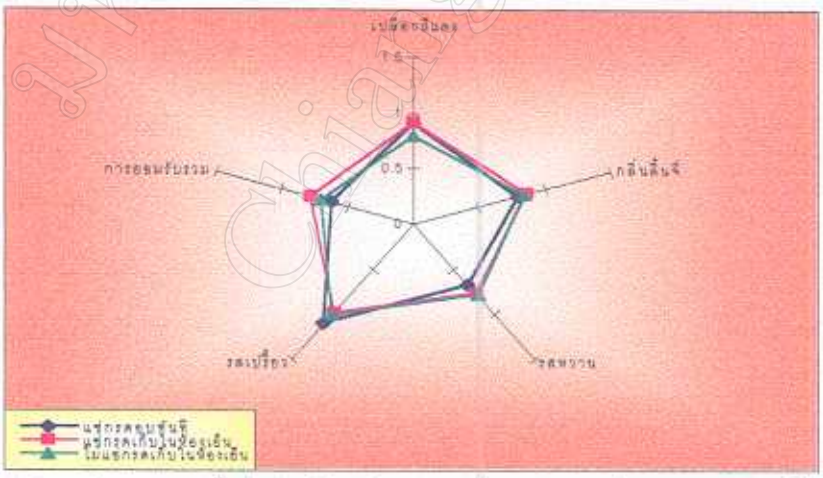
ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า การนำผลลิ้นจี่สดมาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และการนำผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งมีลักษณะของสีเปลือกไม่แตกต่างจากจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดว่าดีที่สุด แต่ผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นโดยไม่ได้แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีลักษณะสีเปลือกแตกต่างจากจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 3 ตัวอย่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำผลลิ้นจี่สดมาเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ก่อนนำไปอบแห้งทั้ง 2 วิธี มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีรสหวานขึ้น และมีรสชาติที่ไม่เปรี้ยวมากเกินไป ซึ่งเป็นรสชาติที่ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบชิม แต่ผลลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วอบทันที รสชาติของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ยังมีรสชาติที่เปรี้ยวมากเกินไปซึ่งมีความแตกต่าง



รูปที่ 4.22 การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นก่อนการอบแห้งที่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช ของผลลิ้นจี่อบแห้ง



รูปที่ 4.23 การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ในห้องเย็นก่อนการอบแห้งที่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาลของผลลิ้นจี่อบแห้ง



รูปที่ 4.24 ผลของวิธีการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดในห้องเย็น 1 สัปดาห์ ต่อลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ อบแห้งทั้งเปลือก

จากจุดที่ผู้ทดสอบชิมคิดว่าดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าผลลิ้นจี่สดที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วเก็บรักษาในห้องเย็น เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนอบแห้ง มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีลักษณะการยอมรับโดยรวมใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด

ผลการศึกษาการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อการยอมรับลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกสามารถพิจารณาได้จากสมการ

การยอมรับรวม = 0.637 + 0.45 (สีเปลือก) + 0.50 (รสหวาน) - 0.003 (รสเปรี้ยว)

แสดงให้เห็นว่าลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ผู้ทดสอบชิมใช้ในการตัดสินใจให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ คือ สีเปลือก รสหวานและรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าการที่ผลิตภัณฑ์มีเปลือกสีแดง และรสหวานเพิ่มมากขึ้น และรสเปรี้ยวน้อยลงจะมีผลให้ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกเพิ่มมากขึ้น จากผลการพิจารณาลักษณะดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าการเก็บรักษาผลลิ้นจี่ที่แช่ในในสารละลายกรดแล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นนาน 1 สัปดาห์ แล้วนำไปอบแห้งจะได้ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด

4.6 ผลการศึกษากรรมวิธีการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือก

4.6.1 อัตราการทำแห้งของผลลิ้นจี่

อัตราการอบแห้งผลลิ้นจี่ที่ใช้วิธีการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบแสดงดังรูปที่ 4.25-4.27 และปริมาณความชื้นที่ลดลงแสดงดังรูปที่ 4.28-4.30

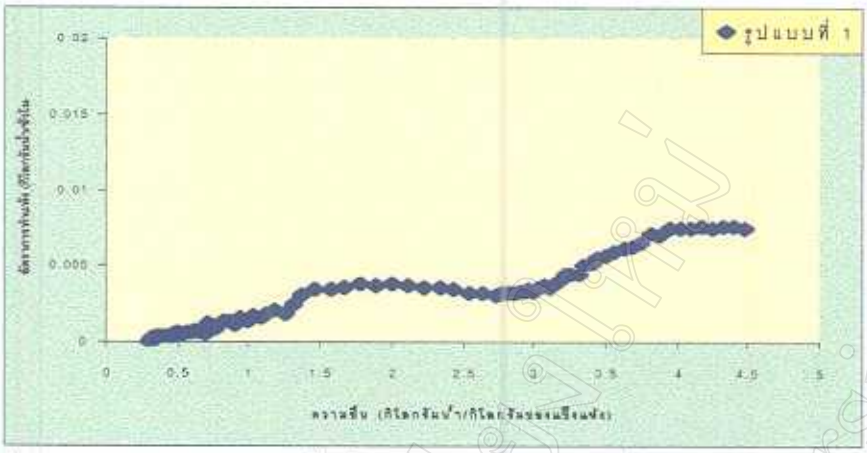
อัตราการอบแห้งสามารถอธิบายได้ถึงสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นต่อเวลาใน การอบแห้ง (Gustavo and Humberto, 1996) จากรูปที่ 4.25-4.27 แสดงอัตราการอบแห้งของผลลิ้นจี่จากการใช้รูปแบบการอบแห้ง 3 รูปแบบ แสดงให้เห็นว่า การอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบมีผลทำให้ผลลิ้นจี่มีอัตราการอบแห้งแตกต่างกัน โดยพบว่าในช่วง 1 ชั่วโมงแรกของการอบแห้งจากทั้ง 3 รูปแบบ ผลลิ้นจี่ยังสามารถรักษาสภาวะอิ่มตัวบนผิวหน้าของผลลิ้นจี่ไว้ได้ การอบแห้งผลลิ้นจี่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจึงเป็นช่วงที่ผลลิ้นจี่มีคาบอัตราการทำแห้งที่คงที่ (ไพบูลย์, 2532) หลังจากนั้น

พบว่าน้ำภายในไม่สามารถเคลื่อนที่มาทดแทนน้ำที่ผิวหน้าของผลลิ้นจี่ได้ เป็นผลให้ผลลิ้นจี่จากการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ มีอัตราการอบแห้งที่ลดลง โดยการอบแห้งรูปแบบที่ 1 มีอัตราการอบแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็ว แต่จะค่อยๆ ปรับเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิการอบแห้งเป็น 80 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.25) เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งรูปแบบที่ 3 พบว่า อัตราการอบแห้งลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดระยะเวลาการอบแห้ง (รูปที่ 4.27) แสดงให้เห็นว่าในระหว่างการอบแห้ง หากมีการปรับอุณหภูมิให้เพิ่มสูงขึ้น จะมีผลช่วยให้ผลลิ้นจี่มีอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นได้ เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นที่ลดลงระหว่างการอบแห้ง (รูปที่ 4.28 และ 4.30) จะเห็นได้ว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 ในช่วง 6 ชั่วโมงแรก มีความชื้นลดลงใกล้เคียงกัน เนื่องจากยังคงมีการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งเท่ากัน คือ 60 องศาเซลเซียส แต่หลังจากนั้นพบว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1 มีการลดลงของความชื้นมากกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 3 ส่วนการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีอัตราการอบแห้งที่ค่อยๆ ลดลงซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งกับปริมาณความชื้นที่ลดลง (รูปที่ 4.29) พบว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีความชื้นลดลงรวดเร็วมากในช่วง 15 ชั่วโมงแรกของระยะเวลาการอบแห้ง เนื่องจากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีการใช้อุณหภูมิเริ่มต้นสูงถึง 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง แล้วจึงเพิ่มขึ้นเป็น 80 องศาเซลเซียส อีก 6 ชั่วโมง จึงเป็นผลทำให้มีการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากนั้นพบว่าการลดลงของความชื้นเริ่มมีปริมาณที่คงที่ ขณะที่การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 ผลลิ้นจี่มีความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการอบแห้ง 42 ชั่วโมง พบว่าผลลิ้นจี่จากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีความชื้นลดลงน้อยกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1

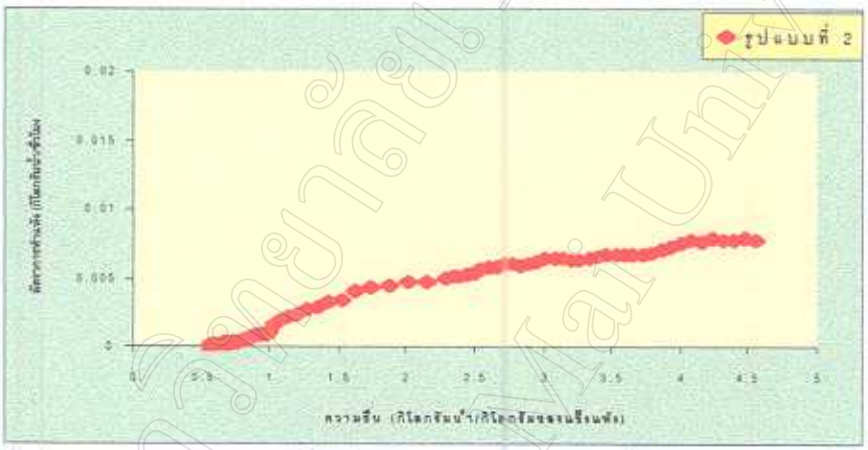
4.6.2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้กรรมวิธีการอบแห้ง 3 รูปแบบแสดงดังตารางที่ 4.9

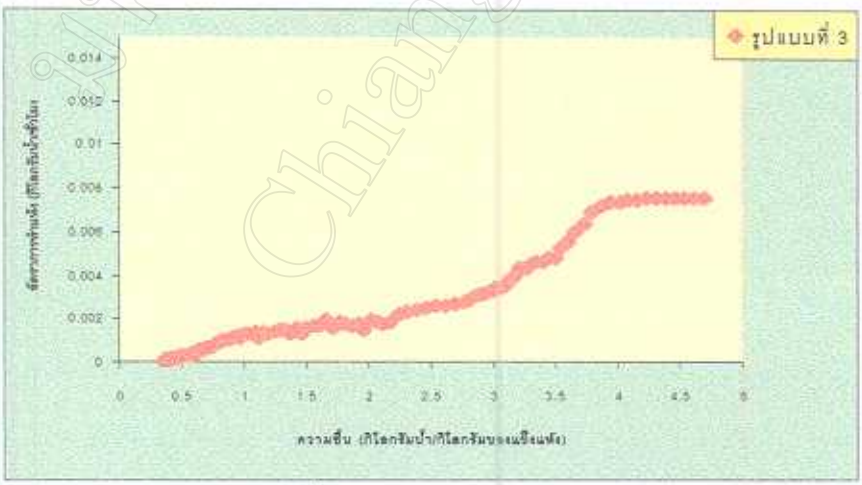
ผลการศึกษากรรมวิธีการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้ง พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a^* และ b^* ของผลลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 3 รูปแบบมีค่าสี L อยู่ในช่วงระหว่าง 34.75-37.69 มีค่าสี a^* อยู่ในช่วงระหว่าง 23.49-24.13 และมีค่าสี b^* อยู่ระหว่าง20.16-21.86 นอกจากนั้นยังพบว่ารูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ ก็ไม่มีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่แตกต่างกัน โดยลักษณะเนื้อ



รูปที่ 4.25 อัตราการอบแห้งผลลิ้นจี่จากการอบแห้งรูปแบบที่ 1

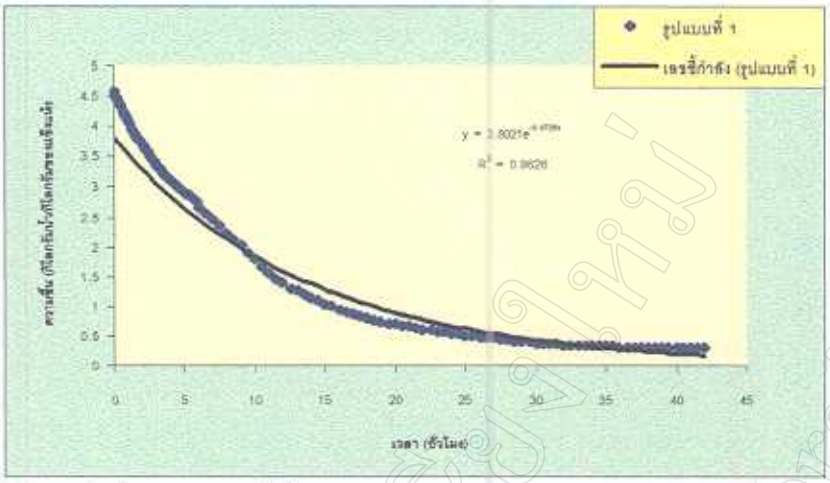


รูปที่ 4.26 อัตราการอบแห้งผลลิ้นจี่จากการอบแห้งรูปแบบที่ 2

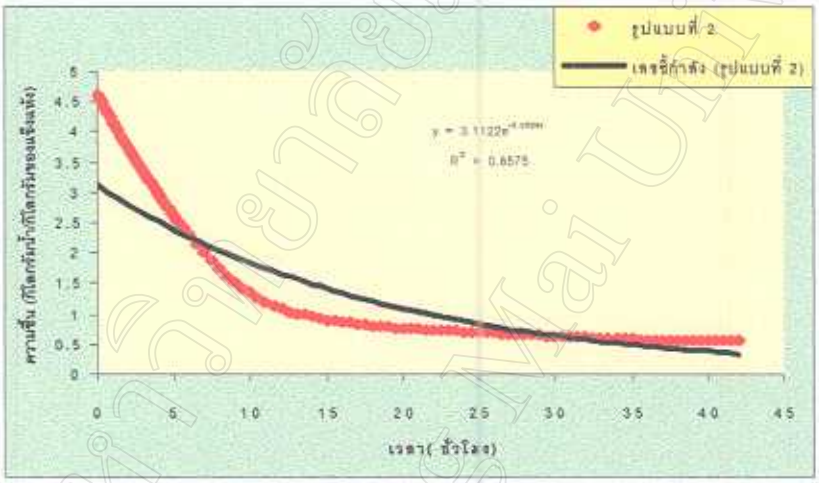


รูปที่ 4.27 อัตราการอบแห้งผลลิ้นจี่จากการอบแห้งรูปแบบที่ 3

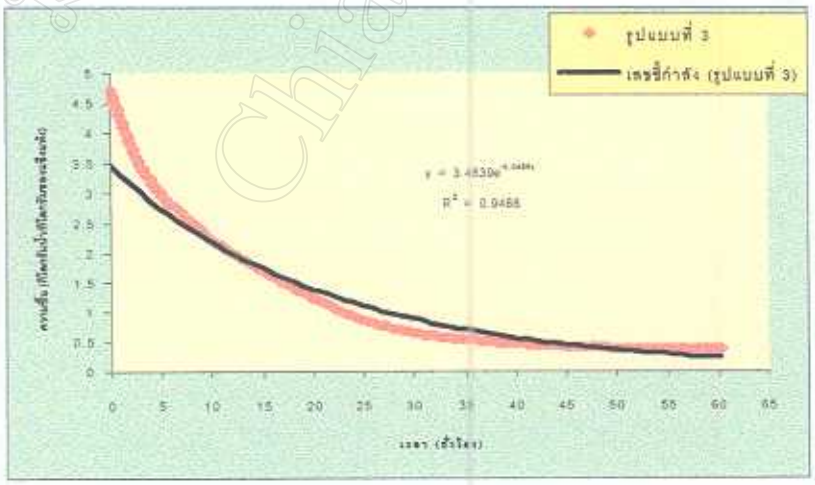
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4.28 ปริมาณความชื้นที่ลดลงของผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้งโดยใช้รูปแบบการอบแห้งที่ 1



รูปที่ 4.29 ปริมาณความชื้นที่ลดลงของผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้งโดยใช้รูปแบบการอบแห้งที่ 2



รูปที่ 4.30 ปริมาณความชื้นที่ลดลงของผลลิ้นจี่ระหว่างการอบแห้ง โดยใช้รูปแบบการอบแห้งที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 4.9 สมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้รูปแบบการอบแห้ง 3 รูปแบบ

วิธีการอบแห้ง	ค่าสี			ลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกลิ้นจี่ (แรงกด ; นิวตัน)	ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่ (แรงเฉือน ; นิวตัน)
	L	a^*	b^*		
รูปแบบที่ 1	34.75±0.06	23.49±0.01	20.16±0.24	13.73±0.01	23.73±0.72
รูปแบบที่ 2	37.69±1.91	24.13±0.41	21.86±2.23	14.62±0.47	23.25±1.58
รูปแบบที่ 3	36.72±1.24	24.10±2.10	21.16±1.79	14.32±1.51	23.56±1.66

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

รูปแบบที่ 1. อบที่อุณหภูมิ 60 °ซ 6 ชม. เพิ่มเป็น 70 °ซ 6 ชม. เพิ่มเป็น 80 °ซ 15 ชม. ลดลงเหลือ 70 °ซ 12 ชม. และลดลงเหลือ 60 °ซ 3 ชม. รวม 42 ชม.

รูปแบบที่ 2. อบที่อุณหภูมิ 70 °ซ 12 ชม. เพิ่มเป็น 80 °ซ 12 ชม. ลดลงเหลือ 70 °ซ 12 ชม. และลดลงเหลือ 60 °ซ 6 ชม. รวม 42 ชม.

รูปแบบที่ 3. อบที่ 60 °ซ เป็นเวลา 60 ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สัมผัสของเปลือกลิ้นจี่อบแห้งเมื่อพิจารณาในรูปของแรงกดที่กระทำต่อเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้ง มีค่าแรงกดอยู่ระหว่าง 13.73-14.62 นิวตัน และลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 23.25-23.73 นิวตัน

4.6.3 ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้กรรมวิธีการอบแห้ง 3 รูปแบบแสดงดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.31

ผลการศึกษากรรมวิธีการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกที่มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้ง พบว่ากรรมวิธีการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง ค่าพีเอชของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังรูปที่ 4.31 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการอบแห้งผลลิ้นจี่ทั้งเปลือกด้วยรูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีผลทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีปริมาณความชื้นและค่า a_w มากกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่ได้จากการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 เนื่องจากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 มีการใช้อุณหภูมิสูงเมื่อเริ่มต้นการอบแห้ง จึงมีผลทำให้เกิดการระเหยของน้ำที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อลิ้นจี่อย่างรวดเร็วจนบริเวณผิวหน้าของเนื้อลิ้นจี่ไม่สามารถรักษาสภาวะอิ่มตัวไว้ได้ ผิวหน้าของเนื้อลิ้นจี่จึงแห้งอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำภายในผลลิ้นจี่ที่ยังเหลืออยู่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านผิวหน้าของเนื้อลิ้นจี่ออกไปได้ (รุ่งนภา, 2535) ส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการอบแห้งผลลิ้นจี่ที่ได้จากการอบแห้งรูปแบบที่ 2 จึงมีปริมาณความชื้นและค่า a_w สูงกว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3

4.6.4 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการทดสอบความชอบ หรือการยอมรับของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากการอบแห้งโดยใช้รูปแบบการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ แสดงดังตารางที่ 4.11 ซึ่งพบว่าการอบแห้งผลลิ้นจี่โดยการใช้รูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบ ไม่มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่

ตารางที่ 4.10 ส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้รูปแบบการอบแห้ง 3 รูปแบบ

วิธีการอบแห้ง	ปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือก** (กรัม/100กรัม)	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อ** (กรัม/100กรัม)	ค่าพีเอชในเปลือก	ค่าพีเอชในเนื้อ	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (%)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)	ความชื้นของเนื้อลิ้นจี่ (% ; ฐานแห้ง)	ค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่
รูปแบบที่ 1	0.71±0.01	1.81±0.00	3.59±0.00	4.65±0.02	58.00±0.00	56.50±1.21	56.93±1.14	31.33±0.02	0.52±0.00
รูปแบบที่ 2	0.72±0.07	1.83±0.02	3.46±0.06	4.73±0.14	58.00±0.00	56.56±0.22	57.01±0.05	32.53±0.00	0.55±0.00
รูปแบบที่ 3	0.73±0.09	1.83±0.07	3.60±0.07	4.55±0.12	58.00±2.83	57.20±1.12	57.73±1.15	31.79±0.04	0.52±0.00

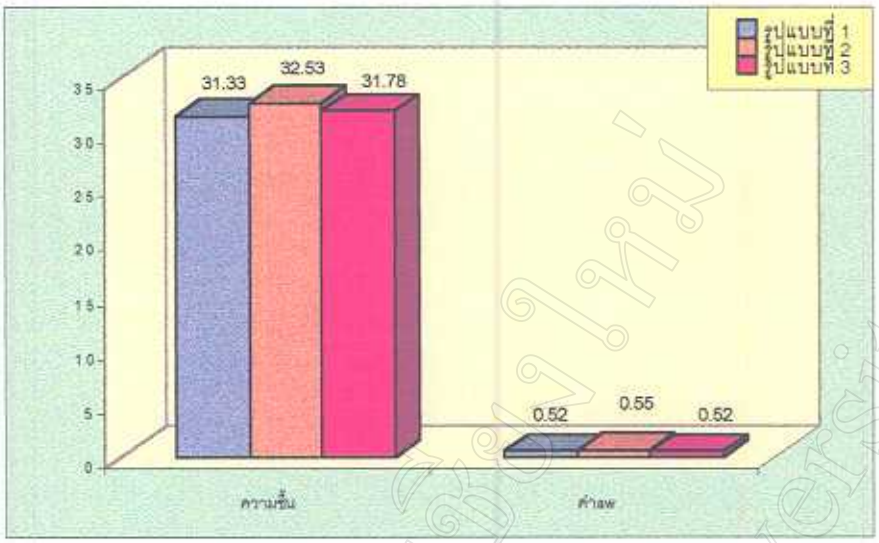
หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

** ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก

รูปแบบที่ 1. อบที่อุณหภูมิ 60 °ซ 6 ชม. เพิ่มเป็น 70 °ซ 6 ชม. เพิ่มเป็น 80 °ซ 15 ชม. ลดลงเหลือ 70 °ซ 12 ชม. และลดลงเหลือ 60 °ซ 3 ชม. รวม 42 ชม.

รูปแบบที่ 2. อบที่อุณหภูมิ 70 °ซ 12 ชม. เพิ่มเป็น 80 °ซ 12 ชม. ลดลงเหลือ 70 °ซ 12 ชม. และลดลงเหลือ 60 °ซ 6 ชม. รวม 42 ชม.

รูปแบบที่ 3. อบที่ 60 °ซ เป็นเวลา 60 ชม.



รูปที่ 4.31 ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้รูปแบบในการอบแห้ง 3 รูปแบบ

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งที่ใช้รูปแบบในการอบแห้ง 3 รูปแบบ

รูปแบบอุณหภูมิ	สีเปลือก	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	ยอมรับรวม
รูปแบบที่ 1	7.32^{ns}	6.08^{ns}	7.34^{ns}	6.35^{ns}	7.07^{ns}
รูปแบบที่ 2	6.84^{ns}	6.47^{ns}	7.81^{ns}	6.11^{ns}	6.94^{ns}
รูปแบบที่ 3	7.41^{ns}	5.92^{ns}	7.09^{ns}	6.06^{ns}	7.22^{ns}

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันแต่ละแถวในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

คะแนนที่ปรากฏแสดงว่า

1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก
9 = ชอบมากที่สุด

อบแห้งทั้งเปลือก เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่อบแห้งโดยใช้รูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.7 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกและอายุการเก็บรักษา

การศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เหมาะสมและอายุการเก็บรักษาของผลลิ้นจี่อบแห้ง โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางด้านประสาทสัมผัสของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษา 4 วิธี คือการบรรจุในถุง high density polyethylene (HDPE), ถุง oriental polypropylene (OPP), ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และ ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.7.1 ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังตารางภาคผนวกที่ 1-5 รูปที่ 4.31-4.32 และรูปที่ผนวก ก -1 ถึง ผนวก ก - 7

ค่าสีเปลือก : ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกตลอดระยะเวลา 10 เดือน พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L และ a^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (รูปที่ 4.31 และรูปที่ 4.32) แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า สี b^* โดยผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE เปลือกมีค่าสี L และ a^* โดยเฉลี่ยลดลง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาด้วยวิธีการอื่นมากที่สุด ขณะที่ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีความแตกต่างน้อยที่สุด และการลดลงของค่าสี a^* ของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งที่เก็บรักษาในถุงถุง OPP และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L และ a^* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งในแต่ละเดือนของการเก็บรักษา พบว่าเมื่อมีอายุการเก็บรักษาครบ 6 เดือน ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE เริ่มมีค่าสี L และ a^* ลดลงมากที่สุด และมีความแตกต่างจากวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L และ a^* ลดลงน้อยที่สุด และมีความแตกต่างจากวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเก็บรักษาไว้ครบ 10

เดือน สำหรับผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP เริ่มมีค่าสี L ลดลงมากกว่าผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 8 เดือน และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน ค่าสี L ของเปลือกผลลิ้นจี่มีค่าแตกต่างจากที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน แต่ไม่มีความแตกต่างกับที่เก็บรักษาในถุง HDPE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสี L และ a^* แสดงให้เห็นว่าระหว่างการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก โดยเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีสีคล้ำขึ้นและมีสีแดงลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น และปริมาณการเปลี่ยนแปลงจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บรักษา (รูปภาคผนวก ก-1 ถึง ภาคผนวก ก-7) โดยผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีผลทำให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันของสารสีแอนโธไซยานิน เป็นผลให้เปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งมีสีเปลี่ยนแปลงไประหว่างการเก็บรักษา ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันของสารสีแอนโธไซยานินคือ ก๊าซออกซิเจน (Dominic, 1989) เมื่อเปรียบอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุ พบว่าถุง HDPE มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจนมากกว่าถุง OPP ซึ่งถุง HDPE มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 185 มิลลิลิตรต่อ 100 ตารางนิ้ว ส่วนถุง OPP มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 100-160 มิลลิลิตรต่อ 100 ตารางนิ้ว (James, 1993) จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP มีการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกระหว่างการเก็บรักษาน้อยกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE

การที่ก๊าซออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความไม่คงตัวระหว่างการเก็บรักษา การกำจัดก๊าซออกซิเจนออกจากภาชนะบรรจุจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร (วารุณี และ Hirata, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าการใช้สารดูดออกซิเจนและสารดูดความชื้นสามารถช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงค่าสี L และค่าสี a^* ของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกได้ดีที่สุด เนื่องจากสารดูดออกซิเจน (oxygen scavengers) ที่ใช้ คือผงเหล็กสามารถกำจัดก๊าซออกซิเจนออกจากภาชนะบรรจุให้เหลือได้น้อยกว่า 0.01% ภายในเวลา 1-4 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Rooney, 1995) และสามารถรักษาสภาพภายในภาชนะบรรจุให้อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนได้เป็นเวลาหลายเดือนและบางครั้งเป็นปี (วารุณี และ Hirata, 2540) การกำจัดก๊าซออกซิเจนจึงเป็นผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นร่วม

กับสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งน้อยที่สุดเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา

ลักษณะเนื้อสัมผัส : ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษา พบว่าวิธีการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งอย่งมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งทุกวิธีการเก็บรักษา มีลักษณะความกรอบของเปลือกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมน้อยมาก ซึ่งมีค่าแรงกดเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 11.94-12.12 นิวตัน โดยถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นมีค่าแรงกดเฉลี่ยทั้ง 10 เดือน เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด รองลงมาคือถุง OPP ถุง HDPE และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน เช่นเดียวกับเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง มีค่าแรงเฉือนเฉลี่ย 10 เดือน 22.01-22.68 นิวตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยการเก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่าแรงเฉือนน้อยที่สุด รองลงมาคือถุง ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น ถุง OPP และถุง HDPE ตามลำดับ

4.7.2 ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี

ผลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีแสดงดังตารางภาคผนวกที่ 6-14 และรูปที่ 4.34-4.36

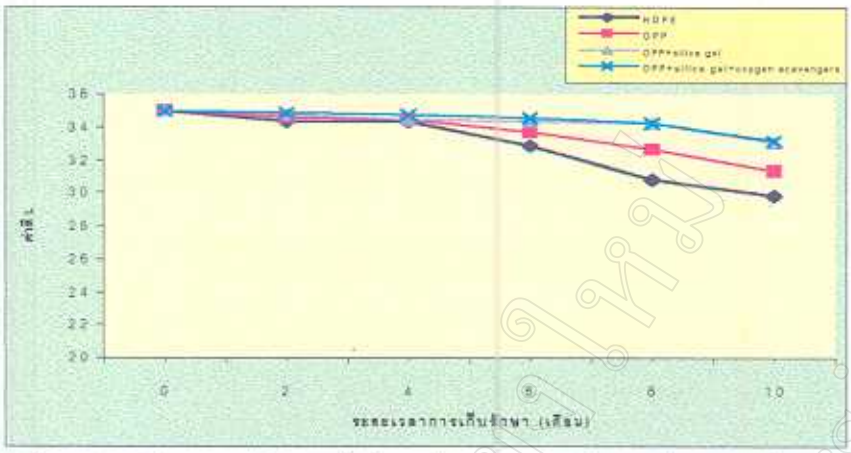
ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช : ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอชในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้ง พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อและค่าพีเอชในเปลือกและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งทุกวิธีการเก็บรักษาในระหว่างการเก็บรักษา แต่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งจากทุกวิธีการเก็บรักษา (รูปที่ 4.34) โดยผลลิ้นจี่อบแห้งในถุง HDPE และถุง OPP มีปริมาณกรดทั้งหมดลดลงมากกว่าที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาพบว่าในแต่ละเดือนการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งเกิดขึ้นชัดเจนในทุกวิธีเมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน โดยผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกลดลงมากที่สุดและแตกต่างจากวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อเก็บรักษาครบ 8 เดือน พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP มีปริมาณกรดทั้งหมดในเปลือกลด

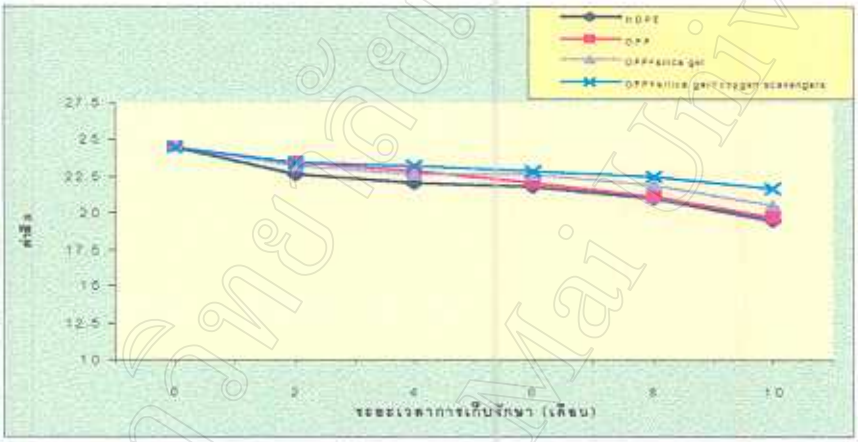
ลงไม่แตกต่างจากการเก็บรักษาในถุง HDPE แต่มีความแตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน ผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง HDPE และถุง OPP ยังคงมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น เริ่มมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลงแตกต่างจากการเก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำตาล : ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาพบว่า วิธีการเก็บรักษาไม่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อผลลิ้นจี่อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำประมาณ 56-57.75% มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในช่วงระหว่าง 54.9-56.28% และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ระหว่าง 55.50-56.93%

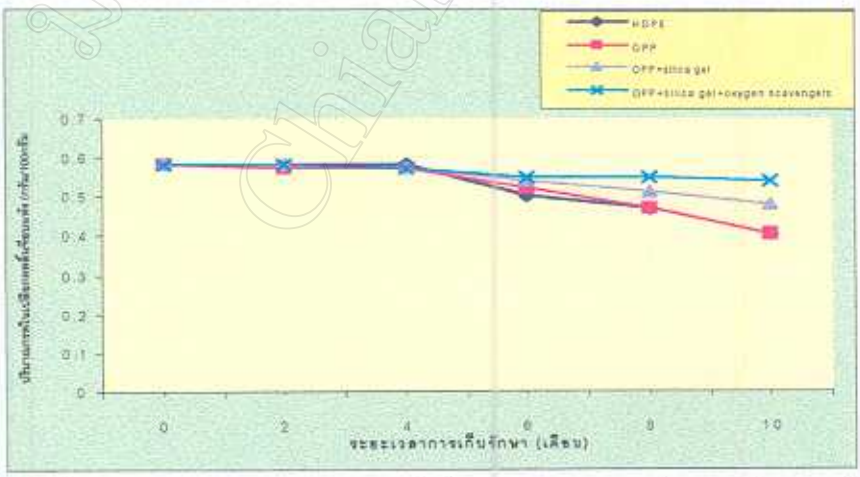
ความชื้นและค่า a_w : ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่อบแห้ง พบว่าวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันมีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งมีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (รูปที่ 4.35-4.36) โดยผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น ให้ค่าเฉลี่ยความชื้นและค่า a_w ใกล้เคียงกับเมื่ออบแห้งเสร็จใหม่ๆ ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE และถุง OPPมีความชื้นและค่า a_w เพิ่มสูงขึ้นกว่าเมื่ออบเสร็จใหม่ๆและแตกต่างจาก 2 วิธีแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความชื้นและค่า a_w ของผลลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือนพบว่า เมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE และถุง OPP มีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นแตกต่างจากการเก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อเก็บรักษาครบ 8 เดือน พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นมากกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน พบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE ยังคงมีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ส่วนผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมี



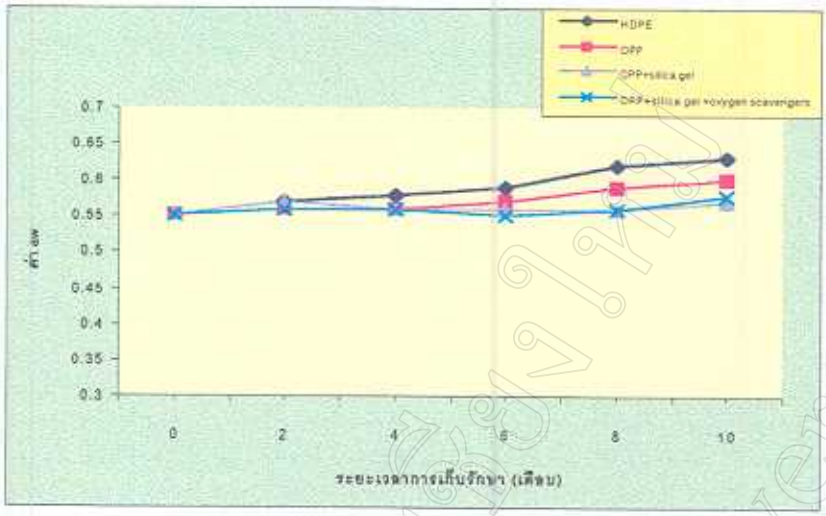
รูปที่ 4.32 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุต่างๆ



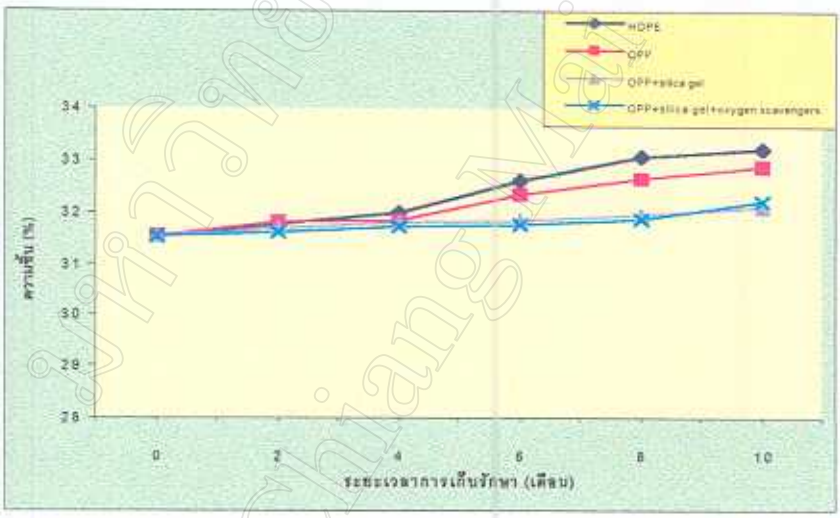
รูปที่ 4.33 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุต่างๆ



รูปที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุต่างๆ



รูปที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างๆ



รูป 4.36 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในภาชนะบรรจุต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเก็บรักษาในถุง HDPE และถุง OPP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกในถุง HDPE และถุง OPP มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความชื้นและค่า a_w โดยเฉลี่ย 10 เดือน แล้วไม่แตกต่างกัน แต่ระหว่างการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาในถุง OPP เมื่อครบระยะเวลาการเก็บรักษา 10 เดือน อาจเนื่องจาก ถุง HDPE มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของไอน้ำมากกว่าถุง OPP ซึ่งถุง HDPE มีอัตราการซึมผ่านเข้า-ออกของไอน้ำเท่ากับ 0.30 กรัมต่อ 100 ตารางนิ้ว ส่วนถุง OPP มีอัตราการผ่านเข้า-ออกของไอน้ำเท่ากับ 0.25 กรัมต่อ 100 ตารางนิ้ว (James, 1993) จึงเป็นสาเหตุให้ผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีความชื้นและค่า a_w มากกว่าการเก็บรักษาในถุง OPP เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ส่วนการเก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และ ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ผลลิ้นจี่อบแห้งมีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เนื่องจากสารดูดความชื้นที่ใช้ร่วมกับการใช้ถุง OPP มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นได้สูงถึง 40% ของน้ำหนักตัว สารดูดความชื้นที่ใช้คือ ซิลิกาเจล นอกจากจะช่วยดูดซับความชื้นได้ดีแล้วยังไม่เกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน จึงเป็นสารที่นิยมใช้สำหรับป้องกันการเพิ่มขึ้นความชื้นระหว่างการเก็บรักษาของผลไม้อบแห้ง (Somogy and Luh,1986) ดังนั้นการเติมสารดูดความชื้นร่วมกับการใช้ถุง OPP จึงสามารถป้องกันไม่ให้ความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาได้ดีสุด

4.7.1 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ระหว่างการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก 4 วิธี ได้ทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี multiple comparisons test ผลการศึกษาแสดงดังตารางภาคผนวกที่ 14-19 ในการทดสอบหาความแตกต่างแบบ multiple comparisons test เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาใน ถุง OPP, ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน กับผลลิ้นจี่อบแห้งที่บรรจุในถุง HDPE ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ (R) หรือตัวอย่างชิมมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษาทุกวิธีมีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้ง มีกลิ่นลิ้นจี่ รสหวาน และรสเปรี้ยวไม่แตกต่างจากตัวอย่างมาตรฐานตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ผู้บริโภคพบความแตกต่างของลักษณะทางด้านสีเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษา และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษาต่างๆแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ด้วยวิธีการเก็บรักษาต่างๆแตกต่างกันโดยผู้บริโภคให้การยอมรับสีของเปลือกของผลลิ้นจี่อบแห้งที่บรรจุในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมากกว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เป็นตัวอย่างมาตรฐาน และที่เก็บรักษาไว้ในถุง OPP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับสีของเปลือกของผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมากที่สุด รองลงมาคือผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาไว้ในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น ส่วนผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับลักษณะทางด้านสีของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งไม่แตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE ซึ่งเป็นตัวอย่างมาตรฐาน

นอกจากนี้ พบว่าในการพิจารณาการยอมรับลักษณะของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่อบแห้งโดยรวมของผู้บริโภคนั้น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจให้การยอมรับลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยรวม คือ สีของเปลือกผลลิ้นจี่ โดยผลลิ้นจี่ที่มีสีแดงลดลงมีผลให้การยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคลดลง จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลิ้นจี่ที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันของสีเปลือกผลลิ้นจี่เมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยรวมแตกต่างกันเมื่อผลลิ้นจี่อบแห้งมีอายุการเก็บรักษาครบ 6 เดือน ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมากที่สุด รองลงมาคือผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น ส่วนผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาในถุง OPP พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างจากผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE และผู้บริโภคให้การยอมรับเช่นนี้จนเก็บรักษาครบ10 เดือน

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของผลลิ้นจี่อบแห้งระหว่างการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลิ้นจี่เป็นตัวชี้บ่งถึงความไม่คงตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลลิ้นจี่อบแห้งจึงเป็นตัวกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันได้ซึ่ง จากผลการทดลองในตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงให้เห็นว่าผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นที่สุด คือ 7.22 เดือน เนื่องจากผลลิ้นจี่อบแห้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการเก็บรักษามากที่สุด ส่วนผลลิ้นจี่อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP, OPP เติมสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และสารดูดออกซิเจนมีอายุการเก็บรักษา 9.68, 9.31 และ 10.95 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผลลิ้นจี่อบแห้งในโดยถุง OPP มีผลให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าการใช้ถุง HDPE และนอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนร่วมกับการใช้ถุง OPP ช่วยทำให้ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด และมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด