

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### 4.1 ผลการศึกษาเพื่อหาขนาดของชิ้นเนื้อลิ้นจี่

##### 4.1.1 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตลิ้นจี่ต่อคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่สายพันธุ์สงฮวย

จากผลการทดลองในตาราง 4.1 พบว่าคุณภาพของลิ้นจี่สายพันธุ์สงฮวยมีความแปรผันค่อนข้างมาก ทั้งนี้ในช่วงต้นฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตลิ้นจี่มีพีเอชต่ำ แต่ในช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวพีเอชในเนื้อลิ้นจี่มีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการปรับพีเอชให้ลดลงเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจึงจำเป็นต้องใช้กรดซิตริกในปริมาณที่มากกว่าเดิม เพราะลิ้นจี่ในช่วงปลายฤดู ส่วนใหญ่ลิ้นจี่ที่เก็บเกี่ยวจะแก่จัด ดังนั้นปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่จึงลดลง สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช อย่างไรก็ตามลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีความผันแปรค่อนข้างสูง ดังนั้นสมบัติทางกายภาพและเคมีของเนื้อลิ้นจี่จึงเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์พีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่สดสายพันธุ์สงฮวย

ทดลอง	pH	Total acidity (% as malic acid)
23/5/2543	4.05±0.01	0.65±0.08
30/5/2543	4.31±0.04	0.40±0.02
13/6/2543	4.60±0.04	0.34±0.01

##### 4.1.2 ผลการศึกษาเพื่อหาขนาดของชิ้นเนื้อลิ้นจี่

การทดลองนี้ต้องการทราบขนาดของชิ้นเนื้อลิ้นจี่ที่ปั่นที่กลุ่มลูกค้าเป้าหมายจะนำไปใช้เป็นส่วนผสมหรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยทั่วไปการลดขนาดของวัตถุดิบในโรงงานนิยมใช้เครื่อง crusher แต่เนื่องจากความไม่พร้อมทางด้านเครื่องมือ ดังนั้นการทดลองนี้จึงใช้เครื่องปั่น (blender) แทน โดยแปรผันเวลาที่ใช้ปั่นลิ้นจี่เป็น 5, 10, 15 และ 20 วินาที ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.2-4.4 และ รูป 4.1

#### 4.1.2.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อลีนจี้ตีป็น

##### 4.1.2.1.1 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลีนจี้ตีป็น

**ขนาดของเนื้อลีนจี้ตีป็น** : เมื่อนำเนื้อลีนจี้ที่ได้จากการตีป็นที่ระยะเวลาต่างๆ มาร้อนผ่านตะแกรงเพื่อหาขนาดของชิ้นเนื้อลีนจี้ ได้ผลดังตาราง 4.2 พบว่าการแปรผันเวลาที่ใช้ตีป็น ทำให้สัดส่วนของชิ้นเนื้อลีนจี้แต่ละขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเวลาการตีป็นเนื้อลีนจี้ที่สั้นที่สุดคือ 5 วินาที ให้ชิ้นเนื้อลีนจี้ที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร มากที่สุด และเมื่อเพิ่มเวลาการตีป็นเป็น 20 วินาที พบว่าชิ้นเนื้อลีนจี้ขนาด 0.8-1.7 มิลลิเมตร มีปริมาณมากที่สุด โดยชิ้นเนื้อลีนจี้ขนาดดังกล่าวเป็นชิ้นเนื้อลีนจี้ที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงสรุปได้ว่าขนาดของชิ้นเนื้อลีนจี้แปรผันโดยตรงกับเวลาที่ใช้ตีป็นเพราะการเพิ่มเวลาการตีป็นทำให้เนื้อลีนจี้มีขนาดเล็กกว่า 0.80 มิลลิเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างภายในเซลล์ของผลไม้มีน้ำเป็นส่วนประกอบถึง 80-90 % เพื่อช่วยให้เซลล์เกิดแรงตึง (Bemiller และ Whistler, 1996) ดังนั้นเมื่อเนื้อลีนจี้ถูกตีป็นเซลล์เกิดการแตกหักทำให้น้ำภายในเซลล์ไหลออกมาสู่ข้างนอก

**ค่าสีของเนื้อลีนจี้ตีป็น** : ผลการวัดสีของเนื้อลีนจี้ตีป็น แสดงดังตาราง 4.3 ซึ่งพบว่าการเพิ่มเวลาที่ใช้ตีป็นทำให้ค่าสี L ของเนื้อลีนจี้ตีป็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าสี a\* และค่าสี b\* ทั้งนี้การตีป็นเนื้อลีนจี้ทำให้ค่าสี L มีค่าอยู่ในช่วง 58.02-60.09 เมื่อพิจารณาค่าสี L ตามระยะเวลาที่ใช้ตีป็น พบว่าค่าสี L ที่ใช้เวลาตีป็น 5 และ 10 วินาที มีค่าสูงกว่าค่าสี L ที่ใช้เวลาตีป็น 15 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาการตีป็นทำให้ค่าสี L มีแนวโน้มลดลงสอดคล้องกับเนื้อลีนจี้ขนาดเล็กที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี a\* มีค่าอยู่ในช่วง 0.71-0.79 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ตีป็น เพราะการลดอนุภาคเนื้อลีนจี้ตีป็นให้มีขนาดเล็กลงทำให้ค่าสี a\* เพิ่มขึ้น แต่ค่าสี b\* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยทั้งนี้ค่าสี b\* มีค่าอยู่ในช่วง 7.14-7.48 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลีนจี้ตีป็นเกิดขึ้นในขั้นตอนการตีป็นเนื้อลีนจี้ เพราะในระหว่างการตีป็นเนื้อลีนจี้มีโออกาสสัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้น เอนไซม์ต่างๆ เช่น polyphenol oxidase ในเนื้อลีนจี้จึงทำงานได้ดีเป็นผลให้ค่าสี a\* และค่าสี b\* เปลี่ยนไป (Fellow, 1993)

ตาราง 4.2 ขนาดของเนื้อลันจี่ที่ตีป่นตามระยะเวลาการตีป่น

เวลาที่ใช้ตีป่นเนื้อลันจี่ (วินาที)	สัดส่วนของเนื้อลันจี่แต่ละขนาดตามเวลาที่ตีป่น (%)				
	ใหญ่กว่า 4.7 mm	3.3-4.7 mm	1.7-3.3 mm	0.8-1.7 mm	เล็กกว่า 0.8 mm
5	36.16±1.78 <sup>a</sup>	17.05±0.59 <sup>b</sup>	11.49±1.71 <sup>c</sup>	4.98±2.74 <sup>c</sup>	29.95±1.55 <sup>c</sup>
10	25.03±3.11 <sup>b</sup>	21.49±1.46 <sup>a</sup>	10.63±0.53 <sup>b</sup>	7.49±2.72 <sup>bc</sup>	35.37±3.84 <sup>bc</sup>
15	11.10±1.44 <sup>c</sup>	14.09±0.27 <sup>c</sup>	21.97±2.31 <sup>a</sup>	11.58±0.83 <sup>b</sup>	41.27±2.65 <sup>ab</sup>
20	5.74±1.68 <sup>c</sup>	10.75±0.63 <sup>d</sup>	14.69±0.98 <sup>b</sup>	19.78±1.82 <sup>a</sup>	49.01±3.10 <sup>a</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

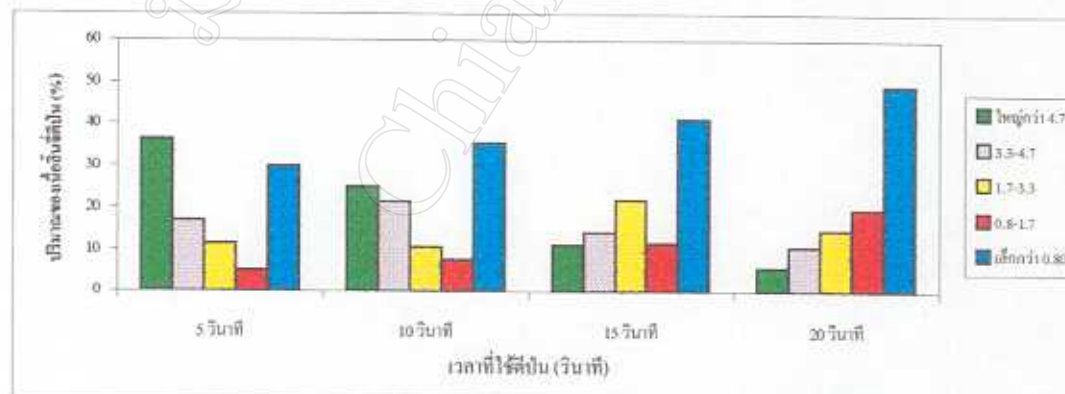
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.3 สมบัติทางด้านค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเนื้อลันจี่ที่ตีป่นที่แปรผันตามเวลาที่ใช้ตีป่น

เวลาที่ใช้ตีป่นเนื้อลันจี่ (วินาที)	L	a*	b*
5	59.73±0.40 <sup>a</sup>	0.72±0.13	7.48±0.53
10	60.09±0.46 <sup>a</sup>	0.71±0.23	7.28±0.12
15	58.02±0.78 <sup>b</sup>	0.77±0.07	7.30±0.06
20	58.92±0.27 <sup>ab</sup>	0.79±0.06	7.14±0.40

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูป 4.1 ปริมาณของเนื้อลันจี่ที่ตีป่นแต่ละขนาดตามระยะเวลาที่ใช้ตีป่น

#### 4.1.2.1.2 ส่วนประกอบทางเคมี

**ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช :** จากตาราง 4.4 พบว่าการแปรผันเวลาที่ใช้ตีปั่นเนื้อลีนจี้มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) และค่าพีเอช (pH) น้อยมาก ดังนั้นค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดจึงมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยที่ค่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 4.14-4.18 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) มีค่าอยู่ในช่วง 0.42-0.45 %

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ :** จากตาราง 4.4 พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid) มีปริมาณใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เมื่อเพิ่มเวลาที่ใช้ตีปั่น และมีปริมาณอยู่ในช่วง 13.8-14.0 %

ตาราง 4.4 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลีนจี้ที่แปรผันตามเวลาที่ใช้ตีปั่น

เวลาที่ใช้ตีปั่นเนื้อลีนจี้ (วินาที)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
5	4.15±0.04	0.45±0.00	14.0±0.14
10	4.18±0.04	0.42±0.01	14.0±0.00
15	4.15±0.03	0.44±0.05	14.0±0.14
20	4.14±0.00	0.44±0.01	13.8±0.28

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ )

#### 4.1.2.1.3 ผลการสอบถามความต้องการของผู้ประกอบการทางอุตสาหกรรมอาหาร

ผลการสำรวจของผู้ประกอบการทั้งหมด 20 บริษัท (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก ข) เพื่อสอบถามขนาดของเนื้อลีนจีตีป่นที่ต้องการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น การนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ แยม โยเกิร์ต น้ำผลไม้ ไอศกรีม และทอปปิ้งราดไอศกรีม ได้ผลดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลการตอบแบบสอบถามขนาดเนื้อลีนจีตีป่น

ขนาดของเนื้อลีนจีตีป่น (มิลลิเมตร)	จำนวนผู้ประกอบการที่ตอบแบบสอบถาม (บริษัท)
ใหญ่กว่า 4.7	10
3.3-4.7	4
1.7-3.3	2
0.8-1.7	1
น้อยกว่า 0.8	3

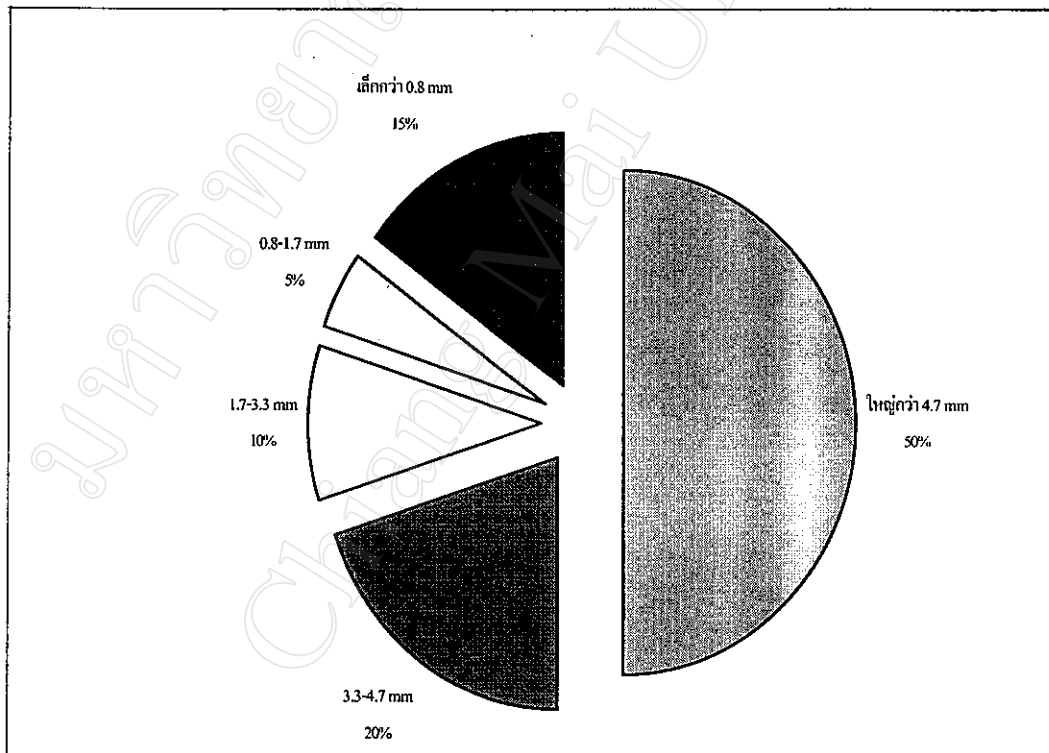
จากตาราง 4.5 แสดงผลจากการตอบแบบสอบถามของผู้ที่คัดค้านความต้องการขนาดของลีนจีตีที่มีความเหมาะสมสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ ต้องการลีนจีตีที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร รองลงต้องการลีนจีตีที่มีขนาด 3.3-4.7 มิลลิเมตร

#### 4.1.2.2 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อลีนจีตีชิ้นแตก

จากการสุ่มวัดขนาดของเนื้อลีนจีตีชิ้นแตกโดยการแบ่งออกเป็น 5 ขนาดได้แก่ ลีนจีตีที่มีขนาดเศษสามส่วนสี่ ครึ่งผล เศษหนึ่งส่วนสาม เศษหนึ่งส่วนสี่ และเล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ ได้ผลดังตาราง 4.5 และรูป 4.2 ซึ่งพบว่าลีนจีตีขนาดเศษหนึ่งส่วนสี่ มีสัดส่วนมากที่สุดถึง 52.8 % รองลงมาคือ ขนาดที่เล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ 22.7 % ทั้งนี้ขนาดของลีนจีตีที่บรรจุกระป๋องเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการศึกษการแทรกผ่านความร้อนซึ่งอยู่ในการทดลองตอนที่ 3

ตาราง 4.6 ขนาดของเนื้อลึนจีซึ้นแตกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ขนาดของเนื้อลึนจีซึ้นแตก	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)
เศษสามส่วนสี่	5.5
ครึ่งผล	8.1
เศษหนึ่งส่วนสาม	10.9
เศษหนึ่งส่วนสี่	52.8
เล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่	22.7



รูป 4.2 สัดส่วนของเนื้อลึนจีซึ้นแตกขนาดต่างๆ

## สรุปผลการทดลองตอนที่ 1

ผลจากการตอบแบบสอบถามของผู้ประกอบการต่อความต้องการขนาดขึ้นเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความต้องการเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร เมื่อนำลิ้นจี่ที่ได้จากการแปรผันระยะเวลาการตีปั่นไปร่อนผ่านตะแกรงเพื่อหาขนาด พบว่าเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปั่นนาน 5 วินาที มีสัดส่วนของชิ้นลิ้นจี่ขนาดดังกล่าวมากที่สุด และเมื่อพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี พบว่าไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นค่าสี L ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปั่นนาน 10 วินาที ให้ความสว่างสูงสุด แต่ค่าสี L ที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปั่นนาน 5 วินาที ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลา 5 วินาทีเป็นความเร็ว liquify ในการตีปั่นเนื้อลิ้นจี่สำหรับการทำเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องในการทดลองตอนที่ 3 เพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อน อีกทั้งถ้าคำนึงในแง่ของเศรษฐศาสตร์การเลือกใช้ระยะเวลาที่สั้นที่สุดถือว่าการประหยัดเวลาและพลังงาน

สำหรับขนาดของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างนั้น พบว่าชิ้นเนื้อลิ้นจี่ส่วนใหญ่มีขนาดเศษหนึ่งส่วนสี่ของผล และมีขนาดอื่นๆ ปะปนมาบ้าง อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในขั้นตอนการนึ่งเนื้อลิ้นจี่

## 4.2 ผลการศึกษาเพื่อหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับพีเอชโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลินจี

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อลินจีบรรจุกระป๋อง ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการเกิด pink discolouration ของเนื้อลินจีภายหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ แต่ในกระบวนการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์การกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อเป็น 100 องศาเซลเซียส ต้องใช้กรดเพื่อปรับพีเอชให้ต่ำกว่า 4.5 (Holdsworth, 1997) ดังนั้นการทดลองนี้จึงต้องการศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมต่อการปรับพีเอชโดยไม่ให้เกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด

### 4.2.1 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลินจีตีปั่น

**ค่าสีของเนื้อลินจีตีปั่น :** จากตาราง 4.8 พบว่าค่าสี L ของเนื้อลินจีตีปั่นหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมีค่าลดลงจากก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก (ดังรูป 4.3) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่าค่าสี L มีค่าลดลงตามปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสี  $a^*$  และค่าสี  $b^*$  ภายหลังการฆ่าเชื้อมีค่ามากกว่าก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังรูป 4.4 และ 4.5 โดยค่าสี  $a^*$  และค่าสี  $b^*$  มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรูป 4.6 ที่พบว่าพีเอชที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสี  $a^*$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากการเปรียบเทียบระหว่างเนื้อลินจีตีปั่นที่ไม่เติมกรดซิตริกทั้งก่อนและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่าเนื้อลินจีตีปั่นหลังการฆ่าเชื้อมีค่าสี L ต่ำกว่าแต่มีค่าสี  $a^*$  และค่าสี  $b^*$  มากกว่าก่อนการฆ่าเชื้อ แสดงว่าความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลต่อการเกิด pink discolouration ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu (1970) ที่ยืนยันว่าอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อและพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาไปสู่กระบวนการเกิด pink discolouration เพราะการเกิด pink discolouration ของผลิตภัณฑ์ลินจีจะเกิดขึ้นเมื่อลินจีได้รับความร้อนและอยู่ในสถานะที่เป็นกรด เช่นเดียวกับ von Elbe และ Schwartz (1996) ที่พบว่า การเพิ่มปริมาณกรดเร่งการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ค่าสี  $a^*$  และค่าสี  $b^*$  เพิ่มขึ้น ภายหลังการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาที่ความร้อนรวมตัวกับออกซิเจนเข้าทำลายพันธะกลัยโคไซด์ทำให้ปริมาณสีแอนโทไซยานินลดลงและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสีเหลือง หรือน้ำตาล แทน



ตาราง 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น

ปริมาณกรดซิตริก (%)	L		a*		b*	
	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ	ก่อนฆ่าเชื้อ	หลังฆ่าเชื้อ
0.00	61.92±0.33 <sup>a</sup>	60.93±0.66 <sup>b</sup>	-0.71±0.07 <sup>a</sup>	0.01±0.08 <sup>b</sup>	6.61±0.08 <sup>a</sup>	7.14±0.07 <sup>b</sup>
0.05	61.64±0.09 <sup>a</sup>	60.53±0.19 <sup>b</sup>	-0.58±0.18 <sup>a</sup>	0.11±0.53 <sup>b</sup>	6.74±0.25 <sup>a</sup>	7.23±0.10 <sup>b</sup>
0.10	61.47±0.10 <sup>a</sup>	60.25±0.15 <sup>b</sup>	-0.50±0.05 <sup>a</sup>	0.32±0.06 <sup>b</sup>	6.88±0.14 <sup>a</sup>	7.47±0.07 <sup>b</sup>
0.15	61.32±0.35 <sup>a</sup>	60.05±0.40 <sup>b</sup>	-0.37±0.11 <sup>a</sup>	0.54±0.12 <sup>b</sup>	6.96±0.24 <sup>a</sup>	7.51±0.06 <sup>b</sup>
0.20	61.19±0.06 <sup>a</sup>	59.74±0.06 <sup>b</sup>	-0.25±0.22 <sup>a</sup>	0.86±0.15 <sup>b</sup>	7.05±0.20 <sup>a</sup>	7.65±0.40 <sup>b</sup>
0.30	61.02±0.53 <sup>a</sup>	59.41±0.01 <sup>b</sup>	-0.13±0.04 <sup>a</sup>	1.04±0.11 <sup>b</sup>	7.07±0.01 <sup>a</sup>	7.72±0.16 <sup>b</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

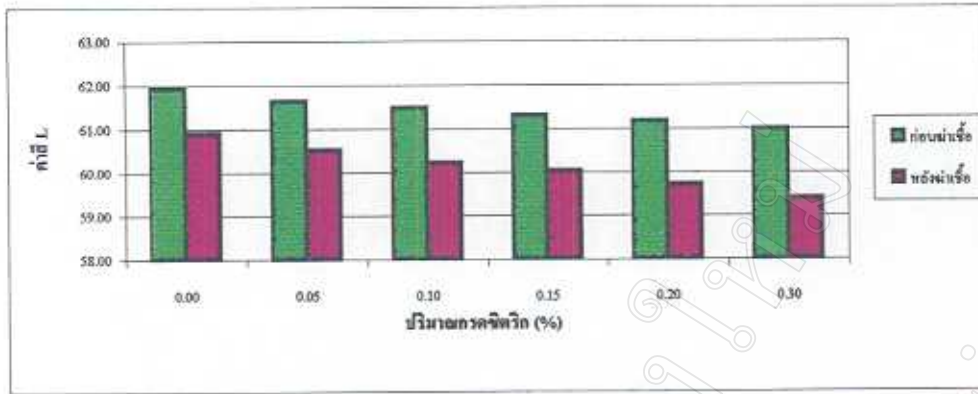
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.8 ค่าความหนืดของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

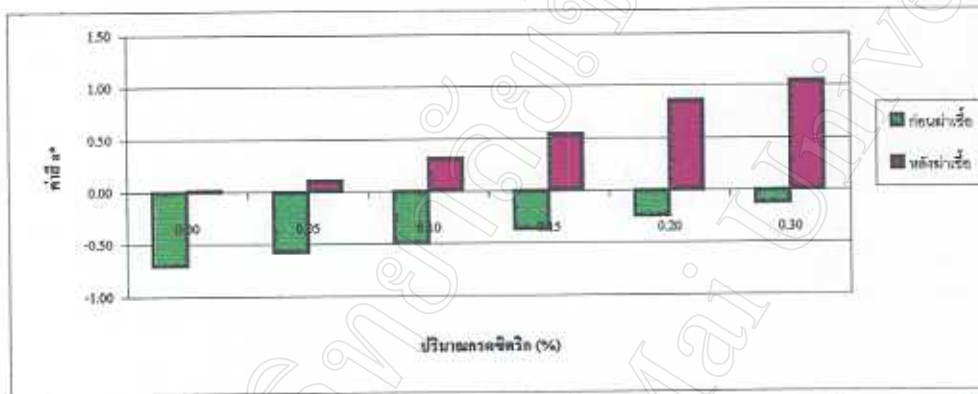
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
0.00	455.0±2.83 <sup>a</sup>
0.05	570.0±2.83 <sup>b</sup>
0.10	602.0±8.49 <sup>c</sup>
0.15	760.0±11.31 <sup>d</sup>
0.20	876.0±5.70 <sup>e</sup>
0.30	966.0±2.83 <sup>f</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

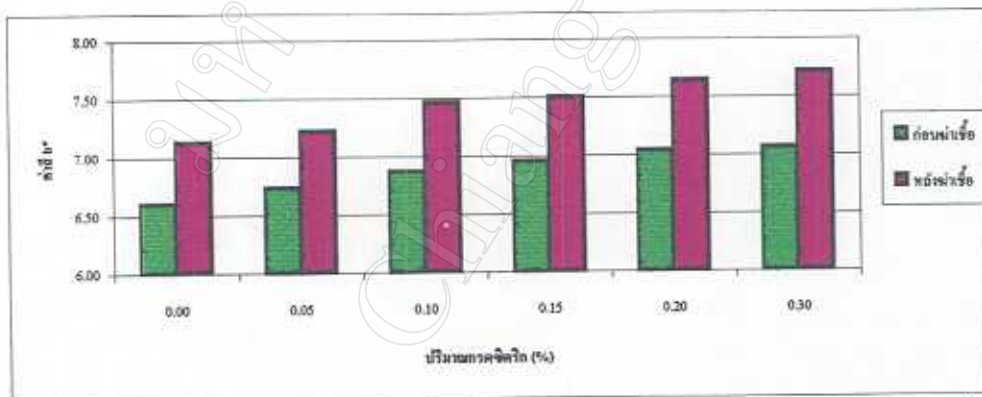
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



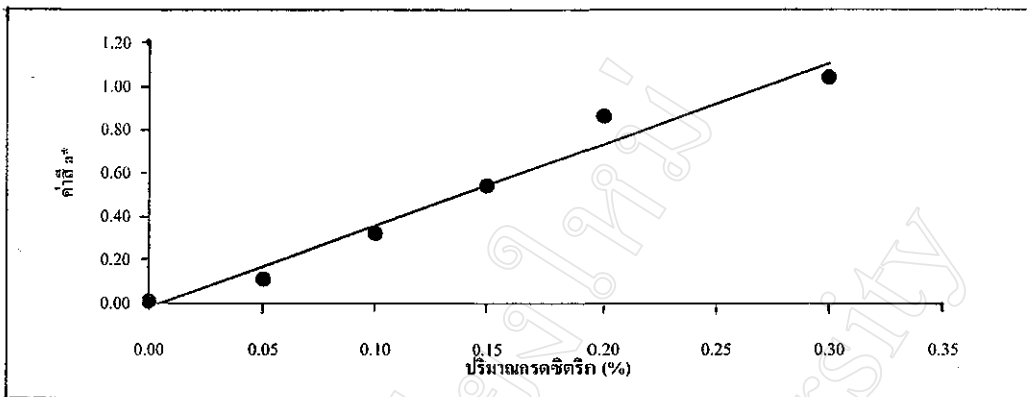
รูป 4.3 การเปรียบเทียบค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิดริกที่เติมลงในเนื้อฟันจัดฟัน



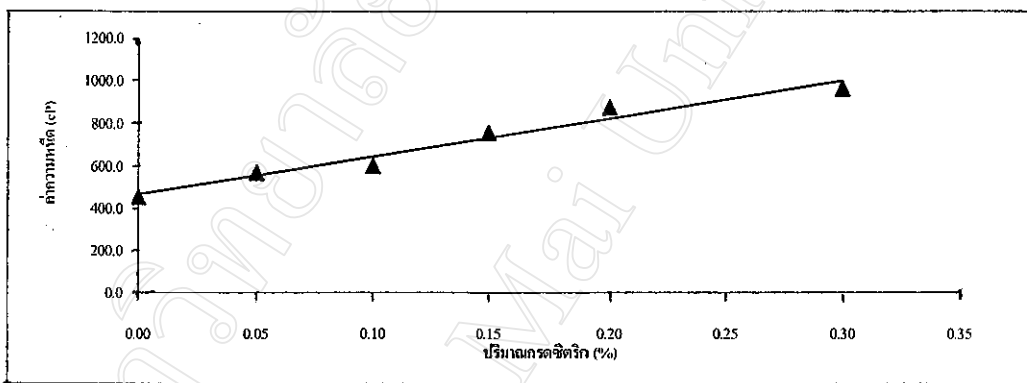
รูป 4.4 การเปรียบเทียบค่าสี a\* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิดริกที่เติมลงในเนื้อฟันจัดฟัน



รูป 4.5 การเปรียบเทียบค่าสี b\* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิดริกที่เติมลงในเนื้อฟันจัดฟัน



รูป 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $a^*$  ภายหลังจากการฆ่าเชื้อกับค่าพีเอชและปริมาณกรดซิตริกที่เติมในเนื้อลีนจืดปั่น



รูป 4.7 ค่าความหนืดที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อลีนจืดปั่น

**ค่าความหนืด :** ผลวิเคราะห์ความหนืดของเนื้อลีนจืดปั่น ได้ผลดังตาราง 4.8 ซึ่งพบว่า การเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื้อลีนจืดปั่นที่ไม่เติมกรดซิตริก มีความหนืดเท่ากับ 455.0 เซนติพอยส์ (cP) และเมื่อเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.30 % ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 966.0 เซนติพอยส์ อันเนื่องมาจากความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์มีส่วนช่วยในการย่อยอนุภาคของลีนจืดให้มีขนาดเล็กลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย โดยเฉพาะในเนื้อลีนจืดที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลและแป้งหลายชนิด เมื่อแป้งซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ถูกกรดย่อยสลายให้มีขนาดเล็กกลายเป็นน้ำตาล โดยที่น้ำตาลมีคุณสมบัติเป็นสารที่มีความข้นหนืดทำให้ความหนืดของลีนจืดปั่นมีค่าเพิ่มขึ้น (Bemiller และ Whistler, 1996) เช่น การเติมกรดซิตริก 0.30 % ในลีนจืดปั่น ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับลีนจืดที่ไม่เติมกรดซิตริก

#### 4.2.2 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลีนจีตีป่น

**ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด :** จากตาราง 4.9 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมเช่นเดียวกับค่าพีเอชที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังรูป 4.8 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ทั้งนี้เนื้อลีนจีตีป่นที่ไม่มีการเติมกรดซิตริกมีพีเอชเท่ากับ 4.09 มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.38 % และเมื่อเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.30 % เป็นผลให้พีเอชลดลงเท่ากับ 3.68 ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 0.64 % เพราะการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ขณะที่พีเอชลดลง สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า  $a^*$  แสดงว่าการเพิ่มปริมาณกรดเพื่อลดพีเอชเร่งการเกิด pink discolouration สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu และ Fang (1993) ที่พบว่าการเติมน้ำเชื่อมความเข้มข้นสูง (30 องศาบริกซ์) ปรับพีเอชให้ต่ำ (จากการเติมกรดซิตริก) และการเติมสารโพลิฟอสเฟต (0.20 %) เป็นปัจจัยที่เร่งการเกิด pink discolouration ในลีนจีบรจุระป้องกัน

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาล :** จากตาราง 4.9 และรูป 4.9 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกจึงไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อลีนจีตีป่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้น้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง ดังรูป 4.9 ทั้งนี้ในสถานะที่เป็นกรด คาร์โบไฮเดรทที่อยู่ในรูปน้ำตาลโมเลกุลคู่ (ซูโครส) ถูกไฮโดรไลซ์ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Bemiller และ Whistler, 1996) ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ขณะเดียวกันน้ำตาลรีดิวซิงและน้ำตาลทั้งหมดก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองพบว่าการเติมกรดซิตริก 0.05 % จะทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงเท่ากับ 0.8 เท่า จากลีนจีที่ไม่เติมกรดซิตริก

ตาราง 4.9 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

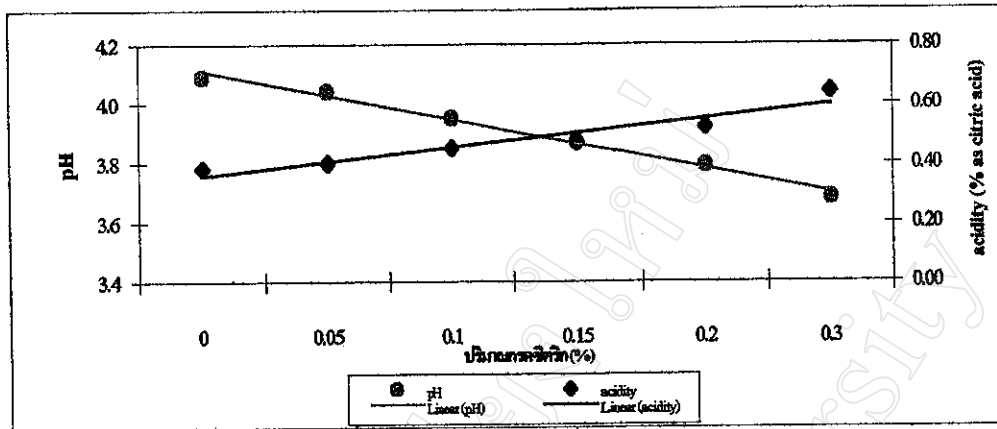
ปริมาณกรดซิตริก (%)	pH	Total acidity (% as citric acid)
0.00	4.09±0.01 <sup>c</sup>	0.38±0.00 <sup>d</sup>
0.05	4.04±0.01 <sup>d</sup>	0.40±0.02 <sup>cd</sup>
0.10	3.95±0.00 <sup>cd</sup>	0.45±0.00 <sup>bcd</sup>
0.15	3.87±0.02 <sup>c</sup>	0.47±0.07 <sup>bc</sup>
0.20	3.79±0.04 <sup>b</sup>	0.52±0.00 <sup>b</sup>
0.30	3.68±0.05 <sup>a</sup>	0.64±0.03 <sup>a</sup>

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

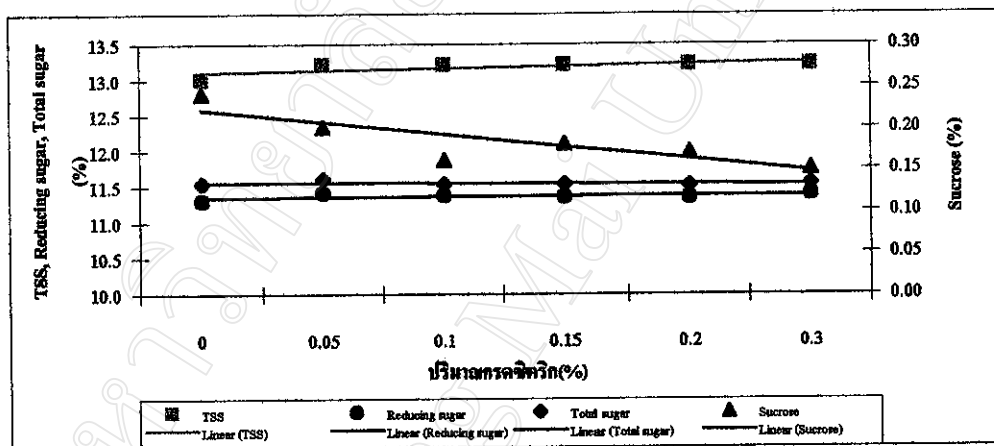
ตาราง 4.9 (ต่อ) ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

ปริมาณกรดซิตริก (%)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
0.00	13.00±0.14	11.30±0.12	0.24±0.01	11.54±0.13
0.05	13.20±0.07	11.40±0.14	0.20±0.05	11.60±0.19
0.10	13.20±0.00	11.37±0.12	0.16±0.01	11.53±0.11
0.15	13.20±0.00	11.35±0.08	0.18±0.03	11.53±0.11
0.20	13.20±0.14	11.34±0.10	0.17±0.02	11.51±0.02
0.30	13.20±0.14	11.39±0.03	0.15±0.07	11.54±0.03

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



รูป 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจีตีป็น



รูป 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจีตีป็น

## สรุปผลการทดลองตอนที่ 2

จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลเร่งการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์ลีนจีโดยที่กลไกของปฏิกิริยาเกิดเนื่องจากรงควัตถุ 2 ชนิด ที่มีในเนื้อลีนจี คือ แคทีชิน และ ลิวโคแอนโทไซยานิน ซึ่งเดิมมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีสี แต่เมื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในสถานะที่เป็นกรด รงควัตถุทั้ง 2 ชนิดนี้ จะถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นแอนโทไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสี รงควัตถุที่ทำให้เกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์ฝรั่งบรรจุกระป๋อง ได้แก่ ลิวโคไซยานินและลิวโคดีฟิโนนซึ่งหากพบที่เกิดขึ้นแสดงว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ (Nath และ Ranganna, 1983b) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกจึงเป็นการเพิ่มความเป็นกรดให้กับผลิตภัณฑ์ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้คือส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีชมพูมากขึ้น เช่นเดียวกับ Venkatasubbiah และ Mathew (1970) ที่พบว่า pink discolouration ในเนื้อน้อยหน้าตีป็นจะเกิดขึ้นในสถานะที่เป็นกรดและไม่ผ่านการลวกเท่านั้น แต่ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลีนจีไม่สามารถเลี่ยงการปรับพีเอชให้ลดลงด้วยการเติมกรดได้ เพราะถ้าพีเอชของผลิตภัณฑ์สูงปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะต้องสูงขึ้น ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเลือกใช้อุณหภูมิ เวลา และปริมาณกรดที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจึงเป็นสิ่งสำคัญ

จากผลการทดลองพบว่าการเติมปริมาณกรดซิตริก 0.10 % ให้พีเอชเท่ากับ 3.95 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ใกล้เคียง 4 และให้ค่าสี  $a^*$  ไม่แตกต่างจากลีนจีที่ไม่เติมกรดซิตริก ความเสี่ยงต่อการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์จึงมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.15 % อย่างไรก็ตามปริมาณกรดที่เติมอาจแปรผันตามคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ อันเนื่องมาจากความแก่-อ่อนของผลลีนจีที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนดโดยพีเอชของเนื้อลีนจีไม่ควรต่ำกว่า 3.9 และไม่ควรมากกว่า 4.2

### 4.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

#### 4.3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ลินจี้โดยการทำ Incubation test

##### 4.3.1.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลินจี้ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยวิธี

##### Incubation test

นำเนื้อลินจี้ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 12, 15, 18 และ 21 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน (1 day cut out) ได้ผลดังตาราง 4.10-4.11 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน (incubation test) เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 4.12-4.14

ตาราง 4.10 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลินจี้ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	L	a*	b*
12	56.12±0.13 <sup>b</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	5.64±0.06 <sup>b</sup>
15	58.67±0.15 <sup>a</sup>	0.15±0.06 <sup>b</sup>	6.69±0.02 <sup>cd</sup>
18	59.71±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.04 <sup>b</sup>	6.44±0.12 <sup>c</sup>
21	58.91±0.17 <sup>a</sup>	0.60±0.16 <sup>b</sup>	5.43±0.01 <sup>a</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.11 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลินจี้ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
12	4.27±0.01	0.28±0.00	9.0±0.07
15	4.25±0.01	0.30±0.03	9.2±0.00
18	4.2±0.01	0.35±0.03	9.2±0.07
21	4.23±0.01	0.34±0.01	8.8±0.14

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A 1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่ำเชื้อ (นาทึ)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
12	<300	-	-	+	+
15	<300	-	-	+	+
18	<30	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.13 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่ำเชื้อ (นาทึ)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)	L	a*	b*
12	12.0±0.00	9.0±0.71	296.9±2.55	429.3±1.30	60.12±0.07 <sup>b</sup>	0.02±0.11 <sup>a</sup>	6.43±0.28 <sup>a</sup>
15	13.0±0.71	8.0±0.71	301.3±1.27	419.5±0.50	60.82±0.07 <sup>ab</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>	6.54±0.10 <sup>ab</sup>
18	12.0±0.00	8.0±0.00	297.6±3.46	417.3±4.00	61.79±0.93 <sup>a</sup>	0.34±0.19 <sup>b</sup>	7.02±0.23 <sup>c</sup>
21	12.0±0.71	8.0±0.71	297.9±4.67	421.8±0.80	62.05±0.15 <sup>a</sup>	0.83±0.02 <sup>c</sup>	7.64±0.05 <sup>d</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 4.14 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่ำเชื้อ (นาทึ)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
12	4.26±0.01	0.28±0.00	9.00±0.07	7.65±0.02	0.39±0.01 <sup>a</sup>	8.04±0.02
15	4.23±0.01	0.29±0.03	9.00±0.00	7.67±0.02	0.27±0.01 <sup>b</sup>	7.94±0.01
18	4.25±0.01	0.33±0.03	9.20±0.14	7.83±0.05	0.13±0.03 <sup>bc</sup>	7.96±0.01
21	4.23±0.01	0.34±0.01	8.80±0.00	7.81±0.18	0.06±0.09 <sup>c</sup>	7.87±0.09

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 4.9-4.10 พบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ ค่าสี L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยค่าสี L มีค่าสูงสุดเมื่อฆ่าเชื่อนาน 18 นาที สำหรับค่าสี a\* และค่าสี b\* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยความร้อนและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้รงควัตถุของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยพีเอชมีค่า 4.21-4.27 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.28-0.35 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 8.80-9.20 % ผลวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน แสดงดังตาราง 4.11-4.14 ผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) น้อยกว่า 300 cfu/ml ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 12 และ 15 นาที และพบน้อยกว่า 30 cfu/ml ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 18 นาที ส่วนการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 21 นาที ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทุกชนิด แต่พบอะซิดูริกสปอยเลจ (aciduric spoilage) และฟเลตซาวร์ (flat sour) ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 12 และ 15 นาที ไม่พบโคลิฟอร์ม (Coliform) ยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ทุกระยะเวลาการฆ่าเชื้อ การพบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 12, 15 และ 18 นาที เนื่องจากพีเอชในผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่า 4.2 ค่าความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาจไม่เพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด โดยเฉพาะฟเลตซาวร์ และอะซิดูริกสปอยเลจแบคทีเรีย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Azizi และ Ranganna (1993a) ที่พบว่า มะม่วงดิบที่มีพีเอชเท่ากับ 4.3 เกิดการบวมของกระป๋อง เพราะการสร้างแก๊สของ *Bacillus licheniformis* แต่ที่พีเอชเท่ากับ 4.0 กระป๋องอยู่ในสภาพปกติ ไม่บวม

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ พบว่าความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักสุทธิ มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยความเป็นสุญญากาศมีค่า 12.0-13.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่า 8.0-9.0 มิลลิเมตร น้ำหนักเนื้ออาหารเริ่มต้นการบรรจุมีค่าเท่ากับ 300 กรัม ภายหลังจากฆ่าเชื้อลดลงเท่ากับ 296.9-301.3 กรัม ทั้งนี้เป็นผลจากกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และการปรับพีเอชให้ลดลง ทำให้ protopectin ที่อยู่ในชั้น middle lamella และผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงสภาพเป็น water-soluble pectin ทำให้ผลไม้อ่อนนุ่มลง และเนื้อเยื่อฉีกขาด และความร้อนจากกระบวนการแปรรูปก็มีส่วนสำคัญทำให้เนื้อเยื่อฉีกขาดและ

เซลล์แตกสูญเสียสภาพธรรมชาติการเป็น selective permeability ดังนั้นเซลล์จึงสูญเสียความเต่ง (Adams และ Blundstone, 1971) น้ำหนักเนื้อของลิ้นจี่ภายหลังการฆ่าเชื้อจึงลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nath และ Ranganna (1981) ที่พบว่าน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มะละกอก่อนเป็นชั้นบรรจุกระป๋องเริ่มต้นเท่ากับ 399.3 กรัม ลดลงเหลือ 298.9 กรัม และ 186.4 กรัม เมื่อฆ่าเชื้อในน้ำเคือดนาน 17 และ 30 นาที ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำหนักสุทธิซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 417.3-429.3 กรัม

สำหรับค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกที่ฆ่าเชื่อนาน 12 นาที มีค่าสี L เท่ากับ 60.12 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 62.05 เมื่อฆ่าเชื่อนาน 21 นาที แสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาการฆ่าเชื่อนานขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี a\* การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 12 และ 15 นาทีให้ค่าสี a\* ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่มเวลาฆ่าเชื้อเป็น 18 นาที ให้ค่าสี a\* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เพราะอุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญต่อเกิด pink discoloration ของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Luch *et al.* (1960) ที่พบว่าการฆ่าเชื่อนานเกินไป และ cooling ช้า ทำให้เกิด pink discoloration ในสาลีบรรจุกระป๋อง เช่นเดียวกับ Wu (1970) ที่พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ และพีเอชเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อการเกิด pink discoloration ในผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ เช่นเดียวกับค่าสี b\* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุในกระบวนการฆ่าเชื้อ การนำผลิตภัณฑ์มาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ส่งผลให้ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่พบว่า การแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่นาน 15 นาที ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง 0.7 เท่า ของการฆ่าเชื้อที่ 12 นาที ทั้งนี้อุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญทำให้น้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซิงมีปริมาณเพิ่มขึ้น และยังพบว่า การแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีสามารถสรุปได้ว่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีผลต่อระยะเวลาการฆ่าเชื้อถ้าพีเอชมากกว่า 4.2 ควรใช้เวลาฆ่าเชื่อนาน 21 นาที จึงจะเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ให้หมด แต่ถ้าปรับพีเอชของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า 4.2 ก็อยู่ในช่วง  $4.0 \pm 0.2$  การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 18 นาที น่าจะเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย จึงได้ทำ incubation test ซ้ำอีกครั้ง เพื่อยืนยันผลการทดสอบ โดยปรับพีเอชผลิตภัณฑ์ให้

อยู่ในช่วง  $4.0 \pm 0.2$  ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ทั้งที่เวลาการฆ่าเชื้อนาน 12 และ 15 นาที อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เวลาฆ่าเชื้อนาน 18 นาที สำหรับเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 เพื่อให้กระบวนการฆ่าเชื้อปลอดภัย เนื่องจากพีเอชของวัตถุดิบมีความผันแปรหากมีข้อผิดพลาดจากการปรับพีเอชซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถรักษาคุณภาพและบริโภคได้อย่างปลอดภัย

#### 4.3.1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยวิธี

##### *Incubation test*

นำเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 25, 30 และ 35 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 4.15-4.16 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปต้มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 4.17-4.19

ตาราง 4.15 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	L	a*	b*
25	$61.15 \pm 0.12^b$	$0.48 \pm 0.07^a$	$6.66 \pm 0.15^a$
30	$62.26 \pm 0.12^a$	$0.64 \pm 0.02^{bc}$	$7.02 \pm 0.02^b$
35	$62.33 \pm 0.18^a$	$0.99 \pm 0.27^c$	$7.13 \pm 0.08^c$

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.16 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
25	$4.14 \pm 0.01$	$0.46 \pm 0.01$	$11.60 \pm 0.07$
30	$4.16 \pm 0.01$	$0.44 \pm 0.01$	$11.80 \pm 0.49$
35	$4.13 \pm 0.01$	$0.48 \pm 0.03$	$11.80 \pm 0.07$

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่นเชื้อ (นาท)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
25	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.18 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่นเชื้อ (นาท)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)	L	a*	b*
25	12.0±0.71	10.0±0.00	2,310.0±14.14	3,119.5±14.85 <sup>a</sup>	61.14 ±0.20 <sup>b</sup>	1.13±0.19 <sup>a</sup>	7.90±0.15 <sup>a</sup>
30	13.0±0.71	12.0±0.00	2,305.5 ±2.12	3,010.0±28.28 <sup>b</sup>	62.04±0.13 <sup>ab</sup>	1.64±0.29 <sup>bc</sup>	8.40±0.02 <sup>bc</sup>
35	14.0±2.10	12.0±1.41	2,277.0 ±4.24	3,005±7.07 <sup>b</sup>	62.52±0.23 <sup>a</sup>	1.72±0.09 <sup>c</sup>	8.52±0.08 <sup>c</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.19 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาย่นเชื้อ (นาท)	pH	Acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
25	4.18±0.06	0.41±0.02	11.40±0.36	9.09±0.13	0.46±0.02	9.53±0.11
30	4.14±0.04	0.46±0.04	11.80±0.20	9.23±0.04	0.40±0.11	9.63±0.08
35	4.15±0.04	0.47±0.03	12.00±0.50	9.25±0.28	0.38±0.00	9.63±0.29

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่จีนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 4.15-4.16 พบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยความร้อนและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปร สำคัญทำให้แรงกดตัวของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าสี L มีค่า 61.15-62.33 ค่าสี a\* มีค่า 0.48-0.99 และค่าสี b\* มีค่า 6.66-7.13 สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) โดยพีเอชมีค่า 4.13-4.16 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.44-0.46 % และปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายน้ำได้มีค่า 11.60-11.80 % ผลวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่จีนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน แสดงดังตาราง 4.17-4.19 ผลวิเคราะห์ ทางจุลินทรีย์โดยวิธี incubation test ปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ในเนื้อลิ้นจี่จีนแตกบรรจุ กระป๋องขนาด A10

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพพบว่า ความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักเนื้อ มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยความเป็น สุญญากาศเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่า 12.0-14.0 มิลลิเมตรปรอท เช่นเดียวกับ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่า 10.0-12.0 มิลลิเมตร ในขณะที่ น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากฆ่าเชื้อลดลง เช่น น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ขณะบรรจุเท่ากับ 2,700 กรัม เมื่อผ่านการฆ่าเชื่อนาน 25 นาที พบว่าน้ำหนักเนื้อลดลงเหลือ 2,310.0 กรัม เนื่องจาก ผลของความร้อนทำให้ผนังเซลล์แตกหักเสียหาย ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3.1.1 สำหรับค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ที่ฆ่าเชื่อนาน 25 นาที มีค่าสี L เท่ากับ 61.14 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 62.52 เมื่อเพิ่มเวลา การฆ่าเชื้อเป็น 35 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้น สำหรับค่าสี a\* การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ นาน 35 นาที ให้ค่าสี a\* มากกว่าการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 25 นาที เท่ากับ 1.5 เท่า ทั้งนี้ระยะเวลา การฆ่าเชื้อมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสี a\* เช่นเดียวกับค่าสี b\* ที่พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสี b\* เท่ากับ 7.90 เมื่อฆ่าเชื่อนาน 25 นาที และเพิ่มขึ้นเป็น 8.40 เมื่อเพิ่มเวลาการฆ่าเชื้อเป็น 35 นาที เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแรงกดที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ

ส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพ นั่นคือค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเวลาที่เหมาะสม สำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อลินจี่ขึ้นเตกบรรจุ กระป๋องขนาด A10 คือ 28 นาที ถึงแม้ว่าผลการทำ incubation test จะไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิดที่เวลา การฆ่าเชือนาน 25 นาที ก็ตามแต่เพื่อความปลอดภัยจึงควรใช้เวลาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เป็น 28 นาที

#### 4.3.1.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลินจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยวิธี

##### *Incubation test*

นำเนื้อลินจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 12, 15, 18 และ 21 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบ กำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 4.20-4.21 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 4.22-4.24

ตาราง 4.20 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลินจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	L	a*	b*
12	56.12±0.13 <sup>b</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	7.27±0.02 <sup>a</sup>
15	58.67±0.15 <sup>a</sup>	0.15±0.06 <sup>a</sup>	7.29±0.05 <sup>a</sup>
18	59.71±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.04 <sup>a</sup>	7.32±0.03 <sup>a</sup>
21	58.91±0.17 <sup>a</sup>	0.60±0.16 <sup>b</sup>	7.68±0.01 <sup>b</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.21 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
12	4.08±0.01	0.52±0.02	13.0±0.35
15	4.11±0.01	0.48±0.01	12.8±0.07
18	4.10±0.04	0.49±0.01	13.0±0.07
21	4.12±0.01	0.49±0.01	12.8±0.07

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.22 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
12	< 30	-	-	-	-
15	< 30	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.23 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Net weight (g)	L	a*	b*
12	13.0±0.71	8.0±0.00	421.9±1.60	61.82±0.23 <sup>a</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	9.64±0.12
15	11.0±0.71	7.0±0.70	422.1±4.00	61.90±0.45 <sup>a</sup>	0.76±0.17 <sup>b</sup>	9.69±0.04
18	11.0±0.71	7.0±0.00	421.3±6.60	60.59±0.19 <sup>b</sup>	1.28±0.07 <sup>c</sup>	9.65±0.16
21	12.0±0.00	7.0±1.40	418.3±6.6	61.14±0.22 <sup>ab</sup>	1.80±0.07 <sup>d</sup>	9.96±0.21

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



ตาราง 4.24 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลินจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาหมักเชื้อ (นาทีก)	pH	Acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
12	4.08±0.14	0.51±0.04	13.20±0.14	11.66±0.02 <sup>c</sup>	0.16±0.02	11.82±0.03 <sup>b</sup>
15	4.08±0.21	0.53±0.03	13.80±0.21	11.87±0.04 <sup>b</sup>	0.19±0.02	12.06±0.03 <sup>a</sup>
18	4.09±0.02	0.51±0.00	14.00±0.00	11.93±0.11 <sup>ab</sup>	0.18±0.01	12.11±0.12 <sup>a</sup>
21	4.11±0.01	0.51±0.00	14.00±0.00	12.05±0.01 <sup>a</sup>	0.16±0.00	12.20±0.00 <sup>a</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลินจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการหมักเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 4.20-4.21 พบว่าระยะเวลาหมักเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสี L มีค่าสูงสุดเท่ากับ 59.71 เมื่อหมักเชื้อผลิตภัณฑ์ นาน 18 นาที ค่าสีที่ได้จากการทดลองค่อนข้างผันแปรอันเนื่องมาจากธรรมชาติของวัตถุดิบมีความผันแปรสูง รวมถึงการลดขนาดชิ้นของลินจีให้เล็กลงทำให้สัมผัสกับออกซิเจนได้ง่าย โอกาสที่รังควัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเอนไซม์ และปัจจัยอื่นๆ ย่อมมีมากขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี a\* และค่าสี b\* ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมักเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสี a\* มีค่า 0.07-0.60 และค่าสี b\* มีค่า 7.27-7.68 สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยพีเอชมีค่า 4.08-4.12 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.48-0.52 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 12.81-13.00 % ผลวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการหมักเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลินจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 4.22-4.23 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ภายหลังจากการทำ incubation test พบว่ามีจุลินทรีย์ ทั้งหมดจำนวนน้อยกว่า 30 cfu/ml ในเนื้อลินจีตีปนที่หมักเชื้อในน้ำเคือด นาน 12 และ 15 นาที และ ไม่พบในผลิตภัณฑ์ที่หมักเชื่อนาน 18 และ 21 นาที ส่วนผลการตรวจจุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์และรา โคลิฟอร์ม แพลตซัวร์ และอะซิดูริกสปอยเรจ ปรากฏว่าไม่พบในเนื้อลินจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ทุกระยะเวลาการหมักเชื้อ

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพพบว่า ความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักสุทธิ และค่าสี  $b^*$  มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยความเป็นสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 11.0-13.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารลดลงเล็กน้อยและมีค่า 7.0-8.0 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับน้ำหนักสุทธิที่มีน้ำหนักบรรจุเท่ากับ 420 กรัม ภายหลังการฆ่าเชื้อนาน 21 นาที ลดลงเป็น 418.3-421.9 กรัม สำหรับค่าสี L พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 18 นาที ให้ค่าสี L น้อยที่สุด เท่ากับ 60.59 ทั้งนี้ผลของการลดขนาดลิ้นจึงทำให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ก่อนข้างผันแปรเมื่อพิจารณาค่าสี  $a^*$  พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) เพราะอุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อมีผลโดยตรงต่อค่าสี  $a^*$  ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าสี  $a^*$  เป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ลิ้นจึงเกิด pink discolouration มากขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี  $b^*$  ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยค่าสี  $b^*$  มีค่า 9.64-9.96

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีพบว่า น้ำตาลรีดิวซิง และน้ำตาลทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ อันเป็นผลมาจากการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนทำให้น้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยวส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ลิ้นจึงที่ฆ่าเชื้อนาน 12 นาที มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเท่ากับ 11.66 % และเมื่อเพิ่มเวลาฆ่าเชื้อเป็น 21 นาที ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นเป็น 12.05 % เช่นเดียวกับน้ำตาลทั้งหมดที่พบว่าการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 15, 18 และ 21 นาที ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่ามากกว่าการฆ่าเชื้อที่ 12 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) สำหรับค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยค่าพีเอชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่าเท่ากับ 4.08-4.11 โดยสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์จึงมีค่าเท่ากับ 0.51-0.53 % ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ลิ้นจึงนาน 12 นาที ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.2 % และเพิ่มขึ้นเป็น 14.0 % เมื่อเวลาฆ่าเชื้อนาน 18 นาที ส่วนน้ำตาลซูโครส มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีค่าอยู่ในช่วง 0.16-0.19 %

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อลิ้นจึงที่ปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 คือ 18 นาที เนื่องจากตรวจไม่พบจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

#### 4.3.1.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยวิธี

##### Incubation test

นำเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 25, 30 และ 35 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 4.25-4.26 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 4.27-4.29

ตาราง 4.25 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	L	a*	b*
25	55.74±0.10 <sup>b</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	7.32±0.03 <sup>a</sup>
30	55.85±0.44 <sup>b</sup>	0.61±0.16 <sup>b</sup>	7.51±0.07 <sup>bc</sup>
35	57.14±0.02 <sup>a</sup>	1.22±0.03 <sup>c</sup>	7.60±0.04 <sup>c</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 4.26 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
25	4.00±0.06	0.56±0.09	15.00±0.00
30	3.99±0.01	0.58±0.02	15.20±0.21
35	3.98±0.01	0.59±0.01	15.00±0.07

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 4.27 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
25	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.28 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Net weight (g)	L	a*	B*
25	12.0±0.00	11.0±0.71	2,994.5±3.18	60.10±0.75	1.41±0.10 <sup>a</sup>	8.71±0.15
30	12.0±0.71	10.0±0.71	3,002.2±15.91	60.28±0.56	1.68±0.33 <sup>a</sup>	9.08±0.19
35	12.0±0.71	11.0±0.00	3,000.3±14.00	60.34±0.35	2.56±0.55 <sup>b</sup>	9.46±0.36

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 4.29 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	pH	Acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
25	3.98±0.01	0.54±0.06	15.2±0.15	13.54±0.05	0.26±0.01	13.80±0.04
30	3.94±0.02	0.50±0.02	15.0±0.15	13.45±0.20	0.19±0.03	13.64±0.23
35	3.98±0.04	0.55±0.02	15.0±0.06	13.50±0.18	0.09±0.13	13.60±0.05

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 4.25-4.26 พบว่าเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) โดยผลของความร้อน

และระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้รังควัตถุของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าสี L มีค่า 55.74-57.14 ค่าสี a\* มีค่า 0.42-1.22 และค่าสี b\* มีค่า 7.32-7.60 สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยพีเอชมีค่า 3.98-4.00 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.56-0.59 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 15.00-15.20 % ผลวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ภายนอก และเคมีของเนื้อฉิ้นจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.27-4.29 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยวิธี incubation test ปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ในเนื้อฉิ้นจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ในทุกระยะเวลาการฆ่าเชื้อ

สมบัติทางกายภาพพบว่าการแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อทำให้ค่าสี a\* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 25 นาที ให้ค่าสี a\* เท่ากับ 1.41 และเพิ่มขึ้นเป็น 2.56 เมื่อฆ่าเชื่อนาน 35 นาที ส่วนสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักทั้งหมด ค่าสี L และค่าสี b\* มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยความเป็นสุญญากาศมีค่าเท่ากับ 12 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่า 10.0-11.0 มิลลิเมตร ขณะที่ค่าสี L และ ค่าสี b\* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยค่าสี L มีค่า 60.10-60.34 และค่าสี b\* มีค่า 8.71-9.46

ส่วนประกอบทางเคมีพบว่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยพีเอชมีค่าเท่ากับ 3.94-3.98 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.50-0.55 % ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มลดลงสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลซูโครสที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกัน สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 15.00-15.20 % ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่า 13.45-13.54 % ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีค่า 0.09-0.26 % และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่า 13.60-13.80 %

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อฉิ้นจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 คือ 30 นาที เพราะตรวจไม่พบจุลินทรีย์ ขณะเดียวกันสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและควรใช้ระยะเวลาการฆ่าเชื่อนานกว่าเนื้อฉิ้นจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 เนื่องจากสมบัติทางกายภาพของเนื้อฉิ้นจีตีปนที่มีความหนืดมากกว่า ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจึงช้ากว่าเนื้อฉิ้นจีตีปนแตก

### 4.3.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน

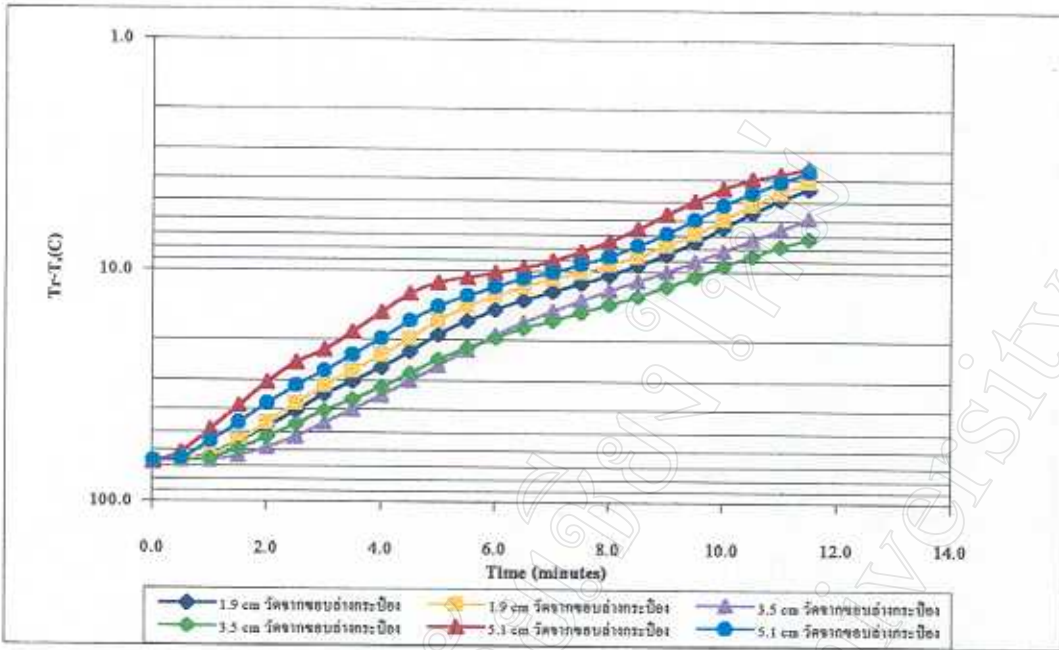
4.3.2.1 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนเพื่อหาตำแหน่งร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋อง การทดลองนี้ต้องการหาตำแหน่งร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋องของเนื้อลีนจี่ชิ้นแตกและเนื้อลีนจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 จากผลการทดลองพบว่าตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋องเป็นไป ตามตารางที่ 4.30

ตาราง 4.30 ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋อง

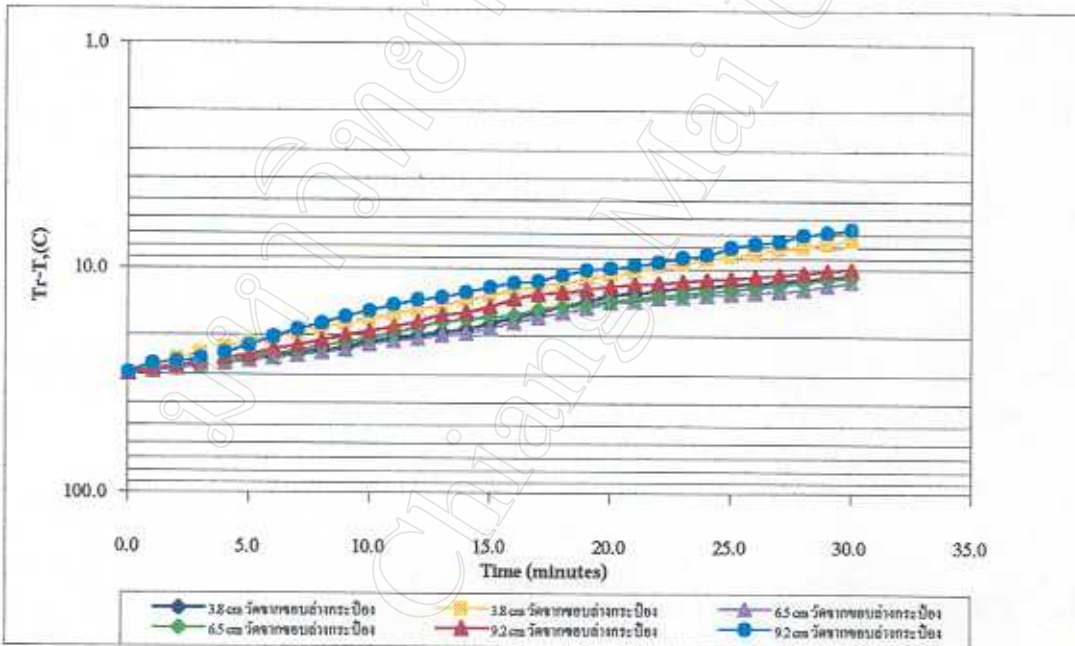
ผลิตภัณฑ์	ขนาดกระป๋อง	ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุด
เนื้อลีนจี่ชิ้นแตก	300 x 407 (A1)	3.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
	603 x 700 (A10)	6.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
เนื้อลีนจี่ตีปน	300 x 407 (A1)	3.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
	603 x 700 (A10)	6.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง

จากตารางที่ 4.30 และ กราฟที่ 4.10-4.13 พบว่าลักษณะกราฟ heating curve ของผลิตภัณฑ์ลีนจี่ตำแหน่งต่างๆ มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง (simple heating curve) ดังนั้นการแทรกผ่านความร้อนน่าจะเป็นแบบ rapid convection สำหรับเนื้อลีนจี่ชิ้นแตก และเป็นแบบ slow convection สำหรับเนื้อลีนจี่ตีปน เพราะเนื้อลีนจี่ชิ้นแตกบรรจุในสารละลายกรดเจี๊อง ซึ่งเป็นสารละลายมีความหนืดต่ำ ทำให้การแทรกผ่านความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เนื้อลีนจี่ตีปนถูกลดขนาดให้เล็กลง ทำให้เซลล์แตกหัก ดังนั้นองค์ประกอบของสารที่อยู่ในเซลล์ ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และสารประกอบอื่นๆ จึงไหลออกนอกเซลล์เมื่อได้รับความร้อน ทำให้แป้งเกิดเจลาติไนเซชันได้เป็นสารที่มีความข้นหนืด จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อัตราการแทรกผ่านความร้อนช้าลง

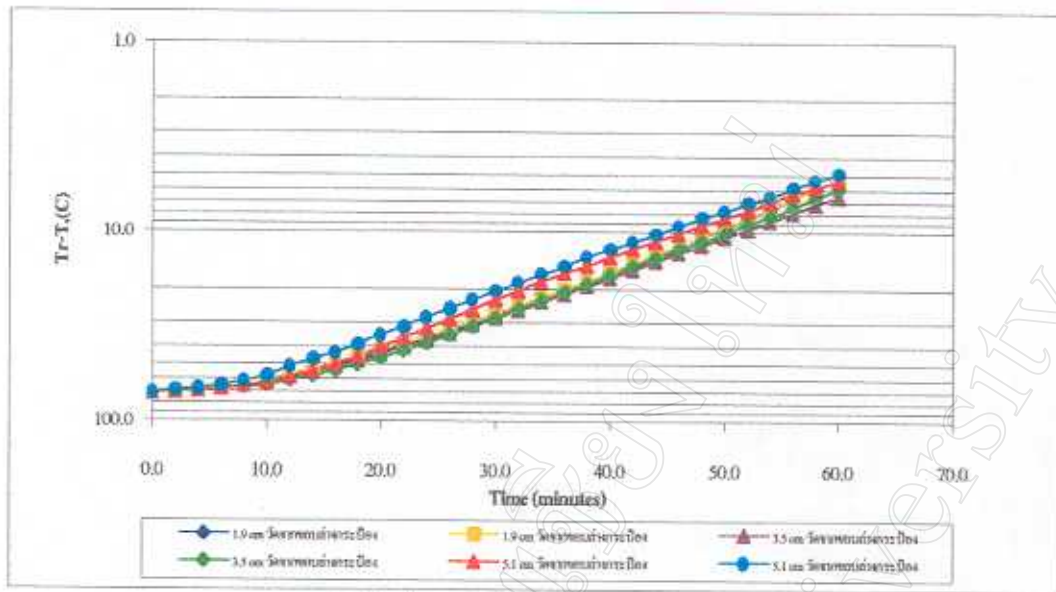
ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดของ A1 คือวัดจากขอบล่างของกระป๋องขึ้นมา 3.5 เซนติเมตร และสำหรับกระป๋องขนาด A10 จะวัดจากขอบล่างของกระป๋องขึ้นมา 6.5 เซนติเมตร ตำแหน่งดังกล่าวเหล่านี้ใช้ในการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ในการทดลองที่ 4.3.2.2



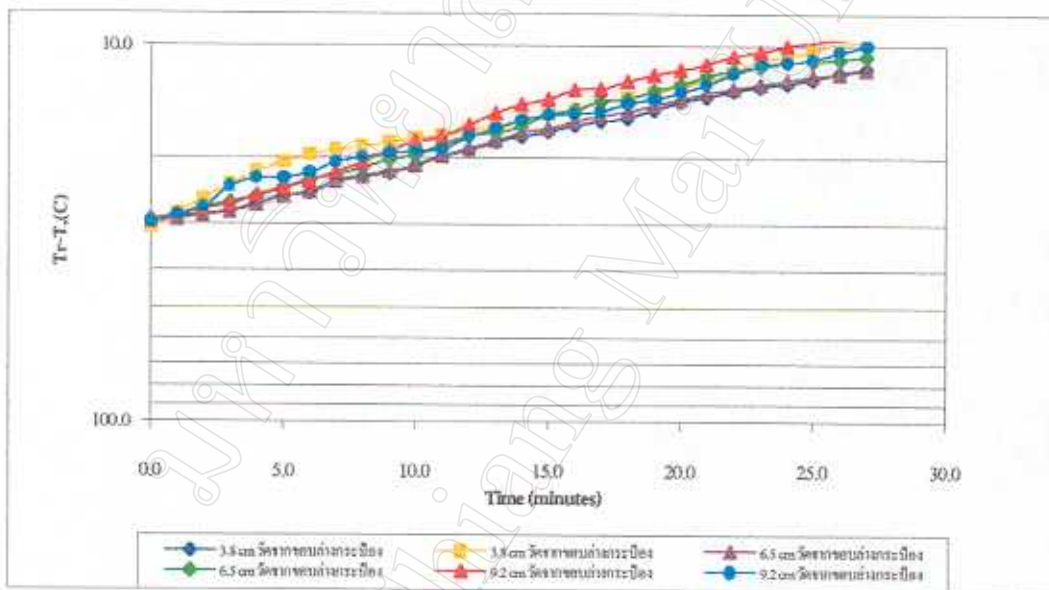
รูป 4.10 Heating curve ของเนื้อดินจิ้งฉิ่งแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1



รูป 4.11 Heating curve ของเนื้อดินจิ้งฉิ่งแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10



รูป 4.12 Heating curve ของเนื้อโลหะดีบุกนํ้าประจุกระป๋องขนาด A1



รูป 4.13 Heating curve ของเนื้อโลหะดีบุกนํ้าประจุกระป๋องขนาด A10



#### 4.3.2.2 ผลการศึกษาเพื่อหาค่า Sterilization value ของผลิตภัณฑ์ลินจี่ในน้ำเดือด

จากข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลินจี่บรรจุกระป๋อง โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็น worst case ของการทดลองทั้งหมด 6 สาย นำมาคำนวณเพื่อหาค่า sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) ด้วยวิธี general และนำไปสร้าง heating curve และกราฟ cooling curve ทำให้ทราบค่า  $f_h$ ,  $j_{ch}$  และ  $j_{cc}$  ได้ผลดังตาราง 4.31-4.34

ตาราง 4.31 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลินจี่ชิ้นแตก บรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value (minutes)		
				$f_h$ (minutes)	$j_{ch}$	$j_{cc}$	Heating	Cooling	Total
Broken A1	18	1	79.50	22.00	0.94	1.05	2.73	0.97	3.70
		2	78.60	20.50	0.94	1.06	2.55	0.95	3.50
		3	81.50	20.50	0.94	1.13	3.50	0.86	4.36
		4	81.20	18.00	0.91	1.07	2.87	0.66	3.53
		5	81.70	16.50	0.92	0.90	3.37	0.88	4.25
		6	78.80	31.00	0.97	1.00	2.00	0.32	2.32
		Average	80.22	21.42	0.94	1.04	2.84	0.77	3.61
		Std. Dev.	1.41	5.09	0.02	0.08	0.55	0.25	0.73

ตาราง 4.32 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉก  
บรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value (minutes)		
				$f_h$ (minutes)	$j_{ch}$	$j_{cc}$	Heating	Cooling	Total
Broken A10	28	1	80.60	59.00	0.96	0.99	2.06	0.44	2.50
		2	80.40	31.00	1.02	1.01	3.76	0.48	4.24
		3	80.30	50.00	0.98	1.00	2.04	0.48	2.52
		4	80.90	53.00	1.02	1.01	1.98	0.45	2.43
		5	81.80	30.00	0.98	1.02	3.76	0.61	4.37
		6	82.30	32.00	0.99	1.00	3.88	0.48	4.36
<b>Average</b>			<b>81.05</b>	<b>42.50</b>	<b>0.99</b>	<b>1.01</b>	<b>2.91</b>	<b>0.49</b>	<b>3.40</b>
<b>Std. Dev.</b>			<b>0.82</b>	<b>12.94</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.97</b>	<b>0.06</b>	<b>1.01</b>

ตาราง 4.33 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น  
บรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value (minutes)		
				$f_h$ (minutes)	$j_{ch}$	$j_{cc}$	Heating	Cooling	Total
Puree A1	18	1	80.10	27.50	0.93	1.01	2.40	0.79	3.19
		2	80.90	22.00	0.95	1.03	2.65	0.52	3.17
		3	80.80	21.00	0.96	1.07	3.21	0.45	3.66
		4	80.50	19.00	0.94	1.01	2.22	0.60	2.82
		5	80.40	18.00	0.96	1.01	3.26	0.50	3.76
		6	81.00	26.00	0.97	1.13	2.36	0.45	2.81
<b>Average</b>			<b>80.62</b>	<b>22.25</b>	<b>0.95</b>	<b>1.04</b>	<b>2.68</b>	<b>0.55</b>	<b>3.24</b>
<b>Std. Dev.</b>			<b>0.34</b>	<b>3.79</b>	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.45</b>	<b>0.13</b>	<b>0.40</b>

ตาราง 4.34 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น บรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value (minutes)		
				$f_h$	$j_{ch}$	$j_{cc}$	Heating	Cooling	Total
Puree A10	30	1	80.10	40.80	1.01	1.20	2.47	0.63	3.10
		2	80.20	39.00	0.93	1.20	2.59	0.30	2.89
		3	78.00	53.00	0.94	1.00	2.04	0.94	2.98
		4	80.80	38.00	0.98	1.14	3.07	0.50	3.57
		5	80.50	39.00	0.98	1.02	2.90	0.86	3.76
		6	80.30	52.00	1.03	1.10	2.45	0.56	3.01
<b>Average</b>			<b>79.98</b>	<b>43.63</b>	<b>0.98</b>	<b>1.11</b>	<b>2.59</b>	<b>0.63</b>	<b>3.22</b>
<b>Std. Dev.</b>			<b>1.00</b>	<b>6.93</b>	<b>0.04</b>	<b>0.09</b>	<b>0.36</b>	<b>0.24</b>	<b>0.36</b>

ตาราง 4.35 สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A1	12.00±0.71	8.00±0.71	290.15±4.60	420.50±0.21
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A10	9.00±0.71	10.00±0.00	2,397.05±11.67	3,018.6±8.20
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A1	9.00±0.71	12.00±0.71	-	424.63±2.57
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A10	13.00±0.71	12.00±0.71	-	3,029.75±0.49

ตาราง 4.35 (ต่อ) สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่กระป๋อง

ผลิตภัณฑ์	L	a*	b*
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A1	60.03±0.30	0.29±0.08	6.33±0.13
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A10	63.28±0.23	0.41±0.04	7.03±0.21
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A1	58.13±0.18	0.84±0.09	7.26±0.08
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A10	56.34±0.25	1.01±0.16	7.48±0.08

ตาราง 4.36 ส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่กระป๋อง

ผลิตภัณฑ์	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A1	4.15±0.03	0.43±0.07	10.00±0.14
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋อง A10	4.09±0.04	0.45±0.02	11.80±0.28
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A1	4.05±0.03	0.54±0.03	13.60±0.28
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง A10	4.04±0.02	0.54±0.01	15.30±0.14

ผลการคำนวณเพื่อหาค่า Sterilization value ( $F_{100}^{8.9}$ ) ของเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกและเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 แสดงดังตาราง 4.31-4.34 ซึ่งพบว่าเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเคือดนาน 18 และ 28 นาที มีค่าเฉลี่ยของ  $F_{100}^{8.9} = 3.61$  และ 3.40 นาที ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเคือดนาน 18 และ 30 นาที มีค่า  $F_{100}^{8.9} = 3.24$  และ 3.22 นาที ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.35-4.36 ซึ่งพบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 4.04-4.15 ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.43-0.54 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 10.0-15.30 %

การทดลองนี้จุลินทรีย์เป้าหมายที่ใช้คือ *Clostridium pasteurianum* ซึ่งสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีสถานะเป็นกรดโดยยึดหลักงานวิจัยของ Azizi และ Ranganna (1993b) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ผักที่ปรับพีเอชให้น้อยกว่า 4 ด้วยกรด มีค่า  $F_{100}^{8.9} = 3.5$  นาที จะสามารถทำลาย *Cl. pasteurianum* ได้ (ค่า  $D_{212} = 0.1-0.5$  นาที) หรือการนำกระบวนการ 7D เข้ามาใช้ แต่จากการเปรียบเทียบระหว่างค่า  $F_{100}^{8.9} = 3.5$  นาที ดังกล่าว (Azizi และ Ranganna, 1993b) กับค่า  $F_{100}^{8.9}$  ที่ได้จากการทดลองพบว่าเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 มีค่า  $F_{100}^{8.9} > 3.5$  ในขณะที่เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 และเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องทั้ง 2 ขนาด มีค่า  $F_{100}^{8.9} < 3.5$  นาที แต่พีเอชของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ทั้งหมดไม่เกิน 4.2 และจากผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ใดๆ ณ เวลาฆ่าเชือดังกล่าว เนื่องจากพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตามสำหรับการผลิตในเชิงการค้าน่าจะนำกระบวนการ 7D เข้าไปใช้เพื่อความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ เช่นเดียวกับ Nath และ Ranganna (1983b) ที่รายงานว่ากำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์ฝรั่งบรรจุกระป๋อง โดยเป้าหมายต้องการทำลายเอนไซม์ pectinesterase (PE) ที่มีค่า  $F_{205.1}^{29.81} = 1.0$  นาที ( $D_{205.1}^{29.81} = 0.52$  นาที) ซึ่งก็คือกระบวนการ 1.69D แต่สำหรับการผลิตในเชิงการค้าแนะนำให้อุ่นกระบวนการ 2.5D เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

เช่นเดียวกับการฆ่าเชื้อในผลิตภัณฑ์ส้มแมนดารินที่มีค่า  $F_{203.5}^{20.4} = 1.0$  และ  $F_{206.5}^{21.6} = 1.0$  ที่พีเอช 3.6 และ 4.0 ตามลำดับ ซึ่งก็คือกระบวนการ 3.72D และ 4.67D แต่สำหรับในเชิงการค้าแล้วแนะนำให้ใช้กระบวนการ 5D ที่พีเอช 3.6 และ 6D ที่พีเอช 4.0 (Nath และ Ranganna, 1983a)

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกัน จึงมีการหาค่าตัวแปรดังต่อไปนี้ ได้แก่  $f_h$ ,  $j_{ch}$  และ  $j_{cc}$  เพื่อให้สามารถคำนวณเวลาฆ่าเชื้อได้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดกระป๋องหรืออุณหภูมิฆ่าเชื้อ โดยเนื้อลีนจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 6 มีข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ดังตาราง 4.39 เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพลอต heating curve และ cooling curve และมีการปรับข้อมูลเพื่อให้เส้นกราฟที่ได้มีค่า  $R^2 \geq 0.99$  ดังรูป 4.14-4.15 และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิน้ำในหม้อต้ม แสดงดังรูป 4.16 เช่นเดียวกับข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลีนจี่ขึ้นแตกที่บรรจุกระป๋องขนาด A10 และเนื้อลีนจี่ตีปนบรรจุกระป๋องทั้ง 2 ขนาด แสดงดังตาราง 4.40-4.42 และเมื่อนำไปพลอตกราฟ ได้ดังรูป 4.17-4.25 สำหรับตัวอย่างการคำนวณแสดงดังภาคผนวก

#### 4.3.2.3 ผลการศึกษากระบวนการผลิตสำรอง

เนื่องจากการผลิตจริง โอกาสที่อุณหภูมิเริ่มต้นต่ำกว่าที่กำหนดมีค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อให้ระยะเวลาฆ่าเชื้อเพียงพอ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายได้ทั้งหมด กระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุมจึงจำเป็นต้องมีการศึกษา จัดทำกระบวนการผลิตสำรอง ซึ่งสามารถทำได้โดยนำค่า  $f_h$ ,  $j_h$  และ  $j_{cc}$  ที่ได้จากการแทรกผ่านความร้อนและค่า  $F_{100}^{8.9}$  ที่ได้จากการบวนการผลิตจริง มาคำนวณหาระยะเวลาฆ่าเชื้อสำรองที่มีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำกว่ากระบวนการผลิตจริง

ในการคำนวณหาระยะเวลาฆ่าเชื้อใช้วิธีคำนวณของ Ball formula โดยค่าตัวแปรต่างๆ ได้มาจากตาราง 4.31-4.34 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากข้อมูลของสายเทอร์โมคัปเปิลที่เป็น worst case ของการทดลอง ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด บรรจุกระป๋อง 2 ขนาด โดยเลือกจากสายเทอร์โมคัปเปิลที่มีค่า  $f_h$  มากที่สุด และ  $F_{100}^{8.9}$  ต่ำที่สุด ทั้งนี้จากการทดลองพบว่าสายเทอร์โมคัปเปิลที่มีค่า  $f_h$  มากที่สุดมักมาจากสายที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น (Initial temperature : I.T.) น้อยที่สุด เพราะอุณหภูมิเริ่มต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการแทรกผ่านความร้อน ในขั้นตอนการสร้าง heating curve และ cooling curve ต้องมีการปรับข้อมูลในการลากเส้นเพื่อให้ได้ค่า  $R^2 \geq 0.99$  และเส้นที่ลากดังกล่าวต้องผ่านจุดต่างๆ ตั้งแต่ 10 จุด ขึ้นไป ผลการคำนวณที่ได้ แสดงดังตาราง 4.37-4.38

ตาราง 4.37 การคำนวณเวลาฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิเริ่มต้นต่างๆ โดยใช้วิธี Ball formula ของเนื้อลิ้นจี่ ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 (เทอร์โมคัปเปิลสายที่ 6) เมื่อกำหนดค่า  $f_h = 31.00$  นาที,  $j_{ch} = 0.97$ ,  $j_{cc} = 1.00$ ,  $g = 4.66$  และ  $F_{100}^{8.9} = 3.61$  นาที และเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 (เทอร์โมคัปเปิลสายที่ 1) เมื่อกำหนดค่า  $f_h = 59.00$  นาที,  $j_{ch} = 0.96$ ,  $j_{cc} = 0.99$ ,  $g = 7.60$  และ  $F_{100}^{8.9} = 3.40$  นาที

อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด (นาที)	
	บรรจุกระป๋องขนาด A1	บรรจุกระป๋องขนาด A10
60	28.12	40.46
70	24.25	33.09
80	18.79	22.70

หมายเหตุ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel คำนวณเวลาฆ่าเชื้อ

ตาราง 4.38 การคำนวณเวลาฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิเริ่มต้นต่างๆ โดยใช้วิธี Ball formula ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 (เทอร์โมคัปเปิลสายที่ 1) เมื่อกำหนดค่า  $f_h = 27.50$  นาที,  $j_{ch} = 0.93$ ,  $j_{cc} = 1.01$ ,  $g = 4.70$  และ  $F_{100}^{8.9} = 3.24$  นาที และเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 (เทอร์โมคัปเปิลสายที่ 3) เมื่อกำหนดค่า  $f_h = 53.00$  นาที,  $j_{ch} = 0.94$ ,  $j_{cc} = 1.00$ ,  $g = 7.49$  และ  $F_{100}^{8.9} = 3.22$  นาที

อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด (นาที)	
	บรรจุกระป๋องขนาด A1	บรรจุกระป๋องขนาด A10
60	23.84	35.71
70	20.40	29.09
80	15.56	19.76

หมายเหตุ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel คำนวณเวลาฆ่าเชื้อ

ตาราง 4.39 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจิ้งจอกแคบปรุ  
กระป๋องขนาด A1 สายที่ 6

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศา เซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
0.0	78.8	95.1	***21.0	94.7	30.9
1.0	80.1	95.8	22.0	88.6	28.5
*2.0	81.3	96.0	23.0	81.2	28.5
3.0	82.6	96.4	24.0	75.1	28.5
4.0	83.7	96.5	25.0	69.7	28.5
5.0	84.9	96.5	26.0	65.1	28.5
6.0	85.9	96.6	27.0	61.2	28.6
7.0	86.9	96.8	28.0	57.7	28.6
8.0	87.9	96.7	29.0	54.9	28.5
9.0	88.8	96.7	30.0	52.4	28.5
10.0	89.6	96.8	31.0	50.2	28.6
11.0	90.4	96.8	32.0	48.2	28.6
12.0	91.1	97.0	33.0	46.5	28.6
13.0	91.7	96.8	34.0	44.9	28.6
14.0	92.3	96.9	35.0	43.6	28.5
15.0	92.8	96.8	****36.0	42.4	28.6
16.0	93.3	97.0			
17.0	93.8	96.8			
18.0	94.2	96.8			
19.0	94.6	97.0			
**20.0	94.9	96.8			

หมายเหตุ สัญลักษณ์ \* หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

\*\* หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

\*\*\* หมายถึง เริ่มการทำให้เย็น

\*\*\*\* หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น

ตาราง 4.40 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลีนจี่จีนแตกบรรจุ  
กระป๋องขนาด A10 สายที่ 1

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
0.0	80.6	95.6	***33.0	92.4	99.9
1.0	81.0	96.6	34.0	92.1	86.7
2.0	81.5	97.3	35.0	91.8	80.6
3.0	82.3	97.7	36.0	87.2	49.8
*4.0	82.5	98.1	37.0	81.6	34.5
5.0	83.1	98.2	38.0	76.7	94.5
6.0	84.0	98.2	39.0	72.4	34.5
7.0	84.8	98.3	40.0	68.8	34.5
8.0	85.0	98.7	41.0	65.8	34.6
9.0	85.5	98.9	42.0	63.4	34.7
10.0	86.0	99.0	43.0	61.3	34.7
11.0	86.5	98.9	44.0	59.4	35.6
12.0	86.9	99.0	45.0	57.6	35.9
13.0	87.5	99.1	46.0	56.2	35.1
14.0	87.9	99.1	47.0	55.1	35.1
15.0	88.3	99.3	48.0	54.0	35.2
16.0	88.6	99.3	49.0	53.0	95.2
17.0	89.0	99.4	50.0	51.8	35.7
18.0	89.3	99.3	51.0	50.7	35.6
19.0	89.7	99.3	52.0	49.6	35.7
20.0	90.1	99.2	53.0	48.6	35.7
21.0	90.4	99.3	54.0	47.7	31.3
22.0	90.7	99.3	55.0	46.9	31.2
23.0	90.9	99.3	56.0	46.2	31.4
24.0	91.3	99.3	57.0	45.5	31.3
25.0	91.4	99.3	58.0	44.9	31.3
26.0	91.5	99.4	59.0	44.3	31.4
27.0	91.7	99.4	60.0	43.8	31.4
28.0	92.0	99.5	61.0	43.3	31.4



เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
29.0	92.1	99.5	62.0	42.5	31.5
30.0	92.3	99.4	***63.0	41.7	31.5
31.0	92.4	99.5			
**32.0	92.5	99.5			

หมายเหตุ สัญลักษณ์ \* หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

\*\* หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

\*\*\* หมายถึง เริ่มทำให้เย็น

\*\*\*\* หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

ตาราง 4.41 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลีนจืดที่ปนบรรจุ  
กระป๋องขนาด A1 สายที่ 1

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
0.0	80.1	94.9	***22.0	94.3	97.5
1.0	81.6	96.0	23.0	94.1	96.2
2.0	83.1	97.1	24.0	93.8	94.8
*3.0	85.8	97.4	25.0	91.7	94.1
4.0	86.4	97.4	26.0	84.6	93.5
5.0	86.9	97.3	27.0	76.2	29.5
6.0	88.0	97.4	28.0	69.7	28.3
7.0	89.0	97.5	29.0	64.6	28.3
8.0	89.8	97.4	30.0	59.9	27.9
9.0	90.5	97.5	31.0	56.9	27.2
10.0	91.1	97.4	32.0	54.6	28.7
11.0	91.7	97.3	33.0	52.5	28.7
12.0	92.1	97.4	34.0	50.9	28.7
13.0	92.5	97.4	35.0	49.3	28.7
14.0	92.9	97.4	36.0	48.0	28.8
15.0	93.2	97.4	37.0	46.6	28.8
16.0	93.3	97.5	****38.0	45.4	28.8
17.0	93.5	97.4			
18.0	93.7	97.3			
19.0	93.9	97.4			
20.0	94.0	97.5			
**21.0	94.3	97.6			

หมายเหตุ สัญลักษณ์ \* หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

\*\* หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

\*\*\* หมายถึง เริ่มทำให้เย็น

\*\*\*\* หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น

ตาราง 4.42 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจืดที่ปนบรรจุ  
กระป๋องขนาด A10 สายที่ 3

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
0.0	78.0	94.9	***37.0	92.0	96.4
1.0	79.0	95.1	38.0	92.1	96.0
2.0	79.3	95.3	39.0	92.1	52.2
3.0	80.5	95.6	40.0	92.0	31.9
4.0	81.3	95.4	41.0	91.2	31.8
5.0	82.0	95.8	42.0	91.0	31.9
*6.0	83.0	96.1	43.0	90.0	32.0
7.0	84.0	96.3	44.0	89.0	32.8
8.0	84.9	96.3	45.0	88.1	32.9
9.0	85.0	96.2	46.0	84.2	30.2
10.0	85.6	96.1	47.0	82.1	30.7
11.0	86.0	96.1	48.0	80.4	28.6
12.0	86.4	96.1	49.0	78.6	28.7
13.0	86.8	96.2	50.0	77.0	28.8
14.0	87.0	96.2	51.0	75.4	28.8
15.0	87.6	96.2	52.0	73.4	28.9
16.0	87.6	96.2	53.0	72.0	28.9
17.0	88.0	96.1	54.0	70.7	28.8
18.0	88.5	96.1	55.0	69.2	28.9
19.0	88.7	96.1	56.0	67.5	28.9
20.0	88.9	96.3	57.0	65.0	28.9
21.0	89.0	96.2	58.0	65.0	29.9
22.0	89.1	96.2	59.0	62.9	30.0
23.0	89.5	96.2	60.0	62.0	28.2
24.0	89.8	96.2	61.0	60.9	28.3
25.0	90.0	96.1	62.0	60.4	28.2
26.0	90.3	96.1	63.0	59.9	28.2
27.0	90.5	96.1	64.0	58.9	28.1
28.0	90.7	96.3	65.0	57.2	28.1

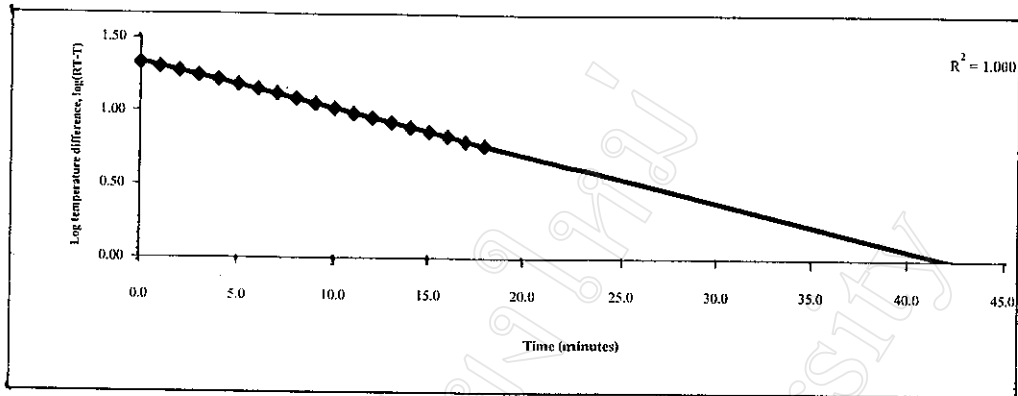
เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
29.0	90.9	96.2	66.0	56.5	28.1
30.0	91.2	96.2	67.0	55.8	28.1
31.0	91.5	96.2	68.0	55.1	28.1
32.0	91.7	96.2	69.0	54.4	28.1
33.0	91.8	96.3	70.0	53.2	28.1
34.0	91.8	96.3	71.0	52.6	28.1
35.0	91.8	96.2	72.0	52.2	28.1
**36.0	92.0	96.5	73.0	51.8	28.1
			74.0	51.3	28.0
			75.0	50.8	28.1
			76.0	50.8	28.1
			77.0	50.4	28.1
			78.0	50.1	28.1
			79.0	49.7	28.1
			80.0	49.1	28.1
			81.0	48.8	28.1
			****82.0	48.5	28.1

หมายเหตุ สัญลักษณ์ \* หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

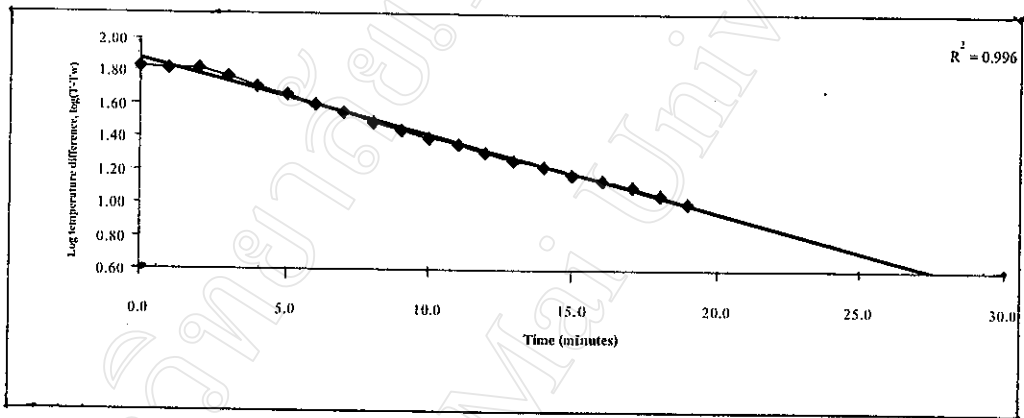
\*\* หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

\*\*\* หมายถึง เริ่มทำให้เย็น

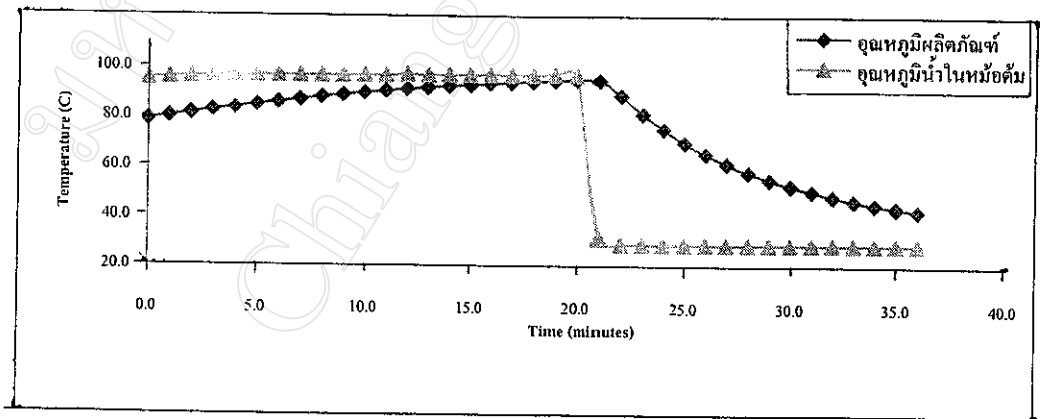
\*\*\*\* หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น



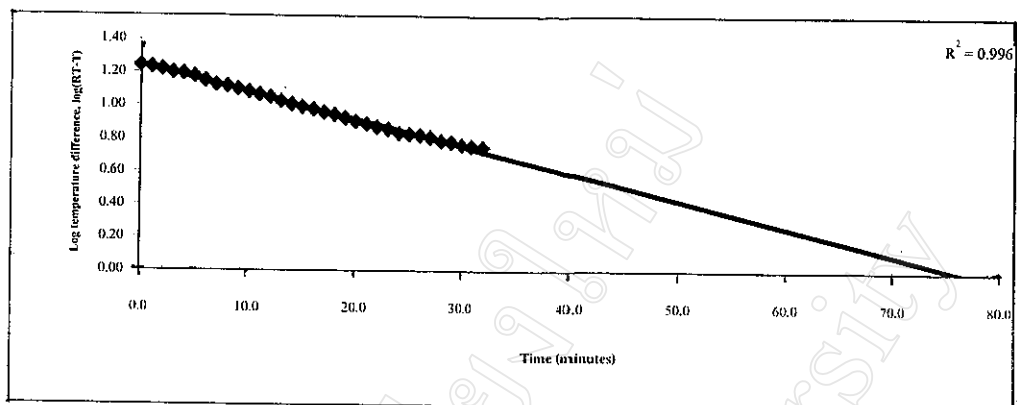
รูป 4.14 Heating curve ของเนื้อดินจิ้งจิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 6



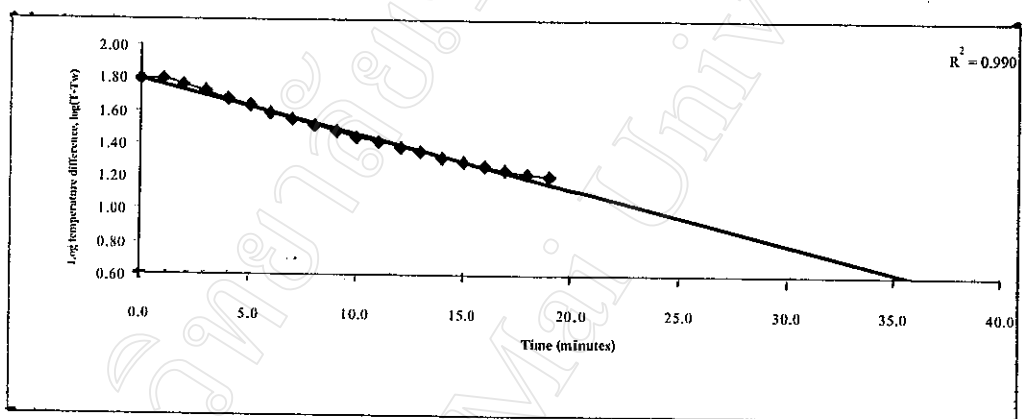
รูป 4.15 Cooling curve ของเนื้อดินจิ้งจิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 6



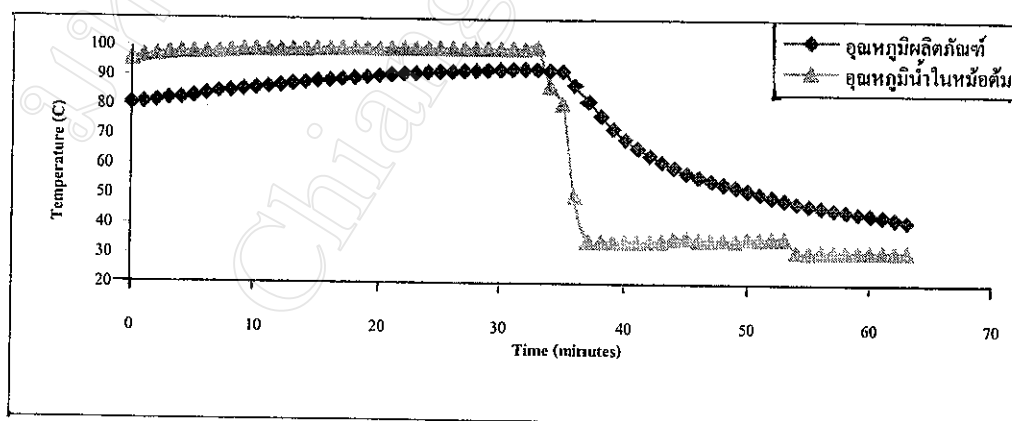
รูป 4.16 อุณหภูมิของเนื้อดินจิ้งจิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 (สายที่ 6) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



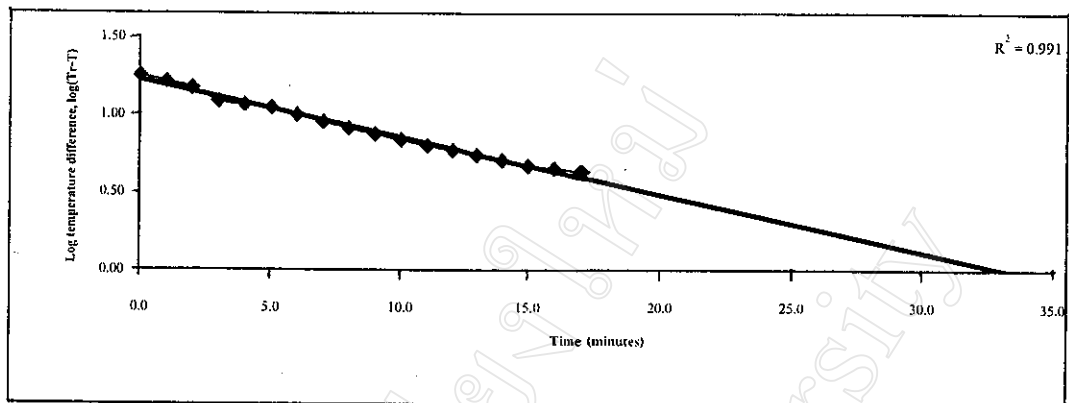
รูป 4.17 Heating curve ของเนื้อลีนจี้ซันแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 1



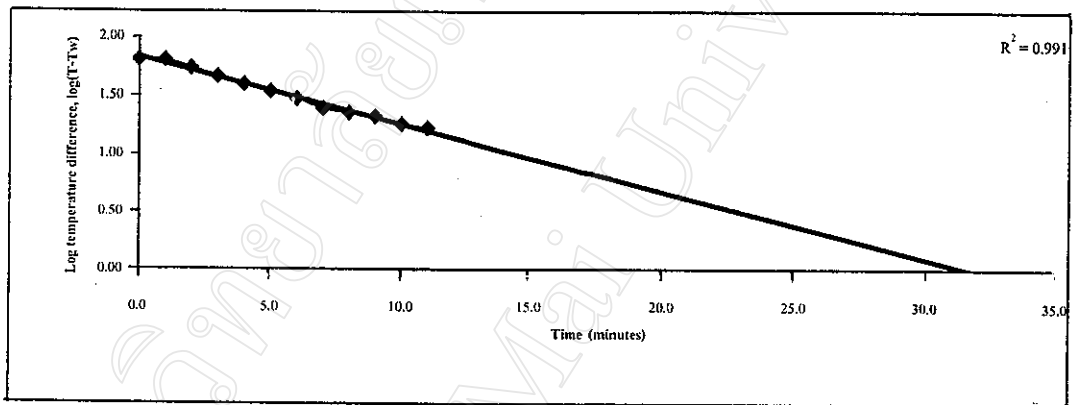
รูป 4.18 Cooling curve ของเนื้อลีนจี้ซันแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 1



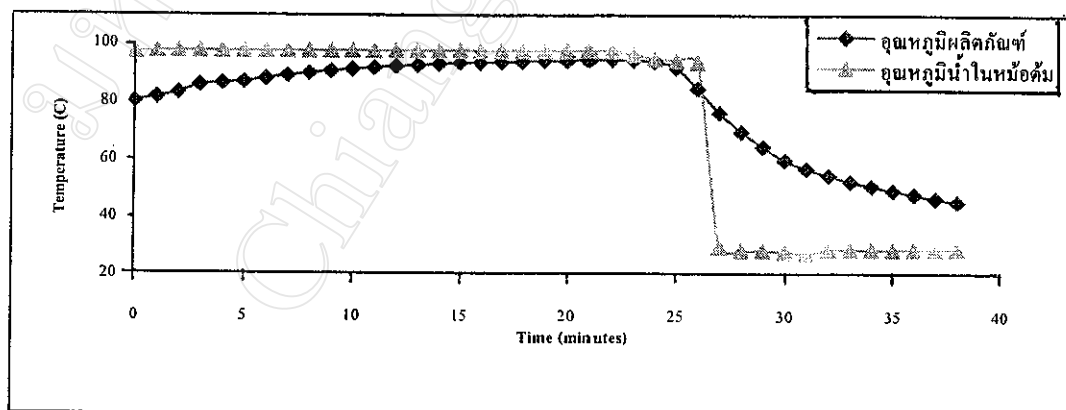
รูป 4.19 อุณหภูมิของเนื้อลีนจี้ซันแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 (สายที่ 1) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



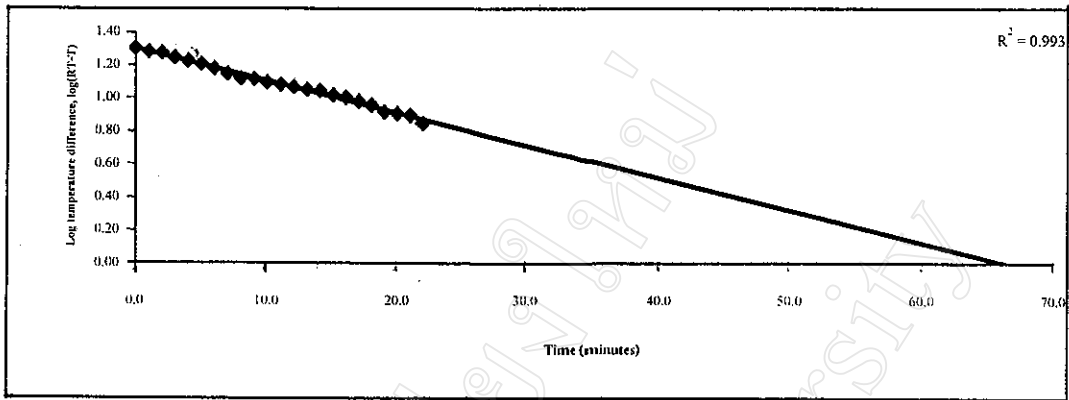
รูป 4.20 Heating curve ของเนื้อลีนจี้ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 1



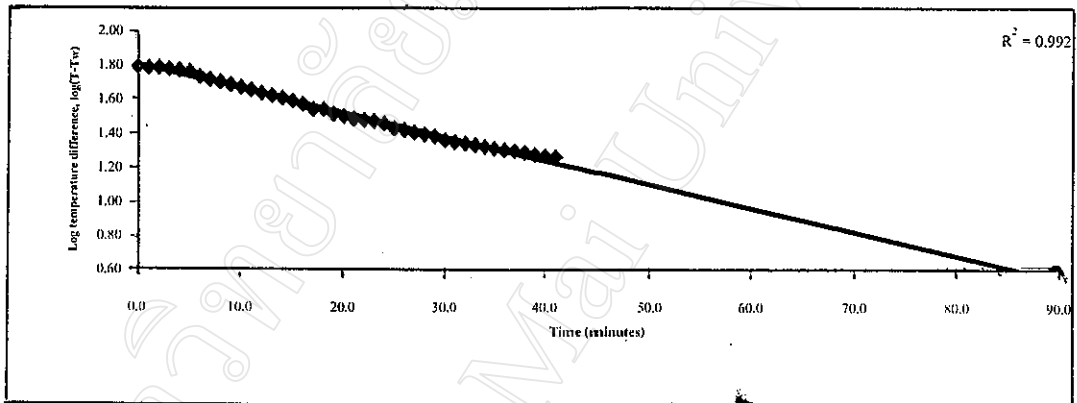
รูป 4.21 Cooling curve ของเนื้อลีนจี้ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 1



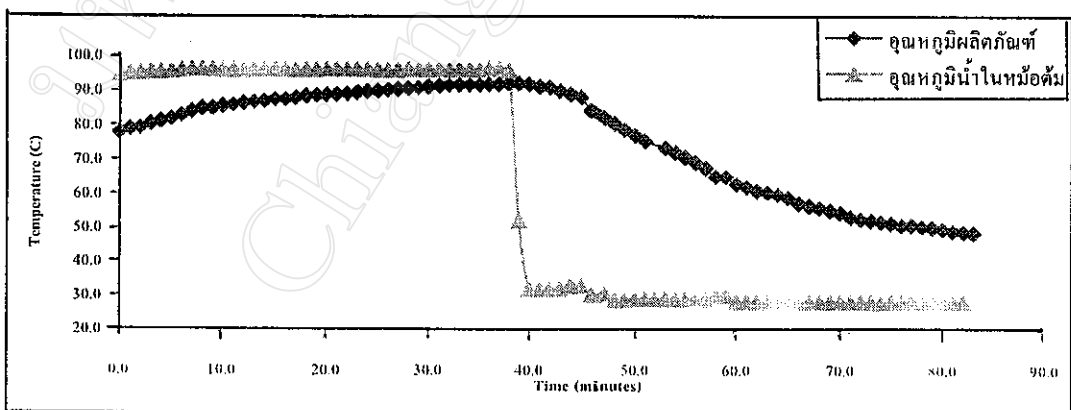
รูป 4.22 อุณหภูมิของเนื้อลีนจี้ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 (สายที่ 1) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



รูป 4.23 Heating curve ของเนื้อลีนจืดปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 3



รูป 4.24 Cooling curve ของเนื้อลีนจืดปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 3



รูป 4.25 อุณหภูมิของเนื้อลีนจืดปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 (สายที่ 3) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



#### 4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และอายุการเก็บรักษา

จุดประสงค์ของการศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ 2 ชนิด คือ เนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 (A1) และ 603x700 (A10) เวลาฆ่าเชื้อเท่ากับ 18 และ 28 นาที ตามลำดับ และเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 และ 603x700 เวลาฆ่าเชื้อเท่ากับ 18 และ 30 นาที ตามลำดับ ในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มกระป๋องตัวอย่างนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทาง กายภาพ ส่วนประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาและทุกๆ 2 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทดสอบทั้งในรูปแบบลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ ชั้นแตก และในรูปน้ำลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนเพื่อเปรียบเทียบความพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อ เนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกและเนื้อลิ้นจี่ตีปนทั้งเริ่มต้นและภายหลังการเก็บรักษาโดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 4 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน ใช้แบบทดสอบ Hedonic structure scale ได้ผลการทดลองดังนี้

##### 4.4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

###### 4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดง ดังตาราง 4.43 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดง ดังตาราง 4.44 ผลการวิเคราะห์พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันทำให้น้ำหนักเนื้อ ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-11.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 9.0-10.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 416.4-428.1 กรัม

ด้านน้ำหนักเนื้อพบว่าน้ำหนักลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นานตั้งแต่ 4 เดือน ขึ้นไป ทั้งนี้การสูญเสียน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์เกิดได้ 2 สาเหตุ คือความร้อนจาก กระบวนการแปรรูปที่มีผลต่อผนังเซลล์โดยตรง คือเมื่อได้รับความร้อนแรงดันภายในเซลล์จะสูง ขึ้นจนกระทั่งผนังเซลล์ไม่สามารถทนได้ ทำให้ผนังเซลล์แตก ขณะเดียวกัน โปรตีนที่เป็น ส่วนประกอบสำคัญของเซลล์เมมเบรนสูญเสียสภาพธรรมชาติ ด้านสมบัติการเป็น selective permeability ทำให้ไม่สามารถควบคุมการส่งผ่านน้ำและสารอื่นๆ ได้เช่นเดิม ส่งผลให้เนื้อสัมผัส

ของผลไม้และ โดยไม่มีวิธีการที่สามารถป้องกันการสูญเสียการเป็น selective permeability ของเซลล์เมมเบรนได้ และอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจาก protopectin ในผลไม้ซึ่งทำหน้าที่คล้ายตัวประสานยึดเซลล์ให้ติดกัน โดยปกติถ้าอยู่ในสภาพที่ไม่ละลายน้ำจะสามารถยึดเซลล์ให้เกาะติดกันได้ดี เนื้อสัมผัสของผลไม้จะแน่นแข็ง เมื่อนำผลไม้มาแปรรูปด้วยกระบวนการให้ความร้อน และปรับพีเอชให้ลดลงทำให้ protopectin เปลี่ยนแปลงสภาพเป็น water-soluble pectin ซึ่งจะละลายน้ำได้ง่ายยิ่งขึ้น ประสิทธิภาพการยึดติดของเซลล์จึงลดลง ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลไม้อ่อนนุ่มลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการเก็บรักษา หากอุณหภูมิที่ใช้เก็บผลิตภัณฑ์สูง protopectin จะเปลี่ยนแปลงสภาพเป็น water-soluble pectin ทำให้น้ำหนักเนื้อของผลไม้ขึ้นแต่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Adams และ Blundstone, 1971)

ด้านสี แสดงดังรูป 4.26 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่า ค่าสี L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ำขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่เอนไซม์ (non-enzymatic browning) โดยกลไกของการเกิดปฏิกิริยายังไม่เด่นชัด แต่เชื่อว่า brown polymer เป็นผลมาจากพีเอช น้ำตาล และกรดอะมิโน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทั้งนี้ในระหว่างการเก็บรักษาผลไม้บรรจุกระป๋อง brown polymer อาจส่งผลโดยตรงหรือทางอ้อมทำให้รงควัตถุสลายตัว (Adam และ Blundstone, 1971) ในปี 1954 Board และ Seale พบว่าสีของกล้วยบรรจุกระป๋องมีสีชมพูปนน้ำตาล ขณะที่ Anthistle และ Dickinson 1959 พบว่าสีของ กล้วยเบอร์ แอปเปิล และน้ำเชื่อม ที่บรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และถ้าบรรจุกระป๋องธรรมดาจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน เพราะลิวโคแอนโทไซยานินเกิดปฏิกิริยา polymerization ทำให้รงควัตถุเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “phlobaphenes” จากงานวิจัยของ Kluter *et al.* (1996) พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่เพาท์มีค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยสารที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส มีค่าสี L ลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ขณะที่ค่าสี  $a^*$  และค่าสี  $b^*$  มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การเพิ่มขึ้นของค่าสี  $a^*$  ทำให้สีของเนื้อผลไม้กลายเป็นสีชมพูอ่อนๆ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้วันาน 12 เดือน เช่นเดียวกับ Azizi และ Rangna (1993b) รายงานว่าสีของผลิตภัณฑ์กระหล่ำดอกบรรจุกระป๋องเริ่มปรากฏเป็นสีชมพูอ่อนๆ เมื่อเก็บรักษาไว้วันาน 3 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารประกอบลิวโคไซยานินในผลิตภัณฑ์เนื้อผลไม้จะค่อยๆ พัฒนากลายเป็นรงควัตถุสีชมพู (pink pigment) ในระหว่างการเก็บรักษา (Hwang และ Cheng, 1986) เช่นเดียวกับค่าสี  $b^*$  ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยค่าสี  $b^*$  เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา

#### 4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตก

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 4.45 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 4.00-4.09 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.33-0.41 % ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าอยู่ในช่วง 8.29-8.44 % และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 8.44-8.95 % เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ดังรูป 4.27-4.28 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วง 2 เดือนแรก โดยค่าพีเอชและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงจากเริ่มต้น 11.40 เป็น 11.00 % เมื่อเก็บไว้นาน 2 เดือน สอดคล้องกับ Saini *et al.* (1996) ที่พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะม่วงพร้อมคัมที่เก็บรักษาไว้นาน 16 สัปดาห์ ลดลง สาเหตุอาจเกิดจากการแพร่กระจายและแรงดันออสโมซิส โดยที่การแพร่กระจายเป็นผลเนื่องจากอนุภาคของตัวถูกละลายในเซลล์ของผลไม้ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่า อาจอยู่ในรูปของอิออน โมเลกุล หรืออนุภาคคอลลอยด์ เคลื่อนที่แพร่กระจายตัวจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง (ภายในเซลล์) ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า (ภายนอกเซลล์) เพราะสารละลายภายนอกเซลล์คือสารละลายกรดเจือจางที่ใช้ปรับพีเอชให้กับผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ ในขณะที่เดียวกันก็เกิดกระบวนการออสโมซิสระหว่างโมเลกุลของน้ำภายนอกเซลล์และโมเลกุลของน้ำภายในเซลล์ผ่าน semi-permeable membrane ซึ่งเป็นผนังเซลล์ของผลไม้ โมเลกุลของน้ำภายนอกเซลล์จะซึมผ่านเมมเบรนเข้าไปในเซลล์ของผลไม้ ทำให้สารละลายกรดที่อยู่ภายนอกเซลล์เจือจางลง ในขณะเดียวกัน ความเป็นกรดภายในเซลล์ของผลไม้ก็จะเพิ่มขึ้น จุดสมดุลของออสโมซิสจะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำผ่านเมมเบรนทั้งสองข้างในอัตราที่เท่ากัน (นิธิยา, 2543) สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดลดลง จากเดิม 0.41 % เหลือ 0.38 % ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง จากเดิม 0.67 % เหลือ 0.41 % ขณะที่ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น จากเดิม 4.00 เป็น 4.05 และน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นจากเดิม 4.00 เป็น 4.05 หลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 2 เดือน

การเปลี่ยนแปลงเกิดช้าลงและค่อนข้างคงที่ตั้งแต่อายุการเก็บผลิตภัณฑ์เดือนที่ 8 เป็นต้นไป ยกเว้นปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จนกระทั่งในเดือนที่ 12 ตรวจไม่พบปริมาณน้ำตาลซูโครส สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Ewaidah (1992) ที่พบว่าแอปเปิลและน้ำสับประคบบรรจุกระป๋อง ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิซิงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้ปริมาณน้ำตาลรีดิซิงที่เพิ่มขึ้น เกิดจากน้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์ เช่นเดียวกับ Kluter *et al.* (1996) ที่พบว่าสาเกบรจุงรีทอร์ทเพาท์ ปริมาณน้ำตาลน้ำตาลซูโครสลดลง อันเนื่องจากการถูกไฮโดรไลซ์ ทำให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตสเพิ่มขึ้น Bemiller และ Whistler (1996) พบว่าในสภาวะที่เป็นกรดน้ำตาลซูโครส ถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิซิงของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ปี 1997 Kim *et al.* พบว่าเมื่อเก็บรักษาส้มแมนดารินบรรจุ กระป๋องไว้นาน 4 เดือน มีปริมาณน้ำตาลซูโครสและฟรุกโตสเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณน้ำตาล รีดิซิงก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 4.91 เป็น 5.39-7.95 % ในขณะที่น้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อ การสลายตัวของน้ำตาลซูโครส (Woodroof และ Luh, 1975)

ตาราง 4.43 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
0	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.44 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)	L	a*	b*
0	11.0±0.71	10.0±0.00	296.4±3.32 <sup>a</sup>	428.1±0.35	60.53±0.11 <sup>a</sup>	0.99±0.04 <sup>a</sup>	7.22±0.28 <sup>a</sup>
2	10.0±0.00	9.0±0.71	294.9±1.98 <sup>a</sup>	421.3±1.77	56.08±0.68 <sup>b</sup>	1.12±0.29 <sup>ab</sup>	7.34±0.18 <sup>a</sup>
4	11.0±0.71	9.0±0.71	288.9±1.13 <sup>b</sup>	419.1±3.04	55.78±0.20 <sup>b</sup>	1.56±0.03 <sup>b</sup>	8.37±0.04 <sup>b</sup>
6	10.0±0.00	10.0±0.00	285.2±3.04 <sup>bc</sup>	421.0±1.13	55.87±0.40 <sup>b</sup>	2.19±0.28 <sup>c</sup>	9.61±0.13 <sup>c</sup>
8	10.0±0.00	9.0±0.00	281.1±1.07 <sup>cd</sup>	417.5±1.63	53.62±0.17 <sup>c</sup>	2.83±0.21 <sup>d</sup>	9.68±0.08 <sup>c</sup>
10	10.0±0.71	9.0±0.00	279.1±1.27 <sup>cd</sup>	417.1±1.91	53.33±0.15 <sup>c</sup>	3.49±0.21 <sup>e</sup>	9.81±0.08 <sup>c</sup>
12	9.0±1.41	9.0±0.00	275.1±0.71 <sup>c</sup>	416.4±1.13	50.52±0.50 <sup>d</sup>	4.23±0.13 <sup>f</sup>	10.19±0.13 <sup>d</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

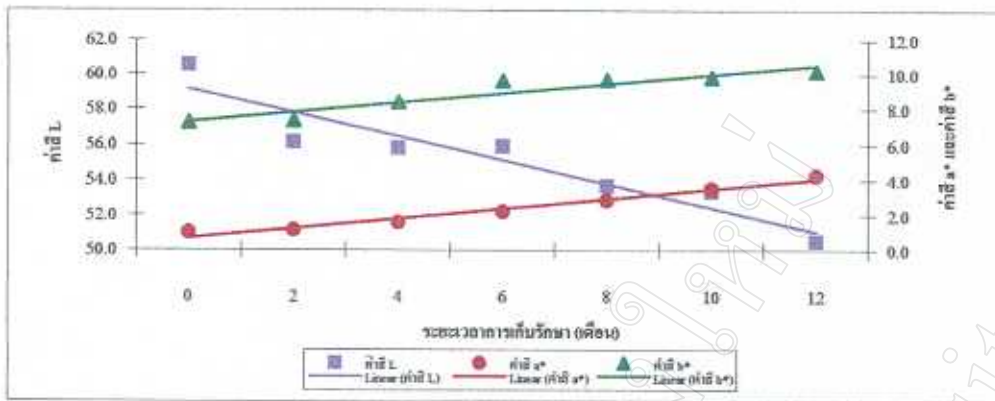
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.45 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

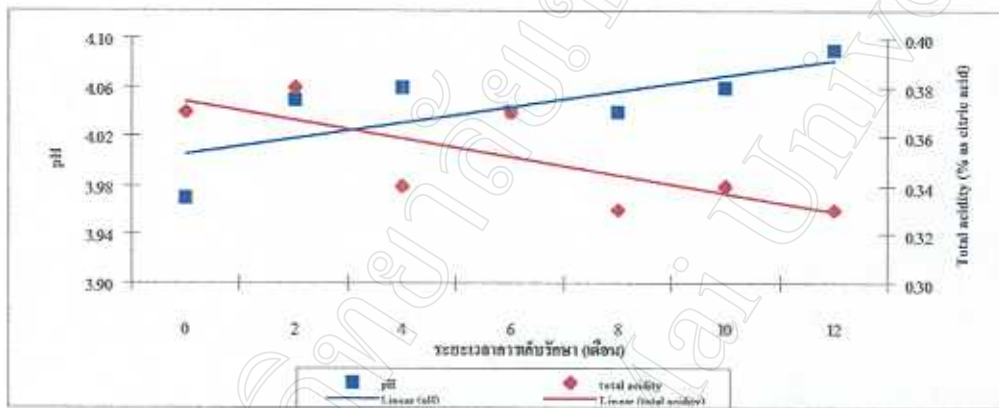
เวลา (เดือน)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
0	4.00±0.04	0.41±0.04	11.40±0.14 <sup>a</sup>	8.29±0.02	0.67±0.11 <sup>a</sup>	8.95±0.13
2	4.05±0.04	0.38±0.01	11.00±0.00 <sup>b</sup>	8.36±0.06	0.41±0.09 <sup>b</sup>	8.77±0.04
4	4.06±0.01	0.34±0.01	11.00±0.00 <sup>b</sup>	8.48±0.08	0.39±0.01 <sup>b</sup>	8.87±0.08
6	4.04±0.01	0.37±0.03	11.00±0.14 <sup>bc</sup>	8.43±0.02	0.35±0.03 <sup>bc</sup>	8.78±0.05
8	4.05±0.03	0.33±0.01	10.80±0.00 <sup>c</sup>	8.49±0.10	0.24±0.01 <sup>c</sup>	8.73±0.11
10	4.06±0.05	0.34±0.01	10.60±0.00 <sup>d</sup>	8.44±0.05	0.10±0.05 <sup>d</sup>	8.53±0.10
12	4.09±0.05	0.33±0.01	10.60±0.00 <sup>d</sup>	8.44±0.01	0.00±0.00 <sup>d</sup>	8.44±0.01

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

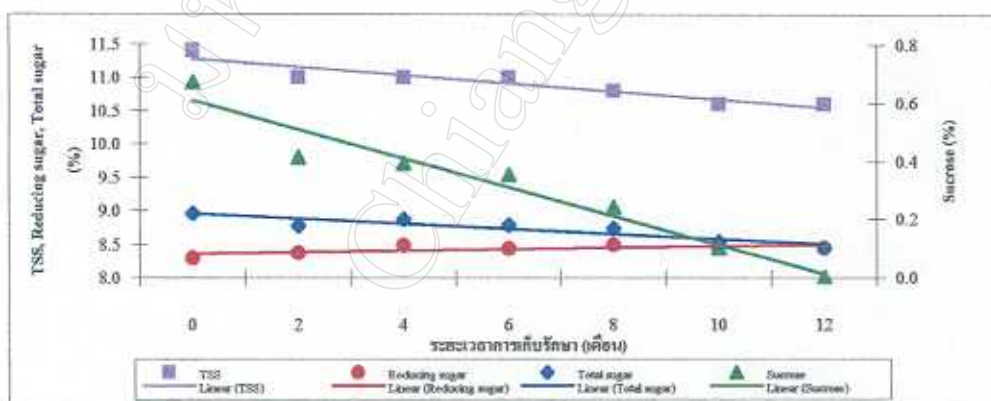
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูป 4.26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเนื้อมันจี่ขึ้นแควบรจุกระป่องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.27 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อมันจี่ขึ้นแควบรจุกระป่องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมันจี่ขึ้นแควบรจุกระป่องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดงดังตาราง 4.46 และรูป 4.29 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาแปรผันโดยตรงต่อคะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อ สี กลิ่น และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือยิ่งระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น คะแนนความพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ยิ่งลดลง เมื่อพิจารณาการให้คะแนนความพอใจที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าในช่วง 8 เดือนแรก คะแนนความพอใจต่อสีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ยาวนาน 12 เดือน คะแนนความพอใจที่มีต่อสีลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และคะแนนจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ (ต่ำกว่า 7 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับสีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปรากฏเป็นสีชมพูอย่างเด่นชัดจนสามารถเห็นความแตกต่างได้ ในด้านกลิ่นพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ยาวนาน 4-8 เดือน ผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และเมื่อเก็บไว้ยาวนาน 12 เดือน คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นลดลงจากเริ่มต้น 8.97 เป็น 6.35 จัดเป็นเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความร้อนและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ทำให้สารให้กลิ่นที่ระเหยได้บางชนิดในผลิตภัณฑ์สลายตัว ในด้านการยอมรับรวมพบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดย 4 เดือนแรกของการเก็บคะแนนความพอใจมีค่าใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้น แต่เมื่อเก็บไว้ยาวนาน 8 เดือนขึ้นไป พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 มาทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมแล้วให้ผู้ทดสอบทำการประเมินตัวอย่างแยมดังกล่าวได้ผลดังตาราง 4.47 และรูป 4.30 ซึ่งพบว่าคะแนนความพอใจต่อกลิ่นของแยมลิ้นจี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สำหรับการประเมินคุณภาพของแยมลิ้นจี่ที่ได้จากการแปรรูปเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกในด้าน สี การ spread บนขนมปัง รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าถึงแม้การยอมรับรวมต่อผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ลดลงเท่ากับ 6.11 คะแนน เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ยาวนาน 12 เดือน แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาแปรรูปเป็นแยม แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนการยอมรับรวมมีค่าเท่ากับ 7.64 คะแนน ซึ่งสูงกว่าการยอมรับในวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋อง แม้ว่าเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีคะแนนความพอใจในด้านสี และกลิ่นค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อนำมาแปรรูป

เป็นแยมผู้ผลิตสามารถที่จะปรุงแต่งลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วย กลิ่นลิ้นจี่สังเคราะห์ และสีผสมอาหาร ได้ ดังนั้นเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องสามารถเก็บรักษาได้ นาน 12 เดือน

ตาราง 4.46 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่น	การยอมรับรวม
0	8.55±1.22 <sup>a</sup>	8.97±1.65 <sup>a</sup>	8.65±1.17 <sup>a</sup>
4	8.17±1.27 <sup>a</sup>	7.96±1.37 <sup>b</sup>	8.24±1.78 <sup>a</sup>
8	7.85±1.72 <sup>a</sup>	7.29±1.16 <sup>b</sup>	7.07±1.69 <sup>b</sup>
12	6.63±1.53 <sup>b</sup>	6.35±1.37 <sup>c</sup>	6.11±1.35 <sup>b</sup>

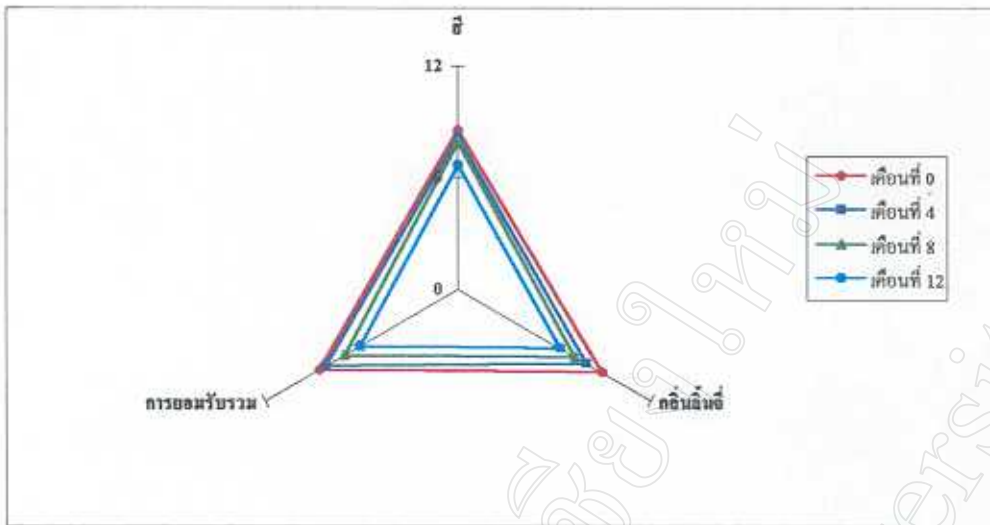
- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด

ตาราง 4.47 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

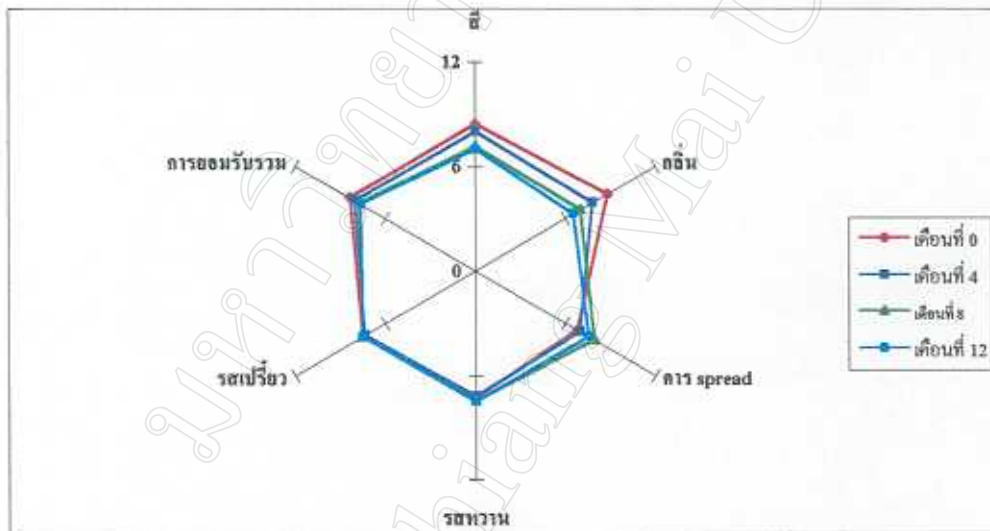
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	การ spread	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	8.41±1.61	8.79±1.64 <sup>a</sup>	6.76±1.59	7.28±2.29	7.53±1.29	8.38±1.91
4	7.97±1.90	7.78±2.04 <sup>ab</sup>	6.91±2.31	7.21±1.93	7.39±1.91	8.05±1.57
8	7.12±2.25	6.97±1.71 <sup>bc</sup>	7.91±1.51	7.45±1.29	7.53±1.40	7.77±1.21
12	6.99±1.47	6.51±2.26 <sup>c</sup>	7.49±1.83	7.49±1.84	7.55±1.80	7.64±1.83

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด





รูป 4.29 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลีนจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.30 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลีนจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

##### 4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อสันจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.48 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.49 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันทำให้น้ำหนักเนื้อ ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 8.0-10.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเนื้ออาหารมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-10.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุทธิมีค่าอยู่ในช่วง 3,034.2-3,045.7 กรัม

ด้านค่าสี ดังรูป 4.31 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่าค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ในช่วง 8 เดือนแรก ของการเก็บรักษา ค่าสี L มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่เดือนที่ 10 และเดือนที่ 12 ค่าสี L มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับค่าสี a\* ในช่วง 2 เดือนแรกมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นค่าสี a\* มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับค่าสี b\* ของผลิตภัณฑ์พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การที่ค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของกระป๋อง ขนาด A10 มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากระป๋องขนาด A1 สาเหตุอาจเกิดจากระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานกว่า ประกอบกับในระหว่างการเก็บรักษาเกิดการสลายตัวของแอนโทไซยานินและการเกิด pink discoloration ได้มากกว่า ดังกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4.1.1 ทางด้านน้ำหนักเนื้อ พบว่าน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 8 เดือน หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเนื้อจะเป็นไปในอัตราที่ช้าลง การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 คล้ายคลึงกัน เพราะผลของอุณหภูมิ ความร้อน และระยะเวลาของการฆ่าเชื้อ เป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเนื้อสันจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ซึ่งใช้เวลาการฆ่าเชือนานกว่าทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเนื้อสันจี่ขึ้นแตกที่บรรจุกระป๋องขนาด A1

ตาราง 4.48 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
0	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-

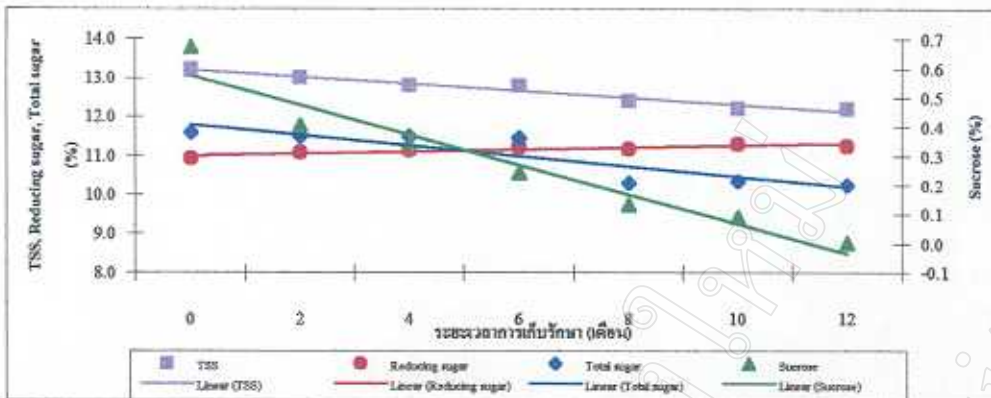
หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.49 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

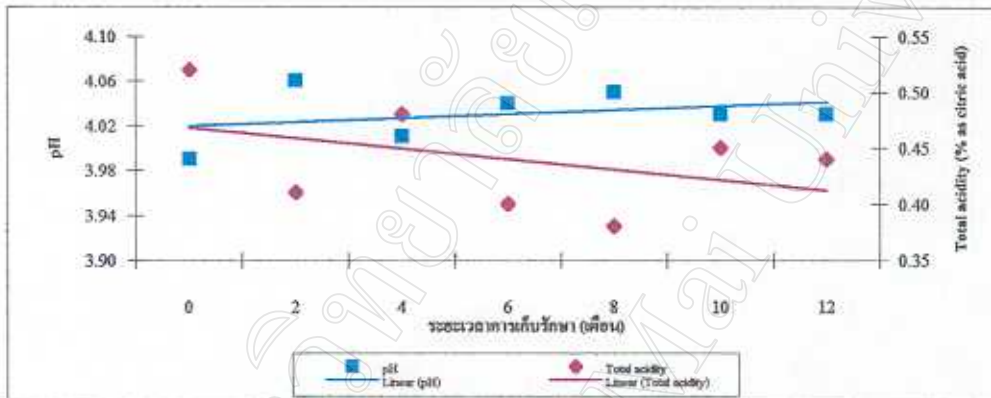
เวลา (เดือน)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)	L	a*	b*
0	10.0±0.00	10.0±0.00	2,389.5±10.89 <sup>a</sup>	3,042.9±3.18	62.56±0.29 <sup>a</sup>	2.64±0.04 <sup>a</sup>	8.82±0.07 <sup>a</sup>
2	9.0±1.41	10.0±0.71	2,371.8±4.81 <sup>ab</sup>	3,044.4±1.13	58.72±0.28 <sup>b</sup>	2.95±0.06 <sup>a</sup>	9.62±0.06 <sup>b</sup>
4	10.0±0.71	10.0±0.71	2,360.5±4.38 <sup>bc</sup>	3,043.0±2.97	56.33±0.34 <sup>c</sup>	4.28±0.44 <sup>b</sup>	10.23±0.16 <sup>c</sup>
6	9.0±0.71	9.0±0.00	2,350.3±6.93 <sup>c</sup>	3,040.4±0.78	53.63±0.01 <sup>d</sup>	5.39±0.13 <sup>c</sup>	10.60±0.01 <sup>d</sup>
8	9.0±1.41	9.0±0.00	2,318.5±10.75 <sup>d</sup>	3,039.4±8.20	52.25±0.51 <sup>c</sup>	5.76±0.09 <sup>cd</sup>	10.96±0.08 <sup>c</sup>
10	8.0±0.00	9.0±0.00	2,307.7±10.75 <sup>d</sup>	3,045.7±1.63	49.73±0.42 <sup>f</sup>	5.94±0.01 <sup>d</sup>	11.20±0.08 <sup>c</sup>
12	8.0±0.71	9.0±0.71	2,279.9±7.86 <sup>c</sup>	3,034.2±1.41	49.22±0.17 <sup>f</sup>	6.15±0.16 <sup>d</sup>	11.53±0.23 <sup>f</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

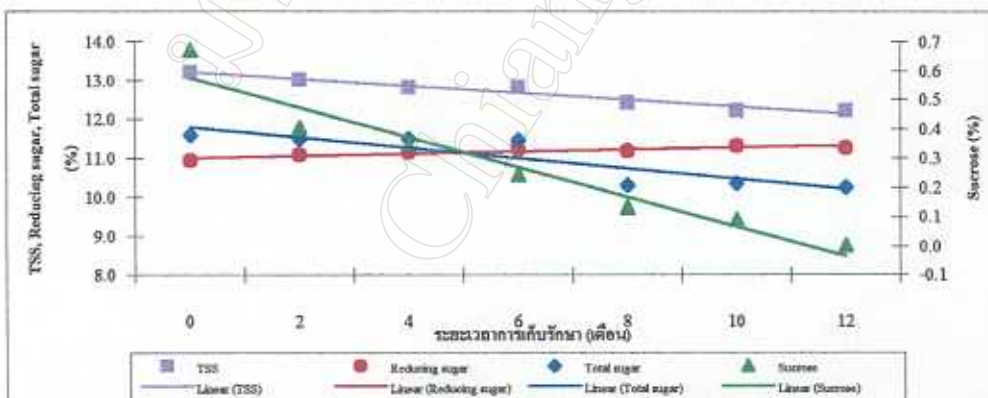
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูป 4.31 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเนื้อมันจี่ขึ้นแดงบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.32 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อมันจี่ขึ้นแดงบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อมันจี่ขึ้นแดงบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.50 และรูป 4.32-4.33 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าค่อนข้างผันแปรอันเป็นผลมาจากธรรมชาติของผลไม้ที่มีความผันแปรค่อนข้างสูง ขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพราะน้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์จึงกลายเป็นน้ำตาลโมลกุลเดี่ยว ส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซิงมีปริมาณเพิ่มขึ้นดังได้กล่าวรายละเอียดไปแล้วในหัวข้อ 4.4.1.2 แต่สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลงสอดคล้องกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ซึ่งมีปริมาณลดลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 3.99-4.06 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.38-0.52 % ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าอยู่ในช่วง 10.91-11.25 % และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 10.25-11.57 %

ตาราง 4.50 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
0	3.99±0.02	0.52±0.04	13.2±0.14 <sup>a</sup>	10.91±0.04	0.67±0.05 <sup>a</sup>	11.57±0.08
2	4.06±0.05	0.41±0.04	13.0±0.00 <sup>ab</sup>	11.07±0.10	0.40±0.11 <sup>b</sup>	11.47±0.21
4	4.01±0.05	0.48±0.01	12.8±0.00 <sup>b</sup>	11.14±0.26	0.34±0.01 <sup>bc</sup>	11.48±0.25
6	4.04±0.04	0.40±0.02	12.8±0.14 <sup>ab</sup>	11.22±0.23	0.24±0.05 <sup>cd</sup>	11.45±0.18
8	4.05±0.14	0.38±0.02	12.4±0.14 <sup>c</sup>	11.17±0.09	0.13±0.08 <sup>de</sup>	10.29±0.17
10	4.03±0.04	0.45±0.01	12.2±0.14 <sup>c</sup>	11.30±0.15	0.09±0.01 <sup>e</sup>	10.34±0.21
12	4.03±0.01	0.44±0.01	12.2±0.00 <sup>c</sup>	11.25±0.07	0.00±0.00 <sup>e</sup>	10.25±0.07

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีปริมาณใกล้เคียงกันในช่วง 6 เดือน และลดลงอย่างชัดเจนในเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากการแพร่ของสารละลายภายในเซลล์ของเนื้อลีนจ์ออกสู่ภายนอกเพื่อให้เกิดการสมดุลซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 4.1.1.2 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำตาลซูโครสพบว่าปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา อันเป็นผลมาจากการถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น และไม่พบปริมาณน้ำตาลซูโครสเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 12 เดือน เช่นเดียวกับที่พบในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกระป๋องขนาด A1

#### 4.4.2.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเนื้อลีนจ์ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดงดังตาราง 4.51 และรูป 4.34 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาแปรผันตรงต่อคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่นและการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยในช่วง 4 เดือนแรกของการเก็บรักษา คะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มีคะแนนมากกว่า 7) และในเดือนที่ 8 เป็นต้นไป พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมมีค่าน้อยกว่า 7 จัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ โดยเฉพาะในด้านสีได้คะแนนความพอใจต่ำกว่าด้านอื่นๆ เพราะสีของผลิตภัณฑ์มีสีชมพูอย่างชัดเจน

เมื่อนำเนื้อลีนจ์ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แยมลีนจ์แล้วให้ผู้ทดสอบชิมทำการประเมินผลิตภัณฑ์แยมดังกล่าว ได้ผลดังตาราง 4.52 และรูป 4.35 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสีของแยมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยคะแนนความพอใจที่มีต่อสีของแยมที่ทำจากเนื้อลีนจ์ที่มีอายุการเก็บรักษาระหว่าง 0-8 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยแยมที่ผลิตจากเนื้อลีนจ์ขึ้นแฉกที่เก็บรักษาไว้นาน 8 เดือนขึ้นไป คะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับสำหรับคะแนนความพอใจทางด้านกลิ่น การ spread บนขนมปัง รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

ตาราง 4.51 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

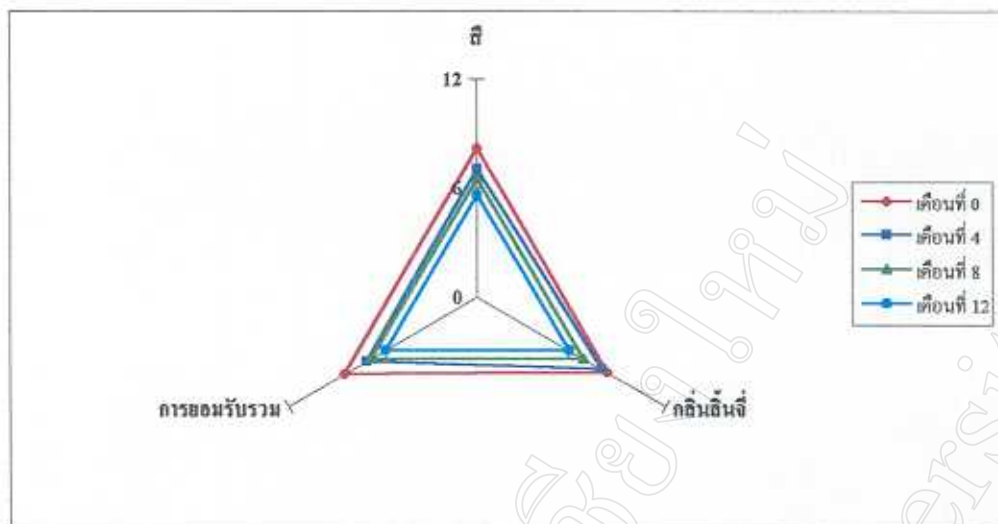
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่น	การยอมรับรวม
0	8.23±1.85 <sup>a</sup>	8.24±1.78 <sup>a</sup>	8.47±1.40 <sup>a</sup>
4	7.07±2.41 <sup>ab</sup>	7.89±1.95 <sup>a</sup>	7.07±1.65 <sup>b</sup>
8	6.51±2.18 <sup>b</sup>	6.74±2.41 <sup>ab</sup>	6.80±1.99 <sup>b</sup>
12	5.61±1.84 <sup>b</sup>	5.89±2.56 <sup>b</sup>	5.84±1.69 <sup>b</sup>

- หมายเหตุ**
1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
  2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )
  3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด

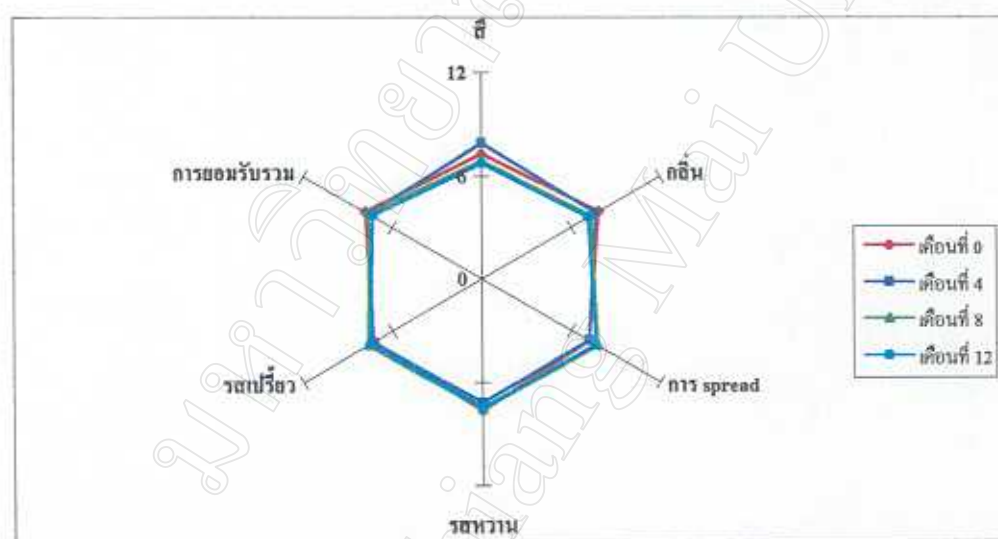
ตาราง 4.52 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	การ spread	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	7.30±2.27 <sup>ab</sup>	7.84±1.44	7.19±1.44	7.72±1.75	7.32±1.54	7.84±1.46
4	7.93±1.63 <sup>a</sup>	7.66±1.48	7.17±2.35	7.23±1.94	7.38±1.48	7.64±1.72
8	6.90±1.82 <sup>ab</sup>	7.29±1.57	7.79±1.81	7.58±1.56	7.71±2.14	7.63±1.84
12	6.75±2.03 <sup>b</sup>	7.15±1.46	7.66±1.81	7.53±2.09	7.50±1.62	7.36±1.29

- หมายเหตุ**
1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
  2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )
  3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด



รูป 4.34 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.35 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



#### 4.4.3 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

##### 4.4.3.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง

4.53 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 4.54 ซึ่งพบว่าค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร และน้ำหนักสุทธิมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้ความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-11.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่าอยู่ในช่วง 10.0-11.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุทธิมีค่าอยู่ในช่วง 419.7-424.2 กรัม

ตาราง 4.53 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
0	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.54 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Net weight (g)	L	a*	b*
0	11.0±0.71	10.0±0.00	424.2±2.05	69.56±0.24 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>a</sup>	9.37±0.25 <sup>a</sup>
2	11.0±0.00	11.0±0.00	422.2±3.04	57.69±0.03 <sup>b</sup>	1.70±0.09 <sup>b</sup>	9.98±0.18 <sup>b</sup>
4	10.0±0.00	11.0±0.71	423.0±3.54	55.11±0.35 <sup>c</sup>	3.14±0.35 <sup>c</sup>	10.71±0.13 <sup>c</sup>
6	10.0±0.00	10.0±0.00	420.5±0.71	53.14±0.04 <sup>d</sup>	5.26±0.02 <sup>d</sup>	11.65±0.22 <sup>d</sup>
8	10.0±0.00	11.0±0.71	419.7±1.34	52.02±0.05 <sup>e</sup>	5.48±0.09 <sup>d</sup>	11.95±0.06 <sup>de</sup>
10	10.0±0.71	10.0±0.00	420.5±2.90	49.18±0.06 <sup>f</sup>	6.09±0.02 <sup>c</sup>	12.16±0.09 <sup>ef</sup>
12	9.0±0.00	10.0±0.00	421.8±3.18	47.54±0.13 <sup>g</sup>	7.15±0.08 <sup>f</sup>	12.39±0.16 <sup>f</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พบว่า ค่าสี L เป็นสมบัติทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ขณะที่ค่าสี a\* และ b\* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังรูป 4.36 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสีที่ปรากฏ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน สีของผลิตภัณฑ์ยิ่งคล้ำมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาแบบไม่อาศัยเอนไซม์ ดังได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 4.4.1.1

## 2. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 4.55 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงผันแปรตามระยะเวลาการเก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ค่าพีเอช ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 3.98-4.01 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าอยู่ในช่วง 12.99-13.67 % สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่าในช่วง 2-4 เดือนแรก มีปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการสลายตัวของสาร โพลีแซคคาไรด์ที่เกิดเนื่องจากการให้ความร้อนและการเกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษานอกจากนี้ใน

สถานะที่ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดก็มีส่วนช่วยส่งเสริมให้การไฮโดรไลซิสดังกล่าวเป็นไปได้เร็วขึ้น ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจึงมีค่าสูง จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

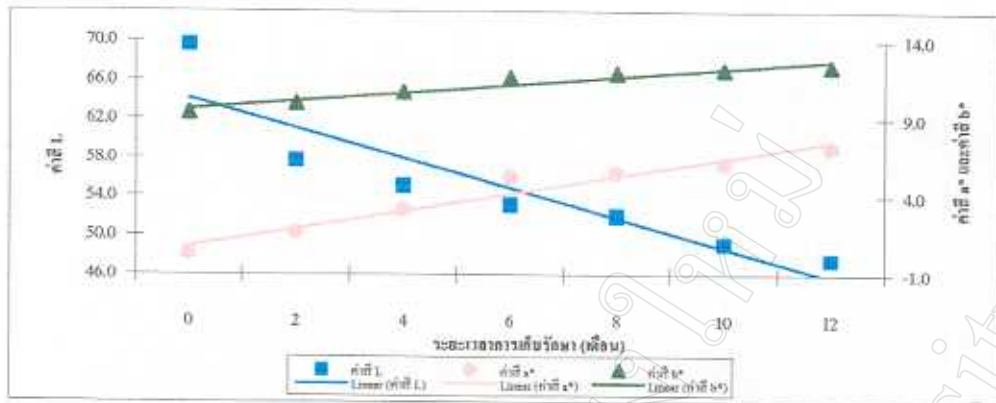
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 เดือน ทั้งนี้การลดลงของปริมาณกรดสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช ดังรูป 4.37 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) และการลดลงของกรดอาจเป็นผลมาจากกรดบางส่วนเข้าไปทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำตาลซูโครส สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่ามีปริมาณลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 10 เดือน เช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครสที่มีปริมาณลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ดังรูป 4.38 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) และไม่พบปริมาณน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน เนื่องจากน้ำตาลซูโครสของผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่สลายตัวกลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นานไม่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ ดังได้กล่าวรายละเอียดมาแล้วในหัวข้อ 4.4.1.2

ตาราง 4.55 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

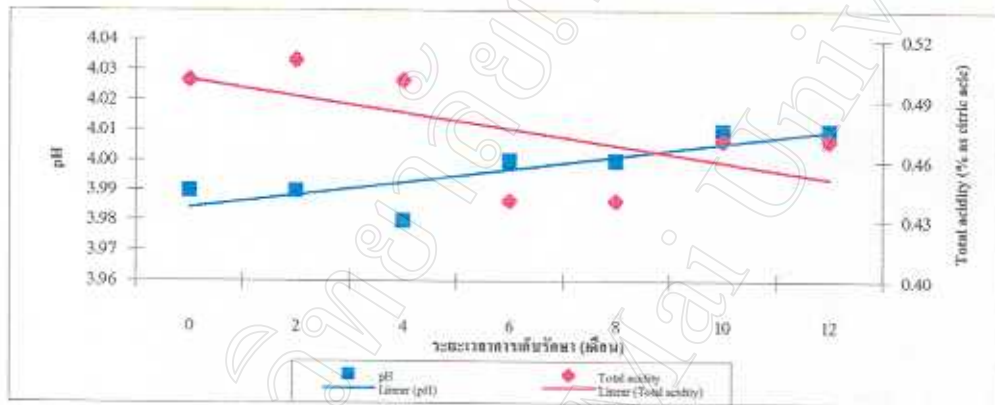
เวลา (เดือน)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
0	3.99±0.02	0.55±0.01 <sup>a</sup>	15.4±0.14 <sup>a</sup>	12.99±0.05	0.80±0.11 <sup>a</sup>	13.78±0.06
2	3.99±0.01	0.51±0.01 <sup>b</sup>	15.4±0.00 <sup>a</sup>	13.62±0.16	0.71±0.03 <sup>a</sup>	14.33±0.18
4	3.98±0.01	0.50±0.01 <sup>b</sup>	15.2±0.00 <sup>ab</sup>	13.64±0.23	0.41±0.01 <sup>b</sup>	14.05±0.22
6	4.00±0.01	0.44±0.01 <sup>d</sup>	15.2±0.00 <sup>ab</sup>	13.64±0.27	0.22±0.16 <sup>c</sup>	13.86±0.43
8	4.00±0.01	0.44±0.01 <sup>d</sup>	15.2±0.14 <sup>bc</sup>	13.66±0.25	0.22±0.13 <sup>c</sup>	13.75±0.38
10	4.01±0.01	0.47±0.00 <sup>c</sup>	15.0±0.00 <sup>c</sup>	13.67±0.33	0.00±0.00 <sup>d</sup>	13.67±0.33
12	4.01±0.01	0.47±0.01 <sup>c</sup>	15.0±0.00 <sup>c</sup>	13.61±0.32	0.00±0.00 <sup>d</sup>	13.61±0.32

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

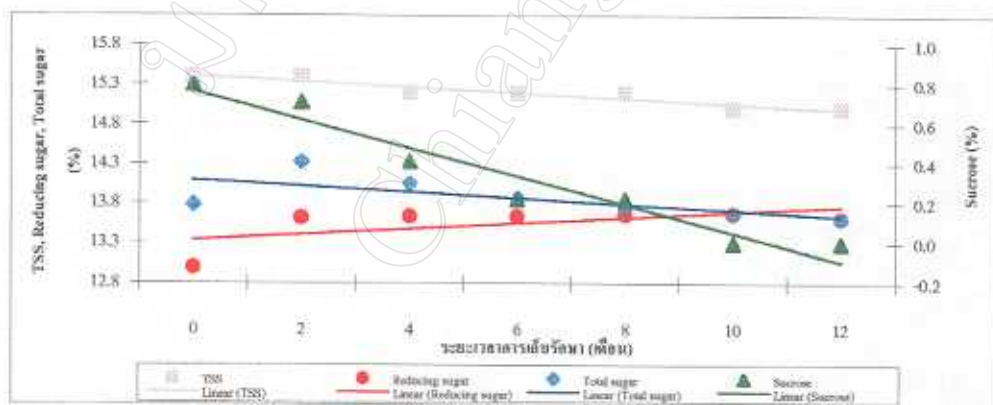
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูป 4.36 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ของเนื้อฉันำจัดปับบรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.37 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อฉันำจัดปับบรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.38 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อฉันำจัดปับบรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.3.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดงดังตาราง 4.56 และรูป 4.39 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น โดยในช่วง 8 เดือนแรก ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความพอใจทางด้านสี กลิ่น และการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ (มากกว่า 7 คะแนน) และไม่มี ความแตกต่างของคะแนนความพอใจที่ได้ในแต่ละช่วงของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ขณะที่อายุการเก็บ 12 เดือนนั้น คะแนนความพอใจต่ำกว่า 7 คะแนน ทั้งในด้านสี กลิ่น และการยอมรับรวม แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นในระหว่างการเก็บรักษามาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่ม จากนั้นประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 4.57 และรูป 4.40 พบว่าการให้คะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมต่อสี กลิ่น ลิ้นจี่ รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ถ้าพิจารณาคะแนนความพอใจที่มีต่อสี และการยอมรับรวมของน้ำลิ้นจี่ จะเห็นว่า มีค่ามากกว่า 7 คะแนน ในทุกช่วงอายุการเก็บรักษา แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ ถึงแม้ว่าในรูปแบบเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง คะแนนความพอใจเมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือน จะอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับก็ตาม ในด้านกลิ่นลิ้นจี่ พบว่าเมื่อนำมาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนทำให้สารระเหยบางชนิดที่ให้กลิ่นลิ้นจี่สลายตัว ส่งผลให้กลิ่นลิ้นจี่จางลงกว่าเดิมเป็นเหตุให้คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นน้ำลิ้นจี่อยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับซึ่งพบว่าในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่มีอายุการเก็บรักษานาน 8 เดือน ขึ้นไป

ตาราง 4.56 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

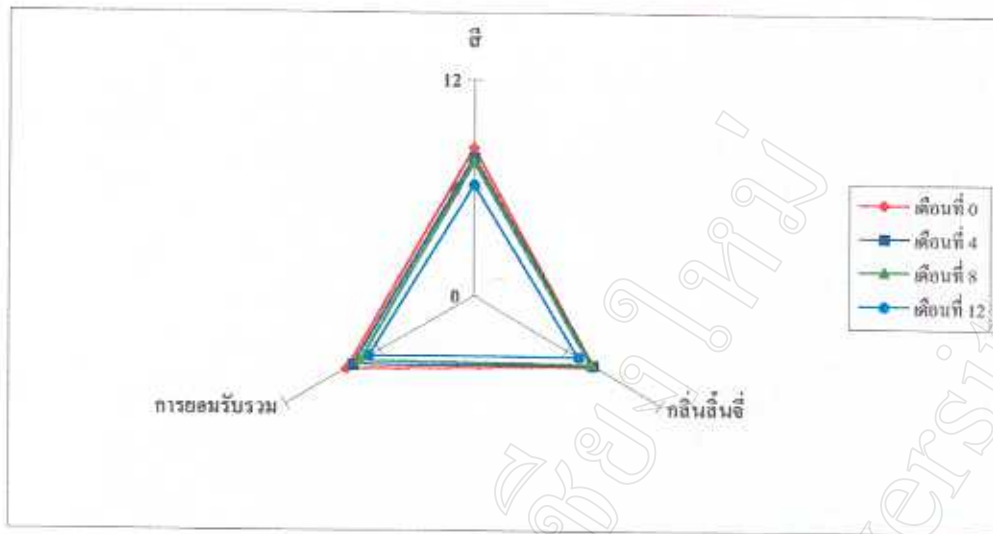
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	การยอมรับรวม
0	8.22±1.04 <sup>a</sup>	7.80±1.20	8.16±1.28
4	7.68±1.57 <sup>a</sup>	7.71±1.31	7.72±1.95
8	7.36±1.68 <sup>a</sup>	7.53±1.21	7.28±1.95
12	6.12±1.51 <sup>b</sup>	6.71±1.75	6.70±1.98

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 0-12 โดย 0 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด

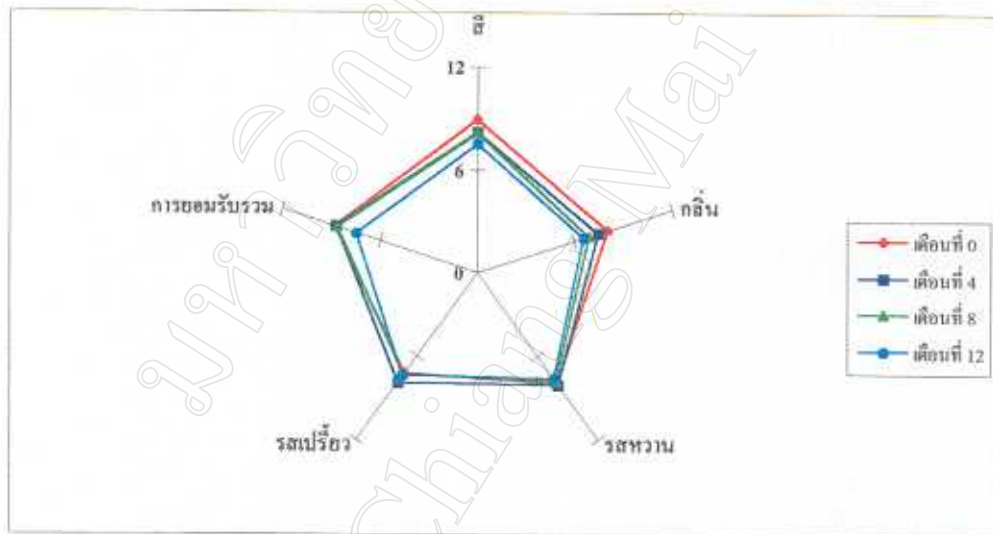
ตาราง 4.57 ผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ				
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	8.95±1.59	7.98±1.31	8.03±1.53	7.29±1.37	8.72±1.36
4	8.17±1.85	7.44±1.50	8.08±1.69	7.86±1.44	8.65±1.17
8	8.14±1.69	6.80±1.59	7.80±1.48	7.34±1.63	8.62±1.61
12	7.53±1.84	6.53±1.22	7.60±1.69	7.38±1.52	7.45±1.34

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด



รูป 4.39 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลันจี้ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.40 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลันจี้ที่แปรรูปจากเนื้อลันจี้ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.4 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

##### 4.4.4.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.58 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.59 พบว่าความเป็นสอของค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ปริมาตรช่องว่างเนื้ออาหารและน้ำหนักสุทธิไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยปริมาตรช่องว่างเนื้ออาหารมีค่า 10.0-11.0 มิลลิเมตร สำหรับน้ำหนักสุทธิมีค่าอยู่ในช่วง 3,076.9-3,086.7 กรัม

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าสี L มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ขณะที่ค่าสี a\* และค่าสี b\* มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน ดังรูป 4.41 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาพผนวก จ) เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำมากขึ้น อันเกิดจากการเกิด pink discoloration และการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาแบบไม้อาศัยเอนไซม์ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.4.1.1



ตาราง 4.58 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
0	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
2	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
4	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
6	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
8	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
10	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-
12	ไม่พบ	ไม่พบ	-	-	-

หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 4.59 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Net weight (g)	L	a*	b*
0	12.0±0.71 <sup>a</sup>	10.0±0.00	3,086.7±1.06	69.81±0.21 <sup>a</sup>	1.72±0.01 <sup>d</sup>	9.02±0.08 <sup>a</sup>
2	11.0±0.00 <sup>a</sup>	10.0±0.00	3,076.9±2.69	55.29±0.08 <sup>b</sup>	3.77±0.15 <sup>b</sup>	9.70±0.03 <sup>b</sup>
4	11.0±0.00 <sup>a</sup>	11.0±0.71	3,085.2±3.11	54.75±0.02 <sup>c</sup>	5.04±0.11 <sup>c</sup>	10.47±0.14 <sup>c</sup>
6	10.0±0.71 <sup>ab</sup>	10.0±0.00	3,079.2±1.13	52.50±0.08 <sup>d</sup>	6.77±0.10 <sup>d</sup>	11.64±0.04 <sup>d</sup>
8	10.0±0.71 <sup>bc</sup>	10.0±0.00	3,081.9±2.19	51.84±0.08 <sup>c</sup>	7.70±0.11 <sup>c</sup>	11.85±0.03 <sup>c</sup>
10	9.0±0.00 <sup>c</sup>	10.0±0.00	3,079.0±5.52	47.53±0.11 <sup>f</sup>	7.94±0.07 <sup>f</sup>	12.02±0.04 <sup>f</sup>
12	8.0±0.71 <sup>c</sup>	10.0±0.71	3,080.1±5.73	47.18±0.15 <sup>e</sup>	8.16±0.06 <sup>f</sup>	12.88±0.04 <sup>e</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

#### 4.4.4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.60 พบว่าส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีป่นทางด้านปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.98-4.01

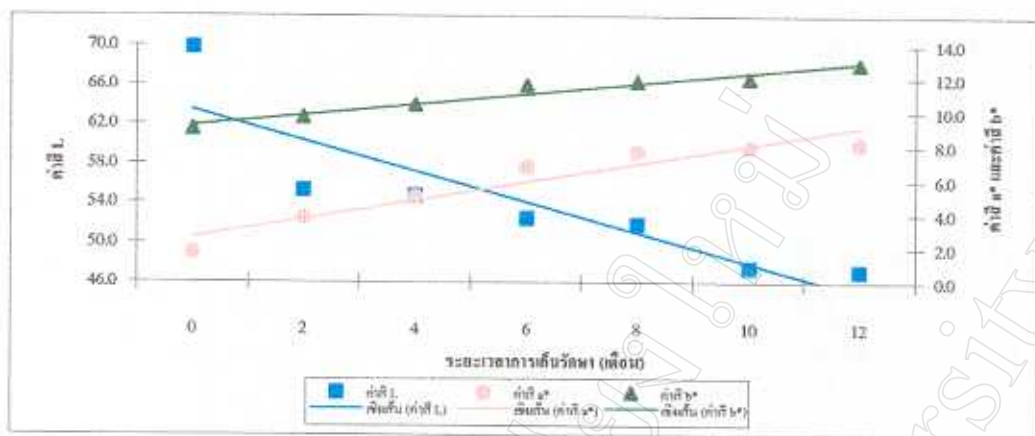
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังรูป 4.43 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยถูกไฮโดรไลซ์เป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสเป็นเหตุให้น้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือน ไม่พบน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ลดลงเนื่องจากกรดบางส่วนถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ตาราง 4.60 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

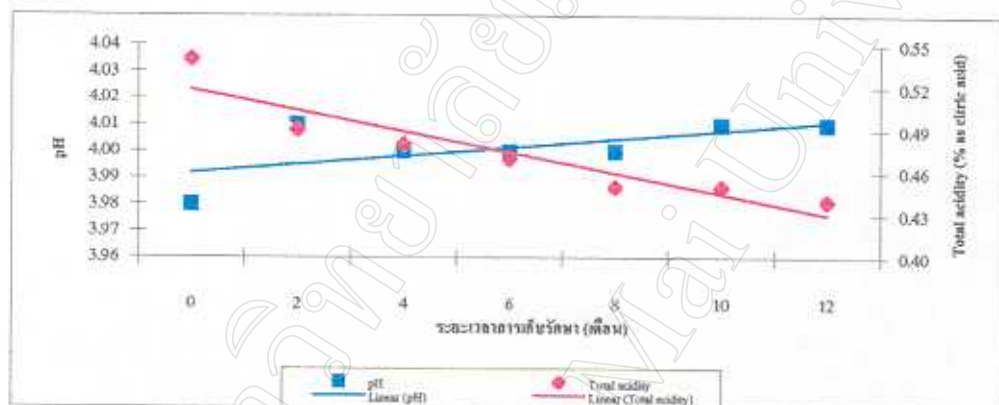
เวลา (เดือน)	pH	Total acidity (% as citric acid)	Total soluble solid (%)	Reducing sugar (%)	Sucrose (%)	Total sugar (%)
0	3.98±0.01	0.54±0.00 <sup>a</sup>	15.2±0.00 <sup>a</sup>	13.05±0.06 <sup>d</sup>	0.70±0.04 <sup>a</sup>	13.74±0.10 <sup>a</sup>
2	4.01±0.01	0.49±0.01 <sup>b</sup>	15.2±0.14 <sup>ab</sup>	13.12±0.02 <sup>cd</sup>	0.52±0.13 <sup>b</sup>	13.64±0.11 <sup>ab</sup>
4	4.00±0.01	0.48±0.01 <sup>b</sup>	15.2±0.00 <sup>a</sup>	13.19±0.05 <sup>bc</sup>	0.42±0.07 <sup>b</sup>	13.61±0.12 <sup>ab</sup>
6	4.00±0.00	0.47±0.02 <sup>bc</sup>	15.2±0.00 <sup>a</sup>	13.26±0.04 <sup>ab</sup>	0.21±0.03 <sup>c</sup>	13.47±0.01 <sup>bc</sup>
8	4.00±0.01	0.45±0.01 <sup>cd</sup>	15.0±0.00 <sup>bc</sup>	13.30±0.03 <sup>a</sup>	0.11±0.02 <sup>cd</sup>	13.41±0.03 <sup>c</sup>
10	4.01±0.01	0.45±0.01 <sup>cd</sup>	15.0±0.00 <sup>bc</sup>	13.33±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>d</sup>	13.36±0.04 <sup>c</sup>
12	4.01±0.03	0.44±0.01 <sup>d</sup>	15.0±0.14 <sup>c</sup>	13.35±0.07 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>d</sup>	13.35±0.07 <sup>c</sup>

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

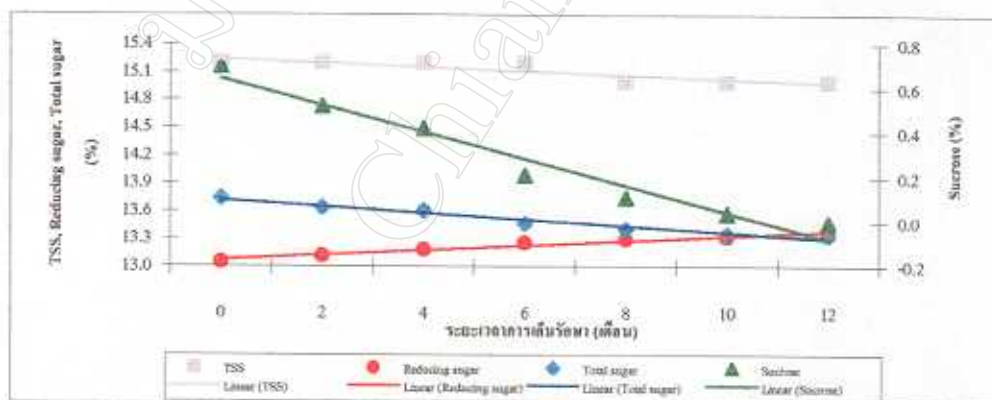
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )



รูป 4.41 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a\* และค่าสี b\* ของเน้อลิ้นจี่ดีปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.42 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเน้อลิ้นจี่ดีปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเน้อลิ้นจี่ดีปีนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

#### 4.4.4.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง 4.61 และรูป 4.44 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อ สี กลิ่น และการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยคะแนนความพอใจที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์ในช่วง 4 เดือนแรก มีคะแนนมากกว่า 7 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หลังจากนั้นพบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสีผลิตภัณฑ์ลดลงต่ำกว่า 7 คะแนน ใน 8 เดือน และ 12 เดือน ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับในด้านกลิ่น และการยอมรับรวม พบว่าเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 12 เดือนเท่านั้น ที่มีคะแนนความพอใจต่ำกว่า 7 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลองของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ในด้านสี พบว่าเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่มีอายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน มีคะแนนความพอใจ 7.46 จัดอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่เก็บรักษาไว้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว มาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่ม ได้ผลดังตาราง 4.62 และรูป 4.45 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมในรูปของน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่มมีค่ามากกว่าในรูปเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง แต่แนวโน้มของคะแนนความพอใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกับคะแนนความพอใจของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋อง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นก็ตาม แต่ถ้าคุณภาพวัตถุดิบต่ำก็ยากที่จะปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบของผู้ทดสอบชิมต่อน้ำลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นอายุการเก็บ 12 เดือน จะอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ

ตาราง 4.61 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

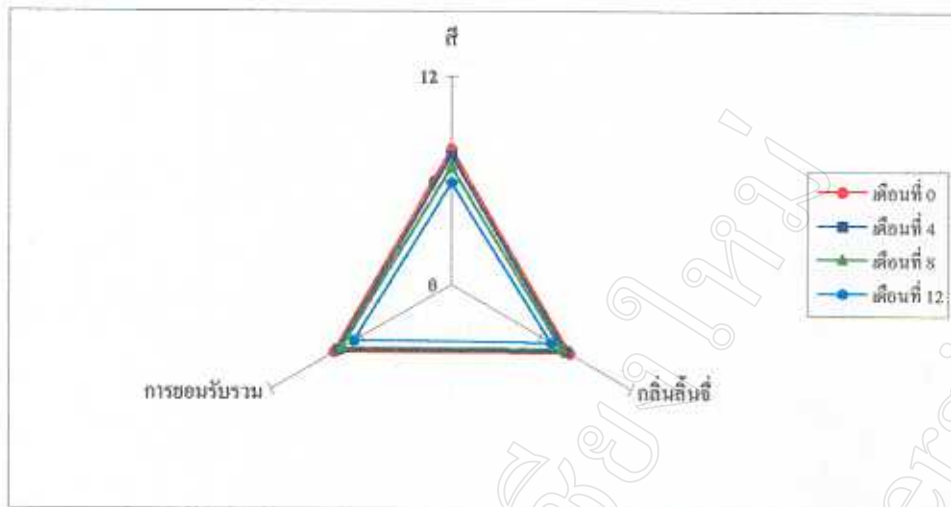
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	การยอมรับรวม
0	7.81±2.33 <sup>a</sup>	7.90±1.20	7.80±1.52
4	7.46±1.70 <sup>a</sup>	7.65±1.14	7.56±1.80
8	6.75±1.99 <sup>ab</sup>	7.39±1.80	7.30±1.76
12	5.84±2.80 <sup>b</sup>	6.69±1.53	6.47±1.38

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด

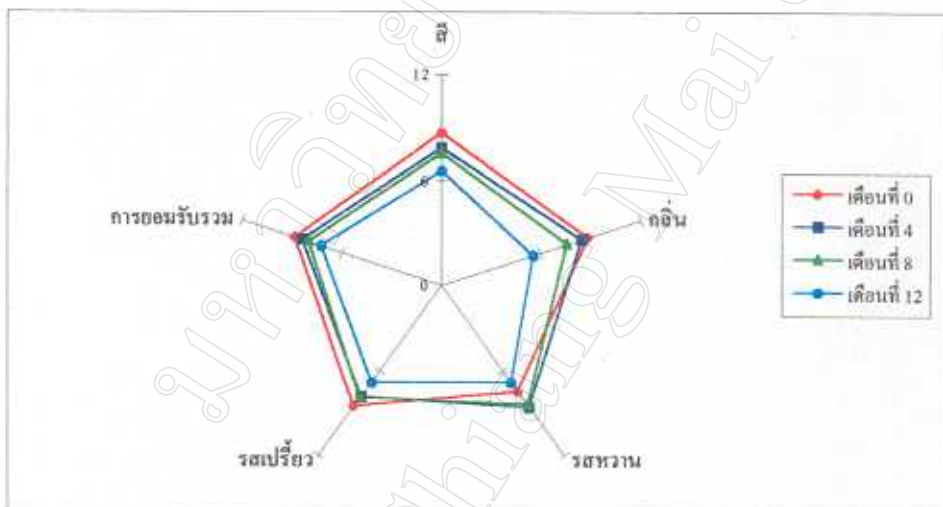
ตาราง 4.62 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ				
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	8.70±1.41 <sup>a</sup>	8.81±2.63 <sup>a</sup>	7.43±1.91 <sup>ab</sup>	8.51±2.44	8.83±1.44 <sup>a</sup>
4	7.85±2.30 <sup>ab</sup>	8.47±1.73 <sup>a</sup>	8.55±0.88 <sup>a</sup>	7.86±1.53	8.39±1.45 <sup>ab</sup>
8	7.52±1.35 <sup>ab</sup>	7.52±2.00 <sup>a</sup>	8.40±1.75 <sup>a</sup>	7.87±1.99	8.05±1.15 <sup>ab</sup>
12	6.53±1.86 <sup>b</sup>	5.57±1.71 <sup>b</sup>	6.74±1.00 <sup>b</sup>	6.76±0.94	7.26±1.55 <sup>b</sup>

- หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีค่าอยู่ระหว่าง 1-12 โดย 1 = การยอมรับน้อยที่สุด, 12 = การยอมรับมากที่สุด



รูป 4.44 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 4.45 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน