ผลการศึกษา

1. ศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางด้านเคมี กายภาพในผลิตภัณฑ์ปลาเค็มตากแห้ง

การเตรียมตัวอย่าง

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ ปลาช่อน ให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 450.0-500.0 กรัม วัดความยาวของแต่ละตัวโดยอยู่ในช่วง 25.0-30.0 เซนติเมตร

2. เตรียมวัตถุดิบสำหรับทำปลาช่อนแดดเดียว นำปลาช่อนมาขอดเกล็ด ผ่าท้อง ควักไส้ แล้วแบะตัวปลาออกโดยใช้มีดกรีดตามยาว ล้างให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปทดลองต่อไป

ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นการศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง โดยดัดแปลงวิธีการของ Pan (2005)

การเตรียมตัวอย่าง (ปลาช่อน)

↓

ศึกษาองค์ประกอบของวัตถุดิบก่อนการผลิต

↓

การผลิตปลาช่อนเค็มตากแห้ง

↓

นำตัวอย่างที่ผลิตได้มาศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชัน (Pan *et al.*, 2005)

↓

ตัวอย่างปลาหั่นเป็นชิ้น มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

↓

ตัวอย่างได้รับแสงที่ความเข้ม 100 วัตต์ที่ปราศจากลำแสงอินฟราเรด

↓

ศึกษาตัวชี้วัดต่าง ๆ

ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ72.21±0.71 เถ้าร้อยละ1.67±0.36 โปรตีนร้อยละ 16.54±0.36 เยื่อใยร้อยละ0.07±0.01 ไขมันร้อยละ 2.75±0.25 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5.76±0.61 ดังตาราง 3 ผลจากการวิเคราะห์สอดคล้องกับรายงานของ Henderson and Tocher (1987) ที่รายงานว่าในเนื้อปลา snakehead (*Channa argus*) จะมีปริมาณไขมันน้อยคือประมาณร้อยละ 2.0

ตาราง 3 องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	72.21 ± 0.71
เถ้า	1.67 ± 0.14
โปรตีน	16.54 ± 0.36
เยื่อใย	0.07 ± 0.01
ไขมัน	2.75 ± 0.25
คาร์โบไฮเดรต	5.76 ± 0.61

ผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) โดยดัดแปลงวิธีการของ Pan (2005) นั้นพบว่า ปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) จะมีปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการได้รับแสงเพิ่มขึ้น (ตาราง 4) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 67.39 – 76.40 เช่นเดียวกันกับปริมาณ a_w ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาได้รับแสงเพิ่มขึ้น (ตาราง 4) มีค่าเท่ากับ 0.86 – 0.97 โดยกล่าวคือ อุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่อการลดปริมาณความชื้น ยิ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นจะทำให้อัตราการระเหยน้ำสูงขึ้นด้วยและเมื่ออุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นได้เร็วขึ้นเท่านั้น (Aydin,2009; Jun and Min, 2008)ในขณะที่ปริมาณไขมันทั้งหมดในปลาช่อนเค็มตากแห้งพบว่าไม่มีการเปลี่ยนตลอดระยะเวลาที่ศึกษา (ตาราง 4) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.06 – 2.24

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ตาราง 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ปริมาณ a_w และปริมาณไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้งเมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

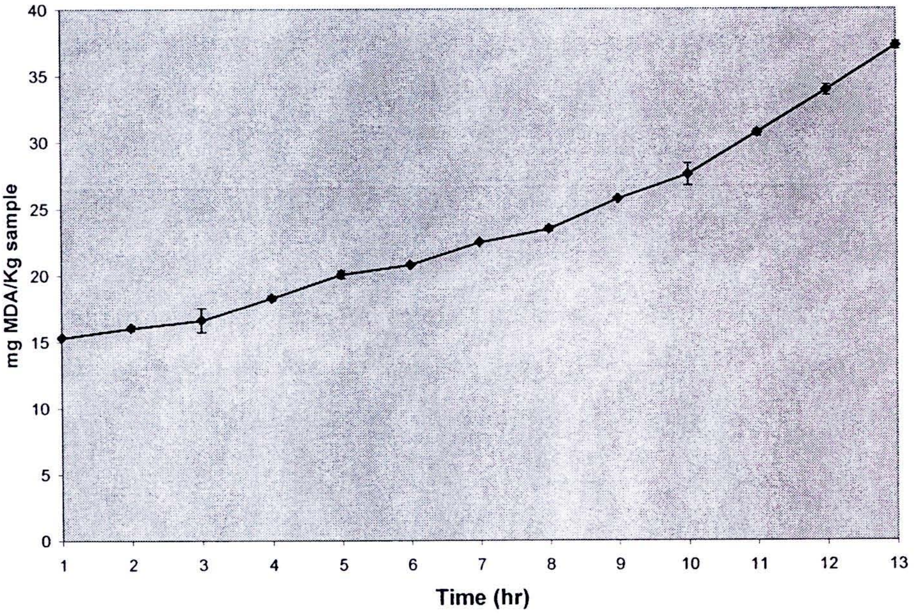
ระยะเวลาที่ได้รับแสง (ชั่วโมง)	ปริมาณความชื้น	ปริมาณ a_w	ปริมาณไขมัน^{ns}
0	76.40 ± 1.11^{a}	0.97 ± 0.02^{a}	2.10 ± 0.11
1	75.42 ± 0.93^{a}	0.97 ± 0.01^{a}	2.17 ± 0.23
2	73.39 ± 0.98^{b}	0.94 ± 0.01^{ab}	2.13 ± 0.05
3	73.06 ± 1.15^{b}	0.93 ± 0.03^{b}	2.19 ± 0.50
4	72.55 ± 0.57^{bc}	0.93 ± 0.00^{b}	2.22 ± 0.23
5	71.96 ± 0.35^{c}	0.90 ± 0.05^{c}	2.09 ± 0.06
6	71.34 ± 0.32^{c}	0.89 ± 0.02^{c}	2.06 ± 0.26
7	70.08 ± 0.74^{cd}	0.89 ± 0.03^{c}	2.19 ± 0.25
8	69.98 ± 0.65^{d}	0.89 ± 0.05^{c}	2.22 ± 0.11
9	69.23 ± 1.20^{d}	0.88 ± 0.04^{c}	2.18 ± 0.21
10	68.89 ± 0.96^{d}	0.87 ± 0.00^{c}	2.10 ± 0.16
11	68.21 ± 0.12^{d}	0.87 ± 0.01^{c}	2.15 ± 0.02
12	67.39 ± 0.10^{e}	0.86 ± 0.03^{d}	2.24 ± 0.04

a, b, c, d, e ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (*P*0.05)

ปลาหรือสัตว์น้ำต่าง ๆ คล้ายกับอาหารประเภทอื่น ๆ ที่อาจเกิดการเน่าเสียได้ โดยปฏิกิริยาย่อยสลายตัวเองหรือที่เรียกว่าออโตไลซิส (autolysis) หรือออกซิเดชัน หรืออาจเกิดจาก จุลินทรีย์ แต่อาหารประเภทปลาหรือสัตว์น้ำเหล่านี้ จะมีการเน่าเสียเร็วกว่าอาหารประเภทเนื้อสัตว์อื่น ๆ ที่ได้จากสัตว์บก เนื่องจากปลาและอาหารสัตว์น้ำต่าง ๆ มีความเป็นกรดต่ำกว่าเนื้อหมู เนื้อวัวและเนื้อไก่เล็กน้อย จึงเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ต่าง ๆ เติบโตได้ดีในสัตว์น้ำอย่างรวดเร็วนอกจากนี้ ไขมันในปลายังทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เร็วกว่าไขมันจากเนื้อสัตว์บก นอกจากนี้ยังมีการซึมของน้ำที่ออกจากเนื้อปลาด้วยดังนั้นหากสามารถชะลอปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ให้เกิดช้าลงเท่าใดจะสามารถเก็บปลาได้นานขึ้นเท่านั้น (บุษกร, 2545) เนื้อปลาประกอบด้วยไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่สูง (กองโภชนาการ, 2550) ดังนั้นจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันได้ง่าย ซึ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ ออกซิเจนในอากาศ ความร้อน

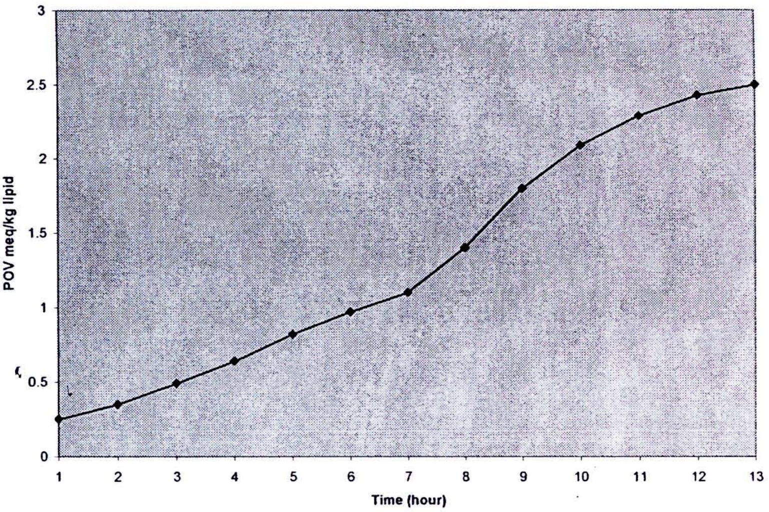
แสงและเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งเราสามารถที่จะวัดการหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้คือการวัด PV และ TBARS เนื้อปลาช่อนประกอบด้วยไขมันที่มีคุณภาพดี มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่สูง ดังนั้นจึงทำให้ปลาช่อนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและจะเกิดการหืนได้ง่าย ซึ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ ออกซิเจนในอากาศ ความร้อน แสงและเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งเราสามารถที่จะวัดการหืนเนื่องจากออกซิเดชันได้คือการวัด ค่า PV และ TBARS (นิธิยา , 2545)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ของปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) นั้นพบว่า เมื่อระยะเวลาการได้รับแสงของปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) เพิ่มขึ้น ปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 15.32 – 37.24 mg MDA/kg sample (ภาพ 2) โดยพบว่าการเพิ่มของปริมาณ TBARS นั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตลอดในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา



ภาพ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ในปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Peroxide value (POV) นั้น พบว่าเมื่อระยะเวลาการได้รับแสงของปลาช่อนเค็มตากแห้ง เพิ่มขึ้น ปริมาณ POV เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.25 – 2.50 meq/kg lipid (ภาพที่ 3) โดยพบว่าการเพิ่มของปริมาณ POV นั้นจะค่อยเพิ่มขึ้นตลอดในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา



ภาพ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ POV ในปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

สีและการเปลี่ยนสีของอาหารมีความสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ถึงแม้ว่าสีจะไม่บ่งบอกถึงคุณค่าทางอาหาร รส หรือคุณสมบัติในการนำไปใช้งาน แต่สีให้ความสำคัญในแง่ของความชอบของผู้บริโภค สีในอาหารเกิดจากเมล็ดสีเช่น ไมโอโกลบินในเนื้อสัตว์หรือเกิดจากสารที่ไม่ใช่เม็ดสีเช่น การเกิดสีน้ำตาลเมื่อนำน้ำตาลไปเคี่ยว เป็นต้น สีอาหารอาจเกิดจากสีโดยธรรมชาติหรือเป็นการแต่งแต้มสีโดยตั้งใจของผู้ผลิต ในเรื่องของอาหารสีจะบ่งบอกถึงความแตกต่างของความแก่-อ่อน (maturity) ของผักและผลไม้บางชนิดได้ดี บางครั้งอาจใช้สีอาหารเป็นดัชนีในการคัดเลือกวัตถุดิบ ควบคุมขั้นตอนการผลิต และจัดแบ่งชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังนั้นจึงเกิดความจำเป็นในการคิดค้นวิธีการวัดสีอาหารและผลิตภัณฑ์

การวัดสีโดยระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter Color System)

ระบบสีของฮันเตอร์ประกอบด้วยตัวแปรของสี 3 ตัวคือ *L*,a*,b** ซึ่งมีความหมายดังนี้

*L** คือ ความสว่างของสี ซึ่งมีค่ามาจาก 0.0 คือสีดำ ถึง 100.0 คือสีขาว

*a** คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง ที่อยู่ในตัวอย่างโดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a- แสดงถึงความเป็นสีเขียว

*b** คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ที่อยู่ในตัวอย่างโดยค่า b+ แสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน (จิตธนา แจ่มเมฆ, 2545)

สำหรับการศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชั่นต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านสี พบว่า ค่า *L** ลดลงเมื่อระยะเวลาการได้รับแสงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 52.71 – 59.05 ในขณะที่ค่า *a** และ *b** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาได้รับแสงเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.16 – 7.61 และ 6.25 – 15.62 ตามลำดับ (ตาราง 5) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างกระบวนการอบแห้งหรือเกิดจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างกระบวนการผลิต แสง ออกซิเจน และอุณหภูมิ ก็มีผลต่อความคงตัวของสี ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าสีนั้นเกิดการเข้มขึ้น (นงนุช, 2538 ; Lario et al., 2004)

ตาราง 5 การเปลี่ยนแปลงค่า *L** *a** และ *b**ในปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาที่ได้รับแสง (ชั่วโมง)	*L**	*a**	*b**
0	59.05	5.07	7.14
1	57.94	5.25	6.25
2	55.28	6.14	9.72
3	53.00	5.78	9.63
4	57.01	4.16	12.35
5	57.57	4.24	11.90
6	53.96	4.75	10.85
7	52.71	5.60	12.12
8	56. 02	5.81	12.83
9	55.62	6.83	11.60
10	53.72	6.39	11.14
11	5568	6.53	12.53
12	54.84	7.61	15.62

ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชั่นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันและน้ำมัน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางด้าน

กายภาพด้านสี พบว่า เมื่อระยะเวลาการได้รับแสงเพิ่มมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มตากแห้งมีแนวโน้มที่จะมีสีคล้ำมากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงกรดไขมัน

การเปลี่ยนแปลงกรดไขมันปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสแสดงดังตาราง 6 โดยพบว่ากรดไขมันที่มีปริมาณมากได้แก่ C16:0 ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 21.39 รองลงมาคือ C18:1 n7 ปริมาณร้อยละ 12.15 และ C24:0 ปริมาณร้อยละ 7.40 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาชนิดของกลุ่มกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในปลาช่อนเค็มแห้ง พบว่าจะประกอบด้วยกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 62.07 ในขณะที่กรดไขมันประเภทอิ่มตัวมีปริมาณร้อยละ 37.64 และจากการศึกษาผลของปฏิกิริยาโฟโตออกซิเดชั่นต่อการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันจะพบว่า เมื่อระยะเวลาในการได้รับแสงเพิ่มขึ้น กรดไขมันจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ตาราง 6) โดยกรดไขมันอิ่มตัวในชั่วโมงที่ 0 จะมีปริมาณร้อยละ 37.64 และในชั่วโมงที่ 12.0 ของการได้รับแสงจะมีปริมาณร้อยละ 37.70 กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีจำนวนพันธะคู่จำนวน 1 คู่นั้น พบว่าจะมีปริมาณร้อยละ 39.25 ในชั่วโมงที่ 0 ของการได้รับแสง และมีปริมาณร้อยละ 39.35 เมื่อได้รับแสงเป็นระยะเวลา 12.0 ชั่วโมง และสำหรับกรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไปจะมีปริมาณร้อยละ 22.82 ในชั่วโมงที่ 0 และมีปริมาณร้อยละ 22.87 เมื่อได้รับแสงเป็นระยะเวลา 12.0 ชั่วโมง

Henderson and Tocher (1987) รายงานว่า กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในปลาน้ำจืดนั้นจะมีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของปลาน้ำจืด และเนื้อเยื่อที่กรดไขมันเป็นองค์ประกอบนอกจากนี้ยังขึ้นกับฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิของแต่ละฤดูกาลด้วย เพราะฉะนั้นจึงทำให้ปริมาณกรดไขมันที่วิเคราะห์ได้ในปลาน้ำจืดแต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยกรดไขมันอิ่มตัวในเนื้อปลาน้ำจืดอยู่ในช่วงร้อยละ 9.0 ถึง 36.0 ในปลาน้ำจืดเขตอบอุ่นกรดไขมันอิ่มตัวสามารถมีปริมาณได้ถึงร้อยละ 45.0 โดยกรดไขมัน C16:0 เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีปริมาณมากที่สุด สำหรับกรดไขมัน C18:0, C14:0 และ C 12:0 จะมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 2.0 สำหรับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่จำนวนหนึ่งคู่นั้น พบว่า กรดไขมันที่มีปริมาณมากคือ C 18:1 ตามด้วย C 16:1 และ C 20:1 ตามลำดับ โดยจะมีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 15.3 ถึงร้อยละ 51.0

กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่จำนวน 2 คู่ที่พบมาในปลาน้ำจืดนั้น Henderson and Tocher (1987) รายงานว่า กรดไขมันที่มีปริมาณมากในกลุ่มนี้ได้แก่ C18:2 n6 โดยพบมากในปลา green snakehead โดยมีปริมาณร้อยละ 18.5 แต่ถ้าเป็นปลาชนิดอื่นๆ ปริมาณที่พบจะน้อยกว่า สำหรับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 3 คู่นั้น รายงานว่า กรดไขมัน C18:3 n3 เป็นกรดไขมันในกลุ่มนี้ที่มีปริมาณมากที่สุดซึ่งปกติจะมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 10.0

ตาราง 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

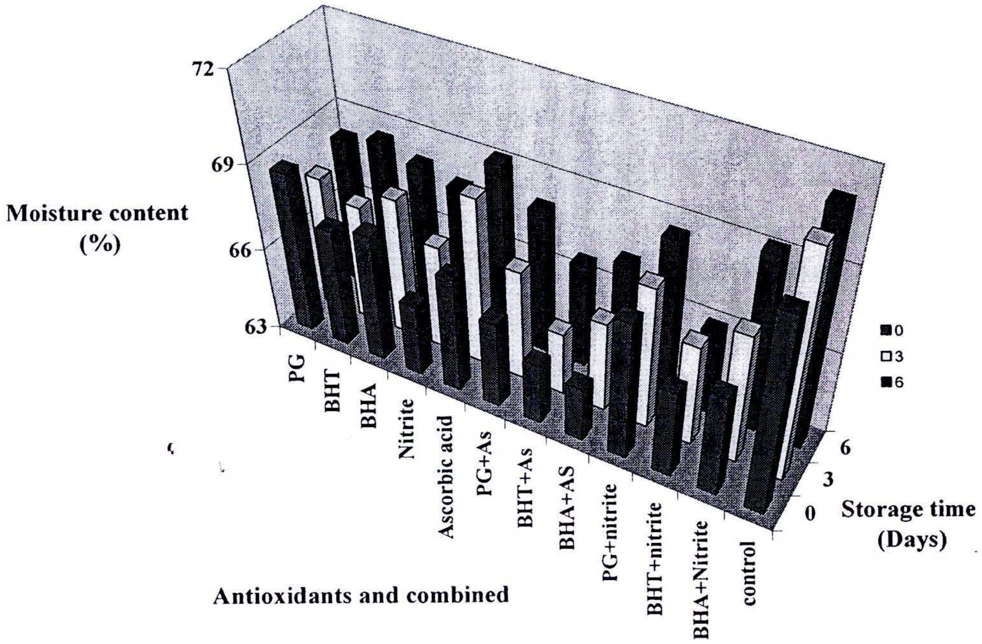
กรดไขมัน	**ระยะเวลาในได้รับแสง (ชั่วโมง)**		
	0	**6**	**12**
C14:0	1.83	1.85	1.86
C15:0 I	0.38	0.37	0.39
C15:0	1.97	1.97	1.95
C16:0 I	0.69	0.69	0.71
C16:0	21.39	21.39	21.41
C17:0 I	0.58	0.58	0.58
C17:0	0.26	0.25	0.26
C18:0	1.21	1.22	1.21
C20:0	1.93	1.93	1.94
C24:0	7.40	7.40	7.39
กรดไขมันอิ่มตัว	**37.64**	**37.65**	**37.70**
C16:1 n7	3.93	3.95	3.93
C16: 1 n5	0.68	0.68	0.69
C18:1 n9	8.08	8.08	8.07
C18:1 n7	12.15	12.14	12.16
C18:1 n5	6.03	6.00	6.03
C20:1 n11	6.37	6.40	6.39
C20:1 n9	0.85	0.85	0.89
C22:1 n11	1.16	1.17	1.19
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**39.25**	**39.27**	**39.35**
C16:2 n4	1.21	1.24	1.23
C16:2 n3	0.40	0.42	0.43
C17:2 n8	1.76	1.76	1.78
C17:2	1.20	1.21	1.22
C18:2 n6	0.26	0.26	0.24
C18:2 n4	3.71	3.72	3.71
C18:3 n4	0.33	0.34	0.33
C18:3 n3	0.95	0.96	0.97

ตาราง 6 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อได้รับแสงในระยะเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

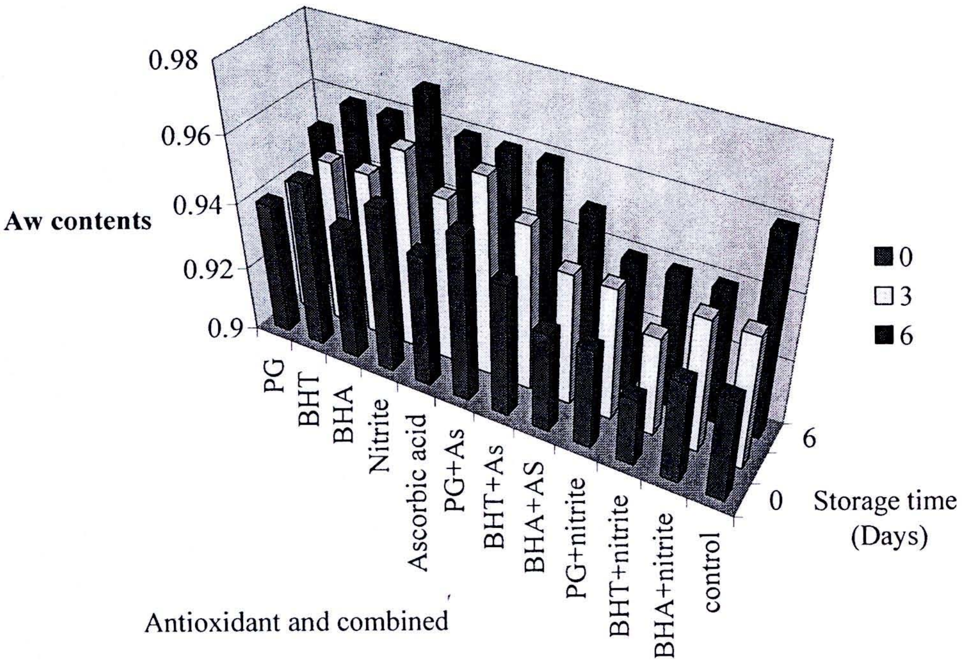
กรดไขมัน	**ระยะเวลาในได้รับแสง (ชั่วโมง)**		
	0	**6**	**12**
C18:4 n1	0.41	0.41	0.43
C20:2	0.26	0.26	0.24
C20:4 n6	0.89	0.89	0.88
C20:5 n3	3.96	3.96	3.95
C21:5 n3	1.10	1.12	1.09
C22:5 n3	2.04	2.06	2.04
C22:6 n3	4.34	4.35	4.35
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**22.82**	**22.96**	**22.87**

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยการศึกษาครั้งนี้ศึกษาสารต้านออกซิเดชั่นดังนี้คือ propyl gallate, BHT, BHA, nitrite, ascorbic และสารผสมระหว่าง propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid, propyl gallate ร่วมกับ nitrite, BHT ร่วมกับ nitrite BHT ร่วมกับ ascorbic acid, BHA ร่วมกับ nitrite, BHA ร่วมกับ ascorbic ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ที่ระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างที่ 45 60 และ 75 นาที พบว่า ระยะเวลาที่ในการแช่ตัวอย่างที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและปริมาณ a_w ($P \geq 0.05$) แต่ปริมาณความชื้นปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) จะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพ 4) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 64.93 – 71.21 เช่นเดียวกันกับปริมาณ a_w ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพ 5) มีค่าเท่ากับ 0.93 – 0.97 โดยกล่าวคือ ยิ่งระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำปริมาณความชื้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.06 – 2.24 และเมื่อเปรียบเทียบชนิดของสารต้านออกซิเดชั่นที่ระยะเวลาเดียวกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($P \geq 0.05$)

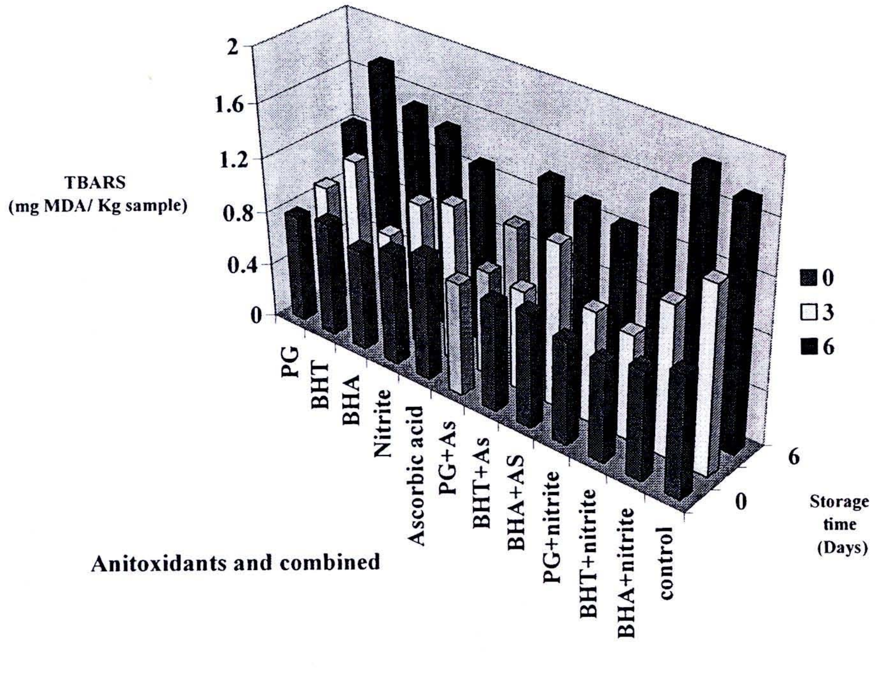


ภาพ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส



ภาพ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ A_w ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

สำหรับเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวจะมีค่าTBARS ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสอยู่ในช่วง 0.72 – 1.86 mmol/kg sample โดยพบว่า ระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวจะมีผลต่อค่า TBARS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาในการแช่ตัวอย่างเพิ่มขึ้น ค่า TBARS จะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่แช่ในระยะเวลาน้อยกว่า นั่นคือ การแช่ตัวอย่างที่ระยะเวลา 75 นาที จะมีค่า TBARS ต่ำกว่าการแช่ตัวอย่าที่ระยะเวลา 45 และ 60 นาที และเมื่อพิจารณาชนิดของสารต้านออกซิเดชั่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การใช้ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 100 ppm จะมีค่า TBARS ต่ำกว่าการใช้สารต้านออกซิเดชั่นชนิดอื่นๆ ที่ระยะเวลาเดียวกัน (ภาพ 6) และเมื่อพิจารณาเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การใช้ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ที่น้อยกว่าการใช้สารชนิดอื่นๆ โดยพบว่า BHA ร่วมกับ nitrite จะมีค่า TBARS สูงกว่าสารต้านออกซิเดชั่นชนิดอื่นๆที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (ภาพ 6)



ภาพ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารต้านออกซิเดชั่นในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านกระบวนการโฟโต้ออกซิเดชั่นคือ การแช่ตัวอย่างในสาร propyl galatte ร่วมกับ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นระยะเวลา 75 นาที

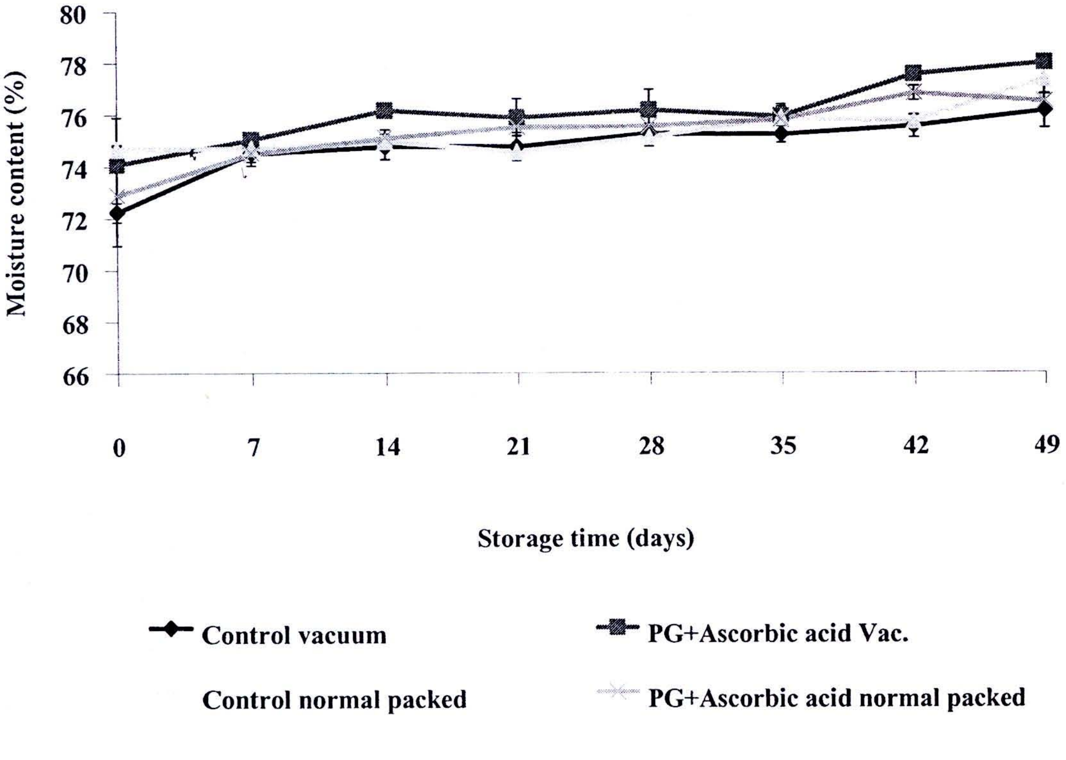
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว)

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีกและอาหารทะเลอบแห้ง อาหารประเภทนี้มักเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและปฏิกิริยาเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนระหว่างการเก็บรักษา ปฏิกิริยาเสื่อมเสียจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ตลอดจนการสูญเสียคุณสมบัติการคืนตัว (ไพบูลย์, 2532) Laura, et al., (200) พบว่าอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้กลิ่นหืนเพิ่มมากขึ้นและสีเปลี่ยนแปลง โดยเกิดจากไขมันและmyoglobin oxidation อีกทั้งยังทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป (Cornet and Bousset, 1990) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาเค็มแห้งในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีสภาวะสุญญากาศจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งจะลดการหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาและยังป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต (aerobic microorganism) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีและมีลักษณะ flexible ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ (งามทิพย์, 2550)

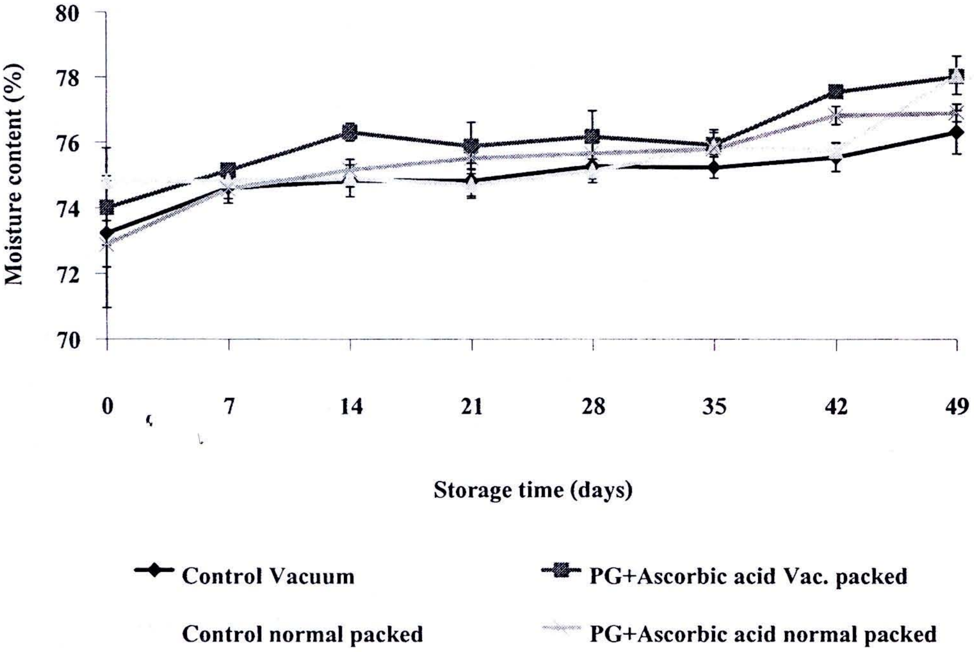
ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อปริมาณความชื้น

โดยทั่วไปจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตในอาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำ ๆ แต่บางครั้งหลังจากตากแห้งแล้วผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นกลับเข้าไปใหม่ถ้าเก็บรักษาไม่ดี หรือในพวกผลไม้แห้ง เช่น ลูกพรุน จะมีความชื้นเหลืออยู่ระหว่างร้อยละ 25.0-30.0 ซึ่งพวกยีสต์และรายังเจริญได้ในปลาตากแห้งก็พบว่ามักเสื่อมคุณภาพเนื่องจากมีราขึ้น โดยเฉพาะราที่ชอบเกลือหรือทนเกลือได้ (Halophilic หรือ halotolent fungi) ที่พบมากคือ Wallemia, Oospora, Aspergillus โดยทั่วไปเรียกราพวกนี้ว่า dun ซึ่งอาจสร้าง mycotoxin ที่มีอันตรายต่อผู้บริโภคได้และในกระบวนการ metabolism ของราพวกนี้จะคายน้ำ ทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งทำให้แบคทีเรียพวกอื่นสามารถเจริญเติบโตได้ภายหลัง (นงนุช, 2538) ในการศึกษานี้ได้นำปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านกระบวนการโฟโต้ออกซิเดชั่นเป็นระยะเวลา 8.0 ชั่วโมง นำไปศึกษาสภาวะอายุการเก็บรักษาด้วยการใช้สารต้านออกซิเดชั่นคือ propyl gallate และ ascorbic acid ร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นอย่าง

ละ 100 ppm ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 35 องซาเซลเซียสและภาชนะบรรจุที่เหมาะสม พบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น กล่าวคือ ปริมาณความชื้นของปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุในสภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาในอุณหภูมิตู้เย็นจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มตากแห้ง (ปลาช่อนแดดเดียว) จะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 72.23 – 77.99 สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 72.88 – 78.05 (ภาพ 7 และ ภาพ 8)



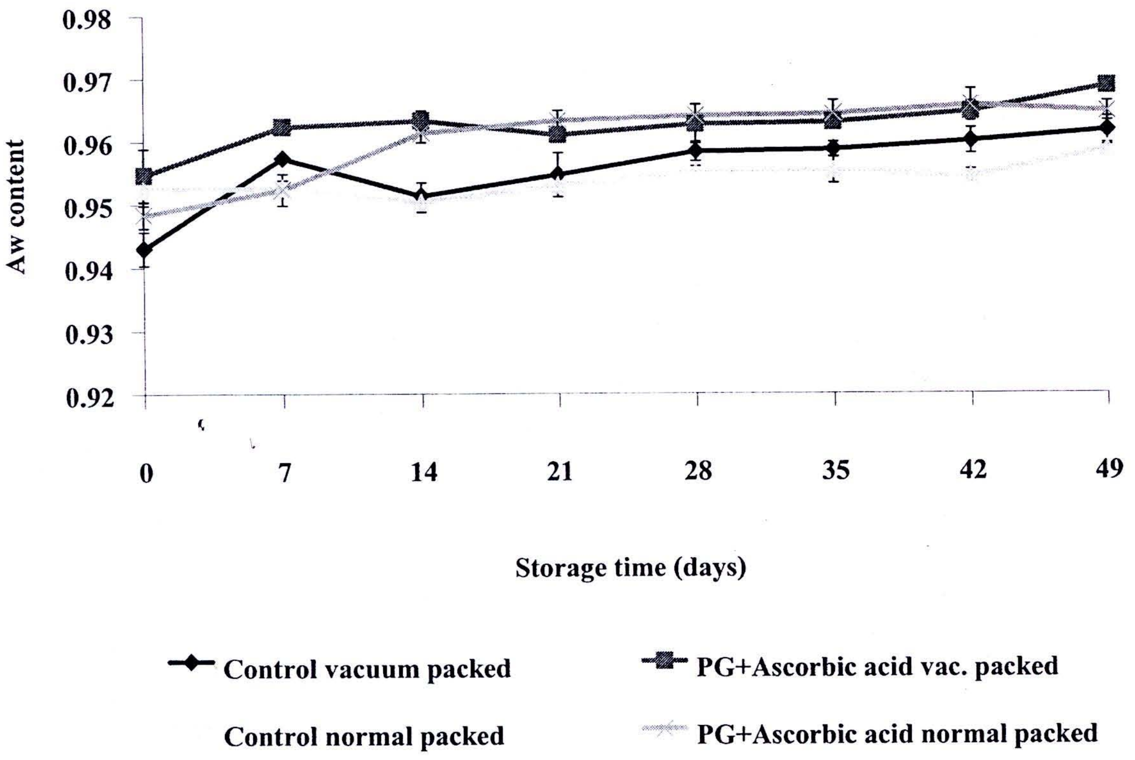
ภาพ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษา ในสภาวะการบรรจุแบบปกติและแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส



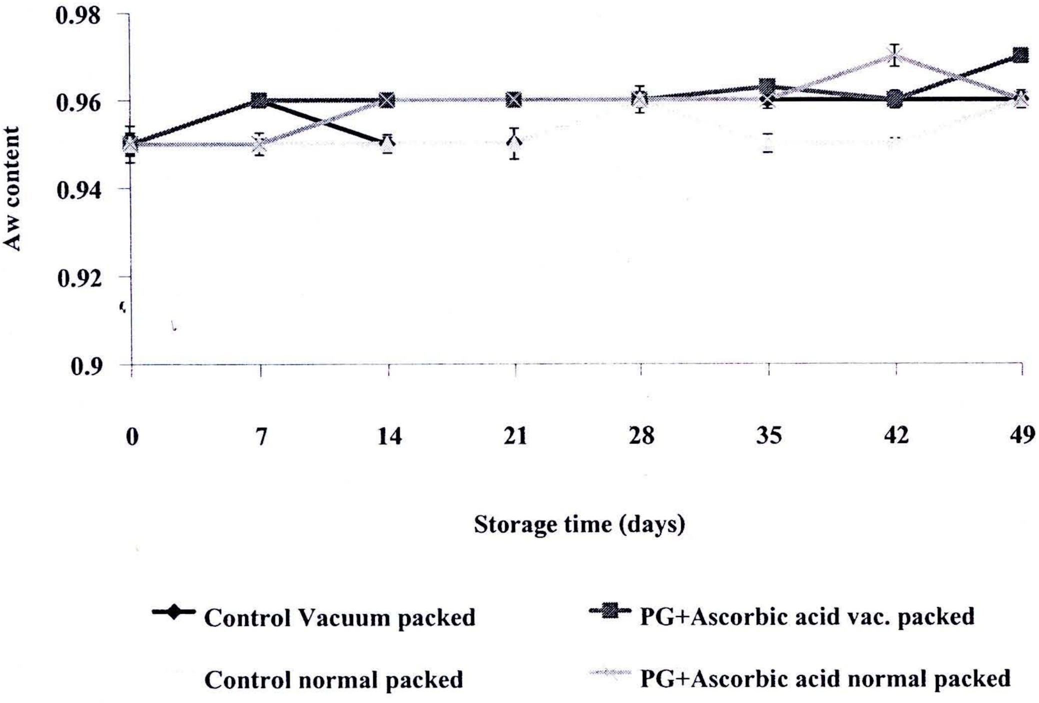
ภาพ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะการบรรจุแบบปกติและแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อค่า A_w

A_w ของเนื้อปลาเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.94-0.96 (ภาพ 9) สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีค่าอยู่ในช่วง 0.95 – 0.97 (ภาพ 10) สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยค่า A_w ของเนื้อปลาจะมีค่า A_w เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่า A_w จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันคือทั้งปริมาณความชื้นและค่า A_w มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา



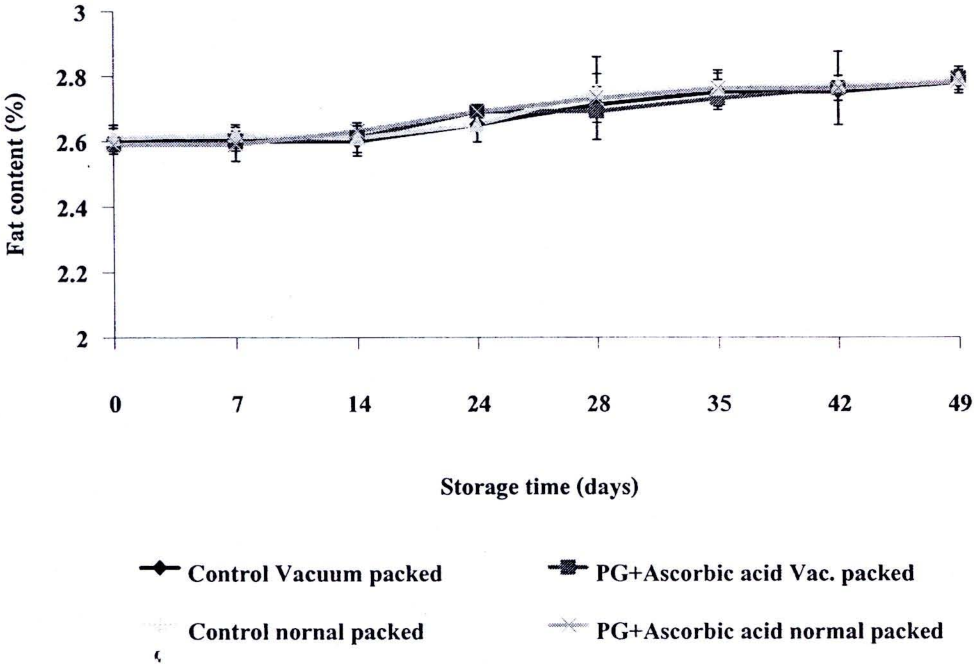
ภาพ 9 การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติ และสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส



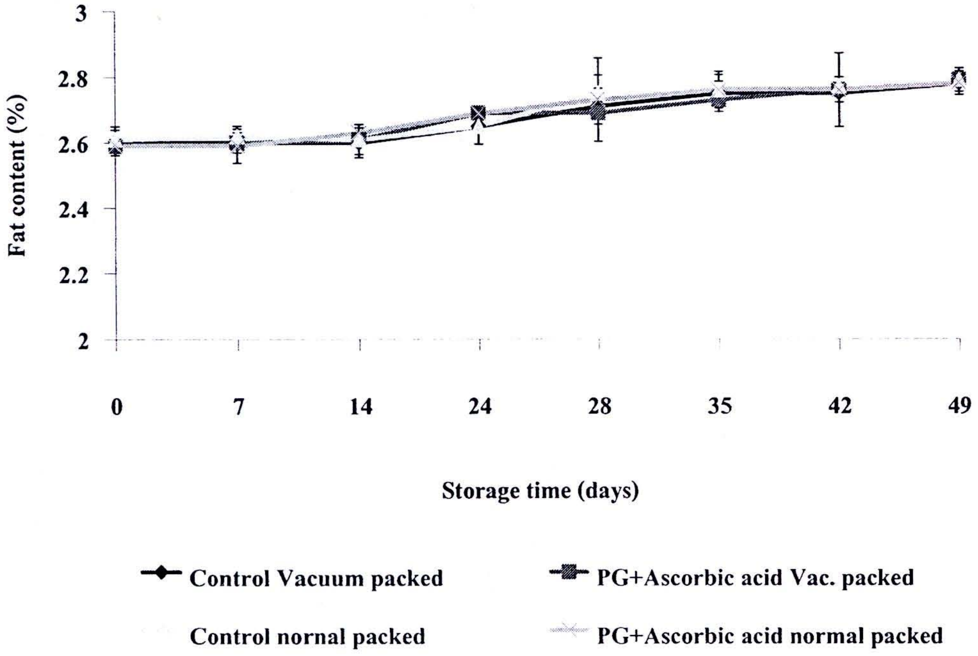
ภาพ 10 การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติ และสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

ผลของอายุการเก็บรักษาต่อปริมาณไขมัน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ และสภาวะการบรรจุแบบปกติ พบว่า มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.50-2.79 โดยสารต้านออกซิเดชั่น สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน ดังภาพ 11 และ 12



ภาพ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติ และสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส



ภาพ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติ และสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าสี *L *a** และ *b***

ค่าสี *L** การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าสารต้านออกซิเดชั่น และสภาวะในการเก็บรักษามีผลต่อค่าสี *L**โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุ โดยปลาช่อนที่มีการเติมสารต้านออกซิเดชั่นจะมีค่า *L** ที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารต้านออกซิเดชั่น ค่า *L** จะมีค่าที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้สภาวะในการบรรจุคือ สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศจะทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า L* มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน แต่สภาวะการบรรจุปกติจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ (ตาราง 7และตาราง 8)

ค่าสี *a** การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าสารต้านออกซิเดชั่นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี *a** ในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้สภาวะการเก็บรักษายังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี *a** เช่นเดียวกัน กล่าวคือ ค่าสี *a** ของปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บรักษาในสภาวะไม่มีการเติมสารต้านออกซิเดชั่นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนกว่าตัวอย่างที่มีการเติมสารต้านออกซิเดชั่น โดยการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ค่าสี *a** เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตาราง7 และตาราง 8 ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิจิเนชันของเม็ดสีไมโอโกลบิน ได้เป็นออกซิไมโอโกลบิน โดยตัวอย่างที่เก็บอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นมีค่าสี *a** เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ เมื่อเก็บปลาช่อนไว้เป็นระยะเวลานานค่าสี *a** จะมีค่าเพิ่มขึ้นจึงบอกได้ว่าเนื้อปลาช่อนเมื่อเก็บไว้นานจะทำให้มีสีแดงคล้ำและอาจจะบอกได้ว่าปลาอาจจะเน่าเสีย และลักษณะเนื้อปลาจะมีสีที่แดงมากกว่าปลาที่ผ่านการบรรจุที่สภาวะปกติ Paleari, et al., (1998) พบว่าเนื้อปลาช่อนที่มีค่าสี *a** ไปทางบวกจึงบอกได้ลักษณะสีจะมีสีแดงเข้มโดยจะมีปริมาณฮีมอยู่สูง และการบรรจุแบบสุญญากาศจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีแดงอย่างรวดเร็วลักษณะเนื้อปลาจะมีสีเข้มขึ้นซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติของกล้ามเนื้อลายของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาของออกซิจิเนชัน (Oxygenation) ของเม็ดสีไมโอโกลบินในเนื้อ (Myoglobin) จะได้สารชื่อ ออกซิไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เนื้อมีสีแดง สารนี้จะเสถียรดีขึ้นเมื่ออยู่ในบรรยากาศ ที่มีความดันของก๊าซออกซิเจนสูง ๆ จึงทำให้เนื้อปลามีสีเข้มขึ้น (งามทิพย์, 2550)

ค่าสี b* พบว่าสารต้านออกซิเดชั่นและสภาวะการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี *b** เช่นเดียวกัน โดยการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าสี *b** เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่าสี *b** เพิ่มขึ้นมากกว่า

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 7 และ ตาราง 8) ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ในการบรรจุในสภาวะปกติจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสี *b** มากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และเปรียบเทียบกันระหว่างสภาวะการเก็บรักษา คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสี *b** มากกว่าอุณหภูมิตู้เย็น โดยที่ทั้งการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ค่าสี *b** เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) Paleari et al. (1998) พบว่าค่าสี b* จะมีค่าลดลงเล็กน้อยหรือคงที่เมื่อเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศในระหว่างการเก็บ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างกระบวนการอบแห้งหรือเกิดจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างกระบวนการผลิต หรือแม้แต่กระทั่งแสง ออกซิเจน อุณหภูมิ ก็มีผลต่อความคงตัวของสี ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าสีนั้นเกิดการเข้มขึ้น (นงนุช, 2538 ; Lario, et al., 2004)

ตาราง 7 ค่าสี L^* a^* และ b^* ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียว ในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

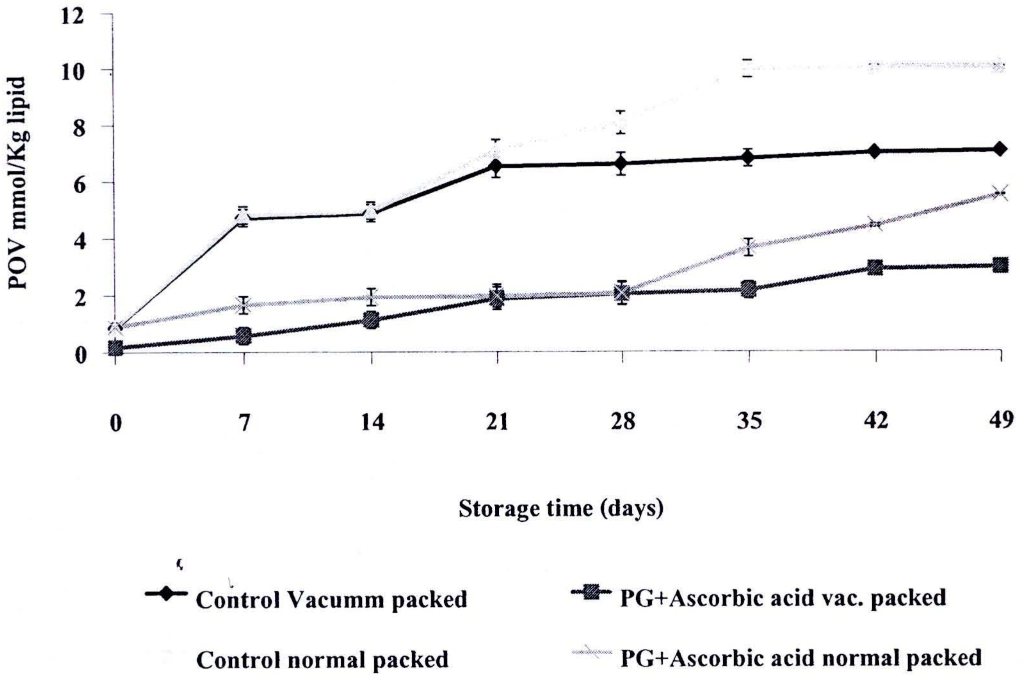
สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	สภาวะบรรจุ	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าสี		
				L^*	a^*	b^*
ชุดควบคุม	4	ปกติ	0	44.25	1.35	8.73
			7	44.55	2.12	8.56
			14	49.25	2.18	6.51
			21	45.68	2.22	2.61
			28	52.76	2.03	8.41
			35	49.00	2.23	9.50
			42	44.80	2.42	8.73
			49	49.31	2.15	8.54
		สุญญากาศ	0	44.25	1.98	7.24
			7	49.70	2.05	11.25
			14	45.81	2.05	7.33
			21	48.51	2.38	6.59
			28	48.15	3.25	6.65
			35	47.48	3.48	4.47
			42	47.00	3.56	7.50
			49	48.83	4.07	7.17
PG + Ascorbic	4	ปกติ	0	45.00	1.71	2.15
			7	40.01	1.85	6.23
			14	42.99	1.04	5.20
			21	45.48	1.62	9.45
			28	43.01	1.88	5.47
			35	42.00	1.30	3.50
			42	43.62	1.58	4.30
			49	43.81	1.37	7.51
		สุญญากาศ	0	45.94	0.62	5.26
			7	41.79	0.49	8.75
			14	41.65	0.26	4.83
			21	44.45	0.97	4.03
			28	45.91	0.15	7.45
			35	44.52	0.21	4.75
			42	41.71	0.08	5.29
			49	42.42	0.36	7.27

ตาราง 8 ค่าสี *L** *a** และ *b** ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียว ในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

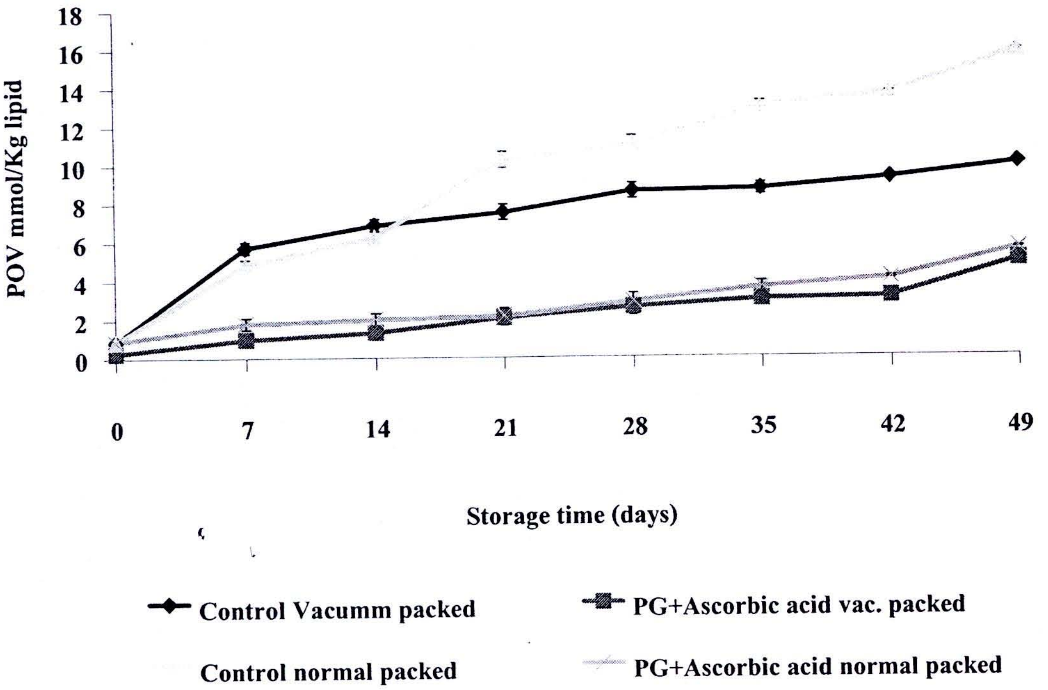
สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	สภาวะบรรจุ	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าสี		
				*L**	*a**	*b**
ชุดควบคุม	35	ปกติ	0	44.25	1.05	6.73
			7	44.55	1.12	6.56
			14	49.25	1.18	6.51
			21	45.68	1.22	6.61
			28	52.76	1.83	6.41
			35	49.00	1.93	6.50
			42	44.80	2.02	7.73
			49	49.31	2.15	7.54
		สุญญากาศ	0	44.25	1.08	6.24
			7	49.70	1.05	6.25
			14	45.81	1.05	6.33
			21	48.51	1.38	6.59
			28	48.15	1.25	6.65
			35	47.48	1.48	6.47
			42	47.00	1.56	6.50
			49	48.83	2.07	7.17
PG + Ascorbic	35	ปกติ	0	45.00	1.09	2.15
			7	40.01	1.15	3.23
			14	42.99	1.14	3.20
			21	45.48	1.62	3.45
			28	43.01	1.88	3.47
			35	42.00	1.30	4.50
			42	43.62	1.58	4.30
			49	43.81	1.37	4.51
		สุญญากาศ	0	45.94	0.62	2.26
			7	41.79	0.59	2.75
			14	41.65	0.56	2.83
			21	44.45	0.97	3.03
			28	45.91	0.95	3.45
			35	44.52	0.91	3.75
			42	41.71	0.98	3.29
			49	42.42	0.96	3.27

ผลการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการเก็บรักษา

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีกและอาหารทะเลอบแห้ง อาหารประเภทนี้มักเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและปฏิกิริยาเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนระหว่างการเก็บรักษา ปฏิกิริยาเสื่อมเสียจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ตลอดจนการสูญเสียคุณสมบัติการคืนตัว (ไพบูลย์, 2532) Laura, et al., (2008) พบว่าอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้กลิ่นหืนเพิ่มมากขึ้นและสีเปลี่ยนแปลง โดยเกิดจากไขมันและ myoglobin oxidation อีกทั้งยังทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป (Cornet, and Bousset, 1990) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาเค็มแห้งในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีสภาวะสุญญากาศจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งจะลดการหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาและยังป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต (aerobic microorganism) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีและมีลักษณะ flexible ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ (งามทิพย์, 2550) การเปลี่ยนแปลงค่า PV ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่า PV ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียว อยู่ในช่วงระหว่าง 0.17 – 15.85 mmol/kg lipid และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อบรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มากกว่าในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อบรรจุในสภาวะปกติค่า PV ในเนื้อปลาช่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในสภาวะปกติการบรรจุในสภาวะปกติจะทำให้เกิดกลิ่นหืนได้เร็วกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ จากภาพ 13 และ 14 จะเห็นได้ว่าค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่า PV มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ตัวอย่างที่ผ่านการเติมสารต้านออกซิเดชั่นคือ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น100 ppm มีผลทำให้ค่า PV มีการเปลี่ยนน้อยการปลาช่อนแดดเดียวที่ไม่มีการเติมสารดังกล่าว ($p \leq 0.05$)



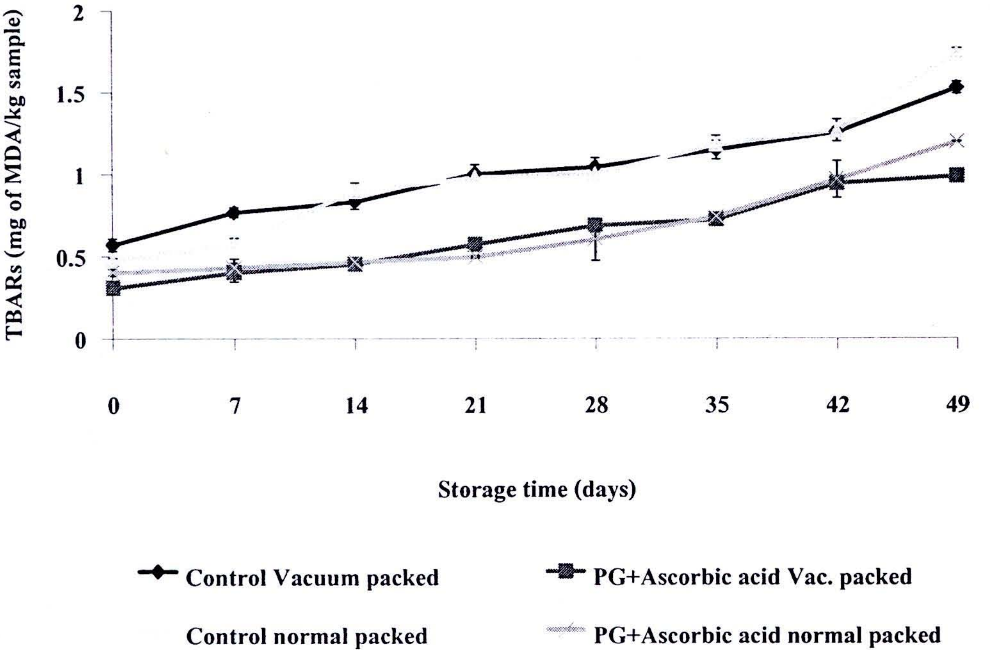
ภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส



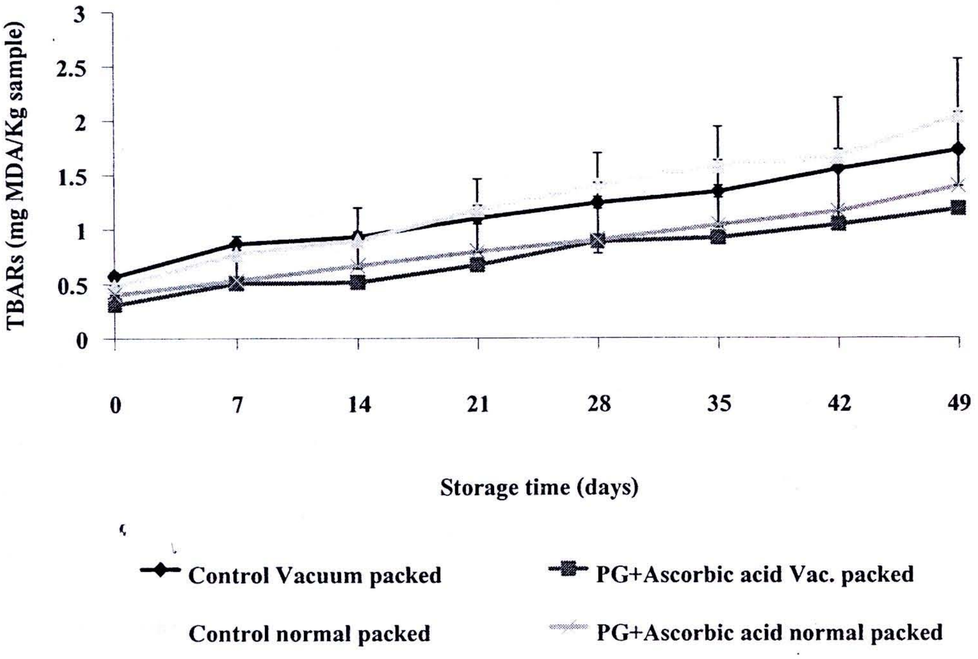
ภาพ 14 การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติและสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

จากการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวจะมีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงค่า PV โดยค่าTBARS ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีค่า 0.40 – 1.52 mmol/kg sample ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสจะมีค่าอยู่ในช่วง 04.0 – 2.03 mmol/kg sample และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้ง 2 สภาวะอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยบรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มากกว่าในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อบรรจุในสภาวะปกติค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในสภาวะปกติการบรรจุในสภาวะปกติจะทำให้เกิดกลิ่นหืนได้เร็วกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ จากภาพ 15 และ 16จะเห็นได้ว่าค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่า TBARS มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากถุง HDPE ที่ใช้ใน

การทดลองมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ไม่ดีพอที่จะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาส่วนปลาช่อนที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีบางถุงเกิดการรั่วซึมที่สายตาเปล่าไม่สามารถที่จะมองเห็นได้จึงทำให้ออกซิเจนเข้าไปในถุงได้เป็นบางถุง สาเหตุที่ทำให้เกิดถุงรั่วก็อาจมีสาเหตุได้กล่าวคือ ส่วนที่เป็นครีบของปลาช่อนและส่วนที่เป็นหัวซึ่งมีความแหลมคมทำให้ถุงเกิดรอยรั่วได้ อีกทั้งยังพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นจะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ (ภาพ 15 และ 16) (Huang, Lovell, and Dunham, 1994; Josepson, Lindsay, and Stuiber, 1985) พบว่า การบรรจุในสภาวะสุญญากาศสามารถยับยั้งการเกิด TBARS ได้ดีกว่าการบรรจุในสภาวะปกติและ Laksahmanan (2000) พบว่าค่า TBARS อยู่ในช่วง 1.0-2.0 mg malonaldehyde/kg lipid เป็นช่วงที่ยอมรับได้ Bewer, and Wu (1993) พบว่าค่า TBARS ในเนื้อที่บรรจุในถุงสุญญากาศ วันที่ 6.0 และ 9.0 จะมีปริมาณสูงสุด (>20.0 mg MDA/kg meat)



ภาพ 15 การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุ แบบปกติและสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส



ภาพ 16 การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุ แบบปกติและสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงกรดไขมัน

การเปลี่ยนแปลงกรดไขมันปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) เมื่อได้รับแสงในระยะเวลา 8.0 ชั่วโมง และเก็บรักษาด้วยการเติมสาร และไม่เติมสารต้านออกซิเดชั่น ที่สภาวะการบรรจุปกติและสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แสดงดังตาราง 9 - 16 โดยพบว่ากรดไขมันมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น คือ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 100 ppm นั้นจะมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 คู่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารต้านออกซิเดชั่นจะมีการเปลี่ยนแปลงกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 คู่ที่ลดลง ในขณะที่กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 คู่นั้น จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทั้งตัวอย่างที่เติมและไม่เติมสารต้านออกซิเดชั่น นั่นแสดงให้เห็นว่า สารต้านออกซิเดชั่นสามารถที่จะยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ เหมือนกับผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณ PV แล TBARS

ตาราง 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	1.83	3.12
C15:0 I	0.38	0.48
C15:0	1.97	2.26
C16:0 I	0.69	0.50
C16:0	21.39	26.60
C17:0 I	0.58	1.06
C17:0	0.26	2.06
C18:0	1.21	9.36
C20:0	1.93	0.57
C24:0	7.40	2.78
กรดไขมันอิ่มตัว	**37.64**	**48.79**
C16:1 n7	3.93	5.23
C16: 1 n5	0.68	0.87
C18:1 n9	8.08	14.03
C18:1 n7	12.15	5.20
C18:1 n5	6.03	1.21
C20:1 n11	6.37	5.04
C20:1 n9	0.85	0.89
C22:1 n11	1.16	1.60
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**39.25**	**34.07**
C16:2 n4	1.21	1.51
C16:2 n3	0.40	0.40
C17:2 n8	1.76	1.25
C17:2	1.20	1.02
C18:2 n6	0.26	4.87
C18:2 n4	3.71	3.21
C18:3 n4	0.33	0.69

ตาราง 9 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n3	0.95	0.89
C18:4 n1	0.41	3.75
C20:2	0.26	0.26
C20:4 n6	0.89	0.85
C20:5 n3	3.96	2.89
C21:5 n3	1.10	0.85
C22:5 n3	2.04	1.24
C22:6 n3	4.34	2.07
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**22.82**	**25.75**

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ตาราง 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	
	0	**49**
C14:0	4.15	3.37
C15:0 I	1.21	0.50
C15:0	5.74	2.53
C16:0 I	0.90	0.52
C16:0	14.45	23.60
C17:0 I	0.89	0.95
C17:0	2.85	1.96
C18:0	6.50	8.68
C20:0	1.06	0.26
C24:0	1.49	2.87
กรดไขมันอิ่มตัว	**39.24**	**45.24**
C16:1 n7	6.78	5.71
C16: 1 n5	1.94	0.81
C18:1 n9	8.29	14.93
C18:1 n7	4.59	5.59
C18:1 n5	0.36	0.59
C20:1 n11	5.15	5.69
C20:1 n9	2.56	0.92
C22:1 n11	8.31	0.34
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**37.98**	**34.58**
C16:2 n4	1.75	1.29
C16:2 n3	0.32	0.42
C17:2 n8	2.12	1.41
C17:2	1.86	1.25
C18:2 n6	4.91	2.47
C18:2 n4	1.47	0.41

ตาราง 10 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n4	2.21	0.77
C18:3 n3	1.33	4.56
C18:4 n1	2.01	3.88
C20:2	0.61	0.26
C20:4 n6	2.40	0.58
C20:5 n3	2.29	0.34
C21:5 n3	8.31	0.78
C22:5 n3	0.72	1.78
C22:6 n3	1.10	2.25
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**33.41**	**22.45**

ตาราง 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	2.51	1.53
C15:0 I	0.91	0.42
C15:0	2.46	0.18
C16:0 I	0.28	1.28
C16:0	20.45	21.61
C17:0 I	0.41	0.52
C17:0	1.98	1.72
C18:0	7.13	9.33
C20:0	0.54	1.83
C24:0	1.30	3.91
กรดไขมันอิ่มตัว	**37.97**	**42.33**
C16:1 n7	7.66	3.88
C16: 1 n5	0.86	0.72
C18:1 n9	18.08	17.44
C18:1 n7	5.67	7.21
C18:1 n5	1.22	0.66
C20:1 n11	3.23	4.38
C20:1 n9	0.79	0.18
C22:1 n11	1.43	0.89
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**38.94**	**35.36**
C16:2 n4	1.52	1.33
C16:2 n3	1.15	1.65
C17:2 n8	0.45	0.99
C17:2	1.09	1.35
C18:2 n6	7.96	7.14
C18:2 n4	0.54	0.35
C18:3 n4	0.96	1.46

ตาราง 11 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n3	0.35	0.28
C18:4 n1	2.52	2.91
C20:2	0.31	0.27
C20:4 n6	0.39	0.28
C20:5 n3	1.29	1.29
C21:5 n3	1.01	0.19
C22:5 n3	0.83	1.72
C22:6 n3	0.93	2.22
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**21.30**	**23.43**

ตาราง 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	3.06	1.15
C15:0 I	0.41	0.29
C15:0	3.56	1.36
C16:0 I	1.07	1.29
C16:0	22.54	21.34
C17:0 I	1.21	0.65
C17:0	2.08	1.59
C18:0	9.54	9.95
C20:0	0.27	0.35
C24:0	2.96	3.00
กรดไขมันอิ่มตัว	**43.74**	**40.97**
C16:1 n7	4.28	3.24
C16: 1 n5	0.70	0.74
C18:1 n9	10.73	9.93
C18:1 n7	5.30	6.42
C18:1 n5	0.43	0.53
C20:1 n11	8.68	10.16
C20:1 n9	1.18	1.08
C22:1 n11	1.07	1.67
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**32.37**	**33.77**
C16:2 n4	1.21	1.10
C16:2 n3	0.58	0.69
C17:2 n8	1.35	0.91
C17:2	0.28	2.22
C18:2 n6	0.55	0.27
C18:2 n4	3.87	3.98

ตาราง 12 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n4	0.49	0.45
C18:3 n3	1.45	0.78
C18:4 n1	2.18	0.24
C20:2	0.22	0.63
C20:4 n6	0.95	0.96
C20:5 n3	0.45	1.34
C21:5 n3	1.43	1.89
C22:5 n3	2.17	3.23
C22:6 n3	4.00	5.37
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**21.18**	**24.06**

ตาราง 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	1.83	3.12
C15:0 I	0.38	0.48
C15:0	1.97	2.26
C16:0 I	0.69	0.50
C16:0	21.39	26.60
C17:0 I	0.58	1.06
C17:0	0.26	2.06
C18:0	1.21	9.36
C20:0	1.93	0.57
C24:0	7.40	2.78
กรดไขมันอิ่มตัว	**37.64**	**48.79**
C16:1 n7	3.93	5.23
C16: 1 n5	0.68	0.87
C18:1 n9	8.08	14.03
C18:1 n7	12.15	5.20
C18:1 n5	6.03	1.21
C20:1 n11	6.37	5.04
C20:1 n9	0.85	0.89
C22:1 n11	1.16	1.60
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**39.25**	**34.07**
C16:2 n4	1.21	1.51
C16:2 n3	0.40	0.40
C17:2 n8	1.76	1.25
C17:2	1.20	1.02
C18:2 n6	0.26	4.87
C18:2 n4	3.71	3.21

ตาราง 13 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	
	0	49
C18:3 n4	0.33	0.69
C18:3 n3	0.95	0.89
C18:4 n1	0.41	3.75
C20:2	0.26	0.26
C20:4 n6	0.89	0.85
C20:5 n3	3.96	2.89
C21:5 n3	1.10	0.85
C22:5 n3	2.04	1.24
C22:6 n3	4.34	2.07
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**22.82**	**25.75**

ตาราง 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	4.15	3.37
C15:0 I	1.21	0.50
C15:0	5.74	2.53
C16:0 I	0.90	0.52
C16:0	14.45	23.60
C17:0 I	0.89	0.95
C17:0	2.85	1.96
C18:0	6.50	8.68
C20:0	1.06	0.26
C24:0	1.49	2.87
กรดไขมันอิ่มตัว	**39.24**	**45.24**
C16:1 n7	6.78	5.71
C16: 1 n5	1.94	0.81
C18:1 n9	8.29	14.93
C18:1 n7	4.59	5.59
C18:1 n5	0.36	0.59
C20:1 n11	5.15	5.69
C20:1 n9	2.56	0.92
C22:1 n11	8.31	0.34
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**37.98**	**34.58**
C16:2 n4	1.75	1.29
C16:2 n3	0.32	0.42
C17:2 n8	2.12	1.41
C17:2	1.86	1.25
C18:2 n6	4.91	2.47
C18:2 n4	1.47	0.41

ตาราง 14 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างไม่มีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n4	2.21	0.77
C18:3 n3	1.33	4.56
C18:4 n1	2.01	3.88
C20:2	0.61	0.26
C20:4 n6	2.40	0.58
C20:5 n3	2.29	0.34
C21:5 n3	8.31	0.78
C22:5 n3	0.72	1.78
C22:6 n3	1.10	2.25
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**33.41**	**22.45**

ตาราง 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	2.51	1.53
C15:0 I	0.91	0.42
C15:0	2.46	0.18
C16:0 I	0.28	1.28
C16:0	20.45	21.61
C17:0 I	0.41	0.52
C17:0	1.98	1.72
C18:0	7.13	9.33
C20:0	0.54	1.83
C24:0	1.30	3.91
กรดไขมันอิ่มตัว	**37.97**	**42.33**
C16:1 n7	7.66	3.88
C16: 1 n5	0.86	0.72
C18:1 n9	18.08	17.44
C18:1 n7	5.67	7.21
C18:1 n5	1.22	0.66
C20:1 n11	3.23	4.38
C20:1 n9	0.79	0.18
C22:1 n11	1.43	0.89
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**38.94**	**35.36**
C16:2 n4	1.52	1.33
C16:2 n3	1.15	1.65
C17:2 n8	0.45	0.99
C17:2	1.09	1.35
C18:2 n6	7.96	7.14
C18:2 n4	0.54	0.35
C18:3 n4	0.96	1.46

ตาราง 15 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n3	0.35	0.28
C18:4 n1	2.52	2.91
C20:2	0.31	0.27
C20:4 n6	0.39	0.28
C20:5 n3	1.29	1.29
C21:5 n3	1.01	0.19
C22:5 n3	0.83	1.72
C22:6 n3	0.93	2.22
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**21.30**	**23.43**

ตาราง 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C14:0	3.06	1.15
C15:0 I	0.41	0.29
C15:0	3.56	1.36
C16:0 I	1.07	1.29
C16:0	22.54	21.34
C17:0 I	1.21	0.65
C17:0	2.08	1.59
C18:0	9.54	9.95
C20:0	0.27	0.35
C24:0	2.96	3.00
กรดไขมันอิ่มตัว	**43.74**	**40.97**
C16:1 n7	4.28	3.24
C16: 1 n5	0.70	0.74
C18:1 n9	10.73	9.93
C18:1 n7	5.30	6.42
C18:1 n5	0.43	0.53
C20:1 n11	8.68	10.16
C20:1 n9	1.18	1.08
C22:1 n11	1.07	1.67
กรดไขมันไม่อิ่มตัว จำนวน 1 พันธะคู่	**32.37**	**33.77**
C16:2 n4	1.21	1.10
C16:2 n3	0.58	0.69
C17:2 n8	1.35	0.91
C17:2	0.28	2.22
C18:2 n6	0.55	0.27
C18:2 n4	3.87	3.98

ตาราง 16 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันในปลาช่อนเค็มตากแห้ง (แดดเดียว) ในสภาวะตัวอย่างมีการใช้สารต้านออกซิเดชั่น การบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 35 องศาเซลเซียส

กรดไขมัน	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**	
	0	**49**
C18:3 n4	0.49	0.45
C18:3 n3	1.45	0.78
C18:4 n1	2.18	0.24
C20:2	0.22	0.63
C20:4 n6	0.95	0.96
C20:5 n3	0.45	1.34
C21:5 n3	1.43	1.89
C22:5 n3	2.17	3.23
C22:6 n3	4.00	5.37
กรดไขมันไม่อิ่มตัว พันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป	**21.18**	**24.06**

ผลการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณอยู่ในช่วง $3.78 \pm 0.2 \times 10^2$ - $2.09 \pm 0.1 \times 10^7$ ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีค่าอยู่ในช่วง $3.78 \pm 0.2 \times 10^2$ - $2.80 \pm 0.2 \times 10^7$ ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาสภาวะการเก็บรักษาจะเห็นได้ว่า การเก็บรักษาตัวอย่างโดยใช้ propyl gallte ร่วมกับ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 100 ppm จะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้สารดังกล่าว และการบรรจุในสภาวะสุญญากาศนั้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวได้นานกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ (ตาราง 17 และตาราง 18) ทั้งนี้อาจบอกได้ว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา พบว่าปลาที่ใช้ propyll gallate ร่วมกับ ascorbic acid มีปริมาณยีสต์ และราที่น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช่สารดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติจะมีปริมาณยีสต์และรามากกว่าปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตาราง17 และ 18 เป็นการเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษาระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น พบว่าปลาช่อนที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณยีสต์และรามากกว่าปลาช่อนที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจบอกได้ว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุมีผลต่อปริมาณยีสต์และราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณยีสต์และราจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus เป็นแบคทีเรียที่ย้อมสีติดแกรมบวก เจริญเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ หรือเกาะกัน 4 เซลล์หรือเกาะกลุ่มกันคล้ายพวงองุ่น สปีชีส์ที่สำคัญที่สุดคือ *S. aureus* ซึ่งมักจะสร้างสารสีเหลืองจนถึงสีส้มในขณะเจริญ แต่บางครั้งก็เป็นสีขาว และบางชนิดยังสร้างเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ซึ่งทำให้อาหารเป็นพิษ *S. aureus* สามารถเจริญในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและมีความต้องการ Aw ต่ำ ในอาหารมักมาจากมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมักมีเชื้ออยู่ที่จมูก ผิวหนังและแผลต่างๆ สภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตสารพิษก็จะเป็นสภาพที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญ การผลิตสารพิษจะทำได้ที่อุณหภูมิ 15.6-46.1 องศาเซลเซียส ปลาเป็นอาหารที่มีโปรตีนมักจะส่งเสริมให้ *Straphylococcus* สร้างสารพิษมากกว่าชนิดอื่น (สุมาลี, 2545) ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจวิเคราะห์

ปริมาณ *S. aureus* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๒๙๘/๒๕๔๙) จากการวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ไม่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๒๙๘/๒๕๔๙)

ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ *E.coli* *Escherichia* มักพบในอุจจาระคน ติดสีแกรมลบ รูปท่อน แยกได้จากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น และแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติ เป็นตัวหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม ในสกุลยังแบ่งออกได้เป็นหลายไบโอไทป์ (biotype) และซีโรไทป์ (serotype) บางชนิดเป็นสาเหตุให้เกิดโรคในคน *E. coli* สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 37.0 องศาเซลเซียส เชื้อจะไม่ทนต่อความร้อน *E. coli* ทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายกับอหิวาตกโรค (สุมาลี, 2545) ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *E.coli* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๓๑๒/๒๕๔๗) เนื่องจาก *E. coli* เป็นดัชนีชี้วัดในด้านสุขลักษณะของการผลิตที่ดี (GMP) จากการวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* ไม่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๒๙๘/๒๕๔๙) ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าปลาช่อนที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ *S. aureus* และปริมาณ *E. coli* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตาราง 17 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
ชุดควบคุม	4	ปกติ	0	$3.71\pm0.3\times10^{3}$c	$1.90\pm0.2\times10^{1}$c
			7	$1.24\pm0.1\times10^{4}$b	$1.35\pm0.2\times10^{1}$b
			14	$3.08\pm0.3\times10^{5}$a	$1.38\pm0.1\times10^{1}$b
			21	$3.33\pm0.2\times10^{6}$a	$1.14\pm0.1\times10^{1}$b
			28	$1.25\pm0.2\times10^{7}$a	$1.35\pm0.0\times10^{2}$a
			35	$1.26\pm0.2\times10^{7}$a	$1.40\pm0.0\times10^{2}$a
			42	$1.39\pm0.1\times10^{7}$a	$1.41\pm0.0\times10^{2}$a
			49	$2.09\pm0.1\times10^{7}$a	$1.45\pm0.0\times10^{2}$a
		สุญญากาศ	0	$4.78\pm0.2\times10^{4}$d	$1.93\pm0.3\times10^{1}$a
			7	$9.43\pm0.2\times10^{4}$c	$1.18\pm0.1\times10^{1}$a
			14	$4.38\pm0.1\times10^{5}$d	$1.75\pm0.5\times10^{1}$a
			21	$2.08\pm0.2\times10^{5}$b	$1.10\pm0.0\times10^{1}$a
			28	$4.98\pm0.1\times10^{5}$a	$1.53\pm0.5\times10^{2}$a
			35	$5.00\pm0.1\times10^{5}$a	$1.59\pm0.5\times10^{2}$a
			42	$5.02\pm0.1\times10^{5}$a	$1.63\pm0.5\times10^{2}$a
			49	$5.03\pm0.1\times10^{5}$a	$1.63\pm0.5\times10^{2}$a
PG+Ascorbic acid		ปกติ	0	$2.71\pm0.3\times10^{3}$c	$1.90\pm0.2\times10^{1}$c
			7	$2.24\pm0.1\times10^{3}$b	$1.35\pm0.2\times10^{1}$b

ตาราง 17 (ต่อ) ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่ เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
			14	$2.08 \pm 0.3 \times 10^4$a	$1.38 \pm 0.1 \times 10^1$b
			21	$3.33 \pm 0.2 \times 10^5$a	$1.14 \pm 0.1 \times 10^1$b
			28	$1.25 \pm 0.2 \times 10^6$a	$1.35 \pm 0.0 \times 10^1$a
			35	$1.26 \pm 0.2 \times 10^6$a	$1.40 \pm 0.0 \times 10^1$a
			42	$1.39 \pm 0.1 \times 10^6$a	$2.41 \pm 0.0 \times 10^1$a
			49	$2.09 \pm 0.1 \times 10^6$a	$3.45 \pm 0.0 \times 10^2$a
		สุญญากาศ	0	$3.78 \pm 0.2 \times 10^2$d	$1.03 \pm 0.3 \times 10^1$a
			7	$4.43 \pm 0.2 \times 10^2$c	$1.18 \pm 0.1 \times 10^1$a
			14	$1.38 \pm 0.1 \times 10^3$d	$1.35 \pm 0.5 \times 10^1$a
			21	$2.08 \pm 0.2 \times 10^3$b	$1.40 \pm 0.0 \times 10^1$a
			28	$4.98 \pm 0.1 \times 10^3$a	$1.53 \pm 0.5 \times 10^1$a
			35	$5.00 \pm 0.1 \times 10^3$a	$1.59 \pm 0.5 \times 10^1$a
			42	$5.02 \pm 0.1 \times 10^4$a	$2.03 \pm 0.5 \times 10^2$a
			49	$5.03 \pm 0.1 \times 10^4$a	$2.13 \pm 0.5 \times 10^2$a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตัวอักษร a-b ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 18 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
ชุดควบคุม	35	ปกติ	0	$8.61 \pm 0.6 \times 10^{3}$b	$1.90 \pm 0.2 \times 10^{1}$c
			7	$4.96 \pm 0.1 \times 10^{4}$a	$1.35 \pm 0.2 \times 10^{2}$b
			14	$4.60 \pm 0.2 \times 10^{5}$a	$2.68 \pm 0.0 \times 10^{2}$b
			21	$3.60 \pm 0.1 \times 10^{6}$a	$3.14 \pm 0.1 \times 10^{2}$b
			28	$1.33 \pm 0.2 \times 10^{7}$a	$4.35 \pm 0.0 \times 10^{3}$a
			35	$1.43 \pm 0.2 \times 10^{7}$a	$4.95 \pm 0.0 \times 10^{3}$a
			42	$2.33 \pm 0.2 \times 10^{7}$a	$5.05 \pm 0.0 \times 10^{3}$a
			49	$2.80 \pm 0.2 \times 10^{7}$a	$5.12 \pm 0.0 \times 10^{3}$a
		สุญญากาศ	0	$3.70 \pm 0.2 \times 10^{3}$d	$2.56 \pm 0.0 \times 10^{1}$a
			7	$3.75 \pm 0.3 \times 10^{4}$c	$3.15 \pm 0.1 \times 10^{1}$ab
			14	$4.28 \pm 0.1 \times 10^{4}$bc	$3.45 \pm 0.2 \times 10^{1}$b
			21	$5.75 \pm 0.1 \times 10^{4}$bc	$5.30 \pm 0.1 \times 10^{1}$b
			28	$1.38 \pm 0.00 \times 10^{5}$b	$1.05 \pm 0.0 \times 10^{2}$a
			35	$3.81 \pm 0.00 \times 10^{5}$b	$1.15 \pm 0.0 \times 10^{2}$a
			42	$4.01 \pm 0.00 \times 10^{5}$b	$2.79 \pm 0.0 \times 10^{2}$a
			49	$1.24 \pm 0.00 \times 10^{6}$a	$3.81 \pm 0.0 \times 10^{2}$a
PG+Ascorbic acid		ปกติ	0	$2.81 \pm 0.3 \times 10^{3}$c	$1.90 \pm 0.2 \times 10^{1}$c
			7	$3.34 \pm 0.1 \times 10^{3}$b	$1.52 \pm 0.2 \times 10^{1}$b

ตาราง 18 (ต่อ) **ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส**

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
			14	$2.88{\pm}0.3{\times}10^4$a	$2.24{\pm}0.1{\times}10^1$b
			21	$4.33{\pm}0.2{\times}10^5$a	$2.44{\pm}0.1{\times}10^1$b
			28	$5.59{\pm}0.2{\times}10^5$a	$3.51{\pm}0.0{\times}10^1$a
			35	$1.26{\pm}0.2{\times}10^6$a	$1.40{\pm}0.0{\times}10^2$a
			42	$2.09{\pm}0.1{\times}10^6$a	$2.41{\pm}0.0{\times}10^2$a
			49	$3.98{\pm}0.1{\times}10^6$a	$3.45{\pm}0.0{\times}10^2$a
		สุญญากาศ	0	$3.78{\pm}0.2{\times}10^2$d	$1.13{\pm}0.3{\times}10^1$a
			7	$4.43{\pm}0.2{\times}10^2$c	$1.18{\pm}0.1{\times}10^1$a
			14	$1.38{\pm}0.1{\times}10^3$d	$1.42{\pm}0.5{\times}10^1$a
			21	$2.01{\pm}0.2{\times}10^3$b	$1.42{\pm}0.0{\times}10^1$a
			28	$4.98{\pm}0.1{\times}10^4$a	$1.53{\pm}0.5{\times}10^1$a
			35	$5.00{\pm}0.1{\times}10^4$a	$2.09{\pm}0.5{\times}10^1$a
			42	$5.02{\pm}0.1{\times}10^5$a	$1.73{\pm}0.5{\times}10^2$a
			49	$1.03{\pm}0.1{\times}10^6$a	$1.98{\pm}0.5{\times}10^2$a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตัวอักษรa-bในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

ผลของอายุการเก็บรักษาต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมทั่วไป ใช้แบบทดสอบ Hedonic scale 9 point จำนวน 20.0 คน โดยคะแนนที่ผู้ทดสอบชิมไม่ให้การยอมรับมีคะแนนต่ำกว่า 5 คะแนน พบว่าปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการใช้สาร propyll gallate ร่วมกับ ascorbic acid ความเข้มข้น 100 ppm ทำการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 49 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่สภาวะปกติสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 21 วัน (ตาราง 19) สำหรับปลาช่อนแดดเดียวที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศที่ไม่ใช้ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid สามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 21 วัน เช่นเดียวกัน ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บรักษาในสภาวะปกติเก็บรักษาไม่เกิน 7 วัน

สำหรับปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติและสุญญากาศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่า จะสามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 7 วัน ยกเว้นตัวอย่างที่มีการใช้ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid และเก็บในสภาวะสุญญากาศนั้น สามารถเก็บรักษาได้ประมาณ 14 วัน (ตาราง 20) ทั้งนี้จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุมี และการใช้ propyl gallate ร่วมกับ ascorbic acid มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกัน

ตาราง 19 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
ชุดควบคุม/การบรรจุปกติ	4	0	7.45 ± 0.69^{bc}	6.25 ± 0.79^{d}	7.95 ± 0.39^{bc}	7.70 ± 0.98^{bc}	8.15 ± 1.03^{ab}
		7	7.20 ± 0.77^{cd}	4.55 ± 0.51^{c}	7.70 ± 0.47^{a}	6.65 ± 0.49^{ab}	7.65 ± 0.49^{a}
		14	-	-	-	-	-
		21	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
ชุดควบคุม/การบรรจุสุญญากาศ	4	0	8.15 ± 0.88^{ab}	8.05 ± 0.83^{b}	8.15 ± 0.81^{ab}	8.45 ± 0.69^{ab}	8.45 ± 0.69^{ab}
		7	7.85 ± 0.75^{a}	7.90 ± 0.72^{a}	8.00 ± 0.79^{a}	8.10 ± 0.79^{a}	8.25 ± 0.79^{a}
		14	6.50 ± 0.51^{b}	6.85 ± 0.49^{b}	7.85 ± 0.75^{ab}	7.85 ± 0.75^{b}	7.70 ± 1.08^{b}
		21	5.65 ± 0.49^{c}	4.75 ± 0.44^{c}	6.90 ± 1.11^{b}	6.85 ± 1.08^{c}	7.15 ± 1.13^{b}
		28	-	-	-	-	-

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
PG+Ascorbic acid/การบรรจุปกติ	4	0	$7.95±0.76^{a}$	$8.10±0.72^{a}$	$7.90±0.85^{ab}$	$8.00±0.73^{a}$	$8.10±0.72^{a}$
		7	$7.45±0.69^{b}$	$7.75±0.79^{ab}$	$7.65±0.49^{b}$	$7.50±1.05^{ab}$	$7.80±0.95^{b}$
		14	$6.25±0.85^{c}$	$6.20±0.77^{c}$	$7.30±0.66^{c}$	$7.35±0.75^{b}$	$7.45±0.89^{bc}$
		21	$5.25±0.79^{d}$	$4.50±0.51^{d}$	$6.10±0.79^{cd}$	$6.55±1.09^{c}$	$6.00±1.07^{bc}$
		28	-	-	-	-	-
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
PG+Ascorbic acid/การบรรจุสุญญากาศ	4	0	$8.15±0.88^{a}$	$8.05±0.83^{b}$	$8.15±0.81^{a}$	$8.45±0.69^{a}$	$8.45±0.69^{a}$
		7	$7.85±0.75^{ab}$	$7.90±0.72^{a}$	$8.00±0.79^{a}$	$8.10±0.79^{a}$	$8.25±0.79^{a}$
		14	$7.50±0.51^{b}$	$7.85±0.49^{ab}$	$7.85±0.75^{ab}$	$7.85±0.75^{ab}$	$7.75±1.08^{ab}$
		21	$7.10±0.64^{b}$	$7.80±0.41^{b}$	$7.60±0.94^{b}$	$7.65±0.67^{b}$	$7.45±1.09^{ab}$
		28	$6.65±0.49^{c}$	$6.75±0.44^{c}$	$7.10±1.11^{b}$	$7.25±1.08^{b}$	$7.15±1.13^{ab}$

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
		35	6.80 ± 0.41^{bC}	6.70 ± 0.66^{c}	6.65 ± 0.49^{bc}	6.85 ± 0.59^{c}	7.00 ± 0.50^{b}
		42	6.05 ± 0.76^{cd}	6.25 ± 0.56^{c}	6.00 ± 0.85^{cd}	6.60 ± 1.02^{c}	6.95 ± 1.00^{bc}
		49	5.05 ± 0.69^{d}	5.70 ± 0.47^{d}	5.85 ± 0.67^{d}	6.55 ± 1.00^{c}	6.05 ± 0.83^{c}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตัวอักษร a-b ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 20 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะการบรรจุปกติ และสภาวะการบรรจุสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
ชุดควบคุม/การบรรจุปกติ	35	0	7.45 ± 0.69^{a}	7.25 ± 0.79^{a}	7.95 ± 0.39^{a}	7.00 ± 0.98^{a}	8.05 ± 1.03^{ab}
		7	7.20 ± 0.77^{a}	4.55 ± 0.51^{b}	7.70 ± 0.47^{a}	6.65 ± 0.49^{a}	7.65 ± 0.49^{a}
		14	-	-	-	-	-
		21	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
ชุดควบคุม/การบรรจุสุญญากาศ	35	0	7.15 ± 0.88^{a}	7.05 ± 0.83^{b}	7.15 ± 0.81^{a}	7.45 ± 0.69^{a}	7.45 ± 0.69^{a}
		7	7.00 ± 0.75^{a}	4.90 ± 0.72^{a}	6.00 ± 0.79^{b}	6.10 ± 0.79^{b}	6.25 ± 0.79^{b}
		14	-	-	-	-	-
		21	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
PG+Ascorbic acid/การบรรจุปกติ	35	0	7.95 ± 0.76^{a}	8.10 ± 0.72^{a}	7.90 ± 0.85^{a}	8.00 ± 0.73^{a}	8.10 ± 0.72^{a}
		7	7.05 ± 0.69^{a}	4.75 ± 0.79^{b}	6.65 ± 0.49^{b}	7.50 ± 1.05^{a}	6.80 ± 0.95^{b}
		14	-	-	-	-	-
		21	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-
PG+Ascorbic acid/การบรรจุสุญญากาศ	35	0	8.10 ± 0.88^{a}	8.10 ± 0.83^{a}	8.15 ± 0.81^{a}	8.05 ± 0.69^{a}	8.45 ± 0.69^{a}
		7	7.85 ± 0.75^{ab}	6.90 ± 0.72^{b}	8.00 ± 0.79^{a}	8.10 ± 0.79^{a}	8.25 ± 0.79^{a}
		14	7.50 ± 0.51^{b}	4.85 ± 0.49^{c}	7.85 ± 0.75^{ab}	7.85 ± 0.75^{ab}	7.75 ± 1.08^{ab}
		21	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-

สภาวะในการเก็บรักษา	อุณหภูมิการเก็บรักษา (°C)	วันที่	คะแนน				
			สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
		35	-	-	-	-	-
		42	-	-	-	-	-
		49	-	-	-	-	-

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตัวอักษร a-b ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)