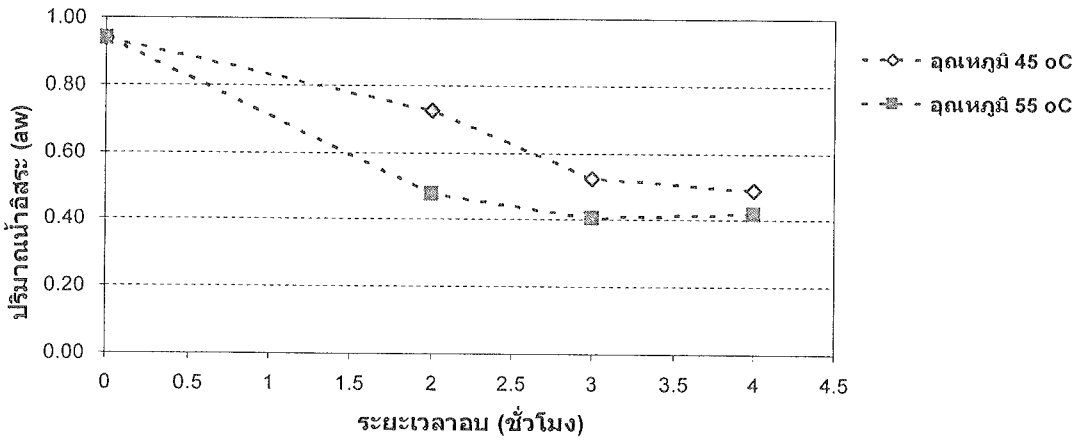
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

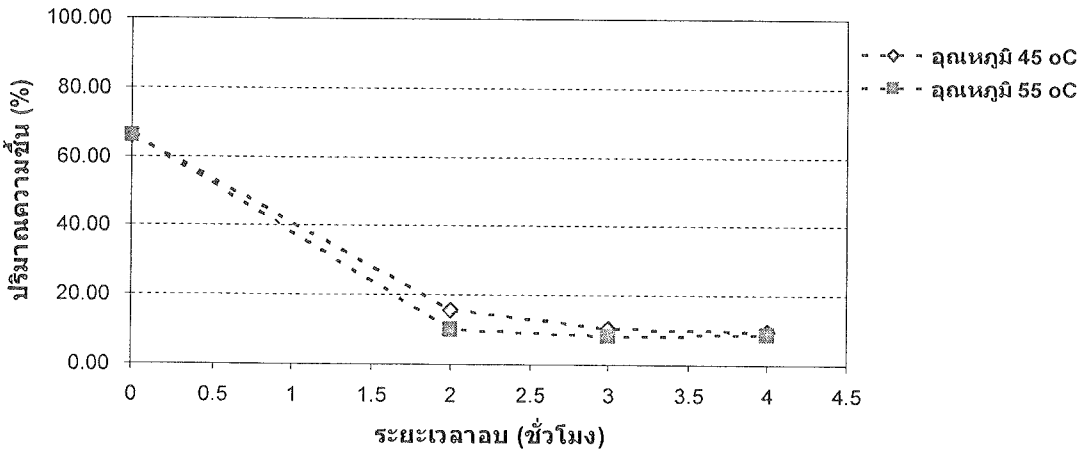
1 ศึกษาสภาวะการทำแห้งในกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นที่เหมาะสม

1.1 การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot-air Tray Dryer)

ปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน 2 สภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ดังแสดงใน รูปที่ 2 พบว่าปลาบดแผ่นที่ผ่านการอบแห้ง อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลงในอัตราเร็วกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสอย่างเห็นได้ชัดในช่วงระยะเวลาการอบที่ 0-2 ชั่วโมง และค่อยๆลดลงในช่วง 2-4 ชั่วโมง ดังแสดงรูปที่ 2 และในระยะเวลาการอบเท่ากัน ปลาบดแผ่นอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่าปลาบดแผ่นอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส



รูป 2 ปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน



รูป 3 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

จากรูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คือปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงเร็วในระยะเวลา 0-2 ชั่วโมงของการอบและค่อยๆลดลงในช่วง 2-4 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งและระยะเวลามากขึ้นทำให้ปริมาณความชื้น (%) ลดลงซึ่งสอดคล้องกับหลักการอบแห้ง (จิตธนา, 2539) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิของบรรยากาศภายนอกตู้อบลมร้อนสูงขึ้นทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น น้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่

การเปลี่ยนสีของอาหารหลังการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการอบแห้งทำให้ลักษณะผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการสะท้อนแสง สีเปลี่ยน และยังมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้ง อาหารที่ผ่านการอบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ปฏิกิริยาทางเคมี เกิดสีน้ำตาล ความชื้นของอาหาร (ชมภู่, 2550) ค่าสีของปลาบดแผ่น 2 สภาวะคือที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ดังแสดงใน ตารางที่ 1 โดยแสดงในรูปของค่าเฉลี่ยของความสว่าง (L^*) ค่า a^* ค่า b^* ค่า hue angle และค่า Chroma ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมงมีค่าความสว่างน้อยกว่าตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ($p\leq0.05$) สีน้ำตาลอมแดง (a*) ของปลาบดแผ่นพบว่าการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ตัวอย่างปลาบดแผ่นมีสีน้ำตาลอมแดงมากกว่าตัวอย่างที่อบอุณหภูมิ45 องศาเซลเซียส แตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สีเหลือง (b*) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับพบว่าสีเหลือง (b*) มีการเปลี่ยนแปลงในทางตรงข้ามกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการอบ คือเมื่อปลาบดแผ่นอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ตัวอย่างปลาบดแผ่นมีสีเหลืองน้อยกว่าตัวอย่างที่อบอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ซึ่งแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นค่า Hue angle ของตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน แม้ว่าความแตกต่างจะไม่แสดงแนวโน้มอย่างชัดเจน

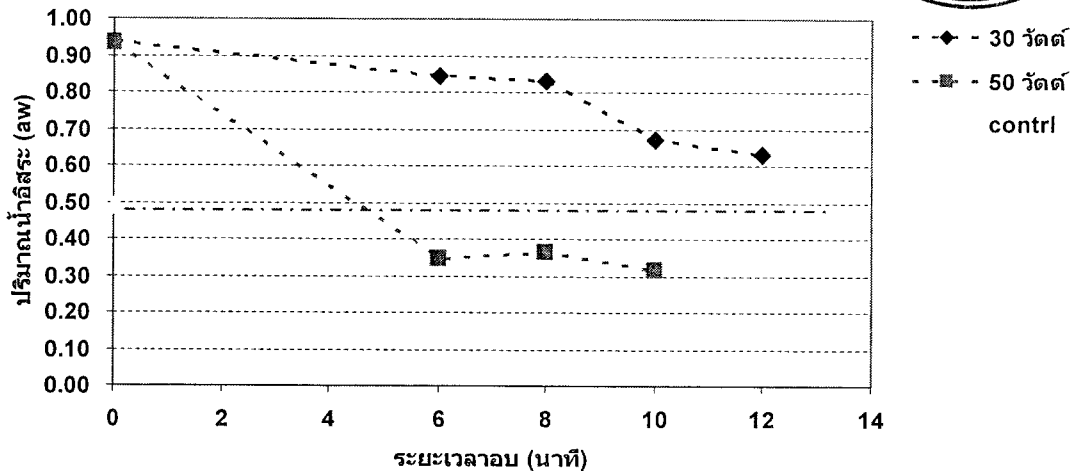
ตาราง 1 ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน

สภาวะการทำแห้ง		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma
อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชม.)					
45	2	31.87±0.836 b	1.79±0.599 a	10.89±0.162 b	80.67±3.166 bc	11.05±0.117 b
	3	33.27±0.817 a	1.65±0.200 ab	11.76±0.382 a	81.99±1.140 abc	11.87±0.320 a
	4	32.40±0.367 ab	1.48±0.178 abc	10.08±0.188 c	81.65±1.129 abc	10.19±0.161 c
55	2	30.60±0.544 c	1.23±0.658 bc	9.25±0.291 d	82.39±0.030 ab	9.33±0.250 d
	3	30.56±0.448 c	1.68±0.050 b	9.28±0.152 d	79.72±0.356 c	9.43±0.120 d
	4	30.33±0.683 c	1.15±0.038 c	10.05±0.081 c	83.45±0.227 a	10.11±0.074 c

หมายเหตุ: อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

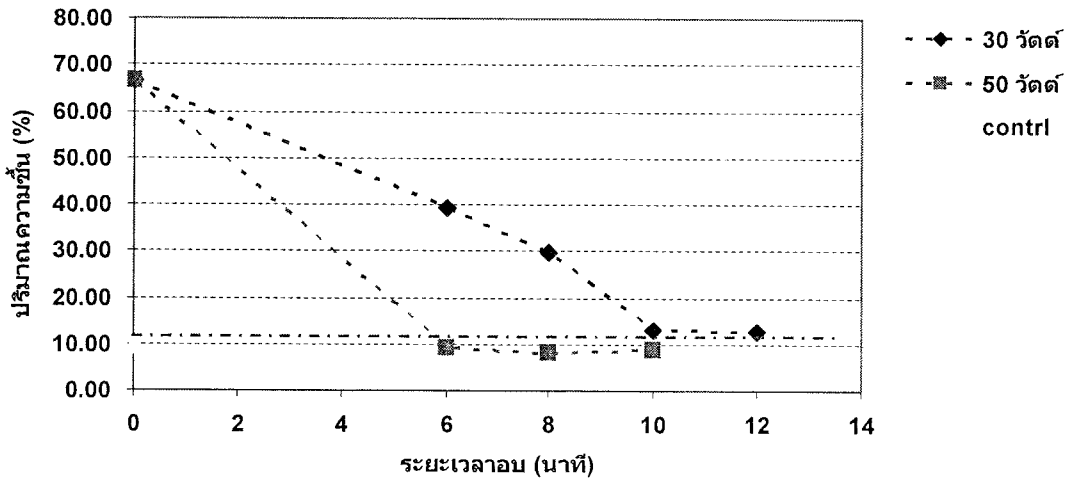
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

1.2 <u>การทำแห้งด้วยเตาไมโครเวฟ</u> (Microwave drying oven)



รูป 4 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟในสภาวะต่างกัน

รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 และ 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 6 8 10 และ 12 นาที เปรียบเทียบกับปลาบดแผ่นตัวอย่างควบคุมที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า แนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำอิสระในแต่ละตัวอย่างแตกต่างการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่ กำลัง 50 วัตต์เป็นระยะเวลา 6 นาที ปริมาณน้ำอิสระลดลงอย่างรวดเร็วและมีผลทำให้ปลาบดแผ่นมีปริมาณความชื้นอิสระน้อยกว่าปลาบดแผ่นตัวอย่างควบคุมที่อบด้วยตู้อบร้อนลมร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ในขณะเดียวกันปลาบดแผ่นที่อบที่กำลัง 30 วัตต์มีการลดลงของปริมาณความชื้นอิสระอย่างช้าๆ



รูป 5 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟในสภาวะต่างกัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 16 ก.พ. 2555
เลขทะเบียน 24397

จากรูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 และ 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 6 8 10 และ 12 นาที เปรียบเทียบกับปลาบดแผ่นตัวอย่างควบคุมที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อกำลังวัตต์สูงและระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้ความชื้นในปลาบดแผ่นลดลงเนื่องจากความร้อนจากเตาไมโครเวฟจะไม่มีความแตกต่างกันของความร้อนระหว่างที่ผิวหน้ากับภายในชิ้นอาหารและความร้อนไม่ได้เคลื่อนที่จากด้านนอกเข้าสู่ภายในชิ้นอาหาร แต่เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟผ่านเข้าไปในชิ้นอาหาร ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาขณะที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเข้าไปในเนื้ออาหารโมเลกุลในอาหารจะเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงและปล่อยความร้อนออกมา ดังนั้นเตาไมโครเวฟจึงทำให้อาหารได้รับความร้อนออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์จึงลดลงอย่างรวดเร็ว (นิธิยา , 2546) ทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็วทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ แสดงดังตารางที่ 2 ผลการทดลองพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีอย่างชัดเจนในตัวอย่างปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 50 วัตต์อบระยะเวลา 6-10 นาที มีค่าความสว่างน้อยกว่าตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ระยะเวลา 6-8 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่กำลังวัตต์ 30 วัตต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ ระยะเวลา 10 และ12 นาที มีค่าความสว่างและสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ตาราง 2 ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟในสภาวะที่ต่างกัน

สภาวะ		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma
กำลังวัตต์ (วัตต์)	เวลาอบ					
Control (ตู้อบลมร้อน)	4 ชั่วโมง	32.40±0.366^{b}	1.47±0.177^{c}	10.08±0.187^{d}	81.65±1.129^{a}	10.19±0.164^{d}
30	6 นาที	30.83±0.206^{c}	1.57±0.542^{c}	9.51±0.149^{e}	80.60±3.32^{a}	9.65±0.062^{d}
	8 นาที	31.07±0.470^{c}	1.39±0.478^{c}	9.38±0.261^{e}	81.52±2.97^{a}	9.50±0.232^{d}
	10 นาที	41.55±0.648^{a}	5.16±0.429^{b}	23.08±0.721^{a}	77.38±1.07^{a}	23.65±0.713^{a}
	12 นาที	41.31±0.972^{a}	4.95±0.569^{b}	23.27±0.111^{a}	77.98±1.24^{a}	23.80±0.324^{a}
50	6 นาที	29.65±0.336^{d}	6.79±0.734^{ab}	11.15±0.198^{c}	58.71±3.19^{b}	13.08±0.226^{c}
	8 นาที	26.95±0.235^{e}	7.57±0.278^{ab}	9.76±0.068^{de}	52.22±1.11^{b}	12.35±0.158^{c}
	10 นาที	32.76±0.299^{b}	7.90±0.464^{a}	13.13±0.129^{b}	60.55±1.69^{b}	15.78±1.72^{b}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

1.3 การทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

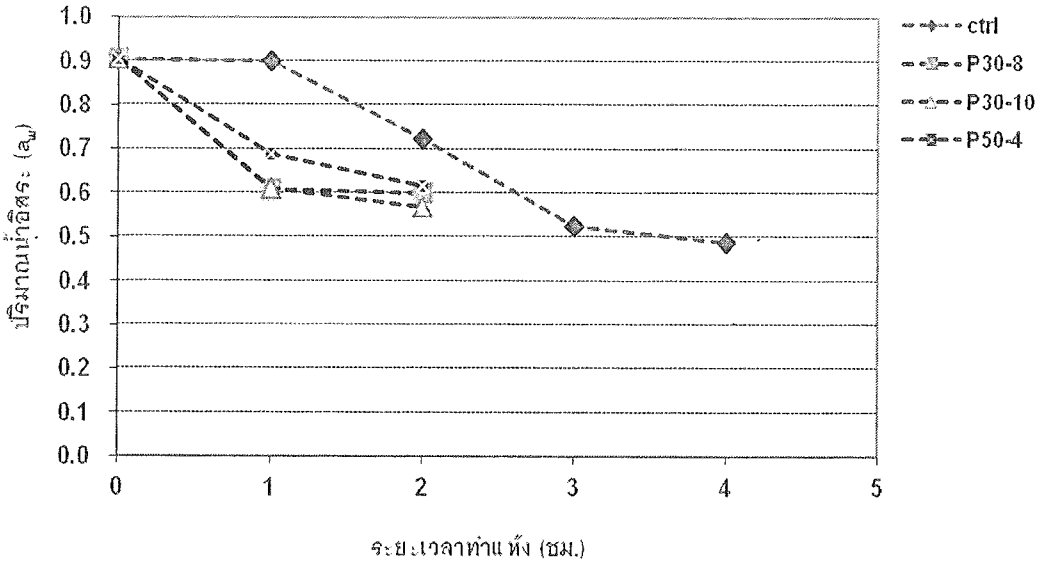
ตาราง 3 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของปลาบดแผ่นที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

properties	ระยะเวลาอบแห้ง (ชั่วโมง)		
	1	2	3
ปริมาณความชื้น (%)	15.46±0.005	8.50±0.002	7.52±0.005
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.67±0.014	0.51±0.006	0.45±0.021
ค่าสี			
L*	30.99±0.138	32.53±0.950	34.78±0.73
a*	0.99±0.414	0.612±0.431	1.57±0.291
b*	9.24±0.326	10.06±0.443	11.53±0.050
Hue angle	83.81±2.811	86.54±2.500	82.59±1.410
Chroma	9.29±0.274	10.08±0.440	8.72±5.81

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความชื้น (%) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ยิ่งเวลาในการอบเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า ปริมาณความชื้น(%)ลดลงเนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็วทำให้ความชื้น(%)ลดลงสอดคล้องกับ ชมพู่ ยิ้มโต ได้กล่าวว่าการทำแห้งคือการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน ทำให้ไอน้ำเกิดการเคลื่อนที่ออกจากอาหาร แสงอาทิตย์จะให้พลังงานความร้อนที่ไม่สูงมากนัก ทำให้การตากแห้งใช้ระยะเวลานาน

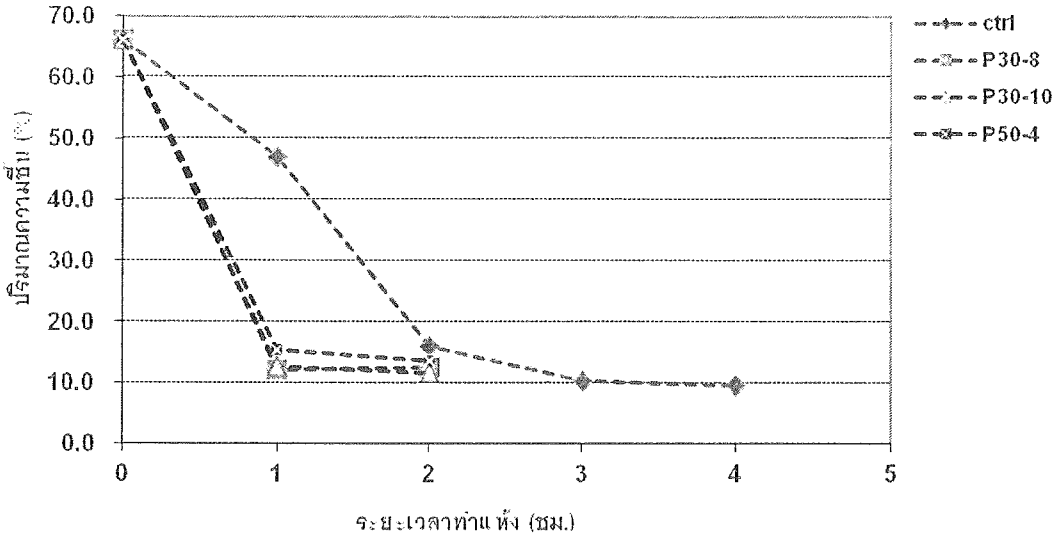
การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2และ 3 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ระยะเวลาการทำแห้งมากขึ้นทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลงมากขึ้น ยิ่งอัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกมามากขึ้นทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ลดลง

1.4 การทำแห้งด้วยเตาไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อน



รูป 6 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

จากรูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาทีและ ที่กำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำมาอบแห้งต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยของ a_w ที่ตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟกำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาที นั้นมีค่าเฉลี่ยของ a_w แตกต่างจากตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งด้วยไมโครเวฟกำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที ($p \leq 0.05$) ซึ่งการใช้ ไมโครเวฟร่วมกับ การอบด้วยตู้อบลมร้อนจะมีผลทำให้ a_w ในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง และช่วยในการประหยัดพลังงาน(ไพบูลย์, 2536) ส่วนตู้อบลมร้อนจะทำให้อากาศร้อนจะไหลหมุนเวียนอยู่ภายในตู้ทำให้ปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อนำมาใช้ร่วมกันทำให้ปริมาณน้ำในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงจึงทำให้ค่า a_w ลดลงด้วยโดยที่สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งด้วย (จิราภรณ์, 2543)



รูป 7 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

รูปที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาทีและ ที่กำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำมาอบแห้งต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง พบว่าปริมาณความชื้นที่กำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาที มีปริมาณของความชื้นแตกต่างจากที่กำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที ($p \leq 0.05$) ซึ่งการใช้ ไมโครเวฟร่วมกับ การอบด้วยตู้อบลมร้อนจะมีผลทำให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงและช่วยในการประหยัดพลังงาน เนื่องจากการใช้ไมโครเวฟเพื่อลดปริมาณความชื้นของอาหารยังช่วยลดพลังงานการอบแห้งเหลือเพียง 1 ใน 5 ของเวลาที่ใช้อบแห้งด้วยลมร้อน (ไพบูลย์,2536) ส่วนตู้อบลมร้อนจะทำให้อากาศร้อนจะไหลหมุนเวียนอยู่ภายในตู้ทำให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อนำมาใช้รวมกันทำให้ความชื้นลดลงโดยที่สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งด้วย (จิราภรณ์, 2543) จึงทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็วทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนแสดงดังตารางที่ 4 พบว่าปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 50 วัตต์และอบต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าความสว่างสูงที่สุด และมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลมากกกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่กำลังวัตต์ 30 วัตต์และอบด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การอบด้วยไมโครเวฟส่งผลให้ตัวอย่างมีสีน้ำตาลอมเหลือง รวมทั้งความเข้มสี (Chroma) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่อบด้วยตู้อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว

ตาราง 4 ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน

สภาวะ		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma
กำลังวัตต์ (วัตต์)-นาที	เวลาอบ (ชม.)					
Control	4	32.42±0.836 ^{c}	1.47±0.599 ^{c}	10.08±0.162 ^{c}	81.65±3.166 ^{a}	10.19±0.117 ^{d}
30-8	1	34.48±0.327 ^{b}	2.53±0.676 ^{b}	11.90±0.614 ^{b}	77.93±3.341 ^{a}	12.18±0.563 ^{b}
	2	34.68±0.721 ^{ab}	2.41±0.604 ^{b}	11.32±0.275 ^{b}	77.95±3.050 ^{a}	11.58±0.246 ^{c}
30-10	1	34.22±0.799 ^{b}	2.58±0.883 ^{b}	11.73±0.348 ^{b}	77.66±4.008 ^{a}	12.03±0.445 ^{bc}
	2	34.43±0.902 ^{b}	2.48±0.655 ^{b}	11.52±0.482 ^{b}	77.86±3.133 ^{a}	11.79±0.486 ^{bc}
50-4	1	34.22±0.627 ^{b}	3.74±0.431 ^{a}	11.65±0.259 ^{b}	72.197±2.202 ^{b}	12.24±0.181 ^{b}
	2	35.54±0.512 ^{a}	4.13±0.72 ^{a}	12.49±0.261 ^{a}	71.698±3.090 ^{b}	13.18±0.077 ^{a}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาบดแผ่นกรอบในแต่ละสภาวะบรรจุ

ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาบดแผ่นกรอบโดยแปรผันบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุ โดยใช้ภาชนะบรรจุแบบถุงพลาสติกโพลิโพพิลีน (กลุ่มผู้ประกอบการใช้ในปัจจุบัน) เป็นตัวอย่างควบคุม เปรียบเทียบกับการบรรจุโดยใช้ถุงพลาสติกโพลิโพพิลีนร่วมกับบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟต่างชนิด ได้แก่ ถุงดูดออกซิเจน ถุงดูดความชื้น ถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ความแข็ง ปริมาณ malonaldehyde (TBA no.) ค่าสี (L, a*,b*, hue angle, Chroma) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบทุก 15 วัน

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 วัน พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ปลาบดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพีลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ ปลาบดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพีลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นและถุงดูดออกซิเจนมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา และสูงกว่าตัวอย่างบรรจุแบบอื่นๆ

ความแข็งของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 วัน (ตารางที่ 6) ค่าความแข็ง (hardness) เป็นค่าที่บอกถึงแรง (kgf.) ที่ใช้ในการเจาะตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบ โดยใช้หัวเจาะ ซึ่งจะบอกถึงคุณลักษณะด้านความแข็ง และความกรอบเปราะของผลิตภัณฑ์จากการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความแข็งของปลาบดแผ่นกรอบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบ นอกจากนี้ตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้นมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมหรือปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีน

ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 วัน (ตารางที่ 7) ค่า TBA เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดออกซิเดชั่นในอาหารประเภทไขมัน เนื่องจาก TBA จะทำปฏิกิริยากับมาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่ 2 ที่เกิดจากออกซิเดชั่นในไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid ที่มีพันธะคู่มากกว่าสามตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับ TBA จะเกิดสารที่มีสีแดง ซึ่งความเข้มของสีแดงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Oxdative rancidity (Frutos and Hernandez-Herraro, 2005) จากผลการทดลอง

พบว่าตัวอย่างปลาบดแผ่นที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 4 แบบมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงของค่า TBA ไปในทิศทางเดียวกันเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นตัวปลาบดแผ่นกรอบมีค่า TBA เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 30 วันเป็นต้นไป ที่อายุการเก็บรักษา 90 วันพบว่าปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนมีค่า TBA สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้บรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟร่วมด้วยในการบรรจุมีผลทำให้สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในบรรจุภัณฑ์

สำหรับผลการทดลองค่าสีด้านความสว่าง ค่าเฉดสีที่เป็นสีเหลืองอมน้ำตาล และค่าความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 วัน (ตารางที่ 8-12) พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และไม่เห็นชัดเจนในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราแสดงดังในตารางที่ 13 และ 14 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน ตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นและถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่กำหนดไว้ และที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุดและเท่ากับปริมาณที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 1.0×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณยีสต์และราเช่นกันเดียวกันมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาในทุกบรรจุภัณฑ์ที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ไม่มีตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบในบรรจุภัณฑ์ใดที่มีปริมาณยีสต์และราที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ตาราง 5 ปริมาณความชื้นของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ปริมาณความชื้น (%)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	$6.41\pm0.127^{c,A}$	$5.26\pm0.517^{d,C}$	$6.02\pm0.204^{cd,C}$	$6.69\pm0.040^{c,C}$	$7.65\pm0.122^{b,D}$	$10.71\pm1.00^{a,A}$
PP+O_2absorber	$5.10\pm0.298^{e,C}$	$5.68\pm0.675^{de,BC}$	$6.12\pm0.132^{d,C}$	$6.95\pm0.118^{c,B}$	$8.84\pm0.060^{b,B}$	$11.55\pm0.580^{a,A}$
PP+ moisture absorber	$4.63\pm0.327^{d,C}$	$6.46\pm0.163^{c,AB}$	$7.57\pm0.066^{b,B}$	$6.86\pm0.120^{c,BC}$	$8.36\pm0.060^{a,C}$	$7.50\pm0.475^{b,B}$
PP+O_2+ moisture absorber	$5.80\pm0.365^{f,B}$	$7.11\pm0.134^{e,A}$	$8.47\pm0.040^{c,A}$	$7.72\pm0.083^{d,A}$	$9.34\pm0.092^{b,A}$	$11.56\pm0.082^{a,A}$

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตาราง 6 ค่าความแข็งของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ความแข็ง (Kg.F.)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	$0.508\pm0.004^{e,A}$	$0.567\pm0.005^{d,B}$	$0.570\pm0.04^{d,A}$	$0.612\pm0.005^{c,A}$	$0.641\pm0.004^{b,A}$	$0.682\pm0.006^{a,A}$
PP+O_2absorber	$0.463\pm0.001^{f,BC}$	$0.494\pm0.004^{e,D}$	$0.505\pm0.005^{d,A}$	$0.520\pm0.006^{c,D}$	$0.564\pm0.003^{b,C}$	$0.589\pm0.009^{a,C}$
PP+ moisture absorber	$0.487\pm0.005^{e,BC}$	$0.516\pm0.002^{d,C}$	$0.535\pm0.005^{c,B}$	$0.548\pm0.002^{b,C}$	$0.544\pm0.007^{b,C}$	$0.557\pm0.004^{a,D}$
PP+O_2+ moisture	$0.439\pm0.01^{f,C}$	$0.546\pm0.004^{e,A}$	$0.581\pm0.004^{d,A}$	$0.601\pm0.002^{c,B}$	$0.621\pm0.004^{b,B}$	$0.641\pm0.005^{a,B}$

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตาราง 7 ค่า 2-Thiobarbituric acid (TBA.) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	TBA no. (mg. MDA./kg.) ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	0.626±0.0040^{f,B}	0.797±0.014^{e,A}	7.31 ±0.017^{d,A}	7.54±0.025^{c,A}	8.28±0.011^{b,A}	8.69±0.044^{a,A}
PP+O_2absorber	0.485±0.0030^{e,D}	0.520±0.0080^{e,C}	4.95±0.049^{d,D}	5.37±0.019^{c,C}	5.69±0.18^{b,D}	6.32±0.0090^{a,D}
PP+ moisture absorber	0.582±0.0030^{d,C}	0.629±0.0040^{d,B}	5.27±0.015^{c,C}	5.34±0.027^{c,C}	6.15±0.033^{b,C}	6.64±0.0050^{a,C}
PP+O_2+ moisture	0.794±0.0040^{e,A}	0.784±0.013^{e,A}	6.87±0.11^{d,B}	7.46±0.016^{c,B}	7.36±0.0090^{b,B}	8.19±0.021^{a,B}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 8 ค่าความสว่าง (*L**) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ค่าความสว่าง (L*)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	49.90±1.68^{b,B}	54.06±2.09^{ab,A}	54.46±2.04^{ab,A}	49.91±1.30^{b,A}	58.13±1.09^{a,A}	53.25±2.22^{ab,A}
PP+O_2absorber	53.06±1.49^{a,AB}	51.53±3.10^{a,A}	48.99±2.73^{a,A}	53.29±2.31^{a,A}	51.03±1.61^{a,B}	51.85±1.36^{a,A}
PP+ moisture absorber	54.89±1.40^{a,A}	51.43±1.70^{a,A}	53.87±1.87^{a,A}	50.72±2.20^{a,A}	51.35±0.875^{a,B}	55.92±1.47^{a,A}
PP+O_2+ moisture	52.90±1.28^{a,AB}	48.57±1.70^{ab,A}	52.59±1.63^{a,A}	52.73±1.96^{a,A}	44.09±1.77^{b,C}	45.57±0.59^{b,B}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 9 ค่าสีแดง (a^*) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ค่าสีแดง (a*)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	$18.27\pm1.20^{ab,A}$	$20.48\pm1.23^{ab,A}$	$21.13\pm1.47^{ab,A}$	$21.64\pm1.21^{a,A}$	$17.09\pm1.06^{b,C}$	$19.11\pm1.89^{ab,AB}$
PP+O_2absorber	$16.78\pm1.14^{b,A}$	$21.05\pm2.20^{ab,A}$	$20.66\pm1.86^{ab,A}$	$21.77\pm1.59^{ab,A}$	$20.82\pm1.35^{ab,AB}$	$22.01\pm1.08^{a,A}$
PP+ moisture absorber	$17.18\pm1.06^{b,A}$	$22.23\pm1.43^{a,A}$	$22.29\pm1.57^{a,A}$	$22.83\pm1.79^{a,A}$	$22.33\pm0.922^{a,A}$	$17.96\pm1.30^{b,B}$
PP+O_2+ moisture	$19.93\pm1.03^{a,A}$	$22.20\pm1.26^{a,A}$	$21.44\pm1.53^{a,A}$	$19.50\pm1.39^{a,A}$	$18.80\pm1.28^{a,BC}$	$21.20\pm0.443^{a,AB}$

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตาราง 10 ค่าสีเหลือง (*b**) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ค่าสีเหลือง (*)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	35.95±1.87^{b,A}	40.06±1.49^{ab,A}	39.95±1.42^{ab,A}	38.57±1.92^{ab,A}	43.39±0.948^{a,A}	39.95±1.87^{ab,B}
PP+O_2absorber	36.88±1.00^{b,A}	36.76±1.73^{b,A}	40.24±1.47^{ab,A}	40.89±1.48^{ab,A}	37.92±1.41^{ab,B}	41.47±1.45^{a,AB}
PP+ moisture absorber	39.57±1.26^{ab,A}	39.02±1.42^{b,A}	39.40±1.32^{b,A}	40.06±1.73^{ab,A}	40.89±0.959^{ab,AB}	43.39±0.62^{a,A}
PP+O_2+ moisture	39.03±0.960^{a,A}	36.40±1.48^{a,A}	39.03±1.73^{a,A}	39.13±2.01^{a,A}	30.85±1.94^{b,C}	35.74±0.72^{a,C}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 11 ค่ามุมเฉดสี (hue angle) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ **30** องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา **90** วัน

บรรจุภัณฑ์	Hue angle					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	62.81±1.77^{ab,A}	62.71±2.01^{ab,A}	61.82±2.08^{b,A}	60.27±2.04^{b,A}	68.73±1.07^{a,A}	64.15±2.89^{ab,AB}
PP+O_2absorber	65.78±1.29^{a,A}	59.98±3.47^{a,A}	62.76±2.72^{a,A}	61.76±2.34^{a,A}	61.01±2.27^{a,B}	61.76±1.86^{a,B}
PP+ moisture absorber	66.60±1.26^{ab,A}	60.23±1.42^{c,A}	60.42±1.32^{c,A}	60.13±1.74^{c,A}	61.26±0.96^{bc,B}	67.58±0.62^{a,A}
PP+O_2+ moisture	62.93±1.48^{a,A}	58.48±1.73^{a,A}	61.07±2.03^{a,A}	63.06±2.42^{a,A}	57.99±3.03^{a,B}	59.26±0.83^{a,B}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 12 ค่าความเข้มของสี (chroma) ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ **30** องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา **90** วัน

บรรจุภัณฑ์	Chroma					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	40.49±1.93^{b,A}	45.27±1.20^{a,A}	45.61±1.25^{a,A}	44.52±1.66^{ab,A}	46.71±1.17^{a,A}	44.55±0.99^{ab,B}
PP+O_2absorber	40.63±1.24^{d,A}	43.22±1.07^{cd,A}	45.77±1.07^{abc,A}	46.76±1.02^{ab,A}	43.62±0.99^{bcd,A}	47.20±1.06^{a,A}
PP+ moisture absorber	43.25±1.36^{b,A}	45.22±1.19^{ab,A}	45.65±1.03^{ab,A}	46.59±1.43^{a,A}	46.76±0.61^{a,A}	47.16±0.615^{a,A}
PP+O_2+ moisture	43.97±0.86^{a,A}	42.86±1.44^{a,A}	44.84±1.68^{a,A}	44.11±1.66^{a,A}	36.65±1.40^{b,B}	41.60±0.59^{a,C}

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ **30** องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา **90** วัน

บรรจุภัณฑ์	ปริมาณจุรินทรีย์ทั้งหมด (cfu./g.)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	$<10^2$	6.1×10^3	7.6×10^3	9.2×10^3	1.0×10^4	1.3×10^4
PP+O_2absorber	ไม่พบ	7.8×10^3	8.0×10^3	9.4×10^3	9.8×10^3	1.0×10^4
PP+ moisture absorber	$<10^2$	8.9×10^3	9.2×10^3	1.1×10^4	2.0×10^4	2.7×10^4
PP+O_2+ moisture	$<10^2$	9.1×10^3	9.4×10^3	1.3×10^4	2.2×10^4	2.5×10^4

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตาราง 14 ปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ปริมาณยีสต์และรา (cfu./g.)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	1.0	4.0	18.0	31.0	39.0	46.0
PP+O_2absorber	ไม่พบ	18.0	29.0	37.0	45.0	68.0
PP+ moisture absorber	ไม่พบ	3.0	12.0	27.0	35.0	41.0
PP+O_2+ moisture	2.0	17.0	32.0	49.0	64.0	92.0

หมายเหตุ อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)