

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยมัธยเอือกแข็ง

จากการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยมัธยเอือกแข็งที่ผ่านการเตรียมมาวิเคราะห์ค่าทางเคมี และคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่า ปุ๋ยมัธยเอือกแข็งมีความชื้นร้อยละ 84.57 ± 0.05 โปรตีนร้อยละ 11.59 ± 0.16 ไขมันร้อยละ 1.12 ± 0.05 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.37 ± 0.54 ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.35 ± 0.04 และปริมาณเชื้อยรร้อยละ 1.21 ± 0.05 แสดงดังตารางที่ 1 โดยปุ๋ยมัธยเอือกแข็งเป็นระยะหนึ่งของการเจริญเติบโตของปู ซึ่งก่อนที่ปูจะลอกคราบ 2-3 วัน ปูจะไม่กินอาหาร และอาหารที่มีอยู่ในกระเพาะอาหารระหว่างนั้น จะถูกย่อยเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการลอกคราบ ดังนั้นกระเพาะปูจะมีกระเพาะอาหารที่ว่าง ถ้าได้สะอาดไม่มีกากอาหารหรือสิ่งปฏิกูลเหลืออยู่ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีปริมาณแคลเซียมสูง และเป็นช่วงที่ปูมีปริมาณโคเลสเตอรอล น้อยที่สุด (บรรจง และ บุญรัตน์, 2545)

จากการวิเคราะห์พบว่าคุณภาพความสดปุ๋ยมัธยเอือกแข็งมีค่า K เฉลี่ยร้อยละ 70.29 ± 0.23 ค่า TVB-N เท่ากับ 18.47 ± 0.04 มิลลิกรัม /100 กรัม ค่าความเป็นกรดเบส เท่ากับ 6.75 ± 0.48 และปริมาณเกลือร้อยละ 1.43 ± 0.64 ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.1×10^3 โคโลนี/กรัม และ *E. coli* 2.4 MPN/กรัม ซึ่งถือว่ามีความน้อย และตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. และ *Vibrio cholerae* ในตัวอย่าง 25 กรัม แต่ตรวจพบ *Vibrio parahaemolyticus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบในสัตว์น้ำ แต่จะถูกทำลายด้วยความร้อนในกระบวนการผลิตปุ๋ยมัธยเอือกแข็ง ค่า K และค่า TVB-N สามารถใช้เป็นดัชนีการบอกถึงค่าความสดของปุ๋ยมัธยเอือกแข็งได้ (มยุรี และคณะ, 2549) โดยในการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาปุ๋ยมัธยเอือกแข็งหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ปุ๋ยมัธยเอือกแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 วัน โดยมีค่า K ในวันที่ 5 อยู่ในช่วงร้อยละ 90 และค่า TVB-N อยู่ในช่วง 11 – 13 มิลลิกรัม /100 กรัม (นงนุช และคณะ, 2549) แสดงว่าปุ๋ยมัธยเอือกแข็งที่นำมาใช้ในการศึกษามีสภาพสดเป็นที่ยอมรับ

ตารางที่ 1 คุณภาพทางเคมี และจุลชีววิทยาของปูน้ำจืดแช่เยือกแข็ง

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<u>คุณภาพทางเคมี</u>	
ความชื้น (ร้อยละ)	84.57 ± 0.05
โปรตีน (ร้อยละ)	11.59 ± 0.16
ไขมัน (ร้อยละ)	1.12 ± 0.05
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)*	0.37 ± 0.54
เถ้า (ร้อยละ)	2.35 ± 0.04
เยื่อใย (ร้อยละ)	1.21 ± 0.05
ค่า K (ร้อยละ)	70.29 ± 0.23
ค่า TVB-N (mg/100 กรัม)	18.47 ± 0.04
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.75 ± 0.48
ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	1.43 ± 0.64
<u>คุณภาพทางจุลชีววิทยา</u>	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	6.1×10^3
<i>E. coli</i> (MPN/กรัม)	2.4
<i>Salmonella</i> spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
<i>Vibrio cholerae</i> ในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ในตัวอย่าง 1 กรัม	พบ

* ได้จากการหักลบ แสดงในสูตร $100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า})$

2. ผลของระยะความเป็นเยื่อกระดาษ (paper shell) ของปูนั้มต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปูนั้มทอดสุญญากาศ

จากการนำปูนั้มที่มีความเป็นเยื่อกระดาษในระดับที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับความเป็นเยื่อกระดาษที่ 2 (นั้มปานกลาง และผิวสากเล็กน้อย) และ 4 (กระด้าง และผิวสากปานกลาง) ซึ่งส่วนใหญ่มีการจำหน่ายในท้องตลาด มาผ่านกระบวนการทอดด้วยเครื่องทอดสุญญากาศ ที่ความดันสุญญากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที เหยี่ยงสลดน้ำมันที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความเป็นเยื่อกระดาษ และความชอบรวม พบว่า คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนั้มที่มีความเป็นเยื่อกระดาษทั้งสองระดับมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 (ตารางผนวก ค1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ปูนั้มที่มีระดับความเป็นเยื่อกระดาษทั้งสองระดับที่ผ่านกระบวนการทอดด้วยเครื่องทอดสุญญากาศภายใต้สภาวะการทอดเดียวกันมี ลักษณะเนื้อสัมผัส และเปลือกนอกไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้สามารถเลือกใช้ปูนั้มที่มีความเป็นเยื่อกระดาษในระดับ 2 -4 ในการศึกษาขั้นถัดไปได้

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปูนั้มทอดสุญญากาศที่เตรียมจากปูนั้มที่มีความเป็นเยื่อกระดาษต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ระดับความเป็นเยื่อกระดาษ	
	ระดับ 2	ระดับ 4
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.50 $\pm$ 0.51	7.72 $\pm$ 0.49
สี ^{ns}	7.15 $\pm$ 0.37	7.10 $\pm$ 0.26
กลิ่น ^{ns}	7.38 $\pm$ 0.48	7.23 $\pm$ 0.41
รสชาติ ^{ns}	7.48 $\pm$ 0.50	7.53 $\pm$ 0.50
ความเป็นเยื่อกระดาษ ^{ns}	7.40 $\pm$ 0.48	7.25 $\pm$ 0.55
ความชอบรวม ^{ns}	7.40 $\pm$ 0.45	7.25 $\pm$ 0.38

^{ns} แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

3. ศึกษากรรมวิธีและสภาวะการทอดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุนุ่มทอดสุญญากาศ

3.1 ศึกษาระยะเวลาทอดปุนุ่มทอดสุญญากาศที่เหมาะสม

หลังจากทำการทอดปุนุ่มภายใต้สภาวะสุญญากาศและเหวี่ยงสลัดน้ำมันเช่นเดียวกับสภาวะข้างต้น แต่ใช้อุณหภูมิทอด 3 ระดับคือ 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลาทอดภายในช่วง 25 นาที ทอดจนผลิตภัณฑ์มีลักษณะตรงกับที่กำหนด คือ เปลือกนอกไม่ไหม้ ไม่มีสีน้ำตาลเข้มหรือรสขม เนื้อภายในสุก ไม่แฉะและไม่แห้งกรอบ เมื่อทำการพิจารณาผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 3 พบว่า ที่อุณหภูมิการทอด 100 องศาเซลเซียส เวลาในการทอดที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามที่กำหนดไว้ คือ 25 นาที โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาในการทอด 20 ,15 ,10 และ 5 นาทีนั้นมีลักษณะภายนอกสุก ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบแต่ภายในมีลักษณะแฉะ เนื้อภายในไม่สุก ดังนั้นเวลาในการทอดที่เหมาะสมที่อุณหภูมิการทอด 100 องศาเซลเซียส คือ 25 นาที ที่อุณหภูมิการทอด 110 องศาเซลเซียส เวลาในการทอดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามที่ต้องการ คือ 20 นาที โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาในการทอด 10 ,15 และ 5 นาทีนั้นมีลักษณะภายนอกสุก ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบแต่ภายในมีลักษณะแฉะ เนื้อภายในไม่สุก และที่เวลาในการทอด 25 นาที ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะแห้งกรอบ ไหม้เป็นบางส่วนและมีสีเข้ม ที่อุณหภูมิการทอด 120 องศาเซลเซียส เวลาในการทอดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามที่ต้องการ คือ 15 นาที โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาในการทอด 10 และ 5 นาทีนั้นมีลักษณะภายนอกสุก ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบแต่ภายในมีลักษณะแฉะ เนื้อภายในไม่สุก และที่เวลาในการทอด 20 และ 25 นาที ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะแห้งกรอบ ไหม้ และมีสีเข้ม มีกลิ่นไหม้ในผลิตภัณฑ์

หลังจากพิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เพื่อหาสภาวะการทอดที่เหมาะสม จึงเลือกสภาวะเพื่อนำไปศึกษาเวลาในการเหวี่ยงที่มีผลต่อคุณภาพของปุนุ่มทอดสุญญากาศ โดยสภาวะที่เลือกใช้ได้แก่ อุณหภูมิการทอด 100 องศาเซลเซียส 25 นาที ,อุณหภูมิการทอด 110 องศาเซลเซียส 20 นาที และ อุณหภูมิการทอด 120 องศาเซลเซียส 15 นาที

ตารางที่ 3 ลักษณะปรากฏของปฏิกิริยาของปุ๋ยหมักที่อุณหภูมิและเวลาในการทอดต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาในการทอด (นาท)	ลักษณะปรากฏของปฏิกิริยาของปุ๋ยหมักที่อุณหภูมิและเวลาในการทอดต่างๆ
100	10	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองอ่อน ภายในมีลักษณะและมาก เนื้อภายในไม่สุกเป็นส่วนใหญ่
	15	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองอ่อน ภายในมีลักษณะและมาก เนื้อภายในบางส่วนไม่สุก (ส่วนในสุด)
	20	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองเข้มเล็กน้อย ภายในมีลักษณะและเนื้อภายในบางส่วนไม่สุก (ส่วนในสุด)
	25	ลักษณะภายนอกสุก สีเข้มไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่ไม่แห้งกรอบ
110	10	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองอ่อน ภายในมีลักษณะและมาก เนื้อภายในไม่สุกเป็นส่วนใหญ่
	15	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองเข้มเล็กน้อย ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบแต่ภายในมีลักษณะและ เนื้อภายในไม่สุกบริเวณส่วนใน
	20	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองเข้ม ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่ไม่แห้งกรอบ
	25	ลักษณะภายนอกมีสีเข้มมาก บริเวณก้ามไหม้และแห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่แห้งกรอบ
120	10	ลักษณะภายนอกสุก สีกระดองเข้มเล็กน้อย ไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบแต่ภายในมีลักษณะและ เนื้อภายในไม่สุกบริเวณส่วนใน
	15	ลักษณะภายนอกสุก สีเข้มไม่ไหม้และไม่แห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่ไม่แห้งกรอบ
	20	ลักษณะภายนอกมีสีเข้มมาก ไหม้และแห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่แห้งกรอบ ไม่มีเนื้อ
	25	ลักษณะภายนอกมีสีเข้มมากจนเกือบดำ ไหม้และแห้งกรอบ ภายในสุก ไม่และ แต่แห้งกรอบ ไม่มีเนื้อ ก้ามและขาเดินไหม้

3.2 ศึกษาสภาวะในการทอดและระยะเวลาในการเหวี่ยงที่เหมาะสม

นำปุนีมมาทอดภายใต้สภาวะการทอดที่ 100 องศาเซลเซียส 25 นาที, 110 องศาเซลเซียส 20 นาที และ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที โดย แปรระยะเวลาในการเหวี่ยงที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาทีเป็น 3 ระดับคือ 5, 7 และ 10 นาที ผลการตรวจสอบมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 พิจารณาลักษณะของปุนีมทอดสุญญากาศที่ได้ในด้านของ รูปร่าง ลักษณะปรากฏ

จากการพิจารณาลักษณะของปุนีมทอดสุญญากาศที่ได้ในด้านของ รูปร่าง ลักษณะปรากฏ พบว่าปุนีมในทุกสภาวะการทอด และทุกสภาวะการเหวี่ยง ปุนีมทอดสุญญากาศที่ได้ส่วนใหญ่มีรูปร่างที่ปกติ คือ ก้ามและขาไม่แยกออกจากลำตัว กระจกไม่เปิดออกและหลุดออกจากตัวปู ตัวปูที่ได้มีลักษณะปกติไม่บิดเบี้ยวหรือมีการแตกหักหลังจากผ่านการเหวี่ยง โดยในการทอดที่ใช้เวลาในการเหวี่ยงมากกว่า จะมีจำนวนปูที่เกิดการแตกหักและเสียหายมากกว่า

3.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ (ตารางผนวก ก2) ได้แก่ ค่าสี $L^* a^* b^*$, ค่า a_w และค่าแรงตัดขาดโดยมีรายละเอียดดังนี้

- ค่าสี $L^* a^* b^*$

เวลาในการเหวี่ยงไม่มีผลต่อค่า L^* (ค่าความสว่าง) a^* (ค่าสีแดง) b^* (ค่าสีเหลือง) ในสภาวะการทอดทั้งสามสภาวะ โดยค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ค่าสี $L^* a^* b^*$ มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิสูงการทอดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยสีของปุนีมทอดสุญญากาศนั้นมีสีที่คล้ำขึ้น เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยา Maillard browning ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยานี้ในกระบวนการทอดได้อย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 150 องศาเซลเซียส เกิดเป็นสารประกอบโมเลกุลใหญ่ที่ให้สีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ (Pokorny, 1999) โดยสภาวะการทอดที่มีค่าสี $L^* a^* b^*$ ที่น้อยที่สุด ได้แก่สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส เวลาในการทอด 15 นาที

- ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)

เวลาในการเหวี่ยงไม่มีผลต่อค่าวอเตอร์แอคทิวิตีในสภาวะการทอดทั้งสามสภาวะ ($P \leq 0.05$) โดยค่าวอเตอร์แอคทิวิตีมีแนวโน้มลดลงเมื่อทอดในสภาวะที่มีอุณหภูมิในการทอดสูงกว่า โดยการทอดที่สภาวะ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที จะให้ค่า a_w ที่ต่ำที่สุดคือ 0.72 – 0.73

- ค่าแรงตัดขาด

สภาวะการทอด และเวลาในการเหวี่ยงที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดขาด โดยค่าแรงตัดขาดที่วัดได้ในทุกสภาวะนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าอยู่ในช่วง 79 – 82 นิวตัน

3.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ผลของปริมาณและปริมาณน้ำมัน แสดงในตาราง 4 (ตารางผนวก ค2) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ปริมาณความชื้น

ในสภาวะที่ทำการทดลองปริมาณความชื้นของปุนีมทอดสุญญากาศมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 19 – 23 โดยที่สภาวะการทอดและเวลาในการเหวี่ยง มีปฏิภาคนสัมพันธ์ต่อปริมาณความชื้น โดยปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มต่ำลงเมื่อสภาวะในการทอดใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น และปริมาณความชื้นมีค่าแตกต่างเล็กน้อย เมื่อเวลาการเหวี่ยงนานขึ้นโดยสภาวะการทอดที่มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดได้แก่สภาวะ อุณหภูมิการทอด 120 องศาเซลเซียส 15 นาที เวลาในการเหวี่ยง 5 และ 7 นาที ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w ที่ลดลง โดยลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะภายนอกสุกไหม้ไหม้ไม่แห้งกรอบ ลักษณะภายในไม่แฉะแต่ไม่แห้ง ภายใต้อุณหภูมิการทอดที่ต่ำกว่าปกติ ทำให้ระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าภายใต้บรรยากาศปกติ ดังนั้นที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจึงทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ระเหยออกได้รวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มกว่าสภาวะการทอดที่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่า (Shyu *et al.*, 1998) และพบว่าเวลาในการเหวี่ยงมีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปุนีมอย่างมีนัยสำคัญ (P

≤ 0.05) โดยพบว่าที่สภาวะการทอดที่อุณหภูมิการทอด 120 องศาเซลเซียส เวลาในการทอด 15 นาที สภาวะการเหวี่ยงที่ 5 และ 7 นาทีที่มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด

- ปริมาณน้ำมัน

ปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการเหวี่ยงสลัด น้ำมันหลังทอด โดยผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำมันหลังทอดที่ต่ำที่สุดที่ เวลาในการเหวี่ยง 10 นาที โดย น้ำมันที่เหวี่ยงสลัดออกไปนั้นเป็นน้ำมันที่อยู่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งหากทำการเหวี่ยง สลัดน้ำมันขณะร้อนจะช่วยลดการดูดซับน้ำมันที่ผิวกลับเข้าไปในผลิตภัณฑ์หลังการทอดได้ และ สภาวะการทอดในอุณหภูมิและเวลาที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์หลังทอด โดยมี แนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อทอดในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นและเวลาในการทอดน้อยลง ซึ่งปัจจัย ทางด้านอุณหภูมิและเวลาในการทอดภายใต้สภาวะสุญญากาศ เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณการ ดูดซับน้ำมันหลังทอด การใช้อุณหภูมิในการทอดสูง เวลาสั้นทำให้การดูดซับน้ำมันต่ำ เพราะ ขณะที่น้ำมันร้อนความหนาแน่นของน้ำมันจะต่ำลงทำให้น้ำมันส่วนน้อยถูกดูดซับในเวลาจำกัด โดยสภาวะการทอดที่ทำให้มีปริมาณน้ำมันหลังทอดต่ำสุดคือ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที เวลาใน การเหวี่ยง 10 นาที

ตารางที่ 4 ค่าสี วอเตอร์แอกทिवิตี ค่าแรงตึงขาด ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำมัน ของปฏุน้ำทอด
สุญญากาศ ที่แปรสภาวะการทอด และเวลาการเหวี่ยงสลัดน้ำมัน

คุณลักษณะ	อุณหภูมิ (°ซ) เวลาการทอด (นาที่)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		เวลาการเหวี่ยง (นาที่)			
		5	7	10	ค่าเฉลี่ย
L*	100 °ซ 25 นาที่	31.87 $\pm$ 0.32	31.74 $\pm$ 0.29	31.64 $\pm$ 0.58	31.75 $\pm$ 0.41 _A
	110 °ซ 20 นาที่	29.95 $\pm$ 0.30	30.03 $\pm$ 0.81	29.38 $\pm$ 0.74	29.79 $\pm$ 0.68 _B
	120 °ซ 15 นาที่	28.22 $\pm$ 0.15	28.34 $\pm$ 0.11	28.33 $\pm$ 0.18	28.30 $\pm$ 0.15 _C
a*	100 °ซ 25 นาที่	15.59 $\pm$ 0.25	15.77 $\pm$ 0.48	15.66 $\pm$ 0.16	15.67 $\pm$ 0.31 _A
	110 °ซ 20 นาที่	13.42 $\pm$ 0.29	13.52 $\pm$ 0.24	13.43 $\pm$ 0.22	13.45 $\pm$ 0.24 _B
	120 °ซ 15 นาที่	11.45 $\pm$ 0.12	11.54 $\pm$ 0.16	11.44 $\pm$ 0.16	11.48 $\pm$ 0.14 _C
b*	100 °ซ 25 นาที่	11.97 $\pm$ 0.62	12.21 $\pm$ 0.71	12.03 $\pm$ 0.61	12.07 $\pm$ 0.62 _A
	110 °ซ 20 นาที่	11.30 $\pm$ 0.16	11.34 $\pm$ 0.12	11.46 $\pm$ 0.21	11.37 $\pm$ 0.17 _B
	120 °ซ 15 นาที่	11.23 $\pm$ 0.43	11.51 $\pm$ 0.10	11.41 $\pm$ 0.14	11.39 $\pm$ 0.27 _B
a _w	100 °ซ 25 นาที่	0.79 $\pm$ 0.01 _A	0.79 $\pm$ 0.00 _A	0.79 $\pm$ 0.00 _A	
	110 °ซ 20 นาที่	0.75 $\pm$ 0.01 _B	0.75 $\pm$ 0.01 _B	0.74 $\pm$ 0.00 _B	
	120 °ซ 15 นาที่	0.73 $\pm$ 0.01 _C	0.72 $\pm$ 0.01 _C	0.73 $\pm$ 0.01 _C	
แรงตึงขาด	100 °ซ 25 นาที่	81.12 $\pm$ 0.45	79.40 $\pm$ 0.24	80.67 $\pm$ 2.88	
	110 °ซ 20 นาที่	80.50 $\pm$ 0.55	80.50 $\pm$ 1.76	80.50 $\pm$ 0.45	
	120 °ซ 15 นาที่	80.00 $\pm$ 0.89	80.00 $\pm$ 1.79	81.00 $\pm$ 0.90	

^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

(P $\leq$ 0.05)

^{AB} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

(P $\leq$ 0.05)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คุณลักษณะ	อุณหภูมิ (°ซ)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		เวลาการเหวี่ยง (นาที)			
	เวลาการทอด (นาที)	5	7	10	ค่าเฉลี่ย
ปริมาณ ความชื้น	100 °ซ 25 นาที	^a 22.34 $\pm$ 0.12 _A	^a 22.29 $\pm$ 0.12 _A	^b 21.97 $\pm$ 0.39 _A	
	110 °ซ 20 นาที	21.56 $\pm$ 0.37 _B	21.25 $\pm$ 0.07 _B	21.33 $\pm$ 0.09 _A	
	120 °ซ 15 นาที	^b 19.58 $\pm$ 0.14 _C	^b 19.48 $\pm$ 0.27 _C	^a 20.34 $\pm$ 0.26 _B	
ปริมาณ น้ำมัน	100 °ซ 25 นาที	38.60 $\pm$ 0.42	37.72 $\pm$ 0.41	36.61 $\pm$ 0.43	37.65 $\pm$ 0.93 _A
	110 °ซ 20 นาที	38.68 $\pm$ 0.09	37.53 $\pm$ 0.28	36.53 $\pm$ 0.20	37.58 $\pm$ 0.92 _A
	120 °ซ 15 นาที	38.44 $\pm$ 0.23	37.27 $\pm$ 0.15	36.49 $\pm$ 0.30	37.34 $\pm$ 0.91 _B
	ค่าเฉลี่ย	^a 38.57 $\pm$ 0.28	^b 37.51 $\pm$ 0.34	^c 36.49 $\pm$ 0.30	

^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($P \leq 0.05$)

^{AB} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($P \leq 0.05$)

3.2.4 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

แสดงผลดังตารางที่ 5 (ตารางผนวก ค 3) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (9-point hedonic scale) พบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น สภาวะการทอดที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันั้นไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น ($p \leq 0.05$) ขณะที่เวลาในการเหวี่ยงไม่มีผลต่อคุณลักษณะดังกล่าว ($p > 0.05$) โดยพบว่าเมื่อทอดในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้น แนวโน้มของคะแนนความชอบของทั้งสามลักษณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นสีของผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้น ซึ่งผู้บริโภคจะมีความชอบมากกว่าสีที่อ่อนกว่า โดยสภาวะการทอดที่ได้รับคะแนนสูงสุดทางด้านสีและลักษณะปรากฏ คือ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที สภาวะการทอดและเวลาในการเหวี่ยง ไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในด้านรสชาติ แต่มีอิทธิพลร่วมต่อคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส ความเป็นเยื่อกระดาษ และความชอบรวม โดยพบว่าสภาวะที่ได้คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด ได้แก่ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที และเวลาในการเหวี่ยง 5 นาที สภาวะที่ได้

คะแนนด้านความเป็นเยื่อกระดาษสูงสุดได้แก่ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที เวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมัน 7 นาที และสภาวะการทอดที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดได้แก่ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส 15 นาที โดยเวลาในการเหวี่ยงที่สภาวะการทอดนี้ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในด้านคะแนนความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปฏิมทอดสุญญากาศ พบว่า การเพิ่มเวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมัน และการทอดภายใต้สภาวะการทอดที่ใช้อุณหภูมิสูง เวลาในการทอดต่ำจะช่วยทำให้ปริมาณการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ลดลงได้ และการทอดในสภาวะที่ใช้อุณหภูมิในการทอดสูงและเวลาในการทอดสั้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w และปริมาณความชื้นที่ต่ำลง และจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้นซึ่งเป็นสีที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีสูง ซึ่งสภาวะการทอดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสี $L^* a^* b^*$, ปริมาณความชื้น, ค่า a_w , ปริมาณน้ำมันที่ต่ำ และให้ค่าคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านต่างๆที่สูง ได้แก่สภาวะการทอดที่ใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการทอดสั้น คือ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทอด 15 นาที ส่วนเวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมันที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำมันที่ต่ำที่สุด ได้แก่ สภาวะการเหวี่ยงที่นานที่สุดคือ 10 นาที แต่เนื่องจากเมื่อผ่านกระบวนการทอดผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบและเปราะ ซึ่งในการศึกษาเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในลักษณะทอดทั้งตัว ทำให้เมื่อเวลาในการเหวี่ยงเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์มีโอกาสเกิดการแตกหักมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบทางด้านคะแนนความชอบเฉลี่ยในลักษณะต่างๆระหว่างเวลาการเหวี่ยงที่แตกต่างกันพบว่าที่เวลาการเหวี่ยงต่ำมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงกว่าในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวม และเพื่อเป็นการลดเวลาในกระบวนการผลิต สภาวะที่เลือกเพื่อนำไปทำการศึกษาในขั้นถัดไปคือ สภาวะการทอดที่ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทอด 15 นาที และเวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมันที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของปุนี่มทอดสุญญากาศที่สภาวะการทอด และเวลาการเหวี่ยงสลัดน้ำมันต่างๆ

คุณลักษณะ	อุณหภูมิ (°ซ) เวลาการทอด (นาที)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		เวลาการเหวี่ยง (นาที)			
		5	7	10	คะแนนเฉลี่ย
ลักษณะ ปรากฏ	100 °ซ 25 นาที	5.73 $\pm$ 0.58	5.50 $\pm$ 0.51	5.77 $\pm$ 0.54	5.67 $\pm$ 0.54 _C
	110 °ซ 20 นาที	6.43 $\pm$ 0.57	6.50 $\pm$ 0.63	6.30 $\pm$ 0.70	6.41 $\pm$ 0.63 _B
	120 °ซ 15 นาที	7.60 $\pm$ 0.72	7.40 $\pm$ 0.72	7.40 $\pm$ 0.62	7.47 $\pm$ 0.69 _A
สี	100 °ซ 25 นาที	5.93 $\pm$ 0.58	5.83 $\pm$ 0.59	5.90 $\pm$ 0.48	5.89 $\pm$ 0.55 _C
	110 °ซ 20 นาที	6.37 $\pm$ 0.49	6.40 $\pm$ 0.50	6.50 $\pm$ 0.57	6.42 $\pm$ 0.52 _B
	120 °ซ 15 นาที	7.27 $\pm$ 0.63	7.37 $\pm$ 0.81	7.30 $\pm$ 0.70	7.41 $\pm$ 0.72 _A
กลิ่น	100 °ซ 25 นาที	6.30 $\pm$ 1.21	6.13 $\pm$ 0.85	5.57 $\pm$ 1.31	6.00 $\pm$ 1.71 _B
	110 °ซ 20 นาที	6.23 $\pm$ 1.68	6.33 $\pm$ 1.00	6.20 $\pm$ 1.16	6.26 $\pm$ 1.30 _B
	120 °ซ 15 นาที	6.70 $\pm$ 0.68	6.77 $\pm$ 0.94	6.80 $\pm$ 0.71	6.76 $\pm$ 0.87 _A
รสชาติ	100 °ซ 25 นาที	6.40 $\pm$ 1.03	6.73 $\pm$ 0.98	6.70 $\pm$ 0.91	
	110 °ซ 20 นาที	6.63 $\pm$ 0.92	6.57 $\pm$ 0.63	6.47 $\pm$ 0.81	
	120 °ซ 15 นาที	6.80 $\pm$ 0.56	6.67 $\pm$ 0.61	6.53 $\pm$ 0.51	
เนื้อสัมผัส	100 °ซ 25 นาที	^c 6.43 $\pm$ 0.90 _C	^b 6.50 $\pm$ 0.78 _B	^a 6.70 $\pm$ 0.79 _A	
	110 °ซ 20 นาที	^a 6.50 $\pm$ 0.81 _B	^b 6.40 $\pm$ 0.80 _C	^c 6.27 $\pm$ 0.94 _C	
	120 °ซ 15 นาที	^a 6.97 $\pm$ 0.62 _A	^b 6.77 $\pm$ 0.73 _A	^c 6.40 $\pm$ 0.50 _B	

^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

(P $\leq$ 0.05)

^{AB} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

(P $\leq$ 0.05)

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คุณลักษณะ	อุณหภูมิ (°ซ) เวลาการทอด (นาท)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		เวลาการเหวี่ยง (นาที่)			
		5 นาที่	7 นาที่	10 นาที่	ค่าเฉลี่ย
ความเป็น เยื่อกระดาษ	100 °ซ 25 นาที่	^a 6.37 $\pm$ 0.89 _B	^b 6.00 $\pm$ 0.59 _C	^a 6.33 $\pm$ 0.73 _A	
	110 °ซ 20 นาที่	^a 6.23 $\pm$ 0.68 _C	^a 6.20 $\pm$ 0.71 _B	^b 5.97 $\pm$ 0.89 _B	
	120 °ซ 15 นาที่	^b 6.50 $\pm$ 0.86 _A	^a 6.67 $\pm$ 0.76 _A	^c 6.30 $\pm$ 0.65 _A	
ความชอบ รวม	100 °ซ 25 นาที่	^a 6.50 $\pm$ 0.82 _B	^a 6.52 $\pm$ 0.59 _C	^b 6.40 $\pm$ 0.58 _B	
	110 °ซ 20 นาที่	^a 6.57 $\pm$ 0.73 _B	^a 6.60 $\pm$ 0.68 _B	^b 6.37 $\pm$ 0.85 _B	
	120 °ซ 15 นาที่	6.73 $\pm$ 0.72 _A	6.72 $\pm$ 0.59 _A	6.72 $\pm$ 0.85 _A	

^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์เล็กกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($P \leq 0.05$)

^{AB} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรพิมพ์ใหญ่กำกับต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

($P \leq 0.05$)

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ป่นมทอดสุญญากาศ

4.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ป่นมทอดสุญญากาศ

4.1.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ต่อป่นมทอดปรุงรส โดยมีเพศชายจำนวน 50 คนและเพศหญิง 50 คน พบว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งแสดงในตารางที่ 6 ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอายุ 20-30 ปี (ร้อยละ 69) มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมาคือ สูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 15 และอนุปริญญา / ปวช.ปวส.ร้อยละ 10 อาชีพส่วนใหญ่เป็น พนักงานบริษัทร้อยละ 47 รับราชการ/รัฐวิสาหกิจร้อยละ 31 ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 15 และนักเรียน/นักศึกษาร้อยละ 7 ส่วนรายได้ อยู่ในช่วง 5,000-10,000 บาทมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือ 10,001- 15,000 บาทร้อยละ

22 มากกว่า 20,000 บาท ร้อยละ 20 รายได้ 15,000-20,000 บาทร้อยละ 11 และน้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 7

4.1.2 ทักษะที่มีต่อผลิตภัณฑ์ป้อนีมทอดสุญญากาศ

จากข้อมูลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ป้อนีมทอดสุญญากาศในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 7) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงชอบปานกลาง นอกจากนั้นผู้บริโภคยังให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ถึงร้อยละ 86 (ตารางที่ 8) และให้ความเห็นว่าลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมควรเป็นถุงพลาสติกใสมีถาดรองรับ (ร้อยละ 30) รองลงมาได้แก่ กล่องพลาสติกใสร้อยละ 24 และ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ถุงพลาสติกใส และกระป๋องฝาเปิดง่าย ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าการบรรจุเพื่อจำหน่ายควรบรรจุ 1 ตัวต่อบรรจุภัณฑ์ (ร้อยละ 75) รองลงมาคือ 2 ตัว ร้อยละ 19 และ 3 ตัว ร้อยละ 6 ราคาที่เหมาะสมต่อป้อนีมทอดสุญญากาศ 1 ตัว ได้แก่ 45 บาท (ร้อยละ 75) ราคา 55 บาท (ร้อยละ 21) และ 65 บาท (ร้อยละ 49) ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86) ให้ความเห็นเมื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ตัวละ 50 บาท พบว่าผู้บริโภคเห็นว่าเหมาะสมคือ ร้อยละ 54 ถูกมากร้อยละ 35 และแพงเกินไปร้อยละ 11 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 87 เติ้มใจซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยเหตุผลเรียงตามลำดับคือ อยากทดลองบริโภค มีความแปลกใหม่ สะดวกต่อการบริโภค และ อร่อย คิดเป็นร้อยละ 51.72, 28.74, 3.45 และ 16.09 ตามลำดับ และผู้บริโภคที่ไม่คิดว่าจะซื้อร้อยละ 13 เนื่องจากไม่ชอบรับประทานป้อนีม (ร้อยละ 53.85) ราคาแพง (ร้อยละ 23.08) และไม่ชอบของทอด (ร้อยละ 23.08)

ตารางที่ 6 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน ในการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมินิโทดสุญญากาศ

ลักษณะทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
เพศ	ชาย	50.0
	หญิง	50.0
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	7.0
	20-30 ปี	69.0
	31-40 ปี	15.0
	41-50 ปี	5.0
	มากกว่า 50 ปี	4.0
การศึกษา	ประถม-มัธยมศึกษา	0.0
	อนุปริญญา/ปวช. ปวส.	10.0
	ปริญญาตรี	75.0
	สูงกว่าปริญญาตรี	15.0
	อื่นๆ	0.0
อาชีพ	รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	31.0
	พนักงานบริษัท	47.0
	ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	15.0
	นักเรียน/นักศึกษา	7.0
	เกษตรกร	0.0
	อื่นๆ	0.0
รายได้ต่อเดือน	น้อยกว่า 5,000 บาท	7.0
	5,000 - 10,000 บาท	40.0
	10,001 - 15,000 บาท	22.0
	15,001 - 20,000 บาท	11.0
	มากกว่า 20,000 บาท	20.0

ตารางที่ 7 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์
ปุนิมทอดสุญญากาศ

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลักษณะปรากฏ	7.94 $\pm$ 0.57
สี	7.54 $\pm$ 0.49
กลิ่น	7.01 $\pm$ 0.43
รสชาติ	7.87 $\pm$ 0.69
เนื้อสัมผัส	7.21 $\pm$ 0.76
ความเป็นเอือกระคาย	7.02 $\pm$ 0.91
ความชอบรวม	7.82 $\pm$ 0.75

ตารางที่ 8 ทักษะการที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปุนิมทอดสุญญากาศของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน
ในการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปุนิมทอดสุญญากาศ

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	86	86
ไม่ยอมรับ	14	14
ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์		
ถุงพลาสติกใส	15	15
ถุงพลาสติกใสที่มีถาดรองรับ	30	30
กล่องพลาสติกใส	24	24
ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนท	18	18
กระป๋องฝาเปิดง่าย	13	13
จำนวนตัวต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม		
1 ตัว	75	75
2 ตัว	19	19
3 ตัว	6	6
4 ตัว	0	0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ราคาที่เหมาะสมของปุ๋ยหมักคอกสุญญากาศ 1 ตัว		
45 บาท	75	75
55 บาท	21	21
65 บาท	4	4
ความเห็นเมื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในราคาตัวละ 50 บาท		
ราคาถูกมาก	35	35
ราคาเหมาะสมดี	54	54
ราคาแพงเกินไป	11	11
การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์		
ซื้อ	87	87
อยากทดลองบริโภค	45	52
สะดวกต่อการบริโภค	3	3
มีความแปลกใหม่	25	29
อร่อย	14	16
อื่นๆ	0	0
ไม่ซื้อ	13	13
ไม่ชอบรับประทาน	7	54
ไม่ชอบรับประทานของทอด	3	23
ราคาแพง	3	23
ไม่อร่อย	0	0
อื่นๆ	0	0

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ของปุนิมทอดสุญญากาศที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของปุนิมทอดสุญญากาศที่ได้รับการพัฒนาแล้วแสดงผลดังตารางที่ 9 พบว่า ปุนิมทอดสุญญากาศมีค่าสี L^* เท่ากับ 31.24 ค่าสี a^* เท่ากับ 12.37 ค่าสี b^* เท่ากับ 11.57 ค่า a_w เท่ากับ 0.79 ค่าแรงตึงขาดเท่ากับ 80.50 นิวตัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปุนิมทอดสุญญากาศพบว่า ปุนิมทอดสุญญากาศมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้าเท่ากับร้อยละ 21.87, 18.32, 38.64, 15.49 และ 5.68 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นจากปุนิมก่อนทอด ส่งผลให้เกิดกลิ่นหืนในระหว่างการเก็บรักษา จึงต้องศึกษาสภาวะการบรรจุที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 9 คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปุนิมทอดสุญญากาศ

องค์ประกอบ		ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<u>ทางกายภาพ</u>		
ค่าสี	L^*	31.24 ± 0.57
	a^*	12.37 ± 0.21
	b^*	11.57 ± 0.49
	ค่า Water activity (a_w)	0.79 ± 0.01
	ค่าแรงตึงขาด (นิวตัน)	80.50 ± 0.04
<u>ทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)</u>		
	ความชื้น	21.87 ± 0.67
	โปรตีน	18.32 ± 0.31
	ไขมัน	38.64 ± 0.49
	คาร์โบไฮเดรต*	15.49 ± 0.35
	เถ้า	5.68 ± 0.21

* ได้จากการหักลบ

5. ศึกษาภาวะการบรรจุและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปฐมนิมทอดสุญญากาศ

5.1 ผลการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปฐมนิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ สภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

5.1.1 คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ความเป็นกรดเบส และค่า TBA แสดงในภาพที่ 2 (ตารางผนวก ค4)

- ปริมาณความชื้น

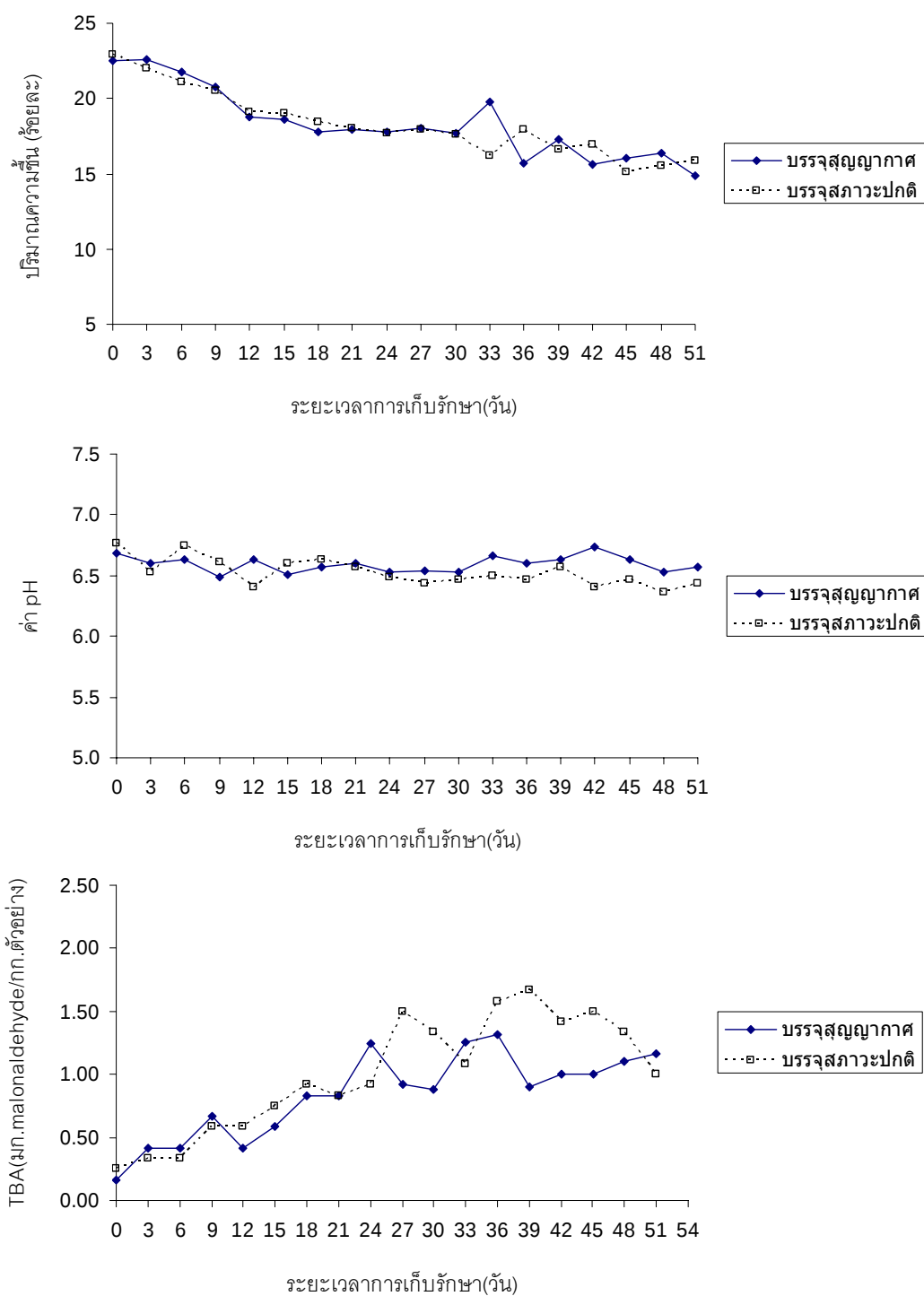
ผลิตภัณฑ์ปฐมนิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ สภาพสุญญากาศนั้น พบว่าเวลาในการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยพบว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ทั้งสองสภาวะการบรรจุ มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 22 และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 51 พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 14-16

- ความเป็นกรด เบส

เวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีผลต่อความเป็นกรด เบสอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นความเป็นกรดเบสของผลิตภัณฑ์ปฐมนิมทอดสุญญากาศในทุกสภาวะการบรรจุมีปริมาณลดลงเล็กน้อย โดยความเป็นกรดเบสที่สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติจะมีค่าต่ำกว่าสภาพสุญญากาศ มีค่าความเป็นกรดเบสในวันที่ 51 ในสภาวะบรรจุสุญญากาศ และสภาพปกติ เป็น 6.57 ± 0.06 และ 6.43 ± 0.06 ตามลำดับ

- ค่า TBA

ปริมาณ TBA เป็นค่าที่บ่งชี้ระดับความหืนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน โดยวัดปริมาณ malonaldehyde ซึ่งเป็น secondary oxidation products เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็น primary oxidation products ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Rossell, 2001) จากภาพที่ 2 (ตารางผนวก ก4) ผลของการวัดค่า TBA ของปฏินิมทอดสุญญากาศที่บรรจุภายใต้สภาวะปกติ และบรรจุในสภาพสุญญากาศ พบว่า เวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และและอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีผลต่อค่า TBA อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยพบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณ TBA ของปฏินิมทอดสุญญากาศที่บรรจุในทุกสภาวะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 0.17 ± 0.14 เป็น 1.17 ± 0.13 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อ กิโลกรัม ตัวอย่าง ในสภาวะสุญญากาศ และจาก 0.25 ± 0.00 เป็น 1.00 ± 0.25 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อ กิโลกรัมตัวอย่าง และในปฏินิมทอดสุญญากาศที่บรรจุภายใต้สภาวะปกติ มีค่า TBA เพิ่มขึ้นสูงกว่า ปฏินิมทอดสุญญากาศที่บรรจุในสภาพสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) เนื่องมาจากปริมาณออกซิเจนในภาชนะบรรจุ มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันในผลิตภัณฑ์ โดยที่อุณหภูมิสูง และมีปริมาณออกซิเจนมาก จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้เร็วขึ้น (Rossell, 2001) โดยในช่วงแรกปริมาณ TBA มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องมาจากมีการบรรจุสารดูดออกซิเจนไว้ในภาชนะบรรจุทั้งสองสภาวะการบรรจุ จึงทำให้อัตราการเกิดการออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำ และเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดการซึมผ่านของออกซิเจนเข้ามาในบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดการออกซิเดชันเพิ่มขึ้นและ ทำให้ค่า TBA สูงขึ้น ประชาชนสัมผัสจะเริ่มรู้สึกถึงกลิ่นแปลกปลอมในอาหาร (oxidized flavor) ได้เมื่อค่า TBA มากกว่า 3.0 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อ กิโลกรัมและเมื่อไขมันเสื่อมคุณภาพเพิ่มขึ้นจะเกิดกลิ่นหืนอย่างรุนแรง (extremely strong oxidized flavour) ค่า TBA จะมากกว่า 7.0 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อ กิโลกรัม (Turner *et al.*, 1964; Wisniewski and Maurer, 1979; Greene and Cumuze, 1981; Tanikawa, 1985)



ภาพที่ 2 ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดเบส และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยาหมักกล้วยน้ำว้าสุกสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และ สภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

5.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

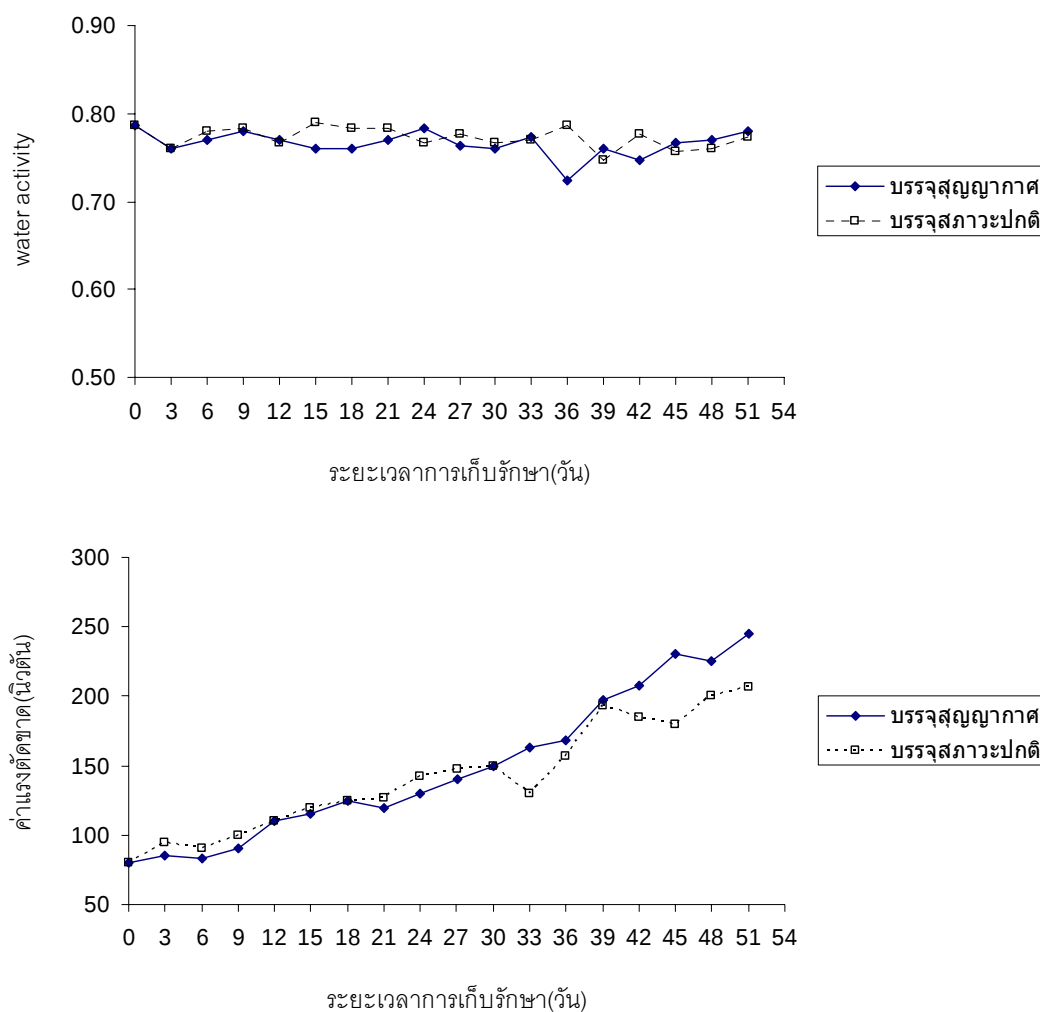
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w , ค่าแรงตัดขาด (Hardness) และค่าสี L^* a^* b^* แสดงดังภาพที่ 3 (ตารางผนวก ค4) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ค่า a_w

ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ปู๋นึ่งมทอสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ สภาพสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยเวลาในการเก็บรักษา สภาพะบรรจุ และและอิทธิพลร่วมของสภาพะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีผลต่อค่า a_w อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 0.78 และในช่วงสุดท้ายการเก็บรักษา พบว่าค่า a_w ที่วัดได้นั้นอยู่ในช่วง 0.75 – 0.77 ในทุกสภาวะการบรรจุ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปริมาณความชื้น ที่วัดได้พบว่าแนวโน้มไม่สอดคล้องกันโดยค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ความชื้นลดลงอย่างชัดเจน การที่ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่ลดลงนั้นอาจมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำหนัก จากการระเหยของสารที่เกิดจากการออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับค่า TBA ที่เพิ่มขึ้น

- ค่าแรงตัดขาด

เวลาในการเก็บรักษา สภาพะบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาพะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่ม ค่าแรงตัดขาดมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกสภาวะการบรรจุ โดยเพิ่มจาก 80.33 ± 0.58 เป็น 245 ± 11.36 นิวตันในสภาวะสุญญากาศ และ จาก 80.33 ± 0.58 เป็น 207 ± 3.00 นิวตันในสภาวะปกติ โดยผลิตภัณฑ์ปู๋นึ่งมทอสุญญากาศมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวขึ้นเมื่อสังเกตทางประสาทสัมผัส



ภาพที่ 3 ค่า water activity และค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ปุ่นมทสดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรจสุญญากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

- ค่าสี L^* a^* b^*

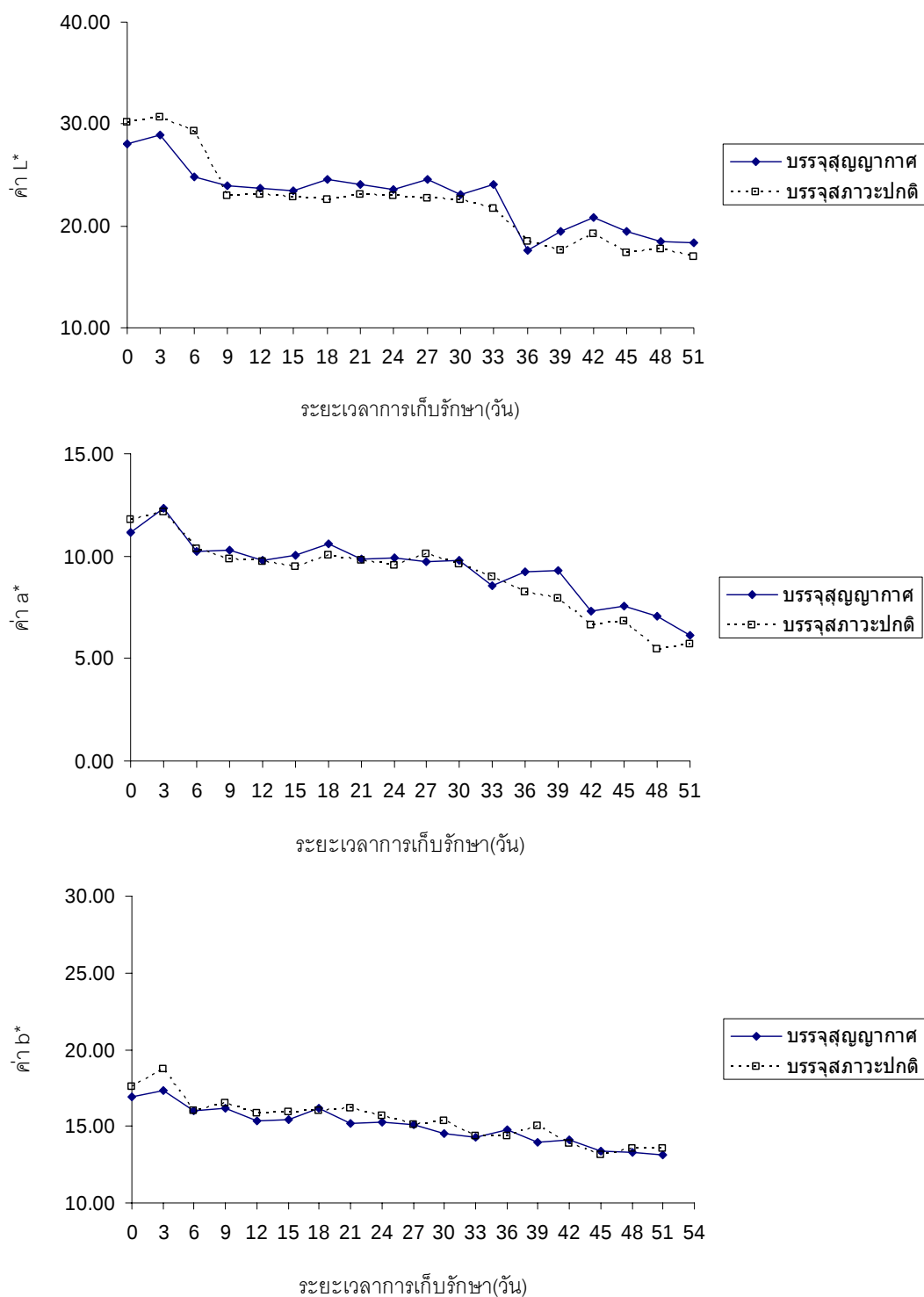
การเปลี่ยนแปลงค่าสี L^* a^* b^* แสดงดังในภาพที่ 4 (ตารางผนวก ค4) พบว่า

เวลาในการเก็บรักษา สภาพบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาพบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าสี L^* ของผลิตภัณฑ์ปุ่นมทสดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพ

บรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยที่เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่า L^* ของผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เนื่องมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งเกิดขึ้นได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w ในช่วง $0.69 - 0.80$ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติมีค่า L^* ที่ต่ำกว่าที่บรรจุในสภาพสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) เนื่องมาจากในสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศ จะมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ต่ำกว่าการบรรจุในสภาวะปกติที่มีปริมาณออกซิเจนที่มากกว่า ซึ่งในการเกิดออกซิเดชันของไขมันจะทำให้เกิดอัลดีไฮด์และไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีน ทำให้เกิดสารประกอบสีน้ำตาลได้ (Martinaz and Labuza, 1968)

ค่า a^* เป็นค่าบวกลบแสดงถึงความเป็นสีแดงของ พบว่า เวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่า a^* อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นค่า a^* ในผลิตภัณฑ์จะมีค่าลดลงในทั้งสองสภาวะบรรจุ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก รงควัตถุที่พบมากในปู ได้แก่ แอสตาแซนทีน (astaxanthin) ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) มีโครงสร้างเป็นแบบเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) ให้สีในกลุ่มสีส้มจนถึงสีแดง (Simpson, 1982) เมื่อแอสตาแซนทีนที่จับกับโปรตีนได้รับความร้อนเช่นการต้ม จะเปลี่ยนสภาพ และเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีแดง (Goodwin, 1960) รงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์นี้สามารถสลายตัวได้เนื่องจากความร้อน และการถูกแสง ถ้าใช้ออกซิเจน และความเป็นกรด (Simpson, 1982) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส จะทำให้แอสตาแซนทีนเกิดการสลายตัวได้อย่างรวดเร็วและทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงคล้ำลง

ค่า b^* เป็นค่าบวกลบแสดงถึงความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ พบว่า เวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์จะมีค่าลดลงในทั้งสองสภาวะบรรจุ



ภาพที่ 4 ค่าสี L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

5.1.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา มีรายละเอียดดังนี้

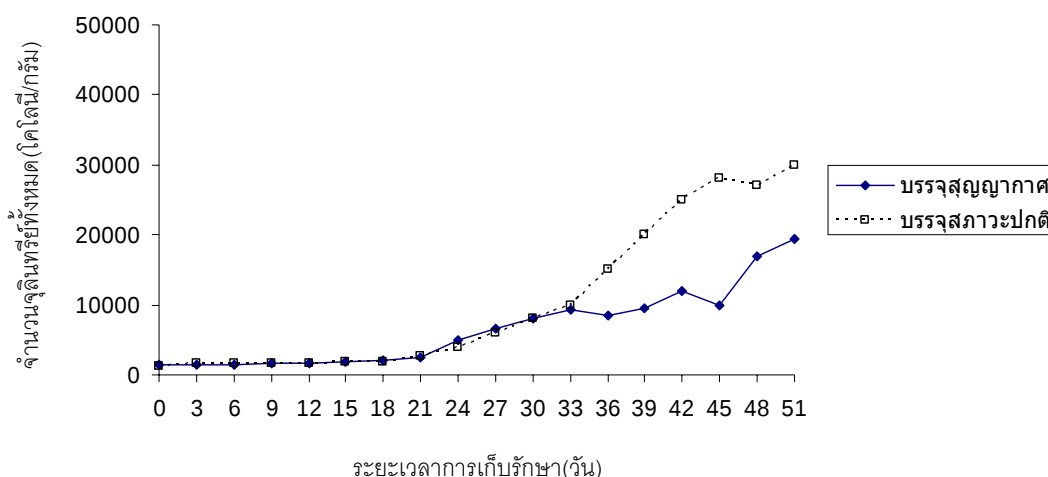
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมันทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศแสดงในภาพที่ 5 (ตารางผนวก ค4) พบว่า เวลาในการเก็บรักษา มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) แต่สภาวะบรรจุ และอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อเวลาในการเก็บรักษาปุ๋ยมันทอดสุญญากาศในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ เพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยในช่วง 21 วันแรกของการเก็บรักษา ปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างต่ำทั้งสองสภาวะบรรจุ เนื่องจากการใส่สารดูดออกซิเจนทำให้ปริมาณออกซิเจนภายในผลิตภัณฑ์ต่ำ และ ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน (Lin and Chang, 1987) และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นเกิดการซึมผ่านของออกซิเจนเข้ามามากขึ้น ปริมาณของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีสภาวะการเจริญเติบโตที่เหมาะสมโดยพบว่า ในช่วงระหว่างวันที่ 21 – 33 ของการเก็บรักษา จุลินทรีย์มีอัตราการเพิ่มจำนวนสูงขึ้น และในช่วงหลังจากวันที่ 33 ของการเก็บรักษา พบว่าในการบรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นสูงกว่าในสภาพสุญญากาศอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากในการบรรจุด้วยสภาวะปกติจะมีปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าการบรรจุในสภาพสุญญากาศ ปริมาณจุลินทรีย์ในวันที่ 51 พบว่ามีปริมาณ 1.95×10^4 และ 3×10^4 โคโลนีต่อกรัม ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศและแบบปกติตามลำดับ ซึ่งจัดว่ายังมีปริมาณปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

- จำนวนยีสต์และรา

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมันทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ไม่ปรากฏว่าพบยีสต์และรา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรา คือ 0.65-0.85 (Garbutt, 1997) การใช้สารดูดออกซิเจนนั้นทำ

ให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lin and Chang (1987) ซึ่งรายงานว่าการใช้สารดูดออกซิเจนบรรจุรวมในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อหมูกึ่งแห้งที่มี a_w อยู่ในช่วง 0.78 – 0.85 จะสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา โดยไม่มีเชื้อราที่ผิวอาหารได้นานกว่า 4 เดือนโดยไม่ใช้สารกันเชื้อรา



ภาพที่ 5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปุนี่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

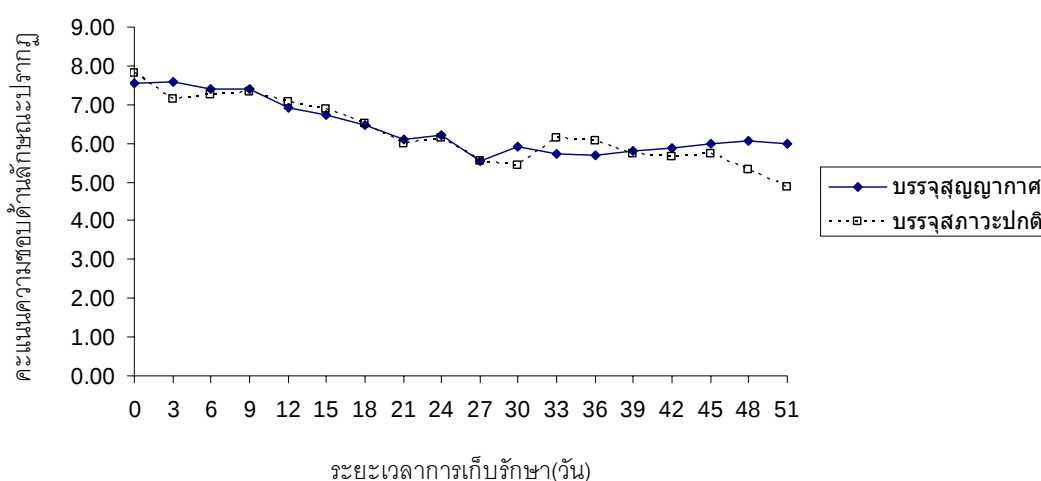
5.1.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปุนี่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเป็นเยื่อกระดาษ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 โดย 9 คือคะแนนความชอบมากที่สุด และ 1 คือคะแนนความชอบน้อยที่สุด และการยอมรับ โดยกำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย 5 คือคะแนนการยอมรับมากที่สุด 1 คือคะแนนการยอมรับน้อยที่สุด กำหนดคะแนนที่ต่ำกว่า 3 ถือว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับในตัวอย่างนั้น แสดงดังภาพที่ 6-9 (ตารางผนวก ค5, ค6)

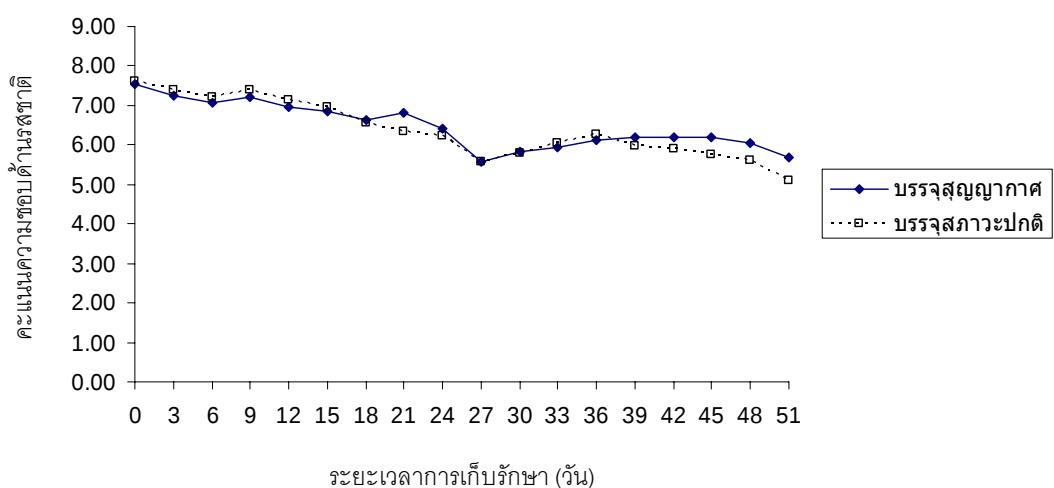
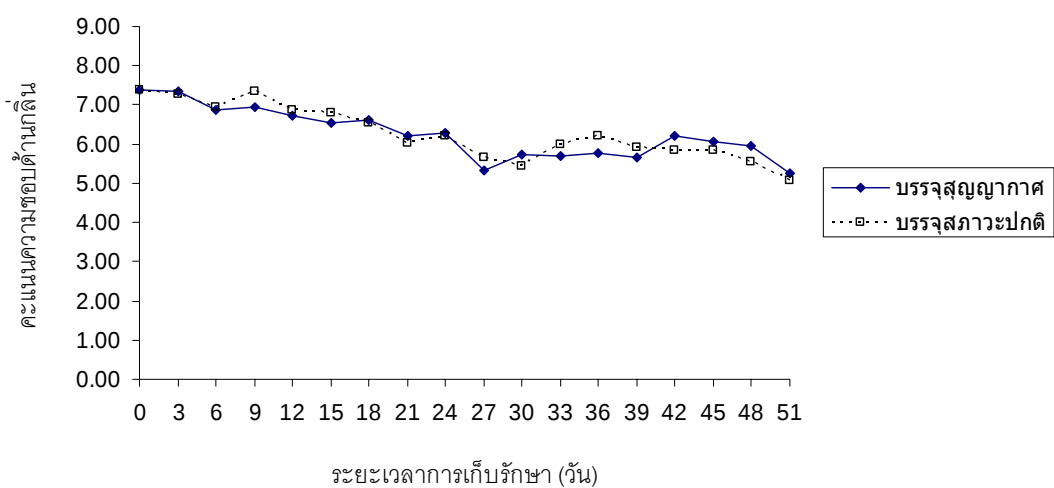
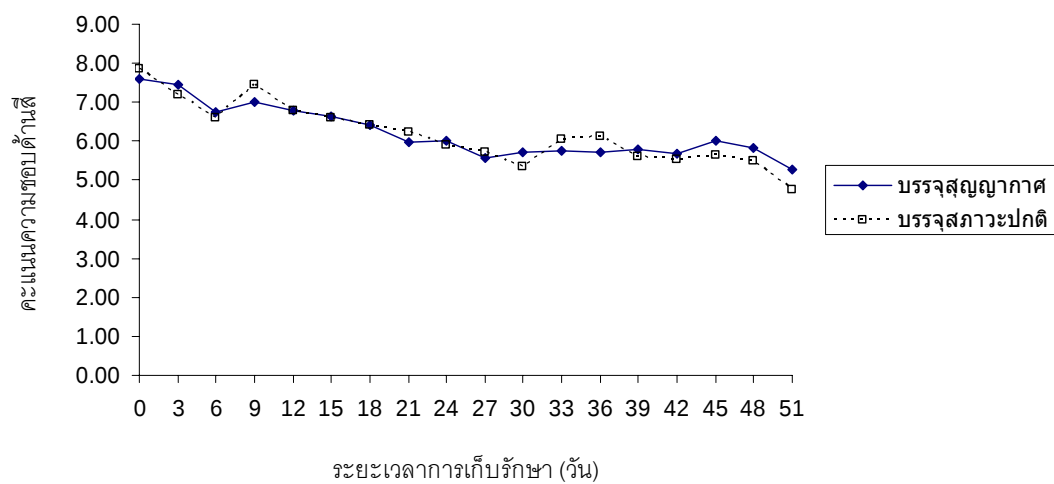
จากผลการทดลอง พบว่า การเปลี่ยนแปลงเวลาในการเก็บรักษา และ อิทธิพลร่วมของการเปลี่ยนแปลงของเวลาในการเก็บรักษาร่วมกับสภาวะการบรรจุ มีผลต่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ

ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ นั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จากคะแนนความชอบเฉลี่ยในช่วง 7.4 – 7.8 เป็น 4.8 - 6.0 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมีและกายภาพ คือค่าสีที่คล้าลง และค่า TBA ที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เกิดการหืน ซึ่งทำให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นและรสชาติต่ำลง ส่วนคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสและความเป็นเยื่อกระดาษที่ลดลงนั้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าแรงตึงขาดที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดเนื้อสัมผัสที่เหนียว นอกจากนี้ยังพบว่าสภาวะบรรจุระหว่างเก็บรักษาปฏินิมทอดสุญญากาศนั้นมีผลต่อคะแนนความชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่า คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ และ รสชาติ ของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภายใต้สภาวะปกติต่ำกว่าเมื่อบรรจุในสภาวะสุญญากาศเล็กน้อย

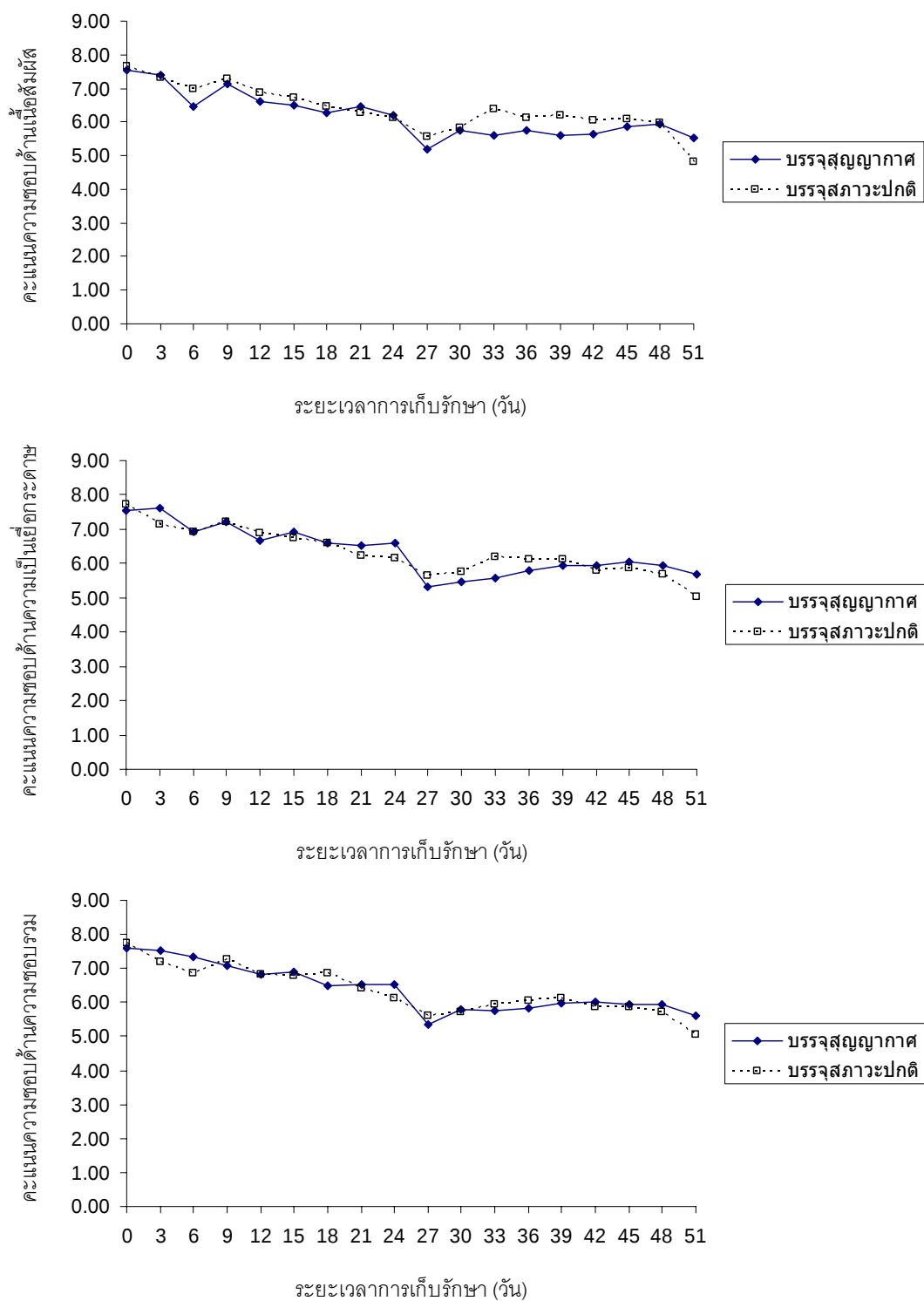
จากผลทดสอบคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 9 (ตารางผนวก ค6) พบว่า ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์กล่าวคือคะแนนการยอมรับมีค่าเท่ากับ 2.67 ± 0.49 ซึ่งต่ำกว่า 3 ในช่วงวันเก็บรักษาที่ 51 วันทั้งสองสภาวะบรรจุโดยคะแนนความชอบรวมในวันดังกล่าวจะอยู่ในช่วง เลขๆถึงชอบเล็กน้อย (ภาพที่ 8) และคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะปกติ จะมีคะแนนเลขๆ ขณะที่คุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศมีคะแนนชอบถึงชอบเล็กน้อย



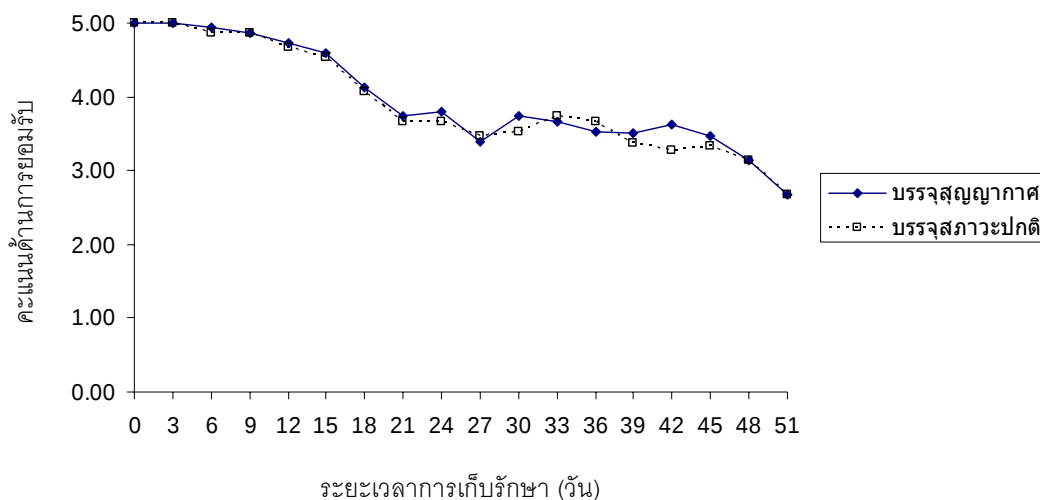
ภาพที่ 6 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 7 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่น และรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ปฏินิมิตดอกสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 8 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ความเป็นเยือกกระดาษ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ป้อนมอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปุนีมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ปุนีมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศปกติและสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจนที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษานาน 48 วัน โดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์และคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปุนีมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาทั้งสองสถานะ เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์จะลดลง ค่าแรงตักขาดสูงขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความเหนียวเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีความสว่าง ค่าสีแดง และสีเหลืองลดลงเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ค่าจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในช่วง 1.9×10^4 และ 3.0×10^4 โคโลนีต่อกรัม ในสถานะการบรรจุแบบสุญญากาศและแบบปกติตามลำดับ ยีสต์และราไม่พบ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 10^5 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้ง(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสลดลง โดยผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ระดับชอบเล็กน้อย

5.2 ผลการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ป้อนนมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ สภาพสุญญากาศ ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

5.2.1 คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ความเป็นกรดเบส และค่า TBA แสดงดังภาพที่ 10 (ตารางผนวก ก7)

- ปริมาณความชื้น

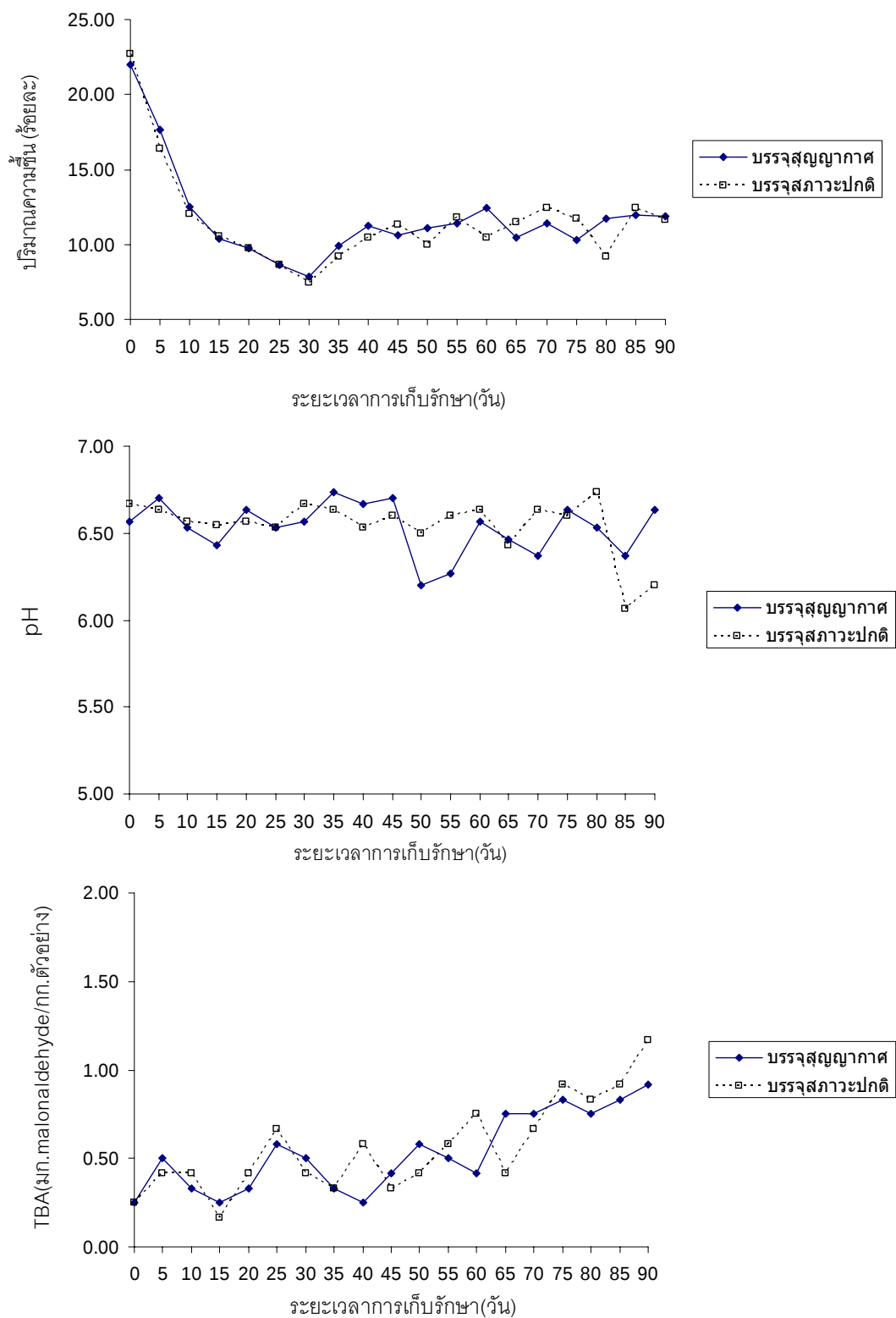
สภาวะการบรรจุ ระยะเวลาการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุ มีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ป้อนนมทอดสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ป้อนนมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาทั้งสองสภาวะ มีแนวโน้มลดลงอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะ 32 ± 2 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษาโดยลดลงจากค่าเริ่มต้นร้อยละ 21.98 ± 0.68 และ 22.74 ± 0.59 เป็น 12.52 ± 0.11 และ 12.03 ± 0.29 ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ และสภาพบรรยากาศปกติ ตามลำดับ และค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 30 ซึ่งมีค่าความชื้น 7.86 ± 0.10 และ 7.47 ± 0.16 จากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงวันที่ 60 ของการเก็บรักษาซึ่งมีความชื้น 12.41 ± 0.17 และ 10.46 ± 0.26 ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ และสภาพบรรยากาศปกติ ตามลำดับ จากนั้นจึงค่อนข้างคงที่ สภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็น มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จึงทำให้เกิดการถ่ายเทหรือซึมผ่านของปริมาณน้ำจากภายในภาชนะบรรจุไปสู่ภายนอกเพื่อสร้างสภาวะสมดุลระหว่างภาชนะบรรจุกับสภาวะแวดล้อม จึงส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง (Hernandez and Giacin, 1998) ซึ่งผลการทดลองของความชื้นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีผู้ศึกษา ได้แก่ วรรณิยา (2544) ทำการเก็บรักษาถุงแห้งภายในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และพบว่าปริมาณความชื้นมีการลดลงอย่างรวดเร็วมากในระหว่างการเก็บรักษา 18 วัน โดยถุงพลาสติกที่ใช้คือ NYLON/LLDPE มีการซึมผ่านของไอน้ำได้ โดยมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำเท่ากับ 5 กรัมต่อตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ

- ค่าความเป็นกรด เบส

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด เบสของผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยาที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นพบว่าค่าความเป็นกรด เบส จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่สภาวะการบรรจุนั้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเบสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

- ค่า TBA

ผลของการวัดค่าปริมาณ TBA ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า มีค่า TBA เริ่มต้นที่ 0.27 – 0.28 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อกรัม และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา ($P\leq 0.01$) โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่ 90 วันพบว่า ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ คือ 1.17 และ 0.92 มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนสภาวะการบรรจุ และอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะบรรจุและเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่า TBA ในผลิตภัณฑ์ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนี้จะช่วยชะลออัตราการเกิดปฏิกิริยาให้เป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ ประกอบกับสารดูดออกซิเจนจะช่วยลดปริมาณออกซิเจนในถุงลงได้



ภาพที่ 10 ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดเบส และค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปุนี้นมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

5.2.2 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w , ค่าแรงตัดขาด และค่าสี L^* a^* b^* แสดงดังภาพที่ 11 และ 12 (ตารางผนวก ก7)

- ค่า a_w

สภาวะการบรรจุ เวลาในการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะการบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า a_w อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยค่า a_w มีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษา และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 30 และเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 40 และค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการทดลองของ กาญจนรี (2537) ซึ่งพบว่าค่า a_w ของปลาตากแห้งที่บรรจุในสภาพปรับบรรยากาศ ($CO_2:N_2=60:40, 80:20$) สภาพสุญญากาศ และสภาพบรรยากาศปกติ ณ อุณหภูมิ 4 – 6 องศาเซลเซียส มีค่า a_w ใกล้เคียงกันตลอดการเก็บรักษา

- ค่าแรงตัดขาด

เวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และและอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยค่าแรงตัดขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เช่นเดียวกับเมื่อเก็บที่สภาวะ 32 ± 2 องศาเซลเซียส แต่มีอัตราการเพิ่มขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 4 – 6 องศาเซลเซียส มีเนื้อสัมผัสที่แห้งร่วน ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่สภาวะ 32 ± 2 องศาเซลเซียส มีเนื้อสัมผัสที่แห้งเหนียว

- ค่าสี L^* a^* b^*

การเปลี่ยนแปลงสีระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังภาพที่ 12 พบว่าเวลาในการเก็บรักษา สภาวะบรรจุ และและอิทธิพลร่วมของสภาวะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลต่อ

ค่า L^* , a^* และ b^* อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่า L^* , a^* และค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองสภาวะบรรจุมีค่าลดลงเล็กน้อย ตลอดการเก็บรักษาค่า a^* ของผลิตภัณฑ์จะอยู่ในช่วง 9.88-11.51 ซึ่งถือว่าการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย และมีค่า b^* อยู่ในช่วง 14.89-17.73 และ 14.61-17.08 ในสภาพการบรรจุแบบบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ตามลำดับ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยให้แอสตาแซนทีนซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์เกิดการเสื่อมสลายช้าลง เพราะแอสตาแซนทีนจะเกิดการเสื่อมสลายเนื่องจากความร้อน (Clydesdale, 1998)

5.2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

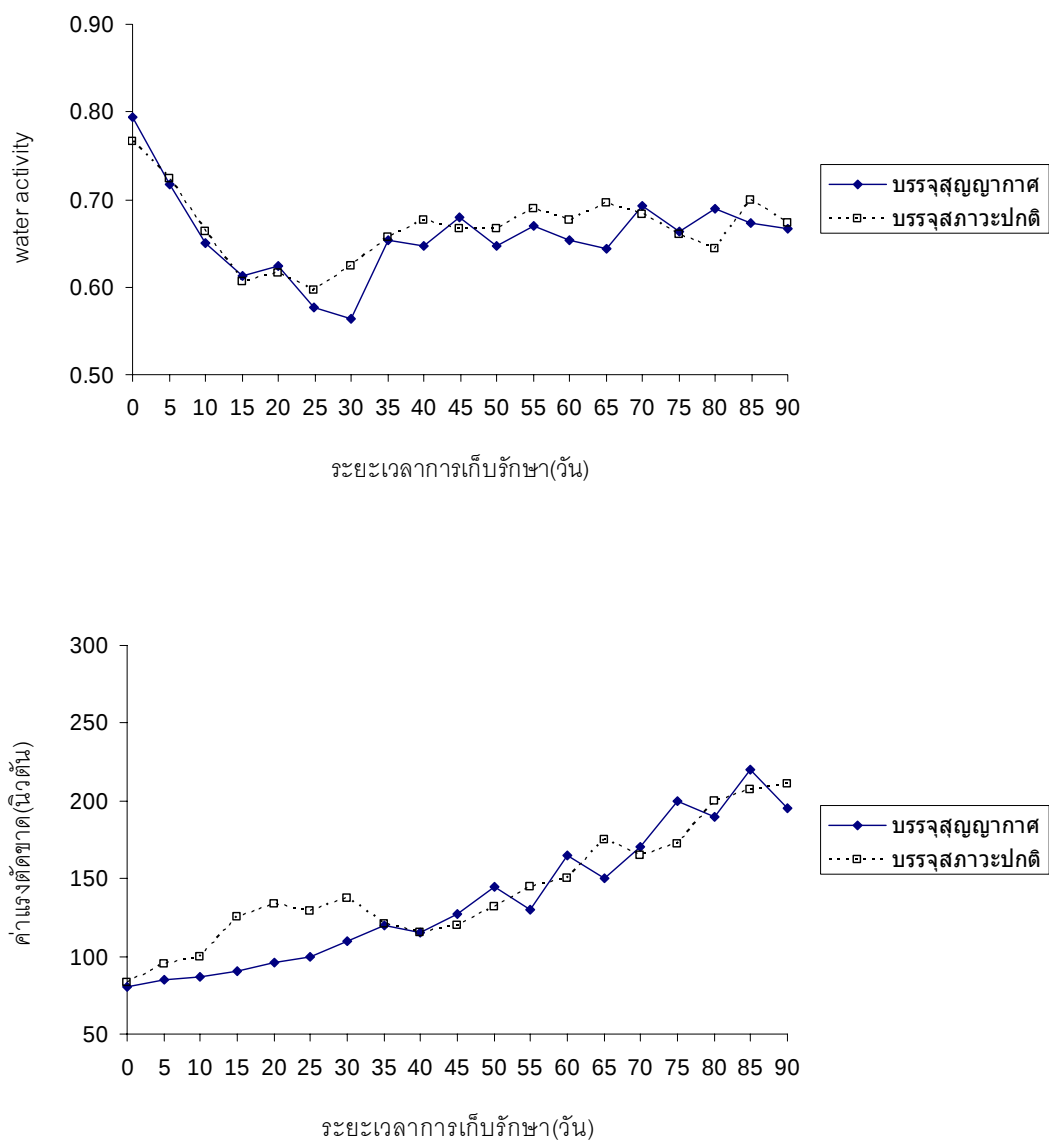
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราแสดงดังในภาพที่ 13 (ตารางผนวก ก7)

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

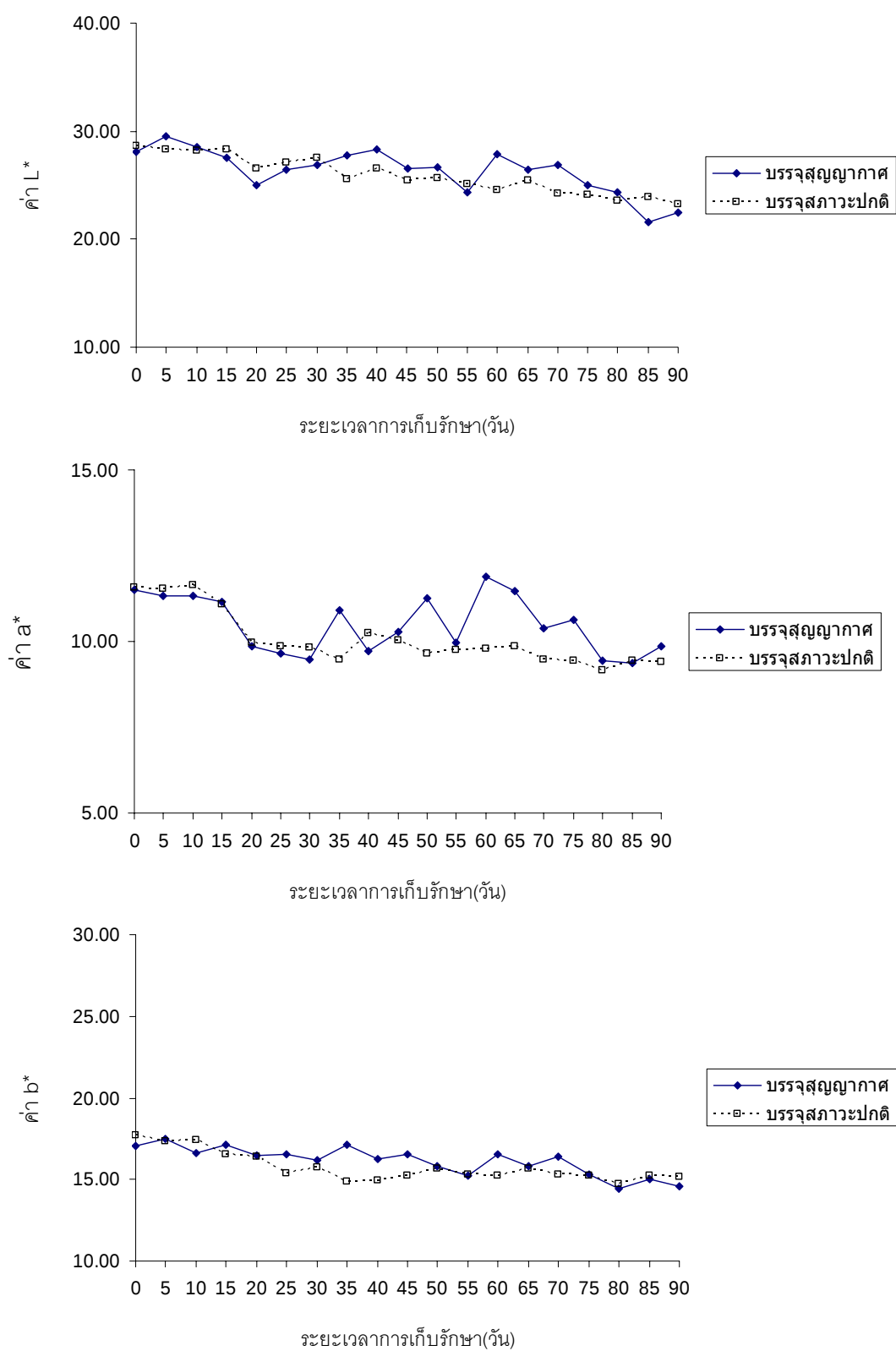
จากผลการทดลองพบว่า เวลาในการเก็บรักษา มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) โดยเมื่อเก็บรักษาใน 30 วันแรกจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากแต่หลังจากวันที่ 30 อัตราการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์มีค่า 7.75×10^4 และ 2.4×10^4 โคโลนีต่อกรัม ในสภาวะสุญญากาศและสภาวะปกติตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 10^5 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

- จำนวนยีสต์และรา

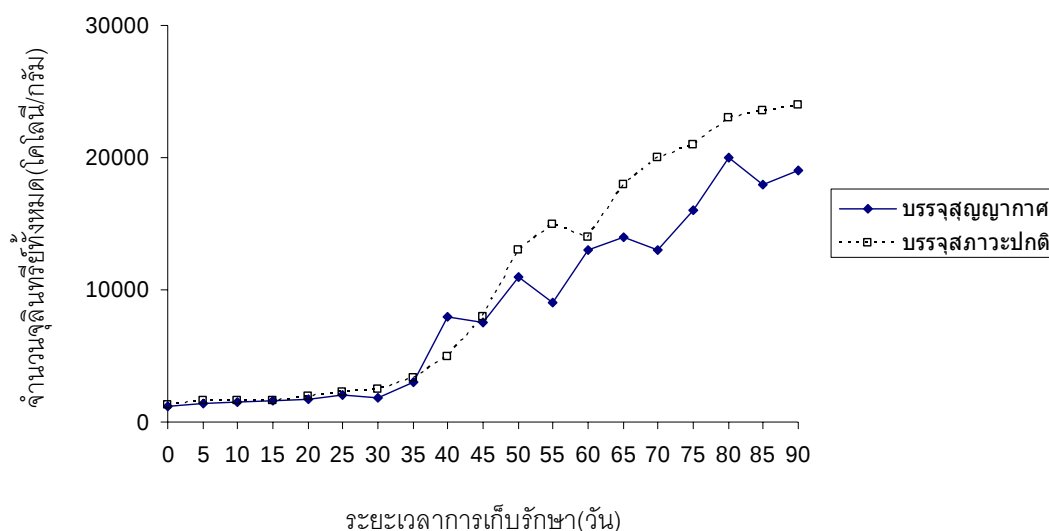
ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ไม่ปรากฏว่าพบยีสต์และรา เนื่องจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณออกซิเจน



ภาพที่ 11 ค่า a_w และค่าแรงตัดขาด ของผลิตภัณฑ์ปุนีมีทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพ
บรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศา
เซลเซียส



ภาพที่ 12 ค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ปฏินิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปฏินิมิตอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพ
บรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศา
เซลเซียส

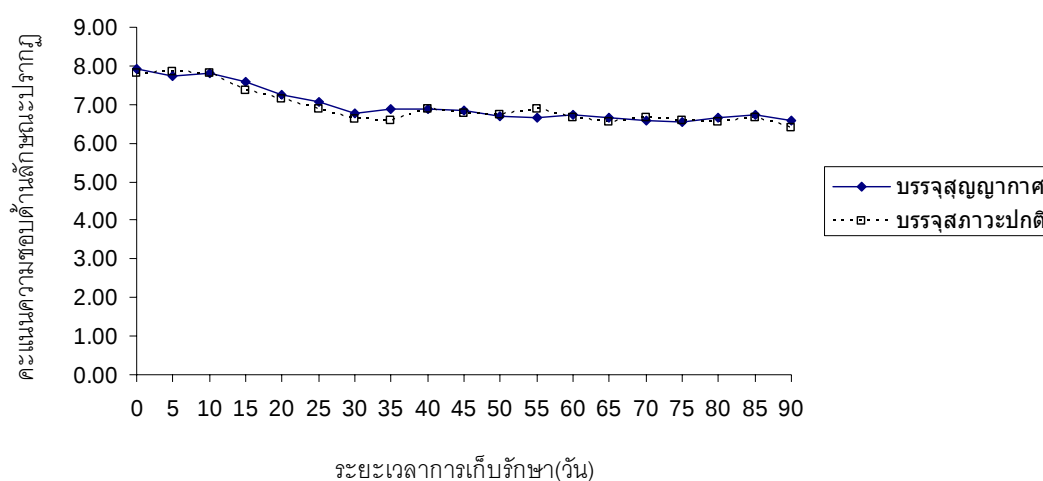
5.2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังภาพที่ 15 16 และ 17 (ตารางผนวก ค8) พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มลดลงในทุกสภาวะการบรรจุ ($P \leq 0.01$) และสภาวะบรรจุมีผลต่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่น และ รสชาติ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ในสภาวะการบรรจุแบบปกติคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และรสชาติ จะมีแนวโน้มลดลงต่ำกว่า การบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ ขณะที่สภาวะบรรจุไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้าน ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความเป็นเนื้อเยื่อกระด้าง แต่เมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบของคุณลักษณะทั้งสามลดลง ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อสัมผัสแห้งและแข็ง

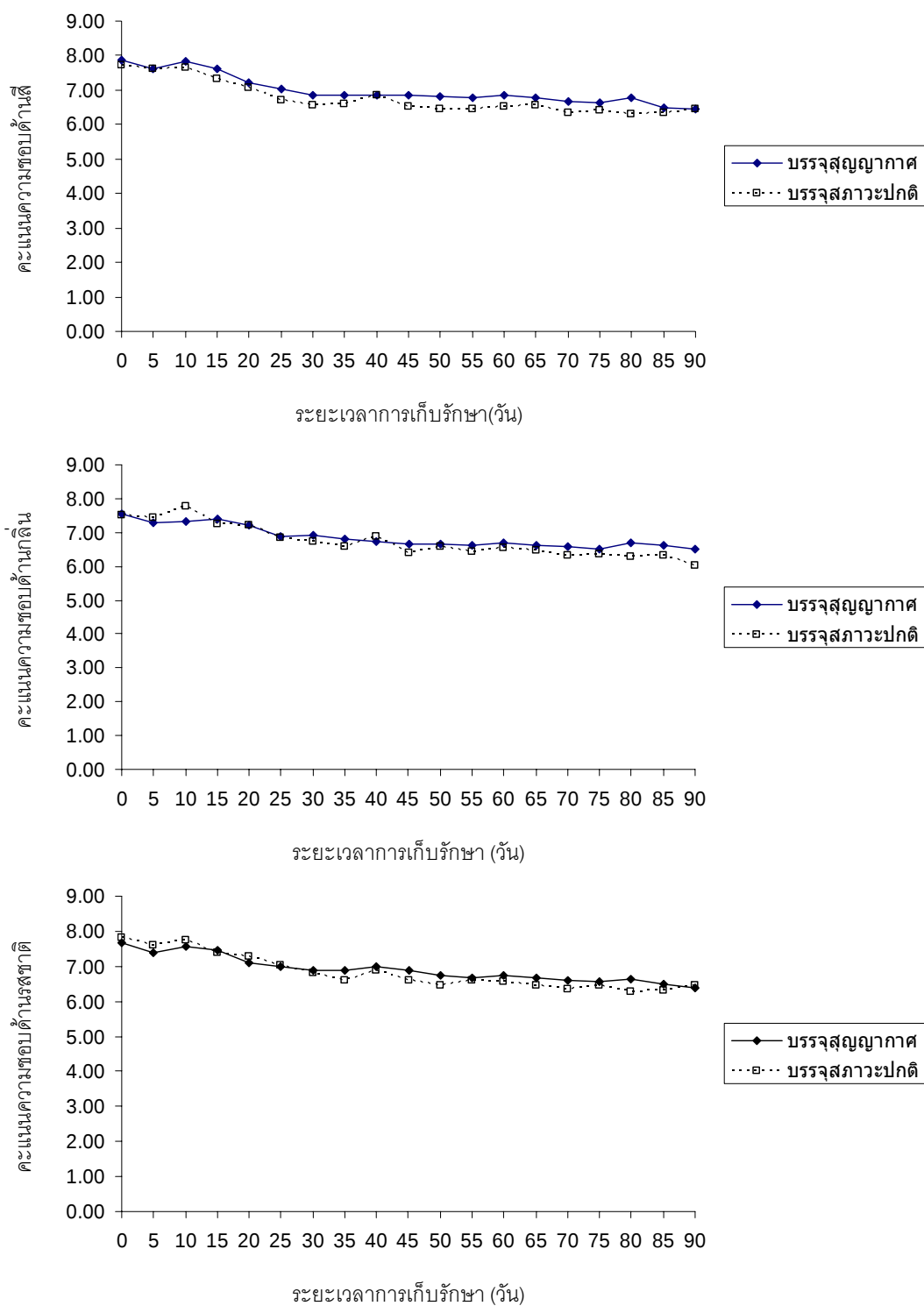
สภาวะบรรจุ และเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนความชอบรวม ($P \leq 0.01$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ปฏินิมิตอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศมีแนวโน้มลดลง และในสภาวะการบรรจุแบบ

ธรรมดาพบว่าคะแนนความชอบรวมมีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าปูน้ำมอดสุญญากาศที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ ($P \leq 0.01$)

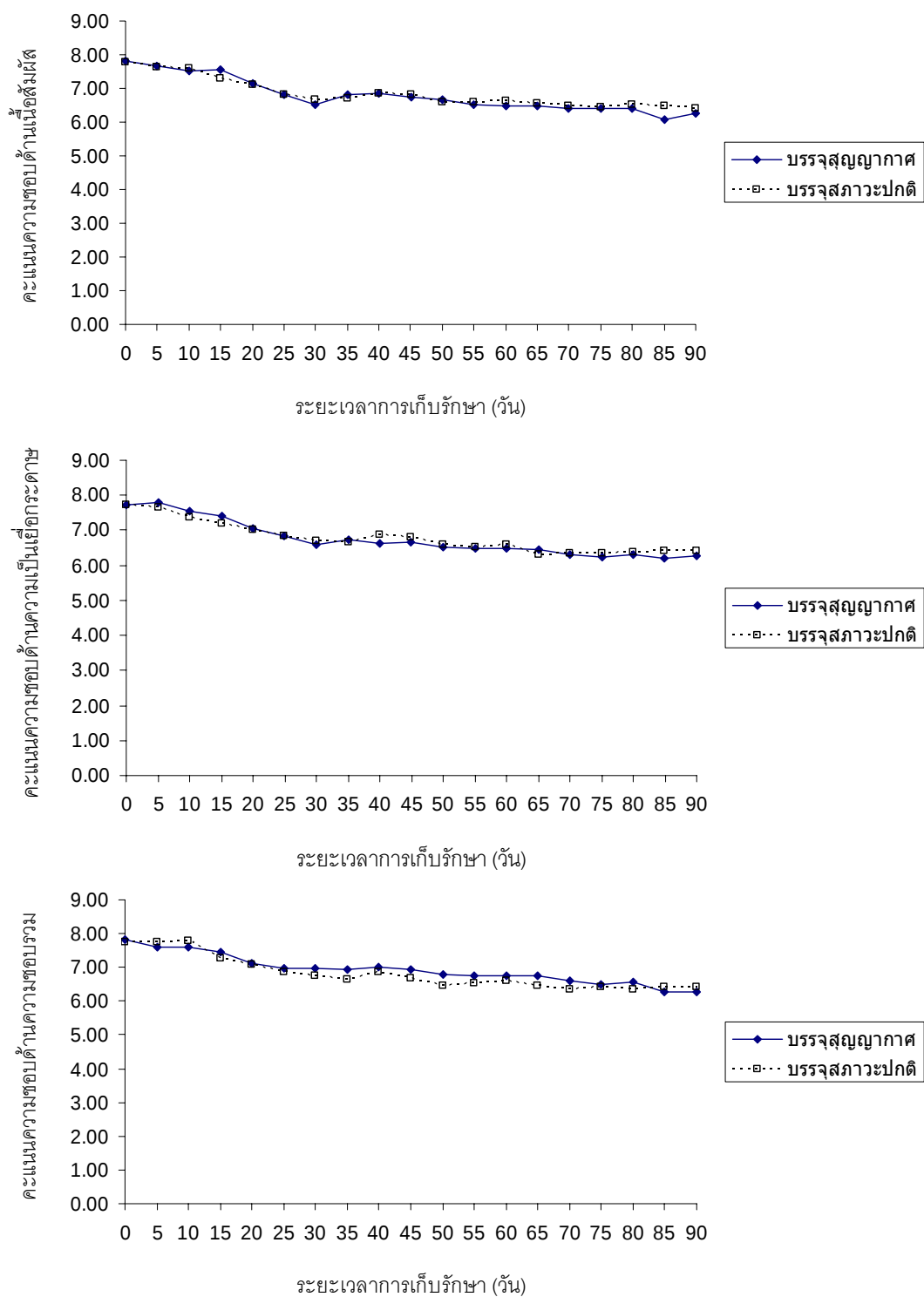
เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส 90 วัน พบว่าคะแนนด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์(ภาพที่ 7, ตารางผนวก ก9) อยู่ที่ 3.07 ± 0.26 และ 2.93 ± 0.25 ในสภาวะการบรรจุแบบสภาพสุญญากาศและสภาพบรรยากาศปกติ ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับในสภาวะการบรรจุแบบสภาพสุญญากาศ เนื่องจากมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับที่ 3 คะแนน ส่วนในสภาวะการบรรจุในบรรยากาศปกติผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ แต่จะยอมรับที่ 85 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกรเก็บรักษาที่ระดับทั้งสองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 48 วัน ซึ่งสั้นกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ประมาณ 40 วัน



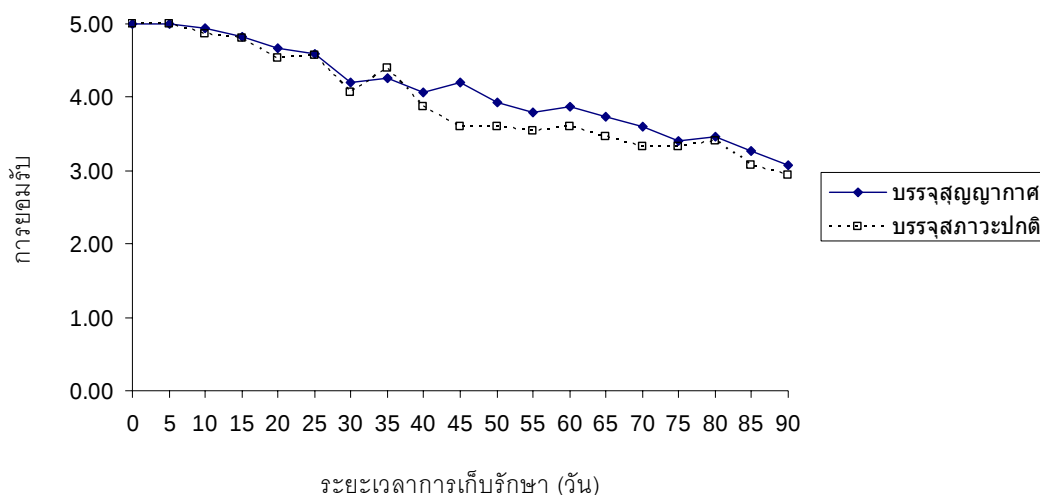
ภาพที่ 14 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ปูน้ำมอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 15 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ป้อนนมทอด
สุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับ
สารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 16 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเป็นเยือกกระดาก และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ปุนีมีทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 17 คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

5.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีทดสอบเชิงพรรณนาโดยปริมาณ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปูนิ่มทอดสุญญากาศ โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน (ภาคผนวก ก3) กำหนดคุณลักษณะที่ตรวจสอบคือ สี กลิ่นหืน และลักษณะเนื้อสัมผัส

5.3.1 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

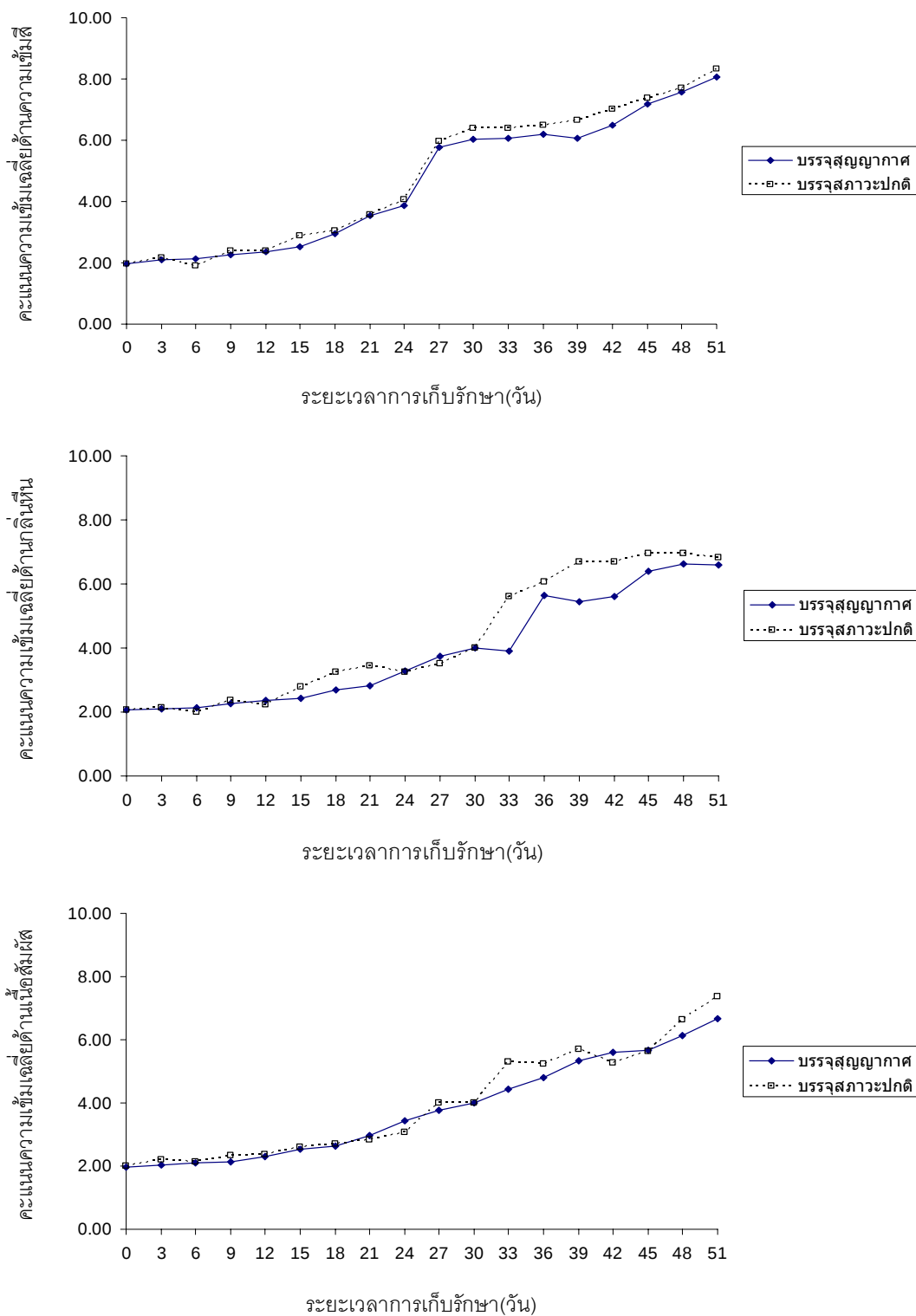
จากภาพที่ 18 (ตารางผนวก ก10) พบว่า ระดับความเข้มของคุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่นและเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ในด้านความเข้มสี พบว่าระดับความเข้มสีของปูนิ่มทอดสุญญากาศที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีความเข้มสีสูงกว่าสภาวะการบรรจุแบบสภาพสุญญากาศ ($P \leq 0.01$) โดยความเข้มสีเริ่มต้นของปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ที่ทดสอบคือ 1.96 ± 0.18 และ 1.98 ± 0.24 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงสีส้มน้ำตาล และในวันที่ 51 ซึ่งเป็นวันที่ผู้บริโภคร่วมเริ่มไม่ยอมรับ ระดับความเข้มสีของปูนิ่มทอดสุญญากาศที่เก็บ

รักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 8.06 ± 0.22 และ 8.31 ± 0.19 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี $L^* a^* b^*$ ที่วิเคราะห์ได้ คือเมื่อเวลาผ่านไปค่าสี $L^* a^* b^*$ ที่วิเคราะห์ที่ได้มีแนวโน้มลดลง ($P \leq 0.01$)

ในด้านคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มเฉลี่ยของกลิ่นหืนสูงขึ้น โดยในวันที่เริ่มต้นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ มีความเข้ม 2.07 ± 0.23 และ 2.07 ± 0.18 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงกลิ่นหอมหวาน และในวันที่ 51 ซึ่งเริ่มไม่ยอมรับ คะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 6.81 ± 0.12 และ 6.60 ± 0.19 ตามลำดับ โดยอยู่ในช่วงเริ่มมีกลิ่นน้ำมันถึงเริ่มมีกลิ่นหืน ซึ่งสอดคล้องกับค่า TBA ที่วิเคราะห์ได้ คือเมื่อเวลาผ่านไปค่า TBA ที่วิเคราะห์ที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับ พบว่าการบรรจุในสภาพสุญญากาศผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนน้อยกว่า ($P \leq 0.01$)

ในด้านคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติจะมีค่าความเข้มสูงกว่า คือ มีความเหนียวมากกว่า โดยระดับความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ มีความเข้ม 2.00 ± 0.20 และ 2.10 ± 1.98 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงกรอบ และในวันที่ 51 คะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 7.36 ± 0.17 และ 6.68 ± 0.17 ตามลำดับ โดยอยู่ในช่วงกรอบน้อยถึงเหนียว ซึ่งสอดคล้องกันกับค่าแรงตัดขาดที่วิเคราะห์ได้คือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดขาดเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.01$)

จากผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปุนุ่มทอดสุญญากาศในสภาพการบรรจุต่างๆ เห็นได้ว่า ทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา และให้ผลที่สอดคล้องกับคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะคุณลักษณะด้านสีที่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่บ่งบอกการเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัด และมีผลต่อคะแนนความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 18 คะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านสี กลิ่นหืน และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปู๋นึ่งทอดสุญญากาศ ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

5.3.4 ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปุนิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

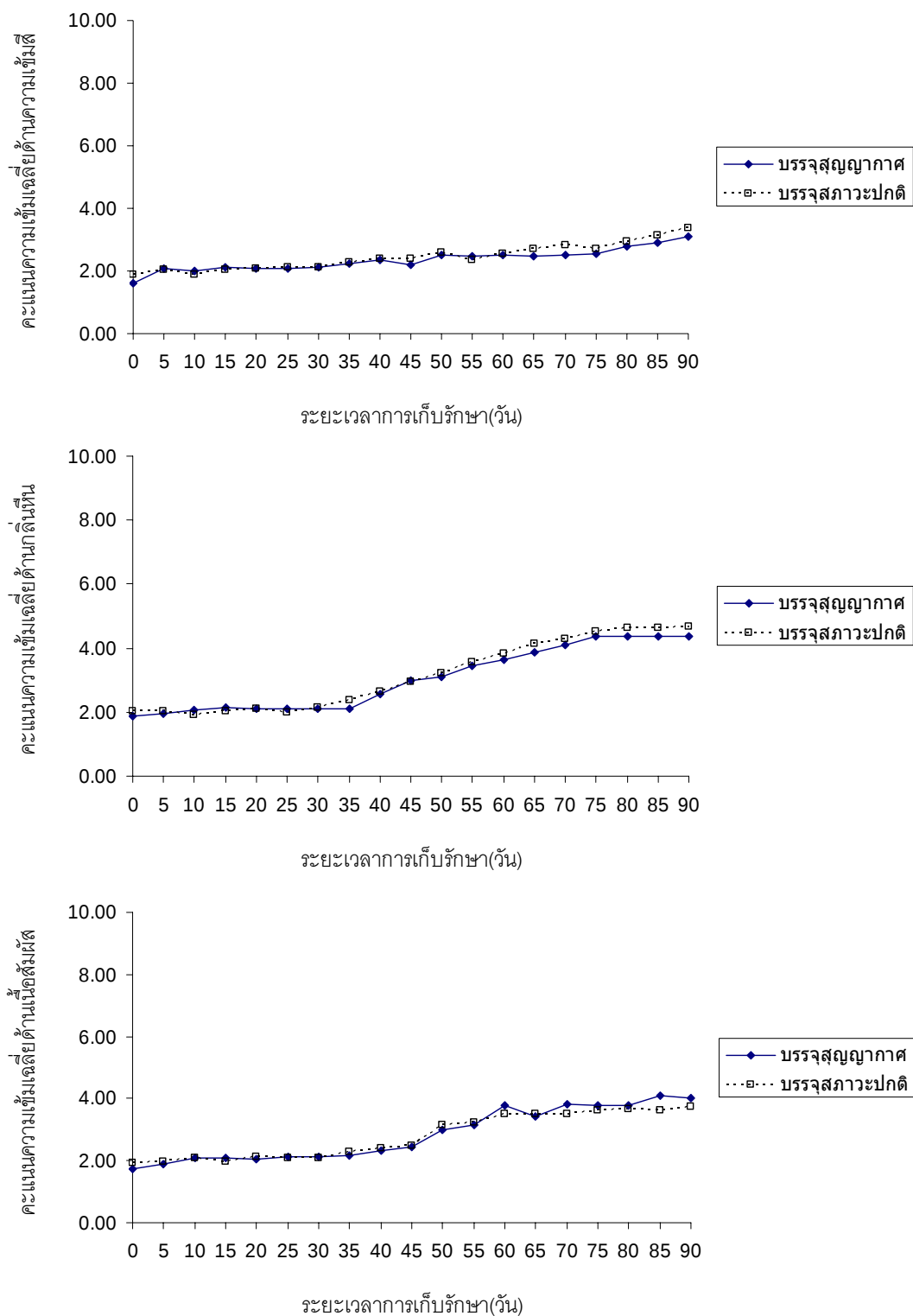
จากภาพที่ 19 (ตารางผนวก ก11) พบว่า ระดับความเข้มของกลิ่นทางด้าน สี กลิ่นและเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.01$) ในด้านความเข้มสี พบว่าระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีระดับความเข้มสีสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพสุญญากาศเล็กน้อย ($P \leq 0.01$) โดยความเข้มสีเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ คือ 1.89 ± 0.11 และ 1.60 ± 0.11 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงสีส้มอมน้ำตาล และในวันที่ 90 เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ระดับความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 3.36 ± 0.08 และ 3.09 ± 0.08 ตามลำดับ ซึ่งยังอยู่ในช่วงสีส้มอมน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับค่าสี $L^* a^* b^*$ ที่วิเคราะห์ได้ คือเมื่อเวลาผ่านไปค่าสี $L^* a^* b^*$ ที่มีแนวโน้มลดลง ($P \leq 0.01$) แต่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียสนั้น มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการเก็บภายใต้อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส

ในด้านคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืน พบว่าระดับความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืน ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีระดับความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืนมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ ($P \leq 0.01$) โดยคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืนเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ที่ทดสอบคือ 2.02 ± 0.19 และ 1.89 ± 0.12 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงกลิ่นหอมหวาน และในวันที่ 90 คะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านกลิ่นหืนของปุนิมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 4.67 ± 0.07 และ 4.39 ± 0.07 ตามลำดับ โดยอยู่ในช่วงเริ่มมีกลิ่นน้ำมัน

ในด้านคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพสุญญากาศเล็กน้อย ($P \leq 0.01$) โดยระดับความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ คือ 1.93 ± 0.15 และ 1.73 ± 0.18 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงกรอบ และในวันที่ 90 คะแนนความเข้มเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ จะอยู่ในระดับ 3.73 ± 0.06 และ 4.02 ± 0.13

ตามลำดับ โดยอยู่ในช่วงกรอบเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกันกับค่าแรงตักขาดที่วิเคราะห์ได้คือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงตักขาดเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.01$)

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปูน้ำม ทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส พบว่าในทุกสภาวะการเก็บรักษาแนวโน้มของความเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยที่การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของปูน้ำมทอดสุญญากาศที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส จะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เร็วกว่าสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส โดยการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดคือ ความเข้มด้านสีและเนื้อสัมผัส



ภาพที่ 19 คำนวณความเข้มเฉลี่ยด้านสี กลิ่น หิน และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป่นที่มีทอดสุญญากาศ ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ และสภาพสุญญากาศร่วมกับสารดูดออกซิเจน ณ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส

6. การคำนวณต้นทุนการผลิต

เมื่อคำนวณต้นทุนราคาปุ๋ยมิ ปุ๋ยมิแช่เยือกแข็งขนาด 11-12 ตัวต่อกิโลกรัม กิโลกรัมละ 200 บาท เกลี่ยน้ำหนักตัวละ 83.33 กรัม เมื่อนำไปทอดใน 1 รอบการผลิตใช้ปุ๋ยครั้งละ 6 ตัว คิดเป็น น้ำหนักก่อนทอด 499.99 กรัม และมีน้ำหนักหลังทอด 210 กรัม ดังนั้นต้นทุนปุ๋ยมิ 1 รอบการผลิต เท่ากับ 99.99 บาท เมื่อนำไปคำนวณต้นทุนในการผลิต (ตารางที่ 10) คิดเป็นราคาปุ๋ยมิทอด สูญญากาศ 250 บาท ต่อ 6 ตัว หรือ 1,190 บาทต่อกิโลกรัมปุ๋ยทอด และ ราคาต้นทุนของปุ๋ยมิทอด สูญญากาศ (35 กรัม) รวมบรรจุภัณฑ์ 1 ตัว คือ 46.19 บาท ซึ่งถ้าสามารถซื้อปุ๋ยมิได้ในราคาที่ถูกลง และน้ำมันมีราคาต่ำลง ก็จะสามารถลดต้นทุนได้บางส่วน

ตารางที่ 10 ต้นทุนราคาวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยมิทอดสูญญากาศ 1 รอบการผลิต (6 ตัว)

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/หน่วย)	ปริมาณการใช้ต่อ 1 สูตร (หน่วย)	ราคา (บาท)
ปุ๋ยมิ	200/กก.	499.99 กรัม	99.99
น้ำมัน	25/ลิตร	6 ลิตร	150
ถุงพลาสติกชนิด			
NYLON/LLDPE	2/ใบ	6 ใบ	12
ถาดพลาสติก	0.80/ถาด	6 ถาด	4.8
สารดูดซับออกซิเจน	1.72/ซอง	6 ซอง	10.32
รวมราคาวัตถุดิบ			277.11

สรุปผลการทดลอง

1. ระดับความเป็นเชื้อกระดาษของปูนีที่ระดับ 2-4 ไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปูนีทอดสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

2. สภาพการทอดที่เหมาะสมในการทอดปูนีทอดสุญญากาศคือ อุณหภูมิทอด 120 องศาเซลเซียส เวลาในการทอด 15 นาที และเวลาในการเหวี่ยงสลัดน้ำมันที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที

3. ผลิตภัณฑ์ปูนีทอดสุญญากาศที่ทอดภายใต้สภาวะที่ได้ทำการศึกษแล้ว มีคุณภาพทางกายภาพคือ ค่าสี L^* a^* b^* เท่ากับ 31.24 ± 0.57 , 12.37 ± 0.21 และ 11.57 ± 0.49 ตามลำดับ ค่า a_w เท่ากับ 0.79 ± 0.01 และ ค่าแรงตัดขาด 80.50 ± 0.04 นิวตัน องค์ประกอบทางเคมีคือ ความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, คาร์โบไฮเดรต และ เถ้า ร้อยละ 21.87 ± 0.67 , 18.32 ± 0.31 , 38.64 ± 0.49 , 15.49 ± 0.35 และ 5.68 ± 0.21 ตามลำดับ

4. ผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 86 โดยมีระดับความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในระดับชอบปานกลาง ผู้บริโภคร้อยละ 54 เห็นว่าผลิตภัณฑ์ 1 ชั่นราคา 50 บาทเป็นราคาที่เหมาะสมดี และผู้บริโภคร้อยละ 87 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพราะอยากทดลองบริโภค

1. ผลิตภัณฑ์ปูนีทอดสุญญากาศบรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ และสภาวะสุญญากาศ ร่วมกับสารดูดออกซิเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส (ทั้งสองสภาวะการบรรจุ) สามารถเก็บรักษาได้นาน 48 วัน ขณะที่ที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์บรรจุในสภาวะสุญญากาศ และสภาวะบรรยากาศปกติเก็บรักษาได้นาน 90 วัน และ 85 วัน ตามลำดับ อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส จากการทดสอบเชิงพรรณนาโดยปริมาณ (QDA) ที่อุณหภูมิ 32 ± 2 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นหืน และมีความเหนียวมากกว่าที่ 4-6 องศาเซลเซียส การบรรจุภายใต้สุญญากาศที่ 32 ± 2 องศาเซลเซียส สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่นหืน และความกรอบ ($p < 0.05$)

2. ต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมักคอกสุญญากาศ (1 ตัว 35 กรัม) ต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ เท่ากับ 46.19 บาท (คิดเฉพาะราคาวัตถุดิบ)

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทอดปุนิมทอดสุญญากาศยังไม่สามารถควบคุม รูปร่างลักษณะปุนิมหลังทอดได้ดีนัก โดยปุนิมทอดสุญญากาศที่ได้ในบางครั้งมีลักษณะลำตัวพอง หรือก้ามหลุด จึงควรปรับปรุงกรรมวิธีก่อนทอด หรือขณะทอด และอุปกรณ์ในการทอดที่สามารถคงรูปร่างปุนไว้ได้ในขณะทอดต่อไป

2. ในการศึกษาในครั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณไขมันค่อนข้างสูง ส่วนหนึ่งเนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องทอดในช่วงการดูดน้ำมันออกจากหม้อทอดก่อนการเหวี่ยงสลัดน้ำมัน ต้องทำในสภาวะบรรยากาศปกติก่อนที่จะทำการเหวี่ยงในสภาวะสุญญากาศ ทำให้น้ำมันถูกดูดเก็บในตัวปุน ซึ่งหากสามารถทำให้ขั้นตอนการดูดน้ำมันออกสามารถทำได้ในสภาวะสุญญากาศจะทำให้สามารถลดปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ได้อีก

3. จากผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น การพัฒนาน้ำจิ้มหรือเครื่องปรุงรสสูตรต่างๆ

4. ต้นทุนปุนิมทอดสุญญากาศยังมีราคาค่อนข้างสูง ในการผลิตเชิงพาณิชย์จึงควรมีการศึกษาวิธีการลดต้นทุนในด้านต่างๆ เช่น การซื้อวัตถุดิบในปริมาณมากเพื่อให้มีต้นทุนที่ถูกลง หรือ การขายผลิตภัณฑ์ในลักษณะผลิตภัณฑ์ premium grade ทำให้สามารถขายได้ในราคาสูง