บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบปลาหมักกึ่งแห้ง

จากการอบเนื้อปลาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในช่วงการอบที่เวลา 0 , 1.0 , 2.0 , 2.5 , 3.0 , 3.5 , 4.0 , 4.5 , 5.0 , 5.5 และ 6.0 ชั่วโมง ได้สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้น ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 4.1 รูป 4.1 และ 4.2 พบว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้นของเนื้อปลาจะลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการอบแห้ง เนื่องมาจากกระแสลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้ให้พลังงานความร้อนแก่เนื้อปลา ทำให้น้ำในเนื้อปลาเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากเนื้อปลา (สุคนธ์ชื่น, 2539) ลักษณะการลดลงของปริมาณความชื้นเมื่อเวลาอบแห้งเพิ่มขึ้นนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ จิตรา (2540) ซึ่งได้อบผลิตภัณฑ์ปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เนื่องจากอาหารกึ่งแห้งจะมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.65 - 0.85 (ไพโรจน์, 2539; Robson, 1967) ผลการทดลองในตาราง 4.1 แสดงให้เห็นว่าการอบเนื้อปลาเป็นระยะเวลา 4.0, 4.5 , 5.0 , 5.5 และ 6.0 ชั่วโมง นั้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้งทั้งสิ้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์จะมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.834 , 0.754 , 0.745 , 0.686 และ 0.672 ตามลำดับ แต่โดยทั่วไปการอบแห้งโดยใช้เวลาที่นานขึ้นจะมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง กล่าวคือผลิตภัณฑ์จะเกิดการหดตัวเพราะเซลล์สูญเสียน้ำ สีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์จะแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนที่ยังไม่แห้งไว้ ผลิตภัณฑ์อบแห้งจะเสียความสามารถในการคืนสภาพเพราะเซลล์เสียความยืดหยุ่น รวมทั้งการเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหย (สุคนธ์ชื่น, 2539) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็เกิดขึ้นกับปลาหมักกึ่งแห้งด้วยเช่นกันดังจะเห็นได้จากรูป 4.3 และ 4.4 ว่าปลาหมักกึ่งแห้งจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นตามระยะเวลาอบแห้งที่นานขึ้น ซึ่งเป็นสีที่ดูไม่น่ารับประทาน ชิ้นปลาจะบางลงและมีความแข็งมากขึ้น ซึ่งผู้บริโภคอาจจะรู้สึกไม่สะดวกในการนำไปรับประทาน นอกจากนั้นเครื่องอบแห้งย่อมใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นหากใช้เวลาอบแห้งนาน ดังนั้นการอบให้ปลาหมักกึ่งแห้งมีลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีจึงไม่ควรอบด้วยเวลาที่นานเกินไป จึงสรุปว่าควรอบปลาหมักกึ่งแห้งเป็นเวลา 4.0 ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนเกี่ยวกับพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตลงด้วย ปลาหมักกึ่งแห้งที่ได้จะมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.834 ± 0.013 และมีปริมาณความชื้นร้อยละ 36.20 ± 0.65

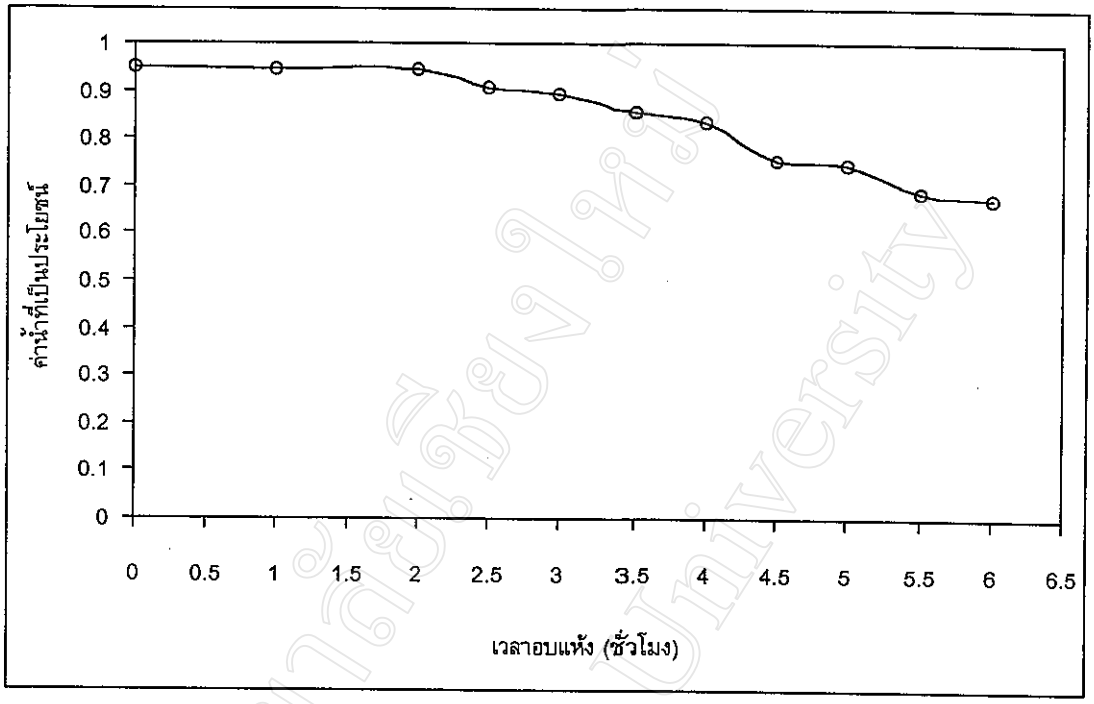
จิตรา (2540) รายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมที่อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4.0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 30.06 ± 0.38 จะเห็นว่ามีค่าน้อยกว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้งที่มีอุณหภูมิและเวลาอบแห้งเท่ากันในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของชนิดปลา สูตรเครื่องปรุง และกรรมวิธีการผลิต

จึงทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำทั้งสองค่าดังกล่าวในผลิตภัณฑ์ก็อยู่ในช่วงของค่าน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อกึ่งแห้ง

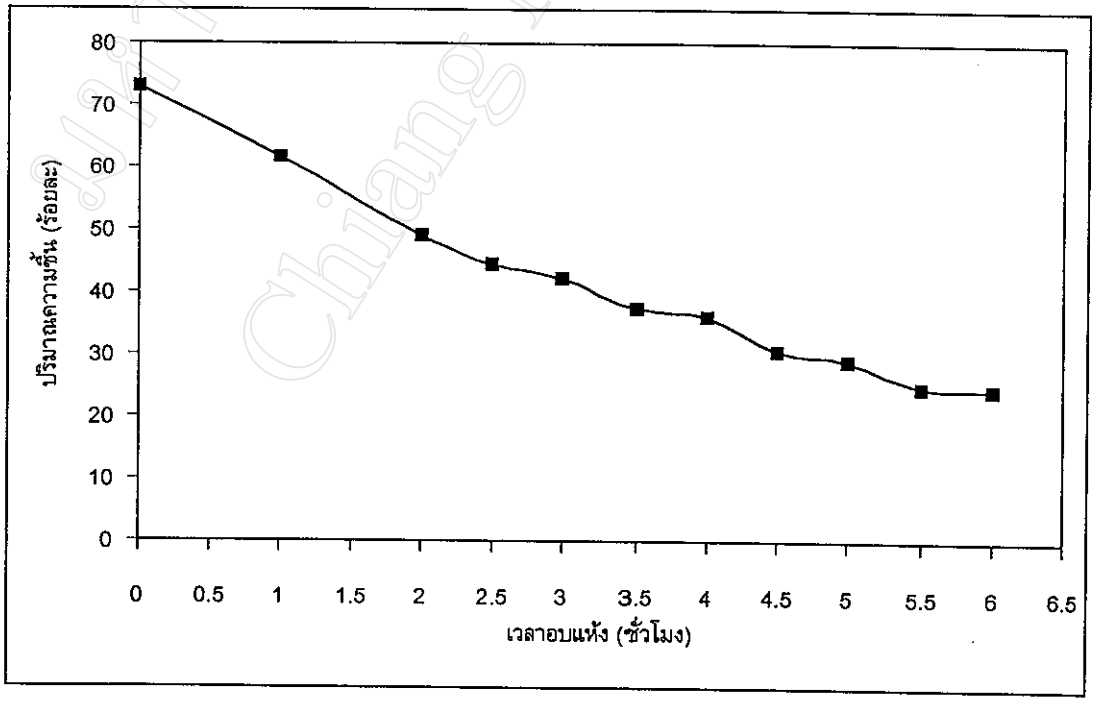
ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้นของเนื้อปลาระหว่างการอบที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)	ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
0	0.950±0.004*	73.04±1.90
1.0	0.947±0.008	61.50±1.41
2.0	0.944±0.008	49.11±0.66
2.5	0.908±0.002	44.56±0.30
3.0	0.892±0.019	42.23±3.59
3.5	0.856±0.011	37.55±0.93
4.0	***0.834±0.013***	***36.20±0.65***
4.5	0.754±0.015	30.50±0.04
5.0	0.745±0.039	29.18±2.23
5.5	0.686±0.063	24.72±2.36
6.0	0.672±0.051	24.64±2.27

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูป 4.1 ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของเนื้อปลาระหว่างการอบที่ระยะเวลาต่าง ๆ



รูป 4.2 ปริมาณความชื้นของเนื้อปลาระหว่างการอบที่ระยะเวลาต่าง ๆ

รูป 4.3 ลักษณะปรากฏของปลาหมักกึ่งแห้งที่อบเป็นเวลา 0 , 1.0 , 2.0 , 2.5 และ 3.0 ชั่วโมง

รูป 4.4 ลักษณะปรากฏของปลาหมักกึ่งแห้งที่อบเป็นเวลา 3.5 , 4.0 , 4.5 , 5.0 , 5.5 และ 6.0 ชั่วโมง

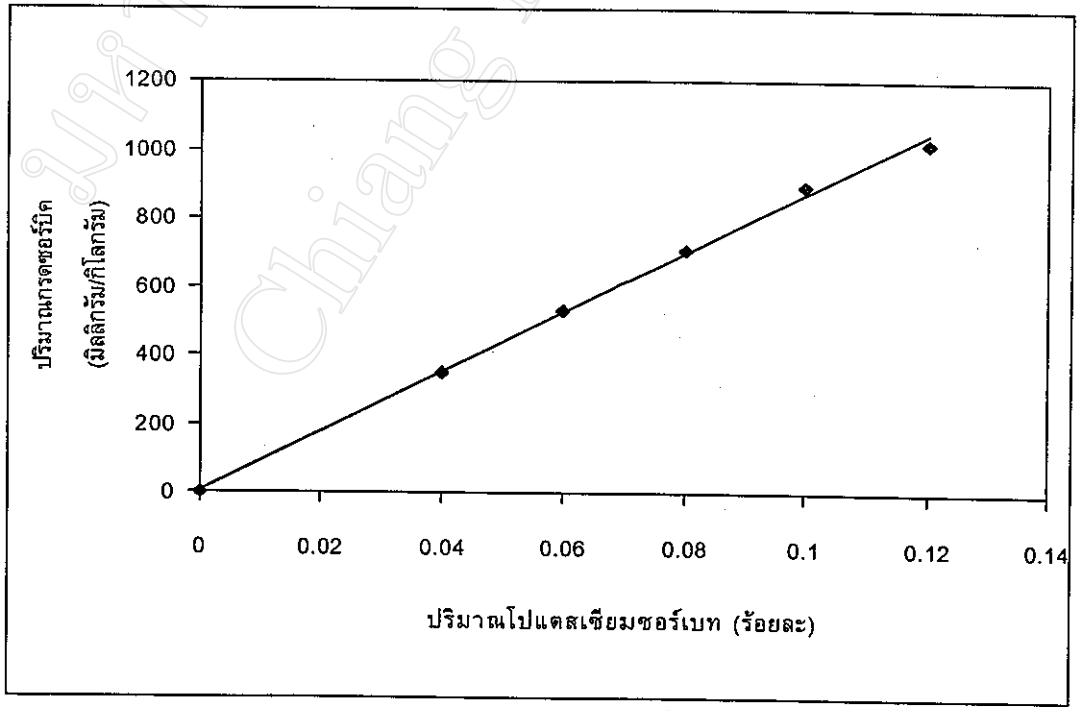
2. การศึกษาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้ง

จากการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งโดยใช้โปแตสเซียมซอร์เบทในปริมาณร้อยละ 0.04 , 0.06 , 0.08 , 0.10 และ 0.12 คิดเทียบน้ำหนักเนื้อปลาสด เคล้าเนื้อปลากับส่วนผสมเป็นเวลา 4 นาที นำเนื้อปลาไปหมักในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 2 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วอบเนื้อปลาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำเนื้อปลาหมักกึ่งแห้งไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดซอร์บิค ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 4.2 และรูป 4.5

ตาราง 4.2 ปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทปริมาณต่างๆ

ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ (ร้อยละ)	ปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้ง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
0	0
0.04	348.3±14.3*
0.06	530.6±10.7
0.08	706.6±30.4
0.10	895.7±61.0
0.12	1,018.4±18.5

* ปริมาณกรดซอร์บิค±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูป 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ และปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้ง

จากข้อมูลแสดงว่าปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ และพบว่าปลาหมักกึ่งแห้งที่มีปริมาณกรดซอร์บิคเกิน 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ได้แก่ปลาหมักกึ่งแห้งที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.12 ส่วนการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทตั้งแต่ร้อยละ 0.10 ลงไปปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งจะต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่มาตรฐานอาหารอนุญาตให้มีได้ในอาหารทั่วไป (กระทรวงสาธารณสุข, 2537)

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (simple regression analysis) โดยกำหนดตัวแปรอิสระ คือปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้ง (มีหน่วยเป็น ร้อยละคิดเทียบน้ำหนักเนื้อปลาสด) และกำหนดตัวแปรตามคือปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้ง (มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/กิโลกรัม) จะได้สมการความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามดังสมการที่ 1

ปริมาณกรดซอร์บิค = 8,723.92 (ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท) $R^2 = 0.9980$; (1)

สรุปได้ว่า การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งไม่เกินร้อยละ 0.10 ทำให้มีปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานอาหาร และสามารถนำสมการที่ 1 ไปใช้ประโยชน์ได้ คือ ผู้ผลิตปลาหมักกึ่งแห้งสามารถทราบปริมาณกรดซอร์บิคที่ควรจะมีในปลาหมักกึ่งแห้งได้ โดยการแทนค่าปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในการผลิตลงในสมการที่ 1 และประโยชน์อีกข้อหนึ่งก็คือหากผู้ผลิตต้องการทราบปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ควรจะใช้ในการผลิต เพื่อให้มีปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งตามที่ต้องการ ก็สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามสมการที่ 1 จะให้ผลถูกต้องสำหรับการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งที่ควบคุมให้มีสูตรและกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับการวิจัยนี้เท่านั้น

3. การศึกษาผลของโปแตสเซียมซอร์เบท การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ และอุณหภูมิในการเก็บ ที่มีต่ออายุการเก็บของปลาหมักกึ่งแห้ง

การศึกษาอายุการเก็บของปลาหมักกึ่งแห้งมีปัจจัยที่ศึกษา 3 ปัจจัยได้แก่ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ และอุณหภูมิในการเก็บ สำหรับปริมาณโปแตส-เซียมซอร์เบทที่ต้องใช้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 ดังนี้

- การคำนวณหาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ควรใช้ เพื่อให้มีกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้ง ปริมาณ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

  จะต้องใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ = 400 ÷ 8,723.92 = 0.046
- การคำนวณหาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ควรใช้ เพื่อให้มีกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้ง ปริมาณ 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

  จะต้องใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ = 800 ÷ 8,723.92 = 0.092

ด้วยแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial experiment in CRD with 4 center points จะได้สิ่งทดลอง 12 ชุด ซึ่งมีรูปแบบการทดลองดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 รูปแบบการทดลองแบบ 2^3 factorial experiment in CRD with 4 center points

สิ่งทดลอง		ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท		การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ		อุณหภูมิในการเก็บ	
		รหัส	(ร้อยละ)	รหัส	ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	รหัส	องศาเซลเซียส
1	(1)*	-1**	0	-1	0	-1	5
2	a	+1	0.092	-1	0	-1	5
3	b	-1	0	+1	60	-1	5
4	ab	+1	0.092	+1	60	-1	5
5	c	-1	0	-1	0	+1	35
6	ac	+1	0.092	-1	0	+1	35
7	bc	-1	0	+1	60	+1	35
8	abc	+1	0.092	+1	60	+1	35
9	cp_1	0	0.046	0	30	0	20
10	cp_2	0	0.046	0	30	0	20
11	cp_3	0	0.046	0	30	0	20
12	cp_4	0	0.046	0	30	0	20

* (1) คือ ควบคุม a คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท b คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ c คือ อุณหภูมิในการเก็บ และ cp คือ center point

** รหัส -1 คือ ระดับต่ำ 0 คือ ระดับกลาง และ +1 คือ ระดับสูง

3.1 คุณภาพเริ่มต้นของปลาหมักกึ่งแห้ง

3.1.1 คุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเริ่มต้นทางเคมีของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง แสดงในตาราง 4.4 จะเห็นว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลาหมักกึ่งแห้งจะอยู่ระหว่าง 0.810 - 0.835 ซึ่งต่างก็อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้งทั้งสิ้น ที่ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของอาหารกึ่งแห้งนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั่วไปและแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ (ไพโรจน์, 2539; Robson, 1967)

สำหรับปริมาณความชื้นเริ่มต้นของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลองจะอยู่ระหว่างร้อยละ 33.28 - 37.58 การที่ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้นของแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทั้งๆ ที่มีสูตรและกระบวนการผลิตเหมือนกัน อาจจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของปริมาณความชื้นในเนื้อปลาสดแต่ละตัวหรือเนื้อปลาแต่ละส่วนที่นำมาใช้ในการผลิต ดังเช่นที่ Gibson (1994) ได้กล่าวว่าปริมาณน้ำในเนื้อปลาจะแปรผันได้ขึ้นกับปริมาณไขมันในเนื้อปลา โดยเนื้อปลาที่มีปริมาณไขมันสูงจะมีปริมาณความชื้นต่ำ ทั้งนี้ปริมาณไขมันในเนื้อปลาจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอก เช่น ฤดูกาลและอาหารที่ปลากินอีกด้วย

สำหรับปริมาณโปรตีนในปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง วิเคราะห์ได้ร้อยละ 46.07 – 56.66 พบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเนื้อปลานวลจันทร์เทศสด ซึ่งมีปริมาณโปรตีนระหว่างร้อยละ 18.1 – 19.6 (Clucas, 1981) การที่ปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณโปรดีนสูงขึ้นเนื่องมาจากปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นลดลงหรือมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นเพราะได้ผ่านการอบแห้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้งนั่นเอง และพบว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อไก่ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยร้อยละ 17.5 , 11.9 และ 20.2 ตามลำดับ ประกอบกับโปรตีนในเนื้อปลาเป็นโปรตีนที่ย่อยง่ายและมีกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ครบตามความต้องการของร่างกายเช่นเดียวกับโปรตีนจากเนื้อแดง (red meat) (Potter and Hotchkiss , 1995) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปลาหมักกึ่งแห้งเป็นอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูงชนิดหนึ่ง

สำหรับปริมาณไขมันในปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลองมีอยู่ระหว่างร้อยละ 3.30 – 5.19 เนื่องจากไขมันในเนื้อปลาส่วนมากเป็นไขมันที่ย่อยง่ายและประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณสูง อีกทั้งไขมันปลาเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินเอและวิตามินดี ดังนั้นในปัจจุบันนักโภชนาการจึงให้ความสำคัญและส่งเสริมให้ประชาชนรับประทานเนื้อปลากันมากขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากไขมันในเนื้อปลาส่วนมากเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว จึงมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่าย ผลของปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติและกลิ่นเหม็นหืนขึ้นในเนื้อปลาได้ (Potter, 1995) แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขหรือป้องกันได้โดยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ใช้สารต้านการออกซิเดชั่น ระวังไม่ให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกาซออกซิเจน บรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศหรือแบบปรับสภาพบรรยากาศ (Harris and Tall, 1994)

ในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ได้ใช้เครื่องปรุงสูตรเดียวกัน รวมทั้งใช้เวลาในการคลุกเคล้าเนื้อปลากับเครื่องปรุงและเวลาในการหมักเนื้อปลาเหมือนกัน

จากผลการทดลองในตาราง 4.4 พบว่าการใช้เกลือ 30 กรัม/เนื้อปลาสด 1,500 กรัม ทำให้มีปริมาณเกลือและเกลือที่แทรกซึมในปลาหมักกึ่งแห้งระหว่างร้อยละ 4.65 - 6.21 และร้อยละ 10.97 - 15.79 ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำตาลปริมาณ 40 กรัม/เนื้อปลาสด 1,500 กรัม จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลรีดิวซ์ที่แทรกซึมระหว่างร้อยละ 1.17 – 1.62 และร้อยละ 3.35 – 4.41 ตามลำดับ การใช้เกลือและน้ำตาลเป็นเครื่องปรุงในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และยังช่วยเพิ่มรสชาติที่ดีให้แก่ปลาหมักกึ่งแห้ง สำหรับปลาแห้งที่วางจำหน่ายทั่วไปจะมีปริมาณเกลือค่อนข้างสูงคือร้อยละ 10 – 25 (Rubbi et al., 1983) ทำให้ปลาแห้งทั่วๆ ไปมีความเค็มมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเค็มของปลาหมักกึ่งแห้ง ดังนั้นปลาหมักกึ่งแห้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคเนื้อปลาที่ไม่เค็มมากเกินไป

สำหรับปริมาณเถ้าในปลาหมักกึ่งแห้งพบว่ามีอยู่ร้อยละ 6.20 – 8.02 โดยค่าเถ้าบ่งบอกถึงปริมาณ trace minerals ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย Potter and Hotchkiss (1995) รายงานว่าเนื้อปลาสดส่วนที่บริโภคได้มีปริมาณเถ้าร้อยละ 1.3 – 1.4 แสดงว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณเถ้าสูงขึ้น เพราะว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าหรือมีปริมาณของแข็งมากกว่าเนื้อปลาสดนั่นเอง จิตรา (2540) รายงานว่าปริมาณเถ้าของปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมที่ใช้ปลานวลจันทร์เทศเป็นวัตถุดิบ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 5.48±0.19 แสดงว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณเถ้าสูงกว่าของปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมเล็กน้อย

โปแตสเซียมซอร์เบทเป็นปัจจัยหนึ่งที่ได้นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ การศึกษาในระดับสูง คือ การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทเพื่อให้มีกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งปริมาณ 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สิ่งทดลองที่ได้ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทในระดับสูงได้แก่สิ่งทดลองที่ 2 , 4 , 5 และ 8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิคในสิ่งทดลองดังกล่าวมีค่าเป็น 796.6 , 814.7 , 804.9 และ 810.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการศึกษาปัจจัยนี้ในระดับกลาง คือ การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทเพื่อให้มีกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งปริมาณ 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สิ่งทดลองที่ได้ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทในระดับกลางได้แก่สิ่งทดลองที่ 9 , 10 , 11 และ 12 ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิคในสิ่งทดลองดังกล่าวได้ร้อยละ 410.2 , 392.0 , 404.6 และ 405.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณกรดซอร์บิคในปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณกรดซอร์บิคที่คาดว่าควรจะมีในผลิตภัณฑ์

สำหรับค่า pH ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลองในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 6.23 – 6.27 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดเล็กน้อย และมีความเป็นกรดมากกว่าปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมที่ใช้ปลานวลจันทร์เทศเป็นวัตถุดิบเล็กน้อย เพราะผลิตภัณฑ์ปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมมี pH เฉลี่ย 6.42 ± 0.03 (จิตรา, 2540)

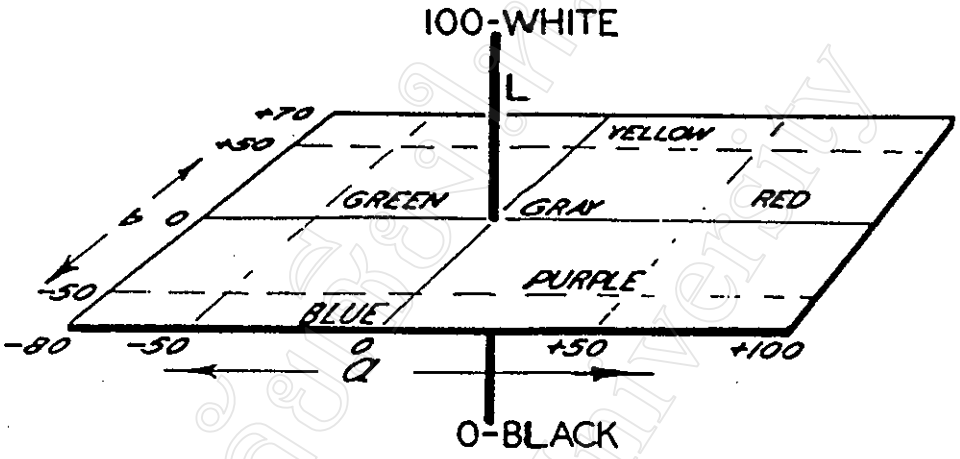
ค่า TVN (total volatile nitrogen) ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลองในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษามีอยู่ระหว่าง 50.38 – 53.86 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า TVN ของปลาซาร์ดีนแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยปลาซาร์ดีนแห้งจะมีค่า TVN ประมาณร้อยละ 65 มิลลิกรัม/100 กรัม (Poernomo and Utomo, 1990) Bank et al. เสนอว่าให้ใช้ค่า TVN เป็นเกณฑ์บ่งชี้ความสดของเนื้อปลาสด โดยเนื้อปลาสดควรมีค่า TVN น้อยกว่า

12 มิลลิกรัม/100กรัม ส่วนเนื้อปลาที่แสดงอาการเน่าเสียจะมีค่า TVN สูงกว่า 25 มิลลิกรัม/100 กรัม (นงลักษณ์, 2531) เนื่องจากเกณฑ์ชี้บ่งคุณภาพนี้ได้ตั้งขึ้นมาเพื่อตัดสินคุณภาพของเนื้อปลาสด จึงอาจไม่เหมาะสมที่จะนำเกณฑ์นี้มาใช้ตัดสินคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งและปลาซาร์ดีนแห้งดังกล่าว เพราะถ้าใช้เกณฑ์นี้กับผลิตภัณฑ์ทั้งสองนี้จะหมายความว่าผลิตภัณฑ์นี้เน่าเสียแล้วบริโภคไม่ได้ ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงแล้วผลิตภัณฑ์เพิ่งจะผลิตเสร็จและยังคงมีคุณภาพดี สาเหตุที่ปลาหมักกึ่งแห้งมีค่า TVN สูงกว่าเกณฑ์ชี้บ่งความสดของเนื้อปลาสดเป็นเพราะว่าในกระบวนการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งนั้นจะต้องมีการหมักเนื้อปลากับเครื่องปรุงที่อุณหภูมิ 2 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นจึงอบเนื้อปลาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อีก 4 ชั่วโมง ระหว่างกระบวนการผลิตดังกล่าวนี้ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนไปเป็นไนโตรเจนที่ระเหยได้ สาเหตุอีกประการก็คือ เนื่องจากปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นลดลงหรือปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาสด จึงส่งผลให้จำนวนมิลลิกรัมของ TVN ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีค่าสูงกว่า

สำหรับ TBA value (thiobarbituric acid value) ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 13.62–17.85 มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ TBA value ของปลา mackerel ทำเค็มและรมควันจากงานวิจัยของ Eyabi-Eyabi et al. (1989) ซึ่งรายงานว่าในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาจะมี TBA value 20 มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม

3.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

ตาราง 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลองในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา พบว่าค่า L ของปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าเท่ากับ 54.64 – 60.44 เนื่องจากปลาหมักกึ่งแห้งมีค่า L มากกว่า 50 จึงอยู่ทางด้านบนของระนาบสีในรูป 4.6 แสดงว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีสีไปทางสว่างเล็กน้อย ในส่วนของค่า a* พบว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีค่า a* เท่ากับ 2.60 – 4.06 จึงเป็นค่าของสีแดงเนื่องจากว่าค่า a* จะเป็นค่าของสีแดงเมื่อ a* มีค่าเป็นบวก และค่า a* จะเป็นค่าของสีเขียวเมื่อ a* มีค่าเป็นลบ (Pomeranz and Meloan, 1994) สำหรับค่า b* พบว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีค่า b* เท่ากับ 13.08 – 14.30 จึงเป็นค่าของสีเหลือง เพราะว่าค่า b* จะเป็นค่าของสีเหลืองเมื่อ b* มีค่าเป็นบวก และค่า b* จะเป็นค่าของสีน้ำเงินเมื่อ b* มีค่าเป็นลบ (Pomeranz and Meloan, 1994) เมื่อพิจารณาค่า L ค่า a* และ ค่า b* ของปลาหมักกึ่งแห้งรวมกันจะได้ว่าสีของปลาหมักกึ่งแห้งอยู่ทางด้านบนและในส่วนขวาของระนาบสีในรูป 4.6



รูป 4.6 แกนของค่าสี Hunter L a* b*
ที่มา : Pomeranz and Meloan (1994)

3.1.3 คุณภาพด้านจุลินทรีย์

ตาราง 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาหมักกึ่งแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา พบว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 5.78 – 6.95 log โคโลนี/กรัม และมีจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราอยู่ระหว่าง 4.73 – 5.95 log โคโลนี/กรัม จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลา salmon รมควันสูตรที่ใช้เกลือน้อย (ใช้เกลือร้อยละ 2.2) ซึ่งมีจำนวน 6 log โคโลนี/กรัม (Huss et al., 1995) และในผลิตภัณฑ์ fish cake ซึ่งมีจำนวนประมาณ 5.0 – 6.5 log โคโลนี/กรัม (Irianto et al., 1995)

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าสูงกว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาสด เช่น ปลา tilapia มีจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน 4.4 log โคโลนี/กรัม (Reddy et al., 1994) และปลา mackerel มีจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน 4.0 log โคโลนี/กรัม (Barile et al., 1995) เป็นต้น อาจเป็นเพราะว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าหรือมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาสด อีกทั้งกระบวนการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งไม่มีการใช้ความร้อนเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จากวัตถุดิบเริ่มต้นจึงมีโอกาสหลงเหลืออยู่ในปลาหมักกึ่งแห้ง ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาหมักกึ่งแห้งได้ปริมาณดังกล่าว

จิตรา (2540) รายงานว่าปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.98±0.01 log โคโลนี/กรัม และไม่พบเชื้อราและเชื้อยีสต์ในตัวอย่าง 25 กรัม จะเห็นว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อราและเชื้อยีสต์มากกว่าปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมทั้งนี้

อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่ติดมากับเนื้อปลาที่นำมาผลิตปลาหมักกึ่งแห้งอาจจะมากกว่าในเนื้อปลาที่นำมาผลิตปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาหมักกึ่งแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เกลือ (ร้อยละ)	เกลือที่แทรกซึม (ร้อยละ)
	PS*	C	ST						
1	0	0	5	0832±0.004**	37.52±0.03	46.92±0.25	3.30±0.01	5.43±0.10	12.48±0.03
2	0.092	0	5	0.812±0.008	35.85±0.25	48.04±0.88	3.58±0.01	5.57±0.11	13.26±0.03
3	0	60	5	0.812±0.012	34.45±0.13	50.00±0.00	3.41±0.50	5.81±0.10	14.26±0.04
4	0.092	60	5	0.835±0.002	36.03±0.16	47.50±0.28	4.43±0.04	5.55±0.10	13.52±0.03
5	0	0	35	0.824±0.007	34.82±0.16	48.40±0.51	3.73±0.03	5.10±0.00	12.78±0.00
6	0.092	0	35	0.830±0.009	36.28±0.17	47.59±0.37	4.01±0.01	5.41±0.00	12.98±0.00
7	0	60	35	0.823±0.001	33.28±0.08	51.57±1.24	4.44±0.01	5.40±0.10	14.14±0.04
8	0.092	60	35	0.835±0.011	33.72±0.03	46.07±0.17	4.89±0.08	5.25±0.10	13.29±0.03
9	0.046	30	20	0.819±0.008	34.56±0.52	52.02±2.60	3.87±0.52	5.76±0.00	14.29±0.00
10	0.046	30	20	0.823±0.008	34.01±0.40	56.66±3.57	4.41±0.13	6.21±0.21	15.79±0.08
11	0.046	30	20	0.810±0.006	35.02±0.25	49.07±0.27	4.47±0.06	5.18±0.02	12.84±0.01
12	0.046	30	20	0.833±0.012	37.58±0.08	46.31±1.59	5.19±0.09	4.65±0.02	10.97±0.01

* PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บ (องศาเซลเซียส)

** คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาหมักกึ่งแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	น้ำตาลรีดิวซ์ที่แทรกซึม (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	กรดซอร์บิค (มก./กก.)	pH	TVN (มก./100ก.)	TBA value (มก.ของมาโลนัลดีไฮด์/กก.)
	PS*	C	ST							
1	0	0	5	1.31±0.01**	3.37±0.04	6.94±0.20	-	6.25±0.01	53.86±1.84	15.99±1.60
2	0.092	0	5	1.34±0.04	3.60±0.11	7.32±0.13	796.6±16.0	6.25±0.01	51.62±1.33	14.71±0.57
3	0	60	5	1.59±0.02	4.40±0.06	7.75±0.07	-	6.26±0.00	51.24±1.47	15.01±0.11
4	0.092	60	5	1.56±0.06	4.15±0.14	7.45±0.13	814.7±0.4	6.23±0.00	51.78±1.85	13.63±0.02
5	0	0	35	1.38±0.02	3.80±0.06	7.41±0.23	-	6.27±0.00	50.57±2.72	13.62±0.31
6	0.092	0	35	1.34±0.09	3.55±0.24	7.29±0.08	804.9±3.0	6.25±0.01	51.47±0.81	14.38±0.04
7	0	60	35	1.34±0.00	3.87±0.00	7.38±0.06	-	6.27±0.01	52.96±0.22	13.66±1.14
8	0.092	60	35	1.17±0.00	3.35±0.00	7.00±0.06	810.5±3.0	6.26±0.01	50.74±3.32	14.24±0.23
9	0.046	30	20	1.54±0.16	4.27±0.41	7.42±0.25	410.2±16.5	6.22±0.01	52.79±0.15	17.81±0.72
10	0.046	30	20	1.51±0.04	4.25±0.11	8.02±0.18	392.0±7.2	6.26±0.00	50.38±2.57	15.03±0.80
11	0.046	30	20	1.62±0.12	4.41±0.31	7.16±0.37	404.6±16.3	6.26±0.00	52.85±1.03	14.76±0.44
12	0.046	30	20	1.35±0.01	3.47±0.04	6.20±0.31	405.5±16.1	6.25±0.01	53.34±0.37	17.85±0.47

* PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บ (องศาเซลเซียส)

** คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของปลาหมักกึ่งแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ค่า L	ค่า a*	ค่า b*
	PS*	C	ST			
1	0	0	5	58.07±0.63**	3.14±0.12	13.63±0.53
2	0.092	0	5	58.50±0.32	3.29±0.05	13.98±0.19
3	0	60	5	58.94±0.31	3.83±0.08	14.30±0.38
4	0.092	60	5	59.34±0.40	3.80±0.07	13.08±0.42
5	0	0	35	54.64±0.48	4.06±0.10	13.19±0.47
6	0.092	0	35	58.26±0.25	2.60±0.03	13.18±0.29
7	0	60	35	55.21±0.61	3.56±0.07	13.15±0.69
8	0.092	60	35	58.11±0.16	2.81±0.10	13.64±0.56
9	0.046	30	20	57.45±0.27	3.64±0.17	13.51±0.44
10	0.046	30	20	60.44±0.37	4.01±0.11	13.10±0.45
11	0.046	30	20	59.36±0.29	3.33±0.05	13.94±0.38
12	0.046	30	20	59.36±0.49	3.13±0.10	13.12±0.42

*PS คือปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท(ร้อยละ) C คือการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บ (องศาเซลเซียส)

** คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาหมักกึ่งแห้งในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			จุลินทรีย์ทั้งหมด	เชื้อยีสต์และเชื้อรา
	PS*	C	ST	(log โคโลนี/กรัม)	(log โคโลนี/กรัม)
1	0	0	5	6.90±0.04**	5.86±0.11
2	0.092	0	5	6.05±0.01	5.50±0.08
3	0	60	5	6.88±0.12	5.28±0.07
4	0.092	60	5	6.71±0.01	5.61±0.05
5	0	0	35	6.95±0.03	5.32±0.07
6	0.092	0	35	5.78±0.05	4.87±0.04
7	0	60	35	6.32±0.08	4.73±0.09
8	0.092	60	35	6.60±0.05	5.11±0.00
9	0.046	30	20	6.11±0.03	5.88±0.02
10	0.046	30	20	6.55±0.02	5.27±0.01
11	0.046	30	20	5.81±0.11	5.18±0.02
12	0.046	30	20	6.94±0.01	5.95±0.04

* PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ), C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บ (องศาเซลเซียส)

** คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

จากการทดลองเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้ง 12 สิ่งทดลอง พบว่าปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส (สิ่งทดลองที่ 5 – 8) เมื่อเก็บรักษาได้ 7 วัน ผลิตภัณฑ์เริ่มแสดงลักษณะเสื่อมเสีย และเมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน ผลิตภัณฑ์แสดงลักษณะเสื่อมเสียเป็นอย่างมาก จนบริโภคไม่ได้ ดังนั้นจึงวิเคราะห์คุณภาพของสิ่งทดลองเหล่านี้เมื่อมีอายุการเก็บ 0 , 7 และ 14 วัน เท่านั้น สำหรับปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (สิ่งทดลองที่ 9 – 12) เมื่อเก็บรักษาได้ 35 วัน พบว่าลักษณะทั่วๆ ไปของผลิตภัณฑ์ยังดีอยู่ แต่พบจุดเล็กๆ สีชมพูของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์บนชิ้นปลาหมักกึ่งแห้งบางชิ้น ดังนั้นจึงวิเคราะห์คุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งเหล่านี้ตั้งแต่วันเริ่มต้นจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บ 35 วัน เท่านั้น ส่วนปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (สิ่งทดลองที่ 1 – 4) พบว่าแม้ว่าจะเก็บรักษาเป็นเวลา 91 วัน แต่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะดีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น ดังนั้นจึงวิเคราะห์คุณภาพของสิ่งทดลองเหล่านี้ตั้งแต่วันเริ่มต้นจนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา 91 วัน ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่างๆ ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของปลาหมักกึ่งแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษา

- **ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์**

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.7 และรูป 4.7 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา และค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ พบว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของทุกๆ สิ่งทดลอง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Collins and Yu (1975) ซึ่งได้เก็บรักษาปลาดุก (catfish) ทอด ไว้ในขวดแก้วปิดสนิท โดยพบว่าระหว่างการเก็บรักษาปลาดุกทอดที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์จะคงที่ที่ค่าเฉลี่ย 0.799 การที่ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงอาจจะเนื่องจากว่าปลาหมักกึ่งแห้งได้บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกซึ่งเป็นฟิล์ม 2 ชั้น ชั้นในเป็น LLDPE และชั้นนอกเป็น nylon ซึ่งฟิล์ม LLDPE สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำเข้าหรือออกจากถุงได้ดี ส่วน nylon เป็นฟิล์มที่มีความเหนียวสูง สามารถต้านทานแรงทิ่มทะลุและการขัดสีได้เป็นอย่างดี (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2533) จึงลดโอกาสที่ถุงจะถูกเจาะเป็นรูหากถูกก้างปลาทิ่ม

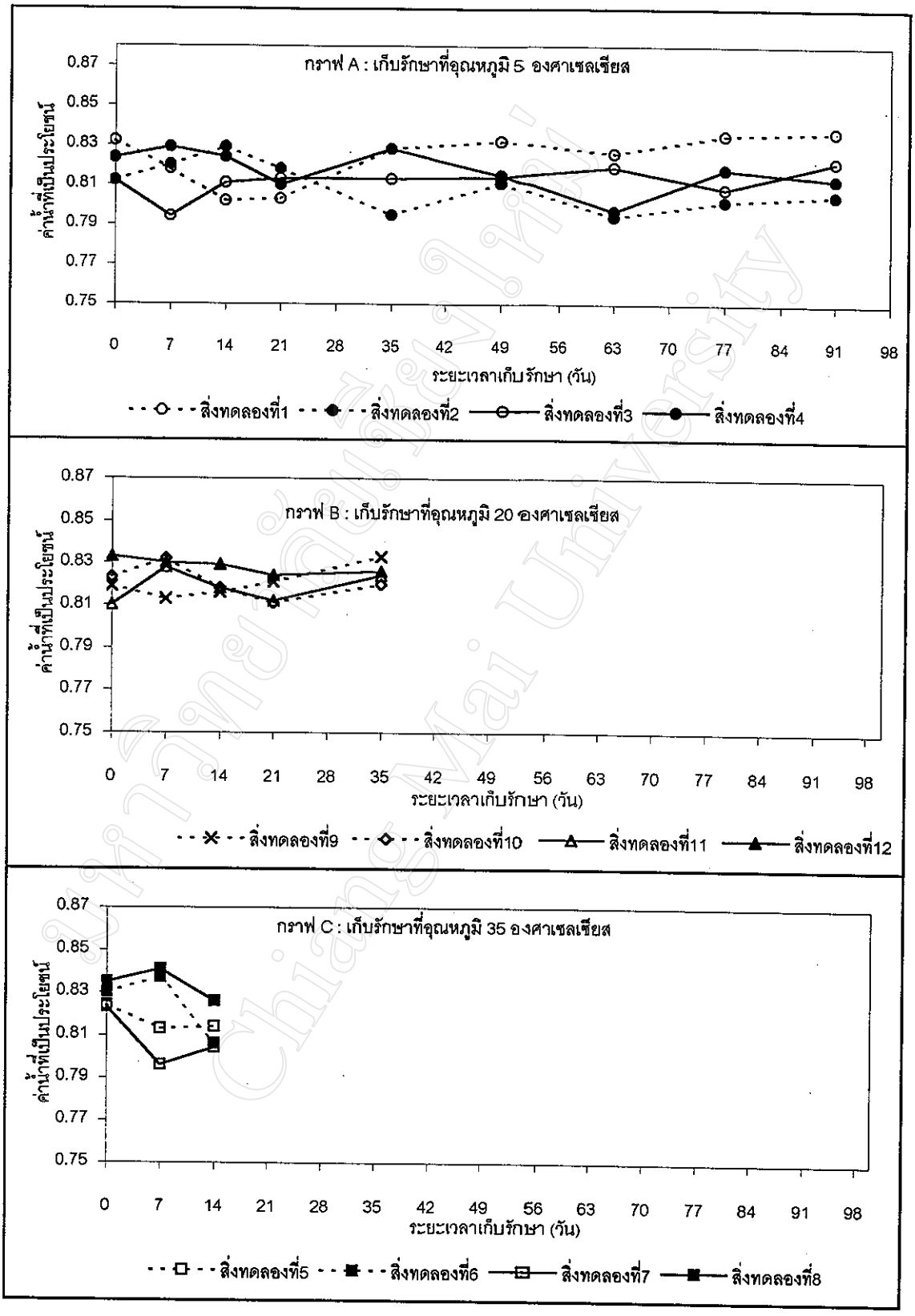
ตาราง 4.7 ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	0.832±0.004*	0.818±0.010	0.802±0.009	0.803±0.013	0.828±0.011	0.832±0.009	0.826±0.006	0.835±0.013	0.837±0.015
2	0.092	0	5	0.812±0.008	0.820±0.012	0.829±0.015	0.818±0.013	0.795±0.008	0.811±0.004	0.794±0.006	0.802±0.001	0.805±0.018
3	0	60	5	0.812±0.012	0.794±0.007	0.811±0.007	0.813±0.013	0.813±0.008	0.814±0.014	0.819±0.008	0.808±0.008	0.822±0.014
4	0.092	60	5	0.835±0.002	0.829±0.014	0.824±0.011	0.810±0.010	0.828±0.011	0.815±0.010	0.797±0.006	0.818±0.009	0.813±0.011
5	0	0	35	0.824±0.007	0.813±0.006	0.814±0.008	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	0.830±0.009	0.837±0.016	0.806±0.008	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	0.823±0.001	0.796±0.005	0.804±0.008	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	0.835±0.011	0.841±0.013	0.826±0.011	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	0.819±0.008	0.813±0.008	0.816±0.004	0.821±0.008	0.833±0.013	-	-	-	-
10	0.046	30	20	0.823±0.008	0.832±0.006	0.818±0.004	0.811±0.004	0.820±0.003	-	-	-	-
11	0.046	30	20	0.810±0.006	0.828±0.017	0.818±0.006	0.812±0.006	0.824±0.013	-	-	-	-
12	0.046	30	20	0.833±0.012	0.830±0.006	0.829±0.011	0.824±0.007	0.826±0.009	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) ,C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.7 การเปลี่ยนแปลงของค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

- **ปริมาณความชื้น**

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.8 และรูป 4.8 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง**ระยะเวลาเก็บรักษา**และ**ปริมาณความชื้น** พบว่าปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้งทุกสิ่งทดลอง (ยกเว้นสิ่งทดลองที่ 5 และ 9) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปลาหมักกึ่งแห้งได้บรรจุอยู่ในถุงที่สามารถกันการผ่านเข้าออกของไอน้ำได้ดีดังได้กล่าวมาแล้ว สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 และ 9 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

สิ่งทดลองที่ 5: ปริมาณความชื้น = 34.6642 – 0.1054 (ระยะเวลาการเก็บรักษา) $R^2 = 0.8138$; (2)
สิ่งทดลองที่ 9: ปริมาณความชื้น = 34.5870 + 0.0028 (ระยะเวลาการเก็บรักษา)^2 $R^2 = 0.9912$; (3)

หมายเหตุ ปริมาณความชื้น มีหน่วย ร้อยละ และระยะเวลาการเก็บรักษา มีหน่วย วัน

สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 แม้ว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์จะคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา แต่จากสมการที่ 2 แสดงว่าปริมาณความชื้นของของสิ่งทดลองนี้จะลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ดังแสดงในรูป 4.8 กราฟ C Collins and Yu (1975) ได้รายงานเช่นเดียวกันว่าระหว่างการเก็บรักษาปลาดุกทอดในขวดแก้วปิดสนิท ที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์จะคงที่แต่ปริมาณความชื้นจะลดลง โดยความชื้นที่หายไประหว่างการเก็บรักษาอาจถูกใช้ในปฏิกิริยาไฮโดรไลติค (hydrolytic reactions) ขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาสมการที่ 3 พบว่าสำหรับสิ่งทดลองที่ 9 นั้น ปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูป 4.8 กราฟ B แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของความชื้นนี้เช่นเดียวกับการเก็บรักษาปลาซาร์ดีนอบแห้งในถุง transpak vacuum pouch ซึ่งเป็นถุงที่กันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (Sophonphong, 1991) ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากปลาหมักกึ่งแห้งได้ดูดความชื้นที่มีอยู่ภายในถุงเข้าสู่เนื้อปลา โดยความชื้นภายในถุงมาจากการควบแน่นของไอน้ำถ้าหากเนื้อปลาที่ผ่านการอบแห้งแล้วยังเย็นลงไม่เพียงพอแต่ถูกนำมาบรรจุในถุง

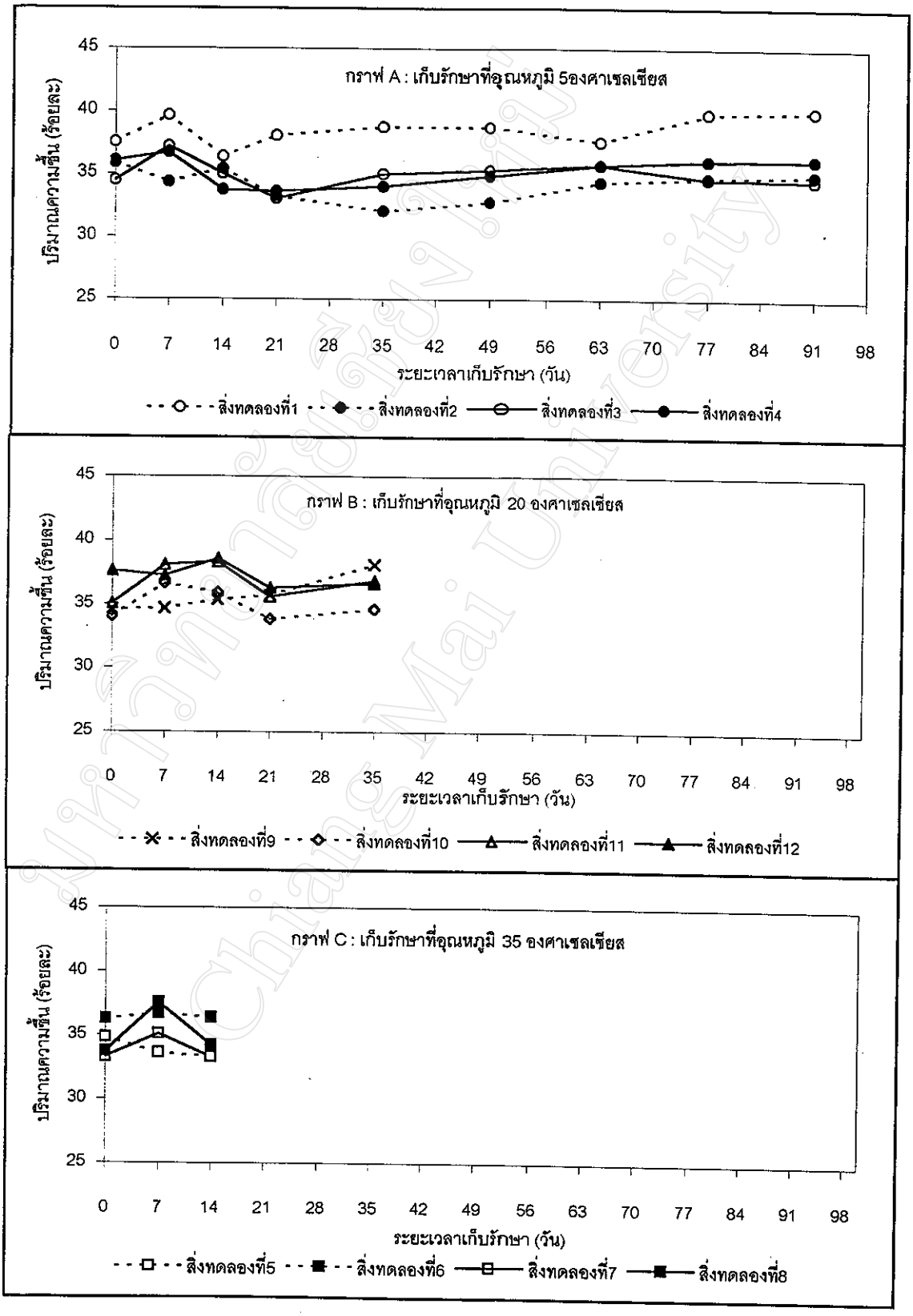
ตาราง 4.8 ปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	37.52±0.03*	39.63±0.21	36.35±0.02	38.05±0.15	38.71±0.08	38.71±0.10	37.60±0.14	39.85±0.59	39.98±0.45
2	0.092	0	5	35.85±0.25	34.34±0.11	35.43±0.35	33.24±0.13	32.05±0.37	32.80±0.04	34.37±0.01	34.77±0.01	34.95±0.11
3	0	60	5	34.45±0.13	37.17±0.26	35.01±0.10	33.03±0.02	34.98±0.11	35.31±0.40	35.75±0.45	34.66±0.18	34.53±0.15
4	0.092	60	5	36.03±0.16	36.69±0.28	33.73±0.16	33.62±0.25	34.03±0.21	34.89±0.20	35.72±0.09	36.10±0.21	36.17±0.04
5	0	0	35	34.82±0.16	33.63±0.42	33.34±0.16	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	36.28±0.13	36.70±0.03	36.38±0.11	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	33.28±0.08	35.10±0.11	33.28±0.07	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	33.72±0.03	37.53±0.18	34.26±0.45	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	34.56±0.52	34.66±0.20	35.36±0.74	35.70±0.18	38.09±0.35	-	-	-	-
10	0.046	30	20	34.01±0.40	36.63±0.25	35.91±0.10	33.83±0.01	34.60±0.04	-	-	-	-
11	0.046	30	20	35.02±0.25	38.05±0.08	38.31±0.13	35.58±0.40	36.82±0.09	-	-	-	-
12	0.046	30	20	37.58±0.08	37.23±0.33	38.56±0.18	36.27±0.39	36.63±0.06	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

- **ปริมาณกรดซอร์บิค**

จากแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial experiment in CRD with 4 center points ในตาราง 4.3 หมายความว่าสิ่งทดลองที่ 1 , 3 , 5 และ 7 เป็นการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งโดยไม่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบท สิ่งทดลองที่ 2 , 4 , 6 และ 8 เป็นการผลิตปลาหมักกึ่งแห้งที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 ส่วนสิ่งทดลองที่ 9 , 10 , 11 และ 12 เป็นปลาหมักกึ่งแห้งที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.046 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิคในผลิตภัณฑ์ที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทที่ช่วงเวลาเก็บรักษาต่างๆ แสดงในตาราง 4.9 และรูป 4.9 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและปริมาณกรดซอร์บิค พบว่าสิ่งทดลองที่ 12 ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดซอร์บิคในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในสิ่งทดลองอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและปริมาณกรดซอร์บิค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 4 - 10

สิ่งทดลองที่ 2 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 757.523 - 1.8970 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.8768; (4)

สิ่งทดลองที่ 4 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 777.227 - 2.1180 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.8138; (5)

สิ่งทดลองที่ 6 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 804.900 - 39.261 (ระยะเวลาเก็บรักษา)
+1.347 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.9971; (6)

สิ่งทดลองที่ 8 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 810.500- 18.6464 (ระยะเวลาเก็บรักษา)
+2.327 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.9980; (7)

สิ่งทดลองที่ 9 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 384.796 – 2.5932 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.7809; (8)

สิ่งทดลองที่ 10 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 382.719 – 2.6792 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.8258; (9)

สิ่งทดลองที่ 11 สมการคือ :

ปริมาณกรดซอร์บิค = 389.499 – 4.1168 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9505; (10)

<u>หมายเหตุ</u> ปริมาณกรดซอร์บิค มีหน่วย มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

จากรูป 4.9 พบว่าปริมาณกรดซอร์บิคของปลาหมักกึ่งแห้งทุกๆ สิ่งทดลองมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น สำหรับสิ่งทดลองที่ 12 แม้ว่าจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่เส้นกราฟในรูป 4.9 กราฟ B ก็แสดงให้เห็นแนวโน้มของการลดลงของปริมาณกรดซอร์บิคในผลิตภัณฑ์เช่นกัน การลดลงของ

ปริมาณกรดซอร์บิคเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นนี้ ให้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Zamora and Zaritzky (1987) ซึ่งได้ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทกับเนื้อวัว แล้วเก็บรักษาเนื้อวัวที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การลดลงของปริมาณกรดซอร์บิคอาจเนื่องจากกรดซอร์บิคได้ทำหน้าที่ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในปลาหมักกึ่งแห้ง และเนื่องจากกรดซอร์บิคมีโครงสร้างเหมือนกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงสลายไปได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกิดเป็นสารประกอบคาร์บอนิลชนิดต่างๆ ได้แก่ โครโตนัลดีไฮด์ มาโลนัลดีไฮด์ อะเซตัลดีไฮด์ และเบต้าคาร์บอกซิแลคโตลีน (Sofos and Busta ,1993)

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของระยะเวลาเก็บรักษาจากสมการที่ 4 – 10 พบว่าสิ่งทดลองที่ 6 และ 8 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยสูงที่สุด รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 9, 10 และ 11 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่วนสิ่งทดลองที่ 2 และ 4 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยน้อยที่สุด แสดงให้เห็นแนวโน้มว่ายิ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้นการลดลงของกรดซอร์บิคยิ่งสูงตามไปด้วย เนื่องจากความร้อนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดซอร์บิคได้ (Sofos and Busta ,1993) ดังจะเห็นได้จากรูป 4.9 กราฟ B จะเห็นว่าสิ่งทดลองที่ 6 และ 8 ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดซอร์บิคได้ลดลงรวดเร็วมาก (กรดซอร์บิคลดลง 20.4 และ 19.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ) รองลงไปคือสิ่งทดลองที่ 9 , 10 และ 11 ซึ่งเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส (กรดซอร์บิคลดลง 3.0, 3.18 และ 4.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ) ดังรูป 4.9 กราฟ A ส่วนสิ่งทดลองที่ 2 และ 4 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การลดลงของกรดซอร์บิคจะช้าที่สุด (กรดซอร์บิคลดลง 2.4 และ 2.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ)

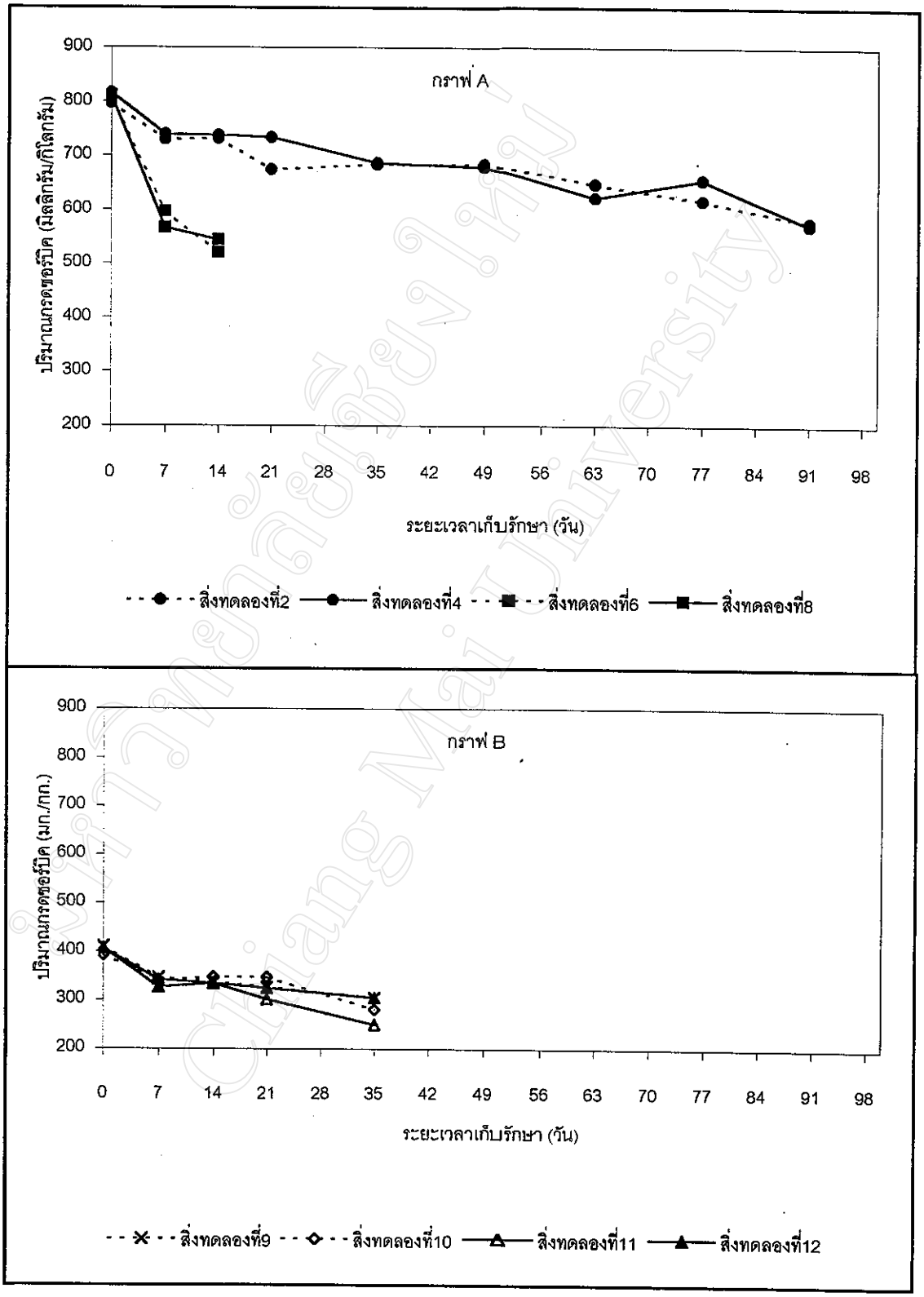
ตาราง 4.9 ปริมาณกรดซอร์บิคของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ปริมาณกรดซอร์บิค (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.092	0	5	796.6±16.0*	729.5±14.4	731.1±6.4	674.3±19.9	683.6±3.1	683.2±12.0	647.6±17.9	617.2±10.1	577.4±10.7
3	0	60	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.092	60	5	814.7±0.4	739.6±8.1	737.1±8.8	733.7±16.0	686.5±11.2	678.6±5.1	621.8±1.0	655.1±10.7	571.8±6.5
5	0	0	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	804.9±3.0	596.1±15.6	519.4±0.8	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	810.5±3.0	566.0±9.5	543.5±16.8	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	410.2±16.5	345.1±31.7	337.5±12.0	326.4±17.2	305.1±9.8	-	-	-	-
10	0.046	30	20	392.0±7.2	341.0±5.9	346.8±6.8	346.8±15.0	280.7±3.1	-	-	-	-
11	0.046	30	20	404.6±16.3	341.0±7.7	334.1±3.5	301.3±8.6	249.5±32.2	-	-	-	-
12	0.046	30	20	405.5±16.1	326.2±19.7	334.2±1.9	324.0±14.0	304.6±7.4	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซอร์บิคของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ

- **pH**

ผลการวิเคราะห์ pH ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.10 และรูป 4.10 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเชิงสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงระหว่าง**ระยะเวลาเก็บรักษาและ pH** พบว่า pH ของสิ่งทดลองที่ 4, 10 และ 11 ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆได้สมการความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บกับ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 11–19

สิ่งทดลองที่ 1 : pH = 6.2053 – 0.0010 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.6594$; (11)

สิ่งทดลองที่ 2 : pH = 6.2467 – 0.0011 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.8563$; (12)

สิ่งทดลองที่ 3 : pH = 6.2153 – 0.0010 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.7086$; (13)

สิ่งทดลองที่ 5 : pH = 6.2700 – 0.0450 (ระยะเวลาเก็บรักษา) + 0.0020 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2 = 0.9992$; (14)

สิ่งทดลองที่ 6 : pH = 6.2383 – 0.0107 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.9726$; (15)

สิ่งทดลองที่ 7 : pH = 6.2650 – 0.0496 (ระยะเวลาเก็บรักษา) + 0.0023 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2 = 0.9968$; (16)

สิ่งทดลองที่ 8 : pH = 6.2550 – 0.0264 (ระยะเวลาเก็บรักษา) + 0.0010 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2 = 0.9969$; (17)

สิ่งทดลองที่ 9 : pH = 6.1689 – 0.0034 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.7842$; (18)

สิ่งทดลองที่12 : pH = 6.2123 – 0.0043 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2 = 0.8136$; (19)

<u>หมายเหตุ</u> ระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

จากรูป 4.10 พบว่า pH ของปลาหมักกึ่งแห้งทุกๆ สิ่งทดลอง มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น สำหรับสิ่งทดลองที่ 4 ,10 และ 11 แม้ว่าจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษากับ pH แต่เมื่อสังเกตกราฟในรูป 4.10 กราฟ A และ B ก็พบแนวโน้มการลดลงของ pH เมื่อเวลาในการเก็บนานขึ้น Collins and Yu (1975) ได้รายงานการลดลงของ pH ของปลาดุกทอดในระหว่างการเก็บรักษาด้วยเช่นกัน การลดลงของ pH ของปลาหมักกึ่งแห้งและปลาดุกทอด แสดงว่าจะต้องมีปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์ทั้งสองเพิ่มขึ้น โดยปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีน้ำตาลอยู่ด้วย ดังนั้นจึงอาจมีจุลินทรีย์บางชนิดสามารถใช้น้ำตาลในผลิตภัณฑ์แล้วเปลี่ยนเป็นกรดขึ้นมาแทนที่

จากกราฟ 4.10 ยังพบว่าสิ่งทดลองที่ 5 - 8 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส pH จะลดลงรวดเร็วที่สุด รองลงไปคือสิ่งทดลองที่ 9 - 12 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ส่วนสิ่งทดลองที่ 1 – 4 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า pH มีแนวโน้มลดลงช้าที่สุด แสดงว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อ pH ของผลิตภัณฑ์ โดยยิ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงยิ่งทำให้ pH ลดลงรวดเร็วขึ้น

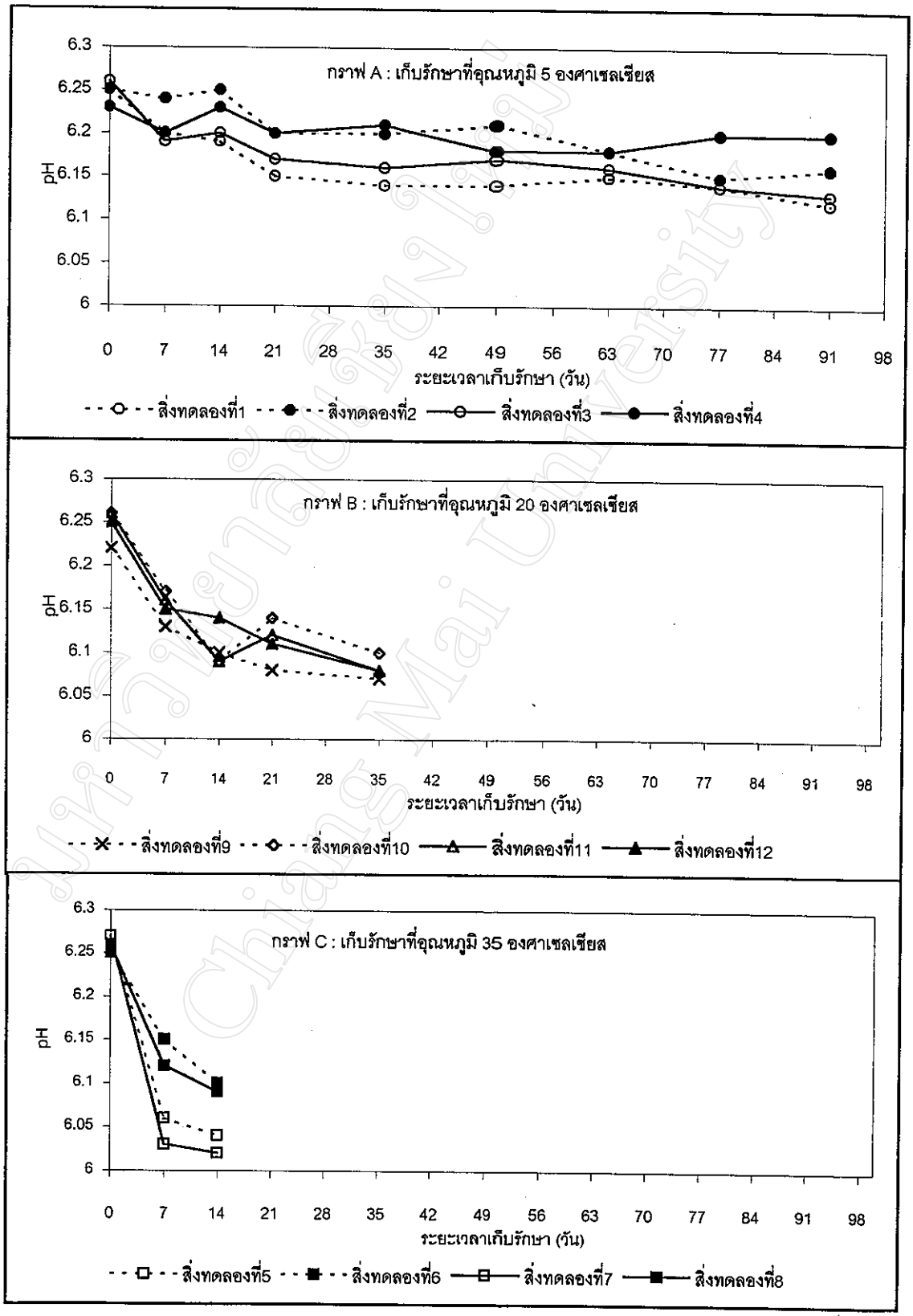
ตาราง 4.10 pH ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			pH								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.25±0.01*	6.20±0.00	6.19±0.00	6.15±0.01	6.14±0.01	6.14±0.00	6.15±0.01	6.14±0.00	6.12±0.01
2	0.092	0	5	6.25±0.01	6.24±0.02	6.25±0.01	6.20±0.01	6.20±0.00	6.21±0.00	6.18±0.00	6.15±0.01	6.16±0.00
3	0	60	5	6.26±0.00	6.19±0.01	6.20±0.01	6.17±0.00	6.16±0.00	6.17±0.01	6.16±0.01	6.14±0.01	6.13±0.00
4	0.092	60	5	6.23±0.00	6.20±0.01	6.23±0.00	6.20±0.00	6.21±0.01	6.18±0.01	6.18±0.01	6.20±0.01	6.20±0.00
5	0	0	35	6.27±0.00	6.06±0.01	6.04±0.00	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	6.25±0.01	6.15±0.00	6.10±0.01	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	6.27±0.01	6.03±0.00	6.02±0.01	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.26±0.01	6.12±0.00	6.09±0.01	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.22±0.01	6.13±0.01	6.10±0.00	6.08±0.00	6.07±0.00	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.26±0.00	6.17±0.00	6.09±0.01	6.14±0.01	6.10±0.01	-	-	-	-
11	0.046	30	20	6.26±0.00	6.16±0.00	6.09±0.00	6.12±0.00	6.08±0.01	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.25±0.01	6.15±0.01	6.14±0.01	6.11±0.01	6.08±0.01	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

- **TVN (total volatile nitrogen)**

ผลการวิเคราะห์ TVN ของปลาหมักกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา แสดงในตาราง 4.11 และรูป 4.11 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและ **TVN** พบว่าค่า TVN ของสิ่งทดลองที่ 11 และ 12 ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 20 – 29

สิ่งทดลองที่ 1 :	TVN = 53.4450 + 0.00965(ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.7653; (20)
สิ่งทดลองที่ 2 :	TVN = 54.1643 + 0.0993 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.7911; (21)
สิ่งทดลองที่ 3 :	TVN = 54.8070 + 0.0816 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.6929; (22)
สิ่งทดลองที่ 4 :	TVN = 54.6790 + 0.1104 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.8417; (23)
สิ่งทดลองที่ 5 :	TVN = 52.6308 + 2.5582 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.9516; (24)
สิ่งทดลองที่ 6 :	TVN = 51.4308 + 1.9546 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.9812; (25)
สิ่งทดลองที่ 7 :	TVN = 52.6475 + 2.4539 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.9946; (26)
สิ่งทดลองที่ 8 :	TVN = 52.1575 + 1.7318 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.9333; (27)
สิ่งทดลองที่ 9 :	TVN = 53.6891 + 0.2011 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.8769; (28)
สิ่งทดลองที่10 :	TVN = 52.2430 + 0.2570 (ระยะเวลาเก็บรักษา)	R^2 =0.8615; (29)

หมายเหตุ TVN มีหน่วย มิลลิกรัม/100 กรัม และระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

พบว่าสมการทั้งหมดมีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของระยะเวลาเก็บรักษาเป็นบวก แสดงว่าเมื่อเก็บรักษาปลาหมักเป็นเวลานานขึ้นปริมาณ TVN ของปลาหมักกึ่งแห้งจะเพิ่มขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาอื่นๆ เช่น ปลา mackerel แช่แข็ง (Chinnamma et al., 1995) ปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมและปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรพัฒนา (จิตรา, 2540) ปลาเค็ม (Bhandary, 1989) Ambul Thiyal ซึ่งเป็น tuna fish curry ของประเทศศรีลังกา (Amarasinghe and Jayaweera, 1995) และ Kamaboko ซึ่งเป็น elastic fish cake ของประเทศญี่ปุ่น โดยปริมาณ TVN เพิ่มขึ้นได้เนื่องจากมีแบคทีเรียประเภท putrefactive bacteria ที่สามารถสลายโปรตีนและอนุพันธ์ของโปรตีนไปเป็นแอมโมเนีย ไตรเมทธิลเอมีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และฮีสตามีน ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของค่า TVN แสดงให้ทราบว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง (Irianto et al., 1995)

เมื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของสมการที่ 20 – 29 พบว่าสมการที่ 24 – 27 ซึ่งเป็นการเก็บปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยสูงที่สุด ทำให้ปริมาณ TVN มีการเพิ่มอย่างรวดเร็วมาก ดังแสดงในรูป 4.11 กราฟ C ซึ่งปลาหมักกึ่งแห้งเหล่านี้เริ่มแสดงลักษณะเสื่อมเสียเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีปริมาณ TVN เท่ากับ 74.67$\pm$2.67, 65.05$\pm$3.68, 69.21$\pm$2.21 และ 67.13$\pm$1.48 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ

และในวันที่ 14 ได้แสดงลักษณะเสื่อมเสียมากจนบริโภคไม่ได้ พบว่ามีปริมาณ TVN เท่ากับ 86.38±0.00 ,78.83±0.37, 87.16±0.37 และ 74.98±2.14 มิลลิกรัม/100กรัม

สำหรับสมการที่ 28 และ 29 ซึ่งเป็นการเก็บปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยมากกว่าสมการที่ 20 – 23 ซึ่งเป็นการเก็บปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เล็กน้อย เมื่อพิจารณารูป 4.11 กราฟ A และ B จะเห็นว่าค่า TVN ของสิ่งทดลองที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 และ 20 องศาเซลเซียส มีค่าใกล้เคียงกันและเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เพราะมีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยต่ำ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

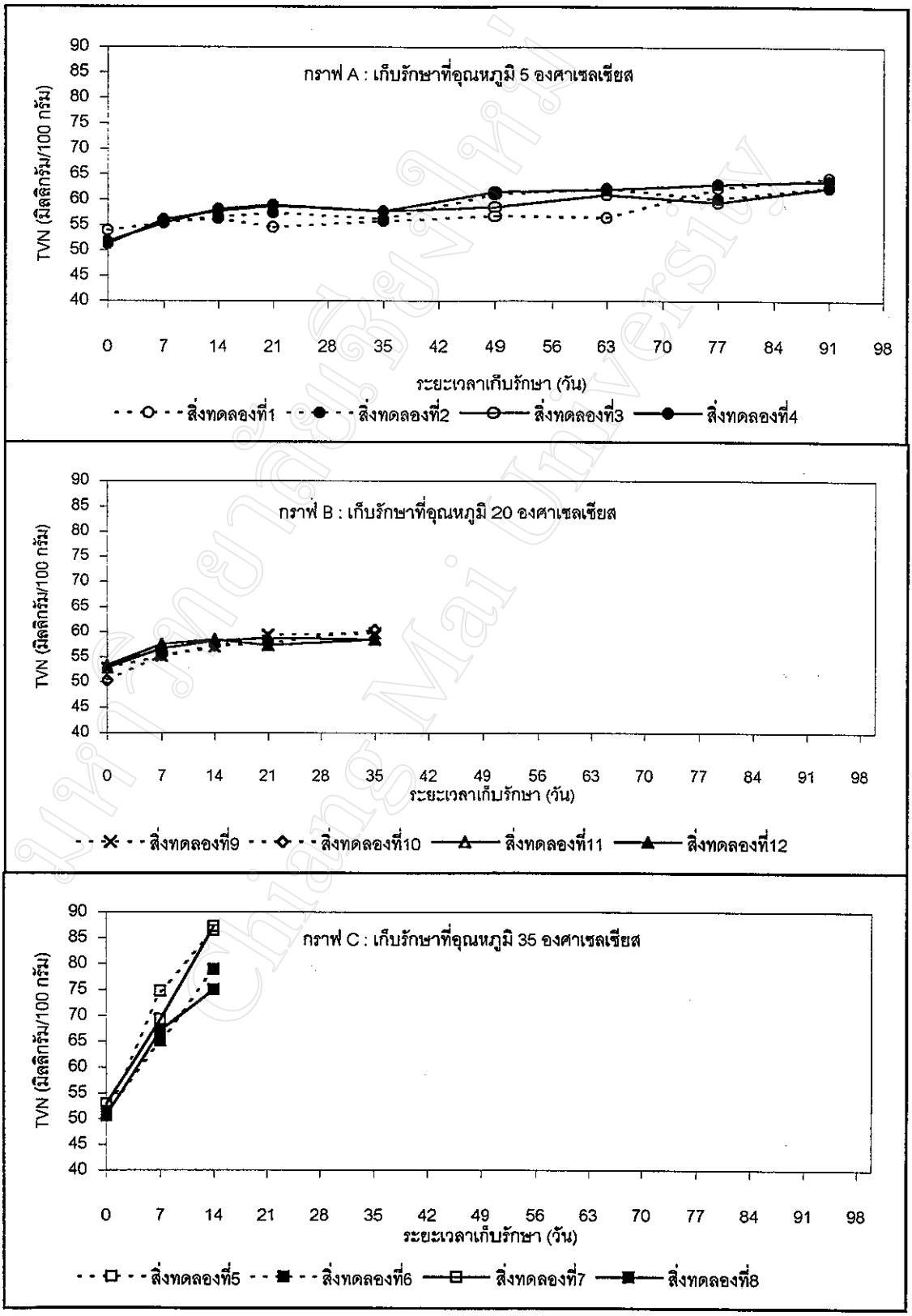
ตาราง 4.11 ค่า TVN ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			ค่า TVN (มิลลิกรัม/100 กรัม)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	53.86±1.84*	55.37±0.45	56.25±0.81	54.53±0.44	55.73±1.25	56.77±0.37	56.41±0.59	62.24±2.95	64.32±2.79
2	0.092	0	5	51.62±1.33	55.58±0.59	56.51±0.59	57.35±1.62	56.10±1.92	61.04±0.66	62.13±1.33	60.15±0.30	62.50±0.95
3	0	60	5	51.24±1.47	55.99±0.74	57.66±1.03	58.70±0.15	57.66±0.59	58.49±0.30	60.94±3.46	59.43±0.29	62.34±2.35
4	0.092	60	5	51.78±1.85	55.32±0.52	58.02±1.40	58.85±0.07	57.61±0.22	61.40±1.17	61.97±0.37	62.96±2.21	63.64±1.99
5	0	0	35	50.57±2.72	74.67±2.57	86.38±0.00	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	51.47±0.81	65.05±3.68	78.83±0.37	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	52.96±0.22	69.21±2.21	87.16±0.37	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	50.74±3.32	67.13±1.48	74.98±2.14	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	52.79±0.15	55.16±1.47	56.98±0.37	59.32±0.74	59.69±3.16	-	-	-	-
10	0.046	30	20	50.38±2.57	55.27±1.62	57.24±0.00	57.76±0.00	60.36±2.94	-	-	-	-
11	0.046	30	20	52.85±1.03	56.72±1.47	58.13±0.52	58.80±0.00	58.49±0.59	-	-	-	-
12	0.046	30	20	53.34±0.37	57.50±2.14	58.44±1.99	57.35±1.32	58.44±1.25	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.11 การเปลี่ยนแปลงค่า TVN ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

- **Thiobarbituric acid value (TBA value)**

ผลการวิเคราะห์ TBA value ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.12 และ รูป 4.12 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างระยะเวลาเก็บรักษา และ **TBA value** พบว่า TBA value ของสิ่งทดลองที่ 5 – 7 และ 9 – 12 ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองที่ 1 – 4 และ 8 ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง TBA value และระยะเวลาการเก็บรักษา ดังสมการที่ 30 - 34

สิ่งทดลองที่ 1 : TBA value = 15.5248 + 0.1085 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $- 8.473 \times 10^{-4}$ (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.7829$; (30)

สิ่งทดลองที่ 2 : TBA value = 14.5784 + 0.0014 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2=0.6655$; (31)

สิ่งทดลองที่ 3 : TBA value = 15.6200 + 0.0596 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.8826$; (32)

สิ่งทดลองที่ 4 : TBA value = 13.9913 + 0.0627 (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.6604$; (33)

สิ่งทดลองที่ 8 : TBA value = 14.3410 – 0.0525(ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2=0.9855$; (34)

หมายเหตุ TBA value มีหน่วย มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม และระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

เนื่องจากเนื้อปลาอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่ 4 – 9 พันธะ ไขมันในเนื้อปลาจึงมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้เป็นสารประกอบอัลดีไฮด์ (Irianto et al., 1995) สามารถวิเคราะห์ระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้โดยการวิเคราะห์หาค่า TBA value ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดไธโอบาร์บิทูริคและมาโลนัลดีไฮด์ หากวิเคราะห์ได้ค่า TBA value สูงแสดงว่าผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมาก (Prior and Löliger, 1994)

จากรูป 4.12 กราฟ A พบว่า TBA value ของสิ่งทดลองที่ 1 – 4 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยในวันเริ่มต้นมี TBA value เท่ากับ 15.99 ± 1.60 , 14.71 ± 0.57 , 15.01 ± 0.11 และ 13.63 ± 0.02 มิลลิกรัมของมาโลนัล-ดีไฮด์/กิโลกรัม ตามลำดับ แล้วเพิ่มเป็น 18.79+0.25, 18.51+0.02, 20.49+0.07 และ 20.98+0.07 มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 4.12) โดยความสัมพันธ์ระหว่าง TBA value กับระยะเวลาในการเก็บรักษาของสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 เป็นแบบฟังก์ชั่นกำลังสอง (quadratic function) ส่วนของสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 เป็นแบบฟังก์ชั่นเส้นตรง (linear function) จากการเพิ่มขึ้นของ TBA value แสดงว่าในระหว่างการเก็บรักษามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันมากขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Irianto et al.(1995) ซึ่งทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ Komaboko ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

พิจารณากราฟ TBA value ของสิ่งทดลองที่ 9 – 12 (รูป 4.12 กราฟ B) พบว่าเส้นกราฟทั้ง 4 เส้นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็น 3 ช่วงดังนี้ ช่วงที่ 1 คือวันที่ 0 ถึงวันที่ 14 พบว่า TBA value มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ช่วงที่ 2 คือหลังจากวันที่ 14 ถึงวันที่ 21 พบว่า TBA value

มีแนวโน้มลดลง และช่วงสุดท้ายคือหลังจากวันที่ 21 ถึงวันที่ 35 พบว่า TBA value มีค่าค่อนข้างคงที่ อธิบายได้ว่าในช่วงวันที่ 0 ถึงวันที่ 14 มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น สำหรับช่วงที่ 2 การลดลงของ TBA value ไม่ได้หมายความว่าการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันลดลง แต่เป็นเพราะว่าในที่ที่อุณหภูมิสูงมาโลนัลดีไฮด์ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะไม่คงตัว สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไปเป็นสารอื่น และสามารถรวมตัวกับกับกรดอะมิโนหรือสารประกอบคาร์บอนิลอื่นๆ ได้ ส่งผลให้วิเคราะห์ค่า TBA value ได้ต่ำลง ลักษณะการลดลงของ TBA value เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นนี้เป็นเช่นเดียวกับการเก็บรักษาปลาซาร์ดีนเค็มอบแห้งทั้งที่บรรจุในถุงแบบบรรยากาศปกติ แบบสุญญากาศ และแบบใช้ก๊าซไนโตรเจน ที่ถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ (Sophonphong ,1991)

พิจารณารูป 4.12 กราฟ C พบว่าเส้นกราฟของสิ่งทดลองที่ 5 ,6 และ 7 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็น 2 ช่วงดังนี้ ช่วงที่ 1 คือวันที่ 0 ถึงวันที่ 7 พบว่า TBA value มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าในช่วงนี้ผลิตภัณฑ์เกิดออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้น และช่วงที่ 2 คือหลังจากวันที่ 7 ถึงวันที่ 14 พบว่า TBA value มีแนวโน้มลดลง สำหรับเส้นกราฟของสิ่งทดลองที่ 7 พบว่า TBA value มีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษาดังสมการที่ 34 สาเหตุของการลดลงของ TBA value อธิบายได้เช่นเดียวกับช่วงที่ 2 ของสิ่งทดลองที่ 9 – 12

จะเห็นว่า TBA value สามารถบอกระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันของสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้ดี แต่ไม่สามารถบอกระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 35 องศาเซลเซียสได้ ผลการทดลองในส่วนนี้เป็นการยืนยันการรายงานของ Sophonphong (1991) ที่ว่า TBA value เหมาะสำหรับวัดการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่เหมาะสำหรับวัดการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงและมีระยะเวลาเก็บรักษานานๆ

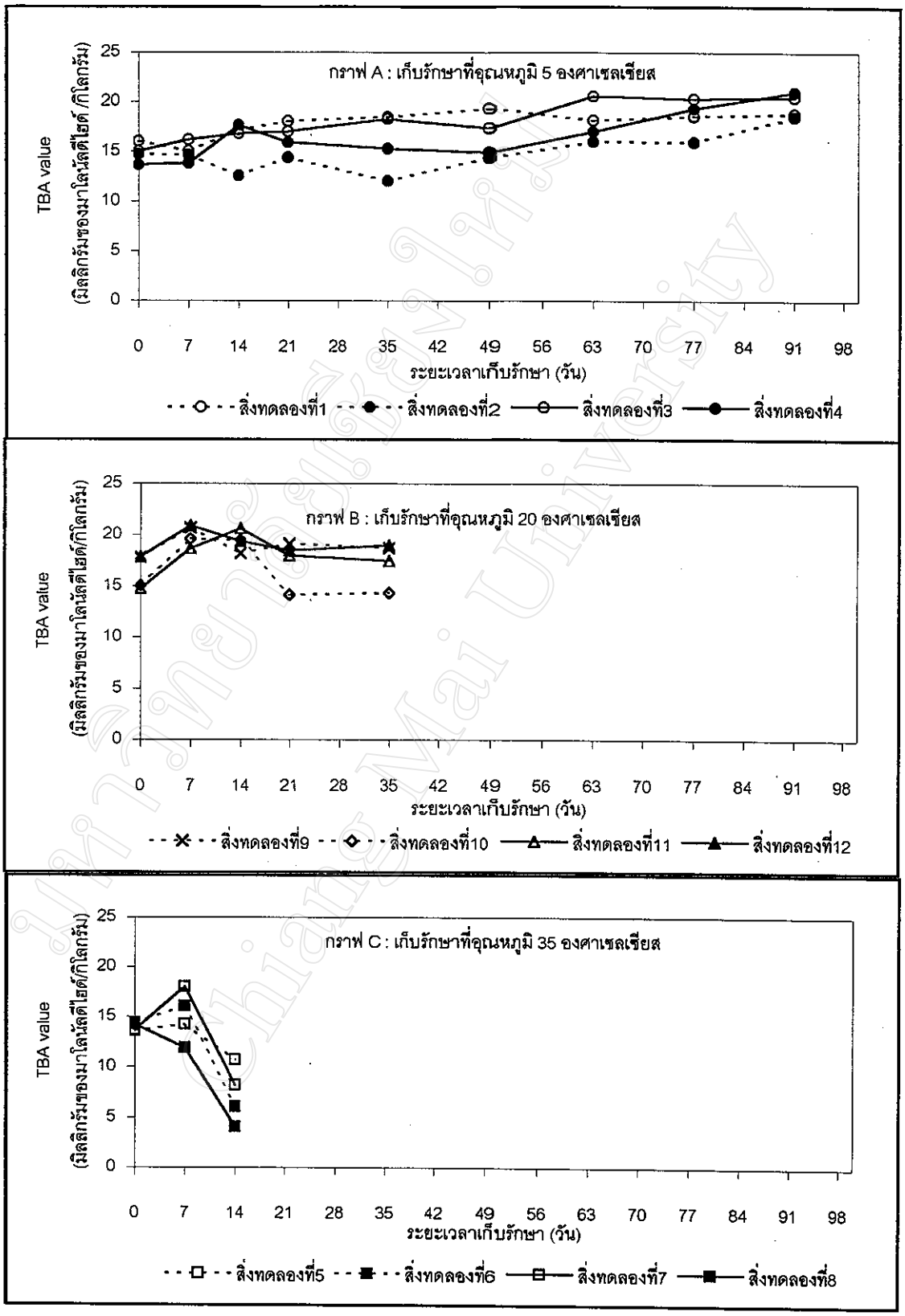
ตาราง 4.12 TBA value ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	รหัส			TBA value (มิลลิกรัมของมาโลนัลดีไฮด์ /กิโลกรัม)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	15.99±1.60*	14.98±0.65	17.11±0.47	18.03±0.03	18.45±0.14	19.34±0.02	18.15±0.15	18.56±0.06	18.79±0.25
2	0.092	0	5	14.71±0.57	14.63±0.85	12.57±1.15	14.40±0.20	12.02±0.38	14.37±0.45	15.98±0.02	15.95±0.58	18.51±0.02
3	0	60	5	15.01±0.11	16.16±0.62	16.79±1.57	16.97±0.26	18.21±1.22	17.33±0.04	20.55±0.04	20.33±0.06	20.49±0.07
4	0.092	60	5	13.63±0.02	13.78±0.36	17.63±0.58	15.86±0.17	15.24±0.82	14.91±0.15	16.97±0.08	19.30±0.32	20.98±0.07
5	0	0	35	13.62±0.31	14.29±1.31	10.75±0.01	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	14.38±0.04	16.06±0.85	6.07±0.31	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	13.66±1.14	18.03±0.51	8.21±0.12	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	14.24±0.23	11.91±0.59	4.03±1.11	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	17.81±0.72	20.69±0.07	18.21±0.20	19.09±0.11	18.70±0.24	-	-	-	-
10	0.046	30	20	15.03±0.80	19.61±0.17	19.54±0.80	14.13±0.51	14.36±0.52	-	-	-	-
11	0.046	30	20	14.76±0.43	18.66±0.69	20.61±0.40	17.98±0.72	17.47±0.23	-	-	-	-
12	0.046	30	20	17.85±0.47	20.86±0.15	19.39±0.43	18.48±0.11	18.97±0.39	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.12 การเปลี่ยนแปลงของ TBA value ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

3.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของปลาหมักกึ่งแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษา

- **ค่า L**

ผลการวิเคราะห์ค่า L ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.13 และ รูป 4.13 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาและค่า L พบว่าค่า L ของสิ่งทดลองที่ 2 , 4, 10 และ 12 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและค่า L อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 35 - 42

สิ่งทดลองที่ 1: ค่า L = 58.1190 – 0.0548 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.7046; (35)
สิ่งทดลองที่ 3: ค่า L = 57.1420 – 0.0339 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.4787; (36)
สิ่งทดลองที่ 5: ค่า L = 54.8627 – 0.4394 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9679; (37)
สิ่งทดลองที่ 6: ค่า L = 56.7673 – 0.6606 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.7348; (38)
สิ่งทดลองที่ 7: ค่า L = 54.7990 – 0.4519 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9250; (39)
สิ่งทดลองที่ 8: ค่า L = 57.3483 – 0.6190 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9126; (40)
สิ่งทดลองที่ 9: ค่า L = 57.3462 – 0.1056 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.8516; (41)
สิ่งทดลองที่11: ค่า L = 58.5453 – 0.1302 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.8871; (42)

หมายเหตุ ระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

จะเห็นว่าสมการทั้งหมดมีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยเป็นลบ แสดงว่าค่า L ของปลาหมักกึ่งแห้งจะลดลงหากระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น หรือหมายความว่าผลิตภัณฑ์มีความสว่างลดลง สำหรับสิ่งทดลองที่ 2 , 4 , 10 และ 12 แม้ว่าจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่จากรูป 4.13 กราฟ A และ B ก็พบแนวโน้มการลดลงของค่า L ด้วยเช่นกัน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการเก็บรักษาปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมและสูตรพัฒนาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 – 30 องศาเซลเซียส) (จิตรา, 2540) และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (จิตพัต, 2541) สาเหตุที่ปลาหมักกึ่งแห้งมีความสว่างลดลง อาจเนื่องจากมีการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช้เอนไซม์ระหว่างสารประกอบอะมิโนและสารประกอบอัลดีไฮด์ เพราะปลาหมักกึ่งแห้งอุดมไปด้วยโปรตีนและมีน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังมีสารประกอบอัลดีไอด์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน ผลของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะทำให้เกิด nitrogen containing pigment ที่เรียกว่า melanodins ซึ่งมีสีน้ำตาล (ไพโรจน์, 2539) โดยสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นในปลาหมักกึ่งแห้งจะทำให้ความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลงไป

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ไพโรจน์, 2539) จากการสังเกตค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของสมการที่ 35 – 42 พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 - 8 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยสูงที่สุด ทำให้ความสว่างของปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บที่อุณหภูมินี้ลดลงเร็วมากดังรูป 4.13 กราฟ C สำหรับสิ่งทดลองที่ 9 และ 11 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยต่ำกว่าสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่ 35 องศาเซลเซียส จึงมีแนวโน้มการลดลงของความสว่างน้อยกว่าดังรูป 4.13 กราฟ B สำหรับสิ่งทดลองที่ 1 และ 3 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยน้อยที่สุด ความสว่างจึงลดลงช้าที่สุดดังรูป 4.13 กราฟ A

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

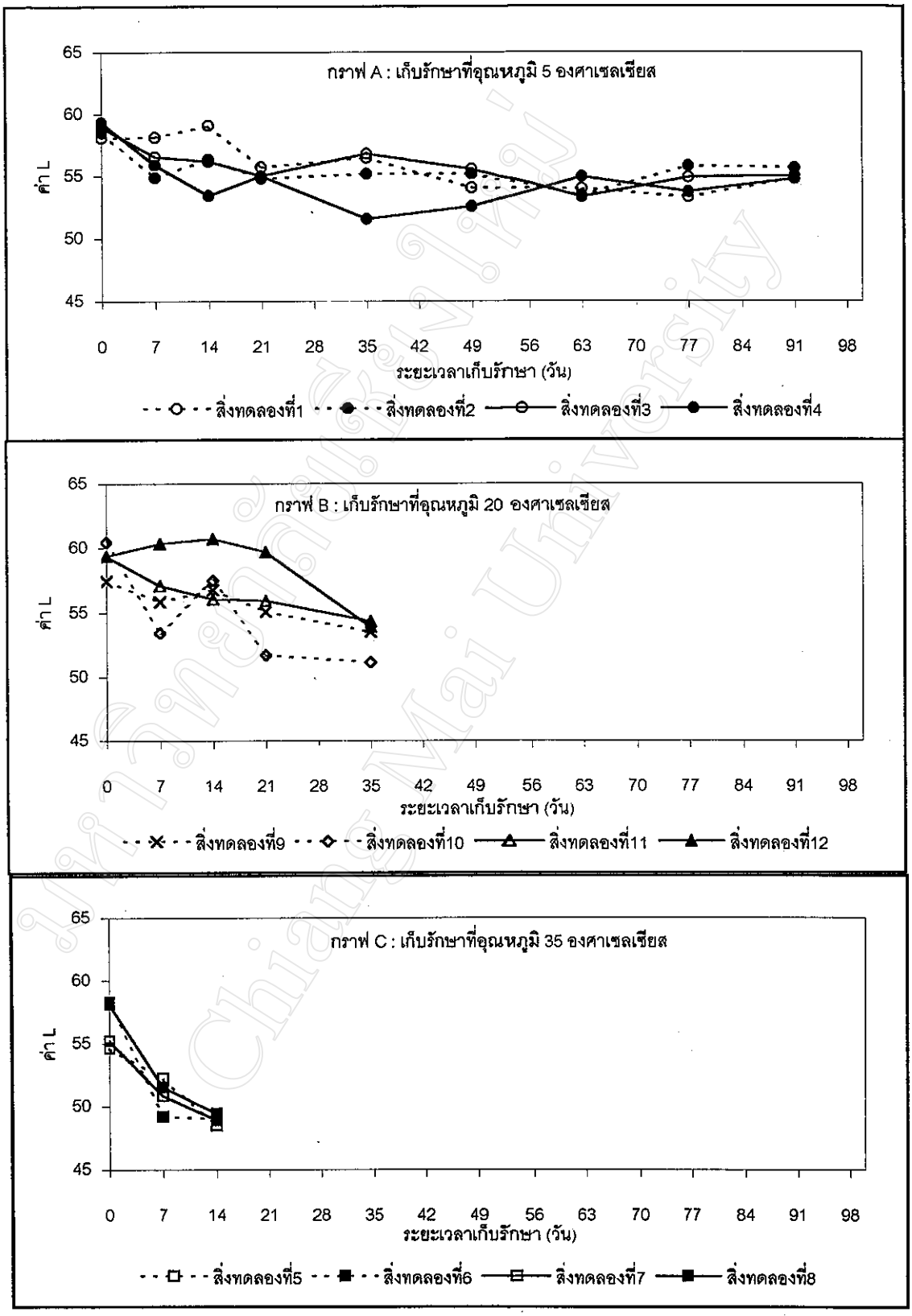
ตาราง 4.13 ค่า L ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	รหัส			ค่า L								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	58.07±0.63*	58.11±0.41	59.10±0.38	55.69±0.26	56.47±0.64	54.04±0.50	53.94±0.62	53.29±0.24	54.79±0.55
2	0.092	0	5	58.50±0.32	54.87±0.75	56.35±0.30	54.81±0.74	55.15±0.39	55.18±0.10	53.40±0.37	55.81±0.26	55.63±0.23
3	0	60	5	58.94±0.31	56.53±0.36	56.16±0.46	54.99±0.63	56.81±0.31	55.55±0.56	53.29±0.45	54.88±0.35	55.02±0.58
4	0.092	60	5	59.34±0.40	55.87±0.43	53.40±0.30	55.02±0.64	51.56±0.54	52.56±0.57	54.93±0.34	53.72±0.92	54.76±0.26
5	0	0	35	54.64±0.48	52.22±0.26	48.49±0.36	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	58.26±0.25	49.17±1.60	49.01±0.24	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	55.21±0.61	50.82±0.55	48.88±0.33	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	58.11±0.16	51.50±0.35	49.44±0.12	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	57.45±0.27	55.84±0.51	56.75±0.40	55.08±0.58	53.48±0.42	-	-	-	-
10	0.046	30	20	60.44±0.37	53.41±0.50	57.49±0.44	51.69±0.36	51.13±1.07	-	-	-	-
11	0.046	30	20	59.36±0.29	57.08±0.49	56.03±0.21	55.92±0.20	54.31±0.79	-	-	-	-
12	0.046	30	20	59.36±0.49	60.32±0.36	60.69±0.54	59.69±0.34	53.85±0.47	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

- ค่า a*

ผลการวิเคราะห์ค่า a* ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.14 และ รูป 4.14 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาและค่า a* พบว่าค่า a* ของสิ่งทดลองที่ 2 , 4 และ 10 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและค่า a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 43 – 51

สิ่งทดลองที่ 1 : ค่า a* = 3.5403 + 0.0204 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.6741 (43)

สิ่งทดลองที่ 3 : ค่า a* = 4.0393 + 0.0080 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.4843 (44)

สิ่งทดลองที่ 5 : ค่า a* = 4.0697 + 0.3481 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9814 (45)

สิ่งทดลองที่ 6 : ค่า a* = 2.6000 + 1.0564 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0442 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.9983 (46)

สิ่งทดลองที่ 7 : ค่า a* = 3.5640 + 0.050 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.9863 (47)

สิ่งทดลองที่ 8 : ค่า a* = 2.8100 + 0.8244 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0264 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.9923 (48)

สิ่งทดลองที่ 9 : ค่า a* = 3.7002 + 0.0019 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2=0.8397 (49)

สิ่งทดลองที่ 11 : ค่า a* = 3.2828 + 0.0681 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9353 (50)

สิ่งทดลองที่ 12 : ค่า a* = 3.0696 + 0.0664 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2=0.9880 (51)

หมายเหตุ ระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

จากตาราง 4.14 พบว่าค่า a* มีค่าบวกแสดงว่าเป็นค่าของสีแดง จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงว่าค่าสีแดงของสิ่งทดลองที่ 2 , 4 และ 10 มีค่าคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (รูป 4.14) หรือหมายความว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีแดงมากขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างค่า a* กับระยะเวลาในการเก็บรักษาตามสมการที่ 43 – 51 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการเก็บรักษาปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมและสูตรพัฒนา ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 – 30 องศาเซลเซียส) (จิตรา, 2540) และในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูป ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (จิตพัต, 2541)

จากรูป 4.14 พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 – 8 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีการเพิ่มขึ้นของค่า a* รวดเร็วที่สุด โดยในวันที่ 0 มีค่า a* เท่ากับ 4.06$\pm$0.10 , 2.60$\pm$0.03, 3.56$\pm$0.07 และ 2.81$\pm$0.10 ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 8.93$\pm$0.40, 8.72$\pm$0.19, 9.30$\pm$0.52 และ 9.17$\pm$0.13 ตามลำดับ ภายในเวลาเพียง 14 วัน (ตาราง 4.14) สำหรับสิ่งทดลองที่ 9 ,11 และ 12 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า a* ช้ากว่าสิ่งทดลองที่ 5 – 8 และสำหรับสิ่งทดลองที่ 1 และ 3 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการเพิ่มของค่า a* ช้าที่สุด แสดงว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า a* โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สูงขึ้นยิ่งทำให้การเพิ่มของค่า a* รวดเร็วขึ้น

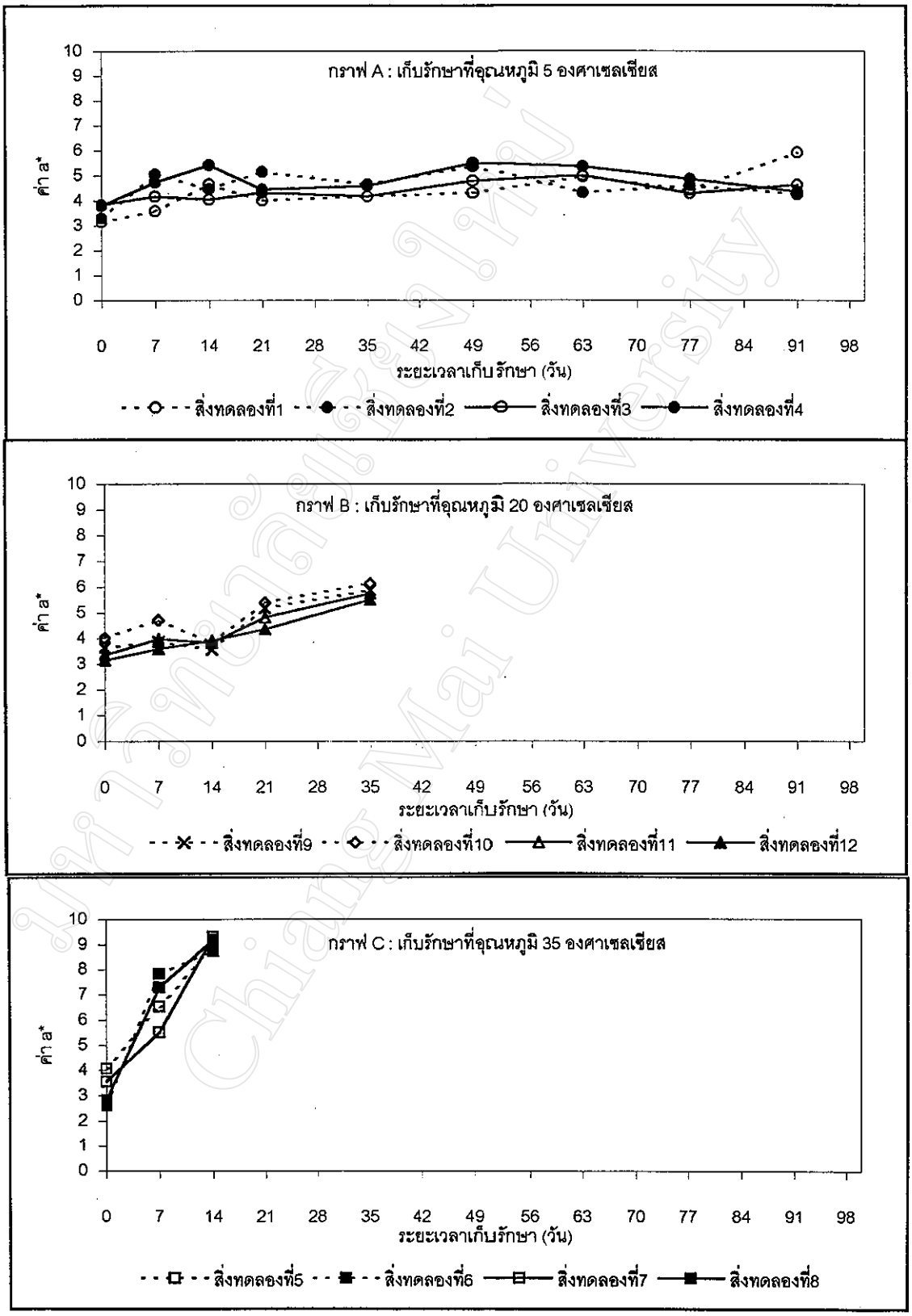
ตาราง 4.14 ค่า a* ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	รหัส			ค่า a*								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	3.14±0.12*	3.58±0.10	4.65±0.07	4.00±0.15	4.16±0.09	4.32±0.14	4.96±0.25	4.42±0.08	5.92±0.21
2	0.092	0	5	3.29±0.05	5.05±0.14	4.46±0.10	5.14±0.25	4.64±0.14	5.37±0.16	4.32±0.21	4.60±0.08	4.25±0.11
3	0	60	5	3.83±0.08	4.17±0.09	4.05±0.08	4.31±0.10	4.16±0.05	4.79±0.11	4.99±0.05	4.30±0.03	4.62±0.14
4	0.092	60	5	3.80±0.07	4.72±0.06	5.42±0.24	4.43±0.10	4.58±0.16	5.50±0.09	5.35±0.15	4.85±0.26	4.36±0.08
5	0	0	35	4.06±0.10	6.53±0.33	8.93±0.40	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	2.60±0.03	7.83±0.11	8.72±0.19	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	3.56±0.07	5.51±0.16	9.30±0.52	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	2.81±0.10	7.29±0.42	9.17±0.13	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	3.64±0.17	3.87±0.07	3.57±0.07	5.18±0.23	5.88±0.11	-	-	-	-
10	0.046	30	20	4.01±0.11	4.71±0.15	3.83±0.05	5.40±0.09	6.13±0.18	-	-	-	-
11	0.046	30	20	3.33±0.05	3.97±0.08	3.82±0.08	4.80±0.13	5.74±0.23	-	-	-	-
12	0.046	30	20	3.13±0.10	3.59±0.11	3.90±0.07	4.35±0.03	5.49±0.11	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.14 การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

- ค่า b*

ผลการวิเคราะห์ค่า b* ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษาแสดงในตาราง 4.15 และ รูป 4.15 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและค่า b* พบว่าค่า b* ของสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 20 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและค่า b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 52 - 55

สิ่งทดลองที่ 5 : ค่า b* = 13.1880 + 1.0543 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0540 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 0.9173; (52)

สิ่งทดลองที่ 6 : ค่า b* = 13.1003 + 0.3430 (ระยะเวลาเก็บรักษา) 0.9074; (53)

สิ่งทดลองที่ 7 : ค่า b* = 13.1480 + 0.7130 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0232 (ระยะเวลาเก็ษรักษา)^2 0.9120; (54)

สิ่งทดลองที่ 8 : ค่า b* = 13.5460 + 0.3754 (ระยะเวลาเก็บรักษา) 0.8686; (55)

หมายเหตุ ระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

จากตาราง 4.15 พบว่าค่า b* เป็นบวกแสดงว่าเป็นค่าของสีเหลือง สำหรับสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 20 องศาเซลเซียส ไม่มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แสดงว่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ในแต่ละวันของการเก็บรักษามีค่าค่อนข้างคงที่ อย่างไรก็ตามจากการสังเกตกราฟในรูป 4.15 กราฟ A และ 4.15 กราฟ B ก็พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า b* เล็กน้อย

พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เท่านั้นที่ให้ความสมการความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาและค่า b* จากรูป 4.15 กราฟ C จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นค่า b* ของปลาหมักกึ่งแห้งของสิ่งทดลองที่ 5 – 8 จะเพิ่มขึ้น หรือผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับเก็บรักษาปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมและสูตรพัฒนาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25 – 30 องศาเซลเซียส) (จิตรา, 2540) แต่ตรงกันข้ามกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (จิตพัต, 2541) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูปมีส่วนประกอบและวิธีการผลิตแตกต่างจากปลาหมักกึ่งแห้ง ส่วนปลาริ้วกึ่งแห้งสูตรดั้งเดิมและสูตรพัฒนามีส่วนประกอบและวิธีการผลิตใกล้เคียงกับปลาหมักกึ่งแห้งมากกว่า

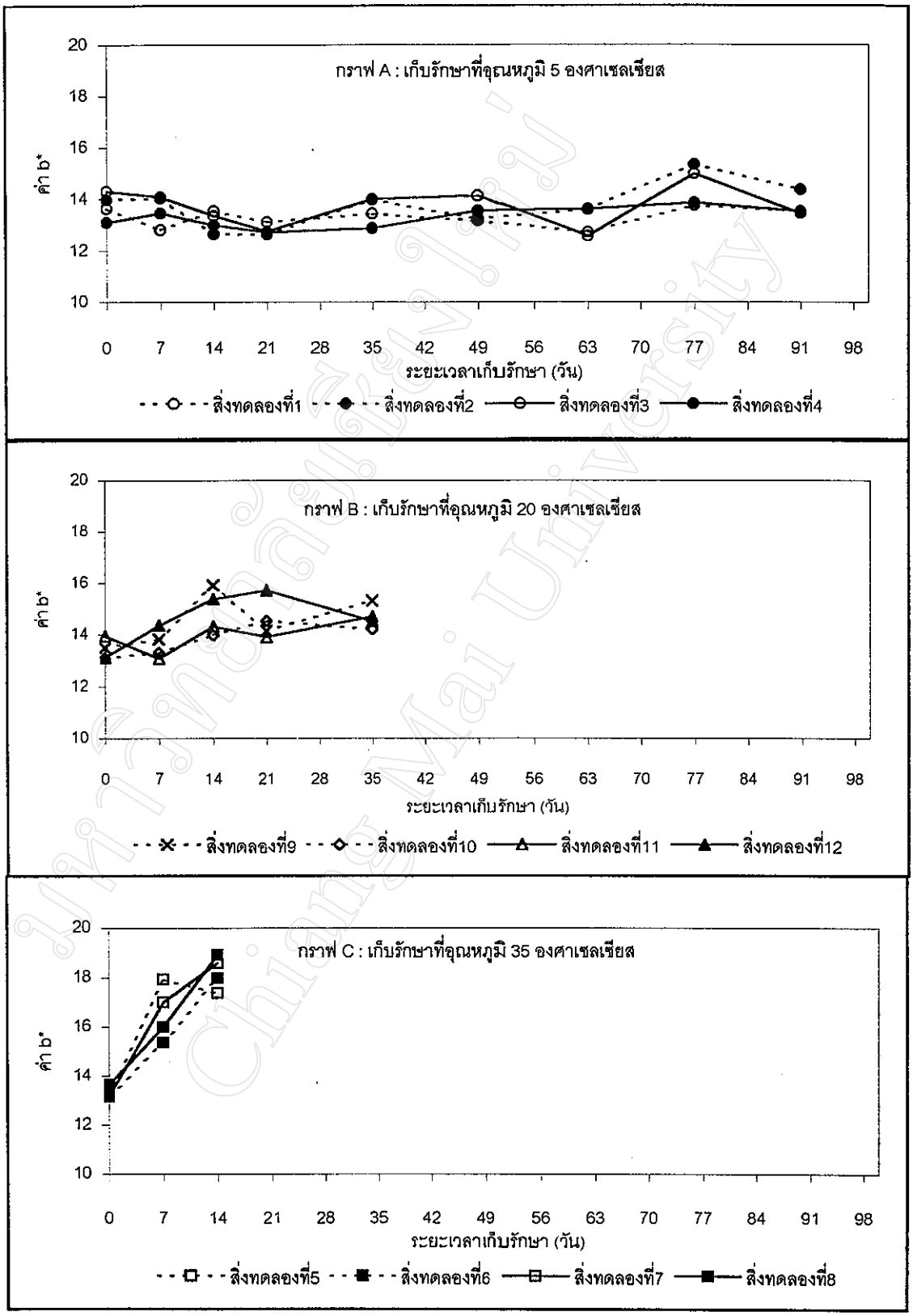
ตาราง 4.15 ค่า b* ของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	รหัส			ค่า b*								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	13.63±0.53*	12.80±0.58	13.52±0.53	13.11±0.26	13.43±0.39	13.16±0.51	12.70±0.38	13.74±0.19	13.52±0.43
2	0.092	0	5	13.98±0.19	14.04±0.43	12.64±0.44	12.63±0.40	13.97±0.20	13.25±0.37	13.58±0.56	15.35±0.23	14.38±0.39
3	0	60	5	14.30±0.38	14.07±0.25	13.34±0.42	12.75±0.33	14.00±0.26	14.13±0.40	12.56±0.45	14.97±0.20	13.44±0.27
4	0.092	60	5	13.08±0.42	13.45±0.27	12.99±0.39	12.70±0.29	12.86±0.36	13.54±0.33	13.61±0.61	13.85±0.38	13.53±0.60
5	0	0	35	13.19±0.47	17.92±0.93	17.36±0.65	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	13.18±0.29	15.34±0.92	17.98±0.70	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	13.15±0.69	17.00±1.03	18.59±0.60	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	13.64±0.74	15.98±1.37	18.90±0.35	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	13.51±0.44	13.83±0.46	15.92±0.21	14.15±0.39	15.31±0.22	-	-	-	-
10	0.046	30	20	13.10±0.45	13.29±0.15	13.98±0.64	14.52±0.41	14.20±0.23	-	-	-	-
11	0.046	30	20	13.94±0.38	13.08±0.28	14.30±0.45	13.91±0.44	14.65±0.45	-	-	-	-
12	0.046	30	20	13.12±0.42	14.35±0.58	15.38±0.46	15.72±0.23	14.50±0.70	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

3.2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของปลาหมักกึ่งแห้ง ในระหว่างการเก็บรักษา

- **จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด**

ตาราง 4.16 และ รูป 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง12 สิ่งทดลองในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่าง**ระยะเวลาการเก็บรักษา** และ**จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด** พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของสิ่งทดลองที่ 4 , 5 , 8 , 9 , 11 และ 12 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 56 - 61

สิ่งทดลองที่ 1: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=6.8466 - 6.132\times10^{-5}$ (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2= 0.4793$; (56)

สิ่งทดลองที่ 2: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=6.1120 - 0.0106$ (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.6465$; (57)

สิ่งทดลองที่ 3: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=6.8236 - 9.792\times10^{-5}$ (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2=0.6452$; (58)

สิ่งทดลองที่ 6: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=5.9217 + 0.1086$ (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.8982$; (59)

สิ่งทดลองที่ 7: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=6.0283 + 0.1021$ (ระยะเวลาเก็บรักษา) $R^2=0.6644$; (60)

สิ่งทดลองที่10: จุลินทรีย์ทั้งหมด $=6.6676 + 9.428\times10^{-4}$ (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 $R^2=0.9460$; (61)

หมายเหตุ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีหน่วย log โคโลนี/กรัม และระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

สำหรับสมการที่ 56 – 58 พบว่ามีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยเป็นลบ แสดงว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูป 4.16 กราฟ A ทั้งนี้อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ในปลาหมักกึ่งแห้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำ (5 องศาเซลเซียส) ประกอบกับมีวิธีต่างๆ เพื่อทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนี้คือ ในสิ่งทดลองที่ 1 ได้บรรจุปลาหมักกึ่งแห้งในถุงแบบสุญญากาศ สิ่งทดลองที่ 2 ได้ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 และบรรจุผลิตภัณฑ์แบบสุญญากาศ และสิ่งทดลองที่ 3 มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 ภายในถุงบรรจุปลาหมักกึ่งแห้ง สำหรับสิ่งทดลองที่ 4 แม้ว่าผลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงว่าจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เส้นกราฟในรูป 4.16 กราฟ A ก็แสดงแนวโน้มการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเช่นกัน

สำหรับสมการที่ 59 และ 60 พบว่ามีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยเป็นบวก แสดงว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูป 4.16 กราฟ C ทั้งนี้อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ในปลาหมักกึ่งแห้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทั้งๆ ที่ในสิ่งทดลองที่ 6 มีการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 ร่วมการบรรจุแบบสุญญากาศ และในสิ่งทดลองที่ 7 มีการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 ภายในถุงบรรจุปลาหมักกึ่งแห้ง แต่ก็ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้

สำหรับสมการที่ 61 ก็มีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยเป็นบวกเช่นเดียวกัน แสดงว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในรูป 4.16 กราฟ B ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์ในปลาหมักกึ่งแห้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แม้ว่าได้ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.046 ร่วมกับใช้กัวซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 30 ภายในถุง แต่จุลินทรีย์ก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้จนปรากฏเป็นจุดเล็กๆ สีชมพูของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์บนชิ้นปลาหมักกึ่งแห้งบางชิ้น และพบเช่นเดียวกันในสิ่งทดลองที่ 9 , 11 และ 12 ซึ่งแม้ว่าจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่มีความสัมพันธ์ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดกับระยะเวลาการเก็บรักษา แต่เส้นกราฟในรูป 4.16 กราฟ B ก็แสดงแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดเช่นกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์คุณภาพของสิ่งทดลองที่ 9 – 12 ถึงการเก็บรักษาวันที่ 35 เท่านั้น โดยวันที่ 35 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.00+0.05 , 7.82+0.01 ,7.25+0.05 และ 7.39+0.38 log โคโลนี/กรัม ตามลำดับ (ตาราง 4.16)

จากตาราง 4.16 พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กล่าวคือในวันที่ 0 สิ่งทดลองที่ 6 และ 7 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.78$\pm$0.05 และ 6.32$\pm$0.08 log โคโลนี/กรัม ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 7.30$\pm$0.00 และ 7.75$\pm$0.04 log โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ภายในเวลาเพียง 7 วัน ส่วนสิ่งทดลองที่ 10 ในวันที่ 0 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.55$\pm$0.02 log โคโลนี/กรัม แล้วใช้เวลา 35 วันในการเพิ่มจำนวนเป็น 7.82$\pm$0.01

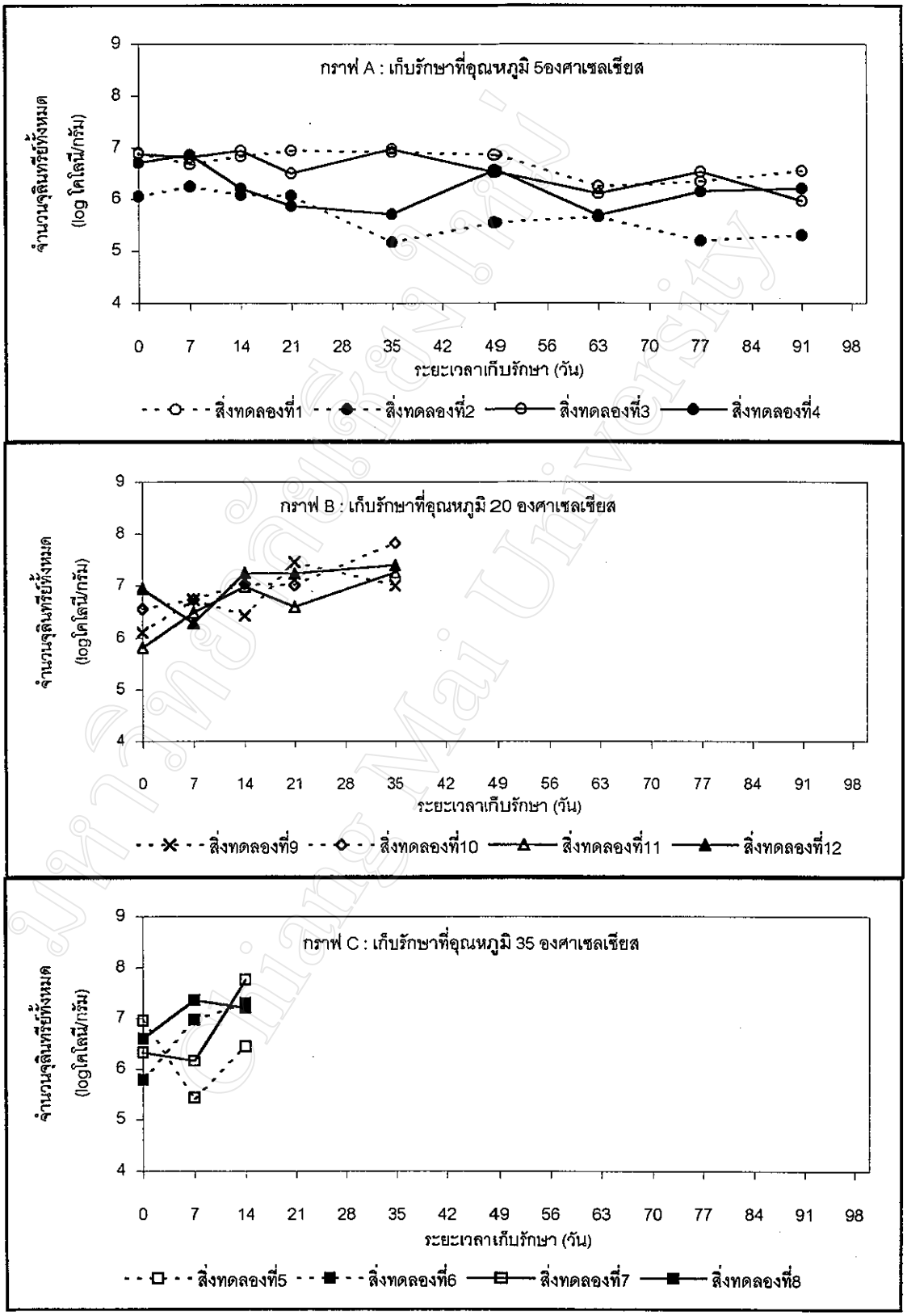
ตาราง 4.16 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log โคโลนี/กรัม)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.90±0.04*	6.68±0.03	6.83±0.03	6.94±0.07	6.91±0.05	6.86±0.06	6.24±0.03	6.33±0.03	6.55±0.08
2	0.092	0	5	6.05±0.01	6.24±0.03	6.07±0.10	6.06±0.02	5.16±0.02	5.54±0.00	5.65±0.07	5.19±0.02	5.30±0.06
3	0	60	5	6.88±0.12	6.81±0.08	6.94±0.01	6.50±0.03	6.97±0.02	6.52±0.06	6.10±0.02	6.53±0.02	5.96±0.04
4	0.092	60	5	6.71±0.01	6.86±0.03	6.20±0.35	5.86±0.09	5.70±0.05	6.56±0.03	5.68±0.10	6.14±0.05	6.20±0.01
5	0	0	35	6.95±0.03	5.43±0.01	6.44±0.06	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	5.78±0.05	6.97±0.04	7.30±0.00	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	6.32±0.08	6.16±0.06	7.75±0.04	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.60±0.05	7.36±0.07	7.20±0.03	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.11±0.03	6.73±0.14	6.43±0.15	7.45±0.01	7.00±0.05	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.55±0.02	6.73±0.11	7.03±0.11	7.01±0.09	7.82±0.01	-	-	-	-
11	0.046	30	20	5.81±0.11	6.49±0.08	6.98±0.07	6.59±0.16	7.25±0.05	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.94±0.01	6.29±0.06	7.24±0.05	7.23±0.00	7.39±0.38	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.16 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ

- **จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา**

ตาราง 4.17 และ รูป 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา ของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษา เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความถดถอย เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่าง**ระยะเวลาการเก็บรักษาและจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา** พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของสิ่งทดลองที่ 1 , 3 , 4 , 5 , 9 ,11 และ 12 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาและจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$) ดังสมการที่ 62 - 66

สิ่งทดลองที่ 2: เชื้อยีสต์และเชื้อรา = 5.8613 – 0.0087 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2 =0.4944; (62)

สิ่งทดลองที่ 6: เชื้อยีสต์และเชื้อรา = 4.8750 + 0.3411 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0125 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2 =0.9980; (63)

สิ่งทดลองที่ 7: เชื้อยีสต์และเชื้อรา = 5.5708 + 0.1004 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2 =0.8604; (64)

สิ่งทดลองที่ 8: เชื้อยีสต์และเชื้อรา = 5.1100 + 0.4793 (ระยะเวลาเก็บรักษา) - 0.0238 (ระยะเวลาเก็บรักษา)^2 R^2 =0.9995; (65)

สิ่งทดลองที่ 10: เชื้อยีสต์และเชื้อรา = 5.4861 + 0.0570 (ระยะเวลาเก็บรักษา) R^2 =0.8206; (66)

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา มีหน่วย log โคโลนี/กรัม และระยะเวลาเก็บรักษา มีหน่วย วัน

พบว่าจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราในสิ่งทดลองที่ 1 , 3 และ 4 คงที่ระหว่างการเก็บรักษาดังรูป 4.17 กราฟ A แสดงว่าปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย (การใช้โปแตสเซียมซอร์เบท การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาวะบรรยากาศ และอุณหภูมิในการเก็บรักษา) ไม่สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราในสิ่งทดลองเหล่านี้ สำหรับสิ่งทดลองที่ 2 ได้สมการความสัมพันธ์ซึ่งแสดงว่าจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราจะลดลงหากระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นดังสมการที่ 62 โดยมีแนวโน้มการลดลงของเชื้อในรูป 4.17 กราฟ A แสดงว่าสภาวะการเก็บรักษาของสิ่งทดลองที่ 2 นี้ (การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 การบรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส) สามารถทำลายเชื้อยีสต์และเชื้อราในปลาหมักกึ่งแห้งได้

จากรูป 4.17 กราฟ C เส้นกราฟของสิ่งทดลองที่ 6 , 7 และ 8 มีแนวโน้มว่าจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ของจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรากับระยะเวลาการเก็บรักษาดังสมการที่ 63 ,64 และ 65 ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราอาจจะเนื่องจากเชื้อทั้งสองนี้สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสิ่งทดลองเหล่านี้แม้ว่ามีการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร่วมกับบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศแล้วก็ตาม แต่จุลินทรีย์ก็สามารถเจริญเติบโตได้ สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 แม้ว่าจากการวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม แต่จากกราฟในรูป 4.17 กราฟ C ก็พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเชื้อยีสต์และเชื้อราด้วยเช่นกัน

สำหรับสมการที่ 66 ของสิ่งทดลองที่ 10 พบว่ามีสัมประสิทธิ์ของการถดถอยเป็นบวก แสดงว่าจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราจะเพิ่มขึ้นหากระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น สำหรับสิ่งทดลองที่ 9 , 11 และ 12 ก็พบแนวโน้มการเพิ่มจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราจากรูป 4.17 กราฟ B ด้วยเช่นกัน แม้ว่าผลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงว่าจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราในแต่ละวันมีค่าไม่แตกต่างกันก็ตาม แสดงว่าที่สภาวะการเก็บของสิ่งทดลองเหล่านี้ (ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.046 มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 30 ภายในถุง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ไม่สามารถทำลายเชื้อยีสต์และเชื้อราของปลาหมักกึ่งแห้งได้ แต่การเพิ่มจำนวนของเชื้อยีสต์และเชื้อราของสิ่งทดลองที่ 9 - 12 (รูป 4.17 กราฟ B) ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะช้ากว่าของสิ่งทดลอง 5 – 8 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

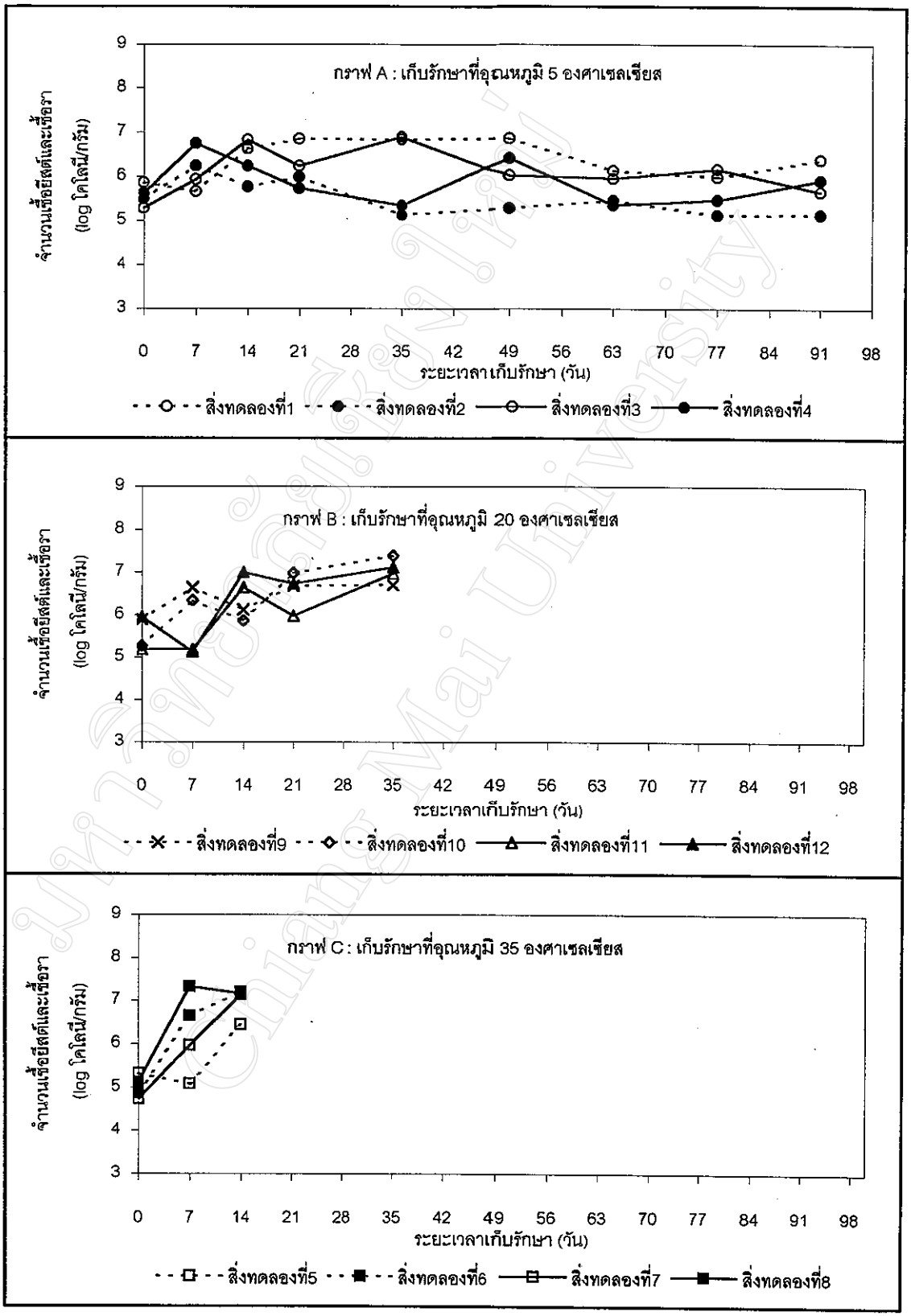
ตาราง 4.17 จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย			จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรา (log โคโลนี/กรัม)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	5.86±0.11*	5.66±0.03	6.62±0.17	6.84±0.04	6.83±0.02	6.85±0.00	6.13±0.07	5.99±0.02	6.39±0.11
2	0.092	0	5	5.50±0.08	6.23±0.05	5.76±0.40	5.99±0.05	5.13±0.02	5.29±0.02	5.46±0.10	5.13±0.03	5.15±0.04
3	0	60	5	5.28±0.07	5.93±0.10	6.82±0.03	6.24±0.34	6.89±0.07	6.02±0.03	5.95±0.00	6.16±0.15	5.66±0.02
4	0.092	60	5	5.61±0.05	6.74±0.05	6.24±0.09	5.73±0.07	5.34±0.29	6.41±0.01	5.36±0.05	5.47±0.05	5.92±0.07
5	0	0	35	5.32±0.07	5.08±0.05	6.44±0.02	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	4.87±0.04	6.65±0.08	7.20±0.06	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	4.73±0.09	5.96±0.17	7.13±0.01	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	5.11±0.00	7.33±0.05	7.16±0.06	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	5.88±0.02	6.64±0.13	6.11±0.10	6.67±0.01	6.70±0.08	-	-	-	-
10	0.046	30	20	5.27±0.01	6.33±0.01	5.86±0.04	6.97±0.04	7.39±0.04	-	-	-	-
11	0.046	30	20	5.18±0.02	5.18±0.12	6.64±0.09	5.97±0.25	6.96±0.00	-	-	-	-
12	0.046	30	20	5.95±0.04	5.12±0.13	6.99±0.01	6.72±0.14	7.11±0.01	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูป 4.17 การเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

3.2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหมักกึ่งแห้งในระหว่างการเก็บรักษา

ได้นำตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ที่แต่ละระยะเวลาเก็บรักษาไปให้ผู้ทดสอบจำนวน 9 คน ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยคุณลักษณะ 4 ลักษณะ คือ สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นและการยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบแบบ hedonic scale ผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะด้วยระดับคะแนนตั้งแต่ 1 – 9 ซึ่งมีความหมายดังนี้

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

ผลการประเมินความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และการยอมรับรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ แสดงในตาราง 4.18 – 4.21 และรูป 4.18 – 4.21 ส่วนตาราง 4.22 แสดงคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของปลาหมักกึ่งแห้งแต่ละสิ่งทดลองในวันที่ 0 และวันสุดท้ายของการศึกษาอายุการเก็บ

ตาราง 4.18 คะแนนความชอบด้านสีของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

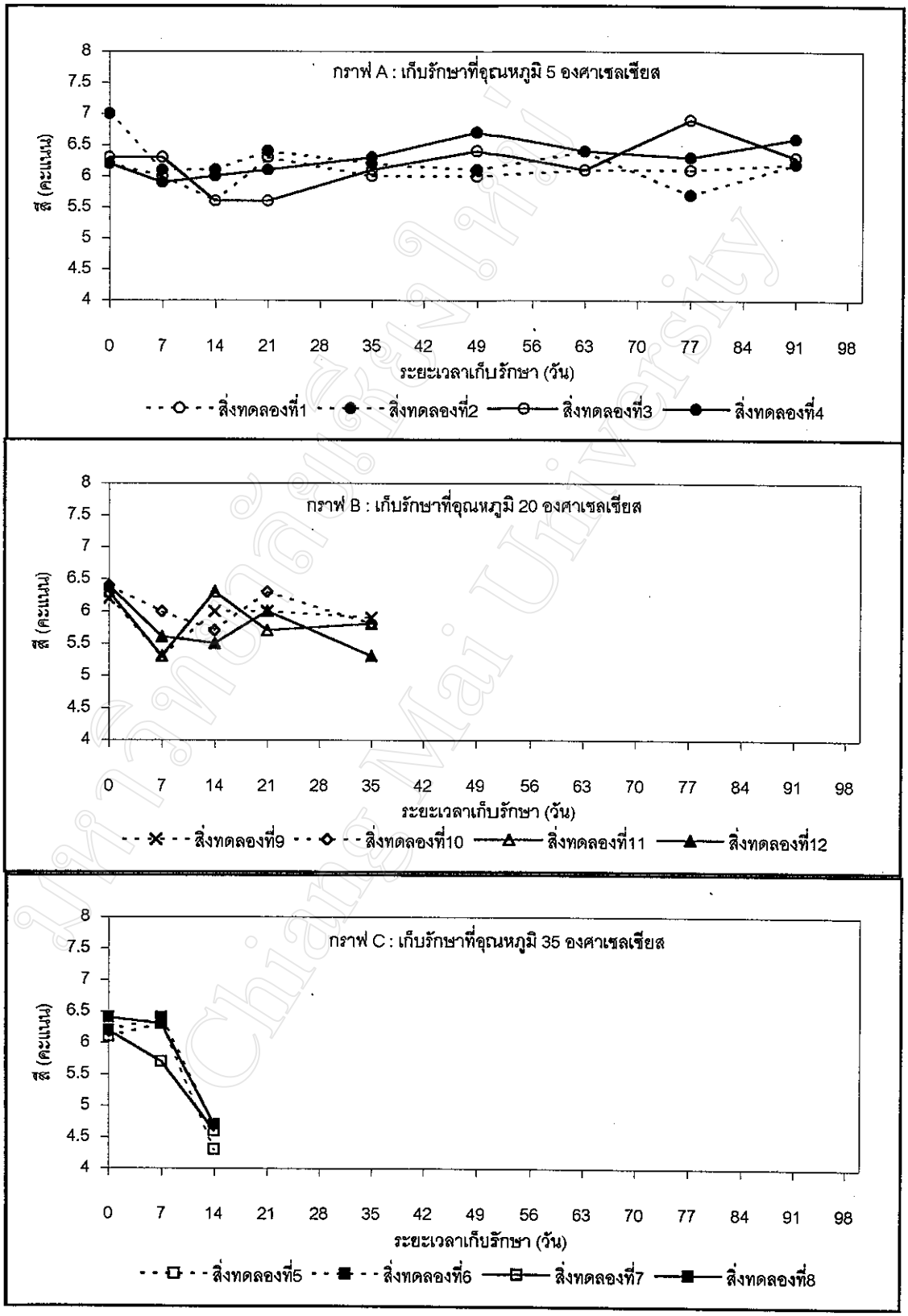
สิ่งทดลอง	ปัจจัย			คะแนนความชอบด้านสี (คะแนน)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.2±1.7*	6.0±1.0	5.6±1.8	6.3±1.0	6.0±1.7	6.0±1.3	6.1±1.8	6.1±1.3	6.1±1.1
2	0.092	0	5	7.0±1.6	6.1±1.5	6.1±1.1	6.4±2.1	6.2±1.3	6.1±2.2	6.4±1.1	5.7±2.0	6.2±2.2
3	0	60	5	6.3±1.9	6.3±1.8	5.6±1.9	5.6±1.1	6.1±1.9	6.4±1.1	6.1±0.9	6.9±1.5	6.3±1.8
4	0.092	60	5	6.2±2.0	5.9±2.2	6.0±1.9	6.1±0.9	6.3±1.3	6.7±1.1	6.4±1.6	6.3±2.1	6.6±1.2
5	0	0	35	6.1±1.9	6.3±1.8	4.3±2.1	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	6.2±1.1	6.4±2.2	4.7±1.7	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	6.2±1.6	5.7±1.8	4.6±1.8	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.4±1.4	6.3±1.7	4.7±1.3	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.2±1.1	5.3±1.1	6.0±1.5	6.0±1.1	5.9±1.3	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.4±1.8	6.0±1.3	5.7±1.9	6.3±1.3	5.8±1.3	-	-	-	-
11	0.046	30	20	6.3±1.1	5.3±1.6	6.3±1.8	5.7±1.0	5.8±1.2	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.4±1.4	5.6±1.5	5.5±0.7	6.0±1.7	5.3±1.3	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ) , C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

1 คะแนน คือไม่ชอบมากที่สุด , 2 คือไม่ชอบมาก , 3 คือไม่ชอบปานกลาง , 4 คือไม่ชอบเล็กน้อย , 5 คือเฉยๆ , 6 คือชอบเล็กน้อย , 7 คือชอบปานกลาง , 8 คือชอบมาก ,และ 9 คือชอบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.18 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบด้านสีของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ตาราง 4.19 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

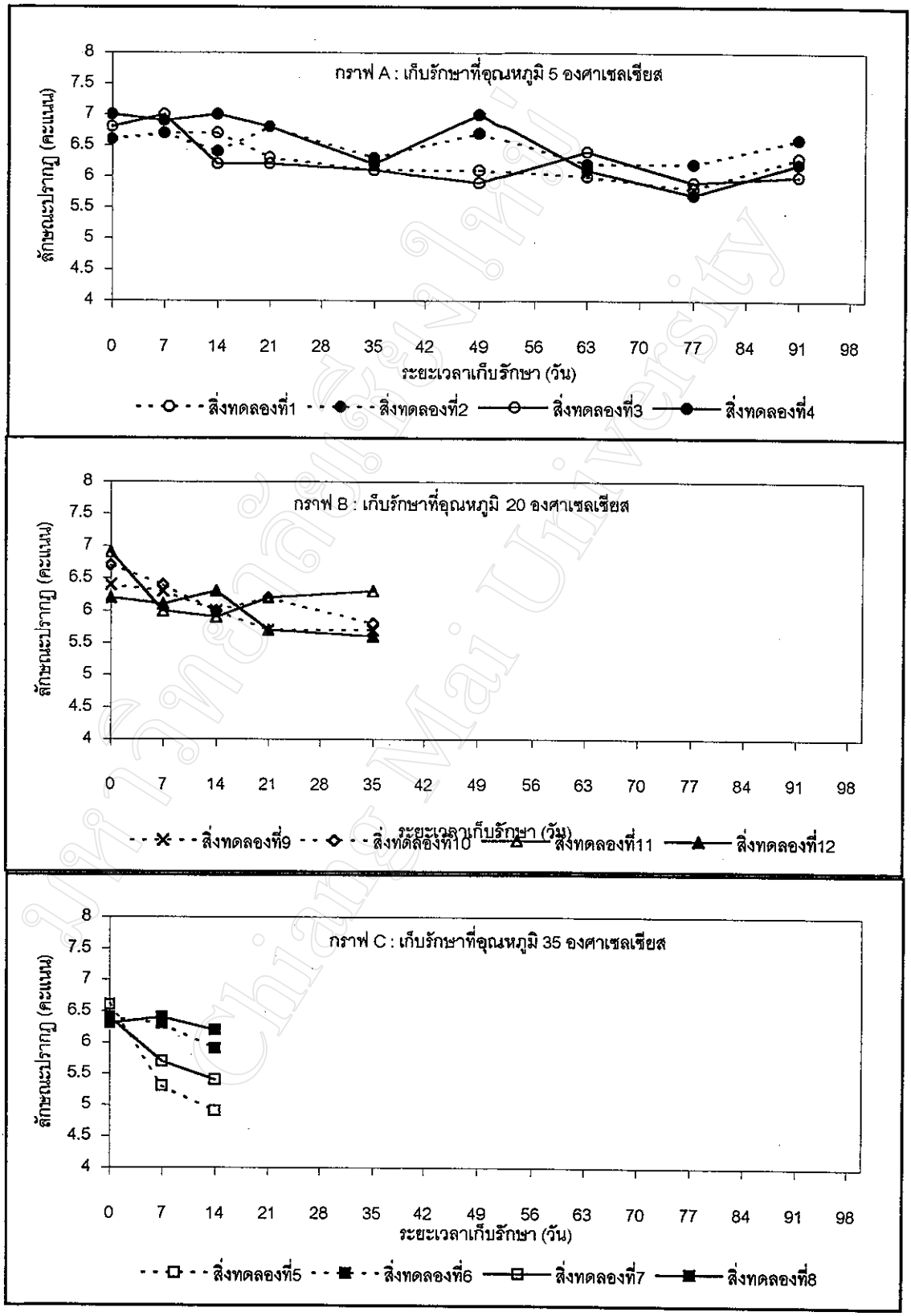
สิ่งทดลอง	ปัจจัย			คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (คะแนน)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.6±1.3*	6.7±1.4	6.7±1.1	6.3±1.3	6.1±2.0	6.1±0.9	6.0±1.0	5.8±1.5	6.3±1.3
2	0.092	0	5	6.6±1.8	6.7±0.9	6.4±0.9	6.8±1.6	6.3±1.5	6.7±2.0	6.2±1.0	6.2±1.2	6.6±1.3
3	0	60	5	6.8±1.7	7.0±1.4	6.2±1.3	6.2±1.1	6.1±1.9	5.9±0.8	5.4±2.1	5.9±1.8	6.0±1.0
4	0.092	60	5	7.0±1.2	6.9±1.7	7.0±1.5	6.8±1.9	6.2±1.7	7.0±1.0	6.1±2.0	5.7±1.7	6.2±1.5
5	0	0	35	6.6±0.9	5.3±1.5	4.9±2.5	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	6.4±0.7	6.3±1.9	5.9±2.0	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	6.4±0.7	5.7±1.8	5.4±2.2	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.3±1.1	6.4±1.1	6.2±2.2	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.4±1.1	6.3±1.4	6.0±1.7	5.7±1.2	5.7±1.4	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.7±1.3	6.4±1.5	6.0±1.4	6.2±1.1	5.8±2.0	-	-	-	-
11	0.046	30	20	6.9±1.3	6.0±1.5	5.9±1.7	6.2±1.1	6.3±1.1	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.2±1.4	6.1±1.5	6.3±1.5	5.7±1.0	5.6±1.1	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ), C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

1 คะแนน คือไม่ชอบมากที่สุด , 2 คือไม่ชอบมาก , 3 คือไม่ชอบปานกลาง , 4 คือไม่ชอบเล็กน้อย , 5 คือเฉยๆ , 6 คือชอบเล็กน้อย , 7 คือชอบปานกลาง , 8 คือชอบมาก ,และ 9 คือชอบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.19 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ตาราง 4.20 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

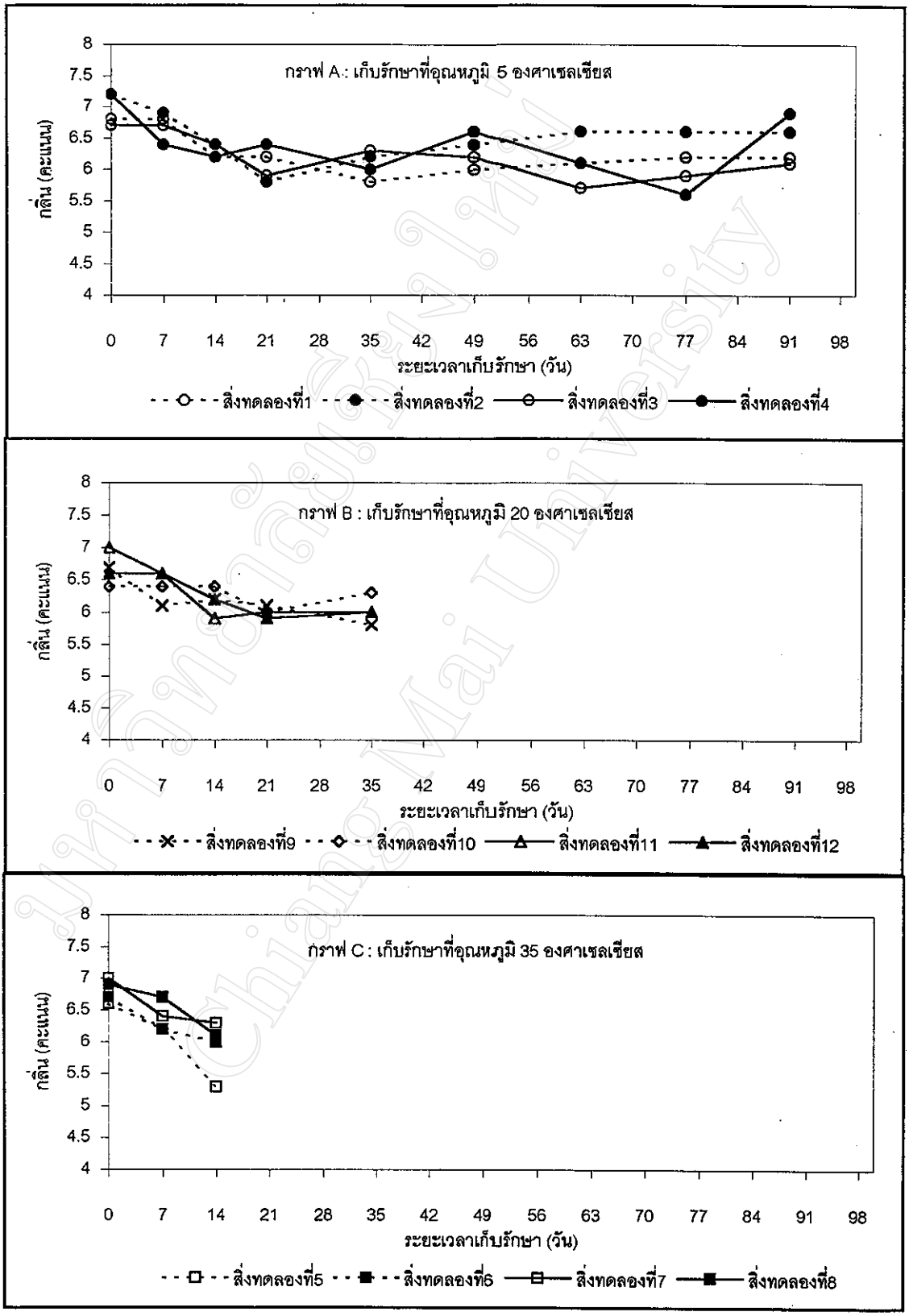
สิ่งทดลอง	ปัจจัย			คะแนนความชอบด้านกลิ่น (คะแนน)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.8±1.9*	6.8±1.3	6.2±1.6	6.2±1.2	5.8±2.0	6.0±1.3	6.1±1.3	6.2±1.5	6.2±1.4
2	0.092	0	5	7.2±1.0	6.9±0.9	6.4±1.0	5.8±2.2	6.2±1.5	6.4±1.0	6.6±1.2	6.6±1.1	6.6±1.4
3	0	60	5	6.7±0.9	6.7±1.2	6.4±0.7	5.9±1.6	6.3±1.5	6.2±1.2	5.7±1.4	5.9±1.4	6.1±1.2
4	0.092	60	5	7.2±0.8	6.4±1.3	6.2±1.6	6.4±1.0	6.0±1.1	6.6±1.3	6.1±1.5	5.6±1.4	6.9±1.4
5	0	0	35	6.6±1.7	6.2±1.3	5.3±2.0	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	6.7±1.0	6.2±1.4	6.0±2.2	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	7.0±1.2	6.4±0.9	6.3±1.7	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.9±0.9	6.7±0.9	6.1±2.0	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.7±1.0	6.1±1.8	6.2±1.3	6.1±1.5	5.8±1.0	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.4±1.1	6.4±1.4	6.4±1.1	6.0±1.3	6.3±1.1	-	-	-	-
11	0.046	30	20	7.0±0.9	6.6±1.2	5.9±1.6	6.0±1.3	6.0±1.4	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.6±1.6	6.6±1.4	6.2±1.2	5.9±1.5	6.0±1.5	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ), C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

1 คะแนน คือไม่ชอบมากที่สุด , 2 คือไม่ชอบมาก , 3 คือไม่ชอบปานกลาง , 4 คือไม่ชอบเล็กน้อย , 5 คือเฉยๆ , 6 คือชอบเล็กน้อย , 7 คือชอบปานกลาง , 8 คือชอบมาก ,และ 9 คือชอบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.20 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบด้านกลิ่นของปลาหมักกึ่งแห้ง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ตาราง 4.21 คะแนนความชอบด้านการยอมรับรวมของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

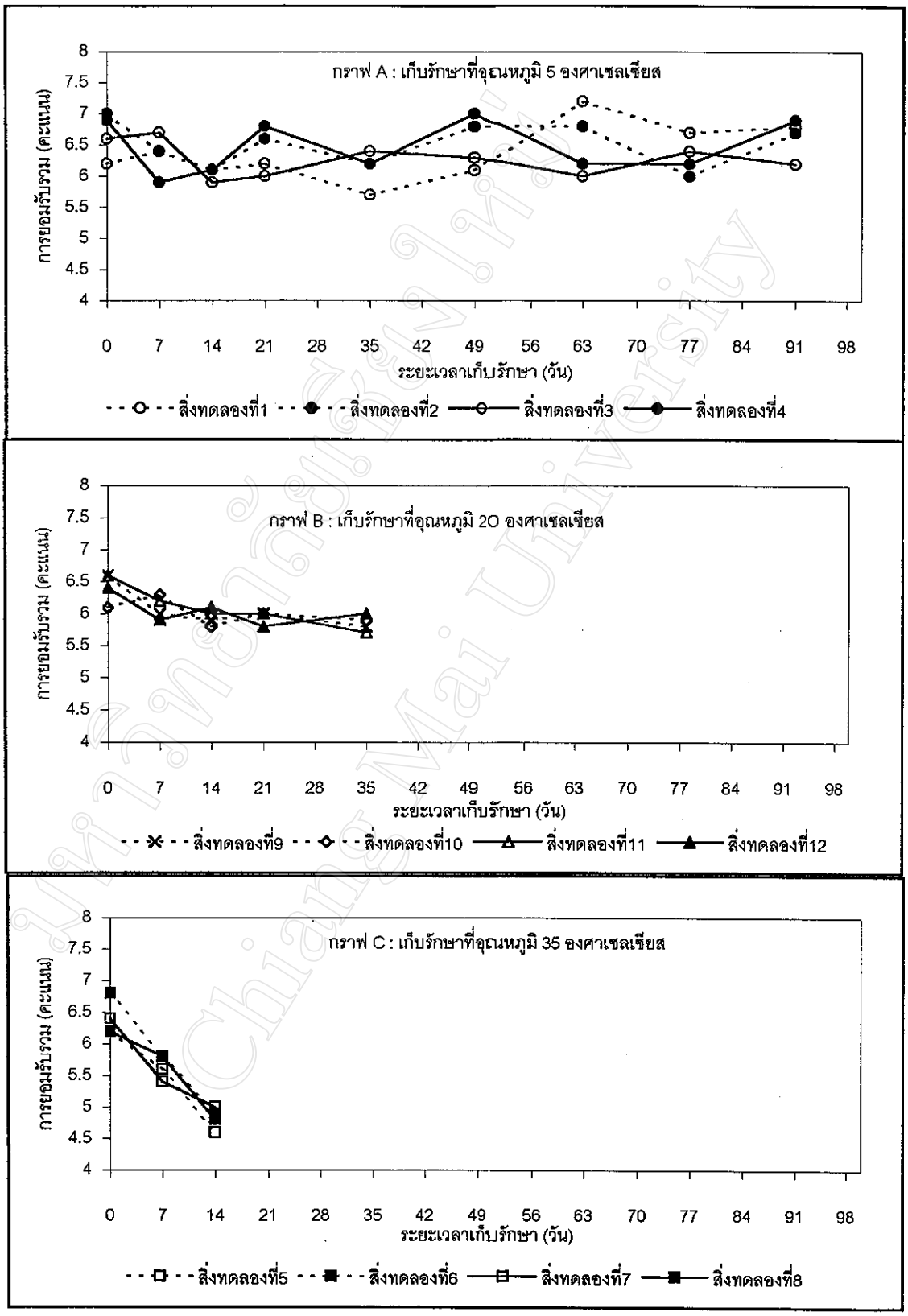
สิ่งทดลอง	ปัจจัย			คะแนนความชอบด้านการยอมรับรวม (คะแนน)								
	PS**	C	ST	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	35 วัน	49 วัน	63 วัน	77 วัน	91 วัน
1	0	0	5	6.2±1.4*	6.4±1.6	6.1±1.5	6.2±1.2	5.7±1.4	6.1±1.4	7.2±1.3	6.7±1.4	6.8±1.2
2	0.092	0	5	7.0±1.2	6.4±1.1	6.1±1.1	6.6±2.0	6.2±1.6	6.8±1.7	6.8±1.1	6.0±1.5	6.7±1.8
3	0	60	5	6.6±0.9	6.7±1.7	5.9±1.6	6.0±1.1	6.4±1.6	6.3±1.0	6.0±1.0	6.4±1.7	6.2±1.2
4	0.092	60	5	6.9±1.4	5.9±1.7	6.1±2.0	6.8±1.1	6.2±1.4	7.0±1.0	6.2±1.5	6.2±1.6	6.9±1.1
5	0	0	35	6.2±1.4	5.6±1.3	4.6±2.1	-	-	-	-	-	-
6	0.092	0	35	6.8±1.3	5.8±2.0	4.9±1.5	-	-	-	-	-	-
7	0	60	35	6.4±0.9	5.4±1.8	4.9±1.9	-	-	-	-	-	-
8	0.092	60	35	6.2±1.0	5.8±1.0	4.8±1.3	-	-	-	-	-	-
9	0.046	30	20	6.6±0.9	6.0±1.3	5.9±1.8	6.0±1.4	5.8±1.0	-	-	-	-
10	0.046	30	20	6.1±1.8	6.3±1.1	5.8±1.3	6.0±1.1	5.9±1.5	-	-	-	-
11	0.046	30	20	6.6±1.3	6.2±1.7	6.0±1.6	6.0±1.0	5.7±1.3	-	-	-	-
12	0.046	30	20	6.4±1.3	5.9±1.3	6.1±1.3	5.8±0.8	6.0±1.3	-	-	-	-

* ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

** PS คือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท (ร้อยละ), C คือ การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ (ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) และ ST คือ อุณหภูมิในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)

1 คะแนน คือไม่ชอบมากที่สุด , 2 คือไม่ชอบมาก , 3 คือไม่ชอบปานกลาง , 4 คือไม่ชอบเล็กน้อย , 5 คือเฉยๆ , 6 คือชอบเล็กน้อย , 7 คือชอบปานกลาง , 8 คือชอบมาก ,และ 9 คือชอบมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูป 4.21 การเปลี่ยนแปลงคะแนนความชอบด้านการยอมรับรวมของปลาหมักกึ่งแห้งที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่างๆ

ตาราง 4.22 คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น และการยอมรับรวม ของปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษา 0 วัน และวันสุดท้ายของการศึกษาอายุการเก็บ*

สิ่งทดลอง	สี		ลักษณะปรากฏ		กลิ่น		การยอมรับรวม	
	0 วัน	วันสุดท้าย	0 วัน	วันสุดท้าย	0 วัน	วันสุดท้าย	0 วัน	วันสุดท้าย
1	6.2±1.7**	6.1±1.1	6.3±1.3	6.3±1.3	6.8±1.9	6.2±1.4	6.2±1.4	6.8±1.2
2	7.0±1.6	6.2±2.2	6.6±1.8	6.6±1.3	7.2±1.0	6.6±1.4	7.0±1.2	6.7±1.8
3	6.3±1.9	6.3±1.8	6.8±1.7	6.0±1.0	6.7±0.9	6.1±1.2	6.6±0.9	6.2±1.2
4	6.2±2.0	6.8±1.3	7.0±1.2	6.2±1.5	7.2±0.8	6.9±1.1	6.9±1.4	6.9±1.1
5	6.1±1.9[a]	4.3±2.1[b]	6.6±0.9[a]	4.9±2.5[b]	6.6±1.7	5.3±2.0	6.2±1.4	4.6±2.1
6	6.2±1.1[a]	4.7±1.7[b]	6.4±0.7	5.9±2.0	6.7±1.0	6.0±2.2	6.8±1.3	4.9±1.5
7	6.2±1.6[a]	4.6±1.8[b]	6.4±0.9	5.4±2.2	7.0±1.2	6.3±1.7	6.4±0.9	4.9±1.9
8	6.4±1.4[a]	4.7±1.3[b]	6.3±1.1	6.2±2.2	6.9±0.9	6.1±2.0	6.2±1.0	4.8±1.3
9	6.2±1.1	5.9±1.3	6.4±1.1	5.7±1.4	6.7±1.0[a]	5.8±1.0[b]	6.6±0.9	5.8±1.0
10	6.4±1.8	5.8±1.3	6.7±1.3	5.8±2.0	6.4±1.1	6.3±1.1	6.1±1.8	5.9±1.5
11	6.3±1.1	5.8±1.2	6.9±1.3	6.3±0.5	7.0±0.9[a]	6.0±1.4[b]	6.6±1.6	5.7±1.3
12	6.4±1.4	5.3±1.3	6.2±1.4	5.6±1.1	6.6±1.6	6.0±1.5	6.4±1.1	6.0±1.3

* วันสุดท้ายของการศึกษาอายุการเก็บรักษาสำหรับสิ่งทดลองที่ 1 – 4 คือ 91 วัน สิ่งทดลองที่ 5 – 8 คือ14 วัน และสิ่งทดลองที่ 9 – 12 คือ 35 วัน

** ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในแต่ละคุณลักษณะ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแถวเดียวกัน แสดงว่าให้ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.10$

- สี

จากคะแนนความชอบด้านสีของสิ่งทดลองที่ 1 – 4 และ 9 - 12 (ตาราง 4.18) พบว่าตลอดเวลาเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป แสดงว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์เหล่านี้แม้ว่าจะเก็บรักษาสิ่งทดลองที่ 1 – 4 เป็นเวลานาน 91 วัน และสิ่งทดลองที่ 9 – 12 เป็นเวลานาน 35 วัน และพบว่าคะแนนความชอบด้านสีของของแต่ละสิ่งทดลองในวันที่ 0 ไม่แตกต่างกับคะแนนในวันสุดท้ายของการศึกษาอายุการเก็บ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.10$) ดังตาราง 4.22 แสดงว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 20 องศาเซลเซียส สามารถคงคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ได้ในระยะเวลาเก็บรักษาดังกล่าว แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทำให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เพียง 35 วันเท่านั้นเพราะผลิตภัณฑ์ได้เสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 3.2.3 ดังนั้นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จึงเหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มากกว่าที่ 20 องศาเซลเซียส

สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 – 8 มีแนวโน้มการลดลงของคะแนนด้านสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาอย่างเด่นชัดดังรูป 4.18 กราฟ C โดยผู้ทดสอบไม่ยอมรับสีของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน เพราะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 5 คะแนน คือมีคะแนนเท่ากับ

4.3±2.1 , 4.7±1.7 , 4.6±1.8 และ 4.7±1.3 คะแนน สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 – 8 ตามลำดับ แสดงว่าอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้ง ทั้งนี้เพราะสิ่งทดลองเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีไปจากวันเริ่มต้นเป็นอันมากดังได้กล่าวมาแล้วในส่วนของค่า L ค่า a* และค่า b* กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีความคล้ำ ความเป็นสีแดงและความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก จากตาราง 4.22 จะเห็นว่าแต่ละสิ่งทดลองมีคะแนนด้านสีในวันที่ 14 น้อยกว่าคะแนนในวันที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.10$)

- **ลักษณะปรากฏ**

สำหรับสิ่งทดลองที่ 5 ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองนี้เมื่อมีอายุการเก็บรักษา 14 วัน เพราะมีคะแนนความชอบเท่ากับ 4.9±2.5 คะแนน (มีคะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน) ดังตาราง 4.19 และจากตาราง 4.22 พบว่าคะแนนความชอบในวันที่ 14 มีค่าน้อยกว่าคะแนนในวันที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.10$) สาเหตุที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองนี้อาจเนื่องมาจากสิ่งทดลองนี้มีการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาดังได้กล่าวมาแล้วในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นโดยมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเก็บดังสมการที่ 2 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้งขึ้น

ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษา เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป (ตาราง 4.19) และจากตาราง 4.22 พบว่าแต่ละสิ่งทดลองมีคะแนนความชอบด้านสีในวันที่ 0 ไม่แตกต่างกับคะแนนในวันสุดท้ายของการศึกษาอายุการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.10$) ผลการทดลองนี้ตรงกันข้ามกับผลการทดลองของ Sophonphong (1991) ที่รายงานว่าลักษณะปรากฏของปลาซาร์ดีนเค็มอบแห้งจะไม่ดีมากขึ้นในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เนื่องจากว่าเนื้อปลาบางส่วนเหนียวติดกับถุงและมีน้ำมันไหลออกจากเนื้อปลามากขึ้น

- **กลิ่น**

จากตาราง 4.20 พบว่าผู้ทดสอบยอมรับกลิ่นของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 12 สิ่งทดลอง ในทุกๆ ช่วงของการเก็บรักษา เพราะมีคะแนนความชอบตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป แต่ก็พบแนวโน้มว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผู้ทดสอบยอมรับกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้อยลง โดยสิ่งทดลองที่ 5 – 8 ซึ่งเก็บรักษาที่ 35 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มว่าคะแนนความชอบจะลดลงเร็วที่สุด (รูป 4.20 กราฟ C) รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 9 – 12 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (รูป 4.20 กราฟ B) และสิ่งทดลองที่ 1 – 4 ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการลดลงช้าที่สุด (รูป 4.20 กราฟ A) สาเหตุที่ผู้ทดสอบยอมรับกลิ่นของปลาหมักกึ่งแห้งลดลงอาจเนื่องมาจากในระหว่างการเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งได้เกิดกลิ่นของไนโตรเจนที่ระเหยได้ เช่น แอมโมเนีย ไตรเมทธิลเอมีน ฮีสตามีน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเป็นสารประกอบที่เปลี่ยนแปลงมาจากโปรตีนโดยแบคทีเรียประเภท putrefactive bacteria (Irianto et al., 1995) และเกิดกลิ่น

เหม็นหืนของสารประกอบอัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ และกรดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในผลิตภัณฑ์ (Macrae et al., 1993)

- **การยอมรับรวม**

จากตาราง 4.21 พบว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับปลาหมักกึ่งแห้งสิ่งทดลองที่ 5–8 เมื่อมีอายุการเก็บรักษา 14 วัน เพราะมีคะแนนด้านการยอมรับรวมเป็น 4.6±2.1 , 4.9±1.5 ,4.9±1.9 และ 4.8±1.3 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากสิ่งทดลองเหล่านี้ถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างมากทั้งทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ดังได้กล่าวมาแล้ว

สำหรับสิ่งทดลองที่ 9 – 10 พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับรวมผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ช่วงอายุการเก็บรักษา เพราะมีคะแนนด้านการยอมรับรวมตั้งแต่ 5 คะแนนขึ้นไป (ตาราง 4.21) แต่ก็พบแนวโน้มว่าเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นผู้บริโภคจะให้การยอมรับสิ่งทดลองเหล่านี้ลดลงดังแสดงในรูป 4.21 กราฟ B จะเห็นว่าผู้ทดสอบยังคงให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เหล่านี้เมื่อมีอายุการเก็บรักษา 35 วัน ทั้งๆ ที่จากการอธิบายผลการทดลองในข้อ 3.2.3 ได้กล่าวว่าเกิดจุดสีชมพูเล็กๆ ของจุลินทรีย์บนชิ้นปลาบางชิ้นของผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 35 วัน ทั้งนี้เนื่องจากว่าได้นำชิ้นปลาที่ไม่มีจุดสีชมพูของจุลินทรีย์ไปให้ผู้ทดสอบทำการประเมินด้านประสาทสัมผัสเพื่อความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์แก่ผู้ทดสอบ

สำหรับสิ่งทดลองที่ 1 – 4 จากตาราง 4.21 พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับรวมผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ช่วงเวลาเก็บรักษาเช่นเดียวกัน โดยคะแนนด้านการยอมรับรวมของแต่ละสิ่งทดลองในวันที่ 0 ไม่แตกต่างกับคะแนนในวันที่ 91 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.10$) ดังแสดงในตาราง 4.22 ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งทดลองเหล่านี้ถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ประกอบกับมีการใช้วิธีการอื่นร่วมด้วย เช่น ใช้โปแตสเซียมซอร์เบท การบรรจุแบบสุญญากาศ และการบรรจุด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งทางด้านเคมี กายภาพและ จุลินทรีย์น้อยมาก ส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับแม้ว่าจะเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 91 วัน

3.3 วิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้ง

จากผลการทดลองในข้อ 3.2 พบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้ง โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำลงจะทำให้ปลาหมักกึ่งแห้งมีอายุการเก็บได้นานขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 5 องศาเซลเซียส เพราะสามารถเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งได้อย่างน้อย 91 วัน ซึ่งได้แก่สิ่งทดลองที่ 1 – 4 ดั้งนั้นจึงได้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยอีก 2 ปัจจัยคือ ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท และการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพที่มีต่อคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งทั้ง 4 สิ่งทดลองนี้ โดยนำผลการวิเคราะห์คุณภาพของ 4 สิ่งทดลองนี้จากตารางที่ 4.7 - 4.21 ไปวิเคราะห์ทางสถิติแบบการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (multiple regression analysis) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปัจจัยทั้ง 2 มีอิทธิพลต่อคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้ง 3 คุณภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณกรดซอร์บิค และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนคุณภาพอื่นๆ ปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยนี้จะไม่มีอิทธิพล สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ดังกล่าวกับคุณภาพที่วิเคราะห์ด้วยสมการที่ถอดรหัสแล้ว (decoded equation) ด้วยสมการที่ 67 , 68 และ 69

ปริมาณความชื้น = 38.4890 – 46.6196(ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท) - 0.0584(การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ) + 0.8191 (ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทxการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ) $R^2 = 0.6800$; (67)

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด = 6.7939 – 10.8457(ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท) - 0.0053(การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ) + 0.1143(ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทxการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ) $R^2 = 0.5116$; (68)

ปริมาณกรดซอร์บิค = 7,475(ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท) $R^2 = 0.9823$; (69)

หมายเหตุ ปริมาณความชื้น มีหน่วย ร้อยละ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีหน่วย log โคโลนี/กรัม ปริมาณกรดซอร์บิค มีหน่วย มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท มีหน่วย ร้อยละ และการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ มีหน่วย ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

พิจารณาสมการที่ 67 และ 68 พบว่าปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท การปรับบรรจุหีบห่อแบบสภาพบรรยากาศ และอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทกับการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ สำหรับสมการที่ 69 พบว่ามีเพียงปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดซอร์บิค จากสมการที่ 67 และ 68 จะเห็นว่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทมีค่าเป็นลบ และมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของอิทธิพลร่วม

ระหว่างปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทกับการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ แสดงว่าการใช้โปแตสเซียมที่ระดับสูง (ร้อยละ 0.092) จะทำให้ปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ของปลาหมักกึ่งแห้งลดลง ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีและมีอายุการเก็บได้ยาวนานขึ้น และเนื่องจากสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทกับการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศเป็นบวก และมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ของถดถอยของการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ แสดงว่าการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศที่ระดับต่ำ (ไม่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือการบรรจุแบบสุญญากาศ) จะทำให้ปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาหมักกึ่งแห้งลดลงด้วยเช่นกัน

ดังนั้นจึงสรุปว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในผลิตและเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งคือ การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 (คิดเทียบน้ำหนักปลานวลจันทร์สด) การบรรจุหีบห่อแบบสุญญากาศ และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University