

14 ชั่วโมง พบว่าเมื่อนำตัวอย่างเนื้อลิ้นจี่อบแห้งมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.33 ± 0.063 และค่า a_w เท่ากับ 0.4210 ± 0.0078 ถึงแม้ปริมาณความชื้นเฉลี่ยที่เหลื้อยู่ค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเฉลี่ยที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งค่อนข้างสูงมากเช่นกัน คือ 49.025 ± 1.285 ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ค่า a_w ต่ำ อีกทั้งปริมาณความชื้นที่เหลื้อยู่ในส่วนใหญ่อยู่นในรูป bound water ทำให้ยากต่อการระเหยออกไป ดังจะเห็นได้จากกราฟซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rahman and Lamb (1990) ที่พบว่าอัตราการทำให้แห้งของชิ้นสับปะรดที่ผ่านการแช่ในสารละลายน้ำตาลซูโครสมีอัตราการลดลงช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการทำให้แห้งของชิ้นสับปะรดสด

5.13 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้งและอายุการเก็บรักษารักษา

การศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้งและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันที่เหมาะสมและอายุการเก็บรักษา โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งทางกายภาพทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งทั้ง 2 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน (ถุง N) ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน (ถุง PP) และถุงอะลูมิเนียม (ถุง AL) สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้ง และใช้ถุงสุญญากาศ (ถุง VAC) ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน (ถุง PP) และถุงอะลูมิเนียม (ถุง AL) สำหรับเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันได้ผลการศึกษา ดังนี้

5.13.1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้ง

ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพในด้านสีและลักษณะเนื้อสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ดังตาราง 5.24 และ 5.26 และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ดังตาราง 5.25 และ 5.27

1. ค่าสี

ค่าสี L ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาพบว่าค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และเมื่อพิจารณาค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่แช่เชื่อมอบแห้งที่ลดลงในแต่ละเดือน ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าสี L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่า

ค่า L ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษารักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส โดยค่า L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน มีค่า L มากกว่าค่า L เฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และในถุงอะลูมิเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่า L เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ระหว่างที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส กับ 25-30 องศาเซลเซียสพบว่า ค่า L เฉลี่ยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่ปรากฏของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง คือ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีลักษณะชุ่มมากกว่าและแห้งกว่า การที่มีค่า L ลดลงนั้น ย่อมเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำอันอาจเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์

ค่า a^* พบว่าค่า a^* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า a^* ในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า a^* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งพบทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ในแต่ละเดือนระหว่างที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าค่า a^* ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งพบลักษณะเช่นนี้ทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีค่า L ลดลงและมีค่า a^* เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ย่อมเป็นเครื่องชี้บ่งว่ามีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ขึ้น (Bolin and Steele, 1987)

ค่า b^* พบว่าค่า b^* มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียสสำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าค่า b^* ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม มีค่าลดลงจาก 16.15 เป็น 10.71, 10.61 และ 10.37 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน แต่เมื่อพิจารณาค่า b^* เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ค่า b^* มีค่าลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างแต่ละเดือนที่ทำการเก็บรักษา และตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา

ตาราง 5.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a* และ b* ของเนื้อดินจันทรมอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส.

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าสี L			ค่าสี a*			ค่าสี b*		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	6.55±1.23 NS	6.55±1.23 NS	6.55±1.23 NS	16.13±1.15 a	16.15±1.15 a	16.15±1.15 a
6	40.91±2.23 NS	40.55±2.90 NS	40.56±2.07 NS	8.22±0.88 NS	8.20±1.23 NS	8.13±0.93 NS	10.71±0.97 b	10.61±1.55 b	10.37±1.63 b
8	39.59±2.40 NS	39.40±1.53 NS	39.47±1.77 NS	8.38±1.40 NS	8.50±0.98 NS	9.50±1.41 NS	11.35±1.15 b	10.42±0.93 b	10.61±1.09 b
10	39.78±2.04 NS	37.25±1.36 NS	39.17±1.26 NS	9.13±0.82 NS	9.04±0.86 NS	8.29±0.58 NS	11.74±1.19 b	10.61±0.59 b	11.06±0.98 b
12	37.37±2.28 NS	39.47±1.65 NS	41.83±1.45 NS	8.90±0.72 NS	8.96±0.63 NS	8.70±0.99 NS	10.88±1.40 b	12.21±0.82 b	11.73±0.95 b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	40.03±1.88 NS	39.83±1.91 NS	40.71±1.45 NS	8.24±1.01 NS	8.25±1.01 NS	8.23±1.08 NS	12.17±2.26 NS	12.0±2.43 NS	11.98±2.39 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับแต่ละคอลัมน์ (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกัน
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O₂, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.25 การเปลี่ยนแปลงค่า L_a* และ b* ของเนื้อดินจุ่มแอมโมเนียมที่อุณหภูมิตั้งแต่ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ค่า L			ค่า a*			ค่า b*		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	42.50±2.56 NS	6.55±1.22 NS	6.55±1.22 NS	6.55±1.22 NS	16.15±1.15 NS	16.15±1.15 NS	16.15±1.15 NS
2	43.76±2.30 NS	40.98±2.22 NS	42.75±2.57 NS	6.45±0.58 NS	7.51±0.67 NS	7.39±0.64 NS	15.95±1.19 NS	15.48±1.45 NS	15.35±1.80 NS
4	44.80±2.19 NS	41.40±1.53 NS	41.50±1.79 NS	6.69±0.51 NS	7.23±0.79 NS	7.05±1.07 NS	15.46±1.25 NS	14.52±1.29 NS	15.41±1.71 NS
6	43.89±2.64 NS	40.39±2.17 NS	41.00±2.38 NS	8.64±0.71 NS	8.42±1.14 NS	9.09±0.83 NS	14.94±1.65 NS	12.96±1.76 NS	14.50±1.56 NS
8	41.14±2.78 NS	39.61±2.37 NS	38.64±2.30 NS	9.81±0.98 NS	9.39±1.14 NS	8.93±0.55 NS	14.67±1.90 NS	14.30±1.15 NS	13.41±1.74 NS
10	37.21±2.09 NS	38.42±1.38 NS	37.46±1.62 NS	9.58±1.22 NS	9.94±0.81 NS	9.29±0.94 NS	12.14±1.58 NS	14.16±1.33 NS	14.32±1.54 NS
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	42.22±2.76 a	40.55±1.43 b	40.64±2.14 b	7.95±1.57 NS	8.17±1.31 NS	8.05±1.18 NS	14.89±1.45 NS	14.59±1.10 NS	14.86±0.96 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงเคี้ยวเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเคี้ยวในทิศทางเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บรักษา และค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเคี้ยวในทิศทางลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละเดือนและค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าแรงเคี้ยวมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แสดงว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีลักษณะเนื้อแข็งกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส น้ำที่เหลืออยู่อาจถูกระเหยออกไปในระหว่างการเก็บรักษาทำให้เนื้อลิ้นจี่แห้งมากขึ้น ส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง

ตาราง 5.26 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าแรงเคี้ยว (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ในรูปกรดซิตริก		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a
6	53.17±6.97 NS	56.58±4.72 NS	59.34±4.72 NS	0.66±0.04 a	0.53±0.02 b	0.59±0.04 b
8	52.41±9.67 NS	52.74±4.94 NS	60.28±4.28 NS	0.58±0.01 b	0.53±0.03 b	0.58±0.03 b
10	57.58±6.26 NS	52.50±6.37 NS	56.02±5.62 NS	0.56±0.01 b	0.50±0.03 b	0.56±0.02 b
12	53.89±6.23 NS	43.26±5.94 NS	43.81±6.36 NS	0.56±0.01 b	0.48±0.02 b	0.55±0.02 b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	51.69±6.09 NS	49.29±6.60 NS	52.17±8.92 NS	0.61±0.05 a	0.54±0.07 b	0.59±0.05 a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและเนื้อสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	แรงเฉือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ในรูปกรดซิตริก		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	41.38±6.64 NS	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a	0.67±0.01 a
2	40.85±3.72 NS	46.55±6.38 NS	42.75±6.14 NS	0.52±0.04 a	0.51±0.04 b	0.40±0.04 b
4	37.87±7.94 NS	40.86±5.64 NS	43.24±6.28 NS	0.43±0.04 b	0.49±0.03 b	0.52±0.03 b
6	36.33±5.77 NS	36.04±5.61 NS	40.94±6.45 NS	0.41±0.03 b	0.43±0.04 b	0.43±0.03 b
8	39.58±4.57 NS	34.58±5.59 NS	41.62±6.87 NS	0.42±0.03 b	0.49±0.02 b	0.39±0.03 b
10	37.96±5.07 NS	37.55±6.02 NS	38.75±5.30 NS	0.48±0.03 b	0.44±0.03 b	0.36±0.03 b
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	38.99±1.94 NS	39.49±4.36 NS	41.45±1.57 NS	0.49±0.09 a	0.51±0.08 b	0.46±0.11 a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและ a_w ของเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	23.40±0.11 a	23.40±0.11 a	23.40±0.11 ab	0.441±0.02 a	0.441±0.02 a	0.441±0.02 a
6	24.09±0.11 a	24.64±0.29 a	23.83±0.03 a	0.337±0.01 b	0.356±0.01 b	0.340±0.01 c
8	22.08±0.24 b	24.11±0.10 ab	22.55±0.18 c	0.365±0.01 b	0.359±0.01 b	0.382±0.00 bc
10	19.89±0.22 c	23.67±0.17 b	22.70±0.34 bc	0.364±0.02 b	0.375±0.02 b	0.375±0.02 bc
12	19.68±0.26 c	23.57±0.27 b	21.42±0.24 d	0.350±0.01 b	0.373±0.00 b	0.413±0.00 ab
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	21.83±2.00 NS	23.88±0.50 NS	22.78±0.92 NS	0.371±0.04 NS	0.381±0.03 NS	0.390±0.04 NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและ a_w ของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N	ถุง PP	ถุง AL
0	23.39±0.10 b	23.39±0.10 b	23.39±0.10 b	0.441±0.01 c	0.441±0.01 b	0.441±0.01 b
2	27.23±1.68 ab	28.70±0.88 a	26.11±0.45 a	0.545±0.01 b	0.517±0.01 a	0.477±0.20 ab
4	29.79±1.62 a	29.05±1.33 a	26.64±0.23 a	0.618±0.03 a	0.519±0.00 a	0.488±0.00 ab
6	30.39±0.85 a	29.84±0.07 a	26.52±0.15 a	0.600±0.00 ab	0.529±0.01 a	0.480±0.01 ab
8	29.73±1.05 a	30.21±0.67 a	27.25±0.17 a	0.580±0.00 ab	0.512±0.00 a	0.498±0.01 a
10	31.11±0.56 a	30.73±0.25 a	27.01±0.73 a	0.588±0.02 ab	0.536±0.01 a	0.488±0.02 ab
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	27.78±3.04 a	28.65±2.68 a	26.15±1.41 b	0.562±0.06 a	0.509±0.03 b	0.479±0.02 b

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละแถวตามแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.13.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ความชื้น และ a_w ที่เก็บรักษารักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ดังตาราง 5.26 , 5.28 และ 5.30 และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ดังตาราง 5.27, 5.29 และ 5.31 ตามลำดับ

1. ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ตาราง 5.26 และ 5.27 รูป 5.12 และ 5.13)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง3ชนิดพบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ทั้งที่อุณหภูมิ 8 และ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาปริมาณกรดทั้งหมดที่วัดได้ในแต่ละเดือน พบว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่มีอายุ

การเก็บรักษานาน 6 เดือนขึ้นไป มีความแตกต่างจากเมื่อเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าของปริมาณกรดทั้งหมดโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของแต่ละบรรจุภัณฑ์ พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงอะลูมิเนียมมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ตั้งแต่อายุการเก็บรักษานาน 2 เดือน โดยมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราการลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาค่าปริมาณกรดทั้งหมดเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1. ปริมาณความชื้น (ตาราง 5.28 และ 5.29 รูป 5.14 และ 5.15)

ผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 25-30 องศาเซลเซียส โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงอะลูมิเนียม มีค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาครบ 6 เดือน หลังจากนั้นปริมาณความชื้นลดลงจากเมื่อเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามระยะเวลาเก็บรักษา สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาในช่วง 8 เดือน หลังจากนั้นค่าปริมาณความชื้นลดลงเมื่อเก็บรักษาครบ 10 และ 12 เดือน อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 12 เดือน ของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดมาพิจารณา พบว่าถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นน้อยกว่าถุงอะลูมิเนียมและถุงอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การที่เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มมีปริมาณความชื้นลดลงระหว่างเก็บรักษาอาจเป็นเพราะที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในตู้เย็นอากาศแห้งกว่าทำให้น้ำระเหยออกจากถุง

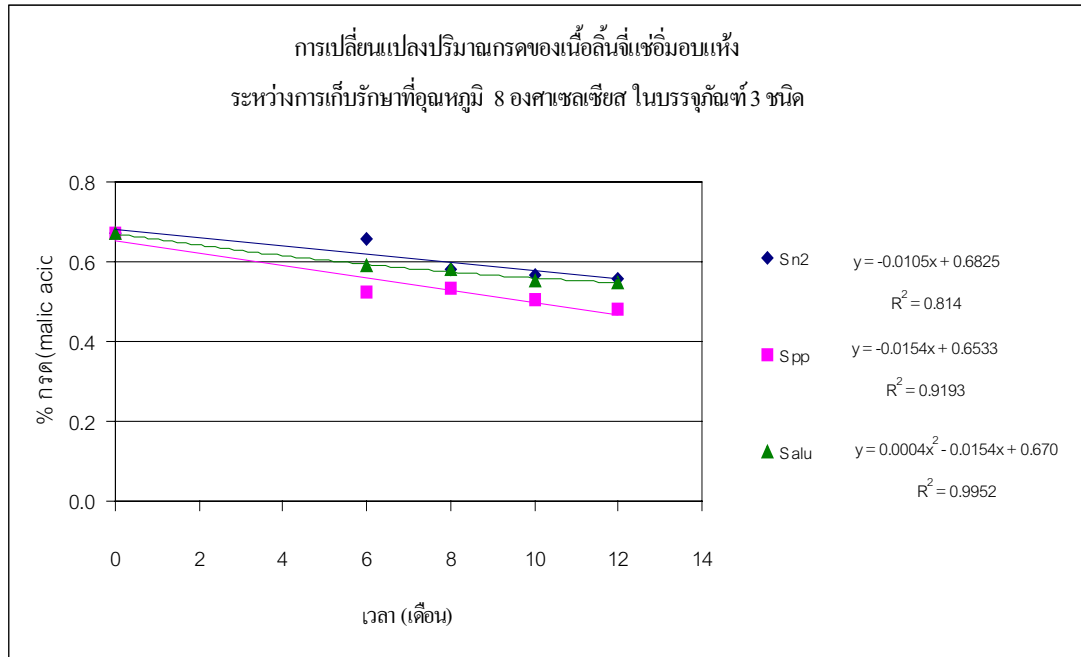
การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่าปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งมากกว่าถุงอะลูมิเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นั่นคือถุงอะลูมิเนียมสามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gordon (1993) ที่กล่าว

ว่าแผ่นอะลูมิเนียมที่มีความหนา 25.4 ไมโครเมตร ไออน้ำและแก๊สไม่สามารถซึมผ่านได้ แต่เมื่อนำแผ่นอะลูมิเนียมมาทำให้เป็นแผ่นบางๆ ทำให้เกิดรูเล็กๆขึ้น ทำให้ไออน้ำสามารถซึมผ่านได้ เช่น แผ่นอะลูมิเนียมที่มีความหนา 8.9 ไมโครเมตร จะมีค่าการซึมผ่านของไออน้ำเป็น 0.3 มิลลิเมตร/ตารางเมตร/วัน ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 100%

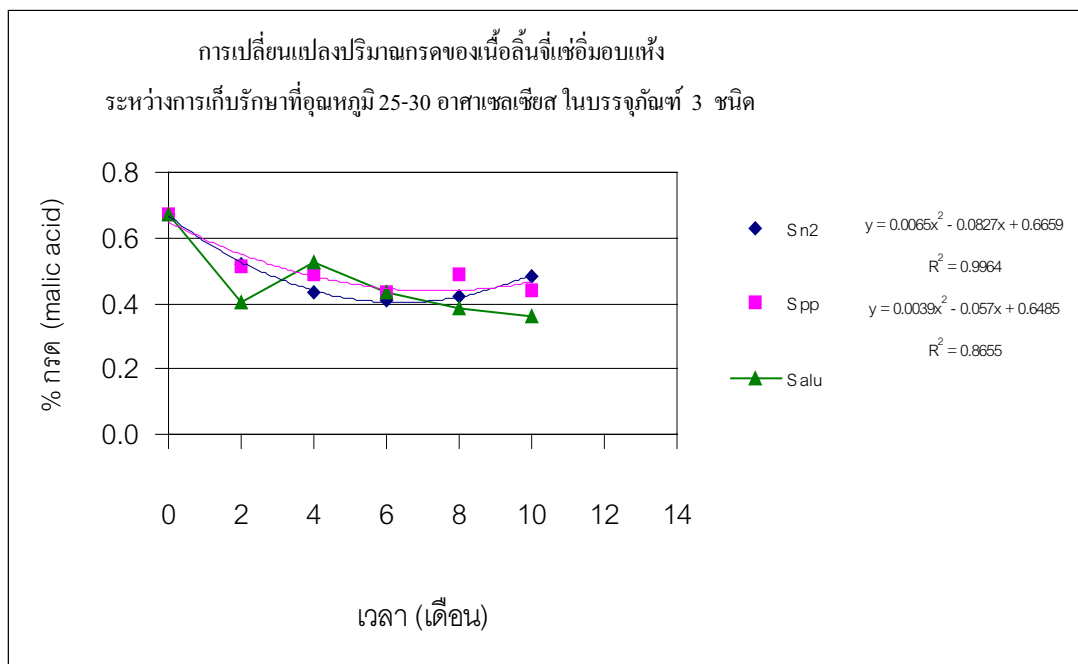
2. ค่า a_w (ตาราง 5.28 และ 5.29 รูป 5.16 และ 5.17)

ผลการทดลองพบว่าค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส สำหรับการเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส ค่า a_w ลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเป็นค่า a_w เหลือตลอดระยะเวลาเก็บรักษาของแต่ละบรรจุภัณฑ์ ซึ่งผลของค่า a_w ที่ได้สอดคล้องกันกับค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่า a_w มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละเดือนน้อยกว่าอุณหภูมิโพธิ์โพธิ์ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และอุณหภูมิในโตรเจนตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w เหลือตลอดอายุการเก็บรักษานาน 10 เดือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งในอุณหภูมิมีค่า a_w น้อยกว่าในอุณหภูมิในโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

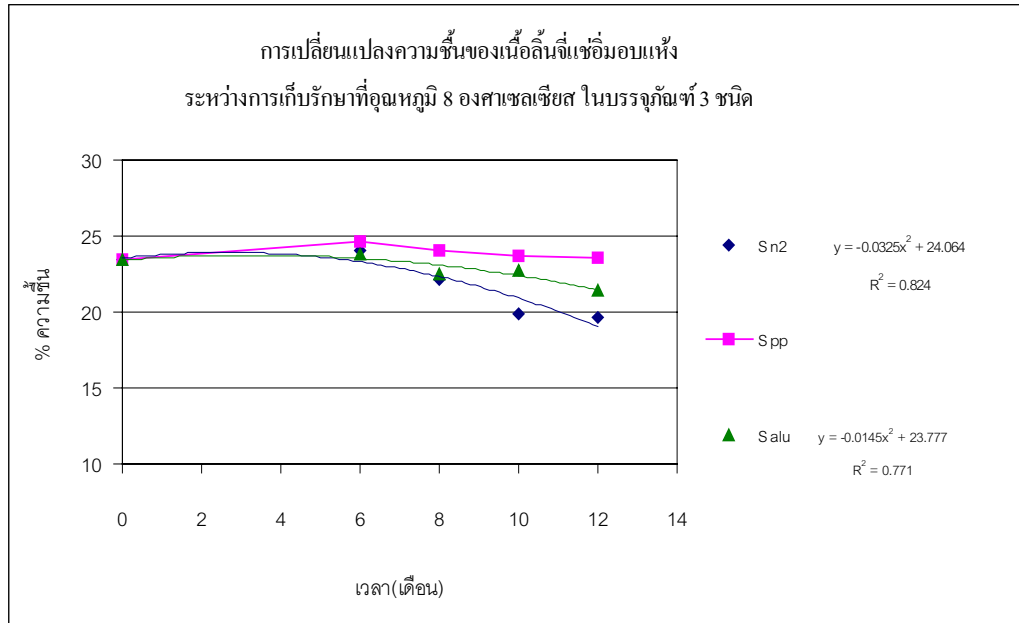


รูป 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

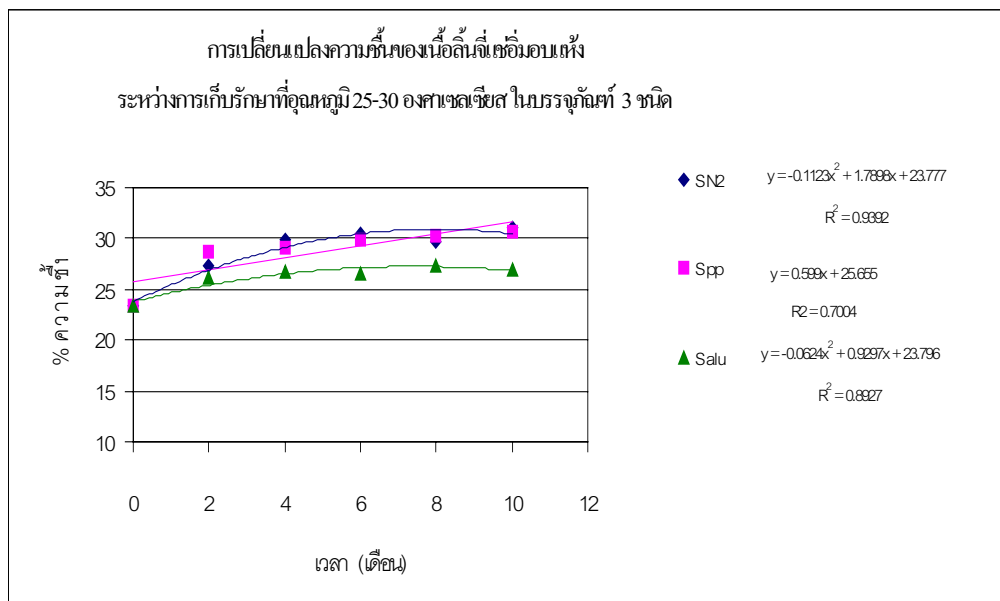


รูป 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรด กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

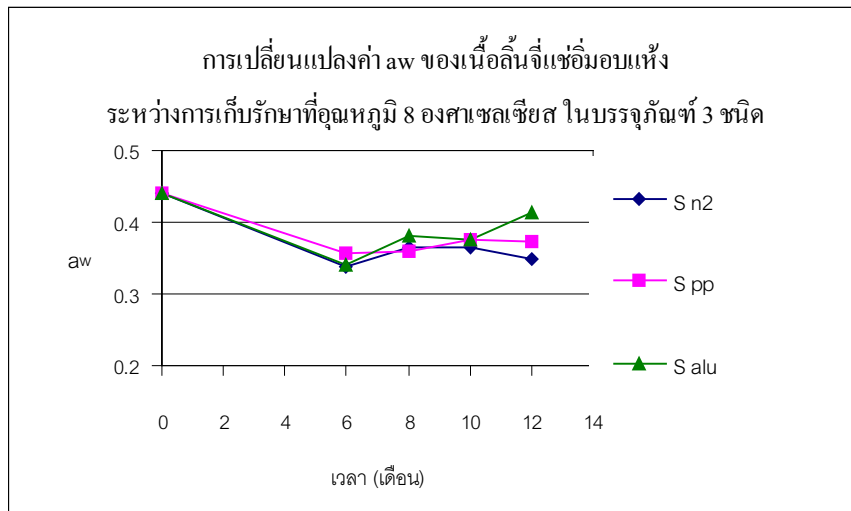
หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



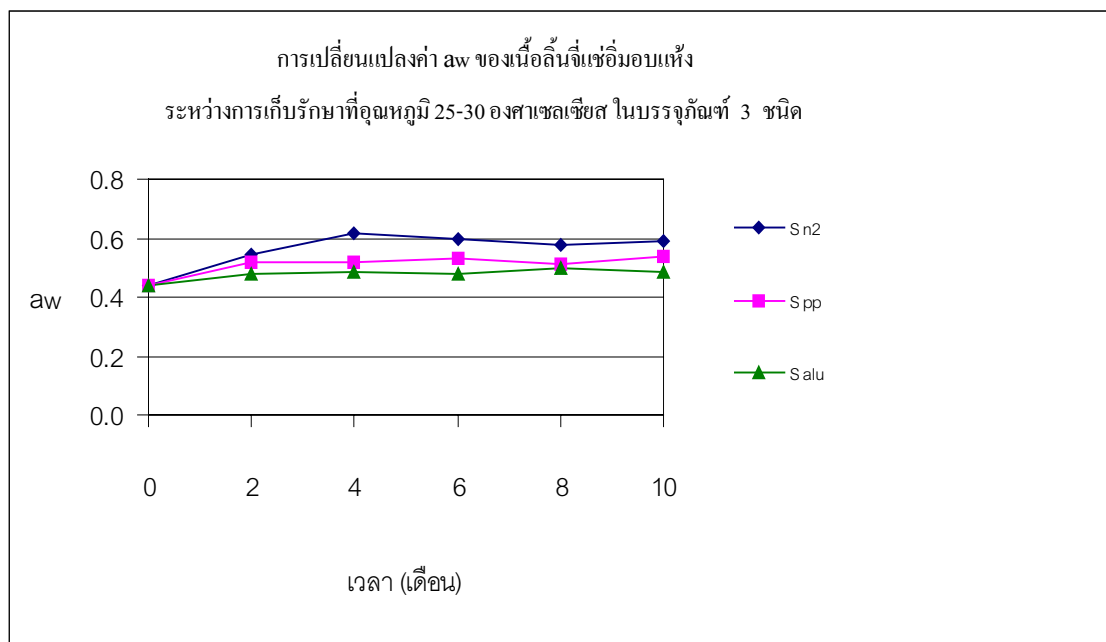
รูป 5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อดินจี้เชื่อมอบแห้ง
ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส
หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



รูป 5.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อดินจี้เชื่อม
อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส



รูป 5.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูป 5.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

4. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (ตาราง 5.30 และ 5.31)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนือลันจีแช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 เดือน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงการเก็บรักษาไม่สม่ำเสมอ อันเนื่องมาจากความแตกต่างของผลและความหนาของเนือลันจี เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนือลันจีแช่อิ่มอบแห้งทั้ง 2 อุณหภูมิ พบว่าเนือลันจีแช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในตู้เย็นการระเหยของน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณความชื้นลดลงมากกว่าส่งผลให้ปริมาณกรดที่มีอยู่ในชิ้นเนือลันจีเข้มข้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำตาล โดยน้ำตาลซูโครสแตกตัวไปอยู่ในรูปของกลูโคสและฟรุกโตสเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง เพิ่มขึ้น (รูป 5.18 และ 5.19)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในเนือลันจีแช่อิ่มอบแห้งที่บรรจุในถุงแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในถุงทั้ง 3 ชนิด คือ จากเดิม 60.50% ลดลงเป็น 49.90, 56.61 และ 56.29% ในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิลีน และถุงอะลูมิเนียม ตามลำดับ หลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงลดลงค่อนข้างสม่ำเสมอระหว่างเดือนที่ 8 ถึง 12 เดือนในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงอะลูมิเนียม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนต่างมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิมน้อยกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนี้คือ จากเมื่อเริ่มต้น 60.50% ลดลงเป็น 56.32, 56.25 และ 52.99% ตามลำดับ สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงโพลีโพรพิลีน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในถุงอะลูมิเนียม

นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซิงไม่สม่ำเสมอในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา ซึ่งพบได้ในถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิลีน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าเนือลันจีแช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองลงมาคือถุงอัดแก๊สไนโตรเจน โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 29.27% เป็น 31.79 และ 33.57% ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 38.84% ($p < 0.05$)

สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน ในถุงทั้ง 3 ชนิด พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละช่วงเวลาเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงเฉพาะปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาในถุงอัดแก๊สไนโตรเจน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนและในถุงอะลูมิเนียม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 10 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด คือ ถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือจากเดิม 29.27% เป็น 31.64% และแตกต่างจากถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีค่าเท่ากับ 35.25% อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับถุงอัดแก๊สไนโตรเจนที่มีค่าเท่ากับ 32.68% ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด คือถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยสุด รองลงมาคือถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงโพลีโพรพิลีน ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน คือจากเดิม 60.50% เป็น 58.13, 57.57 และ 57.40% ตามลำดับ

5. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตาราง 5.32 และ 5.33)

การนำเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ให้ผู้ทดสอบทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนตามความพอใจ พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในถุงทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านกลิ่น รสหวาน และรสเปรี้ยว แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมและถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ได้รับความพอใจในด้านสีใกล้เคียงกัน คือมีคะแนนเท่ากับ 11.33 และ 11.52 ตามลำดับ และมากกว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีคะแนนเท่ากับ 10.25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ถุงอะลูมิเนียมได้รับความพอใจในด้านการยอมรับรวมมีคะแนนเท่ากับ 10.59 ซึ่งมากกว่าถุงโพลีโพรพิลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 9.89 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 5.30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาดทั้งหมดและน้ำตาดรีดิวซิงของเนื้อลันจีแช่ม
อบแห้ง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

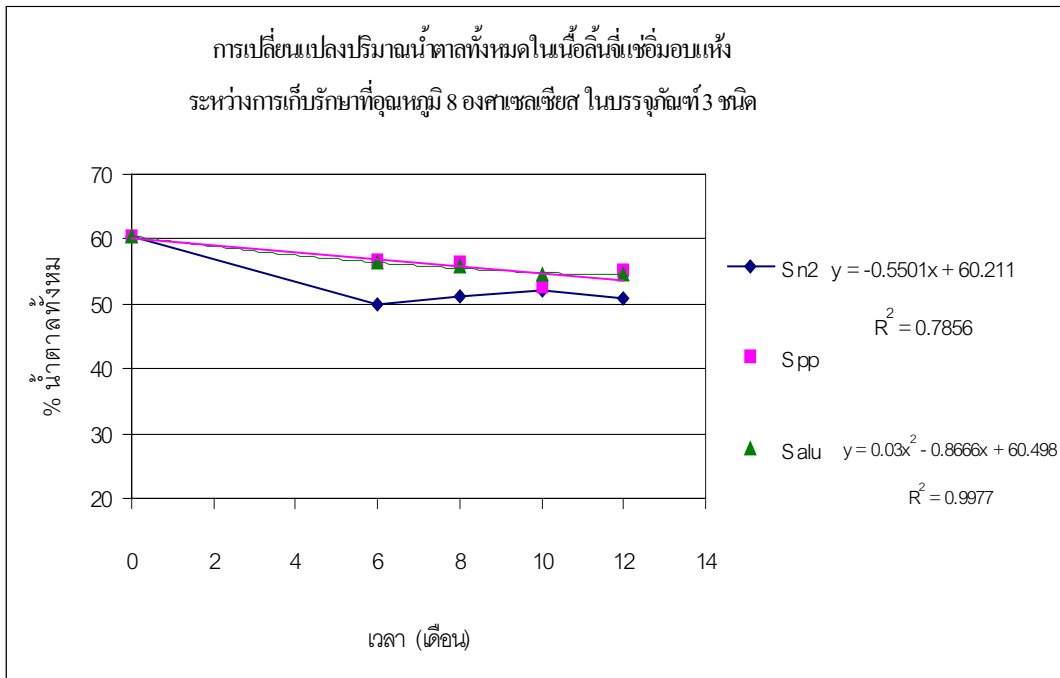
ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	% ปริมาณน้ำตาดทั้งหมด			% ปริมาณน้ำตาดรีดิวซิง		
	ถุง N ₂	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N ₂	ถุง PP	ถุง AL
0	60.50±0.92 a	60.50±0.92 a	60.50±0.92 a	29.27±1.08 b	29.27±1.08 b	29.27±1.08 NS
6	49.90±0.42 b	56.61±0.86 b	56.29±0.41 b	36.40±0.71 a	37.31±1.85 a	32.08±1.53 NS
8	51.29±1.36 b	56.42±1.00 b	55.66±1.36 b	35.55±1.66 a	39.43±1.90 a	33.7±1.81 NS
10	52.25±0.78 b	52.64±0.53 c	54.70±0.60 b	33.05±1.25 b	36.16±0.91 a	31.2±0.34 NS
12	51.02±0.89 b	55.08±0.92 bc	54.45±1.31 b	33.58±1.29 ab	37.02±1.79 a	32.70±1.19 NS
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	52.99±4.28 b	56.25±2.86 a	56.32±2.45 a	33.57±2.77 b	35.84±3.86 a	31.79±1.68 b

ตาราง 5.31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาดทั้งหมดและน้ำตาดรีดิวซิงของเนื้อลันจีแช่ม
อบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

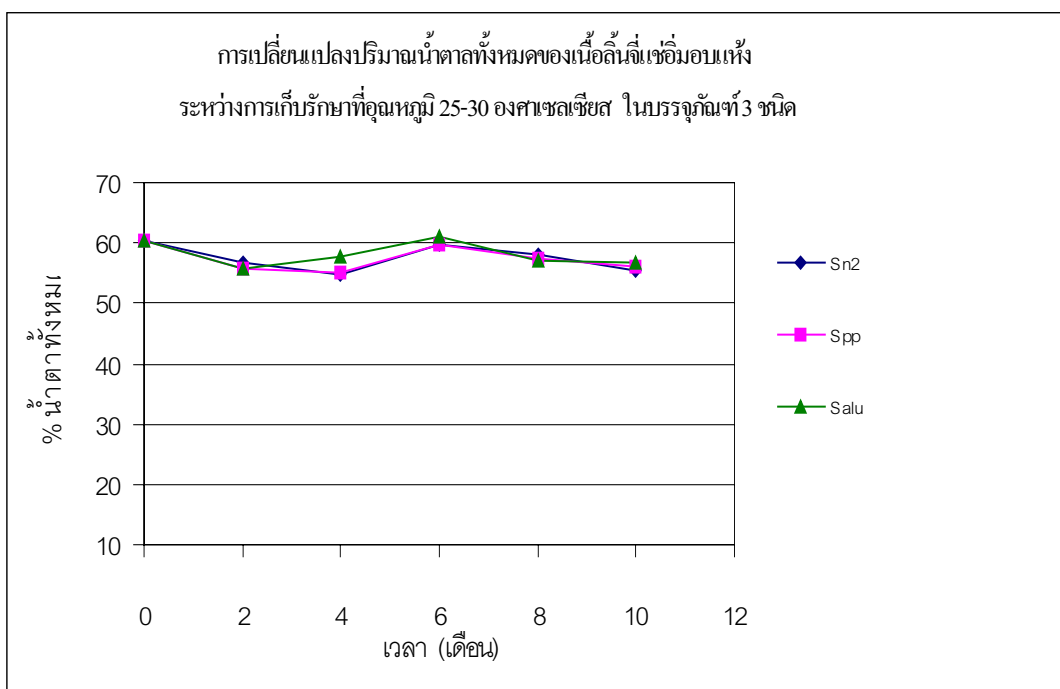
ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	% ปริมาณน้ำตาดทั้งหมด			% ปริมาณน้ำตาดรีดิวซิง		
	ถุง N ₂	ถุง PP	ถุง AL	ถุง N ₂	ถุง PP	ถุง AL
0	60.50±0.92 NS	60.50±0.92a	60.5±0.92a	29.27±1.07b	29.27±1.07d	29.27±1.07c
2	56.73±0.37 NS	55.78±1.10b	55.87±0.19b	31.71±2.14ab	32.41±1.43cd	33.01±1.11ab
4	54.78±0.63 NS	55.06±0.29b	57.75±2.01b	32.55±0.78ab	37.28±1.01ab	33.29±0.57ab
6	59.87±3.29 NS	59.66±1.35a	60.95±1.38a	33.99±0.93ab	39.29±0.83a	26.89±1.41c
8	58.04±1.12 NS	57.34±0.5ab	57.11±0.54ab	33.02±1.19ab	33.98±0.93bc	32.14±1.02ab
10	55.52±1.42 NS	56.05±1.08b	56.59±1.19ab	35.55±1.36a	39.28±1.74a	35.29±0.97a
ค่าเฉลี่ย 10 เดือน	57.57±2.31 NS	57.40±2.22 NS	58.13±2.10 NS	32.68±2.12 ab	35.25±4.05 a	31.64±3.04b

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน ,
ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูป 5.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด
หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



รูป 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่เชื่อมอบแห้งที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

ในด้านเนื้อสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้รับความพอใจมีคะแนนเท่ากับ 10.20 ซึ่งมากกว่าในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 9.86 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

สำหรับเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านสี รสหวาน และการยอมรับรวม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านกลิ่น รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส ($p < 0.05$) โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมได้รับคะแนนความพอใจในกลิ่นลิ้นจี่ 7.12 ซึ่งมีคะแนนมากกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่มีคะแนนเท่ากับ 6.06 และ 6.51 ตามลำดับ อย่างมีนัยความสำคัญทางสถิติ ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้รับคะแนนความพอใจ 9.02 ซึ่งมากกว่าถุงโพลีโพรพิลีนที่มีคะแนนเท่ากับ 8.86 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมากกว่าถุงอะลูมิเนียมที่มีคะแนนเท่ากับ 8.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในด้านรสเปรี้ยวพบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนได้รับคะแนนความพอใจในรสเปรี้ยว 8.17 ซึ่งมากกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนที่ได้รับคะแนน 8.29 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด

ถ้าพิจารณาในภาพรวมทุกคุณลักษณะของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ดังรูป 5.20-5.21 ด้วยการนำคะแนนที่ได้แต่ละคุณลักษณะมาเรียงลำดับคะแนนมากที่สุดเท่ากับ 1 คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3 และนำผลรวม (rank sum) ของแต่ละถุงมาพิจารณา พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน ได้ค่า rank sum สูงสุดเท่ากับ 16 และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 เดือน ได้ค่า rank sum สูงสุดเท่ากับ 14 เช่นกัน แสดงว่าถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนไม่เหมาะที่จะใช้เก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง สำหรับถุงอะลูมิเนียมได้ค่า rank sum เท่ากับ 11 เมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและเท่ากับ 10 เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือนที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ส่วนถุงอัดแก๊สไนโตรเจนได้ค่า rank sum เท่ากับ 9 เมื่อเก็บรักษาไว้ครบ 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และเท่ากับ 12 เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือนที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นั่นคือ ถ้าต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ควรใช้ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถ้าต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ควรใช้ถุงอะลูมิเนียมจะทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความพอใจมากกว่าถุงชนิดอื่น

ตาราง 5.32 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน

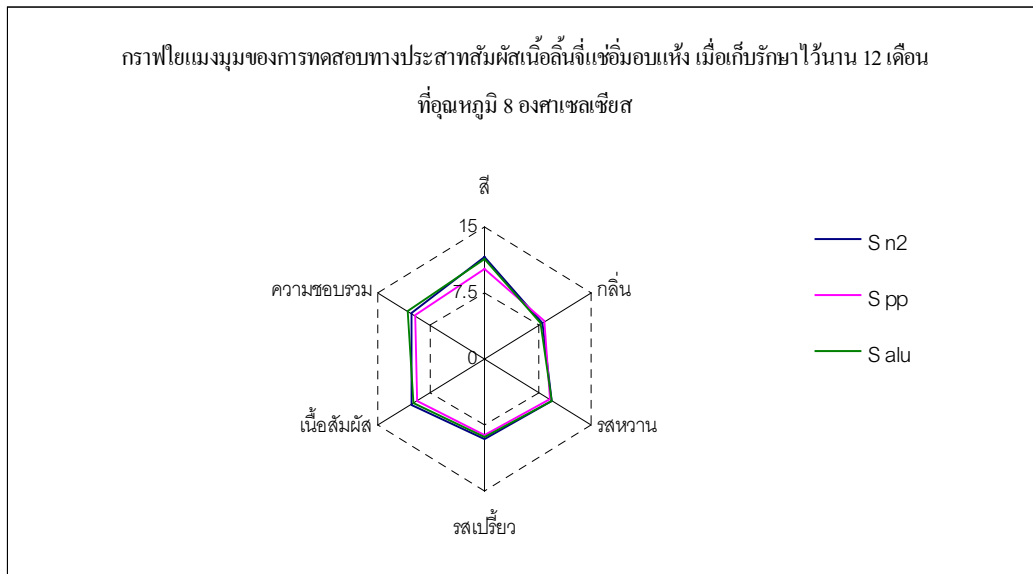
ชนิดของ ถุง	คะแนนความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง N ₂	9.58±1.02 NS	6.06±0.86 b	8.73±1.00 NS	8.29±1.28b	9.02±1.11a	8.61±1.07NS
ถุง PP	9.48±1.27 NS	6.51±0.97b	8.55±1.15 NS	8.71±1.39a	8.86±1.09a	8.60±1.13 NS
ถุง AL	9.75±0.95 NS	7.12±0.87a	8.71±1.04 NS	8.69±1.34ab	8.33±1.09b	8.85±0.9 NS

ตาราง 5.33 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งเก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือน

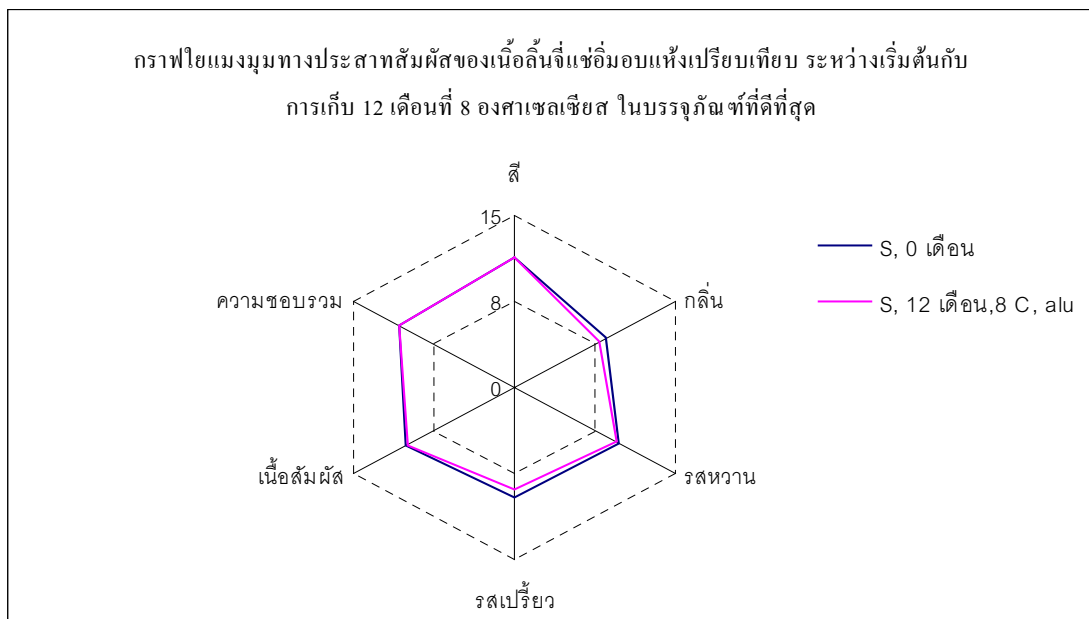
ชนิดของ ถุง	คะแนนความพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง N ₂	11.52±1.19a	8.16±1.11NS	9.31±1.12 NS	9.01±1.26 NS	10.20±1.20a	10.22±0.99ab
ถุง PP	10.25±1.01b	8.36±1.10 NS	9.19±1.09 NS	8.65±1.00 NS	9.63±1.48b	9.86±1.14b
ถุง AL	11.33±1.05a	7.93±1.05 NS	9.44±1.12 NS	8.84±1.55 NS	9.94±0.95ab	10.59±1.10a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)
4. ถุง N = ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูป 5.20 เค้าโครงใยแมงมุมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งใน
บรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด อายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูป 5.21 เค้าโครงใยแมงมุมผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งสูตรใช้น้ำเชื่อม เปรียบเทียบระหว่างเริ่มต้นกับอายุการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในถุงอะลูมิเนียม

5.14 ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันและอายุการเก็บรักษา

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ เคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันที่เก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงสุญญากาศ ถุง โพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ได้ผลการทดลองดังในตาราง 5.34 – 5.43

1. สี (ตาราง 5.34 และ 5.35)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L , a^* และ b^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน ในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ในระหว่างการเก็บรักษา โดยในช่วงเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ค่าสี L เพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเมื่อเริ่มต้น หลังจากนั้นค่าสี L มีค่าลดลง แต่การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลากการเก็บรักษาของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกันกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าในช่วง 4 เดือนแรกค่าสี L เพิ่มขึ้นและหลังจากนั้นจะลดลง โดยถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิลีนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดเวลาที่เก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าสี L ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงแต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน สำหรับเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่าค่าสี L ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเริ่มต้นน้อยที่สุด และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี L มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การที่ค่าสี L มีค่าลดลงแสดงว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น (สีคล้ำ) อันเป็นผลจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ และสอดคล้องกับรายงานของ Lopez-Malo and Falon (1994) ที่รายงานว่า ค่าสี L ลดลงประมาณ 10-20 % ระหว่างการเก็บรักษาในขวดแก้วที่มีน้ำเชื่อมที่ใช้ทำออสโมติกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 เดือน

เมื่อพิจารณาค่าสี a^* พบว่าค่าสี a^* เพิ่มขึ้นในระหว่างที่เก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส โดยค่าสี a^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาในแต่ละช่วงเวลาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 12 เดือนของถุงทั้ง 3 ชนิด

เมื่อพิจารณาค่า a^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส พบว่าค่า a^* ในถุงสุญญากาศและถุงโพลีโพรพิลีน ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บรักษา ขณะที่ค่า a^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส การที่เนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่า L ลดลง และค่า a^* เพิ่มขึ้น ย่อมเป็นเครื่องบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์เกิดขึ้น (Bolin and Steele, 1987)

เมื่อพิจารณาค่า b^* พบว่า ค่า b^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาโดยการเปลี่ยนแปลงค่า b^* ในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของถุงแต่ละชนิด ส่วนเนื้อล้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนั้นมีค่า b^* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของถุงแต่ละชนิด

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา พบว่าค่า b^* เฉลี่ยของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมและในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีค่ามากกว่าถุงสุญญากาศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ถ้าพิจารณาภาพรวมการเปลี่ยนแปลงค่า L , a^* และ b^* ของเนื้อล้นจ๊อบแห้ง ในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าถุงอะลูมิเนียมสามารถรักษาสีของเนื้อล้นจ๊อบแห้งได้ดีกว่าถุงสุญญากาศและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สามารถรักษาสีได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

2. ลักษณะเนื้อสัมผัส (ตาราง 5.36-5.37)

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เมื่อเก็บรักษาในถุง 3 ชนิด คือ ถุงสุญญากาศ ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่าค่าแรงเฉือนของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส โดยเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน รองลงมา คือ ถุง

โพลีโพรพิลีนและถุงสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อล้นจืดบแห้งลดลงระหว่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สาเหตุอาจเนื่องจากปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์เพกโตไลติกที่มีอยู่ในเนื้อล้นจืด (Lopez-Malo and Falon., 1994) และอาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลในเนื้อล้นจืดที่เพิ่มขึ้น

สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อล้นจืดบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อล้นจืดบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดมีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นจากเริ่มต้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และไม่มี ความแตกต่างระหว่างค่าแรงเฉือนเฉลี่ยตลอดเวลา 12 เดือนระหว่างถุงทั้ง 3 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพิจารณาค่าแรงเฉือนที่วัดได้ในแต่ละช่วงของการเก็บรักษา พบว่าเนื้อล้นจืดบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนน้อยกว่าถุงชนิดอื่น และการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนในระหว่างช่วงเวลาเก็บรักษาของถุงทั้ง 3 ชนิดจะเป็นแบบขึ้นๆ ลงๆ การที่ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและการตกผลึกของน้ำตาลที่มีอยู่ในเนื้อล้นจืด

ตารางที่ 5.34 การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a*, b* ของเนื้อดินจอบแห้งแบบอบสัปดาห์ที่เลือกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	ค่า L*			ค่า a*			ค่า b*		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.10±4.72NS	48.10±4.72 NS	48.10±4.72 NS	3.10±0.72 NS	3.10±0.72 NS	3.10±0.72 NS	15.65±1.06a	15.65±1.06a	15.65±1.06a
6	49.25±2.19 NS	51.85±2.54 NS	50.06±2.39 NS	3.94±0.91 NS	4.29±0.78 NS	3.77±1.25 NS	9.80±1.48b	10.93±1.07ab	10.84±1.11b
8	49.02±2.67 NS	46.93±2.85 NS	48.56±1.99 NS	5.11±0.61 NS	6.03±1.08 NS	4.12±1.02 NS	10.27±1.24b	12.76±1.84ab	10.42±1.04b
10	45.98±2.89 NS	48.89±2.85 NS	46.99±2.51 NS	5.13±0.86 NS	5.22±0.79 NS	4.92±0.87 NS	9.34±1.86b	11.39±1.51ab	12.27±1.60ab
12	48.36±2.35 NS	48.58±2.86 NS	46.95±1.66 NS	5.01±0.93 NS	4.66±0.62 NS	5.01±0.48 NS	8.36±0.92b	9.98±1.20b	11.49±0.97ab
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	48.14±1.29 NS	48.87±1.82 NS	48.13±1.28 NS	4.46±0.91 NS	4.66±1.09 NS	4.18±0.80 NS	10.68±2.86b	12.14±2.20a	12.13±2.09a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 5.35 การเปลี่ยนแปลงค่า L*, a*, b* ของเนื้อดินจอบแห้งแบบอบสัณติคดีไฮดรชันกับที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ค่า L*				ค่า a*				ค่า b*			
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.1±4.72NS	48.1±4.72ab	48.1±4.72b	3.10±0.72c	3.10±0.72c	3.10±0.72 NS	15.65±1.06NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS	15.65±1.06 NS
2	50.48±2.66NS	51.90±2.62a	51.72±1.98a	3.99±1.13bc	3.25±1.04bc	3.31±1.14 NS	16.59±2.75NS	17.86±1.38 NS	16.48±1.93 NS	16.59±2.75NS	17.86±1.38 NS	16.48±1.93 NS
4	49.6±2.66NS	49.8±2.62ab	49.7±1.98b	4.44±1.07bc	4.38±1.29abc	4.27±1.10 NS	16.31±1.65NS	17.98±1.33 NS	17.57±2.72 NS	16.31±1.65NS	17.98±1.33 NS	17.57±2.72 NS
6	45.17±2.78NS	42.18±1.93ab	45.94±3.36b	5.29±1.10abc	6.97±1.23abc	5.25±1.49 NS	15.79±2.4 NS	18.33±1.01 NS	16.87±1.95 NS	15.79±2.4 NS	18.33±1.01 NS	16.87±1.95 NS
7	43.02±2.30NS	41.04±2.27ab	44.15±2.01b	8.01±1.32ab	7.81±1.28ab	7.13±1.36 NS	16.78±1.85NS	17.59±1.16NS	17.87±1.59 NS	16.78±1.85NS	17.59±1.16NS	17.87±1.59 NS
8	41.30±2.78 NS	39.42±2.86b	42.8±2.88b	9.03±1.24a	8.46±1.74a	7.13±1.26 NS	15.76±1.65NS	16.46±1.58 NS	18.85±1.92 NS	15.76±1.65NS	16.46±1.58 NS	18.85±1.92 NS
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	46.28±3.69NS	45.41±5.17b	47.07±3.39a	5.64±2.35NS	5.66±2.37NS	5.03±1.79 NS	16.15±0.48b	17.31±1.03a	17.22±1.13a	16.15±0.48b	17.31±1.03a	17.22±1.13a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวนอน) ที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ ถุง PP = ถุง โพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น สารดูด O₂ ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.36 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อล้นจืดแห้งแบบ
ออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ค่าแรงเดือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.79±6.37NS	48.79±6.37NS	48.79±6.37b	0.693±0.03a	0.693±0.03NS	0.693±0.03a
6	66.42±8.89NS	55.38±7.14NS	65.79±5.03a	0.519±0.02b	0.688±0.16NS	0.551±0.04b
8	56.59±6.23NS	57.95±4.31NS	63.39±3.68a	0.525±0.03b	0.593±0.02NS	0.565±0.02b
10	61.69±6.08NS	54.94±4.16NS	56.28±3.84ab	0.544±0.01b	0.572±0.01NS	0.556±0.02b
12	58.19±6.65NS	57.82±4.94NS	48.73±5.36b	0.537±0.01b	0.541±0.02NS	0.485±0.00b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	58.34±6.53NS	54.98±3.72NS	56.60±7.96NS	0.563±0.07NS	0.617±0.07NS	0.57±0.08NS

ตาราง 5.37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดและเนื้อสัมผัสของเนื้อล้นจืดแห้งแบบ
ออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	แรงเดือน (นิวตัน)			ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดมาลิก (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	48.79±6.37NS	48.79±6.37NS	48.79±6.37NS	0.693±0.03b	0.693±0.03ab	0.693±0.03a
2	37.15±5.56NS	41.37±5.54NS	45.52±5.60NS	0.766±0.00a	0.819±0.03a	0.669±0.03a
4	38.24±4.7NS	41.06±5.35NS	44.45±7.23NS	0.530±0.03b	0.469±0.03c	0.611±0.03ab
6	36.57±5.01NS	39.52±6.66NS	44.48±4.61NS	0.544±0.03b	0.572±0.06bc	0.442±0.03c
7	33.27±5.35NS	42.29±6.42NS	46.52±8.62NS	0.472±0.03b	0.589±0.04bc	0.566±0.03abc
8	34.79±6.52NS	40.05±6.25NS	44.58±6.04NS	0.467±0.03b	0.542±0.03bc	0.486±0.03bc
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	38.14±5.51c	42.18±3.38b	45.72±1.70a	0.578±0.12NS	0.614±0.12NS	0.596±0.10NS

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูดออกซิเจน, ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (ตาราง 5.36-5.37 และรูป 5.22-5.23)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในอุณหภูมิ 3 ชนิด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งพบเช่นเดียวกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละช่วงระยะเวลาเก็บรักษา ระหว่างอุณหภูมิแต่ละชนิด พบว่าเมื่อเก็บรักษาครบ 8 เดือน เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในอุณหภูมิโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงค่าของปริมาณกรดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิเย็นและอุณหภูมิอากาศ ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณกรดลดลงจากเดิม 0.693 เป็น 0.593, 0.56, 0.525% และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณกรดลดลงจากเดิม 0.693 เป็น 0.542, 0.486, 0.467% ตามลำดับ นั่นคืออุณหภูมิโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนสามารถรักษาปริมาณกรดที่มีอยู่ในเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันได้ดีกว่าอุณหภูมิอื่นๆ ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อนำค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามาพิจารณา พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดในอุณหภูมิทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส ต่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอุณหภูมิทั้ง 3 ชนิด การที่ปริมาณกรดลดลงระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องจากการใช้กรดบางส่วนไปไฮโดรไลซ์น้ำตาล ทำให้ปริมาณกรดลดลง

4. ปริมาณความชื้นและค่า a_w (ตาราง 5.38-5.39 และรูป 5.24-5.27)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน ระหว่างการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอุณหภูมิทั้ง 3 ชนิด ($p < 0.05$) โดยที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่ที่อบแห้งในอุณหภูมิโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นน้อยมาก คือ จากเดิม 31.37% ลดลงเป็น 31.16% รองลงมาคืออุณหภูมิเย็นจากเดิม 31.37% ลดลงเป็น 30.38% และอุณหภูมิอากาศ จากเดิม 31.37% ลดลงเป็น 29.47% ในช่วงอายุการเก็บรักษา 8 เดือน ถึง 12 เดือน พบว่าปริมาณความชื้นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในอุณหภูมิเย็น มีการเปลี่ยนแปลงลดลงน้อยที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิโพลีโพรพิลีนและอุณหภูมิอากาศ ดังรูป 5.24

สำหรับค่า a_w พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเดิมตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกันกับปริมาณความชื้น โดยเนื้อลิ้นจี่ในอุณหภูมิเย็นมีการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ลดลงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ทั้งที่

อายุการเก็บรักษา 6 เดือน และ 8-12 เดือน ดังรูป 5.25 ถ้าพิจารณา a_w เฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา พบว่าค่า a_w ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเดิมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือจากเดิม 0.427 ลดลงเป็น 0.399 ขณะที่ถุงสุญญากาศจากเดิม 0.429 ลดลงเป็น 0.384 และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนจากเดิม 0.427 ลดลงเป็น 0.385

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นและค่า a_w ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งค่า a_w เฉลี่ย และค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย โดยเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้น เพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองมาคือถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนและถุงสุญญากาศ นั่นคือจากเดิม 31.37% เพิ่มขึ้นเป็น 33.44, 34.77 และ 35.63% ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับค่า a_w เฉลี่ยของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเดิมน้อยที่สุด รองมาคือเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนและในถุงสุญญากาศ นั่นคือจากเดิม 0.427 เพิ่มขึ้นเป็น 0.453, 0.492 และ 0.543 ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ในตู้เย็นต่ำกว่าภายนอกตู้เย็น อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเนื้อล้นจ๊อบและมีผลต่ออัตราการซึมผ่านของไอน้ำของชนิดพลาสติกที่ใช้ประกอบถุงเหล่านั้น ไม่ว่าจะเป็นถุงสุญญากาศ (Nylon/LDPE) ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม (Al/LDPE) ด้วย

5. ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (ตาราง 5.40-5.41 และรูป 5.28-5.29)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างไม่มีสมำเสมอแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ น้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในแต่ละช่วงเวลาเก็บรักษา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างไม่มีสมำเสมอ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาเก็บ

รักษา ซึ่งพบในถุงทั้ง 3 ชนิด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 40.84% มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยสุด และน้อยกว่าถุงสุญญากาศซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.92% อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.86% ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่าเนื้อลิ้นจี่ อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.37% มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยสุด และน้อยกว่าการเก็บรักษาในถุงสุญญากาศที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.24% และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงการเก็บรักษา พบว่าเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากเดิม ภายหลังการเก็บรักษาไว้นาน 4-6 เดือน และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 7-8 เดือน เป็นเหตุให้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือนต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเล็กน้อย คือจากเดิม 49.02% เป็น 48.77% ซึ่งเกิดขึ้นทำนองเดียวกันในการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลรีดิวซิงของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม ที่พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 8 เดือน ต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเล็กน้อย คือ จากเดิม 47.00% เป็น 46.39% ทำให้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม มีค่าเฉลี่ยทั้งปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเปลี่ยนแปลงจากเดิมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับถุงสุญญากาศ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.33% และ 51.03% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.54% และ 49.25% ตามลำดับ ($p < 0.05$)

6. การทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.42-4.43)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน พบว่าความพอใจในด้านสี กลิ่น รสหวาน และรสเปรี้ยวของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่บรรจุในถุงทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม โดยเนื้อลิ้นจี่อบแห้งในถุงอะลูมิเนียม และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนได้รับคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส 9.51 และ 9.42 การยอมรับรวม 10.16 และ 10.26 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถุงทั้งสองชนิดมีคะแนนมากกว่าถุงสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 เดือน และ 8 เดือน พบว่า ความพอใจที่มีต่อเนื้อล้นจ๊อบแห้งลดลงตามอายุการเก็บรักษาในทุกคุณลักษณะ เมื่อเปรียบเทียบความพอใจที่มีต่อเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงทั้ง 3 ชนิด พบว่า ในด้านสีไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในคะแนนที่ให้แก่งูทั้ง 3 ชนิดเมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน โดยเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมได้รับคะแนน 8.9 มากกว่า ในถุงสุญญากาศที่ได้คะแนน 8.4 และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้น และสารดูดออกซิเจนที่ได้คะแนน 8.14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในด้านกลิ่นพบว่าเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมทั้งที่เก็บรักษานาน 7 และ 8 เดือน ต่างได้คะแนน 8.06 และ 7.69 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการเก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนที่ได้คะแนน 7.26 และ 7.03 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้การเก็บรักษาในถุงสุญญากาศจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน กับถุงอะลูมิเนียม

ในด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม พบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 7 เดือน และ 8 เดือน เนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงอะลูมิเนียมได้คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส 8.87 และ 8.71 ตามลำดับ และคะแนนการยอมรับรวม 9.37 และ 8.50 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงโพลีโพรพิลีน ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเท่ากับ 8.88 และ 8.57 ด้านการยอมรับรวมเท่ากับ 9.46 และ 8.37 ตามลำดับ แต่มากกว่าคะแนนที่ได้ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งในถุงสุญญากาศทั้งที่เก็บรักษานาน 7 เดือน และ 8 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับคะแนนที่ให้รสเปรี้ยวและรสหวาน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการเก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิดทั้งที่เก็บรักษาไว้นาน 7 เดือนและ 8 เดือน

เมื่อพิจารณาในภาพรวมทุกคุณลักษณะของเนื้อล้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงทั้ง 3 ชนิด ทั้งที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสและ 25-30 องศาเซลเซียส ดังรูป 5.30-5.31 ด้วยการนำคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับจากคะแนนมากที่สุด = 1 และคะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3 นำผลรวม (rank sum) ของแต่ละถุงมาพิจารณา พบว่าที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เนื้อล้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม และถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนต่างมีค่า rank sum เท่ากับ 11 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ค่า rank sum ของถุงสุญญากาศ ซึ่งเท่ากับ 14 สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เนื้อล้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม มีค่า rank sum เท่ากับ 8 ซึ่งน้อยกว่า ค่า rank sum ของถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนเท่ากับ 13 และค่า rank sum ของถุงสุญญากาศ เท่ากับ 15 นั่นคือถุงอะลูมิเนียมเป็นถุงที่เหมาะสมสำหรับใช้เก็บรักษาเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน ทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และ 25-30 องศาเซลเซียส

ตาราง 5.38 การเปลี่ยนแปลงความชื้นและ a_w ของเนื้อล้นจ๊อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	31.37±0.39a	31.37±0.39a	31.37±0.39a	0.427±0.00a	0.427±0.00a	0.427±0.00a
6	29.47±0.47b	31.16±0.27a	30.88±0.18a	0.375±0.02ab	0.380±0.00b	0.389±0.00b
8	27.64±0.19c	28.54±0.06b	28.60±0.14b	0.373±0.00ab	0.375±0.01b	0.384±0.01b
10	27.12±0.14c	25.78±0.05c	27.33±0.17c	0.375±0.01ab	0.374±0.01b	0.397±0.01b
12	25.26±0.40d	25.64±0.19c	26.75±0.08c	0.371±0.00b	0.370±0.01b	0.399±0.01b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	28.17±2.33NS	28.50±2.78NS	28.99±2.07NS	0.384±0.02b	0.385±0.02b	0.399±0.02a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 ,
ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น และ a_w ของเนื้อล้นจืดบแห้งแบบออสโมติก-ดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณความชื้น (%)			a_w		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	31.37±0.39b	31.37±0.39c	31.37±0.39b	0.427±0.006c	0.427±0.006b	0.427±0.006b
2	33.86±0.89b	32.79±0.65b	32.76±1.45ab	0.527±0.005b	0.490±0.015a	0.477±0.004a
4	36.66±1.48b	35.87±0.40a	34.41±0.07a	0.583±0.007ab	0.500±0.005a	0.454±0.006a
6	37.27±0.38a	36.77±0.17a	34.37±0.19a	0.541±0.011b	0.517±0.006a	0.462±0.001a
7	37.14±0.11a	35.16±0.07a	34.04±0.07a	0.593±0.016a	0.508±0.025a	0.445±0.003a
8	37.45±0.40a	36.67±0.50a	33.66±1.11a	0.588±0.032ab	0.508±0.001a	0.451±0.015a
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	35.63±2.47a	34.77±2.21a	33.44±1.17b	0.543±0.06a	0.492±0.03b	0.453±0.01c

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวนอน) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 , ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาดทั้งหมดและปริมาณน้ำตาดรีดิวซิงของเนื้อล้นจ๊อบ
แห่งแบบบอสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำตาดทั้งหมด (%)			ปริมาณน้ำตาดรีดิวซิง (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	49.02±1.28a	49.02±1.28a	49.02±1.28a	47.00±1.00a	47.00±1.00a	47.00±1.00a
6	36.00±1.42bc	36.62±0.86b	38.26±1.78b	32.73±2.44b	32.47±0.74b	36.11±1.56b
8	39.03±0.55b	38.14±1.00b	39.52±0.74b	33.91±0.83b	35.26±1.01b	36.37±0.93b
10	36.43±0.89bc	38.84±0.69b	39.05±0.96b	32.21±1.72b	35.04±0.87b	37.54±1.28b
12	34.11±1.03c	36.68±1.23b	38.32±1.43b	30.33±1.09b	33.22±0.98b	34.81±1.32b
ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	38.92±5.92b	39.86±5.21ab	40.84±4.61a	35.24±6.70b	36.60±5.93b	38.37±4.92a

ตาราง 5.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาดทั้งหมดและปริมาณน้ำตาดรีดิวซิงของเนื้อล้นจ๊อบ
แห่งแบบบอสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณน้ำตาดทั้งหมด (%)			ปริมาณน้ำตาดรีดิวซิง (%)		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
0	49.02±1.28b	49.02±1.28b	49.02±1.28ab	47.00±1.00bc	47.00±1.00b	47.00±1.00b
2	55.87±2.12a	55.46±0.28a	49.12±0.39ab	55.60±2.43a	53.17±1.01a	48.17±1.88ab
4	52.65±0.71ab	52.2±0.09b	46.45±0.49bc	45.09±1.12c	50.27±0.39b	44.53±0.74b
6	56.21±1.13a	50.75±1.06b	43.76±1.02c	53.84±0.69a	47.83±1.20b	39.89±1.26c
7	56.63±1.12a	50.72±0.57b	52.57±0.79a	53.38±1.34a	48.01±0.79b	47.04±1.17b
8	55.91±1.56a	51.11±1.62b	51.67±2.30a	51.25±1.18ab	49.18±0.97b	51.67±1.10a
ค่าเฉลี่ย 8 เดือน	54.33±2.96a	51.54±2.17ab	48.77±3.27b	51.03±4.14a	49.25±2.23ab	46.39±3.93b

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 ,
ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 5.42 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ครบ 12 เดือน

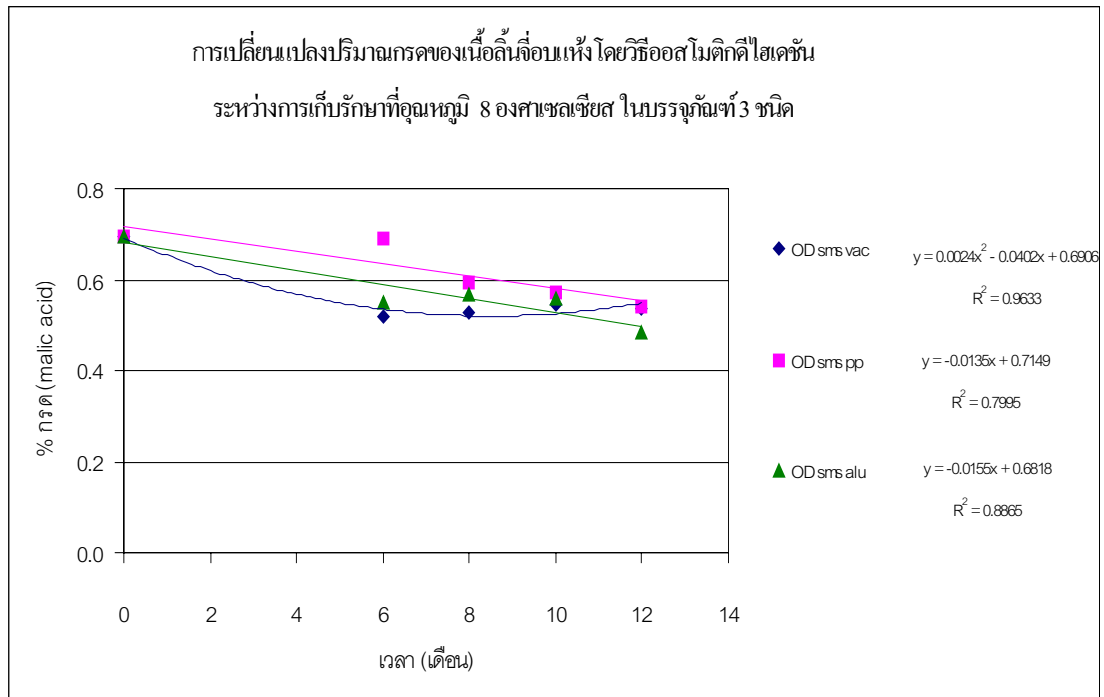
ชนิดของถุง	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
ถุง VAC	10.28±0.92NS	8.33±.85NS	10.09±1.12NS	9.40±1.03NS	8.99±1.02b	9.60±0.93b
ถุง PP	10.57±0.84NS	8.21±0.96NS	9.80±1.22NS	9.71±1.27NS	9.42±0.99a	10.26±1.16a
ถุง AL	10.30±1.10NS	8.68±0.86NS	9.86±1.28NS	8.56±1.15NS	9.51±1.13a	10.16±1.13a

ตาราง 5.43 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

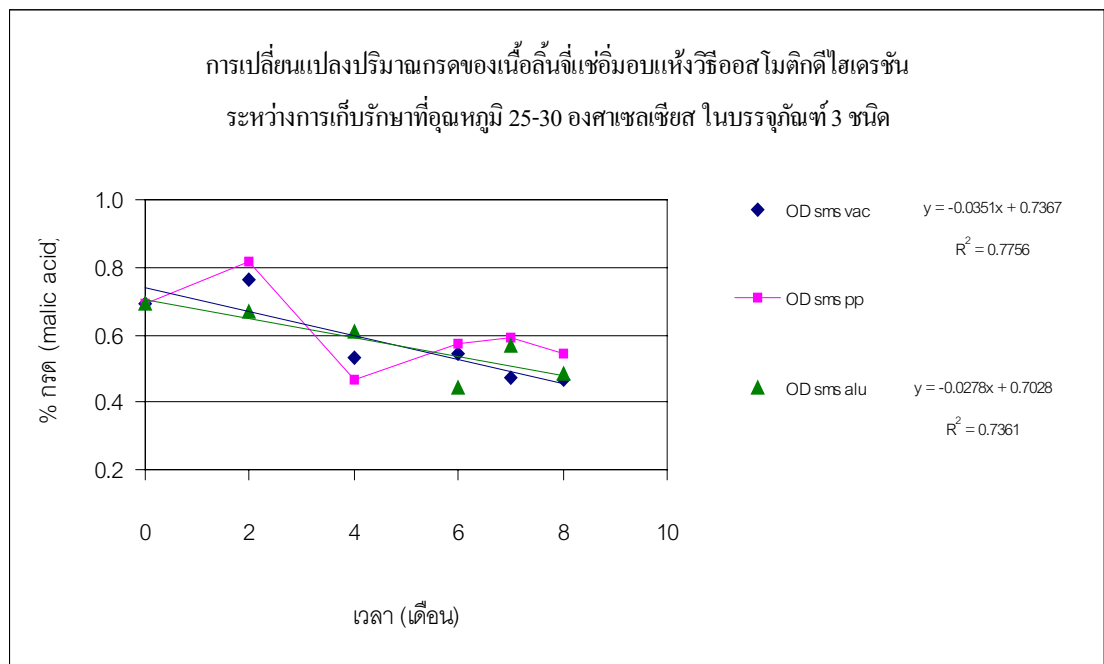
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อสี			คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่น		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	9.20±1.40NS	9.31±1.33NS	9.59±1.48NS	7.51±1.25ab	7.26±1.69b	8.06±1.77a
8	8.4±0.85b	8.14±0.98b	8.90±1.02a	7.25±1.18b	7.03±1.01b	7.69±0.82a
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อรสหวาน			คะแนนความพอใจที่มีต่อรสเปรี้ยว		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	8.73±1.11NS	8.45±1.22 NS	8.87±1.28 NS	8.48±1.12 NS	8.59±1.60 NS	8.34±1.31NS
8	8.69±1.33 NS	8.90±1.22 NS	8.51±1.20 NS	7.75±1.00 NS	8.02±1.44 NS	8.18±1.24NS
ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อเนื้อสัมผัส			คะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวม		
	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL	ถุง VAC	ถุง PP	ถุง AL
7	7.66±1.68b	8.88±1.44a	8.87±1.02a	8.69±0.78b	9.46±0.96a	9.37±1.14a
8	7.53±0.98b	8.57±1.29a	8.71±1.07a	7.69±0.87b	8.37±0.90a	8.50±0.96a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่กำกับในแต่ละคอลัมน์ (แนวตั้ง) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
2. ตัวอักษรที่กำกับค่าเฉลี่ยในแนวนอน (แต่ละคุณลักษณะ) ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
3. NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
4. ถุง VAC = ถุงสุญญากาศ, ถุง PP = ถุงโพลีโพรพิลีน + สารดูดความชื้น + สารดูด O_2 ,
ถุง AL = ถุงอะลูมิเนียม
5. ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

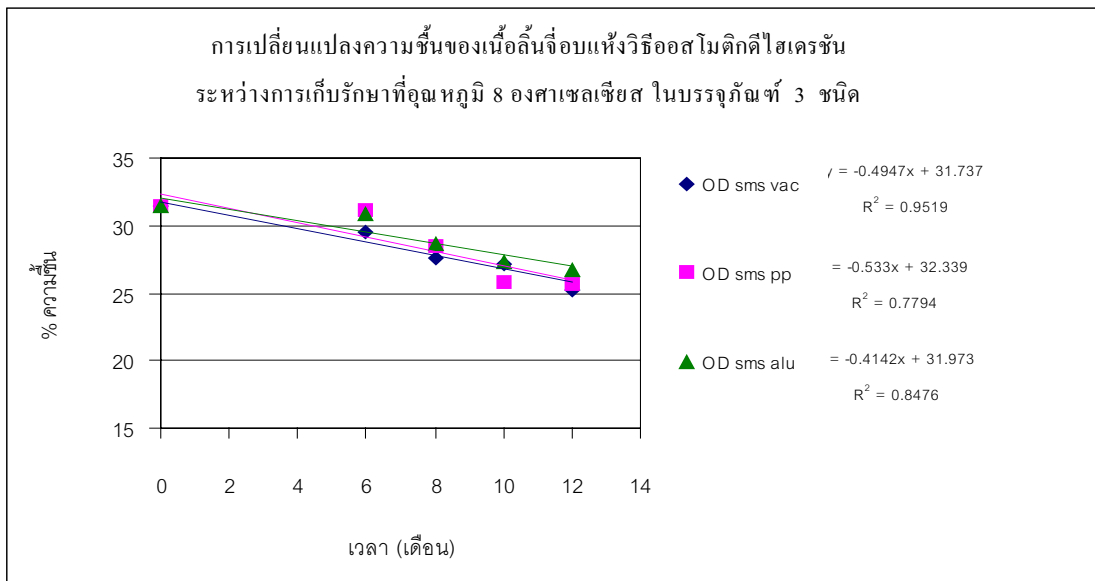


รูป 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อมันจืดอบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

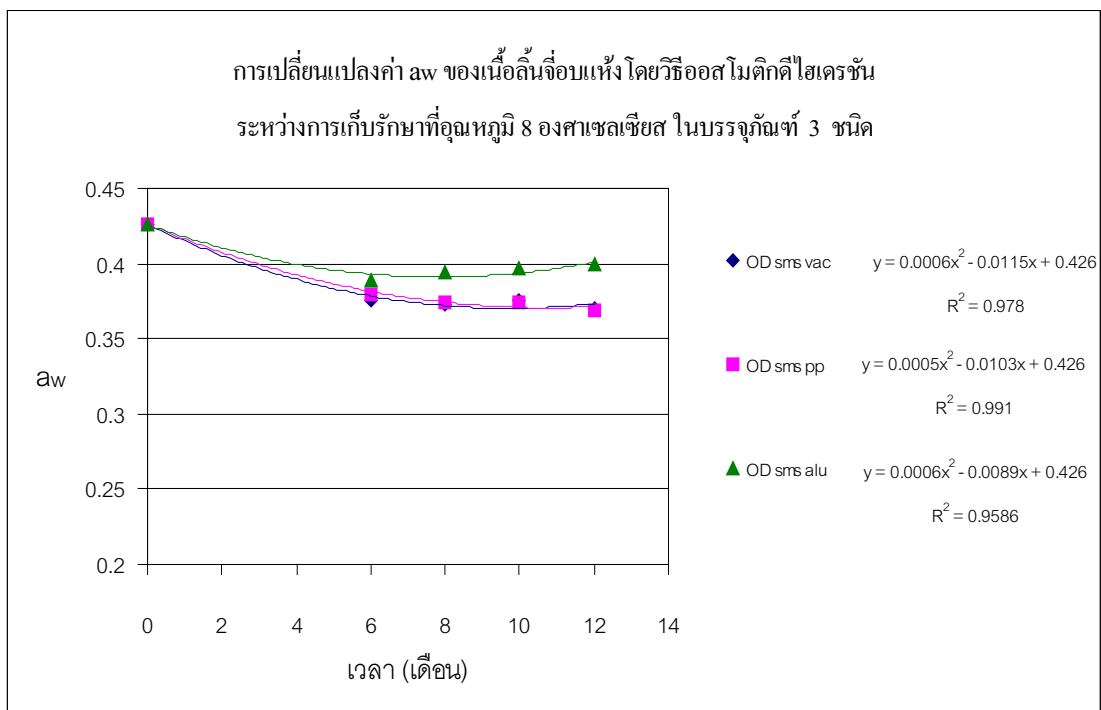


รูป 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อมันจืดอบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

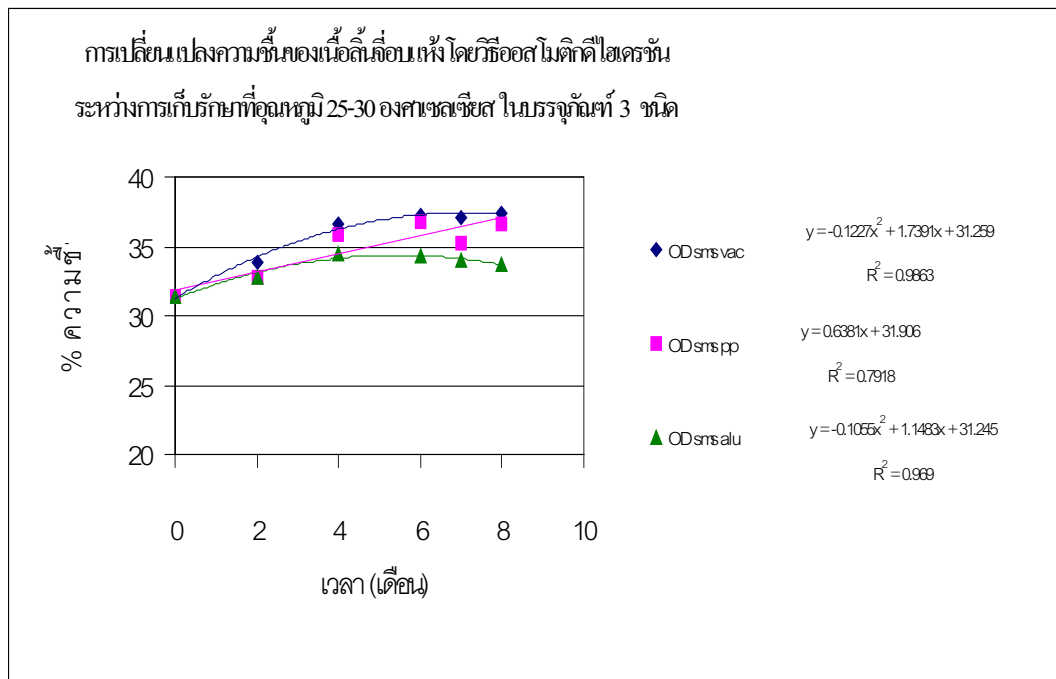
หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



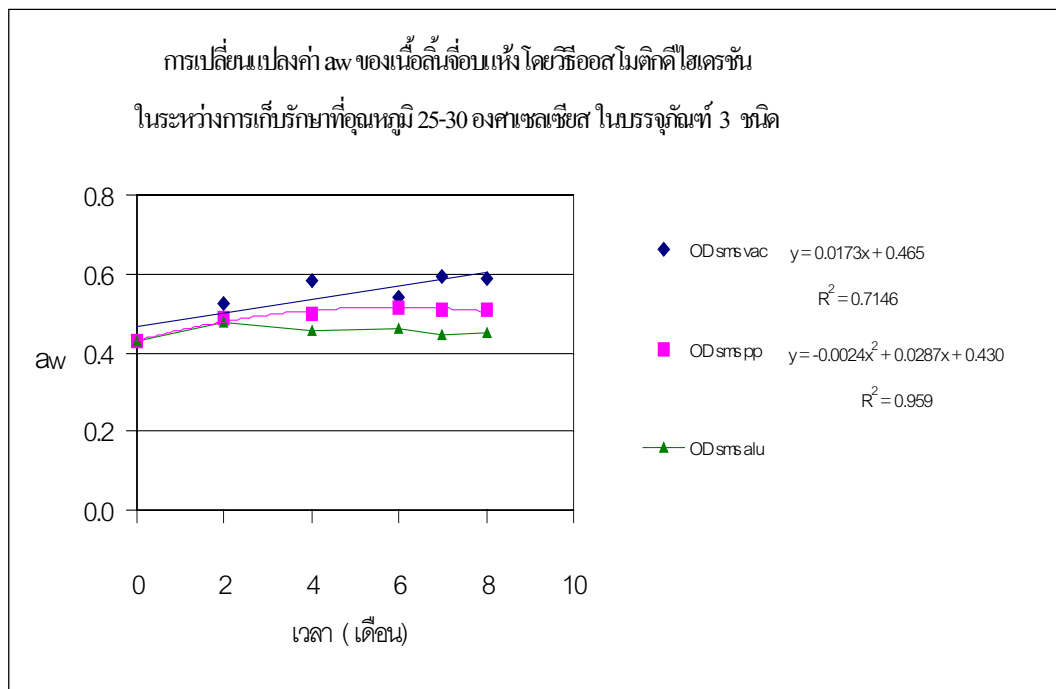
รูป 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อมันจืดแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด



รูป 5.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อมันจืดแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

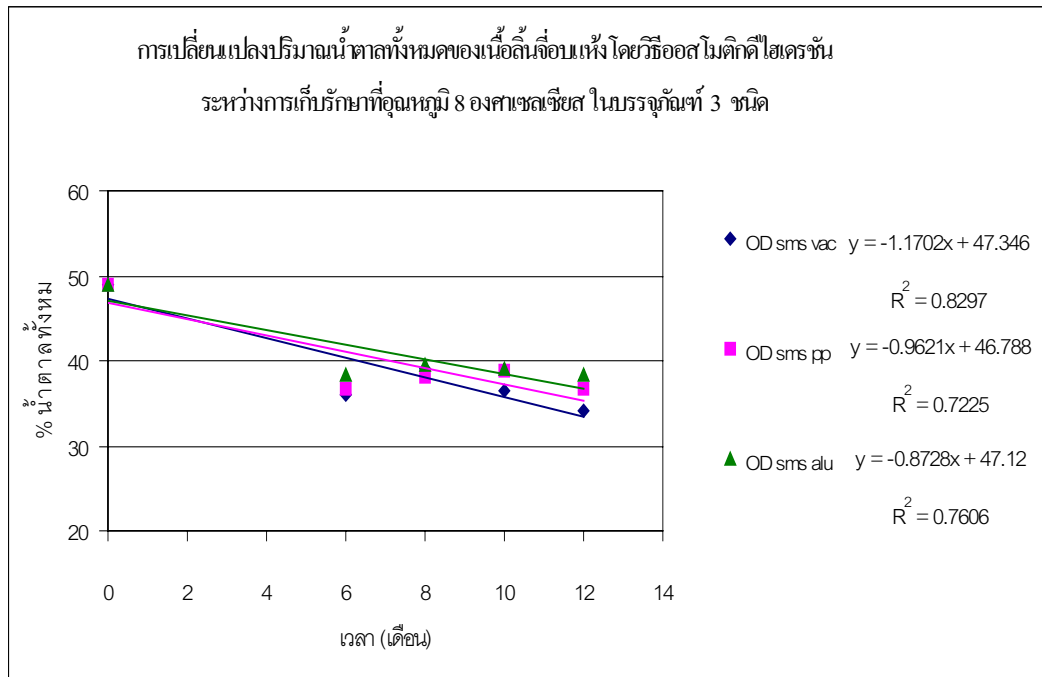


รูป 5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

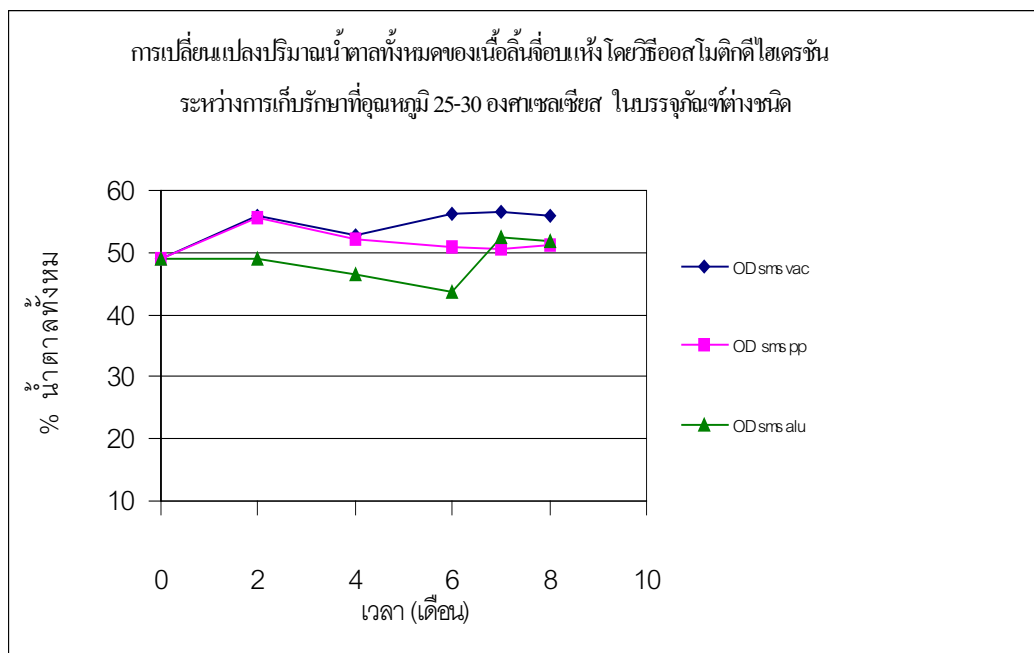


รูป 5.27 ความสัมพันธ์ระหว่าง a_w กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่อบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

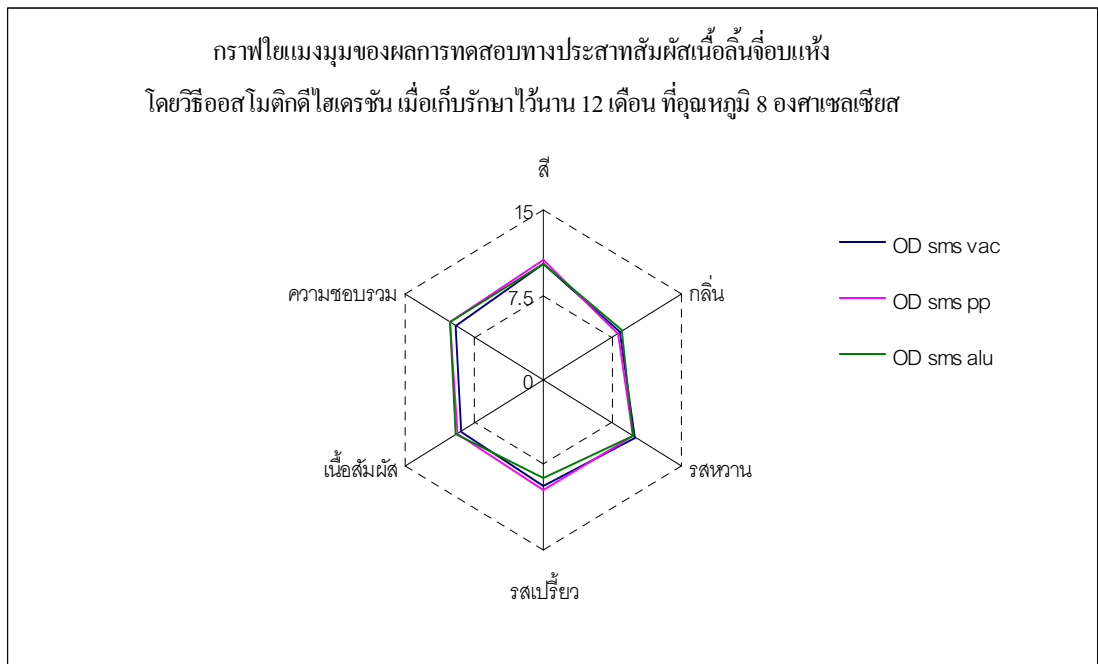
หมายเหตุ : ค่า R^2 ที่คำนวณได้ที่มีค่าต่ำกว่า 0.7000 จะไม่แสดงสมการ



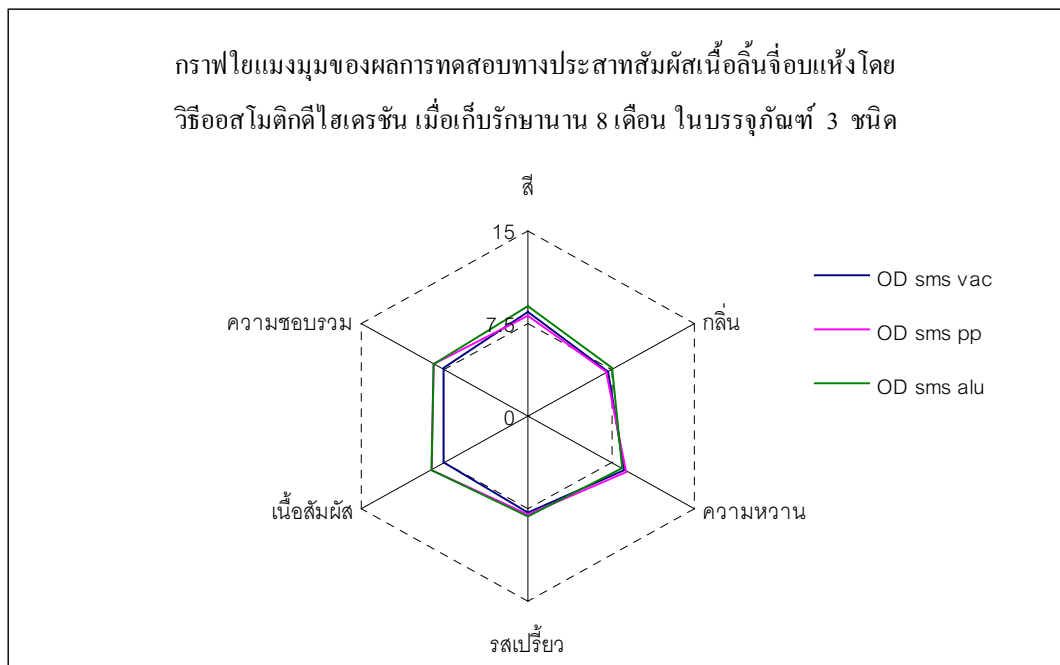
รูป 5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อล้นจ๊อบแห้ง
โดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด



รูป 5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลทั้งหมด กับระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อล้นจ๊อบแห้ง
โดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด



รูป 5.30 เค้าโครงใยแมงมุมของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด อายุการเก็บรักษานาน 12 เดือนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส



รูป 5.31 เค้าโครงใยแมงมุมของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 8 เดือน

5.15 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งและเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษา จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยไม่ว่าจะเป็นค่าปริมาณความชื้น และค่า a_w ซึ่งค่าที่วิเคราะห์ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาพิจารณาจะเห็นได้ว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ลดลงตามอายุการเก็บรักษา แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับยกเว้นกลิ่นที่ได้รับคะแนนความพอใจต่ำกว่าปัจจัยอื่น โดยเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.12 และที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.93 ขณะที่คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเริ่มต้น = 8.63 ± 1.42 สำหรับเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 เดือน มีคะแนนความพอใจเท่ากับ 7.69 ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน เท่ากับ 8.68 ขณะที่คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งเริ่มต้น = 9.167 ± 1.120 ดังนั้นอายุการเก็บของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งในถุงอะลูมิเนียม ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสได้ต่ำกว่า 10 เดือน ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสได้นาน 12 เดือน

อายุการเก็บรักษาของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสได้นาน 12 เดือนขึ้นไป และที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสได้นาน 8 เดือน

บทที่ 6

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษาเนื้อลันจีตีปนบรรจุกระป๋องและอายุการเก็บรักษา

6.1 ผลการศึกษาเพื่อหาขนาดของชั้นเนื้อลันจี

6.1.1 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลลันจีต่อคุณภาพของเนื้อลันจีสายพันธุ์สงฮวย

จากผลการทดลองในตาราง 6.1 พบว่าคุณภาพของลันจีสายพันธุ์สงฮวยมีความแปรผันค่อนข้างมาก ทั้งนี้ในช่วงต้นฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตลันจีมีพีเอชต่ำ แต่ในช่วงปลายฤดูการเก็บเกี่ยวพีเอชในเนื้อลันจีมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการปรับพีเอชให้ลดลง เพื่อลดปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ จึงจำเป็นต้องใช้กรดซิตริกในปริมาณที่มากกว่าเดิม เพราะลันจีในช่วงปลายฤดู ส่วนใหญ่ลันจีที่เก็บเกี่ยวจะแก่จัด ดังนั้นปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลันจีจึงลดลง สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช อย่างไรก็ตามลันจีเป็นผลไม้ที่มีความผันแปรค่อนข้างสูง ดังนั้นสมบัติทางกายภาพและเคมีของเนื้อลันจีจึงเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

ตาราง 6.1 ผลการวิเคราะห์พีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลันจีสดสายพันธุ์สงฮวย

วันทำการทดลอง	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดมาลิก)
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

6.1.2 ผลการศึกษาเพื่อหาขนาดของชั้นเนื้อลันจี

การทดลองนี้ต้องการทราบขนาดของชั้นเนื้อลันจีตีปนที่กลุ่มลูกค้าเป้าหมายจะนำไปใช้เป็นส่วนผสมหรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยทั่วไปการลดขนาดของวัตถุดิบในโรงงานนิยมใช้เครื่อง crusher แต่เนื่องจากความไม่พร้อมทางด้านเครื่องมือ ดังนั้นการทดลองนี้จึงใช้เครื่องปั่น (blender) แทน โดยแปรผันเวลาที่ใช้ตีปนลันจีเป็น 5, 10, 15 และ 20 วินาที ได้ผลการทดลองดังตาราง 6. 2-6.4 และ รูป 6.1

6.1.2.1 ผลการศึกษาขนาดของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปน

6.1.2.1.1 สมบัติทางกายภาพของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปน

ขนาดของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปน : เมื่อนำเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ที่ได้จากการตีปนที่ระยะเวลาต่างๆ มาร่อนผ่านตะแกรงเพื่อหาขนาดของชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ ได้ผลดังตาราง 6.2 พบว่าการแปรผันเวลาที่ใช้ตีปน ทำให้สัดส่วนของชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่แต่ละขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเวลาการตีปนเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ที่สั้นที่สุดคือ 5 วินาที ให้ชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร มากที่สุด และเมื่อเพิ่มเวลาการตีปนเป็น 20 วินาที พบว่าชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ขนาด 0.8-1.7 มิลลิเมตร มีปริมาณมากที่สุด โดยชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ขนาดดังกล่าวเป็นชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงสรุปได้ว่าขนาดของชิ้นเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่แปรผันโดยตรงกับเวลาที่ใช้ตีปนเพราะการเพิ่มเวลาการตีปนทำให้เนื้องอกเนื้อลิ้นจี่มีขนาดเล็กกว่า 0.80 มิลลิเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างภายในเซลล์ของผลไม้มีน้ำเป็นส่วนประกอบมากถึง 80-90% เพื่อช่วยให้เซลล์เกิดแรงตึง (Bemiller และ Whistler, 1996) ดังนั้นเมื่อเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ถูกตีปนเซลล์เกิดการแตกหักทำให้น้ำภายในเซลล์ไหลออกมาสู่ข้างนอก

ค่าสีของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปน : ผลการวัดสีของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปน แสดงดังตาราง 6.3 ซึ่งพบว่าการเพิ่มเวลาที่ใช้ตีปนทำให้ค่าสี L ของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าสี a^* และค่าสี b^* ทั้งนี้การตีปนเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ทำให้ค่าสี L มีค่าอยู่ในช่วง 58.02-60.09 เมื่อพิจารณาค่าสี L ตามระยะเวลาที่ใช้ตีปน พบว่าค่าสี L ที่ใช้เวลาตีปน 5 และ 10 วินาที มีค่าสูงกว่าค่าสี L ที่ใช้เวลาตีปน 15 วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาการตีปนทำให้ค่าสี L มีแนวโน้มลดลงสอดคล้องกับเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ขนาดเล็กที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี a^* มีค่าอยู่ในช่วง 0.71-0.79 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ตีปน เพราะการลดอนุภาคเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปนให้มีขนาดเล็กลงทำให้ค่าสี a^* เพิ่มขึ้น แต่ค่าสี b^* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยทั้งนี้ค่าสี b^* มีค่าอยู่ในช่วง 7.14-7.48 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ตีปนเกิดขึ้นในขั้นตอนการตีปนเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่ เพราะในระหว่างการตีปนเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่มีโอกาสสัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้น เอนไซม์ต่างๆ เช่น โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ในเนื้องอกเนื้อลิ้นจี่จึงทำงานได้ดีเป็นผลให้ค่าสี a^* และค่าสี b^* เปลี่ยนไป (Fellow, 1993)

ตาราง 6.2 ขนาดของเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนตามระยะเวลาการตีปน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

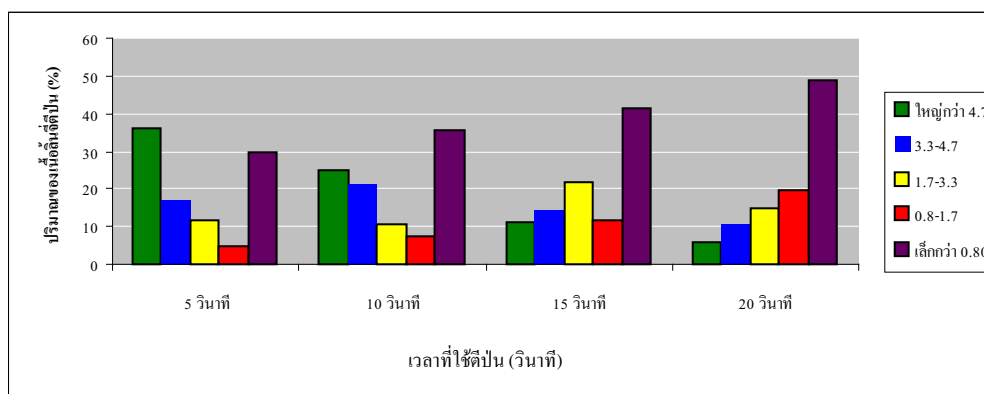
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.3 สมบัติทางด้านค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนที่แปรผันตามเวลาที่ใช้ตีปน

เวลาที่ใช้ตีปนเนื้อลิ้นจี่ (วินาที)	L	a*	b*
5	59.73±0.40 ^a	0.72±0.13	7.48±0.53
10	60.09±0.46 ^a	0.71±0.25	7.28±0.12
15	58.02±0.78 ^b	0.77±0.07	7.30±0.06
20	58.92±0.27 ^{ab}	0.79±0.06	7.14±0.40

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)



รูป 6.1 ปริมาณของเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนแต่ละขนาดตามระยะเวลาที่ใช้ตีปน

6.1.2.1.2 ส่วนประกอบทางเคมี

ปริมาณกรดทั้งหมดและค่าพีเอช : จากตาราง 6.4 พบว่าการแปรผันเวลาที่ใช้ตีปั่นเนื้อลั่นจี้มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) และค่าพีเอช (pH) น้อยมาก ดังนั้นค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดจึงมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยที่ค่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 4.14-4.18 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) มีค่าอยู่ในช่วง 0.42-0.45%

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ : จากตาราง 6.4 พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid) มีปริมาณใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มเวลาที่ใช้ตีปั่น และมีปริมาณอยู่ในช่วง 13.8-14.0 %

ตาราง 6.4 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลั่นจี้ที่แปรผันตามเวลาที่ใช้ตีปั่น

เวลาที่ใช้ตีปั่นเนื้อลั่นจี้ (วินาที)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)
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 ($p\leq 0.05$)

6.1.2.1.3 ผลการสอบถามความต้องการของผู้ประกอบการทางอุตสาหกรรมอาหาร

ผลการสำรวจของผู้ประกอบการทั้งหมด 20 บริษัท (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก ข) เพื่อสอบถามขนาดของเนื้อลั่นจี้ตีปั่นที่ต้องการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น การนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ แยม โยเกิร์ต น้ำผลไม้ ไอศกรีม และท็อปปิ้งราดไอศกรีม ได้ผลดังตาราง 6.5

ตาราง 6.5 ผลการตอบแบบสอบถามขนาดเนื้อลื่นจีตีป็น

ขนาดของเนื้อลื่นจีตีป็น (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

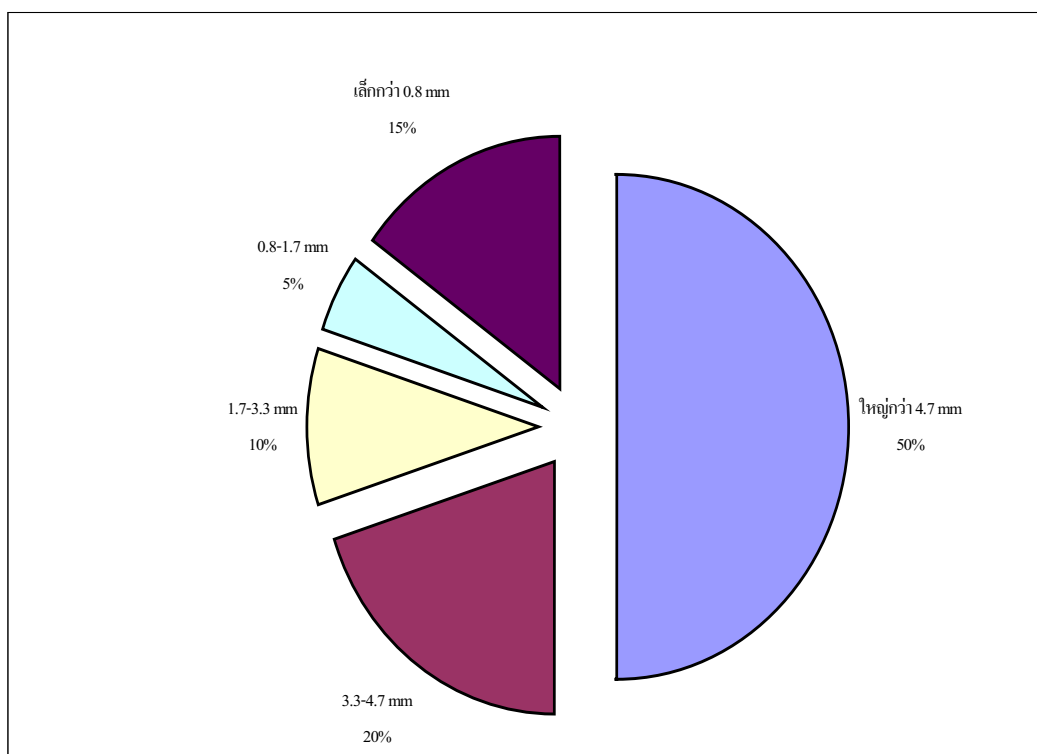
จากตาราง 6.5 แสดงผลจากการตอบแบบสอบถามของลูกค้าต่อความต้องการขนาดของลื่นจีที่มีความเหมาะสมสำหรับทำเป็นผลิตภัณฑ์พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ ต้องการลื่นจีที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร รองลงต้องการลื่นจีที่มีขนาด 3.3-4.7 มิลลิเมตร

6.1.2.2 ผลการศึกษาขนาดของเนื้อลื่นจีชิ้นแตก

จากการสุ่มวัดขนาดของเนื้อลื่นจีชิ้นแตกโดยการแบ่งออกเป็น 5 ขนาดได้แก่ ลื่นจีที่มีขนาดเศษสามส่วนสี่ ครึ่งผล เศษหนึ่งส่วนสาม เศษหนึ่งส่วนสี่ และเล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ ได้ผลดังตาราง 6.6 และรูป 6.2 ซึ่งพบว่าลื่นจีขนาดเศษหนึ่งส่วนสี่ มีสัดส่วนมากที่สุดถึง 52.8% รองลงมาคือ ขนาดที่เล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนสี่ 22.7% ทั้งนี้ขนาดของลื่นจีที่บรรจุกระป๋องเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนซึ่งอยู่ในการทดลองตอนที่ 3

ตาราง 6.6 ขนาดของเนื้อลื่นจีชิ้นแตกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

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



รูป 6.2 สัดส่วนของเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกขนาดต่างๆ

สรุปผลการทดลองตอนที่ 1

ผลจากการตอบแบบสอบถามของผู้ประกอบการต่อความต้องการขนาดชิ้นเนื้อลิ้นจี่ ตีปนพบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความต้องการเนื้อลิ้นจี่ตีปนที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร เมื่อนำลิ้นจี่ที่ได้จากการแปรผันระยะเวลาการตีปนไปร่อนผ่านตะแกรง เพื่อหาขนาด พบว่าเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนนาน 5 วินาที มีสัดส่วนของชิ้นลิ้นจี่ขนาดดังกล่าวมากที่สุด และเมื่อพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมี พบว่าไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง ยกเว้นค่าสี L ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนนาน 10 วินาที ให้ความสว่างสูงสุด แต่ค่าสี L ที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากเนื้อลิ้นจี่ที่ตีปนนาน 5 วินาที ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลา 5 วินาทีเป็นความเร็ว liquify ในการตีปนเนื้อลิ้นจี่สำหรับการทำเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องในการทดลองตอนที่ 3 เพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อน อีกทั้งถ้าคำนึงในแง่ของเศรษฐศาสตร์การเลือกใช้ระยะเวลาที่สั้นที่สุดถือว่าเป็นการประหยัดเวลาและพลังงาน สำหรับขนาดของเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกที่ได้จากการสับตัวอย่างนั้น พบว่าชิ้นเนื้อลิ้นจี่ส่วนใหญ่มีขนาดเศษหนึ่งส่วนสี่ของผล และมีขนาดอื่นๆ ปะปนมาบ้าง อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในขั้นตอนการฉีกเนื้อลิ้นจี่

6.2 ผลการศึกษาเพื่อหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับพีเอชโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการเกิดสีชมพู (pink discolouration) ของเนื้อลิ้นจี่ภายหลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ แต่ในกระบวนการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์การกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อเป็น 100 องศาเซลเซียส ต้องใช้กรดเพื่อปรับพีเอชให้ต่ำกว่า 4.5 (Holdsworth, 1997) ดังนั้นการทดลองนี้ จึงต้องการศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมต่อการปรับพีเอช โดยให้เกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด

6.2.1 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น

ค่าสีของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น : จากตาราง 6.8 พบว่าค่าสี L ของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมีค่าลดลงจากก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก (ดังรูป 6.3) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่าค่าสี L มีค่าลดลงตามปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสี a^* และค่าสี b^* ภายหลังจากการฆ่าเชื้อมีค่ามากกว่าก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังรูป 6.4 และ 6.5 โดยค่าสี a^* และค่าสี b^* มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรูป 6.6 ที่พบว่าพีเอชที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสี a^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการเปรียบเทียบระหว่างเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่ไม่เติมกรดซิตริกทั้งก่อนและภายหลังจากการฆ่าเชื้อ พบว่าเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นหลังการฆ่าเชื้อมีค่าสี L ต่ำกว่าแต่มีค่าสี a^* และค่าสี b^* มากกว่าก่อนการฆ่าเชื้อ แสดงว่าความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลต่อการเกิด pink discolouration ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu (1970) ที่ยืนยันว่าอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อและพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาไปสู่กระบวนการเกิด pink discolouration เพราะการเกิด pink discolouration ของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่จะเกิดขึ้นเมื่อลิ้นจี่ได้รับความร้อนและอยู่ในสภาวะที่เป็นกรด เช่นเดียวกับ von Elbe และ Schwartz (1996) ที่พบว่า การเพิ่มปริมาณกรดเร่งการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ค่าสี a^* และค่าสี b^* เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาที่ความร้อนรวมตัวกับออกซิเจนเข้าทำลายพันธะกลัยโคไซด์ทำให้ปริมาณสีแอนโทไซยานินลดลงและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสีเหลือง หรือน้ำตาลแทน

ตาราง 6.7 ผลการเปรียบเทียบค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อลิ้นจี่ตีปน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

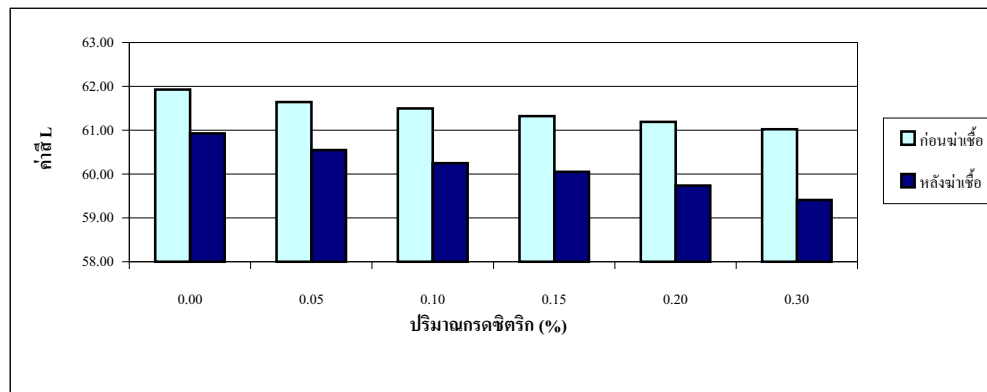
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.8 ค่าความหนืดของเนื้อลิ้นจี่ตีปนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

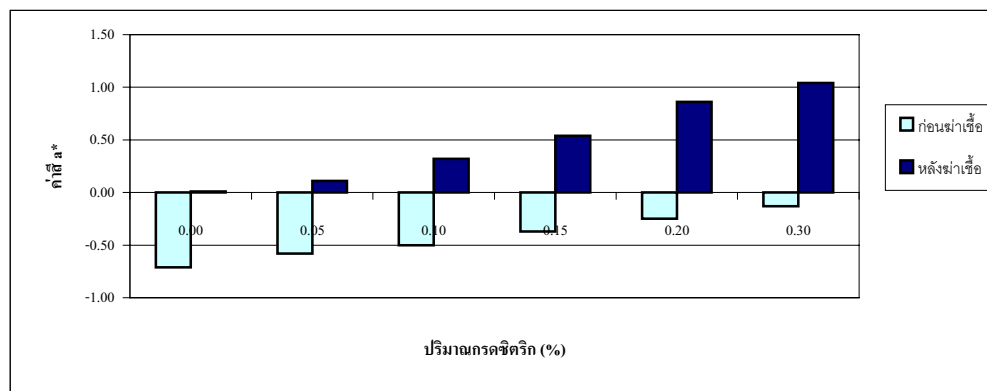
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
0.00	455.0±2.83 ^a
0.05	570.0±2.83 ^b
0.10	602.0±8.49 ^c
0.15	760.0±11.31 ^d
0.20	876.0±5.70 ^e
0.30	966.0±2.83 ^f

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

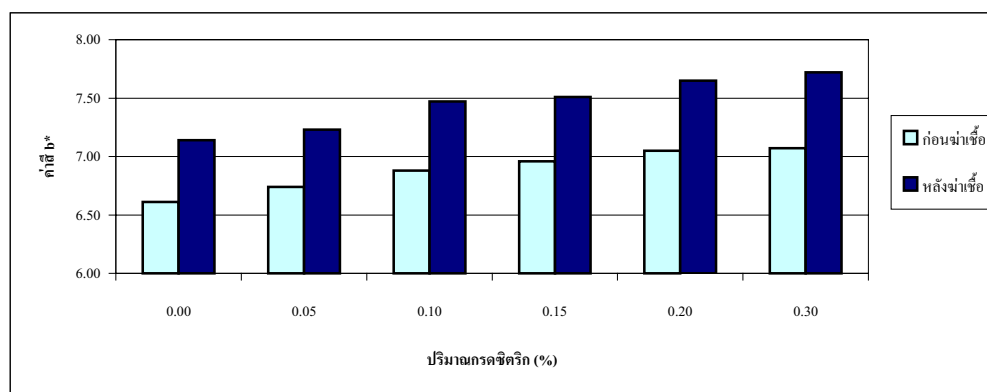
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)



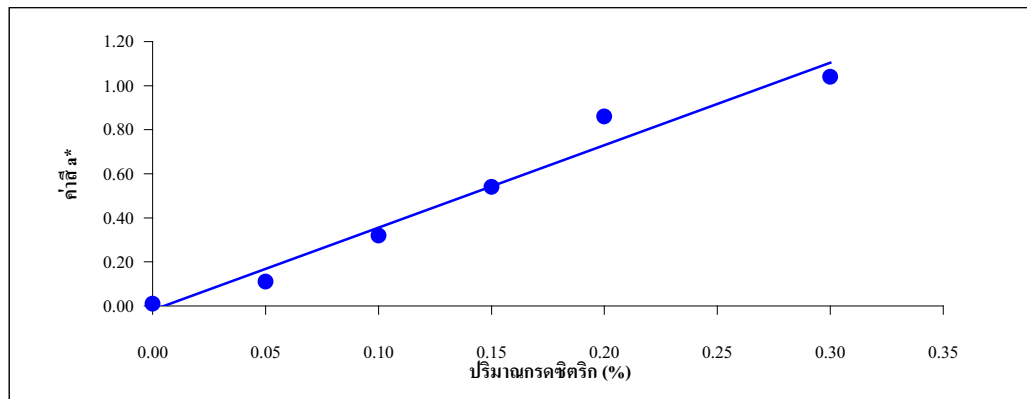
รูป 6.3 การเปรียบเทียบค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



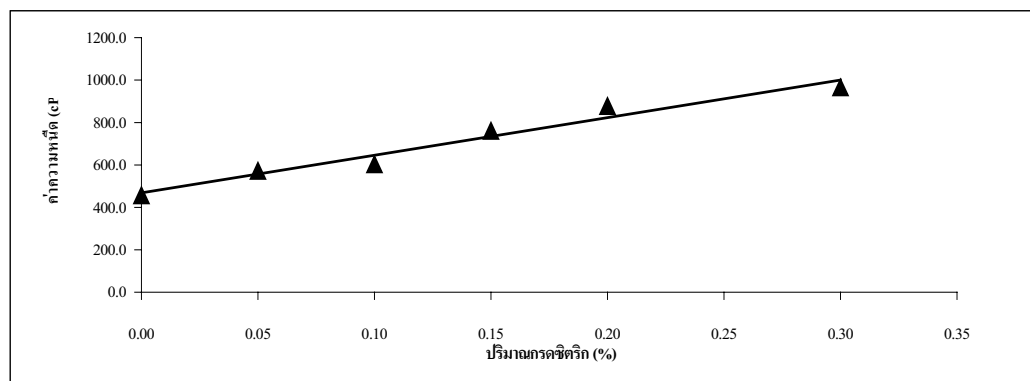
รูป 6.4 การเปรียบเทียบค่าสี a* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



รูป 6.5 การเปรียบเทียบค่าสี b* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



รูป 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี a^* ภายหลังการนำเชื้กับค่าพีเอชและปริมาณกรดซิตริกที่เติมในเนื้อล้นจีตูปน



รูป 6.7 ค่าความหนืดที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อล้นจีตูปน

ค่าความหนืด : ผลวิเคราะห์ความหนืดของเนื้อล้นจีตูปน ได้ผลดังตาราง 6.8 ซึ่งพบว่า การเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื้อล้นจีตูปนที่ไม่เติมกรดซิตริก มีความหนืดเท่ากับ 455.0 เซนติพอยส์ (cP) และเมื่อเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.30% ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 966.0 เซนติพอยส์ อันเนื่องมาจากความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์มีส่วนช่วยในการย่อยอนุภาคของล้นจีให้มีขนาดเล็กลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย โดยเฉพาะในเนื้อล้นจีที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลและแป้งหลายชนิด เมื่อแป้งซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ถูกกรดย่อยสลายให้มีขนาดเล็กลง กลายเป็นน้ำตาลโดยที่น้ำตาลมีคุณสมบัติเป็นสารที่มีความข้นหนืด ทำให้ความหนืดของล้นจีตูปนมีค่าเพิ่มขึ้น (Bemiller และ Whistler, 1996) เช่น การเติมกรดซิตริก 0.30% ในล้นจีตูปน ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับล้นจีที่ไม่เติมกรดซิตริก

6.2.2 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น

ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด : จากตาราง 6.9 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมเช่นเดียวกับค่าพีเอชที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังรูป 6.8 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ทั้งนี้เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่ไม่มีการเติมกรดซิตริกมีพีเอชเท่ากับ 4.09 มีปริมาณกรดทั้งหมด เท่ากับ 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 ในลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาล : จากตาราง 6.9 และรูป 6.9 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก จึงไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้น้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง ดังรูป 6.9 ทั้งนี้ในสภาวะที่เป็นกรด คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปน้ำตาลโมเลกุลคู่ (ซูโครส) ถูกไฮโดรไลซ์ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Bemiller และ Whistler, 1996) ทำให้น้ำตาลซูโครสลดลง ขณะเดียวกันน้ำตาลรีดิวซิงและน้ำตาลทั้งหมดก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองพบว่าการเติมกรดซิตริก 0.05% จะทำให้น้ำตาลซูโครสลดลงเท่ากับ 0.8 เท่า จากลิ้นจี่ที่ไม่เติมกรดซิตริก

ตาราง 6.9 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนเปื้อนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

ปริมาณกรดซิตริก (%)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดทั้งหมด)
0.00	4.09±0.01 ^c	0.38±0.00 ^d
0.05	4.04±0.01 ^d	0.40±0.02 ^{cd}
0.10	3.95±0.00 ^{cd}	0.45±0.00 ^{bcd}
0.15	3.87±0.02 ^c	0.47±0.07 ^{bc}
0.20	3.79±0.04 ^b	0.52±0.00 ^b
0.30	3.68±0.05 ^a	0.64±0.03 ^a

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

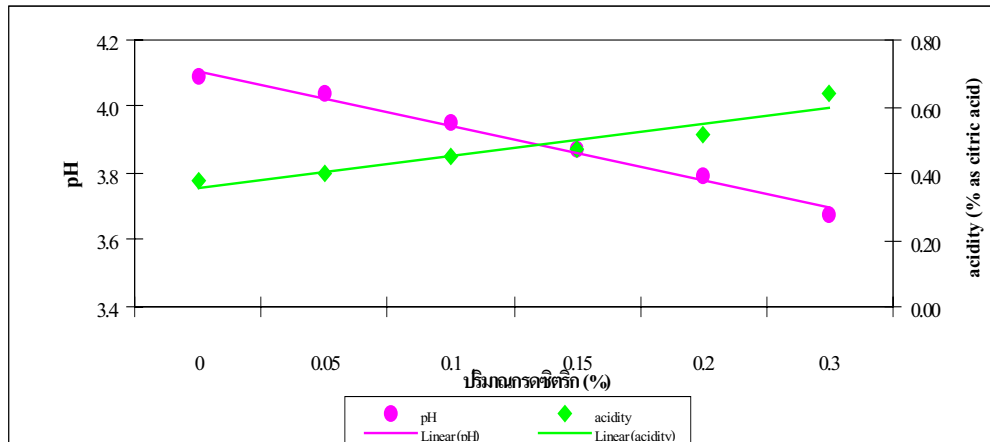
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.9 (ต่อ) ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนเปื้อนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

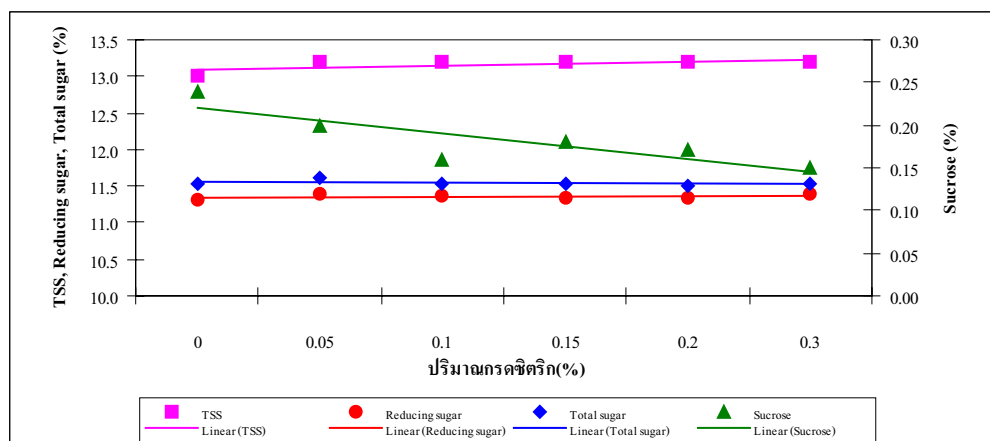
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ปริมาณของแข็ง ทั้งหมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาลรีดิวซิง (%)	ซูโครส (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)
0.00	13.00±0.14	11.30±0.12	0.24±0.01	11.54±0.13
0.05	13.20±0.07	11.40±0.14	0.20±0.05	11.60±0.19
0.10	13.20±0.00	11.37±0.12	0.16±0.01	11.53±0.11
0.15	13.20±0.00	11.35±0.08	0.18±0.03	11.53±0.11
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 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดในเนยถั่วถั่วลิสง



รูป 6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลทั้งหมดในเนยถั่วถั่วลิสง

สรุปผลการทดลองตอนที่ 2

จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก มีผลเร่งการเกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลีนจี โดยที่กลไกของปฏิกิริยาเกิดเนื่องจากรงควัตถุ 2 ชนิด ที่มีในเนื้อลีนจี คือ แคทีชิน และลิวโคแอนโทไซยานิน ซึ่งเดิมมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีสี แต่เมื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในสถานะที่เป็นกรด รงควัตถุทั้ง 2 ชนิดนี้จะถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสี สำหรับรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์ฝรั่งบรรจุกระป๋อง ได้แก่ ลิวโคไซยานินและลิวโคดีฟีนิดิน ซึ่งหากพบว่าเกิดขึ้นแสดงว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ (Nath และ Ranganna, 1983b) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก จึงเป็นการเพิ่มความเป็นกรดให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีชมพูมากขึ้น เช่นเดียวกับ Venkatasubbaiah และ Mathew (1970) ที่พบว่าเนื้อน้อยหน่าสีป็นจะเกิดสีชมพูขึ้นในสถานะที่เป็นกรด และไม่ผ่านการลวกเท่านั้น แต่ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลีนจีไม่สามารถเลี่ยงการปรับพีเอชให้ลดลงด้วยการเติมกรดได้ เพราะถ้าพีเอชของผลิตภัณฑ์สูงปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะต้องสูงขึ้น ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเลือกใช้อุณหภูมิ เวลา และปริมาณกรดที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจึงเป็นสิ่งสำคัญ

จากผลการทดลองพบว่าการเติมปริมาณกรดซิตริก 0.10% ให้พีเอชเท่ากับ 3.95 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ใกล้เคียง 4 และให้ค่าสี a^* ไม่แตกต่างจากลีนจีที่ไม่เติมกรดซิตริก ความเสี่ยงต่อการเกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์จึงมีน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.15% อย่างไรก็ตามปริมาณกรดที่เติมอาจแปรผันตามคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ อันเนื่องมาจากความแก่-อ่อนของผลลีนจีที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนดโดยพีเอชของเนื้อลีนจีไม่ควรต่ำกว่า 3.9 และไม่ควรเกิน 4.2

6.2 ผลการศึกษาเพื่อหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับพีเอชโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลีนจี

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีบรรจุกระป๋อง ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการเกิดสีชมพู (pink discolouration) ของเนื้อลีนจีภายหลังจากกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ แต่ในกระบวนการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์การกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อเป็น 100 องศาเซลเซียส ต้องใช้กรดเพื่อปรับพีเอชให้ต่ำกว่า 4.5 (Holdsworth, 1997) ดังนั้นการทดลองนี้ จึงต้องการศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมต่อการปรับพีเอช โดยให้เกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด

6.2.1 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลีนจีตีป่น

ค่าสีของเนื้อลีนจีตีป่น : จากตาราง 6.8 พบว่าค่าสี L ของเนื้อลีนจีตีป่นหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนมีค่าลดลงจากก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก (ดังรูป 6.3) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่าค่าสี L มีค่าลดลงตามปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าสี a^* และค่าสี b^* ภายหลังจากการฆ่าเชื้อมีค่ามากกว่าก่อนการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังรูป 6.4 และ 6.5 โดยค่าสี a^* และค่าสี b^* มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับรูป 6.6 ที่พบว่าพีเอชที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสี a^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการเปรียบเทียบระหว่างเนื้อลีนจีตีป่นที่ไม่เติมกรดซิตริกทั้งก่อนและภายหลังจากการฆ่าเชื้อ พบว่าเนื้อลีนจีตีป่นหลังการฆ่าเชื้อมีค่าสี L ต่ำกว่าแต่มีค่าสี a^* และค่าสี b^* มากกว่าก่อนการฆ่าเชื้อ แสดงว่าความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมีผลต่อการเกิด pink discolouration ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu (1970) ที่ยืนยันว่าอุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อและพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาไปสู่กระบวนการเกิด pink discolouration เพราะการเกิด pink discolouration ของผลิตภัณฑ์ลีนจีจะเกิดขึ้นเมื่อลีนจีได้รับความร้อนและอยู่ในสภาวะที่เป็นกรด เช่นเดียวกับ von Elbe และ Schwartz (1996) ที่พบว่า การเพิ่มปริมาณกรดเร่งการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ค่าสี a^* และค่าสี b^* เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะปฏิกิริยาที่ความร้อนรวมตัวกับออกซิเจนเข้าทำลายพันธะกลัยโคไซด์ทำให้ปริมาณสีแอนโทไซยานินลดลงและเปลี่ยนไปอยู่ในรูปสีเหลือง หรือน้ำตาลแทน

ตาราง 6.7 ผลการเปรียบเทียบค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อลิ้นจี่ตีปน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

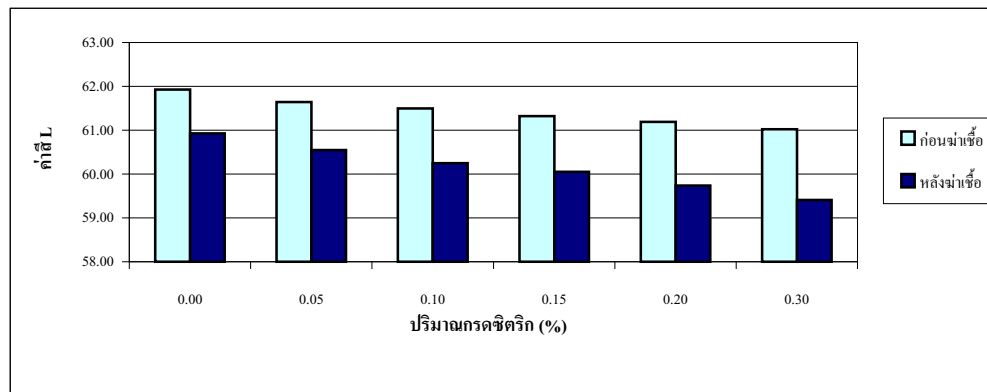
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.8 ค่าความหนืดของเนื้อลิ้นจี่ตีปนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

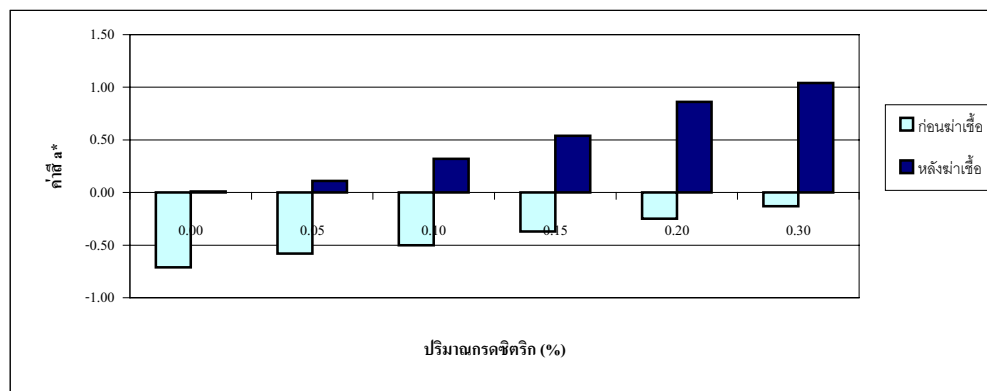
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
0.00	455.0±2.83 ^a
0.05	570.0±2.83 ^b
0.10	602.0±8.49 ^c
0.15	760.0±11.31 ^d
0.20	876.0±5.70 ^e
0.30	966.0±2.83 ^f

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

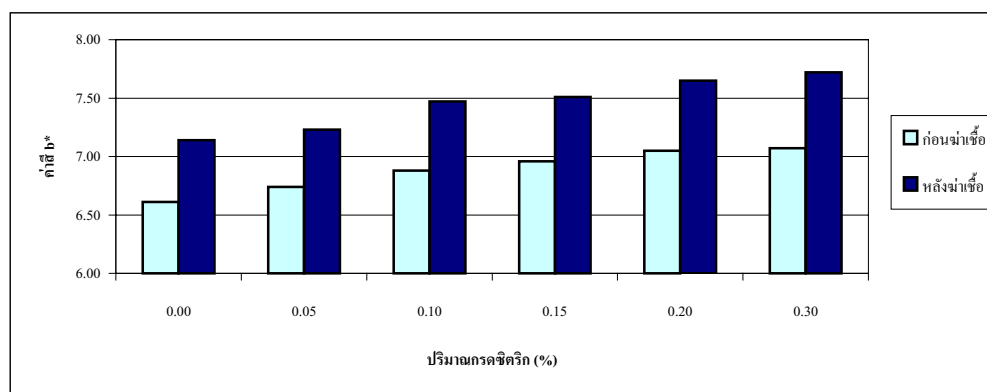
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)



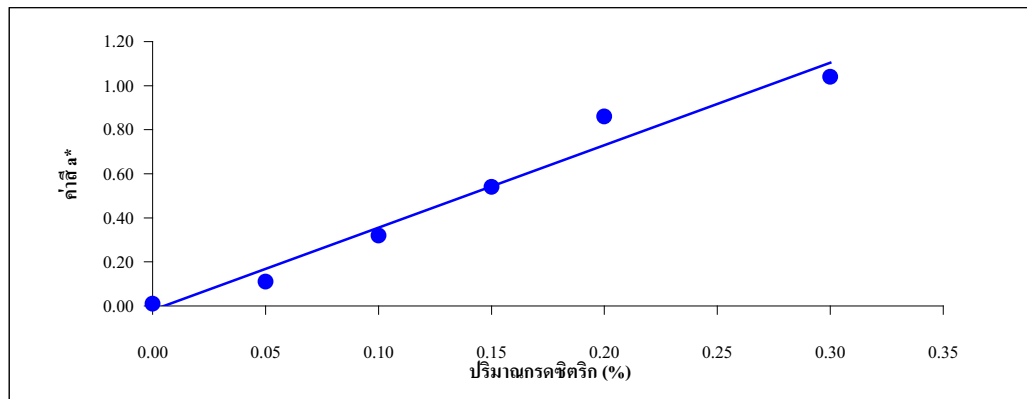
รูป 6.3 การเปรียบเทียบค่าสี L ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



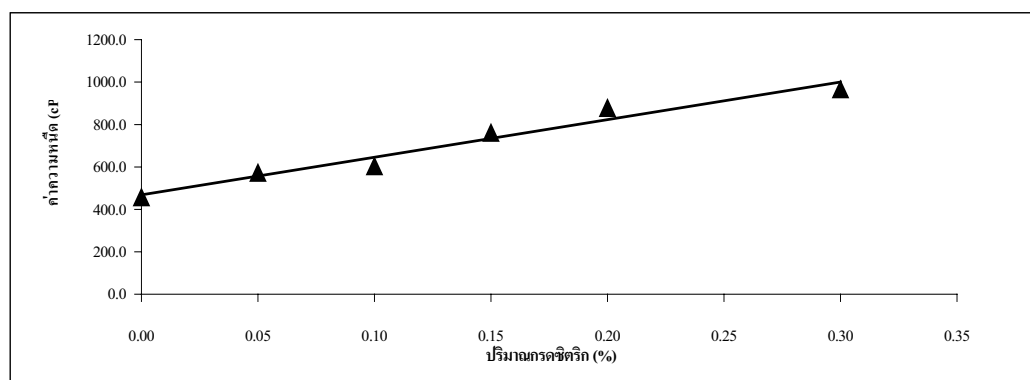
รูป 6.4 การเปรียบเทียบค่าสี a* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



รูป 6.5 การเปรียบเทียบค่าสี b* ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงในเนื้อลิ้นจี่ตีปน



รูป 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี a^* ภายหลังการฆ่าเชื้อกับค่าพีเอชและปริมาณกรดซิตริกที่เติมในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น



รูป 6.7 ค่าความหนืดที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น

ค่าความหนืด : ผลวิเคราะห์ความหนืดของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น ได้ผลดังตาราง 6.8 ซึ่งพบว่าการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่ไม่เติมกรดซิตริก มีความหนืดเท่ากับ 455.0 เซนติพอยส์ (cP) และเมื่อเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.30% ความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 966.0 เซนติพอยส์ อันเนื่องมาจากความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์มีส่วนช่วยในการย่อยอนุภาคของลิ้นจี่ให้มีขนาดเล็กลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย โดยเฉพาะในเนื้อลิ้นจี่ที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลและแป้งหลายชนิด เมื่อแป้งซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ถูกกรดย่อยสลายให้มีขนาดเล็กลง กลายเป็นน้ำตาลโดยที่น้ำตาลมีคุณสมบัติเป็นสารที่มีความข้นหนืด ทำให้ความหนืดของลิ้นจี่ตีปั่นมีค่าเพิ่มขึ้น (Bemiller และ Whistler, 1996) เช่น การเติมกรดซิตริก 0.30% ในลิ้นจี่ตีปั่น ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับลิ้นจี่ที่ไม่เติมกรดซิตริก

6.2.2 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น

ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด : จากตาราง 6.9 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามปริมาณกรดซิตริกที่เติมเช่นเดียวกับค่าพีเอชที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังรูป 6.8 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ทั้งนี้เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นที่ไม่มีการเติมกรดซิตริกมีพีเอชเท่ากับ 4.09 มีปริมาณกรดทั้งหมด เท่ากับ 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 ในลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณน้ำตาล : จากตาราง 6.9 และรูป 6.9 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับความเข้มข้นของกรดซิตริก ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก จึงไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณกรดซิตริกมีผลทำให้น้ำตาลซูโครสมีปริมาณลดลง ดังรูป 6.9 ทั้งนี้ในสภาวะที่เป็นกรด คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในรูปน้ำตาลโมเลกุลคู่ (ซูโครส) ถูกไฮโดรไลซ์ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Bemiller และ Whistler, 1996) ทำให้น้ำตาลซูโครสลดลง ขณะเดียวกันน้ำตาลรีดิวซิงและน้ำตาลทั้งหมดก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองพบว่าการเติมกรดซิตริก 0.05% จะทำให้น้ำตาลซูโครสลดลงเท่ากับ 0.8 เท่า จากลิ้นจี่ที่ไม่เติมกรดซิตริก

ตาราง 6.9 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนเปื้อนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

ปริมาณกรดซิตริก (%)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดทั้งหมด)
0.00	4.09±0.01 ^c	0.38±0.00 ^d
0.05	4.04±0.01 ^d	0.40±0.02 ^{cd}
0.10	3.95±0.00 ^{cd}	0.45±0.00 ^{bcd}
0.15	3.87±0.02 ^c	0.47±0.07 ^{bc}
0.20	3.79±0.04 ^b	0.52±0.00 ^b
0.30	3.68±0.05 ^a	0.64±0.03 ^a

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

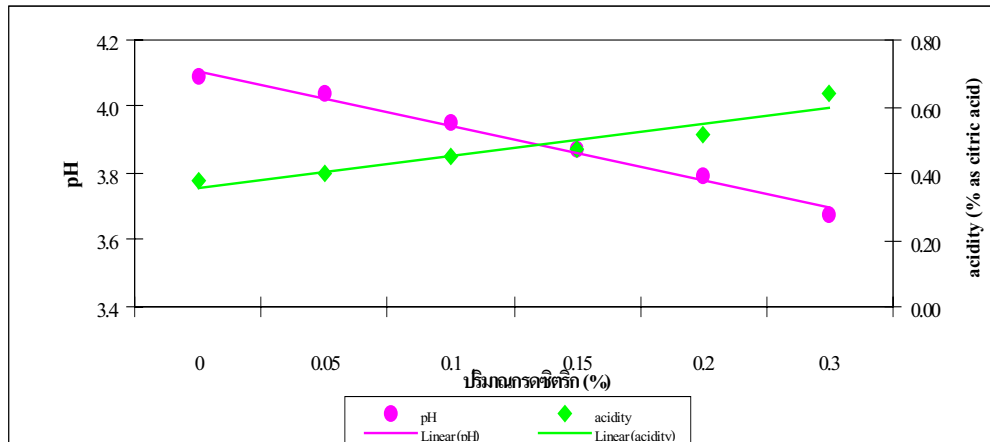
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.9 (ต่อ) ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนเปื้อนที่แปรผันตามปริมาณกรดซิตริกภายหลังการฆ่าเชื้อ

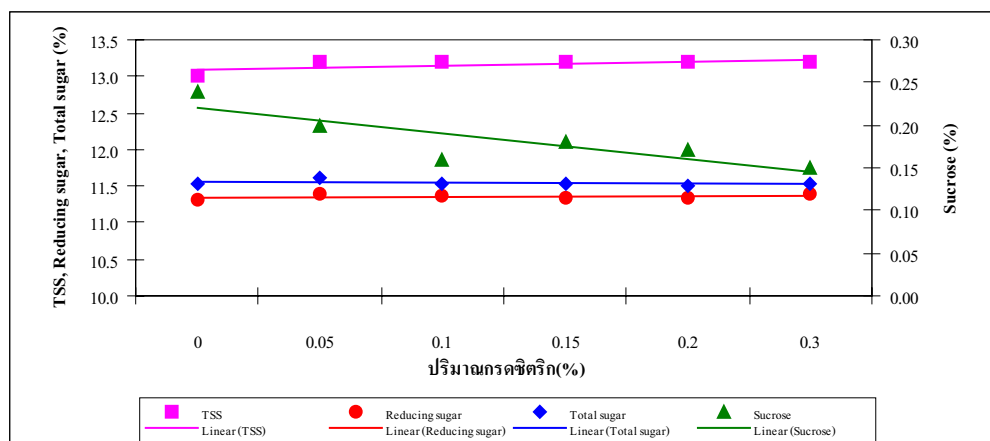
ปริมาณกรดซิตริก (%)	ปริมาณของแข็ง ทั้งหมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาลรีดิวซิง (%)	ซูโครส (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)
0.00	13.00±0.14	11.30±0.12	0.24±0.01	11.54±0.13
0.05	13.20±0.07	11.40±0.14	0.20±0.05	11.60±0.19
0.10	13.20±0.00	11.37±0.12	0.16±0.01	11.53±0.11
0.15	13.20±0.00	11.35±0.08	0.18±0.03	11.53±0.11
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 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดในเนยถั่วถั่วลิสง



รูป 6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซิตริกกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลทั้งหมดในเนยถั่วถั่วลิสง

สรุปผลการทดลองตอนที่ 2

จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก มีผลเร่งการเกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลีนจี โดยที่กลไกของปฏิกิริยาเกิดเนื่องจากกรด 2 ชนิด ที่มีในเนื้อลีนจี คือ แคทีชิน และลิวโคแอนโทไซยานิน ซึ่งเดิมมีคุณสมบัติเป็นสารที่ไม่มีสี แต่เมื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในสถานะที่เป็นกรด กรดทั้ง 2 ชนิดนี้จะถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสี สำหรับรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์ฝรั่งบรรจุกระป๋อง ได้แก่ ลิวโคไซยานินและลิวโคดีฟีนิดิน ซึ่งหากพบว่าเกิดขึ้นแสดงว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ (Nath และ Ranganna, 1983b) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณกรดซิตริก จึงเป็นการเพิ่มความเป็นกรดให้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีชมพูมากขึ้น เช่นเดียวกับ Venkatasubbaiah และ Mathew (1970) ที่พบว่าเนื้อน้อยหน่าสีป็นจะเกิดสีชมพูขึ้นในสถานะที่เป็นกรด และไม่ผ่านการลวกเท่านั้น แต่ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลีนจีไม่สามารถเลี่ยงการปรับพีเอชให้ลดลงด้วยการเติมกรดได้ เพราะถ้าพีเอชของผลิตภัณฑ์สูงปริมาณความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะต้องสูงขึ้น ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเลือกใช้อุณหภูมิ เวลา และปริมาณกรดที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจึงเป็นสิ่งสำคัญ

จากผลการทดลองพบว่าการเติมปริมาณกรดซิตริก 0.10% ให้พีเอชเท่ากับ 3.95 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ใกล้เคียง 4 และให้ค่าสี a^* ไม่แตกต่างจากลีนจีที่ไม่เติมกรดซิตริก ความเสี่ยงต่อการเกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์จึงมีน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรเพิ่มปริมาณกรดซิตริกเป็น 0.15% อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดที่เติมอาจแปรผันตามคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ อันเนื่องมาจากความแก่-อ่อนของผลลีนจีที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนดโดยพีเอชของเนื้อลีนจีไม่ควรต่ำกว่า 3.9 และไม่ควรเกิน 4.2

6.3 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

6.3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ลินจี้โดยการฆ่า Incubation test

6.3.1.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลินจี้ขึ้นแทกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยวิธี

Incubation test

นำเนื้อลินจี้ขึ้นแทกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 12, 15, 18 และ 21 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน (1 day cut out) ได้ผลดังตาราง 6.10-6.11 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน (incubation test) เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 6.12-6.14

ตาราง 6.10 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลินจี้ขึ้นแทกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.11 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลินจี้ขึ้นแทกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)
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≤0.05)

ตาราง 6.12 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนือลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A 1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทื)	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 6.13 สมบัติทางกายภาพของเนือลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่า เชื้อ (นาทื)	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 ^b	0.02±0.11 ^a	6.43±0.28 ^a
15	13.0±0.71	8.0±0.71	301.3±1.27	419.5±0.50	60.82±0.07 ^{ab}	0.29±0.02 ^a	6.54±0.10 ^{ab}
18	12.0±0.00	8.0±0.00	297.6±3.46	417.3±4.00	61.79±0.93 ^a	0.34±0.19 ^b	7.02±0.23 ^c
21	12.0±0.71	8.0±0.71	297.9±4.67	421.8±0.80	62.05±0.15 ^a	0.83±0.02 ^c	7.64±0.05 ^d

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.14 ส่วนประกอบทางเคมีของเนือลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทื)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (%ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้ง หมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
12	4.26±0.01	0.28±0.00	9.00±0.07	7.65±0.02	0.39±0.01 ^a	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 ^b	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 ^{bc}	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 ^c	7.87±0.09

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภาย หลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 6.9-6.10 พบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ ค่าสี L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าสี L มีค่าสูงสุดเมื่อฆ่าเชื่อนาน 18 นาที สำหรับค่า สี a* และค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย ความร้อนและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้รังควาญของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าฟิเชอร์ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยฟิเชอร์มีค่า 4.21-4.27 ปริมาณกรด ทั้งหมดมีค่า 0.28-0.35% และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 8.80-9.20% ผลวิเคราะห์ ของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลง ของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภาย หลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน แสดงดังตาราง 6.11-6.14 ผลวิเคราะห์ ทางจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) น้อยกว่า 300 cfu/ml ในผลิตภัณฑ์ที่ ฆ่าเชื่อนาน 12 และ 15 นาที และพบน้อยกว่า 30 cfu/ml ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 18 นาที ส่วนการ ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 21 นาที ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทุกชนิด แต่พบอะซิดูริกสปอยเลจ (aciduric spoilage) และแฟลตซาวร์ (flat sour) ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื่อนาน 12 และ 15 นาที ไม่พบ โคลิฟอร์ม (Coliform) ยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ทุกระยะเวลาการฆ่าเชื้อ การพบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่า เชื้อในน้ำเดือดนาน 12, 15 และ 18 นาที เนื่องจากฟิเชอร์ในผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่า 4.2 ค่าความร้อน ที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาจไม่เพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด โดยเฉพาะแฟลตซาวร์และอะซิ- ดูริกสปอยเลจแบคทีเรีย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Azizi และ Ranganna (1993a) ที่พบว่ามะม่วง ตีป่นที่มีฟิเชอร์เท่ากับ 4.3 เกิดการบวมของกระป๋อง เพราะการสร้างแก๊สของ *Bacillus licheniformis* แต่ที่ฟิเชอร์เท่ากับ 4.0 กระป๋องอยู่ในสภาพปกติ ไม่บวม

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ พบว่าความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักสุทธิตัว มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p > 0.05$) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยความเป็นสุญญากาศมีค่า 12.0-13.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่า 8.0-9.0 มิลลิเมตร น้ำหนักเนื้ออาหารเมื่อเริ่มต้นการบรรจุ มีค่าเท่ากับ 300 กรัม ภายหลังจากการฆ่าเชื้อลดลงอยู่ในช่วง 296.9-301.3 กรัม ทั้งนี้เป็นผลจาก กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และการปรับฟิเชอร์ให้ลดลง ทำให้ protopectin ที่อยู่ในชั้น middle lamella และผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงสภาพเป็น water-soluble pectin ทำให้ผลไม้อ่อนนุ่มลงและเนื้อเยื่อฉีกขาด และความร้อนจากกระบวนการแปรรูปก็มีส่วนสำคัญทำให้เนื้อเยื่อฉีกขาด และเซลล์แตกสูญเสียสภาพธรรมชาติการเป็น selective permeability ดังนั้นเซลล์จึงสูญเสียความ

เต่ง (Adams และ Blundstone, 1971) น้ำหนักเนื้อของลิ้นจี่ภายหลังการฆ่าเชื้อจึงลดลง สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Nath และ Ranganna (1981) ที่พบว่าน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มะละกอนั้นเป็นชั้นบรรจุกระป๋องเริ่มต้นเท่ากับ 399.3 กรัม ลดลงเหลือ 298.9 กรัม และ 186.4 กรัม เมื่อฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 17 และ 30 นาที ตามลำดับ เช่นเดียวกับน้ำหนักสุกที่มีค่าอยู่ในช่วง 417.3-429.3 กรัม

สำหรับค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแรกที่ฆ่าเชื่อนาน 12 นาที มีค่าสี L เท่ากับ 60.12 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 62.05 เมื่อฆ่าเชื่อนาน 21 นาที แสดงว่าการเพิ่มระยะเวลาการฆ่าเชื่อนานขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี a* การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 12 และ 15 นาทีให้ ค่าสี a* ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่มเวลาฆ่าเชื้อเป็น 18 นาที ให้ค่าสี a* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะอุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดสีชมพูของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Luch *et al.* (1960) ที่พบว่าระยะเวลาการแช่เย็นเกินไป และ cooling ช้า ทำให้เกิดสีชมพูในสาลีบรรจุกระป๋อง เช่นเดียวกับ Wu (1970) ที่พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ และพีเอชเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อการเกิดสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ เช่นเดียวกับค่าสี b* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุในกระบวนการฆ่าเชื้อ การนำผลิตภัณฑ์มาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ส่งผลให้ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ พบว่าการแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อ ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่นาน 15 นาที ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง 0.7 เท่า ของการฆ่าเชื้อที่ 12 นาที ทั้งนี้อุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญทำให้น้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซิงมีปริมาณเพิ่มขึ้น และยังพบว่าการแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้าน พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีสามารถสรุปได้ว่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีผลต่อระยะเวลาการฆ่าเชื้อถ้าพีเอชมากกว่า 4.2 ควรใช้เวลาฆ่าเชื่อนาน 21 นาที จึงจะเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่ถ้าปรับพีเอชของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า 4.2 ก็อยู่ในช่วง 4.0 ± 0.2 การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 18 นาที น่าจะเพียงพอที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย จึงได้ทำ incubation test ซ้ำอีกครั้ง เพื่อยืนยันผลการทดสอบ โดยปรับพีเอชผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในช่วง 4.0 ± 0.2 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ทั้งที่เวลาการฆ่าเชื่อนาน 12 และ 15 นาที อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เวลาฆ่าเชื่อนาน 18 นาที สำหรับเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 เพื่อให้

กระบวนการฆ่าเชื้อปลอดภัย เนื่องจากพีเอชของวัตถุดิบมีความผันแปรหากมีข้อผิดพลาด จากการปรับพีเอชซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถรักษาคุณภาพและบริโภคได้อย่างปลอดภัย

6.3.1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยวิธี

Incubation test

นำเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 25, 30 และ 35 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 6.15-6.16 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 6.17-6.19

ตาราง 6.15 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.16 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)
25	4.14±0.01	0.46±0.01	11.60±0.07
30	4.16±0.01	0.44±0.01	11.80±0.49
35	4.13±0.01	0.48±0.03	11.80±0.07

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.17 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่ม (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 6.18 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่ม (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 ^a	61.14 ±0.20 ^b	1.13±0.19 ^a	7.90±0.15 ^a
30	13.0±0.71	12.0±0.00	2,305.5 ±2.12	3,010.0±28.28 ^b	62.04±0.13 ^{ab}	1.64±0.29 ^{bc}	8.40±0.02 ^{bc}
35	14.0±2.10	12.0±1.41	2,277.0 ±4.24	3,005.±7.07 ^b	62.52±0.23 ^a	1.72±0.09 ^c	8.52±0.08 ^c

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตาราง 6.19 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่ม (นาท)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%)	น้ำตาลรีดิวซิง (%)	น้ำตาลซูโครส (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)
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≤0.05)

ผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 6.15-6.16 พบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยความร้อนและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปรสำคัญทำให้แรงกดของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าสี L มีค่า 61.15-62.33 ค่าสี a* มีค่า 0.48-0.99 และค่าสี b* มีค่า 6.66-7.13 สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ค่าฟิเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยฟิเอชมีค่า 4.13-4.16 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.44-0.46 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 11.60-11.80% ผลวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน แสดงดังตาราง 6.17-6.19 ผลวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยวิธี incubation test ปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ในเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพพบว่า ความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักเนื้อ มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยความเป็นสุญญากาศเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่า 12.0-14.0 มิลลิเมตรปรอท เช่นเดียวกับปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่า 10.0-12.0 มิลลิเมตร ในขณะที่น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อลดลง เช่น น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ขณะบรรจุเท่ากับ 2,700 กรัม เมื่อผ่านการฆ่าเชื้อนาน 25 นาที พบว่าน้ำหนักเนื้อลดลงเหลือ 2,310.0 กรัม เนื่องจากผลของความร้อนทำให้ผนังเซลล์แตกหักเสียหาย ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 6.3.1.1 สำหรับค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ที่ฆ่าเชื้อนาน 25 นาที มีค่าสี L เท่ากับ 61.14 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 62.52 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็น 35 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากขึ้น สำหรับค่าสี a* การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ นาน 35 นาที ให้ค่าสี a* มากกว่าการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 25 นาที เท่ากับ 1.5 เท่า ทั้งนี้ระยะเวลาการฆ่าเชื้อมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* เช่นเดียวกับค่าสี b* ที่พบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าสี b* เท่ากับ 7.90 เมื่อฆ่าเชื้อนาน 25 นาที และเพิ่มขึ้นเป็น 8.40 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็น 35 นาที เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ

ส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพ นั่นคือค่าฟิเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง

ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเวลาที่เหมาะสม สำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 คือ 28 นาที ถึงแม้ว่าผลการทำ incubation test จะไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิดที่เวลาการฆ่าเชือนาน 25 นาที ก็ตามแต่เพื่อความปลอดภัยจึงควรใช้เวลาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เป็น 28 นาที

6.3.1.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยวิธี

Incubation test

นำเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 12, 15, 18 และ 21 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 6.20-6.21 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 6.22-6.24

ตาราง 6.20 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	L	a*	b*
12	56.12 $\pm$ 0.13 ^b	0.07 $\pm$ 0.03 ^a	7.27 $\pm$ 0.02 ^a
15	58.67 $\pm$ 0.15 ^a	0.15 $\pm$ 0.06 ^a	7.29 $\pm$ 0.05 ^a
18	59.71 $\pm$ 0.01 ^a	0.26 $\pm$ 0.04 ^a	7.32 $\pm$ 0.03 ^a
21	58.91 $\pm$ 0.17 ^a	0.60 $\pm$ 0.16 ^b	7.68 $\pm$ 0.01 ^b

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตาราง 6.21 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาทีก)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)
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 6.22 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 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 6.23 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 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 ^a	0.28±0.01 ^a	9.64±0.12
15	11.0±0.71	7.0±0.70	422.1±4.00	61.90±0.45 ^a	0.76±0.17 ^b	9.69±0.04
18	11.0±0.71	7.0±0.00	421.3±6.60	60.59±0.19 ^b	1.28±0.07 ^c	9.65±0.16
21	12.0±0.00	7.0±1.40	418.3±6.6	61.14±0.22 ^{ab}	1.80±0.07 ^d	9.96±0.21

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.24 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลันจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาท)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้ง หมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
12	4.08±0.14	0.51±0.04	13.20±0.14	11.66±0.02 ^c	0.16±0.02	11.82±0.03 ^b
15	4.08±0.21	0.53±0.03	13.80±0.21	11.87±0.04 ^b	0.19±0.02	12.06±0.03 ^a
18	4.09±0.02	0.51±0.00	14.00±0.00	11.93±0.11 ^{ab}	0.18±0.01	12.11±0.12 ^a
21	4.11±0.01	0.51±0.00	14.00±0.00	12.05±0.01 ^a	0.16±0.00	12.20±0.00 ^a

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และเคมีของเนื้อลันจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 6.20-6.21 พบว่าระยะเวลาฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าสี L มีค่าสูงสุดเท่ากับ 59.71 เมื่อฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 18 นาท ค่าสีที่ได้จากการทดลองค่อนข้างผันแปรอันเนื่องจากธรรมชาติของวัตถุดิบมีความผันแปรสูง รวมถึงการลดขนาดชิ้นของลันจีให้เล็กลงทำให้สัมผัสกับออกซิเจนได้ง่าย โอกาสที่รังควาญเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเอนไซม์ และปัจจัยอื่นๆ ย่อมมีมากขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี a* และค่าสี b* ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) 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 % ผลวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อ เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลันจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.22-6.23 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ภายหลังการทำ incubation test พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวนน้อยกว่า 30 cfu/ml ในเนื้อลันจีตีปนที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือด นาน 12 และ 15 นาท และไม่พบในผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อนาน 18 และ 21 นาท ส่วนผลการตรวจจุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์และรา โคลิฟอร์ม แฟลตซาวร์ และอะซิดูริกสไปนเรจ ปรากฏว่าไม่พบในเนื้อลันจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ทุกระยะเวลาการฆ่าเชื้อ

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพพบว่า ความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร น้ำหนักสุทธิ และค่าสี b* มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

โดยความเป็นสุญญากาศมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 11.0-13.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่าง เนื้ออาหารลดลงเล็กน้อยและมีค่า 7.0-8.0 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับน้ำหนักสุทธิที่มีน้ำหนักบรรจุ เท่ากับ 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 ทั้งนี้ผลของการลดขนาดลินจีทำให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ ก่อนข้างผ่านแปรรูปเมื่อพิจารณาค่าสี a^* พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพราะอุณหภูมิและระยะเวลาการฆ่าเชื้อมีผลโดยตรงต่อค่าสี a^* ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าสี a^* เป็นลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ลินจีเกิดสุ่มพุ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับค่าสี b^* ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยค่าสี b^* มีค่า 9.64-9.96

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีพบว่า น้ำตาลรีดิวซิง และน้ำตาลทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ อันเป็นผลมาจากการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนทำให้น้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ลินจีที่ต้มนาน 12 นาที มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง เท่ากับ 11.66% และเมื่อเพิ่มเวลาฆ่าเชื้อเป็น 21 นาที ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้นเป็น 12.05% เช่นเดียวกับน้ำตาลทั้งหมดที่พบว่าค่าการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นาน 15, 18 และ 21 นาที ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่ามากกว่าการฆ่าเชื้อที่ 12 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสมีการเปลี่ยนแปลง น้อยมากและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าพีเอชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อและมีค่าเท่ากับ 4.08-4.11 โดยสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์จึงมีค่าเท่ากับ 0.51-0.53% ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการฆ่าเชื้อ โดยการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ลินจินาน 12 นาที ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 13.2% และเพิ่มขึ้นเป็น 14.0% เมื่อเวลาฆ่าเชื้อนาน 18 นาที ส่วนน้ำตาลซูโครส มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีค่าอยู่ในช่วง 0.16-0.19%

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อลินจี ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 คือ 18 นาที เนื่องจากตรวจไม่พบจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

6.3.1.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยวิธี

Incubation test

นำเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 25, 30 และ 35 นาที มาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบเคมี เมื่อครบกำหนด 1 วัน ได้ผลดังตาราง 6.25-6.26 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบกำหนดจึงนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมี ได้ผลดังตาราง 6.27-6.29

ตาราง 6.25 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.26 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังการฆ่าเชื้อ 1 วัน

เวลาฆ่าเชื้อ (นาที)	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)
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 ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.27 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนือลินจีดีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่มเชื้อ (นาทื)	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 6.28 สมบัติทางกายภาพของเนือลินจีดีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่มเชื้อ (นาทื)	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 ^a	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 ^a	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 ^b	9.46±0.36

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.29 ส่วนประกอบทางเคมีของเนือลินจีดีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

เวลาบ่มเชื้อ (นาทื)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้งหมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
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
($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน แสดงดังตาราง 6.25-6.26 พบว่าเวลาการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันทำให้ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลของความร้อนและระยะเวลาการฆ่าเชื้อเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้รงควัตถุของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าสี L มีค่า 55.74-57.14 ค่าสี a* มีค่า 0.42-1.22 และค่าสี b* มีค่า 7.32-7.60 สำหรับส่วน-ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยพีเอชมีค่า 3.98-4.00 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่า 0.56-0.59% และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่า 15.00-15.20% ผลวิเคราะห์ของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากฆ่าเชื้อ 1 วัน นำมาใช้เป็น control เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ภายหลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ กายภาพ และเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.27-6.29 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์โดยวิธี incubation test ปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ใดๆ ในเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ในทุกระยะเวลาการฆ่าเชื้อ

สมบัติทางกายภาพพบว่าการแปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อทำให้ค่าสี a* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ฆ่าเชื้อนาน 25 นาที ให้ค่าสี a* เท่ากับ 1.41 และเพิ่มขึ้นเป็น 2.56 เมื่อฆ่าเชื้อนาน 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%

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 คือ 30 นาที เพราะตรวจไม่พบจุลินทรีย์ ขณะเดียวกันสมบัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและควรใช้เวลาการฆ่าเชื้อนานกว่าเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 เนื่องจากสมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปน ที่มีความเหนียวมากกว่า ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจึงช้ากว่าเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตก

6.3.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน

6.3.2.1 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนเพื่อหาตำแหน่งร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋อง

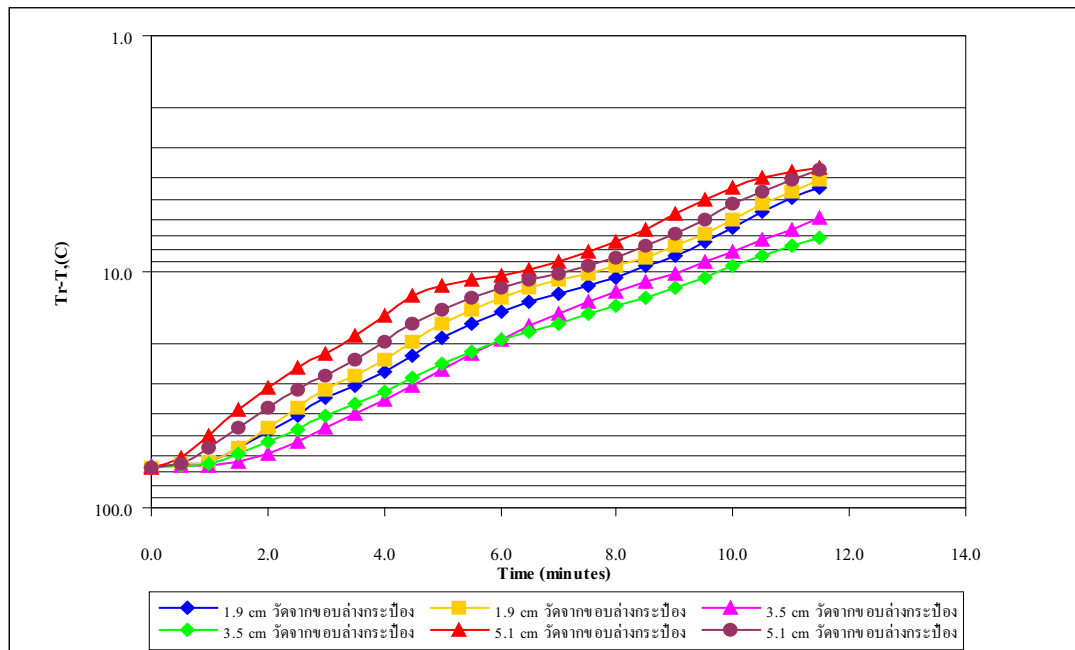
การทดลองนี้ต้องการหาตำแหน่งร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋องของเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกและเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 จากผลการทดลองพบว่าตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋องเป็นไป ตามตาราง 6.30

ตาราง 6.30 ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดภายในกระป๋อง

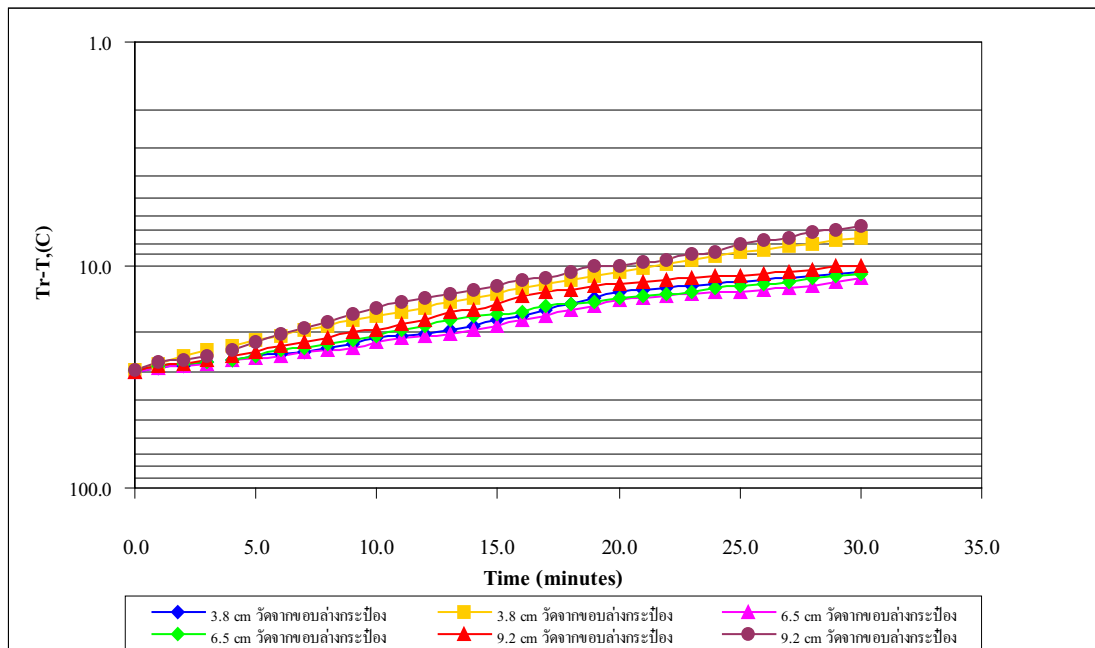
ผลิตภัณฑ์	ขนาดกระป๋อง	ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุด
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตก	300 x 407 (A1)	3.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
	603 x 700 (A10)	6.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
เนื้อลิ้นจี่ตีปั่น	300 x 407 (A1)	3.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง
	603 x 700 (A10)	6.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างกระป๋อง

จากตาราง 6.30 และ กราฟ 6.10-6.13 พบว่าลักษณะกราฟ heating curve ของผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ตำแหน่งต่างๆ มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง (simple heating curve) ดังนั้นการแทรกผ่านความร้อนน่าจะเป็นแบบ rapid convection สำหรับเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตก และเป็นแบบ slow convection สำหรับเนื้อลิ้นจี่ตีปั่น เพราะเนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตกบรรจุในสารละลายกรดเจือจาง ซึ่งเป็นสารละลายมีความหนืดต่ำ ทำให้การแทรกผ่านความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เนื้อลิ้นจี่ตีปั่นถูกลดขนาดให้เล็กลง ทำให้เซลล์แตกหัก ดังนั้นองค์ประกอบของสารที่อยู่ในเซลล์ ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และสารประกอบอื่นๆ จึงไหลออกนอกเซลล์เมื่อได้รับความร้อน ทำให้แป้ง เกิดเจลาติไนเซชันได้ เป็นสารที่มีความข้นหนืด จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อัตราการแทรกผ่าน ความร้อนช้าลง

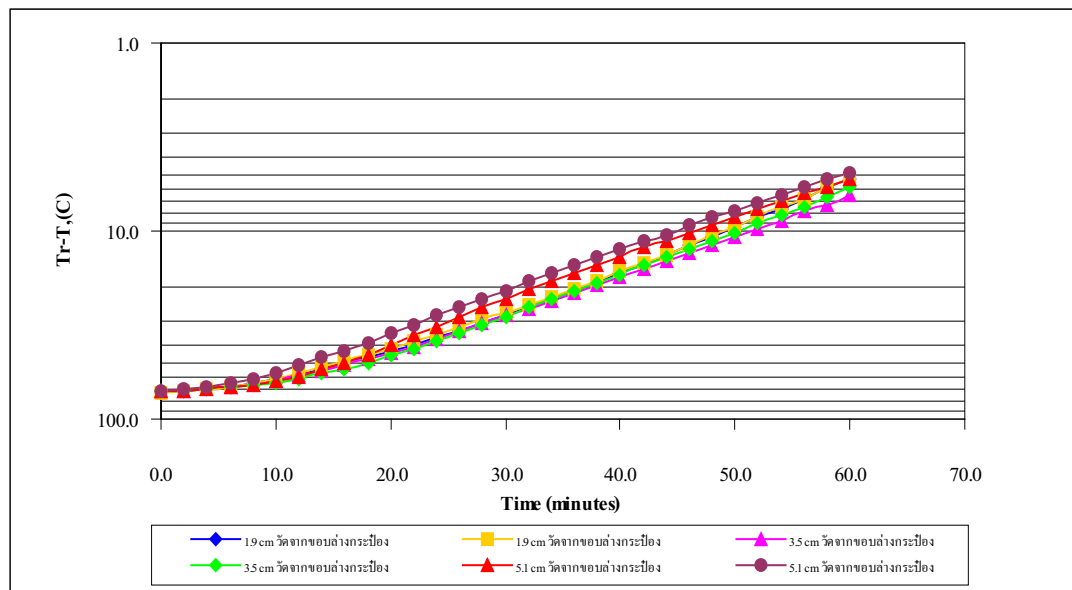
ตำแหน่งของจุดร้อนซ้ำที่สุดของ A1 คือวัดจากขอบล่างของกระป๋องขึ้นมา 3.5 เซนติเมตร และสำหรับกระป๋องขนาด A10 จะวัดจากขอบล่างของกระป๋องขึ้นมา 6.5 เซนติเมตร ตำแหน่งดังกล่าวเหล่านี้ใช้ในการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ในการทดลองที่ 6.3.2.2



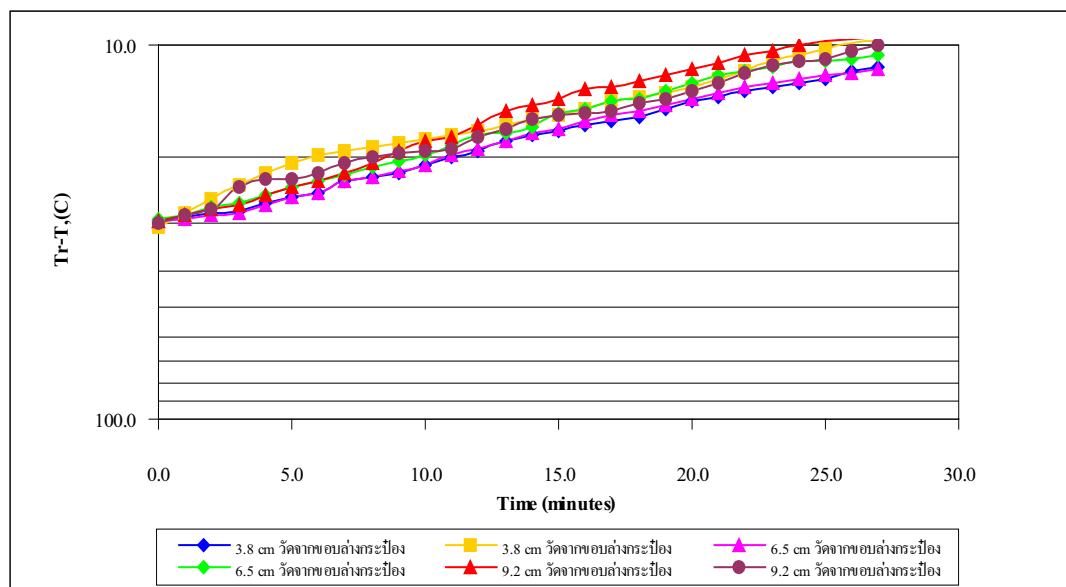
รูป 6.10 Heating curve ของเนอลินจี้ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1



รูป 6.11 Heating curve ของเนอลินจี้ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10



รูป 6.12 Heating curve ของเนื้อลีนี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1



รูป 6.13 Heating curve ของเนื้อลีนี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10

6.3.2.2 ผลการศึกษาเพื่อหาค่า Sterilization value ของผลิตภัณฑ์ลินจี่ในน้ำเดือด

จากข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลีนจี่บรรจุกระป๋อง โดยเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นกรณีที่สามารเกิดความเสี่ยงมากที่สุด (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 6.31-6.34

ตาราง 6.31 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลีนจี่ขึ้น
แตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value		
				f _h	j _{ch}	j _{cc}	(minutes)		
							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 6.32 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่จีน
แตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value		
				f _h	j _{ch}	j _{cc}	(minutes)		
				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
Average		81.05	42.50	0.99	1.01	2.91	0.49	3.40	
Std. Dev.		0.82	12.94	0.02	0.01	0.97	0.06	1.01	

ตาราง 6.33 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่ญี่ปุ่น
บรรจุกระป๋องขนาด A1 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process time (minutes)	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value		
				f _h	j _{ch}	j _{cc}	(minutes)		
							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
Average		80.62	22.25	0.95	1.04	2.68	0.55	3.24	
Std. Dev.		0.34	3.79	0.01	0.05	0.45	0.13	0.40	

ตาราง 6.34 ผลการคำนวณหาค่า sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) โดยใช้วิธี general ของเนื้อลิ้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A10 ด้วยการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด

Product	Process	สาย ที่	I.T. (°C)	Process parameters			Sterilization value		
	time (minutes)			f_h (minutes)	j_{ch}	j_{cc}	(minutes)		
							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
Average			79.98	43.63	0.98	1.11	2.59	0.63	3.22
Std. Dev.			1.00	6.93	0.04	0.09	0.36	0.24	0.36

ตาราง 6.35 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 6.35 (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 6.36 ส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีกระป๋อง

ผลิตภัณฑ์	ค่าพีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปกรดซิตริก)	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%)
เนื้อลีนจีขึ้นแตกบรรจุกระป๋อง A1	4.15±0.03	0.43±0.07	10.00±0.14
เนื้อลีนจีขึ้นแตกบรรจุกระป๋อง A10	4.09±0.04	0.45±0.02	11.80±0.28
เนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋อง A1	4.05±0.03	0.54±0.03	13.60±0.28
เนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋อง A10	4.04±0.02	0.54±0.01	15.30±0.14

ผลการคำนวณเพื่อหาค่า Sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) ของเนื้อลีนจีขึ้นแตกและเนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 แสดงดังตาราง 6.31-6.34 ซึ่งพบว่าเนื้อลีนจีขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 18 และ 28 นาที มีค่าเฉลี่ยของ $F_{100}^{8.9} = 3.61$ และ 3.40 นาที ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 18 และ 30 นาที มีค่า $F_{100}^{8.9} = 3.24$ และ 3.22 นาที ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลีนจีทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 6.35-6.36 ซึ่งพบว่าค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 4.04-4.15 ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.43-0.54 % และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 10.0-15.30 %

การทดลองนี้จุลินทรีย์เป้าหมายที่ใช้คือ *Clostridium pasteurianum* ซึ่งสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีสภาวะเป็นกรดโดยยีสต์หลักงานวิจัยของ 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 $F_{100}^{8.9}$ ที่ได้จากการทดลองพบว่าเนื้อลีนจีขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 มีค่า $F_{100}^{8.9} > 3.5$ ในขณะที่เนื้อลีนจีขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 และเนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋องทั้ง 2 ขนาด มีค่า $F_{100}^{8.9} < 3.5$ นาที แต่พีเอชของผลิตภัณฑ์ลีนจีทั้งหมดไม่เกิน 4.2 และจากผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ณ เวลาฆ่าเชืวดังกล่าว เนื่องจากพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตาม สำหรับการผลิตในเชิงการค้าจะนำกระบวนการ 7D เข้าไปใช้เพื่อความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ 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 แต่สำหรับการผลิตในเชิงการค้าการคำนวณแนะนำให้ใช้กระบวนการ 2.5D เพื่อ

ความปลอดภัยของผู้บริโภค 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)

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันจึงมีการหาค่าตัวแปรดังต่อไปนี้ ได้แก่ f_h , j_{ch} และ j_{cc} เพื่อให้สามารถคำนวณเวลาฆ่าเชื้อได้ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดกระป๋องหรืออุณหภูมิฆ่าเชื้อ โดยเนื้อลีนจีจิ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 สายที่ 6 มีข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ดังตาราง 6.39 เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพล็อต heating curve และ cooling curve และมีการปรับข้อมูลเพื่อให้เส้นกราฟที่ได้มีค่า $R^2 \geq 0.99$ ดังรูป 6.14-6.15 และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิน้ำในหม้อต้ม แสดงดังรูป 6.16 เช่นเดียวกับข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อลีนจีจิ้นแตกที่บรรจุกระป๋องขนาด A10 และเนื้อลีนจีจิ้นปั่นบรรจุกระป๋องทั้ง 2 ขนาด แสดงดังตาราง 6.40-6.42 และเมื่อนำไปพล็อตกราฟ ได้ดังรูป 6.17-6.25 สำหรับตัวอย่างการคำนวณแสดงดังภาคผนวก ง

6.3.2.3 ผลการศึกษากระบวนการผลิตสำรอง

เนื่องจากการผลิตจริง โอกาสที่อุณหภูมิเริ่มต้นต่ำกว่าที่กำหนดมีค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อให้ระยะเวลาฆ่าเชื้อเพียงพอ สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายได้ทั้งหมด กระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุมจึงจำเป็นต้องมีการศึกษา จัดทำกระบวนการผลิตสำรอง ซึ่งสามารถทำได้โดย นำค่า f_h , j_h และ j_{cc} ที่ได้จากการแทรกผ่านความร้อนและค่า $F_{100}^{8.9}$ ที่ได้จากกระบวนการผลิตจริงมาคำนวณหาระยะเวลาฆ่าเชื้อสำรองที่มีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำกว่ากระบวนการผลิตจริง

ในการคำนวณหาระยะเวลาฆ่าเชื้อใช้วิธีคำนวณของ Ball formula โดยค่าตัวแปรต่างๆ ได้มาจากตาราง 6.31-6.34 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 6.37-6.38

ตาราง 6.37 การคำนวณเวลาฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิเริ่มต้นต่างๆ โดยใช้วิธี Ball formula ของเนื้อลิ้นจี่
ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด 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 และเนื้อลิ้นจี่ชั้นแตก
บรรจุกระป๋องขนาด 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 6.38 การคำนวณเวลาฆ่าเชื้อ ณ อุณหภูมิเริ่มต้นต่างๆ โดยใช้วิธี Ball formula ของเนื้อลิ้นจี่
ป็นบรรจุกระป๋องขนาด 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 และเนื้อลิ้นจี่ป็นบรรจุ
กระป๋องขนาด 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 6.39 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจี่ขึ้นแตกบรรจุ
กระป๋องขนาด A1 สายที่ 6

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน 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			
	94.9	96.8			
**20.0					

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

** หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

*** หมายถึง เริ่มการทำให้เย็น

**** หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น

ตาราง 6.40 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจี้ขึ้นแตกบรรจุ
กระป๋องขนาด A10 สายที่ 1

เวลา (นาท)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน หม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาท)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิใน 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 (นาทีก)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
29.0	92.1	99.5
30.0	92.3	99.4
31.0	92.4	99.5
**32.0	92.5	99.5

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
62.0	42.5	31.5
***63.0	41.7	31.5

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * หมายถึง เริ่มต้นจับเวลาฆ่าเชื้อ

** หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

*** หมายถึง เริ่มทำให้เย็น

**** หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น

ตาราง 6.41 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจี๊ดปีนบรรจ
กระป๋องขนาด A1 สายที่ 1

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (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 6.42 ข้อมูลจากการทดลองเพื่อศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของเนื้อดินจี้ตีปนบรรจุ
กระป๋องขนาด A10 สายที่ 3

เวลา (นาท)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาท)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (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

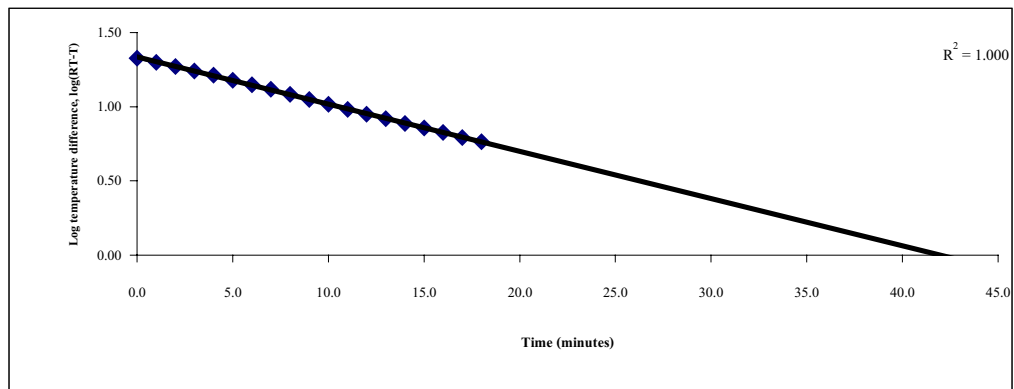
เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิของ ผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำ ในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส)
29.0	90.9	96.2	66.0	56.5	28.1
30.0	91.2	96.2	67.0	55.8	28.1
31.0	91.5	96.2	68.0	55.1	28.1
32.0	91.7	96.2	69.0	54.4	28.1
33.0	91.8	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

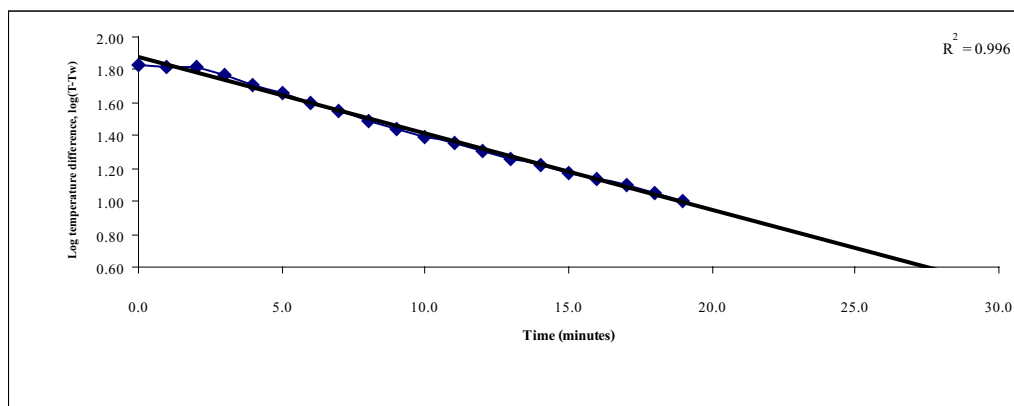
** หมายถึง สิ้นสุดเวลาฆ่าเชื้อ

*** หมายถึง เริ่มทำให้เย็น

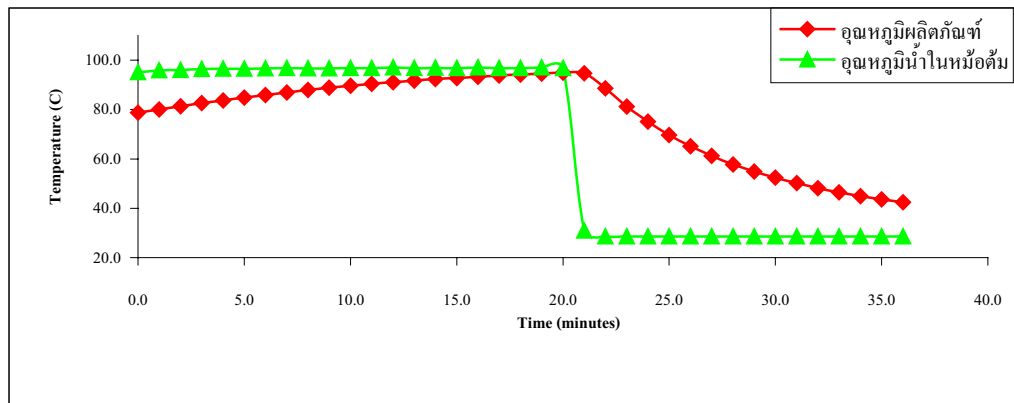
**** หมายถึง สิ้นสุดการทำให้เย็น



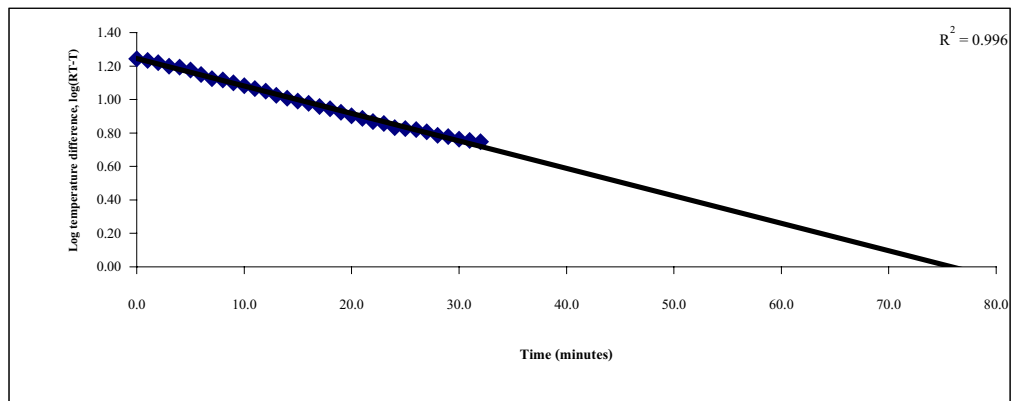
รูป 6.14 Heating curve ของเนื้อฉนวนโฟมต้านไฟเกรด A1 สายที่ 6



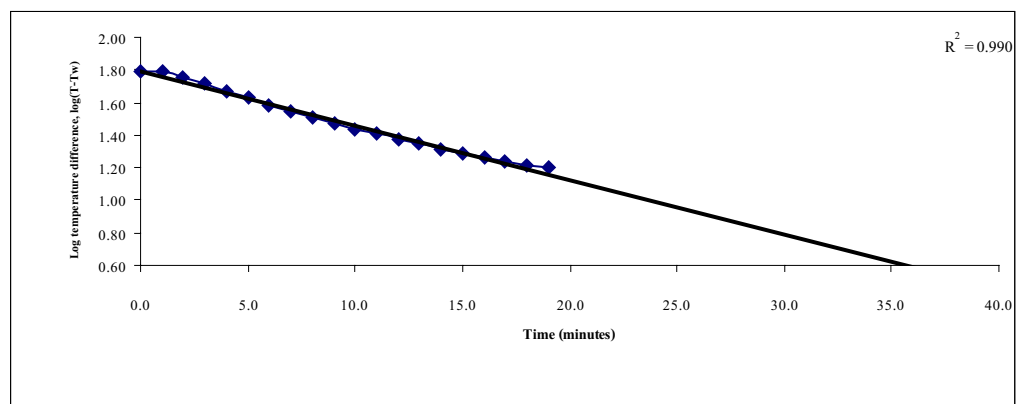
รูป 6.15 Cooling curve ของเนื้อฉนวนโฟมต้านไฟเกรด A1 สายที่ 6



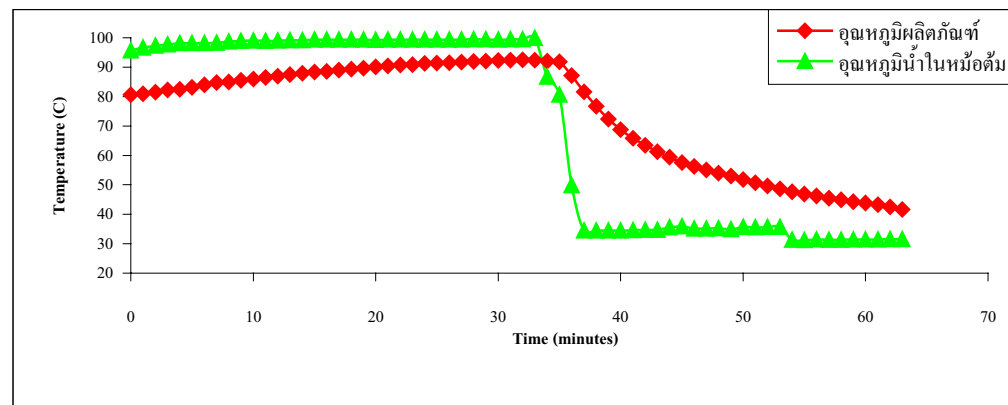
รูป 6.16 อุณหภูมิของเนื้อฉนวนโฟมต้านไฟเกรด A1 (สายที่ 6) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



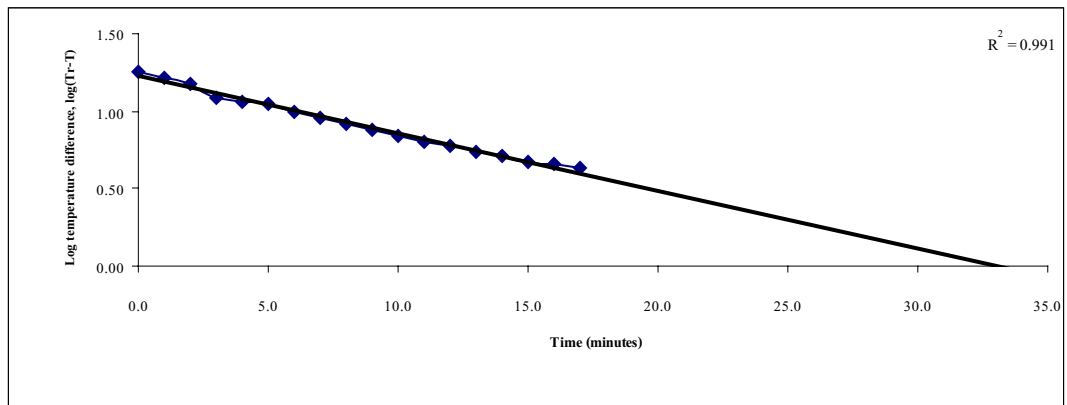
รูป 6.17 Heating curve ของเนื้อฉนวนฉนวนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 1



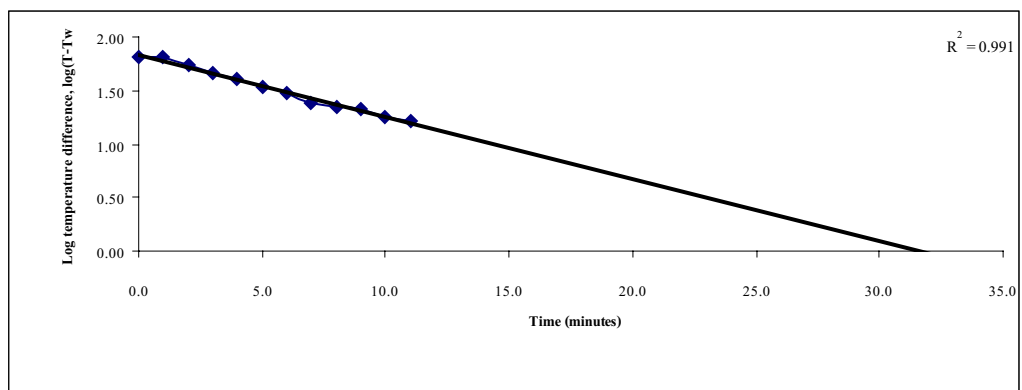
รูป 6.18 Cooling curve ของเนื้อฉนวนฉนวนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 1



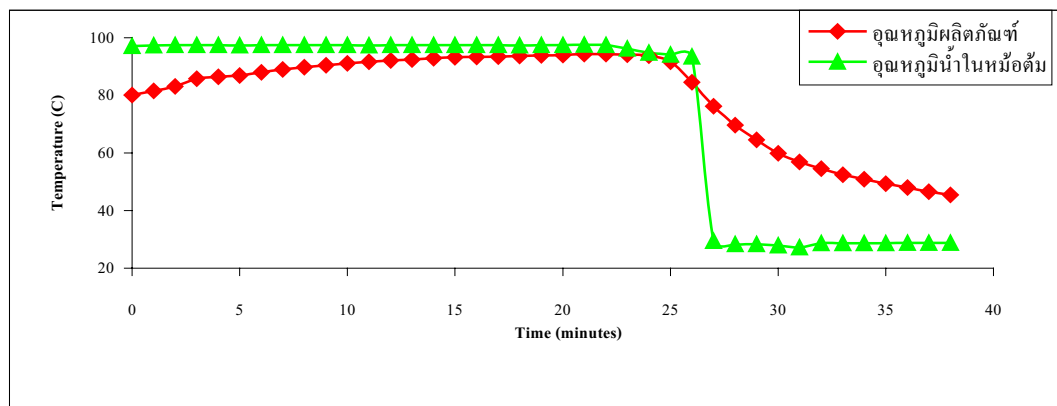
รูป 6.19 อุณหภูมิของเนื้อฉนวนฉนวนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 (สายที่ 1) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อน จนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



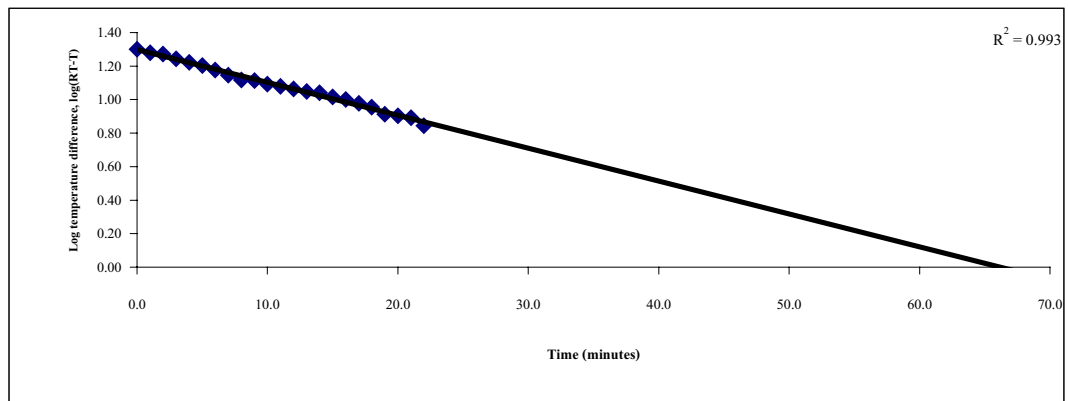
รูป 6.20 Heating curve ของเนื้อฉนวนฉนวนกันความร้อนประเภท A1 สายที่ 1



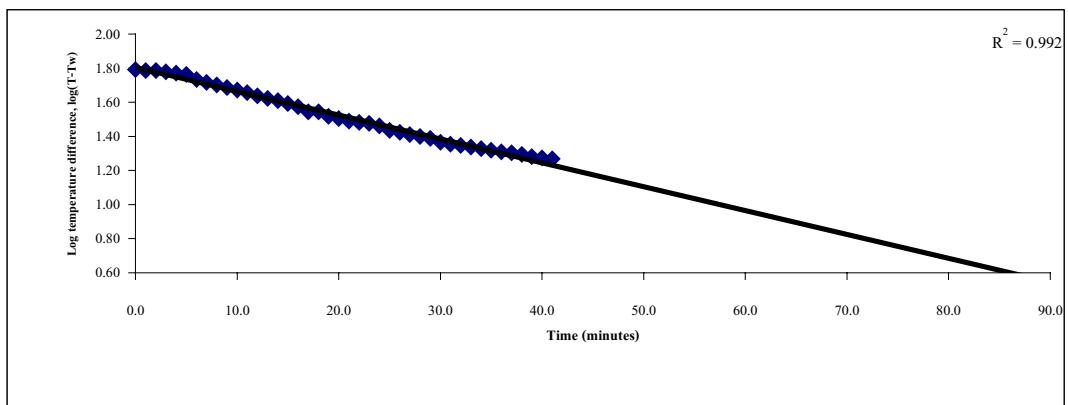
รูป 6.21 Cooling curve ของเนื้อฉนวนฉนวนกันความร้อนประเภท A1 สายที่ 1



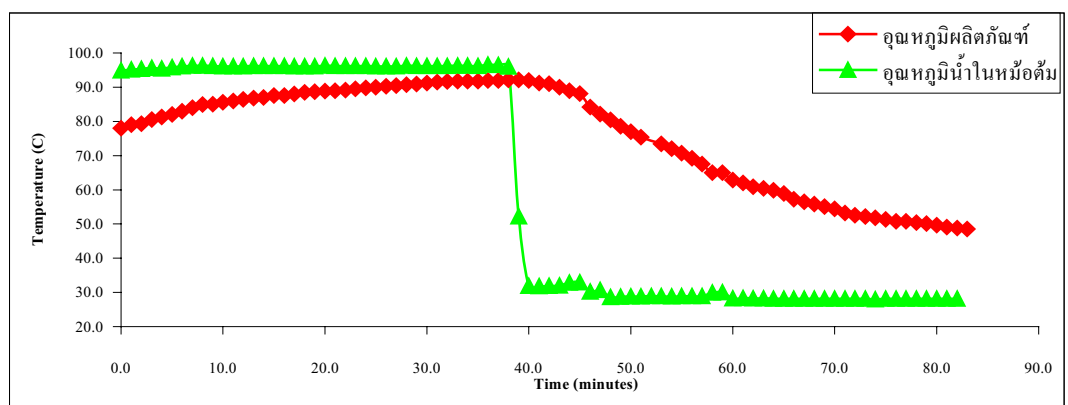
รูป 6.22 อุณหภูมิของเนื้อฉนวนฉนวนกันความร้อนประเภท A1 (สายที่ 1) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงจุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม



รูป 6.23 Heating curve ของเนื้อสัตว์ที่ป็นบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 3



รูป 6.24 Cooling curve ของเนื้อสัตว์ที่ป็นบรรจุกระป๋องขนาด A10 สายที่ 3



รูป 6.25 อุณหภูมิของเนื้อสัตว์ที่ป็นบรรจุกระป๋องขนาด A10 (สายที่ 3) ตั้งแต่เริ่มต้นให้ความร้อนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำให้เย็นเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม

6.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และอายุการเก็บรักษา

จุดประสงค์ของการศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่ 2 ชนิด คือ เนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 (A1) และ 603x700 (A10) เวลาฆ่าเชื้อเท่ากับ 18 และ 28 นาที ตามลำดับ และเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 และ 603x700 เวลาฆ่าเชื้อเท่ากับ 18 และ 30 นาที ตามลำดับ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มกระป๋องตัวอย่างนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านสมบัติทางกายภาพ ส่วนประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาและทุกๆ 2 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทดสอบทั้งในรูปแบบลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ ขึ้นแตก และในรูปน้ำลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนเพื่อเปรียบเทียบความพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกและเนื้อลิ้นจี่ตีปนทั้งเริ่มต้นและภายหลังการเก็บรักษาโดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 4 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน ใช้แบบทดสอบ Hedonic structure scale ได้ผลการทดลองดังนี้

6.4.1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.1.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.43 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.44 ผลการวิเคราะห์พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันทำให้น้ำหนักเนื้อค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-11.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-10.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุทธิมีค่าอยู่ในช่วง 416.4-428.1 กรัม

ด้านน้ำหนักเนื้อพบว่าน้ำหนักลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นานตั้งแต่ 4 เดือน ขึ้นไป ทั้งนี้การสูญเสียน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์เกิดได้ 2 สาเหตุ คือความร้อนจากกระบวนการแปรรูปที่มีผลต่อผนังเซลล์โดยตรง คือเมื่อได้รับความร้อนแรงดันภายในเซลล์จะสูงขึ้นจนกระทั่งผนังเซลล์ไม่สามารถทนได้ ทำให้ผนังเซลล์แตก ขณะเดียวกันโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์เมมเบรนสูญเสียสภาพธรรมชาติ ด้านสมบัติการเป็น selective permeability ทำให้ไม่สามารถควบคุมการส่งผ่านน้ำและสาร

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 ทำให้น้ำหนักเนื้อของล้นจึงขึ้นแตกลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Adams และ Blundstone, 1971)

ด้านสี แสดงดังรูป 6.26 (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 กล้วยเบอรี่ แอปเปิล และน้ำเชื่อม ที่บรรจุในกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และถ้าบรรจุกระป๋องธรรมดาจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน เพราะลิโคโนเจนโทไซยานินเกิดปฏิกิริยา polymerization ทำให้รงควัตถุเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “phlobaphenes” จากงานวิจัยของ Kluter *et al.* (1996) พบว่าสีบรรจุจอร์ทิพเพาที่มีค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยสีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส มีค่าสี L ลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ขณะที่ค่าสี a^* และค่าสี b^* มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเพิ่มขึ้นของค่าสี a^* ทำให้สีของเนื้อล้นจึงกลายเป็นสีชมพูอ่อนๆ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 12 เดือน เช่นเดียวกับ Azizi และ Ranganna (1993b) รายงานว่าสีของผลิตภัณฑ์กระหล่ำดอกบรรจุกระป๋องเริ่มปรากฏเป็นสีชมพูอ่อนๆ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 3 เดือน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารประกอบลิโคโนยานินในผลิตภัณฑ์เนื้อล้นจะค่อยๆ พัฒนากลายเป็นรงควัตถุสีชมพู (pink pigment) ในระหว่างการเก็บรักษา (Hwang และ Cheng, 1986) เช่นเดียวกับค่าสี b^* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยค่าสี b^* เริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา

6.4.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตก

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.45 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 6.27-6.28 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วง 2 เดือนแรก โดยค่าพีเอชและปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงจากเริ่มต้น 11.40 เป็น 11.00 % เมื่อเก็บไว้นาน 2 เดือน สอดคล้องกับ Saini *et al.* (1996) ที่พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะม่วงพร้อมดื่มที่เก็บรักษาไว้นาน 16 สัปดาห์ ลดลง สาเหตุอาจเกิดจากการแพร่กระจายและแรงดันออสโมซิส โดยที่การแพร่กระจายเป็นผลเนื่องจากอนุภาคของตัวถูกละลายในเซลล์ของผลไม้ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่า อาจอยู่ในรูปของอออน 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 % ขณะที่ค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจากเดิม 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) ที่พบว่าแอปเปิลและน้ำสับปะรดบรรจุกระป๋อง ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลง ขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิซิงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้ปริมาณน้ำตาลรีดิซิงที่เพิ่มขึ้น เกิดจากน้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์ เช่นเดียวกับ Kluter *et al.* (1996) ที่พบว่าสาบิบรรจุถุงรีทอร์ทเพาท์ ปริมาณน้ำตาลน้ำตาลซูโครสลดลง อันเนื่องจากการถูกไฮโดรไลซ์ ทำให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตสเพิ่มขึ้น Bemiller และ Whistler (1996) พบว่าในสภาวะที่เป็นกรดน้ำตาลซูโครส ถูกไฮโดรไลซ์กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวคือน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตส ส่งผลให้ปริมาณ น้ำตาลรีดิซิงของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น 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 6.43 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

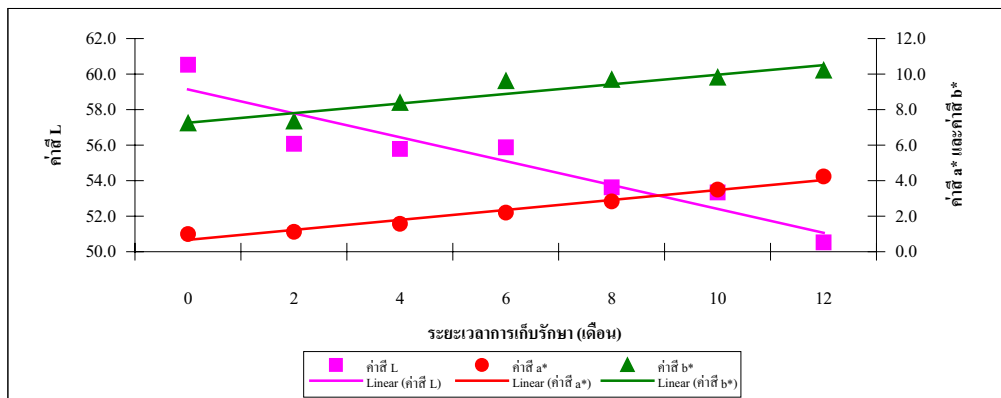
เวลา (เดือน)	Total plate count (cfu/ml)	Yeast and mould (cfu/ml)	Coliform	Aciduric spoilage	Flat sour
0	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-

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

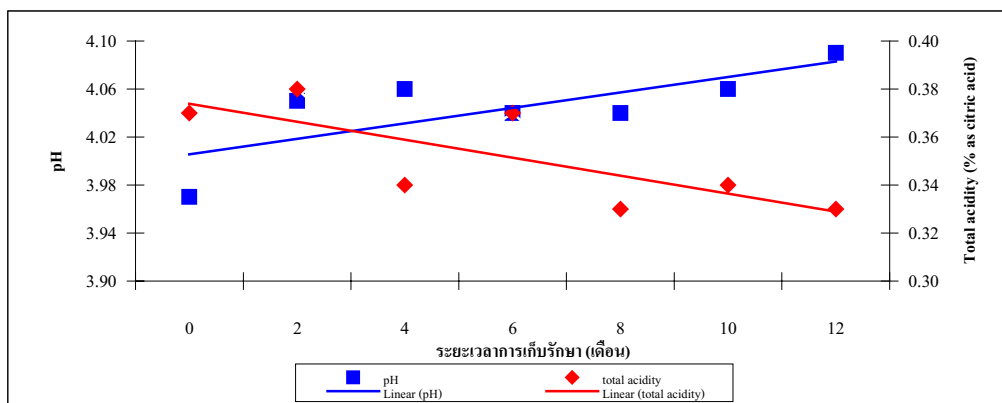
หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 6.45 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อดินจี้ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

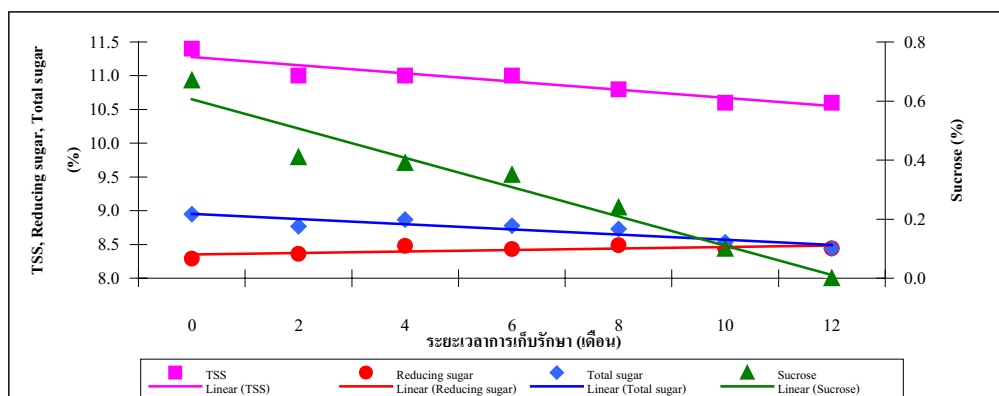
หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูป 6.26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของเนื้อฉิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.27 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจี่ชั้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋อง ขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดง ดังตาราง 6.46 และรูป 6.29 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาแปรผันโดยตรงต่อคะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อ สี กลิ่น และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือยิ่งระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น คะแนนความพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ยิ่งลดลง เมื่อพิจารณาการให้คะแนนความพอใจที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าในช่วง 8 เดือนแรก คะแนนความพอใจต่อสีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 12 เดือน คะแนนความพอใจที่มีต่อสีลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และคะแนนจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ (ต่ำกว่า 7 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับสีของเนื้อลิ้นจี่ที่ปรากฏเป็นสีชมพูอย่างเด่นชัดจนสามารถเห็นความแตกต่างได้ ในด้านกลิ่นพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 4-8 เดือน ผู้ทดสอบให้คะแนนความพอใจลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือน คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นลดลงจากเริ่มต้น 8.97 เป็น 6.35 จัดเป็นเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความร้อนและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ทำให้สารให้กลิ่นที่ระเหยได้บางชนิดในผลิตภัณฑ์สลายตัว ในด้านการยอมรับรวมพบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวมลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดย 4 เดือนแรกของการเก็บคะแนนความพอใจมีค่าใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้น แต่เมื่อเก็บไว้นาน 8 เดือนขึ้นไป พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 มาทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมแล้วให้ผู้ทดสอบทำการประเมินตัวอย่างแยมดังกล่าวได้ผลดัง ตาราง 6.47 และรูป 6.30 ซึ่งพบว่าคะแนนความพอใจต่อกลิ่นของแยมลิ้นจี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สำหรับการประเมินคุณภาพของแยมลิ้นจี่ที่ได้จากการแปรรูปเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกในด้าน สี การ spread บนขนมปัง รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าถึงแม้การยอมรับรวมต่อผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ลดลงเท่ากับ 6.11 คะแนน เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 12 เดือน แต่เมื่อนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาแปรรูปเป็นแยม แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคะแนนการยอมรับรวมมีค่าเท่ากับ 7.64 คะแนน ซึ่งสูงกว่าการยอมรับในวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋อง แม้ว่าเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีคะแนนความพอใจในด้านสี และกลิ่นค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อนำมาแปรรูป

เป็นแบบผู้ผลิตสามารถที่จะปรุงแต่งลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วย กลิ่นกลิ่นจืดสังเคราะห์ และสีผสมอาหาร ได้ ดังนั้นเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องสามารถเก็บรักษาได้ นาน 12 เดือน

ตาราง 6.46 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

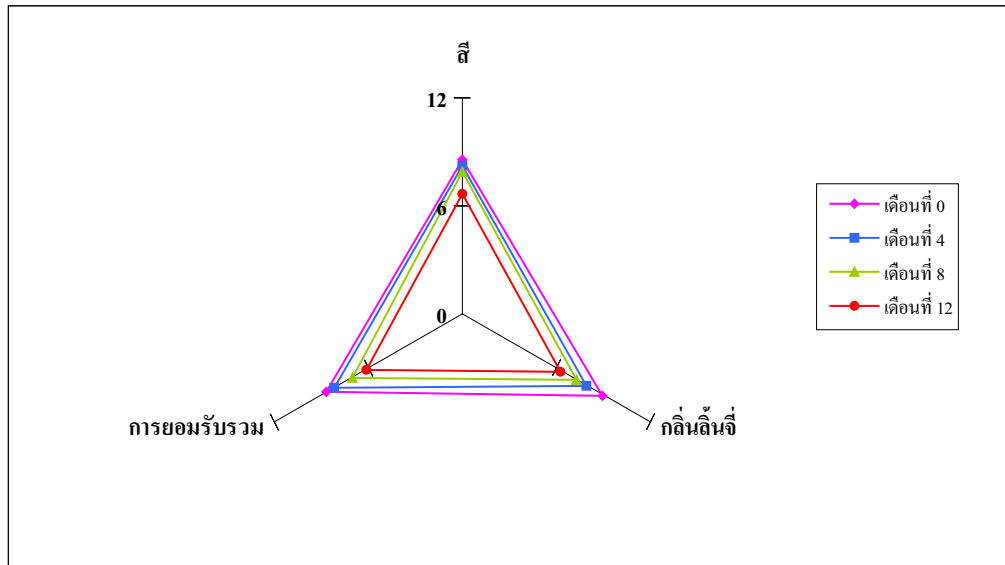
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่น	การยอมรับรวม
0	8.55±1.22 ^a	8.97±1.65 ^a	8.65±1.17 ^a
4	8.17±1.27 ^a	7.96±1.37 ^b	8.24±1.78 ^a
8	7.85±1.72 ^a	7.29±1.16 ^b	7.07±1.69 ^b
12	6.63±1.53 ^b	6.35±1.37 ^c	6.11±1.35 ^b

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

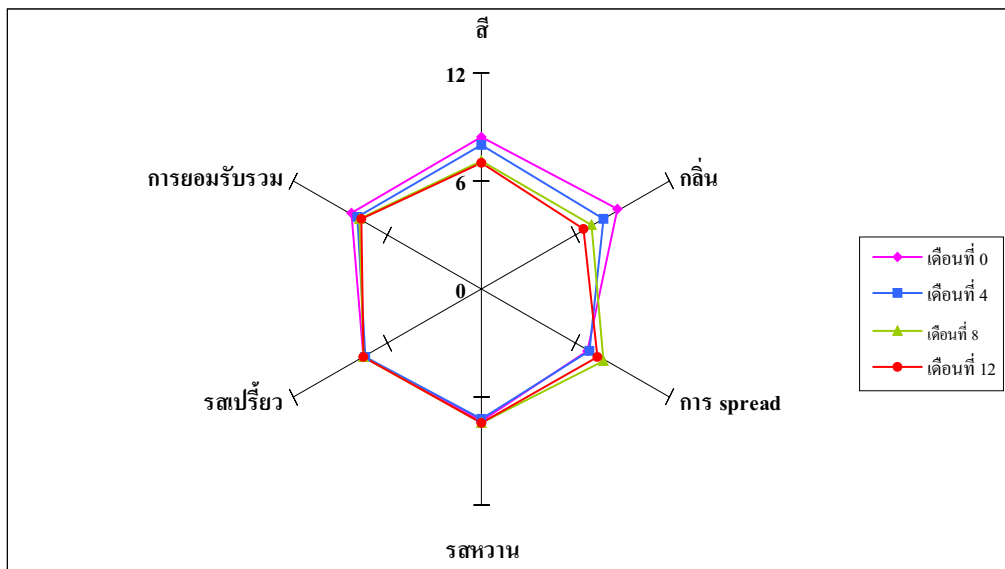
ตาราง 6.47 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแบบที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	การ spread	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	8.41±1.61	8.79±1.64 ^a	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 ^{ab}	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 ^{bc}	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 ^c	7.49±1.83	7.49±1.84	7.55±1.80	7.64±1.83

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



รูป 6.29 ผลทดสอบทางประสาธน์สามตัวที่มีต่อเนื้อดินจีขึ้นเตกบรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.30 ผลทดสอบทางประสาธน์สามตัวที่มีต่อเยื่อที่แปรรูปจากเนื้อดินจีขึ้นเตกบรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.2 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อสันจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.48 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.49 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันทำให้น้ำหนักเนื้อ ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 8.0-10.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-10.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุกหามีค่าอยู่ในช่วง 3,034.2-3,045.7 กรัม

ด้านค่าสี ดังรูป 6.31 (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* ของผลิตภัณฑ์พบว่ามีความเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การที่ค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของกระป๋อง ขนาด A10 มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากระป๋องขนาด A1 สาเหตุอาจเกิดจากระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานกว่า ประกอบกับในระหว่างการเก็บรักษาเกิดการสลายตัวของแอนโทไซยานินและการเกิดสีชมพูได้มากกว่า ดังกล่าวมาแล้วในหัวข้อ 6.4.1.1 ทางด้านน้ำหนักเนื้อ พบว่าน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างชัดเจน เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 8 เดือน หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเนื้อจะเป็นไปในอัตราที่ช้าลง การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเนื้อสันจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A1 และ A10 คล้ายคลึงกัน เพราะผลของอุณหภูมิ ความร้อน และระยะเวลาของการฆ่าเชื้อ เป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเนื้อสันจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ซึ่งใช้เวลาการฆ่าเชื้อมานานกว่าทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเนื้อสันจี่ขึ้นเตกที่บรรจุกระป๋องขนาด A1

ตาราง 6.48 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด 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	-	-	-	-	-

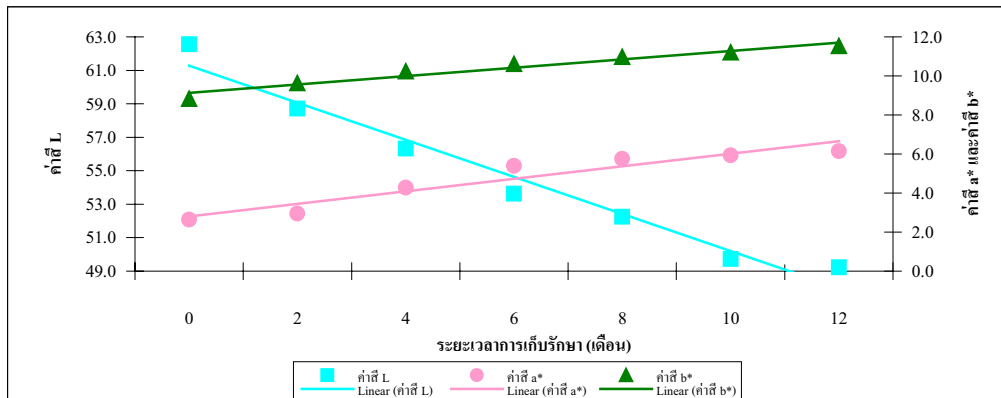
หมายเหตุ เครื่องหมายลบ (-) แสดงผลว่าไม่พบ (Negative) และ เครื่องหมายบวก (+) แสดงผลว่าพบ (Positive)

ตาราง 6.49 สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

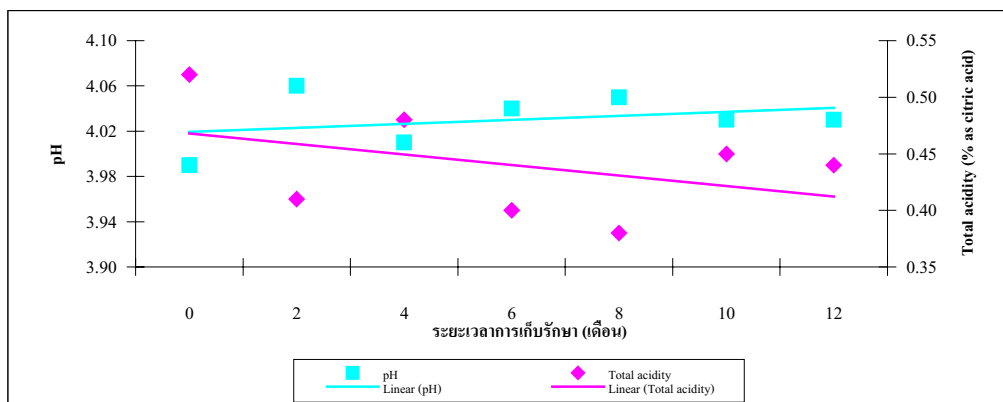
เวลา (เดือน)	Vacuum (mmHg)	Head space (mm)	Drained weight (g)	Net weight (g)	L	a*	b*
0	10.0±0.00	10.0±0.00	2,389.5±10.89 ^a	3,042.9±3.18	62.56±0.29 ^a	2.64±0.04 ^a	8.82±0.07 ^a
2	9.0±1.41	10.0±0.71	2,371.8±4.81 ^{ab}	3,044.4±1.13	58.72±0.28 ^b	2.95±0.06 ^a	9.62±0.06 ^b
4	10.0±0.71	10.0±0.71	2,360.5±4.38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

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

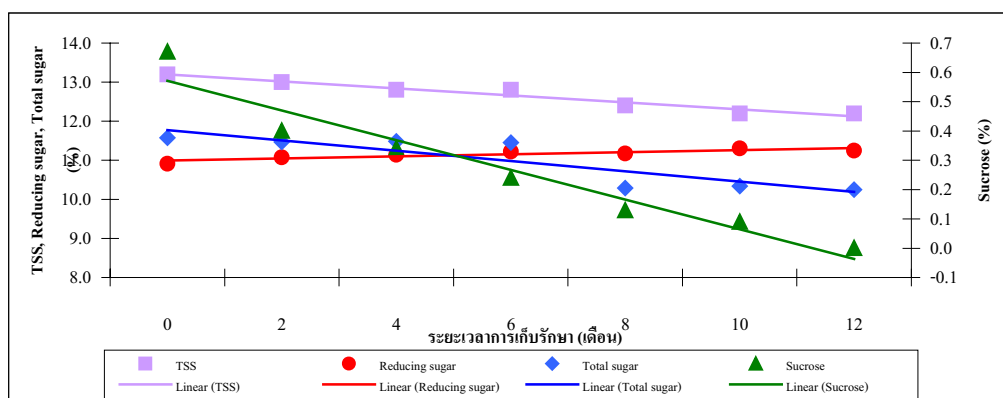
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)



รูป 6.31 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.32 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง, ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแฉกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 4.50 และรูป 6.32-6.33 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็นส่วนประกอบทางเคมีที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าค่อนข้างผันแปรอันเป็นผลมาจากธรรมชาติของผลไม้ที่มีความผันแปรค่อนข้างสูง ขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพราะน้ำตาลซูโครสถูกไฮโดรไลซ์จึงสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ส่งผลให้น้ำตาลรีดิวซิงมีปริมาณเพิ่มขึ้นดังได้กล่าวรายละเอียดไปแล้วในหัวข้อ 6.4.1.2 แต่สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าลดลงสอดคล้องกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ซึ่งมีปริมาณลดลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน พบว่าพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 3.99-4.06 ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.38-0.52 % ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าอยู่ในช่วง 10.91-11.25 % และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 10.25-11.57 %

ตาราง 6.50 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ขึ้นเตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
0	3.99±0.02	0.52±0.04	13.2±0.14 ^a	10.91±0.04	0.67±0.05 ^a	11.58±0.08
2	4.06±0.05	0.41±0.04	13.0±0.00 ^{ab}	11.07±0.10	0.40±0.11 ^b	11.47±0.21
4	4.01±0.05	0.48±0.01	12.8±0.00 ^b	11.14±0.26	0.34±0.01 ^{bc}	11.48±0.25
6	4.04±0.04	0.40±0.02	12.8±0.14 ^{ab}	11.22±0.23	0.24±0.05 ^{cd}	11.46±0.18
8	4.05±0.14	0.38±0.02	12.4±0.14 ^c	11.17±0.09	0.13±0.08 ^{dc}	10.30±0.17
10	4.03±0.04	0.45±0.01	12.2±0.14 ^c	11.30±0.15	0.09±0.01 ^c	10.39±0.21
12	4.03±0.01	0.44±0.01	12.2±0.00 ^c	11.25±0.07	0.00±0.00 ^c	10.25±0.07

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีปริมาณใกล้เคียงกันในช่วง 6 เดือน และลดลงอย่างชัดเจนในเดือนที่ 8 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากการแพร่ของสารละลายภายในเซลล์ของเนื้อลื่นจี้ ออกสู่ภายนอกเพื่อให้เกิดการสมดุลดังได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้วในหัวข้อ 6.1.1.2 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำตาลซูโครสพบว่าปริมาณลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา อันเป็นผลมาจากการถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น และไม่พบปริมาณน้ำตาลซูโครสเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้นาน 12 เดือน เช่นเดียวกับที่พบในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกระป๋องขนาด A1

4.4.2.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อเนื้อลื่นจี้ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดงดังตาราง 6.51 และรูป 6.34 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาแปรผันตรงต่อคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยในช่วง 4 เดือนแรกของการเก็บรักษา คะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มีคะแนนมากกว่า 7) และในเดือนที่ 8 เป็นต้นไป พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมมีค่าน้อยกว่า 7 จัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ โดยเฉพาะในด้านสีได้คะแนนความพอใจต่ำกว่าด้านอื่นๆ เพราะสีของผลิตภัณฑ์มีสีชมพูอย่างชัดเจน

เมื่อนำเนื้อลื่นจี้ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แฮมลื่นจี้แล้วให้ผู้ทดสอบชิมทำการประเมินผลิตภัณฑ์แฮมดังกล่าว ได้ผลดังตาราง 6.52 และรูป 6.35 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสีของแฮมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนความพอใจที่มีต่อสีของแฮมที่ทำจากเนื้อลื่นจี้ที่มีอายุการเก็บรักษาระหว่าง 0-8 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแฮมที่ผลิตจากเนื้อลื่นจี้ขึ้นแตกที่เก็บรักษาไว้นาน 8 เดือนขึ้นไป คะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับสำหรับคะแนนความพอใจทางด้านกลิ่น การ spread บนขนมปัง รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

ตาราง 6.51 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่จีนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

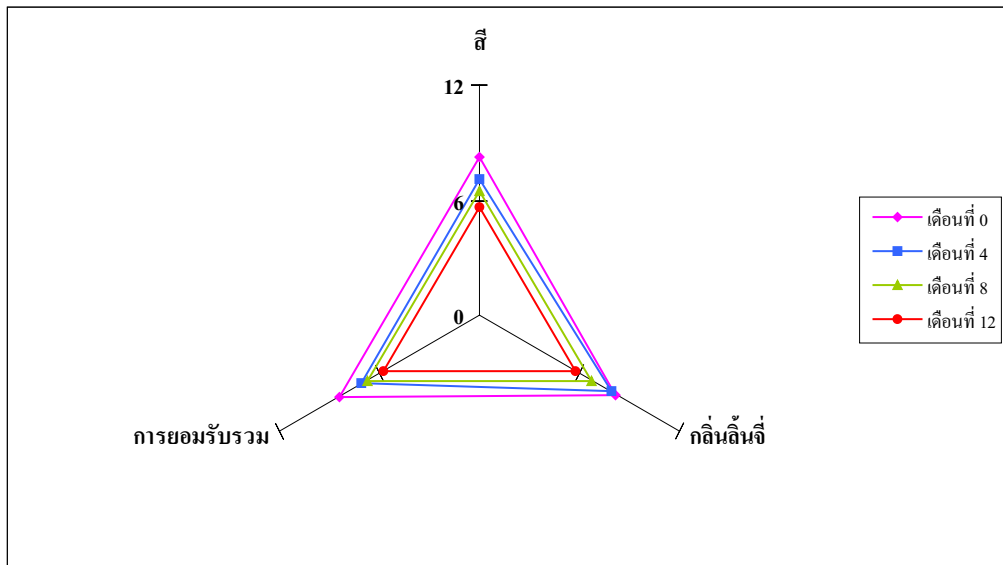
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่น	การยอมรับรวม
0	8.23±1.85 ^a	8.24±1.78 ^a	8.47±1.40 ^a
4	7.07±2.41 ^{ab}	7.89±1.95 ^a	7.07±1.65 ^b
8	6.51±2.18 ^b	6.74±2.41 ^{ab}	6.80±1.99 ^b
12	5.61±1.84 ^b	5.89±2.56 ^b	5.84±1.69 ^b

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

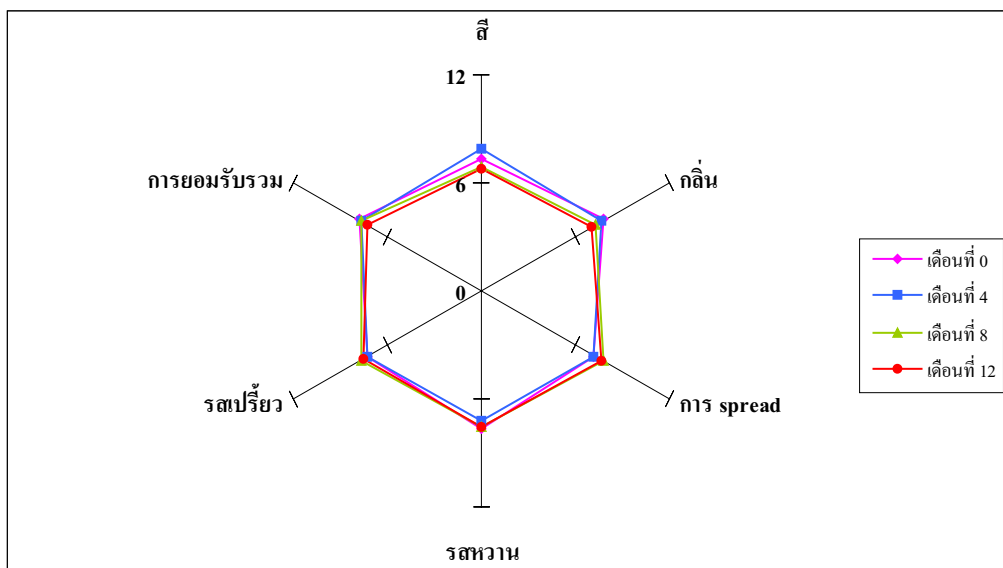
ตาราง 6.52 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่จีนแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ					
	สี	กลิ่น	การ spread	รสหวาน	รสเปรี้ยว	การยอมรับรวม
0	7.30±2.27 ^{ab}	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 ^a	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 ^{ab}	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 ^b	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 6.34 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.35 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแยมที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.3 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.3.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง

6.53 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.54 ซึ่งพบว่าค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร และน้ำหนักสุทธิมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ความเป็นสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วง 9.0-11.0 มิลลิเมตรปรอท ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหารมีค่าอยู่ในช่วง 10.0-11.0 มิลลิเมตร และน้ำหนักสุทธิมีค่าอยู่ในช่วง 419.7-424.2 กรัม

ตาราง 6.53 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 6.54 สมบัติทางกายภาพของเนื้อสันจืดปนบรรจุกระป๋องขนาด 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 ^a	0.34±0.03 ^a	9.37±0.25 ^a
2	11.0±0.00	11.0±0.00	422.2±3.04	57.69±0.03 ^b	1.70±0.09 ^b	9.98±0.18 ^b
4	10.0±0.00	11.0±0.71	423.0±3.54	55.11±0.35 ^c	3.14±0.35 ^c	10.71±0.13 ^c
6	10.0±0.00	10.0±0.00	420.5±0.71	53.14±0.04 ^d	5.26±0.02 ^d	11.65±0.22 ^d
8	10.0±0.00	11.0±0.71	419.7±1.34	52.02±0.05 ^e	5.48±0.09 ^d	11.95±0.06 ^{de}
10	10.0±0.71	10.0±0.00	420.5±2.90	49.18±0.06 ^f	6.09±0.02 ^e	12.16±0.09 ^{ef}
12	9.0±0.00	10.0±0.00	421.8±3.18	47.54±0.13 ^g	7.15±0.08 ^f	12.39±0.16 ^f

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 6.36 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสีที่ปรากฏ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน สีของผลิตภัณฑ์ยิ่งคล้ำมากยิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาแบบไม่อาศัยเอนไซม์ ดังได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 6.4.1.1

2. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของสันจืดปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 แสดงดังตาราง 6.55 พบว่าปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลซูโครสของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงผันแปรตามระยะเวลาการเก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ค่าพีเอช ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 3.98-4.01 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงมีค่าอยู่ในช่วง 12.99-13.67 % สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่ามีในช่วง 2-4 เดือนแรก มีปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการสลายตัวของสารโพลีแซ็กคาไรด์ที่เกิดเนื่องจากการให้ความร้อนและการเกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษานอกจากนี้ใน

สภาวะที่ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดก็มีส่วนช่วยส่งเสริมให้การไฮโดรไลซิสดังกล่าวเป็นไปได้เร็วขึ้น ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจึงมีค่าสูง จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

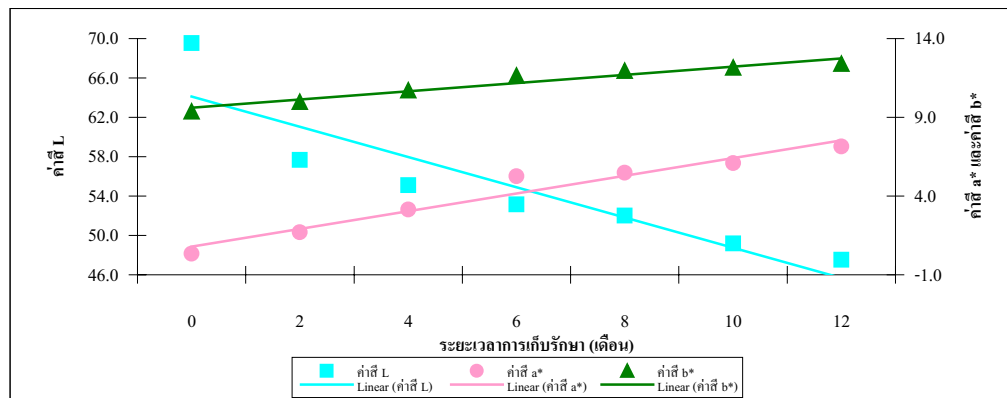
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 2 เดือน ทั้งนี้การลดลงของปริมาณกรดสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช ดังรูป 6.37 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) และการลดลงของกรดอาจเป็นผลมาจากกรดบางส่วนเข้าไปทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับน้ำตาลซูโครส สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่ามีปริมาณลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นาน 10 เดือน เช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครสที่มีปริมาณลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ดังรูป 6.38 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) และไม่พบปริมาณน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน เนื่องจากน้ำตาลซูโครสของผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่สลายตัวกลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นานไม่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ ดังได้กล่าวรายละเอียดมาแล้วในหัวข้อ 6.4.1.2

ตาราง 6.55 ส่วนประกอบทางเคมีของเนือลินจีตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

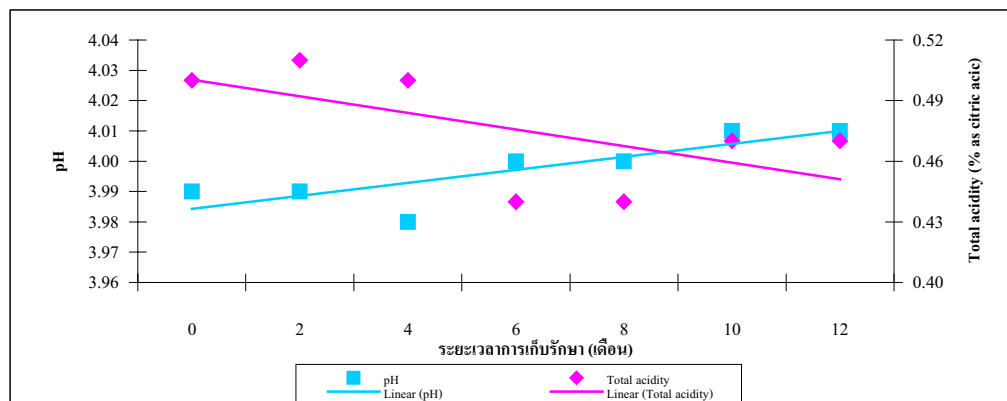
เวลา (เดือน)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้งหมด ที่ละลายน้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
0	3.99±0.02	0.55±0.01 ^a	15.4±0.14 ^a	12.99±0.05	0.80±0.11 ^a	13.78±0.06
2	3.99±0.01	0.51±0.01 ^b	15.4±0.00 ^a	13.62±0.16	0.71±0.03 ^a	14.33±0.18
4	3.98±0.01	0.50±0.01 ^b	15.2±0.00 ^{ab}	13.64±0.23	0.41±0.01 ^b	14.05±0.22
6	4.00±0.01	0.44±0.01 ^d	15.2±0.00 ^{ab}	13.64±0.27	0.22±0.16 ^c	13.86±0.43
8	4.00±0.01	0.44±0.01 ^d	15.2±0.14 ^{bc}	13.66±0.25	0.22±0.13 ^c	13.75±0.38
10	4.01±0.01	0.47±0.00 ^c	15.0±0.00 ^c	13.67±0.33	0.00±0.00 ^d	13.67±0.33
12	4.01±0.01	0.47±0.01 ^c	15.0±0.00 ^c	13.61±0.32	0.00±0.00 ^d	13.61±0.32

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

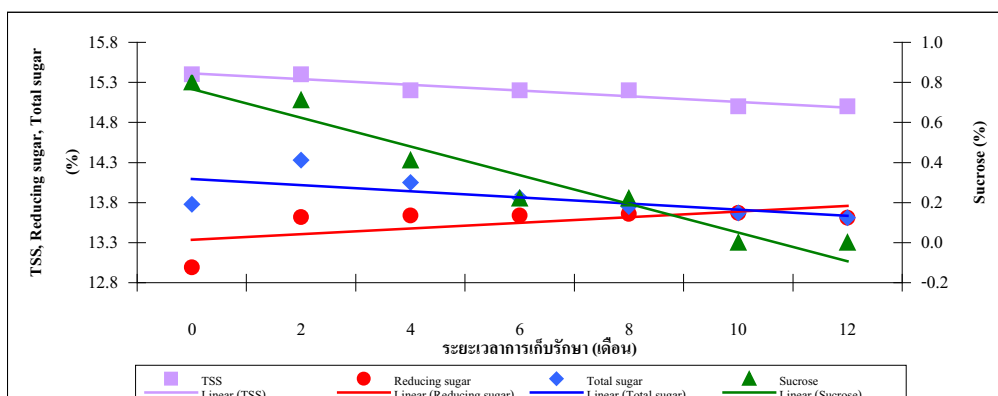
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูป 6.36 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a และค่าสี b ของเนื้อล้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.37 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อล้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.38 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อล้นจี่ตีปั่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.3.3 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ในเดือนที่ 0, 4, 8 และ 12 แสดงดังตาราง 6.56 และรูป 6.39 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

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ตีปนในระหว่างการเก็บรักษามาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่ม จากนั้นประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 6.57 และรูป 6.40 พบว่าการให้คะแนนความพอใจของผู้ทดสอบชิมต่อสี กลิ่น ลิ้นจี่ รสหวาน รสเปรี้ยว และการยอมรับรวมมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ถ้าพิจารณาคะแนนความพอใจที่มีต่อสี และการยอมรับรวมของน้ำลิ้นจี่ จะเห็นว่ามีความมากกว่า 7 คะแนน ในทุกช่วงอายุการเก็บรักษา แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ ถึงแม้ว่าในรูปแบบเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋อง คะแนนความพอใจเมื่อเก็บไว้นาน 12 เดือน จะอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับก็ตาม ในด้านกลิ่นลิ้นจี่ พบว่าเมื่อนำมาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนทำให้สารระเหยบางชนิดที่ให้กลิ่นลิ้นจี่สลายตัว ส่งผลให้กลิ่นลิ้นจี่จางลงกว่าเดิมเหตุให้คะแนนความพอใจที่มีต่อกลิ่นน้ำลิ้นจี่อยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับซึ่งพบว่าในเนื้อลิ้นจี่ตีปนที่มีอายุการเก็บรักษานาน 8 เดือน ขึ้นไป

ตาราง 6.56 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

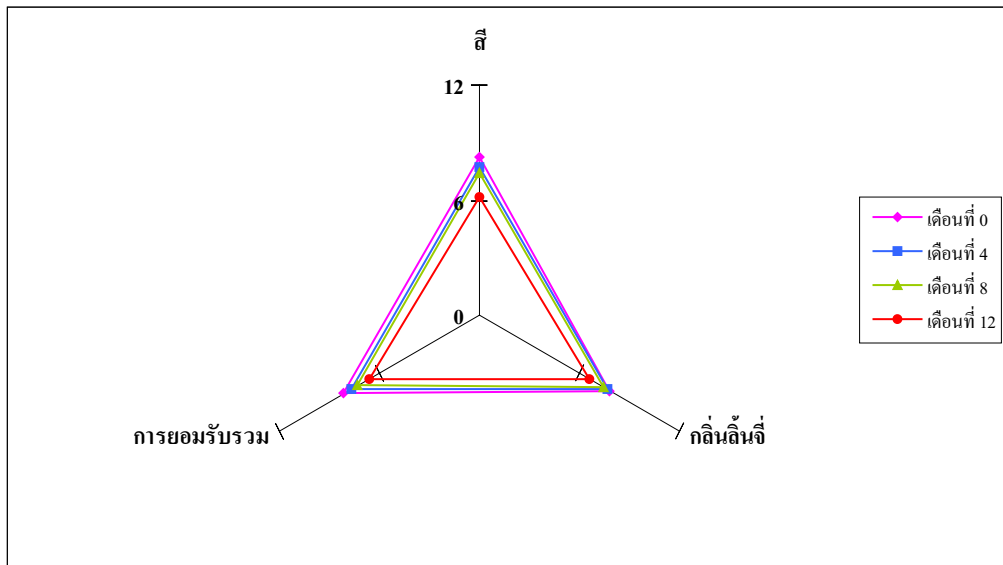
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	การยอมรับรวม
0	8.22±1.04 ^a	7.80±1.20	8.16±1.28
4	7.68±1.57 ^a	7.71±1.31	7.72±1.95
8	7.36±1.68 ^a	7.53±1.21	7.28±1.95
12	6.12±1.51 ^b	6.71±1.75	6.70±1.98

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

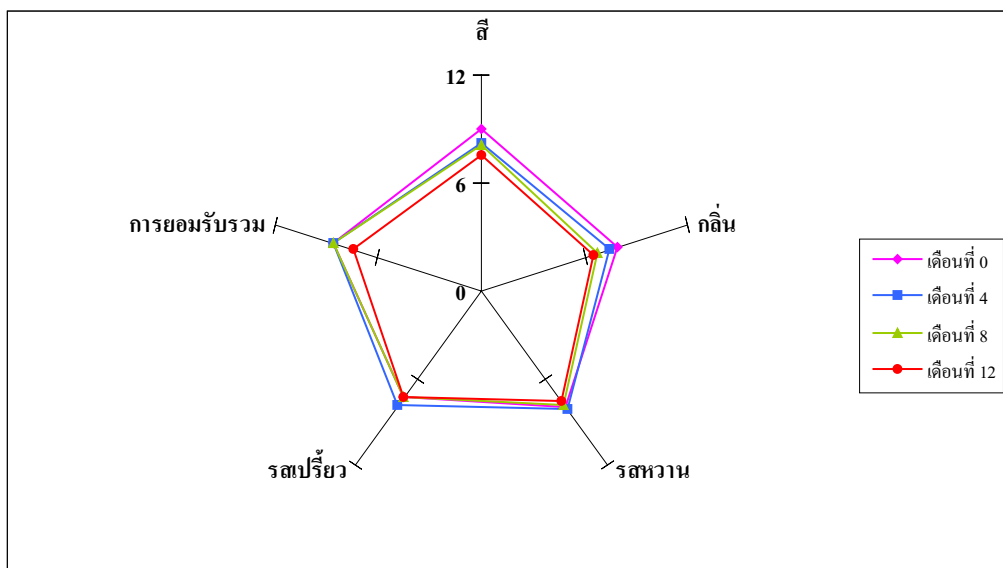
ตาราง 6.57 ผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

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 6.39 ผลการประเมินทางด้านประสาธสัมพันธ์ต่อเนื้อลิ้นจี่ที่ปนบรรจุกระป๋องขนาด A1
ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.40 ผลการประเมินทางด้านประสาธสัมพันธ์ต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปมาจากเนื้อลิ้นจี่ที่ปนบรรจุกระป๋อง
ขนาด A1 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.4 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.4.1 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์และสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.58 ผลปรากฏว่าไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.59 พบว่าความเป็นสุญญากาศ ค่าสี 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* มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นกัน ดังรูป 6.41 (สมการรีเกรซชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำมากขึ้น อันเกิดจากการเกิด pink discolouration และการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาแบบไม่อาศัยเอนไซม์ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 6.4.1.1

ตาราง 6.58 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 6.59 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 ^a	10.0±0.00	3,086.7±1.06	69.81±0.21 ^a	1.72±0.01 ^a	9.02±0.08 ^a
2	11.0±0.00 ^a	10.0±0.00	3,076.9±2.69	55.29±0.08 ^b	3.77±0.15 ^b	9.70±0.03 ^b
4	11.0±0.00 ^a	11.0±0.71	3,085.2±3.11	54.75±0.02 ^c	5.04±0.11 ^c	10.47±0.14 ^c
6	10.0±0.71 ^{ab}	10.0±0.00	3,079.2±1.13	52.50±0.08 ^d	6.77±0.10 ^d	11.64±0.04 ^d
8	10.0±0.71 ^{bc}	10.0±0.00	3,081.9±2.19	51.84±0.08 ^c	7.70±0.11 ^c	11.85±0.03 ^c
10	9.0±0.00 ^c	10.0±0.00	3,079.0±5.52	47.53±0.11 ^f	7.94±0.07 ^f	12.02±0.04 ^f
12	8.0±0.71 ^c	10.0±0.71	3,080.1±5.73	47.18±0.15 ^g	8.16±0.06 ^f	12.88±0.04 ^g

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

6.4.4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 แสดงดังตาราง 6.60 พบว่าส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนทางด้านปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอย่างไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.98-4.01

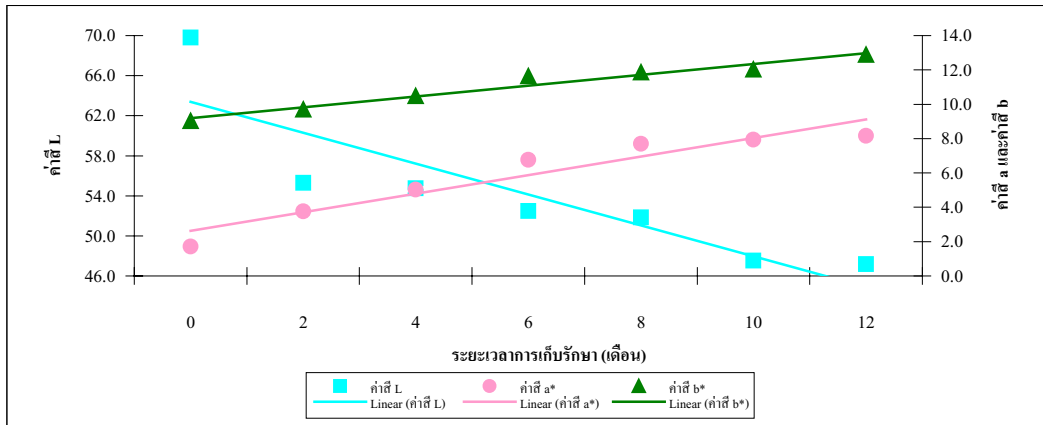
เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังรูป 6.43 (สมการรีเกรชันเส้นตรงแสดงดังภาคผนวก จ) พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสมีการเปลี่ยนแปลงลดลงจากเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยถูกไฮโดรไลซ์เป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตสเป็นเหตุให้น้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือน ไม่พบน้ำตาลซูโครสเหลืออยู่ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ลดลงเนื่องจากกรดบางส่วนถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ตาราง 6.60 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

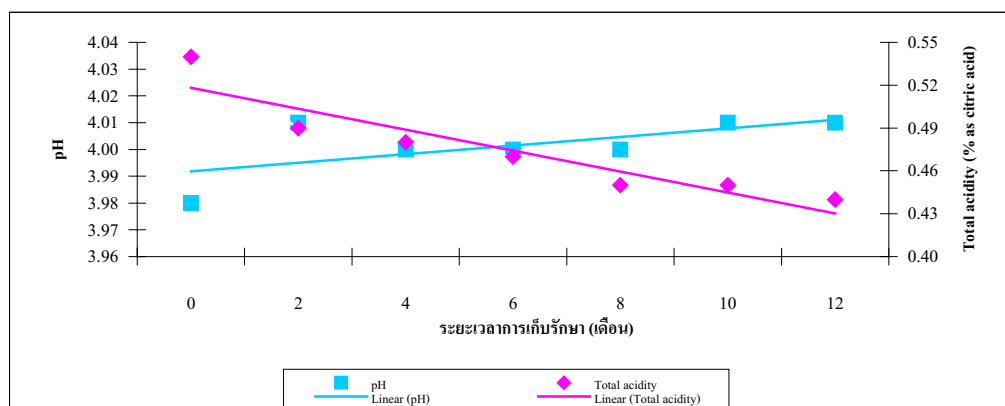
เวลา (เดือน)	ค่าพีเอช	กรดทั้งหมด (% ในรูปกรด ซิตริก)	ของแข็งทั้ง หมดที่ละลาย น้ำได้ (%)	น้ำตาล รีดิวซิง (%)	น้ำตาล ซูโครส (%)	น้ำตาล ทั้งหมด (%)
0	3.98±0.01	0.54±0.00 ^a	15.2±0.00 ^a	13.05±0.06 ^d	0.70±0.04 ^a	13.75±0.10 ^a
2	4.01±0.01	0.49±0.01 ^b	15.2±0.14 ^{ab}	13.12±0.02 ^{cd}	0.52±0.13 ^b	13.64±0.11 ^{ab}
4	4.00±0.01	0.48±0.01 ^b	15.2±0.00 ^a	13.19±0.05 ^{bc}	0.42±0.07 ^b	13.61±0.12 ^{ab}
6	4.00±0.00	0.47±0.02 ^{bc}	15.2±0.00 ^a	13.26±0.04 ^{ab}	0.21±0.03 ^c	13.47±0.01 ^{bc}
8	4.00±0.01	0.45±0.01 ^{cd}	15.0±0.00 ^{bc}	13.30±0.03 ^a	0.11±0.02 ^{cd}	13.41±0.03 ^c
10	4.01±0.01	0.45±0.01 ^{cd}	15.0±0.00 ^{bc}	13.33±0.01 ^a	0.04±0.00 ^d	13.37±0.04 ^c
12	4.01±0.03	0.44±0.01 ^d	15.0±0.14 ^c	13.35±0.07 ^a	0.00±0.00 ^d	13.35±0.07 ^c

หมายเหตุ 1. ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

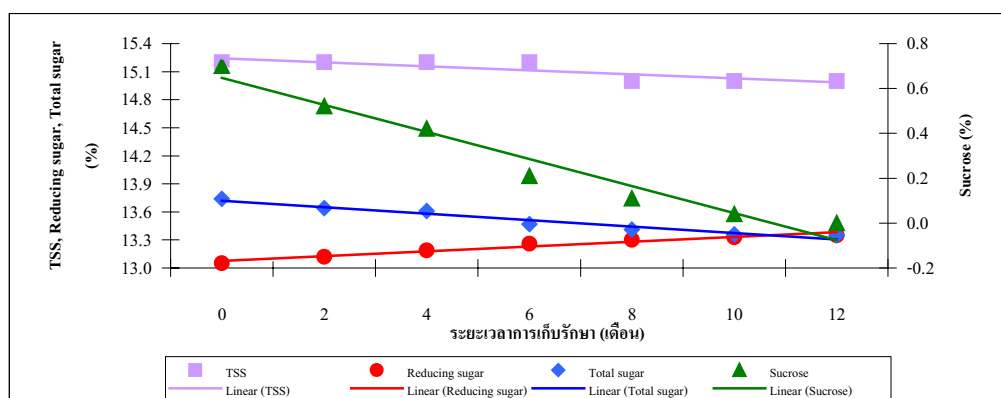
2. ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูป 6.41 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ค่าสี a* และค่าสี b* ของเนื้อฉิ้นจีตี่ปันบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.42 การเปลี่ยนแปลงพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจีตี่ปันบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อฉิ้นจีตี่ปันบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

6.4.4.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง 6.61 และรูป 6.44 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 จัดอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลองของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ในด้านสี พบว่าเนื้อลิ้นจี่ตีปนที่มีอายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน มีคะแนนความพอใจ 7.46 จัดอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

เมื่อนำเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ที่เก็บรักษาไว้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว มาแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่ม ได้ผลดังตาราง 6.62 และรูป 6.45 พบว่าคะแนนความพอใจที่มีต่อสี กลิ่น และการยอมรับรวมในรูปของน้ำลิ้นจี่พร้อมดื่มมีค่ามากกว่าในรูปเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋อง แต่แนวโน้มของคะแนนความพอใจลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกับคะแนนความพอใจของเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋อง อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการแปรรูปเป็นน้ำลิ้นจี่สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นก็ตาม แต่ถ้าคุณภาพวัตถุดิบต่ำก็ยากที่จะปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบของผู้ทดสอบชิมต่อน้ำลิ้นจี่ที่ทำจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนอายุการเก็บ 12 เดือน จะอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ยอมรับทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ

ตาราง 6.61 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

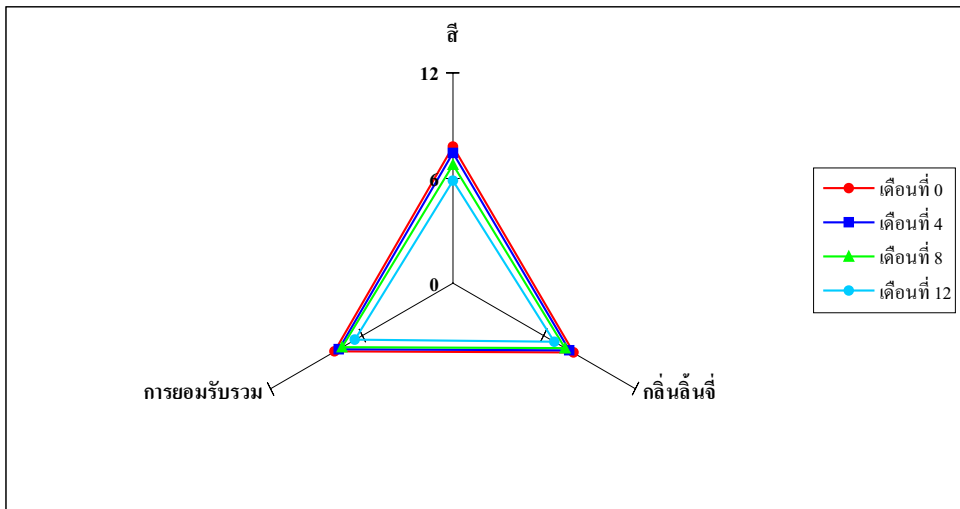
เวลา (เดือน)	คะแนนความพอใจที่มีต่อ		
	สี	กลิ่นลิ้นจี่	การยอมรับรวม
0	7.81±2.33 ^a	7.90±1.20	7.80±1.52
4	7.46±1.70 ^a	7.65±1.14	7.56±1.80
8	6.75±1.99 ^{ab}	7.39±1.80	7.30±1.76
12	5.84±2.80 ^b	6.69±1.53	6.47±1.38

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

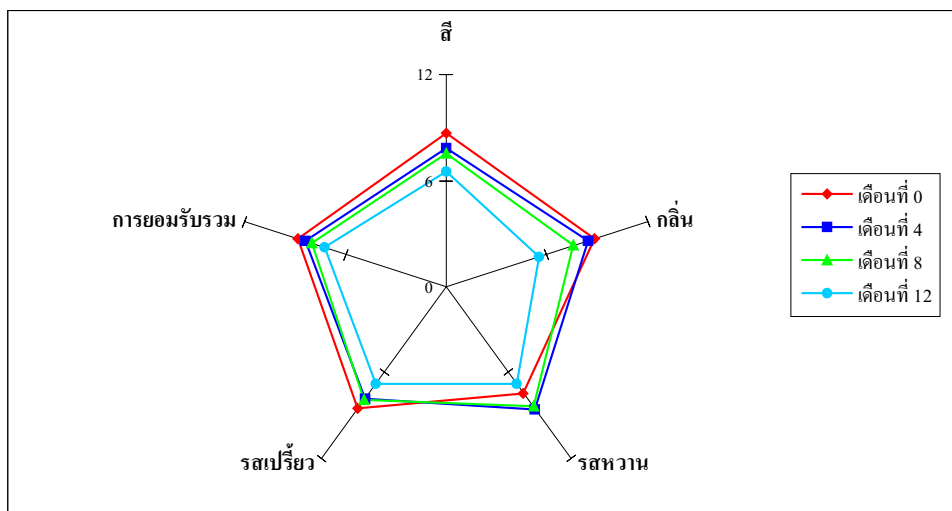
ตาราง 6.62 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

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

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



รูป 6.44 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



รูป 6.45 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อน้ำลิ้นจี่ที่แปรรูปจากเนื้อลิ้นจี่ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A10 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

บทที่ 7

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง การศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลีนจีและการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

7.1 ผลการศึกษาลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือก ที่ผู้ทดสอบชิมต้องการ พบว่าผู้ทดสอบชิมต้องการให้ผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือก มีเปลือกเป็นสีแดง มีกลิ่นลีนจี และมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว

7.2 เมื่อเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือก ที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งที่ผู้ทดสอบชิมต้องการ พบว่าผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดมีลักษณะไม่ตรงกับความต้องการของผู้ทดสอบชิม เนื่องจากมีเปลือกเป็นสีน้ำตาล มีกลิ่นลีนจีเหลืออยู่น้อย และมีรสชาติที่เปรี้ยวมาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

7.3 ผลการเปรียบเทียบรูปแบบของอุณหภูมิเพื่อใช้เป็นแนวทางในการอบแห้ง 3 รูปแบบ พบว่าการอบแห้งรูปแบบที่ 2 ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นที่สุดคือ 39 ชั่วโมง รองลงมา คือ การอบแห้งรูปแบบที่ 1 และ 3 ซึ่งใช้ระยะเวลาการอบแห้ง 42 และ 60 ชั่วโมง ตามลำดับ และการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบได้ผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกที่มีความชื้นและค่า a_w ไม่แตกต่างกัน การอบแห้งรูปแบบที่ 2 ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นที่สุด แต่ผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งที่ได้มีรสขม มีลักษณะบวมและแตกมาก จึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้ทดสอบชิม ดังนั้นรูปแบบการอบแห้งผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกที่ดีที่สุด คือรูปแบบที่ 1 เป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิเริ่มต้น 60°C นาน 6 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 70°C นาน 6 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 80°C นาน 15 ชั่วโมง ลดลงเหลือ 70°C นาน 12 ชั่วโมง และลดเหลือ 60°C นาน 3 ชั่วโมง รวมเวลาที่ใช้อบแห้งทั้งหมด 42 ชั่วโมง เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกที่มีความชื้น และค่า a_w ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 2 ที่ใช้ระยะเวลาการอบแห้งเท่ากัน และยังมีค่าความชื้นและค่า a_w ไม่แตกต่างจากการอบแห้งรูปแบบที่ 3 แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่สั้นกว่า ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความชอบผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งทั้ง 3 รูปแบบไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ลีนจีอบแห้งทั้งเปลือกโดยใช้รูปแบบอุณหภูมิการอบแห้งรูปแบบที่ 1 จึงมีความเหมาะสมที่สุด

7.4 ผลลึ้นจี้ที่มีระยะความแก่-อ่อนแตกต่างกัน 2 ระยะ คือผลลึ้นจี้ที่แก่เต็มที่ (อายุการเก็บเกี่ยว 74 วัน) และผลลึ้นจี้ที่ยังไม่แก่เต็มที่ (อายุการเก็บเกี่ยว 64 วัน) มีลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน โดยผลลึ้นจี้ที่แก่เต็มที่ที่มีขนาดของผล และปริมาณเนื้อลึ้นจี้มากกว่าผลลึ้นจี้ที่ไม่แก่เต็มที่ และเปลือกยังมีสีแดงมากกว่าเนื่องจากมีปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารสีที่ทำให้เปลือกมีสีแดงมากกว่าผลลึ้นจี้ที่ไม่แก่เต็มที่ และผลลึ้นจี้ที่แก่เต็มที่ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกในเนื้อลึ้นจี้น้อยกว่าผลลึ้นจี้ที่ไม่แก่เต็มที่ เมื่อนำผลลึ้นจี้ที่มีระยะความแก่-อ่อนทั้ง 2 ระยะไปอบแห้งพบว่ามีคุณภาพที่แตกต่างกัน คือผลลึ้นจี้ที่แก่เต็มที่ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลึ้นจี้อบแห้งน้อยกว่าผลลึ้นจี้อบแห้งที่ได้จากผลลึ้นจี้ที่ไม่แก่เต็มที่

7.5 ผลการศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการแช่ผลลึ้นจี้ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสม พบว่าความเข้มข้น 0.5 นอร์มัลและแช่นาน 15 นาที มีความเหมาะสม เนื่องจากเป็นระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่สามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลึ้นจี้ให้คงอยู่ภายหลังการอบแห้งไว้ได้มากที่สุด และไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลึ้นจี้ภายหลังการอบแห้ง การแช่ในสารละลายกรดนาน 20 และ 25 นาที ทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลึ้นจี้เพิ่มขึ้นภายหลังการอบแห้ง

7.6 การแช่ผลลึ้นจี้ที่มีความแก่เต็มที่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปอบแห้งสามารถช่วยรักษาสีแดงของเปลือกผลลึ้นจี้อบแห้งให้คงอยู่ไว้ได้มากที่สุด เนื่องจากเปลือกผลลึ้นจี้ที่แก่เต็มที่ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินอยู่สูง และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีผลช่วยให้แอนโทไซยานินมีความคงตัว จึงไม่เกิดการสลายตัวเนื่องจากความร้อนระหว่างการอบแห้ง

7.7 การเก็บรักษาผลลึ้นจี้สดในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีผลให้ผลลึ้นจี้มีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลึ้นจี้ลดลง และการแช่ผลลึ้นจี้ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นสามารถรักษาสีแดงของเปลือกผลลึ้นจี้ได้ดีกว่าผลลึ้นจี้ที่เก็บรักษาโดยไม่แช่ในสารละลายกรด แล้วนำมาแช่ภายหลังการเก็บรักษา เพราะเปลือกผลลึ้นจี้บางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษา

7.8 คุณภาพของผลลึ้นจี้อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากผลลึ้นจี้ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล เป็นเวลา 15 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นนาน 1 สัปดาห์ ก่อนการอบแห้ง มีปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อลึ้นจี้น้อยกว่าการนำผลลึ้นจี้มาแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปอบทันที

7.9 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลลึ้นจี้อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้จากผลลึ้นจี้ที่แช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล

เป็นเวลา 15 นาที แล้วเก็บรักษาในห้องเย็น 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปอบแห้งมากที่สุด เนื่องจากผลลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกที่ได้มีลักษณะทางด้านสีเปลือก กลิ่นลึ้นจ๊อบ และรสชาติตรงกับความต้องการของผู้ทดสอบชิมมากที่สุด

7.10 การเก็บรักษาผลลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษา 4 วิธี คือการบรรจุในถุง high density polyethylene (HDPE), ถุง oriental polypropylene (OPP), ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน พบว่าผลลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกมีสีแดงของเปลือกลดลง และเปลือกมีสีคล้ำมากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกแตกต่างกันเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน โดยผลลึ้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกมากที่สุด และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน พบว่าผลลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีการเปลี่ยนแปลงสีแดงของเปลือกระหว่างการเก็บรักษาน้อยที่สุด รองลงมาคือการเก็บรักษาในถุง OPP และ ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น ส่วนผลลึ้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE มีสีแดงของเปลือกลดลงและมีสีคล้ำเพิ่มขึ้นมากที่สุด

สำหรับปริมาณความชื้นและค่า a_w มีค่าเพิ่มขึ้น และให้ค่าแตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน การเก็บรักษาในถุง HDPE มีความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือการเก็บรักษาในถุง OPP ส่วนการเก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นและค่า a_w น้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 10 เดือน

การเก็บรักษาผลลึ้นจ๊อบในถุง OPP สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางด้านสีของเปลือกผลลึ้นจ๊อบ การเพิ่มขึ้นของความชื้นและค่า a_w ของผลลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกได้ดีกว่าการเก็บรักษาในถุง HDPE การใช้สารดูดความชื้นร่วมกับการใช้ถุง OPP สามารถช่วยป้องกันไม่ให้ความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการใช้ถุง OPP เพียงอย่างเดียว และการใช้สารดูดออกซิเจนร่วมกับการใช้ถุง OPP และสารดูดความชื้นจะช่วยให้สีเปลือกของผลลึ้นจ๊อบแห้งเปลี่ยนแปลงช้าลงระหว่างการเก็บรักษา

7.11 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลึ้นจ๊อบแห้งทั้งเปลือกด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี ครบ 6 เดือน ผู้บริโภคเริ่มให้การยอมรับลักษณะของสีเปลือกของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยให้การยอมรับสีเปลือกของผลลึ้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP, ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้น และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมากกว่าผลลึ้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง HDPE และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 เดือน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลลึ้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมากที่สุด

7.12 สีของเปลือกผลลื่นจ๊อบแห้งสามารถใช้เป็นตัวชี้บ่งถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลลื่นจ๊อบแห้งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการเก็บรักษาผลลื่นจ๊อบแห้งทั้ง 4 วิธี จึงมีอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน การเก็บรักษาผลลื่นจ๊อบแห้งใน ถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 10.95 เดือน ส่วนผลลื่นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาในถุง OPP และถุง OPP ที่มีสารดูดความชื้นมีอายุการเก็บรักษา 9.68 และ 9.31 เดือน ผลลื่นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาไว้ในถุง HDPE มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดคือ 7.22 เดือน

7.13 การศึกษาพัฒนากระบวนการผลิตเนื้อลีนจีแฮมมอปแห้ง ผลการทดสอบความพอใจ เปรียบเทียบระหว่างเนื้อลีนจีอบแห้งที่ผ่านการเชื่อมแบบช้ากับแบบเร็ว ด้วยวิธี paired comparison พบว่า ผู้ทดสอบจำนวน 19 คนในจำนวนทั้งหมด 20 คน พอใจเนื้อลีนจีแฮมมอปแห้งแบบช้ามากกว่าแบบเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

7.14 ผลการศึกษาเพื่อหาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบชา้ที่ผู้ทดสอบต้องการด้วยวิธี ideal ratio profile พบว่าผู้ทดสอบต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นลิ้นจี่ชัดเจน รสหวานอมเปรี้ยว เนื้อสัมผัสไม่นิ่มและไม่เหนียว โดยให้ความสำคัญในด้านความชอบรวมเป็นปัจจัยหลักรองลงมาคือ กลิ่น รสหวาน สี รสเปรี้ยว ความแข็ง และความเหนียว ตามลำดับ

7.15 ผลการศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ Plackette and Burman Design ได้การทดลองทั้งหมด 8 การทดลอง นำเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งทั้ง 8 การทดลองมาวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัส นำผลการวิเคราะห์คุณภาพทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้ง คือ ความเข้มข้นของน้ำตาลสุดท้ายที่ใช้ และปริมาณกรดที่มีอยู่ในส่วนผสม โดยระดับความหวานที่ระดับต่ำ คือ 35 องศาบริกซ์ ส่วนรสเปรี้ยว ปริมาณกรดซิตริก ระดับสูง คือ 0.7% แต่ค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่เข้าใกล้ 1 สำหรับส่วนผสมอื่นๆ จัดเป็นปัจจัยรอง และเกลือไม่ใช้เป็นส่วนผสม

7.16 ผลการศึกษาเพื่อหาสูตรของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อม ด้วยการวางแผนการทดลองแบบ factorial 2^2+2 cp. ได้สูตรทั้งหมด 6 สูตร จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำเชื่อมและของเนื้อลีนจีระหว่างการเชื่อม พบว่า ระหว่างการเชื่อมมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารที่ละลายได้ โดยความเข้มข้นของน้ำเชื่อมลดลงอย่างมากในวันแรกของการเชื่อม จากนั้นอัตราการลดลงจะช้าลงแปรผันตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับความเข้มข้นของสารที่ละลายได้ในเนื้อลีนจี จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในวันแรก และเพิ่มขึ้นอย่างมากในวันที่ 2 และวันที่ 3 จากนั้นจะเริ่มช้าลงเรื่อยๆ เมื่อนำผลวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อลีนจีเชื่อมอบแห้งทั้ง 6 สูตร มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า

สูตรที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ความเข้มข้นของน้ำตาลสุดท้าย 45 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดซิตริก 0.7% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.2% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.7% โดยมีวิธีการปรับน้ำเชื่อมเริ่มต้นจาก 35 องศาบริกซ์ เพิ่มเป็น 40 องศาบริกซ์ 45 องศาบริกซ์ และคงที่ที่ 45 องศาบริกซ์ เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแช่อบแบบช้า

7.17 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งแบบช้า ระหว่างสูตรน้ำตาลอย่างเดียวกับสูตรน้ำตาลผสมเบะแซด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสและตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี พบว่าเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งแบบช้าสูตรใช้น้ำตาลอย่างเดียวกันให้คุณภาพในด้านสี ความใส ความชอบรวม มากกว่าสูตรที่เติมเบะแซ โดยมีค่าสี L , a^* และ b^* ค่าแรงเฉือน ต่ำกว่าสูตรที่เติมเบะแซอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

7.18 ผลการศึกษาเพื่อหาชนิดของสารละลาย อัตราส่วนลิ้นจี่ : สารละลาย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำออสโมติกไฮเดรชันเนื้อลิ้นจี่ก่อนการอบแห้ง พบว่าการแช่ในสารละลายซูโครส 70% ที่มีสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4% ให้ % น้ำหนักลดลง มีอัตราการสูญเสีย น้ำและผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้ ได้รับการยอมรับมากกว่าการแช่ในสารละลายซูโครส 60% ที่มีกลีเซอรอล 15% และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4% สำหรับอัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย พบว่าอัตราส่วนเนื้อลิ้นจี่ : สารละลาย 1 : 1.5 ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลดลงใกล้เคียงกับ 1 : 2 และมากกว่า 1 : 1 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ได้มีค่า ideal ratio ด้านความหวาน กลิ่นลิ้นจี่ รสเปรี้ยว ความเหนียว และการยอมรับรวมมากกว่าอัตราส่วน 1 : 2 ยกเว้นความพอใจในด้านสี ความแข็ง และต้นทุนการผลิตน้อยกว่าอัตราส่วน 1 : 2 สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการทำออสโมซิส พบว่าการแช่ระหว่างชั่วโมงที่ 3 ถึงชั่วโมงที่ 5 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลดลงใกล้เคียงกันมาก เช่นเดียวกันกับปริมาณสารที่ละลายได้ที่เพิ่มขึ้นในเนื้อลิ้นจี่ จึงเลือกใช้เวลา 3-4 ชั่วโมงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสม

7.19 ผลการศึกษาเพื่อหาวิธีการอบแห้งเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งที่เหมาะสม พบว่าการอบแห้งรูปแบบที่เหมาะสม คือ เริ่มอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C 2 ชั่วโมงลดอุณหภูมิเป็น 65°C 2 ชั่วโมง ลดอุณหภูมิเป็น 60°C อบแห้งต่อไปจนครบเวลา 14 ชั่วโมง จะได้เนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งที่มีเปอร์เซ็นต์ ความชื้น 23.12 %, a_w 0.482, ค่าสี L 43.56 ค่าสี a^* 2.56 และค่าสี b^* 12.89

7.20 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการอบเนื้อลิ้นจี่อบแห้งแบบออสโมติกดีไฮเดรชัน พบว่าในช่วงต้นของการอบแห้ง (4 ชั่วโมงแรก) มีการระเหยน้ำออกอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักลดลงค่อนข้างช้าลง และคงที่เมื่ออบไปได้ 12 ชั่วโมง ภายหลังการอบแห้งนาน 14 ชั่วโมงได้เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่มีความชื้น $31.33 \pm 0.063\%$ และ a_w 0.421 ± 0.0078

7.21 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้ง ทั้งที่อุณหภูมิ 8°C 12 เดือน และอุณหภูมิ $25-30^{\circ}\text{C}$ 10 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ

ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม ในด้านสีพบว่า ค่าสี L ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าสี L เฉลี่ยที่อุณหภูมิ 8 °ซ มีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ และที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ ค่าสี L เฉลี่ยของเนื้อลันจ์แช่อบแบบแห้งในถุงอันแก๊สไนโตรเจนมีค่ามากกว่าในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และมากกว่าในถุงอะลูมิเนียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับค่าสี a^* พบว่า ค่าสี a^* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และค่าสี a^* ที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 8 °ซ สำหรับค่าสี b^* พบว่าค่าสี b^* มีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าสี b^* เฉลี่ยทั้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ กับที่อุณหภูมิ 25 °ซ สำหรับเนื้อสัมผัส พบว่าเนื้อลันจ์แช่อบแบบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงเคี้ยวเพียงเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ

7.22 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการรักษาเนื้อลันจ์แช่อบแบบแห้งทั้งที่อุณหภูมิ 8 °ซ 12 เดือน และ อุณหภูมิ 25-30 °ซ 10 เดือน ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน ถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน และถุงอะลูมิเนียม พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ และการลดลงของปริมาณกรดมากกว่าที่อุณหภูมิ 8 °ซ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของแต่ละบรรจุภัณฑ์ พบว่าที่อุณหภูมิ 8 °ซ การเก็บรักษาในถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนมีปริมาณกรดทั้งหมดลดลงมากกว่าถุงอะลูมิเนียมและถุงอันแก๊สไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ

7.23 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ ในถุงอะลูมิเนียมมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แต่มีค่าความชื้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาต่ำกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจนและถุงโพลีโพรพิลีน ที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่อุณหภูมิ 8 °ซ

ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ มีผลทำให้ค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ ค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า a_w เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 °ซ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยถุงอะลูมิเนียมและถุงโพลีโพรพิลีนที่มีสารดูดความชื้นและสารดูดออกซิเจน มีค่า a_w เพิ่มขึ้นน้อยกว่าถุงอัดแก๊สไนโตรเจน แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่า a_w เฉลี่ยระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดที่อุณหภูมิ 8 °ซ

7.24 การศึกษาเนื้อลีนจีตีปนบรรจุกระป๋อง ได้สำรวจความต้องการของผู้ประกอบการ จำนวน 20 ราย พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ต้องการเนื้อลีนจีที่มีขนาดชิ้นใหญ่กว่า 4.7 มิลลิเมตร เมื่อแปรผันระยะเวลาการป่นเนื้อลีนจีตีปนเป็น 5, 10, 15 และ 20 วินาที พบว่าการป่นเนื้อลีนจีนาน 5 วินาที ให้สัดส่วนของชิ้นเนื้อลีนจีที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 4.7 มิลลิเมตรมากที่สุด

7.25 ผลการศึกษาเพื่อหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับพีเอชโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพู พบว่าการเติมกรดซิตริกให้ได้ความเข้มข้น 0.10 % ทำให้เนื้อลีนจีตีปนมีพีเอช สดท้ายเท่ากับ 3.95 ซึ่งเป็นช่วงพีเอชที่ใกล้เคียง 4 โอกาสการเกิด pink discolouration ในผลิตภัณฑ์น้อยและไม่แตกต่างจากเนื้อลีนจีตีปนที่ไม่เติมกรดซิตริก

7.26 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยการทำ incubation test ของเนื้อลีนจีชิ้นแตกและเนื้อลีนจีตีปนที่บรรจุกระป๋องขนาด 300x407 พบว่า ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด (98 องศาเซลเซียส) นาน 18 นาที ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ เช่นเดียวกับกระป๋องขนาด 603x700 ที่พบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อในน้ำเดือด นาน 25 นาที แต่เนื่องจากเนื้อลีนจีมีพีเอชและความเป็นกรดผันแปรสูงมาก ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์จึงกำหนดระยะเวลาฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีทั้ง 2 ชนิด สำหรับกระป๋องขนาด 300x407 ใช้ระยะเวลาฆ่าเชื่อนาน 18 นาทีเท่ากัน ส่วนที่บรรจุกระป๋องขนาด 603x700 เนื้อลีนจีชิ้นแตกและเนื้อลีนจีตีปนใช้ระยะเวลาฆ่าเชื่อนาน 28 และ 30 นาที ตามลำดับ

7.27 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนพบว่าเนื้อลีนจีชิ้นแตกมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบ rapid convection และเนื้อลีนจีตีปนเป็นการเคลื่อนที่เป็นแบบ slow convection ทั้งนี้กราฟที่ได้มีลักษณะเป็น simple heating curve ตำแหน่งร้อนช้าที่สุดของกระป๋องขนาด 300x407 และกระป๋องขนาด 603x700 เท่ากับ 3.5 และ 6.5 เซนติเมตร นับจากขอบล่างของกระป๋อง ตามลำดับ

7.28 ผลการศึกษาเพื่อหาค่า sterilization value ($F_{100}^{8.9}$) พบว่าเนื้อลีนจีชิ้นแตกมีค่า $F_{100}^{8.9} = 3.61$ และ 3.40 นาที ส่วนเนื้อลีนจีตีปนมีค่า $F_{100}^{8.9} = 3.24$ และ $F_{100}^{8.9} = 3.22$ นาที เมื่อบรรจุกระป๋องขนาด 300 x407 และกระป๋องขนาด 603 x 700 ตามลำดับ

7.29 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาไม่พบจุลินทรีย์ชนิดใดๆ ในผลิตภัณฑ์ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

7.30 สมบัติทางกายภาพ พบว่าความเป็นสุญญากาศ ปริมาตรช่องว่างเหนืออาหาร และน้ำหนักสุทธิเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่สำหรับน้ำหนักเนื้อและค่าสี L มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าสี a* และ ค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

7.31 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี พบว่าค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการลดลงของน้ำตาล

ซูโครสที่ถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน

7.32 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อนำเนื้อลีนจี่ขึ้นแตกมาแปรรูปเป็นแฮม และนำเนื้อลีนจี่ตีป่นมาแปรรูปเป็นน้ำลีนจี่ ผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วถึงแม้ว่าการยอมรับในเนื้อลีนจี่ขึ้นแตกและเนื้อลีนจี่ตีป่นจะน้อยกว่าก็ตาม

7.33 อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าในด้านความปลอดภัยผลิตภัณฑ์ลีนจี่ทั้งสองชนิดที่บรรจุกระป๋องทั้งสองขนาดสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่า 12 เดือน ในด้านการยอมรับพบว่าสีของผลิตภัณฑ์เป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ เนื่องจากการเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพู (pink discolouration) และการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจี่ได้รับการยอมรับเมื่อมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 8 เดือน ยกเว้นเนื้อลีนจี่ขึ้นแตกบรรจุกระป๋องขนาด 603 x 700 เก็บรักษาได้น้อยกว่า 8 เดือน

ข้อเสนอแนะ การศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลื่นจี้และการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการเด็ดขั้วผลลื่นจี้สดออกจากก้านเพื่อนำไปอบแห้ง ควรระวังไม่ให้เกิดการฉีกขาดของเปลือกที่บริเวณขั้วของผลลื่นจี้ หากขั้วของผลลื่นจี้ฉีกขาด เมื่อนำผลลื่นจี้ไปแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก กรดสามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อลื่นจี้ได้ ซึ่งมีผลทำให้เนื้อลื่นจี้ภายหลังการอบแห้งมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น

2. การอบแห้งผลลื่นจี้ทั้งเปลือกโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาดนี้ นอกจากรูปแบบของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งจะมีผลต่อการแตกและการยุบตัวของผลลื่นจี้ภายหลังการอบแห้งแล้ว ปริมาณผลลื่นจี้ที่ใส่ลงบนถาดเพื่อนำเข้าอบก็ยังมีผลต่อปริมาณผลลื่นจี้แตกและยุบตัวภายหลังการอบแห้งด้วยเช่นกัน โดยผลลื่นจี้ที่ใส่ในแต่ละถาดไม่ควรใส่ในปริมาณที่มากเกินไป และไม่ควรวางผลลื่นจี้ในลักษณะที่ซ้อนทับกัน เพราะจะทำให้ผลลื่นจี้แตกและบวมภายหลังการอบแห้ง เนื่องจากผลลื่นจี้เป็นผลไม้ที่มีเปลือกบาง เมื่อนำผลลื่นจี้มาแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก มีผลทำให้เปลือกของผลลื่นจี้อ่อนนุ่มลง และผลลื่นจี้ยังเป็นผลไม้ที่มีน้ำอยู่ในเนื้อเป็นจำนวนมาก และลักษณะของผลลื่นจี้ที่บริเวณเปลือกด้านในและเนื้อลื่นจี้ไม่ได้มีการเชื่อมติดกัน ซึ่งในระหว่างการอบแห้งเมื่อน้ำระเหยออกจากเนื้อลื่นจี้ จะมีการหดตัวของเนื้อลื่นจี้เกิดขึ้น เพราะน้ำที่แทรกตัวอยู่ในโครงสร้างของเนื้อลื่นจี้ระเหยออกไป ซึ่งการหดตัวของเนื้อลื่นจี้ดังกล่าว ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเปลือกด้านในและเนื้อลื่นจี้ขึ้น ดังนั้นหากมีการวางเรียงผลลื่นจี้ในถาดที่แน่นเกินไปหรือวางซ้อนทับกัน แรงที่กดทับจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการยุบตัวของเปลือก เป็นผลให้ผลลื่นจี้บวมและแตกภายหลังการอบแห้งได้ง่าย

3. ผลการศึกษาวิธีการเก็บรักษาและอายุการเก็บรักษาผลลื่นจี้อบแห้งทั้งเปลือกที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสามารถเก็บรักษาผลลื่นจี้อบแห้งทั้งเปลือกให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้เพียง 10.95 เดือน หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ การเกิดปฏิกิริยาต่างๆจะเกิดได้ช้าลง จึงน่าจะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลลื่นจี้อบแห้งทั้งเปลือกให้นานขึ้นได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลลื่นจี้อบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้สามารถเก็บรักษาผลลื่นจี้อบแห้งทั้งเปลือก ให้มีลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้นานที่สุด

4. ผลลื่นจี้ที่เก็บเกี่ยวในช่วงปลายฤดู ส่วนใหญ่มีปริมาณกรดทั้งหมดค่อนข้างลดลงเนื่องจากผลลื่นจี้แก่จัดและมีรสหวาน ดังนั้นในขั้นตอนการผลิตต้องเติมกรดในปริมาณที่มากเพื่อปรับค่าพีเอชให้ต่ำลง ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพู มากกว่าการใช้ผลลื่นจี้ในช่วงต้นและกลางฤดู ถ้าเป็นไปได้ควรทำการผลิตในช่วงต้นฤดู เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาได้นานและมีคุณภาพดี

5. การทดลองที่มีความน่าสนใจศึกษาเพิ่มเติม คือการศึกษาชนิดของกรดที่มีผลต่อการเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูของผลิตภัณฑ์ลื่นจี้โดยเฉพาะกรดซิตริกและกรดมาลิก หรือกรด

อินทรีย์ ชนิดอื่นๆ เพราะในเนื้อลีนจีมีกรดมาลิกเป็นองค์ประกอบมากที่สุด ขณะที่กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ ที่นิยมเติมลงไปเพื่อใช้ในการปรับพีเอช ดังนั้นหากศึกษาพบว่ากรดชนิดใดที่เป็นปัจจัยสำคัญเร่งให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพู น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลีนจี

6. ปัญหาการผลิตเนื้อลีนจีดีปนบรรจุกระป๋อง พบว่ามีฟองอากาศเกิดขึ้นมากในระหว่างการเตรียมและการไล่อากาศ ดังนั้นต้องระวังและแน่ใจว่าสามารถไล่อากาศออกจากกระป๋องได้หมด มิฉะนั้นอาจทำให้เกิด under sterilization ได้ ถ้ามีอากาศเหลืออยู่ภายในกระป๋องมาก

เนื่องจากเนื้อลีนจีบรรจุกระป๋องมีโอกาสเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูได้ง่าย หากสัมผัสความร้อนนาน ดังนั้นเพื่อให้เนื้อลีนจีสัมผัสความร้อนที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นที่สุด อุณหภูมิเริ่มต้นจึงไม่ควรต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส การฆ่าเชื้อนิยมใช้วิธีฆ่าเชื้อในน้ำเดือดมากกว่าการฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อ และเพื่อลดระยะเวลาการฆ่าเชื้อให้สั้นลงควรใช้ continuous cooker แทนหม้อต้ม

7. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับสีของเนื้อลีนจีขึ้นเตกบรรจุกระป๋องต่ำกว่า 8 เดือนนั้น สาเหตุเนื่องจากการเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูมีมาก ส่งผลให้สีของเนื้อลีนจีเปลี่ยนเป็นสีชมพูมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพราะระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานเกินไป ดังนั้นจึงควรปรับเวลาฆ่าเชื้อให้ลดน้อยลงตามเวลาฆ่าเชื้อที่คำนวณได้จากวิธี Ball formula

8. ผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจีแช่เย็นอบแห้งและเนื้อลีนจีอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชันที่พัฒนาขึ้นนั้น พบว่าคุณลักษณะในด้านกลิ่นหอมของลีนจี เป็นคุณลักษณะเดียวที่ได้คะแนนความพอใจจากผู้ชิมต่ำกว่าคุณลักษณะอื่นๆ เนื่องจากมีกลิ่นหอมของลีนจีเหลืออยู่น้อยกว่าเนื้อลีนจีสด ดังนั้นในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นและอยู่ทนทานไม่จางหายไประหว่างการเก็บรักษา เป็นสิ่งที่ควรทำการศึกษาทดลองต่อไป ด้วยการปรับปรุงระยะเวลาการแช่เนื้อลีนจี การเติมกลิ่น และการทดลองใช้เครื่องอบแบบอื่นๆ อาทิเช่น heat pump dryer

การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เป็นสิ่งที่น่าสนใจจะมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งในด้านความเข้มข้นของสารละลายซูโครสที่เหมาะสม อุณหภูมิที่เหมาะสม ความเร็วในการกวน ตลอดจนการใช้ระบบสูญญากาศ

การศึกษาพัฒนาการอบเนื้อลีนจีโดยใช้เทคนิคอื่นๆ อาทิเช่น การแช่เย็นหรือการทำให้ฟอง หรือ การทำออสโมติกดีไฮเดรชัน หรือการอบโดยใช้ vacuum dryer หรือ freeze dryer เป็นสิ่งที่น่าสนใจทำการศึกษาพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. ข้อมูลพื้นที่ปลูกและผลผลิตของมะม่วง ส้มเขียวหวาน ลำไยและลิ้นจี่
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2539. เอกสารประกอบการสัมมนา "การผลิตและการ
ตลาดลิ้นจี่ปี 2539" ณ โรงแรมดุสิตไฮสแตนดาร์ดสอร์ท จังหวัดเชียงราย 5 เมษายน 2539, 42 หน้า
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2539. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : ลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุกระป๋อง*,
มอก. 67.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา*
เล่ม 1, มอก. 335.
- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, 307 น.
- จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2539. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจริญ จันทลักษณ์. 2540. *สถิติ วิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : บริษัทโรง
พิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ดวงพร วินิชกุล. 2526. สีส้มอาหาร. ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่, 135 น.
- ทิพาพร อยู่วิทยา. 2535. สารความรู้เกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ : การกำหนดกระบวนการ
การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน. *อาหาร*. 22(4) : 39-50.
- ธวัชชัย ชินวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดทางพืชสวน. ภาควิชาเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันราชภัฏสุรินทร์, 642 น.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2543. *เคมีอาหาร*. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 35 และ 255 .
- นิธิยา รัตนพานนท์ และดนัย บุญเกียรติ. 2543. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีระหว่าง
การรักษาลิ้นจี่ที่รมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 31: 13-24.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532 . กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ,
302 น.
- ไพโรจน์ วิริยาริ. 2539. หลักการทางเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 571 น.

- เมธิณี เหั่วซึ่งเจริญ. 2542. *เอกสารประกอบการเรียน*. “ การวัดค่า F_0 ของอาหารกระป๋อง ” คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 59 น.
- รัตนา อัดตปัญญา. 2543. *เอกสารประกอบการเรียน*. “ การแปรรูปด้วยความร้อน ” คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 133 น.
- รัตนา อัดตปัญญาและอัจฉรา เทียมภักดี. 2542. วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ, 284 น.
- ลักขณา รุจนะไกรกานต์และนิธิยา รัตนปนนท์. 2539. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 270 น.
- ประคตเดช กัลยานมิตร. 2540. (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์)
- วารุณี วารัญญานนท์ และ Hirata, T. 2540 . การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารในประเทศญี่ปุ่น. วารสารอาหาร. 27(1):1-13.
- วิไล รังสาดทอง. 2543. “การสเตอริไลซ์”. ในเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น , กรุงเทพฯ , หน้า 152-196.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, 364 น.
- สินธนา ลีนานุรักษ์. 2542. *การแปรรูปผักและผลไม้*. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2533. การแปรรูปลิ้นจี่อบแห้งระดับหมู่บ้านเกษตรกร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่, 55 หน้า
- สุมาลี เหลืองสกุล. 2542. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชัยเจริญ, กรุงเทพฯ, หน้า 75-95 และ 185-189.
- อรรณพ เดชะพันธ์ และ สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2535. *อาหาร*. 22(2) : 39-50.
- Adams, J.B. and Blundestone, H.A.W. 1971. Canned fruits other than citrus. In *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Hulme, A.C. (ed.), pp. 507-537.
- Anthistle, M.J. and Dickinson, D. 1959. Fruit vegetable canning. *Quick Freez. Res, Ass.*, Camden., Res. Leaflet No. 4

- Association of Official Analysis Chemists. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th ed., Vol. 2, p. 910-930, 1045-1114, AOAC, Washington, USA.
- Association of Official Analysis Chemists. 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC. 16th ed., AOAC, Virginia, USA.
- Arthur T. 1992. Thermal process calculations . *In Handbook of Food Engineering* Dennis R.H. and Daryl B.L (eds), pp.563-604, Marcel Dekker, New York.
- Azizi, A. and Ranganna, S. 1993a. Spoilage organisms of canned acidified mango pulp and their relevance to thermal processing of acid foods. *J. Food Sci. Tech.* 33 (5) : 434-435.
- Azizi, A. and Ranganna, S. 1993b. Thermal processing of acidified vegetable. *J. Food Sci. Tech.* 30 (6) : 422-428.
- Board, P.W. and Seale, P.E. 1954. Thermal processing of canned banana. *Food Press.*, Q 14 (1) :2
- Bemiller, J.N. and Whistler, R.L. 1996. Carbohydrates. In *Food Chemistry* O.R. Fennema (ed), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 157-223.
- Bolin, H.R. and Steel, R.J. 1987. Nonenzymatic browning in dried apples during storage. *J. Food Sci.*, 52 (6) : 47.
- Bongirwar, D.R. and Sreenivasan, A. 1997. Studies on osmotic dehydration of bananas. *J. Food Sci. Tech.* 14 : 100-112.
- Cavaletto, C.G. 1980. Lychee. In *Tropical and Subtropical Fruits*, S Naga and P.E. Shaw (eds.), *Adv. Food Res.*, 17:173, 208.
- Chan, H.T. and Kwok, S.C.M. 1975. Importance of enzyme inactivation prior to extraction of sugar from papaya. *J. Food Sci.*, 40:770-771.
- Chan, H.T., Kwok, S.C.M. and Lee, C.W.Q. 1975. Sugar composition and invertase activity in Lychee. *J. Food Sci.*, 40:772-774.
- Chakraborty, S., Rodriguez, S., Sampathu, S.R. and Saha, N.K. 1974. Prevention of pink discolouration in canned litchi. *J. Food Sci Tech.* 11 : 266-268.
- Cohen, J.S. and Yang, T.C.S. 1999. Osmotic dehydration and its application in nutrient infusion. Advanced process team U.S. army SBCCOM, USA.
- Davidek, J., Velisek, J. and Pokormy, J. 1990. Chemical changes during food processing. Elsevier, Amsterdam. 448 pp.
- Day, H.G. and Sheu, M.J. 1996. Prevention of lychee juice discolouration during extraction. *IFT annual meeting : book of abstraction* p. 87.

- Delvalle, J.M. and Valenzuela, F. 1999. Capillary infiltration phenomena in osmotic dehydration of carrots. Chemical and Bioprocess Engineering. Pontificia University, Chile.
- Dominic, W.S.W. 1989. Mechanism and theory in food chemistry. Van Nostrand, New York, pp. 161-167.
- Duvenhage, J.A. 1994. Control of post-harvest decay and browning of litchi fruit by sodium metabisulphite and low pH dips-an update. Litchi Yearbook-South African Litchi Growers Association 6:36-38.
- Duvenhage, J.A., Mostert, M.M. and Marais, J.J. 1995. Postharvest sulphuring and low pH treatment for retention of skin colour of litchi fruit. S. Afr. Litchi Grs. Yrbk., 7 : 44-46.
- Ewaidah, E.H. 1992. Studies on commercially canned juice produced locally in Saudi Arabia. III. Physicochemical, organoleptic and microbiological assessment. Food. Chem. 44 (2) : 111-103.
- Fellow, P. 1993. Food Processing Technology : Principles and Practice. Ellis Horwood Publishing Ltd., Cambridge, 505 pp.
- Fennema, O.R. 1995. *Food chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 681-697.
- Fito, P., Barat, J.M. and Chiralt, A. 1999. Structural change kinetics in osmotic dehydration of apples tissue. Department of Food Technology. University of Politenica de Valencia, Spain.
- Fuchs, Y., Zauberman, G., Ronen, R., Rot, I., Weksles, A and Akerman, M. 1993. The physiological basis of litchi fruit pericarp color retention. Acta Hort., 343:29-33.
- Garg, N., Kalra, S.K., and Tandon, D.K. 1997. Heat resistance studies of spoilage yeasts from preserved mango slices. *J. Food Sci. Tech.* 34 (6) : 526-528.
- Garcia, M.A., Waliszewski, K.N. and Salgado, M.A. 1999. Modeling of moisture and solute diffusivities jointly with equilibrium conditions during osmotic drying of pineapple slices. Institution of Technology Veracruz, Mexico.
- Ghosh, B., Biswas, B., Miltra, S.K. and Bose, T.K. 1988. Physico-chemical composition of some promising cultivars of litchi adapted in West Bengal. *Indian Food Packer*, 42 (1):34-37.
- Gordon, L.R. 1993. Food packaging principles and practice. Marcel Dekker Inc., New York, p. 676.
- Grabowski, S. and Marcotte, M. 1999. The pretreatment effects on osmo-convective dehydration of cranberries. Food Reseach and Development Centre, Canada.

- Gustavo, V.B. and Humberto, V.M. 1996. Dehydration of food. Chapman & Hall, New York, pp. 29-159.
- Holcroft, D.M. and Mitcham, E.J. 1996. Postharvest physiology and handling of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *J. Postharvest Biol. Technol.*, 9:265-281.
- Hosahalli S.R. and Singh R.P. 1997. Sterilization Process Engineering. In *Handbook Engineering Practice* Keneth J.V., Enrique R. and Singh R.P., pp.37-69, USA.
- Hwang, L.S and Cheng, Y. C. 1986. Pink discolouration in canned lychees. In *Role of Chemistry in the Quality of Processed Food*, O. R. Fennema, W. H. Chang and C. Y. Lii (eds.), Food and Nutrition Press, Inc., Wesport, CT.
- Holdsworth, S.D. 1997. Thermal processing of package foods. Chapman & Hall, London.
- Huang, C.S., Pen, K.Y., Yang, C.T. and Wei, S.C. 1985. Studies on mechanical peeling and pitting for Lychee. *Food Ind. Res. Dev. Ifst. Res. Rep.* 385, Hsinchu, Taiwan, ROC (Chinese).
- Hulme, A.C. 1971. The biochemistry of fruit and their products. Academic Press Inc., London.
- Hunter Lab. 1997. *ColourQuest II Colorimeter*. Hunter Associates Laboratories Inc., Virginia.
- Hwang, L.S. and Cheng, Y.C. 1986. Pink discoloration in canned lychees. In *Role of Chemistry in the Quality of Processed Food*, O.R. Fennema. W.H. Chang and C.Y. Lii (eds.), Food and Nutrition Press, Inc., Westport, CT.
- Javier, R.L., Cesar, O.F., and Pedro, W.E. 1999. Changes in anthocyanin concentration in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during maturation. *J. Food Chem.*, 65:195-200.
- Jiang, Y.M., Zaoberman, G. and Fuchs, Y. 1997. Partial purification and some properties of polyphenol oxidase extracted from litchi fruit pericarp. *J. Postharvest Biol. Technol.*, 10:221-228.
- John, D.F. 1993. Aseptic processing technology. In *Principles of Aseptic Processing and Packaging*. John, D.F. (ed.), pp. 115-131. The Food Processors Institute, New York.
- John, B.H. 1994. Food colour and appearance. Academic Press, New York, pp. 391-439.
- Kadam, S.S. and Deshpande, S.S. 1995. Lychee. In *Handbook of Fruit Science and Technology*. D.K. Salunkhe and S.S. Kadam (eds.) Basel, New York, pp. 435-443.
- Ketsa, S. and Leelawatana, K. 1992. Effect of pre and post storage acid dipping on browning of lychee fruit. *Acta Hort.*, 321:726-731.
- Kim, M.K., Lec, T.S., Chio, J.Y., and Park, S.O. 1997. Effect of storage temperature on the components of canned oranges. *Agric. Chem and Biotechnol.*, 40 (3) : 209-214

- Kluter, N., Nattress, D.T., Dunne, C.P. and Popper, R.D. 1996. Shelf life evaluation of Bartlett pears in retort. *J. Food Sci.* 61(6) : 1297-1302.
- Kremer –Kohno, S. and Lonsdale, J.H. 1990. Maintaining market quality of fresh litchi during storage. *Litchi Yearbook-South African Litchi Growers Association* 3:15-17.
- Larousse, J. and Brown, E.B. 1997. Food canning technology. Wiley & Sons, Inc., New York.
- Lazarides, H.N. 1994. Osmotic preconcentration: developments and prospect. In *Minimal Processing of Foods and Process Optimisation*. An Interface, Boca Raton, FL : CRC Press.
- Lazarides, H.N. and Mavroudis, N.E. 1995. Freeze/thawing effects on mass transfer rates during osmotic dehydration. *J. Food Sci.* 60 : 826-828.
- Lazarides, H.N., Nicolaidis, A. and Katsanidis, E. 1995. Sorption changes induced by osmotic preconcentration of apples slices in different osmotic media. *J. Food Sci.* 60 : 348-350.
- Lopez-Malo, A. and Falon, E. 1994. Shelf stable high moisture papaya minimally processed by combined method. *Food Research International* 27 (6) : 545-553.
- Luch, B.S., Leonard, S.J., and Patel, D.S. 1960. Thermal processing of canned pear. *J. Food and Technol.*, 14 : 53.
- Luh, B.S., Kean, C.E. and Woodroof, J.G. 1986. Canning of fruit. In *Commercial Fruit Processing*, 2nd ed., J.G. Woodroof and B.S. Luh (eds.), AV1 Publishing Co., Westport, CT.
- Macrea, R., Robinson, R.H., and Sadler, M.J. 1993. Encyclopaedia of food science, food technology, and nutrition. Academic Press Inc., London. 651 pp.
- Mata, M., Perez, F.A., Garcia, H.S. and Tovar, B. 1999. Sensory quality and composition of osmotic dehydrated pre-cut papaya slices. Institute Technology Tepic, Mexico.
- Mazza, G. and Miniati, E. 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. Ann & Arbor, London, pp. 138-139.
- Morton, R.D. 2000. Determination of F-values for minimally processed acid foods. Proceeding of the twentieth annual conference workshop on designing thermal process for food. IFTPS.
- Nath, N. and Ranganna, S. 1981. Determination of thermal process schedule for acidified papaya. *J. Food Sci.* 46 : 201-211.
- Nath, N., and Ranganna, S. 1983. Determination of thermal process schedule for canned mandarin orange segment. *J. Food Sci Tech.* 14 : 113-119.
- Nath, N., and Ranganna, S. 1983. Determination of thermal process schedule for guava (*Psidium guajava* Linn). *J. Food Tech.* 18 : 301-316.

- Nip, W.N. 1988. Handling and preservation of Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) with emphasis on colour retention. *J. Trop. Sci.* 28:5-11.
- N.K. 1974. Prevention of pink discolouration in canned litchi. *J. Food Sci. Tech.* 11 : 266-268.
- Nury, F.S., Brekke, J.E. and Bolin, H.R. 1973. Food dehydration, pp. 158-198. The AVI publishing company, Inc., USA.
- Ozaslan, B.F., Ozdemir, M. and Floros, J.D. 1999. Optimization of osmotic dehydration of diced green peppers by response surface methodology. Department of Food science. Purdue University, USA.
- Paine, F.A. and H.Y. Paine. 1992. Handbook of food packaging. 2nd ed. Chapman and Hall, p. 497.
- Pazz, M.H., Valdes, A.V., Lopes, M.A., Lopez, L.C. and Welti, C.J. 1999. Vacuum osmotic dehydration of melon, apple, and mango : effect of the vacuum level and sucrose syrup concentration. University de las Americans Puela, Mexico.
- Peter, F. 1997. Guidelines for small scale fruit and vegetable processors. Midway Technology Herford, United Kingdom.
- Pinheiro, T.A., Oliveira, F.A.R. and Campelos, M.I. 1999. Assessment of the changes in selected physical properties of osmotically dehydration fruits during storage at room temperature. Portuguese Catholic University, Portugal.
- Ponting, J.D. , Watters, G., Jackson, R.R. and Stanley, W.L. 1966. Osmotic dehydration of fruits. *J. Food. Tech.* 20: 125.
- Purdue University Center for New Crops & Plant. 1999. Lychee. [online]. Available : <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/lychee.html> [5 may 2000]
- Rahman, Hussein bin ABD. 1995. Osmotic dehydration of pineapple. Ph.D. Thesis. The University of Reading, England.
- Rahman, M. S. and Lamb, J. 1990. Osmotic dehydration of pineapple. *J. Food Sci. Tech.* 27:3.
- Ranganna, S. 1977. Plant pigments. In *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. S. Ranganna (ed.) pp. 72-93. Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi.
- Raganna, S. 1985. Proximate Constituents. In *Handbook of Analysis of Quality Control for Fruit and Vegetable Products*. S. Raganna (ed.), pp. 1-30. Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi.

- Ramaswamy, H.S., and Abbatemarco, C. 1996. Thermal processing of fruits. In *Biology, Principle and Applications Vol.1*. Somogyi, L.P., Barrett, D.M. and Hui, Y.H. (eds.), pp. 25-65. Pennsylvania Inc., USA.
- Rattanapanone, N. and Boonyakiat, D. 2000. Effect of packaging materials on shelf life and physico-chemical changes during storage of lychee fruit. Poster to be presented in International Symposium on 'Postharvest 2000' at Jerusalem, Israel. 25 March-6 April 2000. In *Proceeding of the Fourth International Conference on Postharvest Science*. (R. Ben-Arie and S.Philosoph-Hadas eds.) Vol. 2, pp. 611-612.
- Ray, P.K. 1998. Post-harvest handling of litchi fruit in relation to colour retention-A Critical Appraisal. *J. Food Sci. Tech.*, 35:305-312.
- Robert, E.P., Maria, E.Q.R., and Marcelin, U.R. 1995. Litchi and rambutan insect disintestation; treatments to minimize induced pericarp browning. *J. Postharvest Biol. Tech.*, 6:139-148.
- Robert, E.P., Maria, E.Q.R., and Marcelin, U.R. 1998. Sulfite residues on litchi fruit treated with sulfur dioxide. *J. Postharvest Biol. Tech.*, 14:229-233.
- Rooney, M.L. 1995. Active food packaging. Academic Press, New York, p. 260.
- Robbers, M., Singh, R.P. and Cunha, L.M. 1997. Osmotic-convective dehydrofreezing process for drying Kiwifruit. *J. Food Sci.* 62 : 1039-1042.
- Salunkhe, D.K., and Kadam, S.S. 1995. Handbook of fruit science and technology. Basel, New York.
- Sanket, J.C., Miraj, A.M. and Suprate, K. 1997. Osmotic dehydration of banana slices. *J. Food Sci.* 60 : 496-498.
- Saini, S.P.S., Bawa, A.S. and Ranote, P.S. 1996. Thermal process for ready-to-serve mango. *J. Food Sci. Tech. - India.* 33(5) : 434-435.
- Singh, A., Abidi, A.B. and Srivastava, S. 1987. Variation in quality traits of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivars. *J. Food Sci. Tech. (India)*, 24:264-266.
- Soleha, J., Ngks, K.S. and Mamat, S.E. 1991. Maintaining the storage quality of tropical dried fruit mix with glycerol. *J. Food Qual.*, 14 (3): 219-228.
- Somogyi, P. Barrett, D.M. and Hui, Y.H. 1996. *Processing Fruits : Science and Technology. Volume 1*. Technomic Publishing Company, Pennsylvania, pp. 1-66.
- Somogyi, P. and Barrett, D.M. and Hui, Y.H. 1996. *Processing Fruits : Science and Technology Volume 2*. Technomic Publishing Company, Pennsylvania, pp. 397-400, 558.

- Somogyi, B. and Luh, S. 1986. Dehydration of fruits . Technomic Publishing Company, New York, 678 pp.
- Soponronnarit, S., Achariyaviriya, S. and Tassaso, P. 1992. Optimum strategies for drying papaya glaze'. *Asean Food Journal*, 7 (1): 17-23.
- Soponronnarit, S., Nuimeen, M. and Bunnag, B. 1993. Maintaining qualities, minimizing time and energy consumption in pineapple glaze' drying. *RERIC International Energy Journal*, 15(1) : 33-48.
- Stumbo, C.R. 1965. Thermobacteriology in Food Processing, 2nd ed. Academic Press, New York.
- The Institute for Thermal Processing Specialists :IFTPS .2001. Heat penetration studies protocol [Online]. Available: <http://www.IFTPS.com> [2001, March 25].
- Tindall, H.D. 1994. Sapindaceous fruits: botany and horticulture. *Hortic. Rev.*, 16 : 143-196.
- Tripathi, V.K., Kaphaha, B.S., Seth, T.D. and Singh, S. 1987. Composition of litchi cultivars. *Indian Food Packer*, 41(4):7-10.
- Underhill, S.J.R. 1992. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp browning. *J. Trop. Sci.*, 32:305-312.
- Underhill, S.J.R. and Critchley, C. 1993. Lychee pericarp browning caused by heat injury. *J. Hort Sci.*, 28(7):721-722.
- Underhill, S.J.R. and Critchley, C. 1992. The physiology and anatomy of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during fruit development. *J. Hort Sci.*, 67:437-444.
- Venkatasubbaiah, G., and Mathew, A.G. 1970. Polyphenols of custard apple and their role in pink discolouration. *J.Food Sci. Tech.* 7 : 203-204.
- Von Elbe, J.H., and Schwartz, S.J. 1996. Colorants. In *Food Chemistry*. O.R. Fennema. (ed.) Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 651-722
- Waloszewski, K.K.N., Urietta, S.J.M., Salgado Cervantes, M.A., Garcia Alvarado, M.A. 1996. Effect of combined method of dehydration on color changes in papaya slices. IFT annual meeting: Book of Abstracts., p. 87.
- Wang, W.C., Chang, C.C. and Chen, H.C. 1999. Study of physical properties and process variables of selected vegetables in osmotic dehydration. Department of Food Technology. Dayeh University, Taiwan.

- Woodroof, J.G. and Luh, B.S. 1975. *Commercial fruit processing*. The AVI Publishing Co., Wesport. CT., pp 559-609.
- Wu, C.M. 1970. Effects of cooking conditions discolouration of canned lychee fruit. *J. Chin Agric Chem Soc.* pp. 23-24.
- Wu, C.M. 1992. Studies on pink discolouration of lychee flesh in processing. Ph.D. Dissertation, National Taiwan Univ., Taipei, Taiwan, ROC (Chinese).
- Wu, C.M. and Fang, T.T. 1993. Prevention of pink discolouration in canned lychee fruit : Litchis Sonn. *J. Chin Agric Chem Soc.* 31(5) : 667-672.
- Yueming, J., Liu, S., Chen, F., Li, Y. and Zhang, D. 1997. The control of postharvest browning of litchi fruit by sodium bisulfite and hydrochloric acid. *J. Trop. Sci.*, 37:189-192.
- Yen, C.R. 1988. Cultivation of lychee. Council of Agriculture, *Tech. Prog. Rep.* 137. Hort 84, Taipei, Taiwan, ROC (Chinese).
- Zapsalis, C., and Beck, R.A. 1985. Food chemistry and nutritional biochemistry. Wiley, New York, pp. 554-563.
- Zauberman, G., Ronen, R., Akerman, M., Weksler, A., Rot, I. and Fuchs, Y. 1991. Post-harvest retention of the red colour of litchi fruit pericarp. *J. Hort. Sci.* 47:89-97.
- Zauberman, G., Ronen, R., Akerman, M., Weksler, A., Rot, I., and Fuchs, Y. 1989. Protection of colour of Litchi after harvest. *J. Hort. Sci.* 70 :82-84.
- Zhang, D., Peter, C.Q. and John, M.G. 2000. Changes in phenolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. *J. Postharvest Biol. Tech.* 19:165-172.

ภาคผนวก ก.

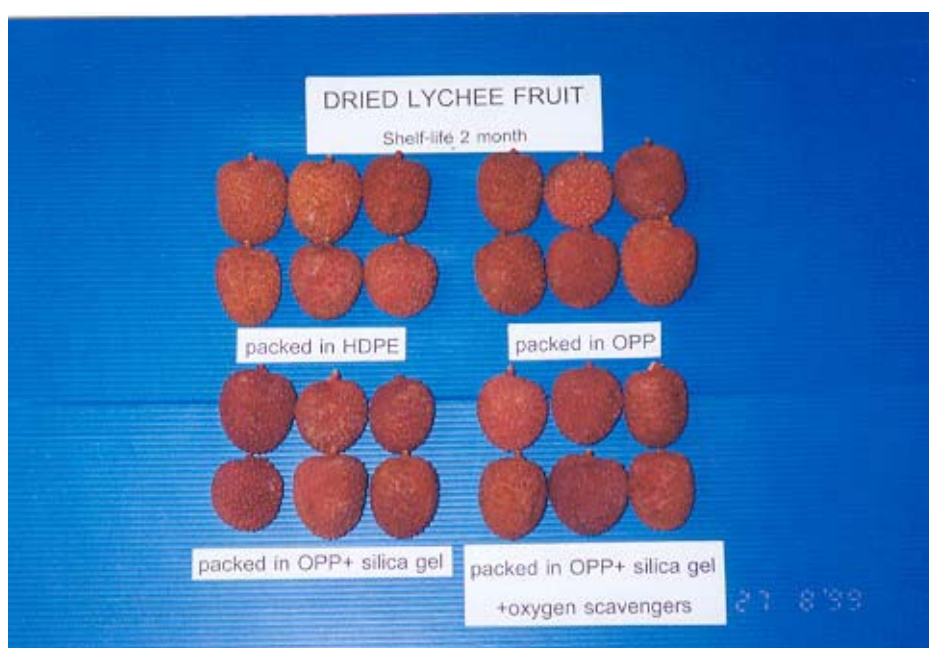
รูปผลลึ้นจื๊อบห้ะรหว่างการเกึบร้กษาที่อุณหภูมิห้อง



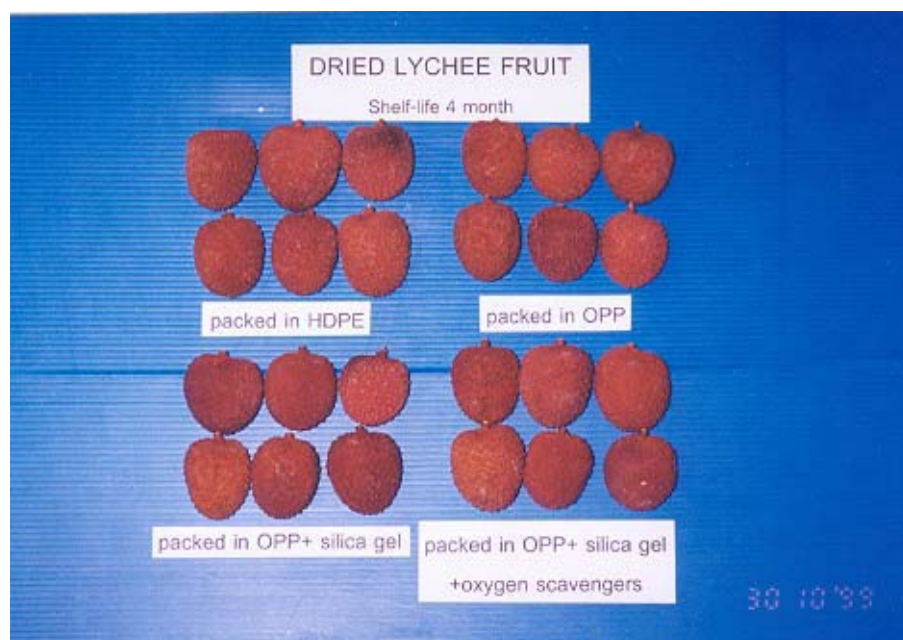
รูป ก.-1 ลักษณะของผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกที่เก็บรักษาด้วยวิธีการเก็บรักษา 4 วิธี



รูป ก.-2 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 0 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



รูป ก.-3 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 2 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



รูป ก.-4 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 4 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



รูป ก.-5 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 6 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



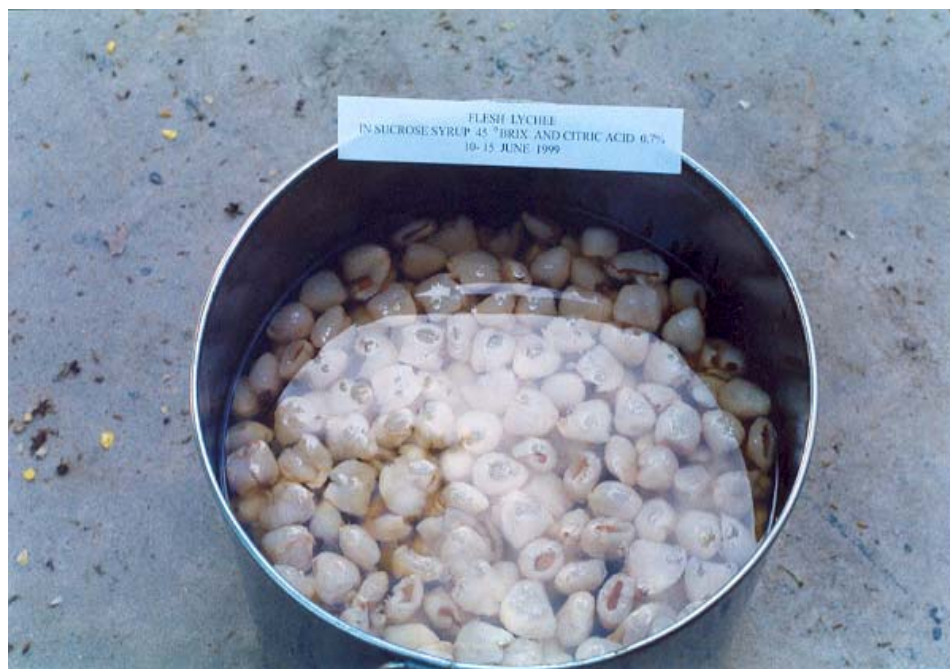
รูป ก.-6 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 8 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



รูป ก.-7 ผลลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือกอายุการเก็บรักษา 10 เดือน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องด้วยวิธีการเก็บรักษาทั้ง 4 วิธี



รูป ก-8 การควั่นเมล็ดออกจากผลลิ้นจี่



รูป ก-9 เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มในสารละลายน้ำเชื่อม



รูป ก-10 การจัดวางเนื้อลิ้นจี่ในตู้อบลมร้อน



รูป ก-11 เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งแบบช้าและแบบเร็ว



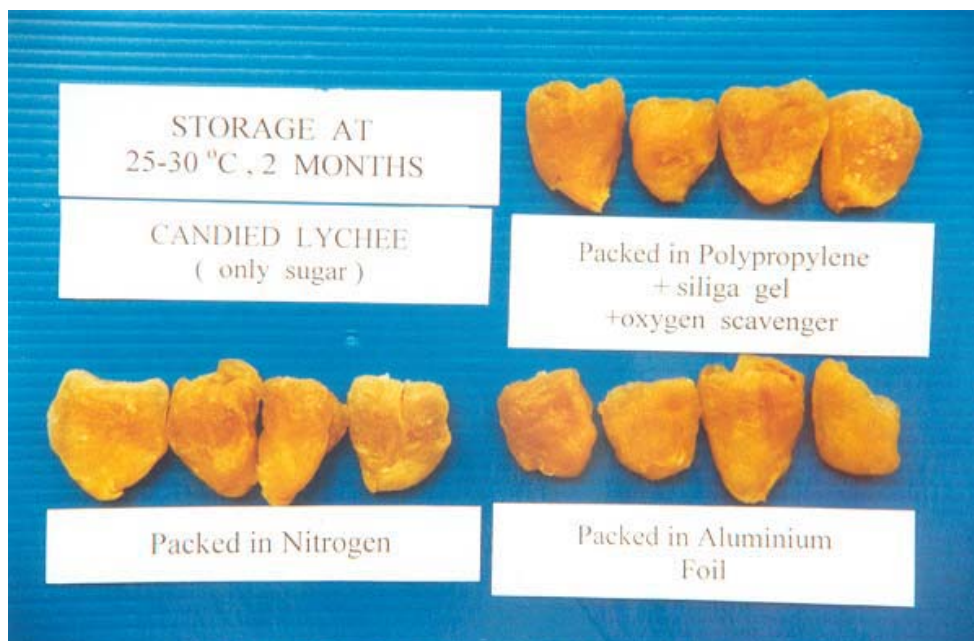
รูป ก-12 เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผลิตด้วยน้ำเชื่อมอย่างเดียวกับน้ำเชื่อมผสมกลูโคสไซรัป



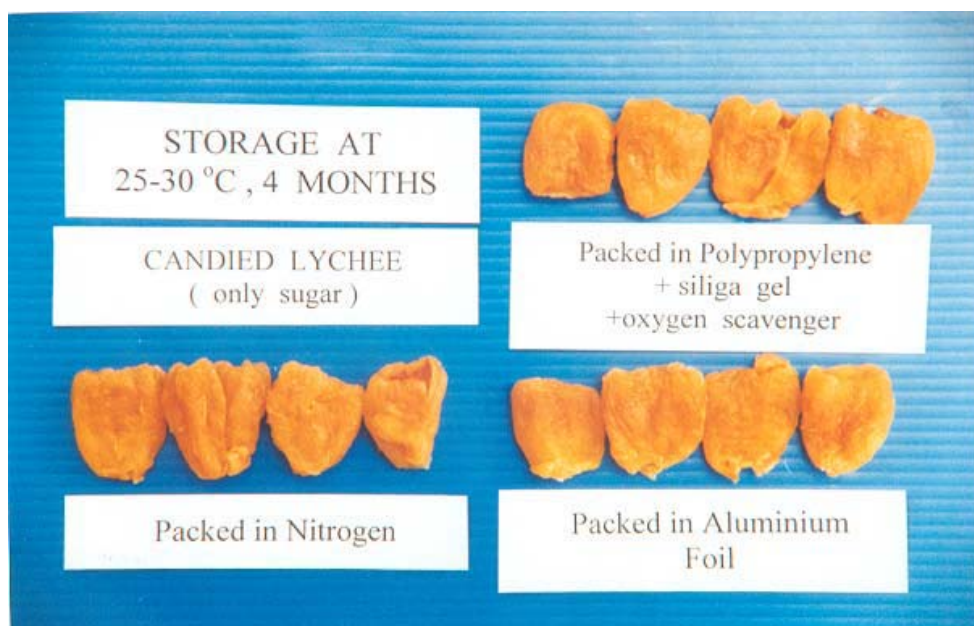
รูป ก-13 เนื้อลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายน้ำเชื่อม 70%, 3 ชั่วโมงก่อนการอบแห้ง



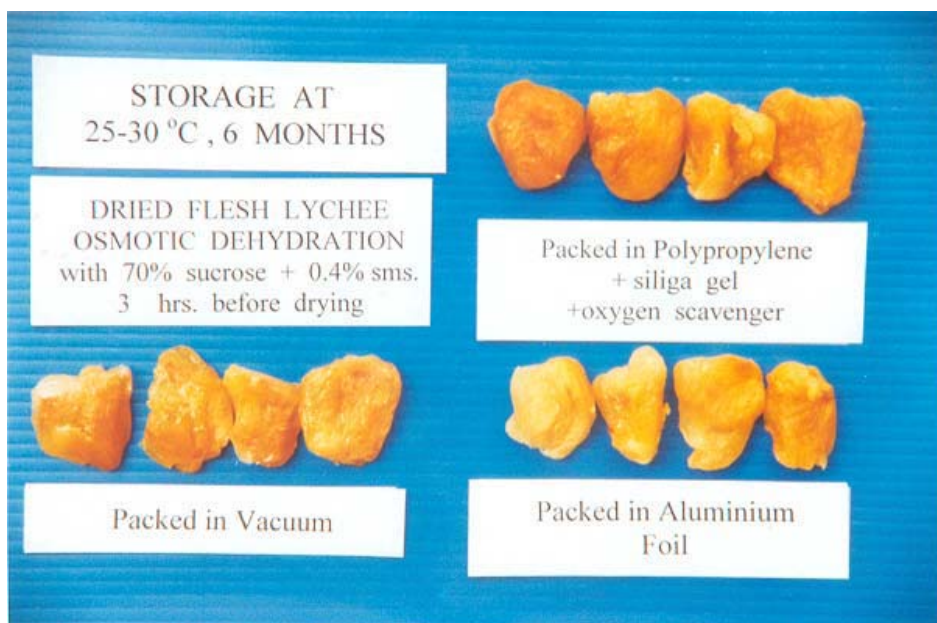
รูป ก-14 ภาชนะบรรจุถุงอลูมิเนียม ถุงบรรจุสูญญากาศ ถุงอัดแก๊สไนโตรเจน และถุงโพลีโพรพิลีน



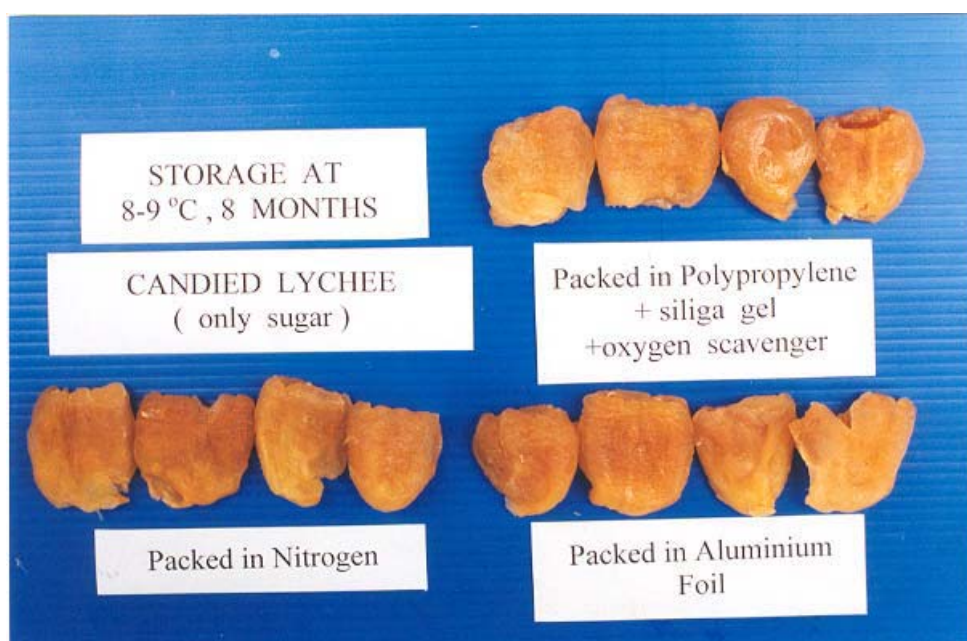
รูป ก-15 ผลัดภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 2 เดือน



รูป ก-16 ผลัดภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 4 เดือน



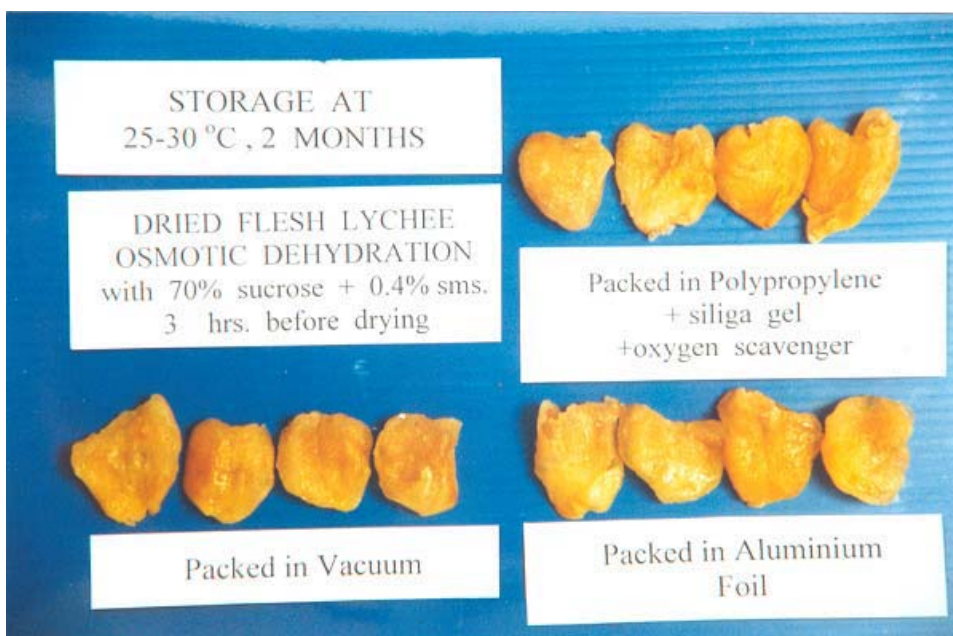
รูป ก-17 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 6 เดือน



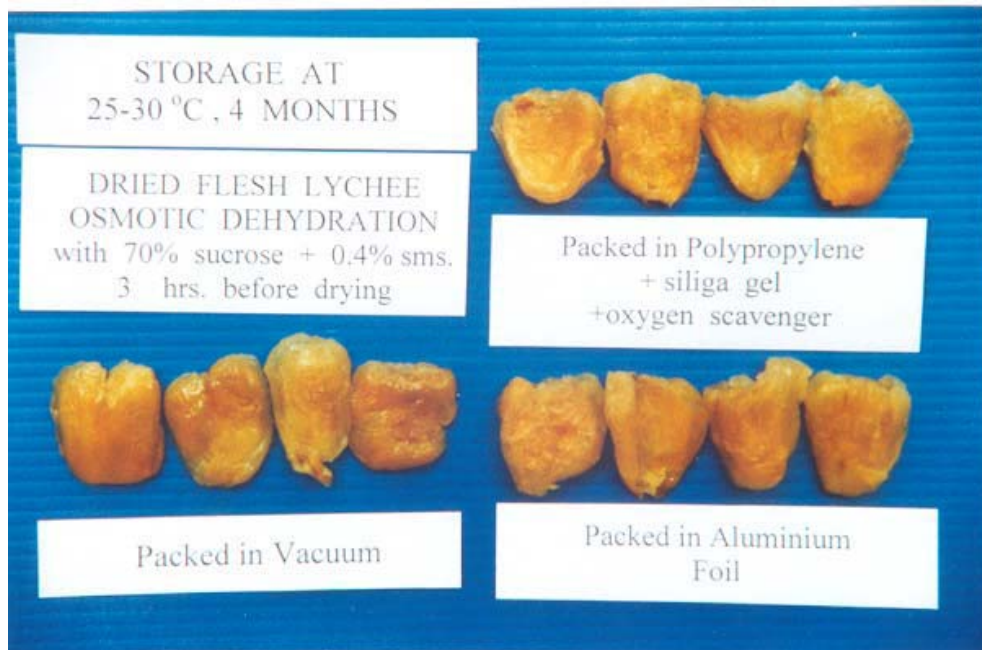
รูป ก-18 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 8 เดือน



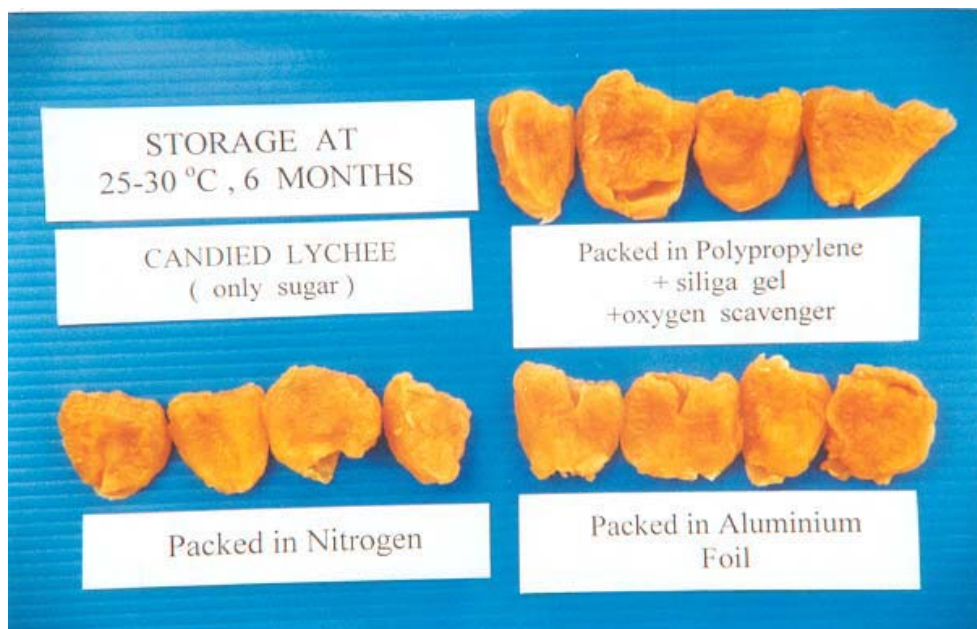
รูป ก-19 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 10 เดือน



รูป ก-20 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน



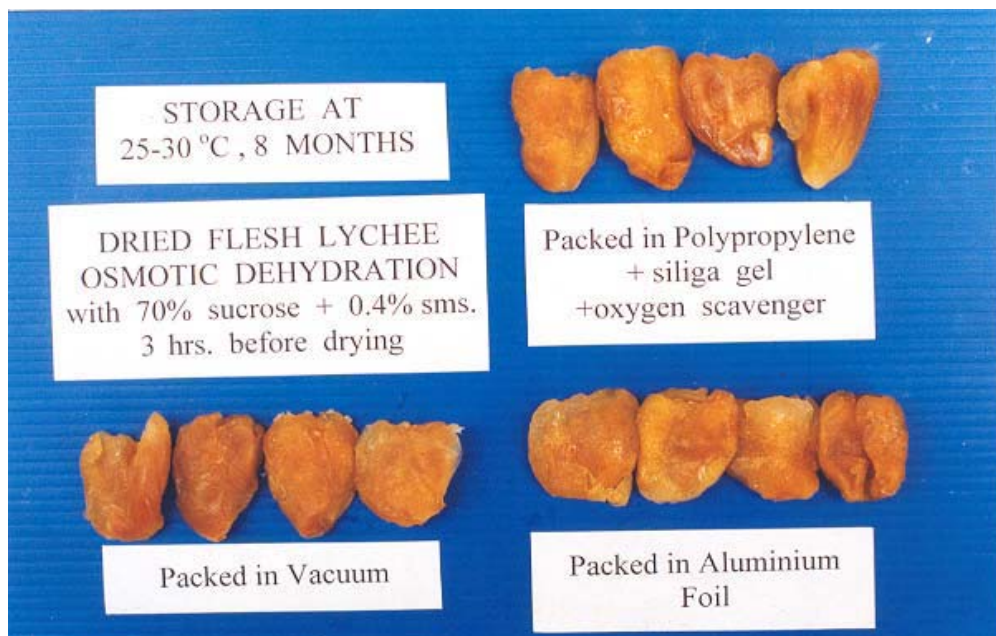
รูป ก-21 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 4 เดือน



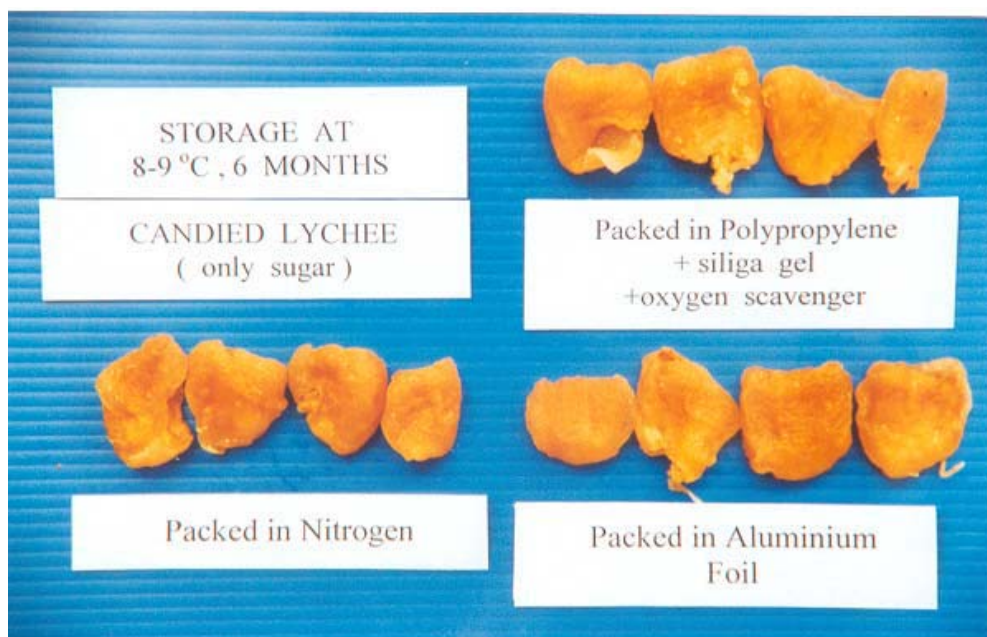
รูป ก-22 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 6 เดือน



รูป ก-23 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 7 เดือน



รูป ก-24 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 8 เดือน



รูป ก-25 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน



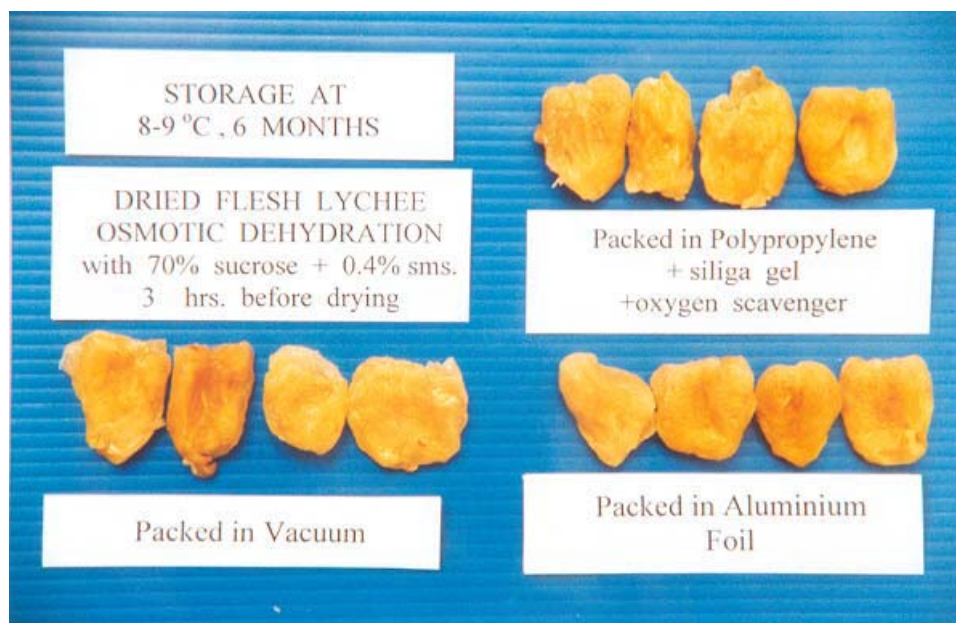
รูป ก-26 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 8 เดือน



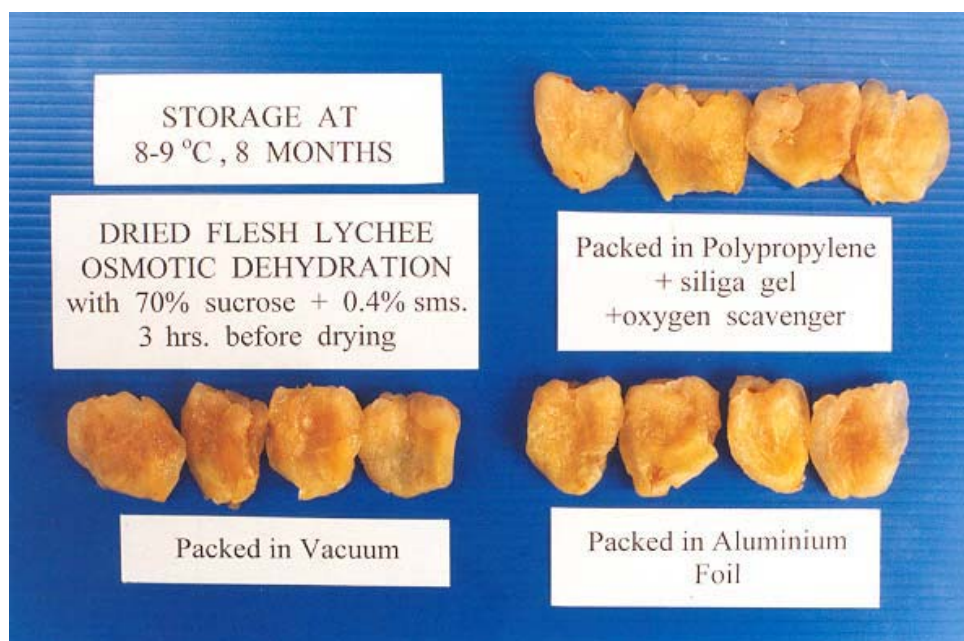
รูป ก-27 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 10 เดือน



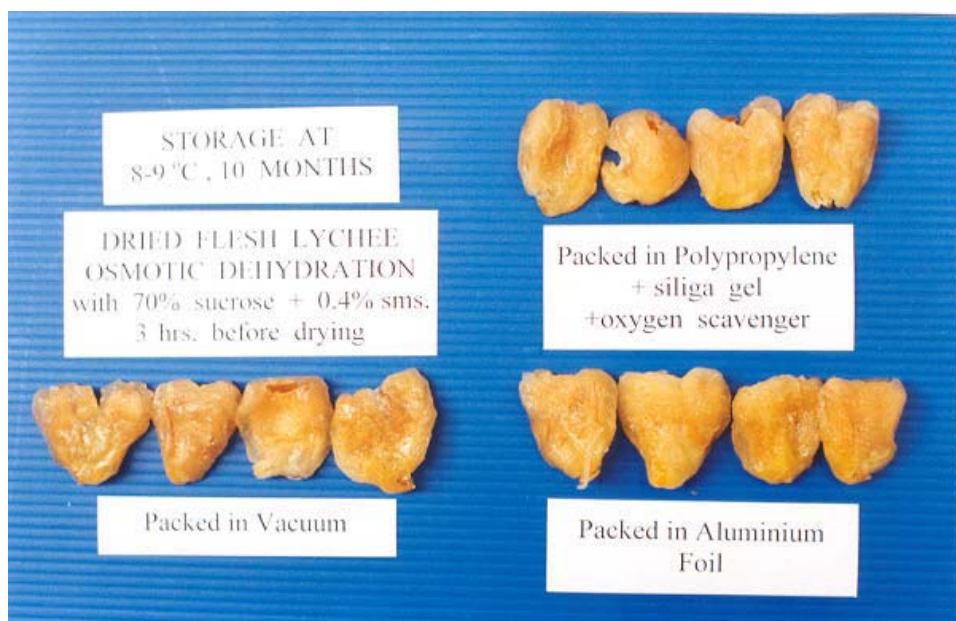
รูป ก-28 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 12 เดือน



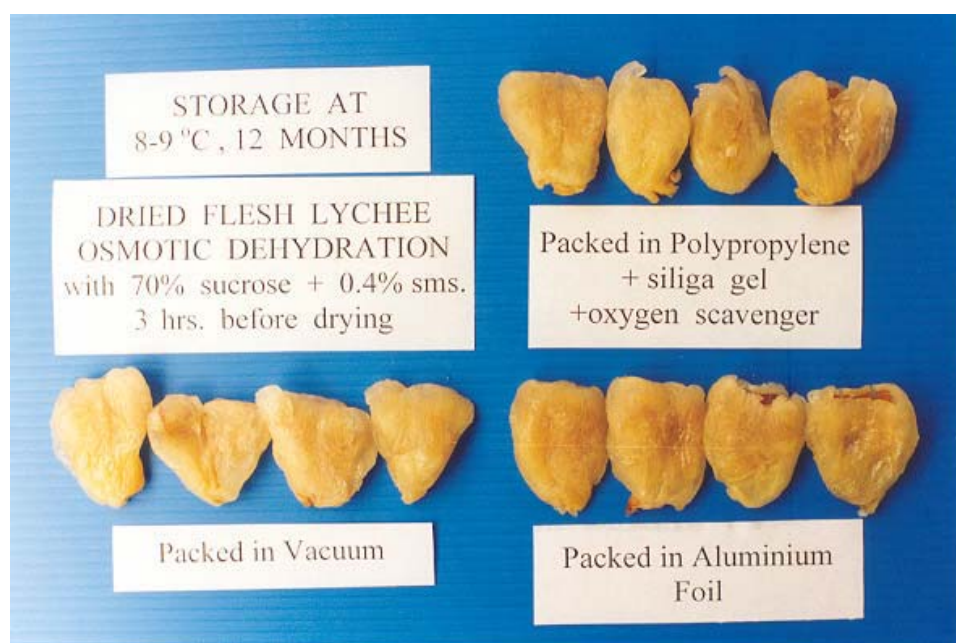
รูป ก-29 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสนาน 6 เดือน



รูป ก-30 ผลิตภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสนาน 8 เดือน



รูป ก-31 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสนาน 10 เดือน



รูป ก-32 ผลิตรภัณฑ์เนื้อลิ้นจี่แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการทำออสโมติกดีไฮเดรชัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสนาน 12 เดือน

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1.1 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของเปลือกนอกและเนื้อลื่นจื๊อบแห้งทำได้โดยการวัดค่าแรงเฉือน (Shear force) ต่อเนื้อลื่นจื๊ และค่าแรงกดต่อเปลือกลื่นจื๊อบแห้ง โดยใช้เครื่อง Instron

การวัดค่าแรงเฉือนต่อเนื้อลื่นจื๊ ใช้มีดปลายแหลม  ขนาดกว้าง 3 นิ้ว ยาว 5.5 นิ้ว และตั้งค่า Full scale load = 100 นิวตัน

การวัดค่าแรงกดต่อเปลือกลื่นจื๊ ใช้หัวกดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

นำตัวอย่างเนื้อลื่นจื๊และเปลือกลื่นจื๊มาตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดกว้าง $\times$ ยาว เท่ากับ 2×2 เซนติเมตร จำนวน 20 ชิ้น ทำการวัด 2 ซ้ำ โดยใช้ตัวอย่าง 10 ชิ้น ต่อ 1 ซ้ำ ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น นิวตัน แล้วหาค่าเฉลี่ย

1.2 การวัดค่าสี

วัดค่าสีเปลือกของผลลื่นจื๊สดและผลลื่นจื๊อบแห้ง โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter (Minolta CR-300) โดยก่อนใช้เครื่องได้ปรับมาตรฐานของเครื่องวัดสีด้วยแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาว (Minolta calibration plate, CR-200 2° observer) วัดสีของเปลือกผลลื่นจื๊ผลละ 3 จุด ซ้ำละ 5 ผล ทำการวัด 2 ซ้ำ และตำแหน่งของผลลื่นจื๊ที่ทำการวัดดังรูป ข-1 ค่าที่วัดได้รายงานผลเป็นค่า L , a^* , b^* เมื่อ L = the lightness factor (value) a^* , b^* = the chromaticity coordinates

ค่า L ที่มีค่าใกล้เคียงศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ หากค่า L มีค่าสูงเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีขาว สำหรับค่า a^* เมื่อค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากมีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b^* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ทั้งค่า a^* และ b^* หากมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าวัตถุมีสีเทา (gray) (Giese, 1995)

ด้านขั้วผลลื่นจื๊



ช่วงของผลลื่นจื๊ที่ใช้วัดสี

รูปที่ ข.-1 ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าสีบริเวณเปลือกภายนอกของผลลื่นจื๊

2. การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

2.1 ปริมาณกรดทั้งหมด

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH “Merck” GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและปล่อยให้เย็น ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายดังที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน (Hydrochloric acid, HCl “Merck” GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein “Merck” Phenolphthalein, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 1% เตรียมโดยชั่งฟีนอล์ฟทาเลอินมา 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและปล่อยให้เย็น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

วิธีทำ

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำนวน 10 ผลจากแต่ละ treatment ของแต่ละวิธีการทดลอง มาแยกเปลือกและเนื้อลื่นจืออกจากกัน ชั่งน้ำหนักเปลือกและเนื้อลื่นจื อย่างละ 10 กรัม (ตัวอย่างลื่นจืแห้งใช้ 5 กรัม) นำเปลือกหรือเนื้อลื่นจืมาผสมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ปีเปิดของเหลวที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน flask หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน ความเข้มข้น 1% ลงไป 2 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตรของสารละลายดังมาตรฐานที่ใช้ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดมาลิก โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังนี้

1 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดมาลิก 0.0067 กรัม (Ulrich, 1970)

2.2 ค่าพีเอช

นำตัวอย่างเปลือกและเนื้อลื่นจืที่เตรียมไว้จากข้อ 2.1 ไปวัดค่าพีเอช โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ และก่อนใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ทุกครั้ง ได้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 7.0 และ 4.1 ตามลำดับ

2.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

นำเนื้อลื่นจีที่ปั่นละเอียดแล้ว มาวัดหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Hand refractometer (“ATAGO” model N1) ซึ่งวัดค่าได้ระหว่าง 0 -32 % โดยใช้น้ำกลั่นปรับให้อ่านค่าได้ 0 ก่อนใช้วัดตัวอย่างลื่นจีทุกครั้ง (Pearson, 1976)

2.4 ปริมาณความชื้น

การหาปริมาณความชื้นโดยใช้ตู้อบลมร้อน ทำโดยชั่งตัวอย่างเนื้อลื่นจีประมาณ 5 กรัม ใส่ลงไปใน moisture can ที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถแก้ว ดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนัก นำไปอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

2.5 วัดค่า a_w

วัดค่า a_w โดยใช้เครื่อง a_w meter (Novasina RS232) หั่นตัวอย่างเนื้อลื่นจีอบแห้งเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในจานสำหรับวัด a_w จนถึงระดับที่กำหนดไว้ แล้วนำจานดังกล่าวใส่ลงไปในเครื่อง a_w meter แล้วอ่านค่า a_w ที่ได้

2.5 ปริมาณน้ำตาล

สารเคมี

1. สารละลาย Carrez no.1 เตรียมได้โดย ละลาย ซิงอะซิเตต (“Baker” Zinc Acetate Dihydrate GR Grade, J.T. Baker, U.S.A.) 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติก (“Merck” Acetic Acid glacial GR Grade, E. Merck, Germany) 3 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
2. สารละลาย Carrez no.2 เตรียมได้โดยละลายโปแตสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ (“Baker” Potassium ferrocyanide GR Grade, J.T. Baker, U.S.A.) 10.6 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
3. สารละลาย Fehling no.1 เตรียมได้โดยละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (“Baker” Copper sulphate GR Grade, J.T. Baker, U.S.A.) 69.278 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร
4. สารละลาย Fehling no.2 เตรียมได้โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide “Merck” NaOH GR Grade, E. Merck, Germany) 100 กรัม และ

โซเดียมโปแตสเซียมตาเตรต (“Baker” GR Grade, Sodium potassium tartrate, J.T. Baker, U.S.A.) 346 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

5. เมทิลีนบลู (“Merck” Methylene blue GR Grade, E. Merck, Germany)

ความเข้มข้น 1%

6. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid “Merck” Hydrochloric Acid GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 6.34 นอร์มัล

7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide “Merck” NaOH GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 10 นอร์มัล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

หลักการ

หลักการของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยวิธี Lane & Eynon ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในอาหารโดยใช้ปฏิกิริยา copper reduction เนื่องจากในโมเลกุลของน้ำตาลมีหมู่อัลดีไฮด์ หรือคีโตนอิสระ ซึ่งสามารถเป็น weak reducing agent ได้ จึงเรียกน้ำตาลที่มีคุณสมบัตินี้ว่าเป็นน้ำตาลรีดิวซิง น้ำตาลส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซิง ยกเว้นน้ำตาลซูโครส เนื่องจากในโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสไม่มีหมู่อัลดีไฮด์หรือคีโตนอิสระ แต่เมื่อถูกไฮโดรไลซ์จะได้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส สารละลายที่ได้จึงมีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซิง

น้ำตาลที่มีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซิงจะรีดิวซ์คิวปริคไอออน (Cu^{2+}) ในรูปคอปเปอร์ซัลเฟตให้เป็นคิวปริสไอออน (Cu^+) ในรูปคิวปริสออกไซด์ ซึ่งเป็นตะกอนสีส้มแดง (ลักษณะ และ นิธิยา, 2539)

วิธีทำ

ชั่งตัวอย่างเนื้อล้นจี่ที่ปั่นเป็นเนื้อเดียวกันแล้วมาจำนวน 5 กรัม (ตัวอย่างล้นจี่แห้งใช้ 1.25 กรัม) เติมน้ำกลั่นลงไปพอประมาณเพื่อให้อาหารกระจายตัว เติม clearing agent สารละลาย Carrez no.1 และ 2 ลงไปอย่างละ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลดังต่อไปนี้

● ปริมาณน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ใส่ในบิวเรตปลายอนขนาด 50 มิลลิลิตร ไล่ฟองอากาศออกให้หมดโดยเฉพาะปลายแท่งแก้วจ่อ ปิดสารละลาย Fehling no.1 และ 2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลัสขนาด 250 มิลลิลิตร เติมลูกแก้วเล็กๆ ลงไป 2–3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนเตาบันเช่น ไตรเทรทกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมทธิลีนบลูลงไป 1 หยด ไตรเทรทจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ถ้าปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ในช่วง 15-50 แสดงว่าสารละลายตัวอย่างมีความเข้มข้นเหมาะสม ทำการไตรเทรทสารละลายตัวอย่างให้ได้ค่าที่ถูกต้องกับสารละลาย Fehling โดยปล่อยสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ในการไตรเทรทครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมทธิลีนบลูลงไป 1 หยด ไตรเทรทจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำซ้ำ 2 ครั้ง นำปริมาตรสารละลายน้ำตาลที่ใช้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเปรียบเทียบหาปริมาณน้ำตาลในสารละลายตัวอย่างจากตารางมาตรฐาน

● ปริมาณน้ำตาลหลังอินเวอร์ชัน

เปิดสารละลายตัวอย่างมา 130 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6.34 นอร์มัล ลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปใส่ไฮโดรไลซ์ใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 นอร์มัล แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำสารละลายตัวอย่างนี้ใส่ในบิวเรตปลายจ่อ ทำการไตรเทรทกับสารละลาย Fehling เช่นเดียวกับการหาปริมาณน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน

$$\text{น้ำตาลซูโครส (\%)} = (D_2 - D_1) 0.95$$

$$\text{น้ำตาลทั้งหมด (\%)} = \text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครส} + \text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลก่อนอินเวอร์ต}$$

$$\text{เมื่อ } D_1 = \text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลก่อนอินเวอร์ต}$$

$$D_2 = \text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลหลังอินเวอร์ต}$$

2.6 วิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของเปลือกผลลิ้นจี่

สารเคมี

- สารละลายเอทานอลิกไฮโดรคลอริก (Ethanolic hydrochloric) เตรียมโดยนำสารละลายเอทานอล (Ethanol “Merck” Ethanol GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 95% ผสมกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid “Merck” Hydrochloric Acid GR Grade, E. Merck, Germany) ความเข้มข้น 1.5 นอร์มัล ในอัตราส่วน 85 : 15 ผสมสารละลายที่ได้ให้เข้ากัน แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

หลักการ

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วง น้ำเงิน และแดงในเนื้อเยื่อของพืช สีของแอนโทไซยานินที่ปรากฏจะผันแปรตาม ค่าพีเอช แอนโทไซยานินจะละลายได้ดีในเอทานอล และมีความคงตัวสูงในสารละลายที่มีค่าพีเอชต่ำ ดังนั้นในการสกัดแอนโทไซยานินจากพืช จึงใช้สารละลายผสมระหว่างเอทานอลกับกรดไฮโดรคลอริก ได้เป็นสารละลายผสมเอทานอลิก สารละลายแอนโทไซยานินที่สกัดได้จะมีความสามารถในการดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร (Ranganna, 1986) ในธรรมชาติ สารชนิดต่างๆ สามารถดูดกลืนแสงหรือรังสีได้ ที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน จึงทำให้วัตถุนั้นมีสีแตกต่างกันออกไป ในการวัดปริมาณของแสงที่ถูกดูดกลืนด้วยสารตัวอย่างนั้น ทำได้โดยให้ลำแสงผ่านเข้าไปในสารตัวอย่าง แล้ววัดปริมาณของแสงที่ทะลุผ่านออกมาโดยเปรียบเทียบกับแสงที่ทะลุออกมาเมื่อไม่มีสารตัวอย่าง (แม้นและอมร, 2539)

วิธีทำ

การวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกของผลลิ้นจี่ตามวิธีการของ Ranganna (1986) ทำได้โดยการสกัดแอนโทไซยานินออกจากส่วนของเปลือกด้วยสารละลายผสมเอทานอลิก แล้ววัดปริมาณโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์แสดงผังแผนภูมิในรูป ข-2

เปลือกผลลิ้นจี่ 1 กรัม (หั่นละเอียด แล้วใส่ลงใน flask)

เติม ethanolic HCl 25 มิลลิลิตร



เปลี่ยนสารละลายทุก 6 ชั่วโมงจนเปลือกไม่มีสี



นำสารละลายทั้งหมดที่ได้มารวมกันแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลาย

ethanolic HCl ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร



วัดค่า Absorbance (OD) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร

โดยใช้สารละลาย ethanolic HCl เป็น blank



นำค่า OD ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด

$$\text{โดย Total Absorbance} = \frac{\text{ค่า OD ที่ 535 nm} \times \text{final volume} \times 100}{\text{weight (g)}}$$

$$\text{Total Anthocyanin Content} = \frac{\text{Total Absorbance}}{98.2}$$

รูป ข.-2 แผนภูมิวิธีการสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกลิ้นจี่
ที่มา : Ranganna (1986)

2.8 การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

หลักการ

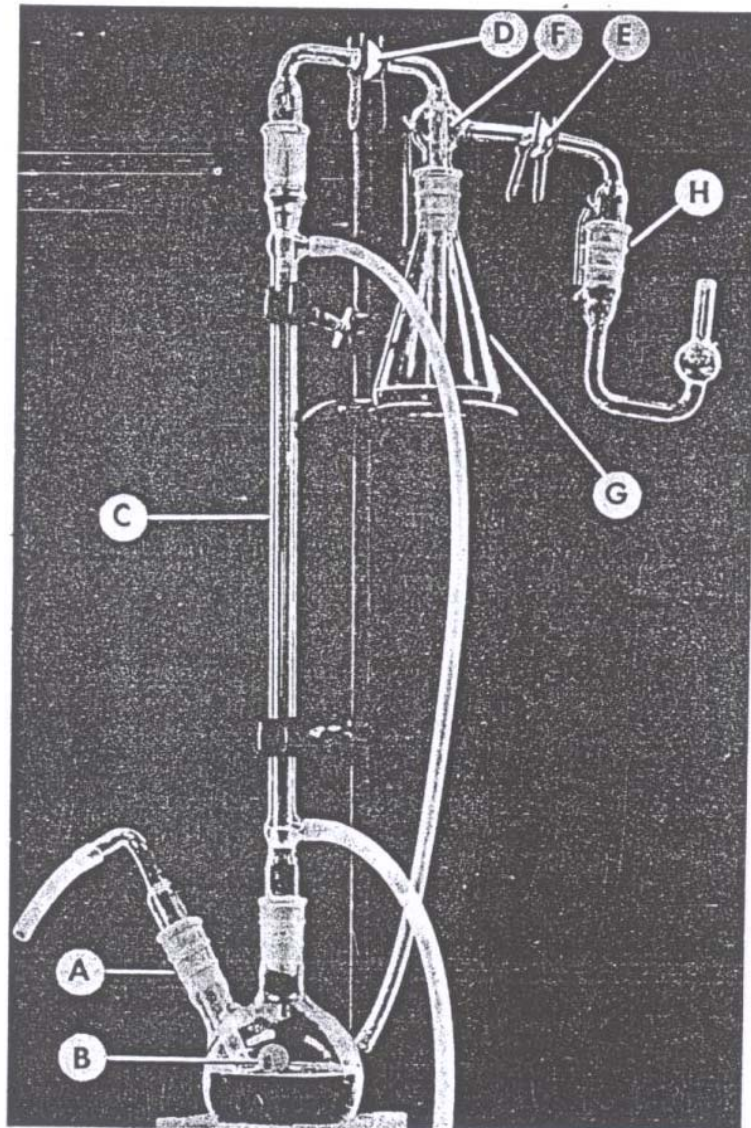
การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำได้โดยใช้วิธีการกลั่น นำตัวอย่างมาย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกร่วมกับการให้ความร้อน สารประกอบซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในอาหารจะออกมาในรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซในโตรเจนจะเป็นตัวพาก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้ไปรวมตัวกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกควมแน่นจนกลายเป็นของเหลวรวมตัวกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้เป็นสารละลายกรดซัลฟูริก นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติ (AOAC, 1990)

วิธีการ

เตรียมชุดเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังรูป ข.-3 โดยต่อกับถังก๊าซในโตรเจนที่มีก๊าซในโตรเจนบริสุทธิ์ 99.9% เมื่อต่อชุดอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ปล่อยน้ำเย็นให้ไหลผ่านเครื่องควมแน่น (condenser) เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 30 % จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงไปใน flask G แล้วชั่งตัวอย่าง 50 กรัม ลงใน flask B โดยผ่านทางท่อ A ที่ให้ก๊าซผ่านเข้ามา แล้วล้างอาหารที่อาจที่ติดค้างในท่อ A ด้วยน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ปิดท่อ A ทันทีและต้องแน่ใจว่าทุกส่วนของรอยต่อสนิทแน่นดี จากนั้นเอาท่อ A ออกแล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 10 นอร์มัล จำนวน 20 มิลลิลิตร ลงไปอย่างช้าๆ แล้วใส่ท่อ A ลงไปตามเดิม ปล่อยก๊าซในโตรเจนเข้าทางท่อ A โดยให้มีอัตราการไหล 15-20 ฟองต่อนาที (สังเกตว่ามีฟองเข้าทาง flask หรือไม่ ถ้าไม่มีแสดงว่าท่อเชื่อมไม่สนิท) เมื่อต่อท่อสนิทดีแล้วเร่งไฟให้เดือดภายใน 5 นาทีแล้วลดไฟให้เดือดช้าๆ ประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเติมโบรโมฟินอลบลู ลงไปใน flask G แล้วไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มัล จนได้สีฟ้าอ่อน แล้วคำนวณหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัลจำนวน 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 3.2 มิลลิกรัม ดังนั้น

$$\text{ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)} = \frac{\text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ไตเตรท} \times \text{นอร์มัล ของ NaOH} \times 32 \times 1000}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้}}$$



รูป ข.-3 ชุดเครื่องกลั่นสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ที่มา: AOAC (1990)

3. การหาอายุการเก็บรักษา

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมี สามารถใช้ชี้บ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ลินจ๊อบแห่งที่กำลังทดสอบ เมื่อทราบว่าคุณสมบัติใดของผลิตภัณฑ์ที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ นั่นคือคุณสมบัตินั้นจะนำมาใช้เป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงอายุการเก็บรักษา

ดังนั้นการศึกษาอายุการเก็บรักษาจะต้องคำนวณหาอัตราเร็วคงที่ (Rate constant ; k values) ของการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามสมการของ Arrhenius equation มีดังนี้

$$\ln C = \ln C_0 \pm kt$$

เมื่อ C = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่บ่งบอกการเสื่อมเสีย ณ เวลาหนึ่งๆ ของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง

C_0 = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่บ่งบอกการเสื่อมเสีย ณ เวลาเริ่มต้นการเก็บรักษา ($t=0$) ที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง

k = อัตราเร็วคงที่ของการเสื่อมเสียต่อเดือน

t = เวลาที่ทำการเก็บรักษา (เดือน)

จากสมการข้างต้นจะทำให้ทราบค่าอัตราการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ แล้วนำค่าที่ได้มา คำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้จากสมการดังนี้

$$\ln C / C_0 = kt$$

$$\text{หรือ} \quad t = (C / C_0) k$$

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลีนจี้บรรจุกระป๋อง

1. การวัดความเป็นสุญญากาศ (Vacuum)

- 1.1 นำกระป๋องลีนจี้มา ชั่งน้ำหนักทั้งกระป๋อง บันทึกน้ำหนักทั้งหมด
- 1.2 ใช้เครื่องวัดสุญญากาศ (Vacuum gauge) เจาะรูตรงกลางกระป๋อง เพื่อวัดความดันสุญญากาศภายในกระป๋อง

2. การวัดช่องว่างเหนืออาหาร (Head space)

- 2.1 นำกระป๋องจากข้อ 1.2 มาเปิดฝากระป๋องออก
- 2.2 ทำการวัดช่องว่างเหนือระดับอาหาร โดยใช้ไม้บรรทัดวัดระยะทางจากขอบของเหลวถึงขอบตะเข็บด้านในของฝา การวัดจะวัดทั้งหมด 3 ตำแหน่งภายในกระป๋องเดียวกัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย วัดตัวอย่างละ 2 กระป๋อง

3. การวัดน้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้อ (Net weight and drained weight)

- 3.1 นำตะแกรงมาชั่งหาน้ำหนัก โดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร มีช่องเปิดสี่เหลี่ยมขนาด 2.5x2.5 มิลลิเมตร หรือ 2.8x2.8 มิลลิเมตร
- 3.2 เทตัวอย่างอาหารลงในตะแกรงที่ทราบน้ำหนักแล้วและเอียงตะแกรงเป็นมุม 17-20 องศา เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักตะแกรงรวมกับน้ำหนักเนื้อลีนจี้
- 3.3 ล้างภาชนะบรรจุและฝา คว่ำทิ้งไว้ให้แห้ง ชั่งน้ำหนักหาน้ำหนักของภาชนะบรรจุและฝา
- 3.4 ผลต่างระหว่างน้ำหนักทั้งหมด (จากข้อ 1.1) กับน้ำหนักภาชนะบรรจุและฝาเป็นน้ำหนักสุทธิ

$$\text{น้ำหนักสุทธิ} = \text{น้ำหนักทั้งกระป๋อง} - (\text{น้ำหนักกระป๋อง} + \text{ฝา})$$

- 3.5 ผลต่างระหว่างน้ำหนักสุทธินับน้ำหนักตะแกรงและน้ำหนักเนื้อของเหลวเป็นน้ำหนักเนื้อ

$$\text{น้ำหนักเนื้อ} = \text{น้ำหนักสุทธิ} - \text{น้ำหนักตะแกรง} - \text{น้ำหนักของเหลว}$$

4. การวัดความหนืด (Viscosity)

วิธีการใช้เครื่อง Brookfield Model DV

- 4.1 ตั้งเครื่องให้อยู่ในแนวระดับด้วยการหมุนปรับน็อตที่ปลายขาตั้งจนระดับลูกน้ำอยู่กึ่งกลาง
 - 4.2 นำตัวอย่างอาหารเหลวที่ต้องการวัดค่าความหนืดเทใส่ภาชนะซึ่งควรมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25 นิ้ว ขึ้นไป ปริมาตรบรรจุประมาณ 400 มิลลิลิตร
 - 4.3 เสียบปลั๊ก และเปิดสวิตช์ ด้านหลังตัวเครื่อง
 - 4.4 เครื่องจะบอกให้ Remove spindle (ถ้ามีหัวเข็มอยู่ให้เอาออก) แล้วทำคดปุ่มใดๆ
 - 4.5 เครื่อง Set Autozero นานประมาณ 15 วินาที
 - 4.6 เครื่องจะบอกให้ Replace spindle ซึ่งให้ใส่หัวเข็มที่เลือกใช้ลงไป (ในที่นี้ใช้เข็มวัด No.4) ให้ใช้มือซ้ายจับโคนหัวเข็มให้แน่นแล้วใช้มือขวาหมุนหัวเข็ม โดยให้เกลียวชนกันพอดี จากนั้นเทตัวอย่างลื่นจี๊ดปนลงไปให้ท่วมระดับขีดเครื่องหมายบน spindle
- การเลือกขนาดของ spindle ที่ต้องการ พิจารณาจากลักษณะของอาหารที่ต้องการจะวัด
- อาหารข้นหนืดมาก ให้ใช้ spindle ขนาดเล็กสุด และ speed ต่ำสุด
 - อาหารข้นหนืดน้อย ให้ใช้ spindle ขนาดใหญ่สุด และ speed สูงสุด
- ทั้งนี้ตัวอย่างเนื้อลื่นจี๊ดปนใช้ spindle เบอร์ 3
- 4.7 กด Select spindle ใช้ลูกศร ↑↓ แทนตัวเลข และกด Select spindle อีกครั้ง ต้องรีบกระทำให้เสร็จภายใน 3 วินาที
 - 4.8 กดลูกศร ↑↓ เพื่อดัง speed แล้วกด Select speed
 - 4.9 กด Select speed กับ Select spindle พร้อมกันเพื่อกด Time stop โดยจะออกมาเป็น ↑ Time stop กับ ↓ Time torque ให้กด ↑ Time stop แล้วกด ↑↓ เพื่อกดเวลาเป็นนาฬิกา แล้วกด Select spindle แล้วเลือกเวลาเป็นวินาที
 - 4.10 กด Motor on/off
 - 4.11 ระบบจะเริ่มทำงานตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดเครื่องก็จะหยุดเอง
 - 4.12 กดลูกศร ↑ เพื่ออ่านค่า % การบิด ความหนืด(เซนติพอยส์) และอุณหภูมิ (°ซ) ถ้าค่า % ที่อ่านได้อยู่ ระหว่าง 10-100 แสดงว่าใช้ได้ (แต่ถ้าต้องการค่าที่ถูกต้องแน่นอนมากๆ ควรปรับให้ค่าที่อ่านได้ใกล้เคียง 100 %)
 - 4.13 เสร็จแล้วทำการกด Select spindle ถ้าจะทำการทดลองต่อให้กดตามข้อ 5-9 หากเสร็จสิ้นการทดลองให้ปิดสวิตช์ด้านหลังเครื่อง

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ขวดขนาด 250 มิลลิลิตร สำหรับใส่สารละลายเพื่อเจือจาง (Dilution bottle)
- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test tube)
- ปิเปตขนาด 1 , 2 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Heraeus : Model D - 6450 hanau, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA - 300MIV, Japan)
- ตะเกียง (Burner)
- เครื่องเปิดกระป๋องที่สามารถถอนไฟมาเชื้อได้

1.2 สารละลายเพื่อเจือจาง และอาหารเลี้ยงเชื้อ

- เปปโตน สำหรับเป็นสารละลายเพื่อเจือจาง (Becto® Peptone : Difco Laboratory, U.S.A.)
- อาหารเลี้ยงเชื้อเพลทเคานต์อะการ์ (Plate count agar : Merk, Germany)
- อาหารเลี้ยงเชื้อโพเตโตเดกซ์โตรสอะการ์ (Potato dextrose agar : Merk, Germany)
- อาหารเลี้ยงเชื้อบิลเลียนด์กรีนแลกโตสไบส์บร็อท (Brilliant green lactose bile broth : Merk, Germany)
- ทริปโตเน (Tryptone : Merk, Germany)
- ยีสต์เอ็กซ์แทรกต์ (Yest extract : Merk, Germany)
- เดกซ์โตรส (Dextose : Fluka, Germany)
- ไดโพตัสเซียมฟอสเฟต (di-Potassium hydrogen phosphate trihydrate ; $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$: Merk, Germany)
- กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid ; $HOOC(CHOH)_2COOH$: Cario Erba Reagebti, Germany)
- ออเรนจ์เซรุ่ม (Orange serum)

1.3 การเตรียมสารละลายเพื่อเจือจาง

สารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1% โดยชั่งเปปโตน 1 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ตวงสารละลายเปปโตนจำนวน 90 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วทนความร้อน ปิดด้วยฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที

1.4 การเตรียมสารละลายเพื่อปรับพีเอช

สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้น 10% โดยชั่งกรดทาร์ทาริก 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เทใส่ขวดแก้วทนความร้อน ปิดฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที

1.5 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.5.1 อาหารเลี้ยงเชื้อเพลทเคานต์อะการ์ (*Plate count agar ; PCA*) ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลาย เทใส่ขวดทนความร้อน ปิดด้วย ฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้ควรมีพีเอชสุดท้ายประมาณ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.5.2 อาหารเลี้ยงเชื้อโพเตโตเดกซ์โตรสอะการ์ (*Potato dextrose agar ; PDA*) ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายเทใส่ขวดทนความร้อน ปิดด้วยฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที

1.5.3 อาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนต์กรีนแลกโตสไบลโบรท ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ปิเปิดใส่หลอดทดลอง หลอดละ 10 มิลลิลิตร โดยในหลอดทดลองมีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ภายในปิดจุก นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล นาน 15 นาที

1.5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ *Orange serum broth* สูตรของอาหารเลี้ยงเชื้อประกอบด้วย

ทริฟโตน	10 กรัม
ยีสต์แอกซ์แทรกต์	3 กรัม

เดกซ์โตรส	4 กรัม
ไดโอดีสเซียมฟอสเฟต	3 กรัม
ออเรนจ์เรด	200 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	800 มิลลิลิตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่น ละลายให้เข้ากัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ปีเปิดใส่หลอดทดลอง หลอดละ 10 มิลลิลิตร โดยในหลอดทดลองมีหลอดดักแก๊สว่าอยู่ภายใน (สำหรับวิเคราะห์หา aciduric spoilage bacteria) ปิดจุก สำหรับส่วนที่ 2 ปีเปิดใส่หลอดทดลอง หลอดละ 10 มิลลิลิตร ปิดจุก ไม่ต้องใส่หลอดดักแก๊ส (สำหรับวิเคราะห์หา flat sour) จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาส นาน 15 นาที

หมายเหตุ วิธีการเตรียมออเรนจ์เรด โดยการคั้นน้ำส้ม นำไปต้มจนอุณหภูมิเท่ากับ 93 องศาเซลเซียส ยกลง ค่อยๆ เทผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยใช้เครื่องช่วยดูด (section) ส่วนที่กรองได้ 2-3 มิลลิลิตร แรกทิ้งไป กรองเอาเฉพาะส่วนที่เหลือ

1.6 การเตรียมตัวอย่าง

ล้างกระป๋องให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ดฝากระป๋องด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 % ลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียง ใช้ลิ้มที่ทนไฟแล้วเจาะตรงกลางกระป๋อง รอยเจาะควรมีขนาดกว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้

แบ่งตัวอย่างส่วนหนึ่งใส่หลอดทดลองหรือหลอดแก้วปราศจากเชื้อ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในกรณีที่ต้องมีการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ

1.7 วิธีวิเคราะห์

1.7.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

1.7.1.1 ใช้ปีเปิดดูดตัวอย่างจากกระป๋องมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่มีสารละลายเจือจาง 90 มิลลิลิตร (จากข้อ 1.3) ผสมให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ 10⁻¹

1.7.1.2 ใช้ปีเปิดดูดสารละลายตัวอย่างจากกระป๋อง (ความเข้มข้นเท่ากับ 1) และสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10⁻¹ (จากข้อ 1) ใส่ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 2 จาน

1.7.1.3 เทออาหารเลี้ยงเชื้อเพลทแคนดอ์การ์ที่หลอมเหลวแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

1.7.1.4 ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อ (incubated) ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

1.7.1.5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ ซึ่งมีปริมาณ 30-300 โคโลนี หากค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตร (cfu/ml)

1.7.2 การวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา (Yeast and mould)

วิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ตามข้อ 7.1.1) แต่อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้คือ โฟเตโตเดกซ์โตรสอ์การ์ ที่ปรับพีเอช เป็น 3.5 ด้วยการเติมสารละลายกรดทาร์ทริก ความเข้มข้น 10% ลงไป (จากข้อ 1.4) โดยที่อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ใช้สารละลายกรดทาร์ทริก 1.9 มิลลิลิตร

จากนั้นนำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 3-5 วัน แล้วนับจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา หากค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตร (cfu/ml)

1.7.3 การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์ม (Coliform)

1.7.3.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ก. ใช้ปิเปตปราศจากเชื้อดูดสารละลายตัวอย่างจากกระป๋อง จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนต์กรีนแลกโตสไบต์บรอก จำนวน 2 หลอด

ข. นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนด 24 และ 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปทดสอบต่อตามข้อ 1.7.3.2

1.7.3.2 การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test)

ก. นำหลอดที่มีก๊าซจากข้อ 1.7.3.1 มาเขย่าเบาๆ แล้วใช้ที่เขี่ยเชื้อ (loop) ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงในอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดทดลองที่มีก๊าซ นำไปขีดเป็นเส้นๆ (streak) บนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อเอนโดอ์การ์หรือลิวาน์อีเอ็มบีอ์การ์ ในลักษณะที่จะให้โคโลนีแยกจากกันภายหลังการเพาะเชื้อ

ข. เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตรวจดูโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของโคลิฟอร์มในอาหารเลี้ยงเชื้ออีเอ็มบีอ์การ์ จะมีลักษณะเป็นสีเข้ม อาจเป็นสีแดงเข้มหรือสีม่วงเข้มก็ได้

ค. ถ่ายโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะจากข้อ 1.7.3.2 (ข) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนต์กรีนแลกโตสไบต์บรอก และบนอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเทรียนอ์การ์

ง. เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ดูการเกิดก๊าซในหลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนต์กรีนแลกโตสไบต์บรอก หรือลอรทริปโตสบรอก ถ้ามี

ก๊าซเกิดขึ้นให้น้ำเชื้อที่ขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อนิวเตรียนต์อะการ์ ไปย้อมสีด้วยวิธีกรัมสแติน (gram stain) ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีเชื้อซึ่งเป็นกรัมลบ (gram negative) มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ ไม่มีสปอร์แสดงว่าเป็นแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม

1.7.4 การวิเคราะห์หาฟเลตซาวร์ (Flat sour)

1.7.4.1 ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดตัวอย่างอาหารจากกระป๋อง จำนวน 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อออเรนจ์เชรุมบรอต จำนวน 4 หลอด

1.7.4.2 นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส และ 55 องศาเซลเซียส อย่างละ 2 หลอด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีแบคทีเรียพวกฟเลตซาวร์ อาหารเลี้ยงเชื้อจะขึ้นทดสอบให้แน่ใจโดยถ่ายเชื้อ (subculture) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเดิม แล้วเพาะเชื้อเหมือนเดิมซ้ำอีกครั้ง ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อขึ้นแสดงว่ามีแบคทีเรียชนิดฟเลตซาวร์

1.7.5 การวิเคราะห์หาอะซิดูริกสปอยเลจแบคทีเรีย (Aciduric spoilage bacteria)

1.7.5.1 ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อดูดตัวอย่างอาหารจากกระป๋องจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อออเรนจ์เชรุมบรอต จำนวน 2 หลอด

1.7.5.2 นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส จำนวน 2 หลอด เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ดูก๊าซทุก 24 ชั่วโมง ถ้าพบว่าขึ้นและมีก๊าซเกิดขึ้นแสดงว่ามีแบคทีเรียชนิดอะซิดูริก-สปอยเลจ

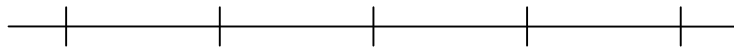
ภาคผนวก ค

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

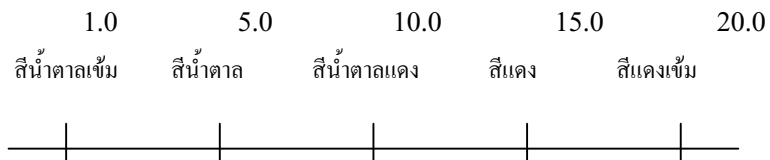
แบบสอบถามในเชิงพรรณนา (Structured Scaling)

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วัน
ที่.....

คำชี้แจง : ตัวอย่างที่ท่านได้รับคือ |ผลิตภัณฑ์ล้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก| โปรดทำการประเมินตัวอย่างตามลักษณะที่ให้ไว้ข้างล่าง ทำเครื่องหมาย ลงบนตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเหมาะสมต่อการอธิบายลักษณะนั้นๆของตัวอย่าง



สีเปลือก



กลิ่นล้นจี่



รสชาติ

หวานมาก	หวาน	เปรี้ยว	เปรี้ยวมาก	มีรสอื่นเจือปน
---------	------	---------	------------	----------------

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....
.....

แบบสอบถามเค้าโครงผลิตภัณฑ์

(Ideal Ratio Profile Test)

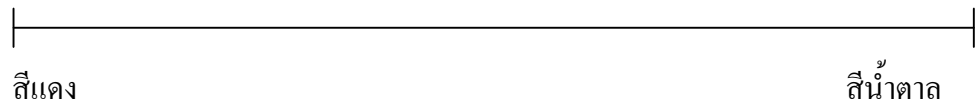
ผลิตภัณฑ์ : ลิ้นจี่อบแห้งทั้งเปลือก

ลักษณะผลิตภัณฑ์ : เป็นผลิตภัณฑ์จากผลลิ้นจี่ ที่อบแห้งทั้งเปลือกโดยใช้ลมร้อน

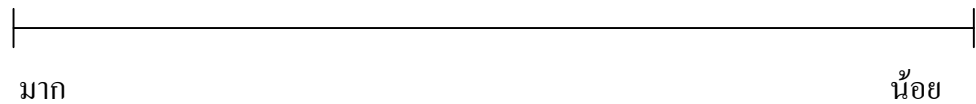
✍ กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด โดย....

เครื่องหมาย I บนสเกลคือ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด จงกำหนดเครื่องหมาย x ลงบนสเกลในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ในตำแหน่งที่ท่านเห็นว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มี เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะที่ดีที่สุด

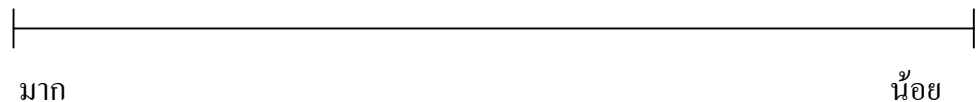
สีเปลือก



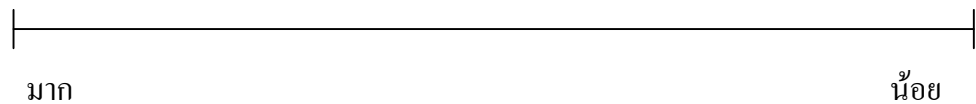
กลิ่น



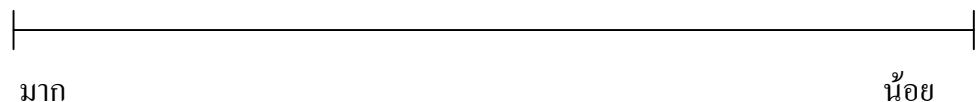
รสหวาน



รสเปรี้ยว



ยอมรับรวม



ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

แบบสอบถามทางด้านประสาทสัมผัส

HEDONIC SCALE SCORING TEST

คำชี้แจง โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ และให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด โปรดให้เหตุผลอธิบายความรู้สึกของท่านด้วย

ท่านเป็นผู้ทดสอบผู้หนึ่งที่สามารถบอกว่าท่านชอบผลิตภัณฑ์ใด ในระดับความชอบอย่างไร การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริงจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลองนี้มาก

ระดับความชอบ	ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง		
	462	057	208
ชอบมากที่สุด			
ชอบมาก			
ชอบปานกลาง			
ชอบเล็กน้อย			
เฉยๆ			
ไม่ชอบเล็กน้อย			
ไม่ชอบปานกลาง			
.....			
ไม่ชอบมาก			
.....			
ไม่ชอบมากที่สุด			

เหตุผลความชอบและไม่ชอบ

462.....
 057.....
 208.....

ขอบคุณค่ะ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

MULTIPLE COMPARISONS TEST

DIFFERENCE ANALYSIS

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่เสนอให้คือ ผลิตภัณฑ์กลิ่นจอบแห้งทั้งเปลือก เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะในด้านต่างๆ ท่านจะได้รับตัวอย่างที่เขียนว่า “R” เพื่อให้ท่านได้ใช้ตัวอย่างนี้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆที่ให้รหัสทางสถิติว่า **687 142 724** ทดสอบแต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับตัวอย่าง “R” และให้เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านเห็นว่าตัวอย่างที่ทดสอบ ดีกว่า เท่ากับ หรือด้อยกว่าตัวอย่าง “R”

สี่เปลือก

ตัวอย่าง	687	142	724
ดีกว่า	_____	_____	_____
เท่ากับ	_____	_____	_____
ด้อยกว่า	_____	_____	_____

ปริมาณความแตกต่าง

ไม่มีความแตกต่างเลย	_____	_____	_____
แตกต่างเล็กน้อย	_____	_____	_____
แตกต่างปานกลาง	_____	_____	_____
แตกต่างมาก	_____	_____	_____
แตกต่างมากที่สุด	_____	_____	_____

กลืนดินจี้

ตัวอย่าง	<u>687</u>	<u>142</u>	<u>724</u>
ดีกว่า	_____	_____	_____
เท่ากับ	_____	_____	_____
ด้อยกว่า	_____	_____	_____

ปริมาณความแตกต่าง

ไม่มีความแตกต่างเลย	_____	_____	_____
แตกต่างเล็กน้อย	_____	_____	_____
แตกต่างปานกลาง	_____	_____	_____
แตกต่างมาก	_____	_____	_____
แตกต่างมากที่สุด	_____	_____	_____

รสเปรี้ยว

ตัวอย่าง	<u>687</u>	<u>142</u>	<u>724</u>
ดีกว่า	_____	_____	_____
เท่ากับ	_____	_____	_____
ด้อยกว่า	_____	_____	_____

ปริมาณความแตกต่าง

ไม่มีความแตกต่างเลย	_____	_____	_____
แตกต่างเล็กน้อย	_____	_____	_____
แตกต่างปานกลาง	_____	_____	_____
แตกต่างมาก	_____	_____	_____
แตกต่างมากที่สุด	_____	_____	_____

รชหวาน

ตัวอย่าง	<u>687</u>	<u>142</u>	<u>724</u>
ดีกว่า	_____	_____	_____
เท่ากับ	_____	_____	_____
ด้อยกว่า	_____	_____	_____
ปริมาณความแตกต่าง			
ไม่มีความแตกต่างเลย	_____	_____	_____
แตกต่างเล็กน้อย	_____	_____	_____
แตกต่างปานกลาง	_____	_____	_____
แตกต่างมาก	_____	_____	_____
แตกต่างมากที่สุด	_____	_____	_____

ยอบรรีบรวม

ตัวอย่าง	<u>687</u>	<u>142</u>	<u>724</u>
ดีกว่า	_____	_____	_____
เท่ากับ	_____	_____	_____
ด้อยกว่า	_____	_____	_____
ปริมาณความแตกต่าง			
ไม่มีความแตกต่างเลย	_____	_____	_____
แตกต่างเล็กน้อย	_____	_____	_____
แตกต่างปานกลาง	_____	_____	_____
แตกต่างมาก	_____	_____	_____
แตกต่างมากที่สุด	_____	_____	_____

RANKING TEST FORM

ชื่อ _____ วันที่ _____

ชื่อผลิตภัณฑ์ เนื้อลีนจ๊อบแห้ง

.....
...

คำอธิบายผลิตภัณฑ์

เนื้อลีนจ๊อบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อลีนจี่ นำมาปรุงแต่งรสชาติ และผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อลีนจ๊อบแห้งที่มีลักษณะเป็นที่ถูกใจผู้บริโภค

ท่านจะได้รับผลิตภัณฑ์สองชุดกำหนดให้ คะแนน 1 ถึง 6 เป็นลำดับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างทั้ง 6 โดยที่ 1 คือลำดับความชอบมากที่สุด, 2 คือลำดับความชอบรองลงมา, 3 คือลำดับความชอบรองลงมาอีก, และลดลงมาเรื่อยๆ จนถึง 6 คือลำดับความชอบน้อยที่สุด เรียงตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ท่านได้รับ ให้ท่านทำการใส่คะแนนเรียงตามลำดับความชอบ (โดยที่ห้ามไม่ให้มีตัวเลขซ้ำกัน)

	รหัสตัวอย่าง					
ลักษณะ	58	64	98	50	86	16
สี						
รสชาติ						
เนื้อสัมผัส						
การยอมรับรวม						

	รหัสตัวอย่าง					
ลักษณะ	97	30	65	24	49	55
สี						
รสชาติ						
เนื้อสัมผัส						
การยอมรับรวม						

ข้อเสนอแนะ.....

.....

SCORING TEST FORM

ชื่อ.....วันที่.....

ข้อผลิตภัณฑ์ เนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็ง

ให้ท่านขีดเครื่องหมาย X แทนระดับของตัวอย่างตามความชอบ /พอใจ ตามลักษณะ
 ของตัวอย่างที่กำหนดให้บนเส้นตรง ในลักษณะต่าง ๆ ดังที่กำหนดให้

1. ความชอบด้านลักษณะปรากฏ

สี

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

ความใส

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

2. ความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ความแข็ง

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

ความเหนียว

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

3. ความชอบด้านกลิ่นและรสชาติ

กลิ่นลิ้นจี่

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

รสเปรี้ยว

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

รสหวาน

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

4. ความชอบรวม

ความชอบรวม

ชอบน้อยที่สุด

ชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ.....

.....

แบบสำรวจความต้องการของลูกค้า

ข้าพเจ้าเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกำลังสำรวจความต้องการขนาดของเนื้อลื่นจี๊ดป่น (Lychee Puree) ข้าพเจ้ามีความยินดีเป็นอย่างยิ่งถ้าท่านได้ช่วยให้การสำรวจนี้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

1. ขณะนี้บริษัทของท่านทำผลิตภัณฑ์ Puree หรือไม่ ทำ ไม่ทำ
 ถ้า “ทำ” โปรดตอบคำถามข้อที่ 2
 ถ้า “ไม่ทำ” โปรดตอบคำถามข้อที่ 3

2. บริษัทของท่านทำผลิตภัณฑ์ Puree อะไร _____

3. ท่านต้องการใช้ Puree ในผลิตภัณฑ์ใด

แยม	น้ำผลไม้
เนคต้า	โยเกิร์ต
อื่นๆ ได้แก่ _____	

4. ขนาดของ Puree ลื่นจี๊ดที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมสำหรับทำผลิตภัณฑ์ของท่าน

ใหญ่กว่า 4.70 มิลลิเมตร

3.33-4.7 มิลลิเมตร

1.7-3.3 มิลลิเมตร

0.8-1.7 มิลลิเมตร

น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร

-ขอบคุณค่ะ-

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบความพอใจของผู้ทดสอบชิมใช้แบบทดสอบ Hedonic structural scale สเกลที่ใช้ประกอบด้วยเส้นตรงที่มีความยาว 12 เซนติเมตร แบ่งสเกลเป็นที่จุดเริ่มต้น ตรงกลาง และปลายเส้น ที่จุดเริ่มต้นด้านซ้ายคือความพอใจต่อผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด ตรงกลางคือความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ปานกลาง และปลายสุดด้านขวาคือความพอใจต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด ผู้ทดสอบชิม จะประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการขีดเครื่องหมาย I บนสเกล ณ ตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการแสดงความรู้สึกของผู้ทดสอบต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบหลังจากการชิมเสร็จ

1. การเตรียมน้ำล้นจีสำหรับการทดสอบชิม (รัตน, 2543)

ส่วนผสมของน้ำล้นจี

ล้นจีตีป่น (จากกระป๋อง)	500 กรัม
น้ำตาลทราย	300 กรัม
กรดซิตริก	1 กรัม

วิธีการเตรียม

- 1.1 นำเนื้อล้นจีตีป่นจากกระป๋องมา 500 กรัม ใส่ในโถปั่น เติมน้ำลงไป 500 กรัม (อัตราส่วน เนื้อล้นจีตีป่น : น้ำ เท่ากับ 1:1) ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นจากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง
- 1.2 เติมน้ำเชื่อม โดยต่อน้ำ 1 กิโลกรัมให้เดือด เติมน้ำตาลทรายลงไป 300 กรัม ต้มเดือด เติมกรดซิตริกลงไป 1 กรัม ยกลง กรองด้วยผ้าขาวบาง
- 1.3 นำน้ำล้นจี (จากข้อ 1) ผสมกับน้ำเชื่อม (จากข้อ 2) ในอัตราส่วน 1:1
- 1.4 นำไปให้ความร้อนจนวัดอุณหภูมิได้ 80 องศาเซลเซียส บรรจุลงในขวดที่สะอาดปราศจากเชื้อ (ขวดก่อนนำมาใช้ ให้ต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 10 นาที) เติมน้ำล้นจีจนถึงระดับคอขวดปิดฝา

1.5 Cooling ในน้ำอุ่นก่อน แล้วค่อยลดอุณหภูมิให้ต่ำลง เพราะถ้าแช่ขวดลงในน้ำเย็นทันที ขวดอาจแตกได้

2. การเตรียมเยมลินจีสำหรับการทดสอบซึม (รัตน, 2543)

สูตรการผลิต

ลินจีขึ้นแตก (จากกระป๋อง)	450 กรัม	
น้ำตาลทราย (แบ่งเป็น 3 ส่วน)	700 กรัม	
สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 50%	6 มิลลิลิตร	
ผงเพกติน ชนิด Rapid set	7 กรัม	
สีผสมอาหาร (สีชมพู : สีเหลือง : น้ำ อัตราส่วน 2 : 1 : 30)	1 มิลลิลิตร	

วิธีการเตรียม

- 2.1 นำเนื้อลินจีขึ้นแตกมาล้างน้ำให้สะอาด ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ
- 2.2 แบ่งเนื้อลินจีเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน ส่วนที่ 1 นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ส่วนที่ 2 ไม่ต้องปั่น
- 2.3 นำเนื้อลินจีทั้ง 2 ส่วน เทใส่กะทะทองแดง เติมน้ำลงไป 550 กรัม ให้ความร้อนจนอุณหภูมิเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส
- 2.4 เติมน้ำตาลทรายลงไป 2 ใน 3 ส่วน คือ 467 กรัม ลดไฟให้อ่อนสุด จับเวลา 10 นาที
- 2.5 ผสมผงเพกตินกับน้ำตาลทรายส่วนที่เหลือ (233 กรัม) ให้เข้ากัน แล้วค่อยๆ เติมน้ำลงไปจนหมด ขณะเติมให้คนตลอดเวลา
- 2.6 คนที่ไฟอ่อนต่อไปอีกประมาณ 5 นาที
- 2.7 เร่งไฟให้เยมเดือดจัด จนมีอุณหภูมิประมาณ 106 องศาเซลเซียส เยมจะข้นเหนียว
- 2.8 ดับไฟ เติมสีผสมอาหาร และสารละลายกรดซิตริกลงไป คนให้เข้ากันเทใส่ภาชนะสำหรับกรอกทันที
- 2.9 กรอกเยมใส่ในขวดแก้วปากกว้างที่สะอาด (ผ่านการต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง) เทจนเต็มขวด เช็ดปากขวดให้สะอาด ปิดฝาขวดทันที (ฝาขวดบรรจุเยมเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 %)
- 2.10 ปล่อยให้เย็นโดยไม่เคลื่อนย้าย เพื่อให้เยมแข็งตัว

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

เนื้อลีนจีตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 (A1) ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดที่มีอุณหภูมิ น้ำเดือดเท่ากับ 98 องศาเซลเซียส ข้อมูลจากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน นำมาประมวลผล ได้ดังนี้

ขั้นตอนการคำนวณ

1. การป้อนข้อมูล และสร้าง heating curve
2. การประมวลผล
3. การป้อนข้อมูล และสร้าง cooling curve
4. การคำนวณ

1. ขั้นตอนป้อนข้อมูล (โดยใช้ โปรแกรม Microsoft excel)

- 1.1 ป้อนข้อมูลเวลาลงใน cell A3-A24 อุณหภูมิ cell B3-B24 และอุณหภูมิ น้ำเดือด cell E3-E24
- 1.2 C3 เป็นการคำนวณเพื่อหา $Tr-T$ เมื่อ Tr = อุณหภูมิ น้ำเดือด นั่นคือ 98°C หาได้จาก $= 98-B3$
- 1.3 Copy C3 ลงไปเป็น C4:C24
- 1.4 D3 เป็นการคำนวณเพื่อหา $\log(Tr-T)$
 $= \log(C3)$
- 1.5 Copy D3 ลงไปเป็น D4:D24
- 1.6 พล็อตกราฟระหว่าง Time vs $\log(Tr-T)$ ได้ดังรูป ง-1 ก่อนปรับข้อมูล และรูป ง-2 หลังปรับข้อมูล

หมายเหตุ : ก่อนปรับข้อมูล หมายถึง การสร้าง heating curve ที่ได้จากการนำข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนทั้งหมด

หลังปรับข้อมูล หมายถึง การสร้าง heating curve ที่ได้จากการนำข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนที่มีการตัดข้อมูลบางส่วนซึ่งอาจเป็น error ของการทดลองทิ้งไป เพื่อเพิ่มค่า R^2 ให้สูงขึ้น ($R^2 \geq 0.99$)

ตาราง ง-1 ข้อมูล heating ของเนื้อดินจี้ตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1

	A	B	C	D	E
1	เวลา	อุณหภูมิ : T	Tr-T	Log (Tr-T)	อุณหภูมิ น้ำในหม้อ
2	(นาทีก)	(°ซ)	(Tr = 98 °ซ)		ต้ม : TR (°ซ)
3	0.0	80.1	17.9	1.252853	94.9
4	1.0	81.6	16.4	1.214844	96.0
5	2.0	83.1	14.9	1.173186	97.1
6	3.0	85.8	12.2	1.086360	97.4
7	4.0	86.4	11.6	1.064458	97.4
8	5.0	86.9	11.1	1.045323	97.3
9	6.0	88	10.0	1.000000	97.4
10	7.0	89	9.0	0.954243	97.5
11	8.0	89.8	8.2	0.913814	97.4
12	9.0	90.5	7.5	0.875061	97.5
13	10.0	91.1	6.9	0.838849	97.4
14	11.0	91.7	6.3	0.799341	97.3
15	12.0	92.1	5.9	0.770852	97.4
16	13.0	92.5	5.5	0.740363	97.4
17	14.0	92.9	5.1	0.707570	97.4
18	15.0	93.2	4.8	0.681241	97.4
19	16.0	93.3	4.7	0.672098	97.5
20	17.0	93.5	4.5	0.653213	97.4
21	18.0	93.7	4.3	0.633468	97.3
22	19.0	93.9	4.1	0.612784	97.4
23	20.0	94.0	4.0	0.602060	97.5
24	21.0	94.3	3.7	0.568202	97.6

หมายเหตุ T หมายถึง อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์
 Tr หมายถึง อุณหภูมิของน้ำเดือด
 TR หมายถึง อุณหภูมิของน้ำในหม้อต้ม

2. ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล และการสร้างกราฟ

2.1 การเพิ่มคำสั่ง Data analysis เข้าไปในโปรแกรม Microsoft excel

- 2.1.1 ใช้ โปรแกรม Microsoft excel
- 2.1.2 ในกรณีที่ไม่มีคำสั่ง Data analysis ในเมนู Tools ให้เลือกคำสั่ง Tools → Add-Ins...
- 2.1.3 เมื่อเข้าสู่ Add-Ins ให้คลิกเลือกในช่องของ Analysis ToolPak → แล้วคลิก OK
- 2.1.4 หลังจากนั้นคำสั่ง Data analysis จะปรากฏในเมนู Tools

2.2 การใช้คำสั่ง Data Analysis ในการคำนวณ

- 2.2.1 จากเมนู Tools เลือก Data analysis
- 2.2.2 ในหน้าจอส่วนของ Data analysis ให้คลิกเลือก Regression → แล้วคลิก OK
- 2.2.3 เมื่อเข้าสู่คำสั่ง Regression หน้าจอปรากฏดังนี้

ในส่วนของ Input Y Range : ให้เลือก Log (Tr-T) นั่นคือ D3:D45

และ Input X Range : ให้เลือก Time นั่นคือ A3:A45

Output option เลือก New Workbook

Residuals เลือก Residuals

จะได้ผล Summary Output ดังต่อไปนี้

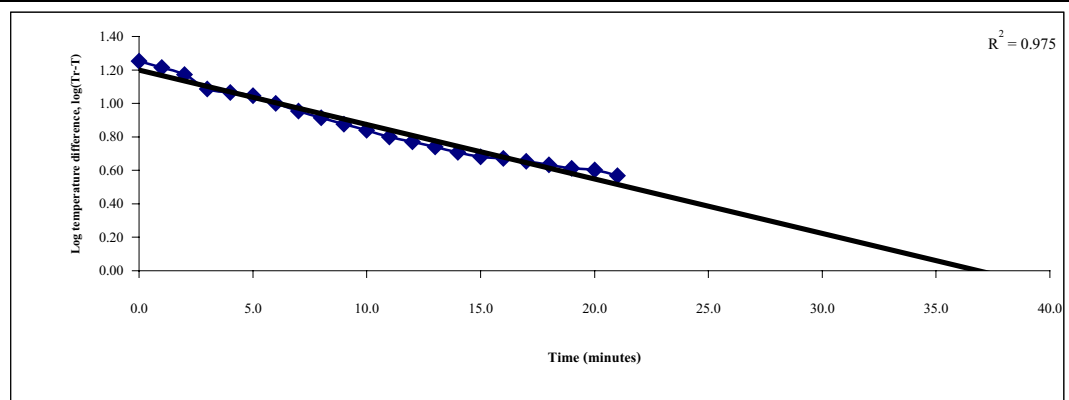
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.98744
R Square	0.975037
Adjusted R Square	0.973789
Standard Error	0.034632
Observations	22

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.936931085	0.936931	781.1897	1.67E-17
Residual	20	0.023987289	0.001199		
Total	21	0.960918374			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1.198827	0.014277414	83.96666	5.79E-27	1.169045	1.2286089
X Variable 1	-0.032528	0.001163808	-27.94977	1.67E-17	-0.034956	-0.0301005



รูป ง-1 Heating curve ของเนื้อลื่นจีตี่ป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 ก่อนการปรับข้อมูล

หลังการปรับข้อมูล Heating ได้ผลดังนี้

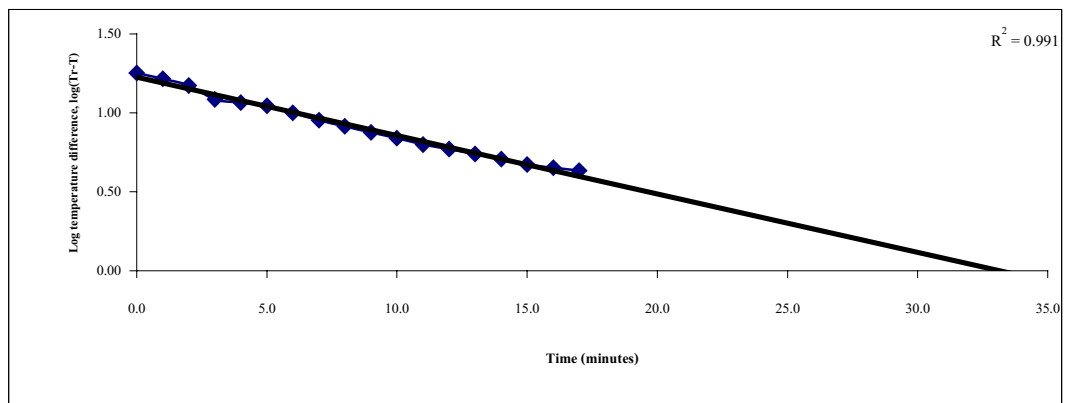
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.995403
R Square	0.990828
Adjusted R Square	0.990255
Standard Error	0.019594
Observations	18

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.663584967	0.663585	1728.444	9.88E-18
Residual	16	0.006142727	0.000384		
Total	17	0.669727694			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1.225455	0.008864548	138.2423	4.71E-26	1.206663	1.2442472
X Variable 1	-0.037008	0.000890172	-	9.88E-18	-0.038896	-0.0351214
			41.57456			



รูป ง-2 Heating curve ของเนื้อลีนจีตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 หลังการปรับข้อมูลเพื่อเพิ่มค่า R²

3. ขั้นตอนการสร้าง Cooling curve (โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel)

- 3.1 ป้อนข้อมูลเวลาลงใน cell A27-A43 ,อุณหภูมิ cell B27-B43 และอุณหภูมิน้ำในหม้อต้มลงใน cell E27-E43
- 3.2 C27 เป็นการคำนวณเพื่อหา T-Tw เมื่อ Tw = อุณหภูมิน้ำ cooling นั่นคือ 30 °ซ หาได้จาก
= B27-30
- 3.3 Copy C27 ลงไปเป็น C28:C43
- 3.4 D27 เป็นการคำนวณเพื่อหา log(T-Tw)
= log(C27)
- 3.5 Copy D27 ลงไปเป็น D28:D43
- 3.6 พล็อตกราฟระหว่าง Time vs log (T-Tw) ได้ดังรูป ง-3 ก่อนปรับข้อมูลและหลังปรับข้อมูลรูป
ง-4

ตาราง ง-2 ข้อมูล Cooling ของเนื้อลิ้นจี่ที่ปนบรรจุกระป๋องขนาด A1

	A	B	C	D	E
25	เวลา	อุณหภูมิ : T	T-Tw	Log (T-Tw)	อุณหภูมิในหม้อ
26	(นาที)	(°ซ)	(Tw = 30 °ซ)		ต้ม : TR (°ซ)
27	24.0	94.3	64.3	1.808211	97.5
28	23.0	94.1	64.1	1.806858	96.2
29	24.0	93.8	63.8	1.804821	94.8
30	25.0	91.7	61.7	1.790285	94.1
31	26.0	84.6	54.6	1.737193	93.5
32	27.0	76.2	46.2	1.664642	29.5
33	28.0	69.7	39.7	1.598791	28.3
34	29.0	64.6	34.6	1.539076	28.3
35	30.0	59.9	29.9	1.475671	27.9
36	31.0	56.9	26.9	1.429752	27.2
37	32.0	54.6	24.6	1.390935	28.7
38	33.0	52.5	22.5	1.352183	28.7
39	34.0	50.9	20.9	1.320146	28.7
40	35.0	49.3	19.3	1.285557	28.7
41	36.0	48.0	18.0	1.255273	28.8
42	37.0	46.6	16.6	1.220108	28.8
43	38.0	45.4	15.4	1.187521	28.8

จะได้ผล Summary Output ดังต่อไปนี้

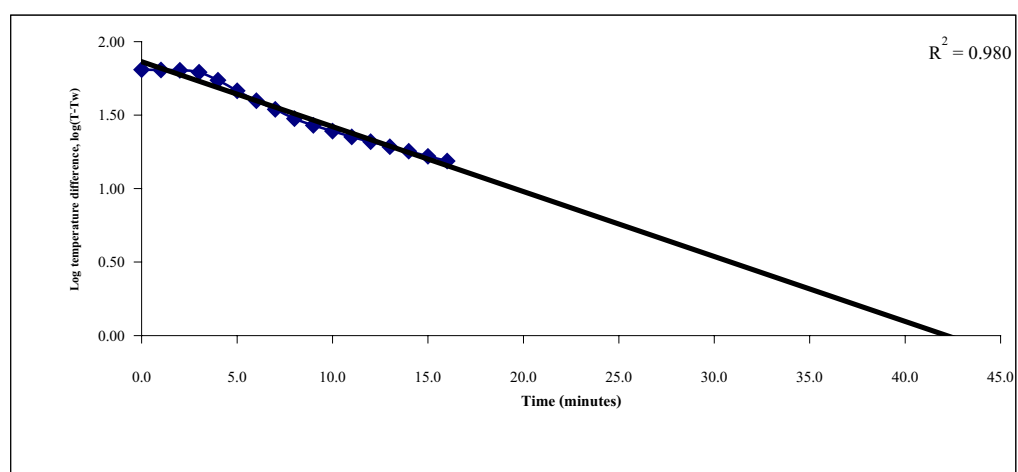
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.989757
R Square	0.979619
Adjusted R Square	0.978261
Standard Error	0.033232
Observations	17

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.796263	0.796263	720.9945	4.26E-14
Residual	15	0.016566	0.001104		
Total	16	0.812829			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1.863242	0.015434	120.7246	7.89E-24	1.830346	1.896139
X Variable 1	-0.04418	0.001645	-26.8513	4.26E-14	-0.04768	-0.04067



รูป ง-3 Cooling curve ของเนื้อลินจีตีปนบรรจุกระป๋องขนาด A1 ก่อนการปรับข้อมูล

หลังการปรับข้อมูลของ Cooling

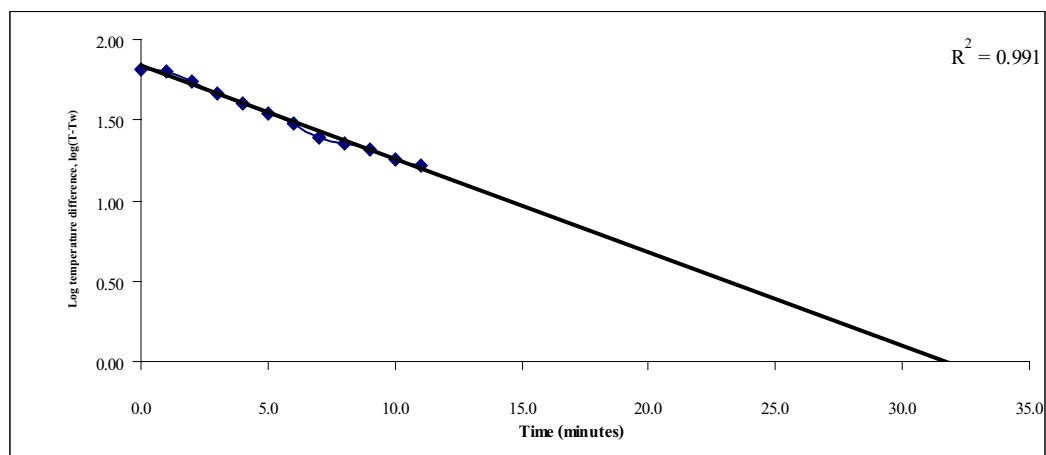
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.995503
R Square	0.991027
Adjusted R Square	0.99013
Standard Error	0.020865
Observations	12

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.480800208	0.4808	1104.455	1.44E-11
Residual	10	0.00435328	0.000435		
Total	11	0.485153488			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1.832837	0.011329869	161.7704	2E-18	1.807593	1.8580817
X Variable 1	-0.057985	0.001744778	-33.23334	1.44E-11	-0.061872	-0.0540972



รูป ง-4 Cooling curve ของเนื้อล้นจีตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด A1 หลังการปรับข้อมูลเพื่อเพิ่มค่า R2

4. ขั้นตอนการคำนวณ

ตัวอย่าง เนื้อล้นจีตีป่นบรรจุกระป๋องขนาด 300x407 (A1) ที่ฆ่าเชื้อในน้ำเดือดที่มีอุณหภูมิ น้ำเดือดเท่ากับ 98 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มเดือดเมื่อเวลาผ่านไป 3 นาที โดยมี ค่า Process lethality ($F_{8.9100}$) = 3.24 นาที และจากกราฟแทรกผ่านความร้อนที่ปรับค่าแล้ว (f_h และ j_{ch} จากรูป ง-2 และ j_{cc} จากรูป ง-4 ตามลำดับ) จะได้ข้อมูลต่างๆ ดังนี้ $f_h = 27.50$ นาที, $j_{ch} = 0.93$ และ $j_{cc} = 1.01$ สามารถคำนวณหาเวลาฆ่าเชื้อได้ดังนี้

4.1 ค่า j_{ch} ใน cell B1 หาได้จากสูตร $j_{ch} = (T_r - T_{pih}) / (T_r - T_{ih})$ เป็นค่าที่หาได้จากรูป ง-2

4.2 ป้อนค่า f_h ซึ่งหาได้จากกราฟลงไปใน cell B2

4.3 ป้อนข้อมูล Process lethality ลงใน cell B3

4.4 ป้อนอุณหภูมิ น้ำเดือด และ อุณหภูมิเริ่มต้น ($^{\circ}\text{C}$) ลงใน Cell B4 และ B5 ตามลำดับ

4.5 I_h ใน cell B6 หาได้จากสูตร $I_h = T_r - T_{ih}$ คำนวณได้โดย

$$= B4 - B5$$

4.6 ใน cell B7 ค่า $j_{ch} \cdot I_h$ คำนวณได้โดย

$$= B1 * B6$$

4.7 ใน cell B8 ค่า $\log(j_{ch} \cdot I_h)$ คำนวณได้โดย

$$= \log(B7)$$

4.8 ป้อนค่า $z = 8.9$ ลงใน cell B9

4.9 Fi ใน cell B10 หาได้จากสูตร $Fi = 10(100-Tr)/z$ คำนวณได้โดย

$$=10^{(100-98)/8.9}$$

4.10 fh/U ใน cell B11 หาได้จากสูตร $fh/U = fh/[(F8.9100) \times Fi]$ คำนวณได้โดย

$$=B2/(B3 \times B10)$$

4.11 ป้อนค่า $jcc = 1.01$ ลงใน cell B12

4.12 จากตารางหาค่า g ของ Stumbo ที่มีค่า $z = 8.9$ องศาเซลเซียส (16 องศาฟาเรนไฮต์) ใน
ภาคผนวก ง ที่มีค่า $fh/U = 5.059$, $jcc = 1.01$ ดังนั้น $g = 4.70$ ใน cell B14

4.13 หาค่า $\log g$ ใน cell ที่ B15 ได้จาก

$$=\log(B14)$$

4.14 หา Process time ใน cell B16 ได้จากสูตร $B = fh[\log(jch.Ih) - \log g]$ คำนวณได้โดย

$$=B2 \times (B8 - B15)$$

ตาราง ง-3 ผลการคำนวณหาเวลาฆ่าเชื้อโดยใช้วิธี Ball formula

	A	B	C
1	jch	0.93	
2	fh	27.50	นาที
3	Process lethality (F8.9100)	3.24	นาที
4	อุณหภูมิน้ำเดือด (Tr)	98.0	°ซ
5	Initial temperature (Tih)	80.1	°ซ
6	$Ih = Tr - Tih$	18.0	°ซ
7	$(jch.Ih)$	16.74	
8	$\log(jch.Ih)$	1.224	
9	z	8.90	°ซ
10	$Fi = 10(100 - Tr)/z$	1.678	
11	$fh/U = fh/[(F8.9100) \times Fi]$	5.059	
12	jcc	1.01	
13	จากตารางหาค่า g ของ Stumbo ที่มีค่า $z = 8.9$ ในภาคผนวก ง -4		
14	$fh/U = 5.059$, $jcc = 1.01$ ดังนั้นค่า $g =$	4.70	
15	$\log g$	0.67	
16	$B = fh[\log(jch.Ih) - \log g]$	15.56	นาที

หมายเหตุ ใช้โปรแกรม Microsoft excel ในการคำนวณ

ตาราง ง-4 แสดงค่า $fh/U : g$ เมื่อค่า $z = 16$ องศาฟาเรนไฮต์ (8.9 องศาเซลเซียส)

fh/U	Values of g when j of cooling curve is:								
	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.20	3.67-05	3.95-05	4.23-05	4.50-05	4.78-05	5.06-05	5.34-05	5.61-05	5.89-05
0.30	1.60-03	1.74-03	1.88-03	2.02-03	2.16-03	2.31-03	2.45-03	2.59-03	2.73-03
0.40	1.12-0.2	1.21-02	1.31-02	1.40-02	1.49-02	1.58-02	1.68-02	1.77-02	1.86-02
0.50	3.69-02	3.97-02	4.24-02	4.51-02	4.79-02	5.06-02	5.33-02	5.61-02	5.88-02
0.60	8.28-02	8.83-02	9.38-02	9.93-02	1.05-01	1.10-01	1.16-01	1.21-01	1.27-01
0.70	0.148	0.157	0.166	0.175	0.184	0.193	0.202	0.211	0.221
0.80	0.230	0.243	0.256	0.270	0.283	0.296	0.309	0.322	0.335
0.90	0.324	0.342	0.360	0.378	0.395	0.413	0.431	0.448	0.466
1.00	0.427	0.450	0.473	0.496	0.518	0.541	0.564	0.586	0.609
2.00	1.51	1.60	1.69	1.78	1.87	1.96	2.05	2.15	2.24
3.00	2.39	2.56	2.73	2.90	3.07	3.24	3.42	3.59	3.76
4.00	3.11	3.36	3.60	3.85	4.09	4.33	4.58	4.82	5.06
5.00	3.73	4.04	4.35	4.66	4.96	5.27	5.58	5.88	6.19
6.00	4.28	4.65	5.01	5.37	5.73	6.09	6.45	6.81	7.17
7.00	4.78	5.19	5.60	6.00	6.41	6.82	7.23	7.63	8.04
8.00	5.23	5.68	6.13	6.58	7.03	7.47	7.92	8.37	8.82
9.00	5.65	6.13	6.62	7.13	7.58	8.02	8.55	9.04	9.52
10.00	6.04	6.55	7.07	7.58	8.10	8.61	9.13	9.64	10.16
15.00	7.65	8.28	8.91	9.55	10.18	10.81	11.44	12.08	12.71
20.00	8.90	9.61	10.32	11.03	11.75	12.46	13.17	13.88	14.60
25.00	9.91	10.68	11.46	12.23	13.01	13.78	14.56	15.33	16.11
30.00	10.7	11.6	12.4	13.2	14.1	14.9	15.7	16.5	17.4
35.00	11.5	12.3	13.2	14.1	15.0	15.8	16.7	17.6	18.5
40.00	12.1	13.0	13.9	14.8	15.8	16.7	17.6	18.5	19.0
45.00	12.6	13.6	14.5	15.5	16.5	17.4	18.4	19.3	20.3
50.00	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.1
60.00	13.9	15.0	16.1	17.1	18.2	19.2	20.3	21.4	22.4
70.00	14.6	15.7	16.8	18.0	19.1	20.2	21.4	22.5	23.6
80.00	15.2	16.4	17.5	18.7	19.9	21.1	22.3	23.5	24.6
90.00	15.7	16.9	18.1	19.4	20.6	21.8	23.1	24.3	25.6
100.00	16.1	17.4	18.7	20.0	21.2	22.5	23.8	25.1	26.4
150.00	17.8	19.3	20.7	22.2	23.7	25.1	26.6	28.1	29.6
200.00	19.0	20.6	22.2	23.8	25.4	27.0	28.6	30.2	31.8
250.00	19.9	21.6	23.4	25.1	26.8	28.5	30.2	31.9	33.6
300.00	20.7	22.5	24.3	26.1	27.9	29.7	31.5	33.3	35.1
350.00	21.4	23.2	25.1	27.0	28.9	30.8	32.6	34.5	36.4
400.00	21.9	23.9	25.8	27.8	29.7	31.7	33.6	35.5	37.3
450.00	22.5	24.5	26.5	28.5	30.5	32.4	34.4	36.0	38.0
500.00	23.0	25.0	27.0	29.1	31.1	33.2	35.2	37.2	39.3
600.00	23.9	26.0	28.1	30.2	32.3	34.4	36.5	38.6	40.7
700.00	24.7	26.8	29.0	31.1	33.3	35.5	37.6	39.8	41.9
800.00	25.4	27.6	29.8	32.0	34.2	36.4	38.6	40.8	43.0
900.00	26.1	28.3	30.5	32.7	35.0	37.2	39.4	41.6	43.9
999.99	26.7	28.9	31.2	33.4	35.7	37.9	40.2	42.4	44.7

ภาคผนวก จ

สมการรีเกรซชันเส้นตรง

สมการรีเกรชันเส้นตรง (Linear regression)

จากผลการทดลองและวิจารณ์ผลในบทที่ 4 นำแสดงข้อมูลในรูปกราฟได้สมการที่เป็นแบบรีเกรชันเส้นตรง แสดงดังตาราง จ-1 และ จ-2

ตาราง จ-1 สมการรีเกรชันเส้นตรงจากการทดลองตอนที่ 2 ผลการศึกษาเพื่อหาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมในการปรับพีเอชโดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูในผลิตภัณฑ์ลีนจี

ผลิตภัณฑ์	รูป	การวิเคราะห์	สมการรีเกรชันเส้นตรง	R ²
เนือลันจีตีป	4.6	ค่าสี a* ภายหลังการฆ่าเชื้อ	$y = 3.745x - 0.0194$	0.9686
	4.7	ความหนืด	$y = 1774.3x + 467.93$	0.9631
	4.8	pH	$y = -0.0823x + 4.1913$	0.9913
		Total acidity (% as citric acid)	$y = 0.048x + 0.3087$	0.9054
	4.9	Total soluble solid (%)	$y = 0.0286x + 13.067$	0.4286
		Reducing sugar (%)	$y = 0.0071x + 11.333$	0.1336
		Total sugar (%)	$y = -0.0077x + 11.569$	0.2224
		Sucrose (%)	$y = -0.0149x + 0.2353$	0.7243

หมายเหตุ x หมายถึง ปริมาณกรดซิตริก

ตาราง จ-2 สมการรีเกรชันจากการทดลองตอนที่ 4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์ลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และ
อายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์	รูป	การวิเคราะห์	สมการรีเกรชันเส้นตรง	R2
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตก บรรจุกระป๋อง ขนาด A1	4.26	ค่าสี L	$y = -1.3461x + 60.489$	0.8777
		ค่าสี a*	$y = 0.5618x + 0.0971$	0.9736
		ค่าสี b*	$y = 0.5414x + 6.7229$	0.8980
	4.27	pH	$y = 0.0129x + 3.992$	0.5664
		Total acidity (% as citric acid)	$y = 0.0075x + 0.3814$	0.5864
	4.28	Total soluble solid (%)	$y = -0.1214x + 11.4$	0.8811
		Reducing sugar (%)	$y = 0.0221x + 8.33$	0.4594
		Total sugar (%)	$y = 0.0768x + 9.0314$	0.8424
		Sucrose (%)	$y = 0.0993x + 0.7057$	0.9430
เนื้อลิ้นจี่ชิ้นแตก บรรจุกระป๋อง ขนาด A10	4.31	ค่าสี L	$y = -2.2171x + 63.503$	0.9668
		ค่าสี a*	$y = 0.6425x + 2.16$	0.9090
		ค่าสี b*	$y = 0.4293x + 8.7057$	0.9555
	4.32	pH	$y = 0.0036x + 4.0157$	0.1050
		Total acidity (% as citric acid)	$y = -0.0093x + 0.4771$	0.170
	4.33	Total soluble solid (%)	$y = -0.1786x + 13.371$	0.9527
		Reducing sugar (%)	$y = 0.0539x + 10.936$	0.7992
		Total sugar (%)	$y = -0.2646x + 12.037$	0.7915
		Sucrose (%)	$y = -0.1014x + 0.6729$	0.9366

หมายเหตุ x หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษา

ตาราง จ-2 (ต่อ) สมการรีเกรชันจากการทดลองตอนที่ 4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลง
คุณภาพผลิตภัณฑ์ลีนจี้ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส
และอายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์	รูป	การวิเคราะห์	สมการรีเกรสชันเส้นตรง	R2
เนือลีนจี้ตีปน บรรจุกระป๋อง ขนาด A1	4.36	ค่าสี L	$y = -3.0775x + 67.201$	0.8261
		ค่าสี a*	$y = 1.1268x - 0.3414$	0.9530
		ค่าสี b*	$y = 0.5236x + 9.0786$	0.9389
	4.37	pH	$y = 0.0043x + 3.98$	0.6923
		Total acidity (% as citric acid)	$y = 0.0082x + 0.5086$	0.3800
	4.38	Total soluble solid (%)	$y = -0.0714x + 15.486$	0.8929
		Reducing sugar (%)	$y = 0.0707x + 13.264$	0.3839
		Total sugar (%)	$y = -0.0761x + 14.169$	0.4333
		Sucrose (%)	$y = 0.1432x + 0.91$	0.9363
	เนือลีนจี้ตีปน บรรจุกระป๋อง ขนาด A10	4.41	ค่าสี L	$y = -3.0829x + 66.46$
ค่าสี a*			$y = 1.0829x + 1.540$	0.9118
ค่าสี b*			$y = 0.6286x + 8.5686$	0.9578
4.42		pH	$y = 0.0032x + 3.9886$	0.4219
		Total acidity (% as citric acid)	$y = 0.0146x + 0.5329$	0.8612
4.43		Total soluble solid (%)	$y = -0.0429x + 15.286$	0.7500
		Reducing sugar (%)	$y = 0.0511x + 13.024$	0.9574
		Total sugar (%)	$y = -0.0689x + 13.787$	0.9537
		Sucrose (%)	$y = -0.1204x + 0.7671$	0.9585

หมายเหตุ x หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษา