



รายงานวิจัยเรื่อง

การเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบรรจุแบบแอคทีฟ
สำหรับปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน

Process efficiency improvement and application of active packaging
technology for crisp-minced fish sheet produced by small-scale manufacturer

โดย ผศ.ดร. ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์ และคณะ

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

ตุลาคม 2554

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบรรจุแบบแอคทีฟ
สำหรับปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน

Process efficiency improvement and application of active packaging technology
for crisp-minced fish sheet produced by small-scale manufacturer

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. ผศ.ดร. ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์ | คณะเกษตร ๙ ม. นเรศวร |
| 2. ผศ.ดร. ศจี สุวรรณศรี | คณะเกษตร ๙ ม. นเรศวร |
| 3. ผศ.ดร. ปริตา ธนสุกาญจน์ | คณะเกษตร ๙ ม. นเรศวร |
| 4. ดร. พิสิฐ วงศ์สง่าศรี | กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ |

สนับสนุนโดยงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2553

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบรรจุแบบแอคทีฟสำหรับ
ปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน

(ภาษาอังกฤษ) Process efficiency improvement and application of active packaging
technology for crisp-minced fish sheet produced by small-scale
manufacturer.

ชื่อผู้วิจัย

ผศ. ดร. ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์ (หัวหน้าโครงการ)

ผศ.ดร. ศจี สุวรรณศรี

ผศ.ดร. ปรีดา ธนสุกาญจน์

ดร. พิสิฐ วงศ์สง่าศรี

หน่วยงานที่สังกัด

1) คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

โทรศัพท์ 055 962743 โทรสาร 055 962703

2) กลุ่มนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์
น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา กลุ่มวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2553

จำนวนเงิน 290,500 บาท ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน

ตั้งแต่ 15 ธันวาคม 2552 ถึง 14 มิถุนายน 2554

ส่วนที่ 2 ผลลัพธ์จากโครงการวิจัย

1. Proceeding การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จำนวน 1 เรื่อง และรางวัลวิจัย 1 รางวัล

1.1 Ratanatriwong, P.A., WongSa-Ngasri, P., Suwansri, S., Thanasukarn, P. 2011.

Optimization of drying-process efficiency and shelf-life extension by active packaging in crispy minced-fish snacks. Proceeding of the 12th ASEAN Food Conference 2011. 16th -18th June 2011. Bangkok. Thailand. pp. 306-313.

1.2 รางวัลที่ 1 BEST ASEAN POSTER AWARD “The Winner” จากการประชุมวิชาการ the 12th ASEAN Food Conference 2011 ซึ่งจัดขึ้นทุก 2 ปี โดยการหมุนเวียนระหว่างสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารในกลุ่มประเทศอาเซียน

2. Proceeding การประชุมวิชาการระดับชาติ จำนวน 1 เรื่อง และรางวัลวิจัย 1 รางวัล

2.1 ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์, พิสิฐ วงศ์สง่าศรี, ศจี สุวรรณศรี และปริตา ธนสุกาญจน์. 2554.

การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการทำแห้งและการบรรจุแบบแอคทีฟเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน. Proceeding การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3 กลุ่มที่ 1: สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์ ม.นเรศวร. พิษณุโลก. วันที่ 14-15 มีนาคม 2554. หน้า 353-359.

2.2 รางวัลประเภทการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีเด่น กลุ่มที่ 1: สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา จากการประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร วันที่ 14-15 มีนาคม 2554. หน้า 353-359.

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบทั่วไปมักใช้ระยะเวลาทำแห้งนานและสิ้นเปลืองพลังงาน งานวิจัยจึงศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ไมโครเวฟ และไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 45 °C เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ในกรณีของตู้อบลมร้อน เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างมีอัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลง และมีสีเข้มกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ส่วนการใช้ไมโครเวฟที่กำลังวัตต์ 50 วัตต์ เวลา 6 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ส่วนสีของตัวอย่างที่ใช้ไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ เวลา 6-8 นาที มีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าสีของตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยกำลังวัตต์สูงกว่า ทั้งนี้การใช้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดย สภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมได้แก่ การใช้ไมโครเวฟกำลัง 30 วัตต์ เวลา 8 นาที ร่วมกับตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้มาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนและ/หรือถุงดูดความชื้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น และความกรอบเปราะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดออกซิเจนมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวแข็งน้อยที่สุด จึงเป็นทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ตัวอย่างยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาอย่างน้อย 60 วัน

คำสำคัญ ปลาบดแผ่นกรอบ ตู้อบลมร้อน การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ การบรรจุแอดทีฟ
ถุงดูดออกซิเจน ถุงดูดความชื้น

Abstract

Traditional drying process of minced fish-sheet snack uses either solar drying or hot-air drying that requires long drying time. Products also have a short shelf-life due to poor packaging. This research explored improving process efficiency by optimizing drying time and extending product's shelf-life using active packaging technology. Drying conditions were hot-air drying, microwave heating, and a combination of both. Physical properties of samples were compared with control from hot-air drying at 45°C for 4 hr. Then, samples were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet and PP with moisture-absorber sachet then being kept at 30°C during storage. For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$). For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 min achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a more desirable color (yellowish-brown). The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr. During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes whereas moisture absorber help prevented moisture-content increasing, consequently resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be stored up to 60 days. Thus, active packaging could be an alternative way to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks.

Keyword: fish snack, hot-air oven, microwave oven, active packaging, oxygen absorber, moisture absorber

Executive Summary

กระบวนการผลิตพลาสติกแผ่นอบแห้งทอดกรอบทั่วไปมักใช้ระยะเวลาทำแห้งนานและสิ้นเปลืองพลังงาน จึงมีแนวคิดแก้ปัญหาในการปรับสภาวะการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยเพิ่มอุณหภูมิและปรับเวลาในการทำแห้งให้เหมาะสม รวมทั้งศึกษาสภาวะที่ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำแห้ง ปัญหาหลักอีกประการหนึ่งที่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรีกำลังประสบอยู่ ได้แก่ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับพลาสติกแผ่นกรอบและการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยมีแนวคิดในการเลือกใช้วัสดุบรรจุและการบรรจุที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากแหล่งจำหน่ายวัสดุบรรจุที่ผู้ประกอบการสามารถซื้อได้ในราคาที่ไม่สูงเกินไป เหมาะสมกับลักษณะบรรจุที่ใช้เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนที่มีอยู่แล้ว และมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนได้ดีโดยใช้ร่วมกับการบรรจุแบบแอดทีฟที่น้ำจะเป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาพลาสติกแผ่นกรอบได้

งานวิจัยจึงศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตพลาสติกแผ่นอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ไมโครเวฟ และไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 45 °C เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ในกรณีของตู้อบลมร้อน เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างมีอัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลง และมีสีเข้มกว่าตัวอย่างควบคุม ส่วนการใช้ไมโครเวฟที่กำลังวัตต์ 500 วัตต์ เวลา 6 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ส่วนสีของตัวอย่างที่ใช้ไมโครเวฟ กำลังวัตต์ 300 วัตต์ เวลา 6-8 นาที มีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าสีของตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยกำลังวัตต์สูงกว่า ทั้งนี้การใช้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมได้แก่ การใช้ไมโครเวฟ กำลัง 300 วัตต์ เวลา 8 นาทีร่วมกับตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้มาบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน และ/หรือถุงดูดความชื้น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น และความกรอบเปราะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดออกซิเจนมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวแข็งน้อยที่สุด จึงเป็นทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ตัวอย่างยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาอย่างน้อย 60 วัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบรรจุแบบแอคทีฟ สำหรับปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2553 และความร่วมมือจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลา สิงห์บุรี ทำให้การดำเนินงานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยดี ทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

4 ตุลาคม 2554

สารบัญ

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย	i
ส่วนที่ 2 ผลลัพธ์จากโครงการวิจัย	ii
บทคัดย่อ	iii
Abstract	iv
Executive Summary	v
กิตติกรรมประกาศ	vi
สารบัญ	vii
สารบัญตาราง	viii
สารบัญรูป	x
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	4
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	6
วัตถุดิบ	6
อุปกรณ์	6
วิธีการดำเนินการวิจัย	8
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	10
1 ศึกษาสภาวะการทำแห้งในกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นที่เหมาะสม	10
2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาบดแผ่นกรอบในแต่ละสภาวะบรรจุ	20
สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้อบแห้งปลาบดแผ่นในแต่ละสภาวะ.....	36
ภาคผนวก ข. กระบวนการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบและภาชนะบรรจุแอดคทีฟ ..	37
ภาคผนวก ค. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรี	40
ภาคผนวก ง. การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ	42

สารบัญตาราง

ตาราง 1	ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน	12
ตาราง 2	ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน	15
ตาราง 3	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของปลาบดแผ่นที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน แสงอาทิตย์.....	16
ตาราง 4	ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน	19
ตาราง 5	ปริมาณความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน.....	22
ตาราง 6	ค่าความแข็งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน.....	23
ตาราง 7	ค่า 2-Thiobarbituric acid (TBA.) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน.....	24
ตาราง 8	ค่าความสว่าง (L^*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็น ระยะเวลา 90 วัน.....	25
ตาราง 9	ค่าสีแดง (a^*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน.....	26
ตาราง 10	ค่าสีเหลือง (b^*) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน.....	27
ตาราง 11	ค่ามุมเฉดสี (hue angle) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็น ระยะเวลา 90 วัน.....	28
ตาราง 12	ค่าความเข้มของสี (chroma) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน.....	29
ตาราง 13	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็น ระยะเวลา 90 วัน.....	30
ตาราง 14	ปริมาณยีสต์และรา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็น ระยะเวลา 90 วัน.....	31

สารบัญรูป

รูป 1 กระบวนการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบ	7
รูป 2 ปริมาณน้ำอิสระ(a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน	10
รูป 3 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน	10
รูป 4 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟในสภาวะที่ต่างกัน	13
รูป 5 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟในสภาวะที่ต่างกัน	13
รูป 6 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนใน สภาวะที่ต่างกัน.....	17
รูป 7 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนใน สภาวะที่ต่างกัน.....	18
รูป 8 ตัวอย่างปลาแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิด	39
รูป 9 ปลาบดแผ่นกรอบในถาดพลาสติกโพลิโพรพีลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน	39

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปลามีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยโปรตีนที่ย่อยง่าย ผลิตภัณฑ์จากปลาจึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคค่อนข้างมาก ปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาตามแบบอย่างของหมูแผ่นกรอบ เพื่อเป็นทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลา ปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบหรือปลาบดแผ่นกรอบสามารถผลิตได้จากปลาหลายชนิด มีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบ เปราะเบา มีสีน้ำตาลทอง มีกลิ่นและรสชาติจากการผสมด้วยเครื่องเทศ เหมาะสำหรับบริโภคเป็นอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยมีวางขายในท้องตลาด ซึ่งมีจุดแข็งและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวแตกต่างอย่างชัดเจนจากผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกัน เช่น ปลาฝอยแห้ง ปลาแผ่นแห้ง ปลาทุบหรือหมูทุบ ซึ่งผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจชุมชนได้แก่ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรี ได้นำผลงานวิจัยพัฒนาปลาบดแผ่นกรอบ (สูตรและกระบวนการผลิต) ซึ่งได้ดำเนินโครงการวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว ไปประยุกต์ใช้ในกิจการของตนเองเพื่อผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่ผู้ประกอบการพบในการผลิตปลาบดแผ่นกรอบ คือ ขั้นตอนการอบแห้งปลาบดแผ่นก่อนตัดขึ้นรูปและนำไปทอดนั้น ใช้ตู้อบลมร้อนในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลานานจึงมีผลผลิตต่อวันค่อนข้างน้อย และสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้น ผู้ประกอบการระดับวิสาหกิจชุมชนจึงต้องการหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตเพื่อลดเวลาในการอบแห้งให้สั้นลง อันจะทำให้มีผลผลิตต่อวันมากขึ้นและส่งผลต่อการลดต้นทุนการผลิตในที่สุด นอกจากนี้ ผู้ประกอบการมีความสนใจแนวทางการใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทำแห้งด้วยเพื่อประหยัดพลังงานจากการใช้ตู้อบลมร้อนอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ปัญหาในการปรับสภาวะการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยเพิ่มอุณหภูมิและปรับเวลาในการทำแห้งให้เหมาะสม รวมทั้งศึกษาสภาวะที่ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำแห้งด้วย เนื่องจากการให้ความร้อนโดยคลื่นไมโครเวฟเป็นการทำ pretreatment ให้กับอาหารก่อนนำไปอบแห้งที่สามารถลดเวลาการทำแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bolin and Salunkhe, 1982) และผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในระดับการผลิตของตน สภาวะที่เหมาะสมของการปรับการผลิตทั้งในส่วนของการปรับอุณหภูมิและเวลาในตู้อบลมร้อน กำลังวัตต์และเวลาในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ หรือการใช้ทั้ง 2 วิธีร่วมกัน และเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นั้น พิจารณาจากอัตราการทำแห้ง ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้ง รวมถึงการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตาม

ต้องการ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานด้านความต้องการของผู้บริโภคจากงานวิจัยที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว ดังที่กล่าวในข้างต้นมาประกอบการพิจารณา

ปัญหาหลักอีกประการหนึ่งที่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรีกำลังประสบอยู่ ได้แก่ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับปลาบดแผ่นกรอบ และการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุภัณฑ์นอกจากจะมีส่วนช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังส่งผลถึงการวางแผนจำหน่ายสินค้าเชิงพาณิชย์เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย และคุณสมบัติที่แตกต่างกันของวัสดุบรรจุยังส่งผลถึงราคาต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ด้วยเช่นกัน ปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมคุณภาพของปลาบดแผ่นกรอบซึ่งเป็นขนมขบเคี้ยวที่ได้จากการทอดมีหลายประการได้แก่ เนื้อสัมผัส ความกรอบ สี กลิ่นเหิน การแตกหักของผลิตภัณฑ์ และการเสื่อมเสียโดยเชื้อจุลินทรีย์ แต่เนื่องจากความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างต่ำ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มากกว่าคุณภาพทางจุลชีววิทยา ผู้วิจัยมีแนวคิดในการเลือกใช้วัสดุบรรจุและการบรรจุที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากแหล่งจำหน่ายวัสดุบรรจุซึ่งผู้ประกอบการสามารถซื้อได้ในปริมาณและราคาที่ต่ำลงเกินไป เหมาะสมกับลักษณะบรรจุที่ใช้เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนที่มีอยู่แล้ว และมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจนได้ดี เช่น พลาสติกโพลีโพรพิลีน และ/หรือ การใช้ร่วมกับเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟ (Active Packaging) ได้แก่ ถูดูดออกซิเจน (Oxygen absorber sachet) หรือ ถูดูดความชื้น (Moisture absorber sachet) ซึ่งสามารถลดปริมาณความชื้นและออกซิเจนที่มีต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ แม้ว่าการใช้ฟิล์มอาบไอโลหะหรือฟิล์มเมทัลไลต์ร่วมกับก๊าซไนโตรเจนจะเป็นวิธีที่ใช้แพร่หลายในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาคุณภาพขนมขบเคี้ยวก็ตาม วิธีดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในระดับการผลิตของผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนขนาดย่อม ดังนั้นการใช้พลาสติกที่เหมาะสมร่วมกับการบรรจุแบบแอคทีฟที่ใช้ถูดูดออกซิเจนหรือถูดูดความชื้น น่าจะเป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาปลาบดแผ่นกรอบได้

จากที่กล่าวมาในข้างต้น เนื่องจากยังไม่เคยมีงานวิจัยศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเพื่อลดเวลาในการอบแห้งปลาบดแผ่น รวมถึงการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมร่วมกับการบรรจุแบบแอคทีฟสำหรับปลาบดแผ่น ซึ่งเป็นงานวิจัยต่อยอดจากผลงานวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีการนำไปใช้จริงในระดับวิสาหกิจชุมชน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยศึกษาวิธีการและสภาวะการแปรรูปที่เหมาะสม สามารถลดเวลาในขั้นตอนการผลิตซึ่งส่งผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน และรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยบรรจุภัณฑ์และเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟที่เหมาะสมกับการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยศึกษาวิธีการและสภาวะการแปรรูปที่เหมาะสม สามารถลดเวลาในขั้นตอนการผลิตซึ่งส่งผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน และรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยบรรจุภัณฑ์และเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟที่เหมาะสมกับการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นกรอบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาให้กับผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรี (ประธานกลุ่ม: คุณนิตยา รุ่งสุข) ที่อยู่ 72/35 หมู่ 10 ต.ต้นโพธิ์ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี โดยศึกษาวิธีการและสภาวะการแปรรูปที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อน การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ สามารถลดเวลาในขั้นตอนการผลิตซึ่งส่งผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน รวมถึงแนวทางการทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ร่วมกับเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟ เพื่อเลือกแนวทางการบรรจุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์และการจัดจำหน่ายเชิงพาณิชย์ที่ผู้ประกอบการกลุ่มเป้าหมายและผู้ประกอบการที่มีผลิตภัณฑ์ในลักษณะใกล้เคียงกันสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

โจทย์ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้งปลาบดแผ่นด้วยการลดเวลาในการผลิต โดยที่ยังสามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการทำแห้งได้นั้น มีแนวทางแก้ไขโดยการเพิ่มอุณหภูมิและปรับเวลาการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนให้เหมาะสม ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดเวลาการทำแห้ง (Bolin and Salunkhe, 1982) นอกจากนี้ยังมีการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่เป็นทางเลือกในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำแห้ง เนื่องจากการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้น เป็นการทำ pretreatment ให้กับอาหารก่อนนำไปอบแห้งที่สามารถลดเวลาการทำแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bolin and Salunkhe, 1982) และผู้ประกอบการสามารถจัดหาเตาไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ได้ในระดับการผลิตของตน หลังจากที่ได้สภาวะที่เหมาะสมของการใช้ไมโครเวฟในการทำแห้งแล้ว แนวทางสุดท้ายที่น่าจะช่วยในด้านการประหยัดพลังงานได้แก่ การทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่วางแผนทดลองอย่างมีขั้นตอน เพื่อลดอิทธิพลจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ให้มีผลต่อการทดลองน้อยที่สุด จึงศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้ได้

สำหรับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับเทคโนโลยีการบรรจุที่เหมาะสม และการศึกษาคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ในระหว่างเก็บรักษาเพื่อทำนายอายุการเก็บรักษานั้น จะใช้ถุงพลาสติกที่

มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำได้ระดับหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้ได้จริงกับเครื่องบรรจุที่ผู้ประกอบการมีอยู่แล้ว โดยใช้ร่วมกับเทคโนโลยีบรรจุแบบแอคทีฟชนิดที่ใช้ดูดออกซิเจนหรือดูดความชื้น เพื่อลดปริมาณออกซิเจนและไอน้ำที่มีอยู่ในบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้วิธีดังกล่าวน่าจะเป็นทางเลือกที่สามารถยืดอายุการเก็บปลาบดแผ่นกรอบได้ แม้ว่าจะไม่สามารถลดปัจจัยอื่นๆ ที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็ตาม เช่น แสงที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ทำให้มีกลิ่นหืนเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน โดยเมื่อปริมาณออกซิเจนหรือความชื้นในบรรจุภัณฑ์มีน้อยลงก็สามารถลดการเกิดออกซิเดชันทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืน และปริมาณความชื้นที่มีน้อยในผลิตภัณฑ์น่าจะมีส่วนในการรักษาลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบเบาที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ไว้ได้เช่นกัน

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

การทำแห้งหรือการอบแห้งเป็นกระบวนการถนอมรักษาอาหารที่มีมานาน การทำแห้งส่วนใหญ่จะทำการตากแดดซึ่งเป็นการแผ่รังสีความร้อน ในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าวิธีการทำแห้งจะมีกระบวนการใหม่ๆเกิดขึ้น เช่น การอบแห้งโดยใช้ลมร้อน (hot air drying) หรือ การทำแห้งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ (microwave heating), osmotic dehydration แต่การอบแห้งแบบเก่าก็ยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (Salengke, 2000) โดยทั่วไปแล้ว อัตราการกำจัดความชื้นในระดับต่ำจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการอบแห้งและทำให้คุณภาพของอาหารต่ำลง ดังนั้นการควบคุมอัตราการกำจัดความชื้นจึงมีความสำคัญในการอบแห้ง (Saravacos และ Charm, 1962; และ Saravacos และ Raouzeos, 1986) นอกจากการทำแห้งด้วยลมร้อนซึ่งมีใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟนั้นเป็นวิธีที่ประสิทธิภาพค่อนข้างสูงเมื่อพิจารณาจากอัตราการทำแห้งและเวลาในการทำแห้ง Fishman และ Chau (2000) รายงานการใช้ไมโครเวฟร่วมกับความดันสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคตินจากเปลือกส้ม เนื่องจากการใช้ไมโครเวฟเพื่อระเหยน้ำและอบแห้งนั้นเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง แนวโน้มของประสิทธิภาพการระเหยน้ำด้วยไมโครเวฟเพิ่มขึ้นตามกำลังของเครื่องและเวลาที่ใช้ (Fishman et al, 2006) เพราะว่ามีผลต่อค่า dipole rotation และ ion conduction ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิด dielectric loss โดยค่า dielectric loss แสดงถึงความสามารถของการเปลี่ยนพลังงานอิเล็กโตรแมกเนติกจากไมโครเวฟเป็นความร้อน ดังนั้น การเพิ่ม dipole rotation และ ion conduction จากกำลังของเครื่องที่สูงขึ้น จึงเป็นการเพิ่มอัตราการให้ความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพการระเหยน้ำด้วยไมโครเวฟเพิ่มขึ้นนั่นเอง (Fishman และคณะ, 2006) Bolin and Salunkhe (1982) แนะนำการลดเวลาการอบแห้ง ด้วยการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่สูงขึ้น และ การใช้ pretreatment กับอาหารก่อนที่จะอบแห้งด้วยการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นการ pretreatment ผลิตภัณฑ์ แต่การใช้อุณหภูมิสูงจะมีผลต่อคุณภาพของอาหาร และเป็นการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าวิธีการ pretreatment ผลิตภัณฑ์ก่อนอบด้วยการให้ความร้อนโดยไมโครเวฟ

ในส่วนของการบรรจุภัณฑ์ การบรรจุ และคุณภาพของขนมขบเคี้ยวหรือของทอดระหว่างเก็บรักษานั้น มีปัจจัยสำคัญที่บ่งบอกถึงการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เนื้อสัมผัส ความกรอบ สี กลิ่น หิน การแตกหักของผลิตภัณฑ์ และการเสื่อมเสียโดยเชื้อจุลินทรีย์ แต่เนื่องจากค่าความชื้นและค่า a_w ค่อนข้างต่ำเป็นอุปสรรคต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดย Jay (1996) ระบุว่าอาหารแห้งที่มีค่า a_w ระหว่าง 0.65-0.70 มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 2 ปี ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้จึงมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพมากกว่า ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากปริมาณออกซิเจนและความชื้นในบรรจุภัณฑ์ การลดปริมาณออกซิเจนและความชื้นด้วยการใช้วัสดุดูดออกซิเจน และวัสดุดูดความชื้น จึงน่าจะเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่ผู้ประกอบการสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในระดับการผลิตของตน โดยวัสดุดูดออกซิเจนและวัสดุดูดความชื้นจัดอยู่ในการบรรจุแบบแอคทีฟ ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการบรรจุอาหาร ที่สามารถรับรู้และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อผลิตภัณฑ์หรือสภาวะแวดล้อม โดยเป็นผลจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ของภาชนะบรรจุ ผลิตภัณฑ์อาหาร และสภาวะแวดล้อม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มความปลอดภัย ปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัส หรือถนอมรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น การบรรจุแบบแอคทีฟที่มีการประยุกต์ใช้มากในปัจจุบัน ได้แก่ การดูดกลืน (Absorption) การดูดซับ (Adsorption) การปล่อย (Emitter) หรือกำจัดสาร (Scavenging) รวมถึงการควบคุมหรือปรับสภาวะบรรยากาศในภาชนะบรรจุ (Controlled or modified atmosphere packaging; CAP or MAP) โดยมักใช้ในรูปแบบของ วัสดุดูดออกซิเจน (Oxygen absorber or scavenger) วัสดุดูดก๊าซเอทิลีน (Ethylene scavenger) วัสดุดูดหรือปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide absorber or emitter) วัสดุดูดหรือปล่อยหรือควบคุมความชื้น (Moisture absorber, emitter or regulator) แผ่นดูดซับของเหลวจากผลิตภัณฑ์เนื้อสด (Purge absorber) การบรรจุแบบต้านการเจริญของจุลินทรีย์ (Antimicrobial packaging) เช่น แผ่นกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ วัสดุดูดหรือปล่อยกลิ่น (Odor absorber or emitter) และแผ่นอลูมิเนียมบาง (Microwave susceptor) ซึ่งเป็นการเคลือบอลูมิเนียมอย่างบางบนบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ความร้อนโดยตรงกับผลิตภัณฑ์ที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ เป็นต้น (งามทิพย์ ภูวโรดม, 2550; Brody et al., 2001.)

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. เนื้อปลา
2. น้ำตาลทราย
3. ซีอิ๊วขาว
4. พริกไทย
5. ยี่หระ
6. เม็ดผักชี

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- 1.1 ถังพลาสติกโพลีโพรพีลีน (PP)
- 1.2 สารถูความชื้น
- 1.3 สารถูดอกซีเจเน

2. อุปกรณ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพทางเคมี

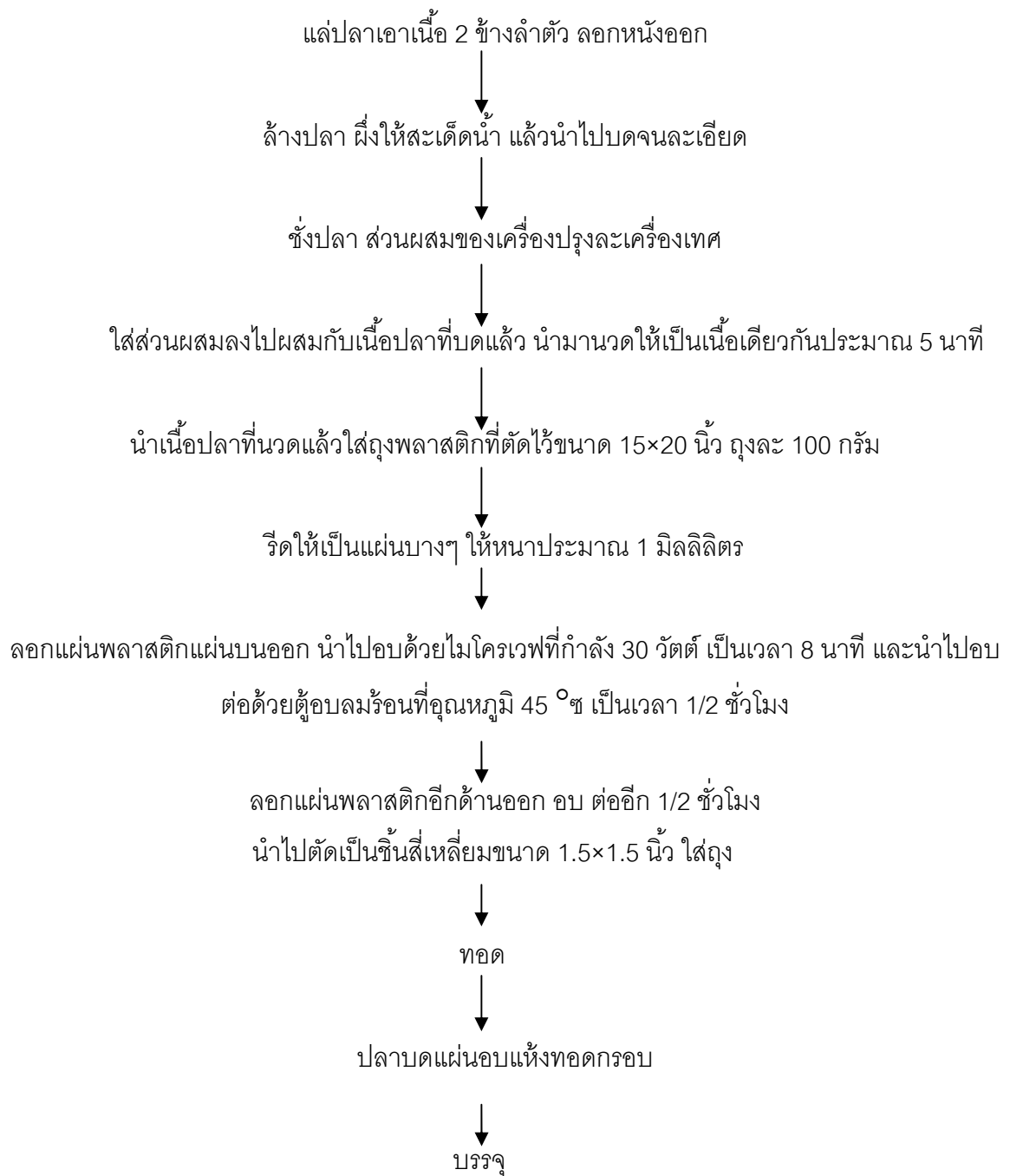
- 2.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Aw) (Novasina , SWITZERLAND)
- 2.2 เครื่องวัดความชื้น (Sartorius , GERMANY)
- 2.3 การวัดค่า TBA ด้วย 2 – thiobarbituric acid เป็นตัวบ่งชี้การเกิดกลิ่นเหม็นทางปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Vynke , 1970)

3. อุปกรณ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพทางกายภาพ

- 3.1 เครื่องวัดสี (Hunter Lab, USA)
- 3.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture Analyzer) (Instron, ENGLAND) หัวเจาะ

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์

- 4.1 Stomacher bag และ stomacher
- 4.2 ปิเปต
- 4.3 หลอดทดลอง
- 4.4 จานเพาะเชื้อ
- 4.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 4.6 เครื่องนับจำนวนโคโลนี
- 4.7 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด



รูป 1 กระบวนการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ปรับปรุงการผลิตในขั้นตอนการทำแห้งปลาบดแผ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ศึกษาอัตราการทำแห้งและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต (optimal conditions) ของการทำแห้งแต่ละแบบที่ยังคงรักษาลักษณะของผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ตามต้องการ วิธีการทำแห้งที่เลือกใช้มี 3 แบบ ได้แก่

1.1) การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

- แปรผัน อุณหภูมิการทำแห้ง 2 ระดับ (45, 55 °ซ) และเวลา 3 ระดับ (2, 3 และ 4 ชั่วโมง)

1.2) การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ

- แปรผัน กำลังวัตต์ 2 ระดับ (50 และ 100 วัตต์) และเวลา 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 นาที)

1.3) การทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- แปรผันเวลาในการทำแห้ง 3 ระดับ (2, 3 และ 4 ชั่วโมง)

(ทำการทดลองในที่ที่มีอากาศแจ่มใส มีแดดมาก บันทึกอุณหภูมิในตู้อบลมร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์ ทุก 1 ชั่วโมง)

ทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างทดลองที่ได้จากสภาวะการอบแห้งต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้น ค่า a_w เนื้อสัมผัส และ สี ตามวิธีที่ระบุในข้อ 1.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คัดเลือกสภาวะที่ดีที่สุดของการทำแห้งแต่ละแบบ โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (สภาวะการทำแห้งจากวิธีการผลิตเดิม) ที่ใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

2 ประยุกต์ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการทำแห้งด้วยไมโครเวฟ เพื่อลดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการอบแห้งซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยศึกษาผลการ pretreatment ปลาบดแผ่นด้วยไมโครเวฟก่อนทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยให้ความร้อนจากไมโครเวฟที่กำลังวัตต์ซึ่งคัดเลือกจากข้อ 1 แปรผันเวลา 2 ระดับ ร่วมกับการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 °ซ (จากวิธีการผลิตในสูตรพื้นฐาน) แปรผันเวลา 2 ระดับ ทดสอบคุณภาพของตัวอย่างทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีในข้อ 4 เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

3 ศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมร่วมกับเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟ ได้แก่ ถูดูดออกซิเจน และถูดูดความชื้น เพื่อป้องกันรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบหลังการทอดที่มีการบรรจุต่างชนิด ได้แก่

ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (Negative control) (วัสดุบรรจุที่ผู้ประกอบการใช้อยู่ปัจจุบัน)

ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนและถูดูดออกซิเจน

ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนและถูดูดความชื้น

ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนร่วมกับถูดูดออกซิเจนและถูดูดความชื้น

เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ ตรวจวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตามวิธีในข้อ 4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด

4 การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- สีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องทดสอบค่าสี (Hunter LAB Digital Difference Meter)
- เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้แรงกด ด้วยเครื่อง Instron Texture Analyser

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น ด้วยเครื่อง(Sartorius, MA40, Germany)
- ปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ด้วยเครื่อง (Novasina-RS 200, Switzerland)
- ปริมาณกรด 2-Thiobarbituric (AOCS, 1990) ในปลาบดแผ่นทอดกรอบ

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

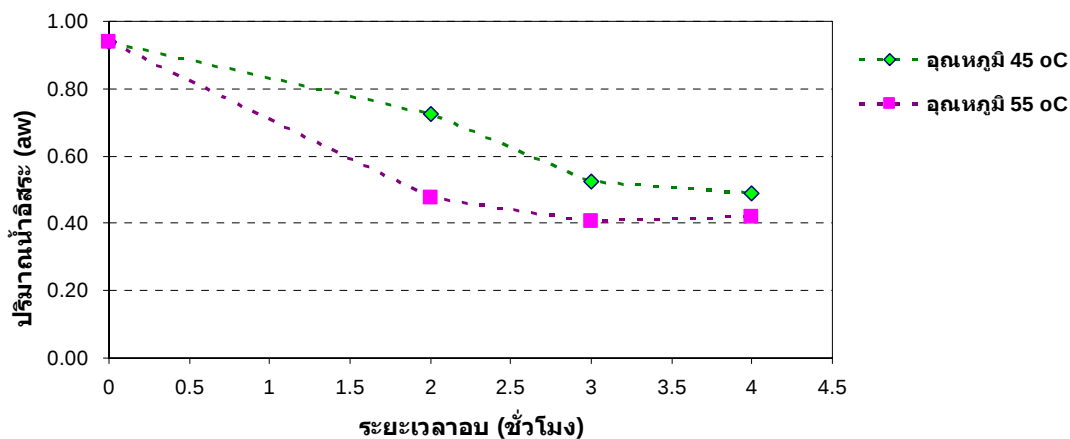
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และวิธี pour plate บ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2-3 วัน
- ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Rose Bengal และวิธี spread plate บ่มที่ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3-5 วัน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

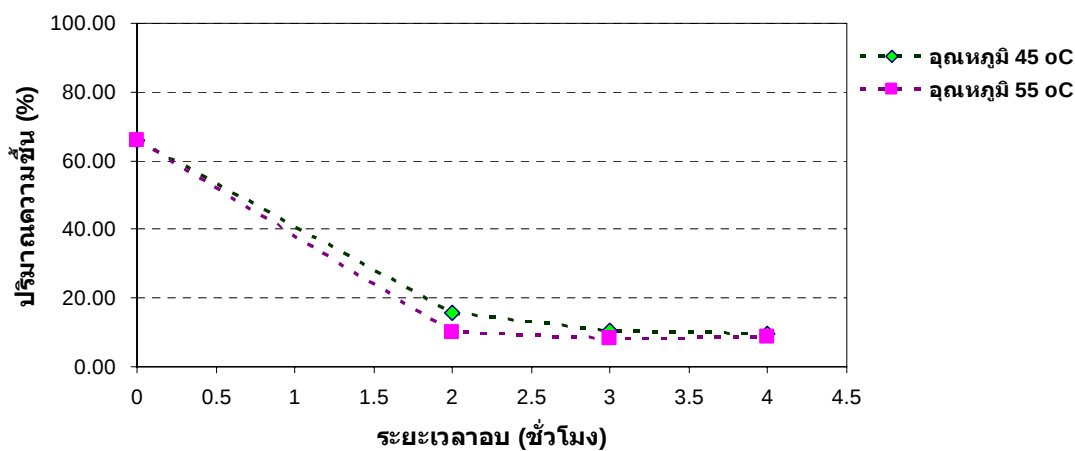
1 ศึกษาสภาวะการทำแห้งในกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นที่เหมาะสม

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 (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน

จากรูปที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 3 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าสอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คือปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงเร็วในระยะเวลา 0-2 ชั่วโมงของการอบ และค่อยๆ ลดลงในช่วง 2-4 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งและระยะเวลาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณความชื้น (%) ลดลงซึ่งสอดคล้องกับหลักการอบแห้ง (จิตรนา, 2539) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิของบรรยากาศภายนอกตู้อบลมร้อนสูงขึ้นทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น น้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่

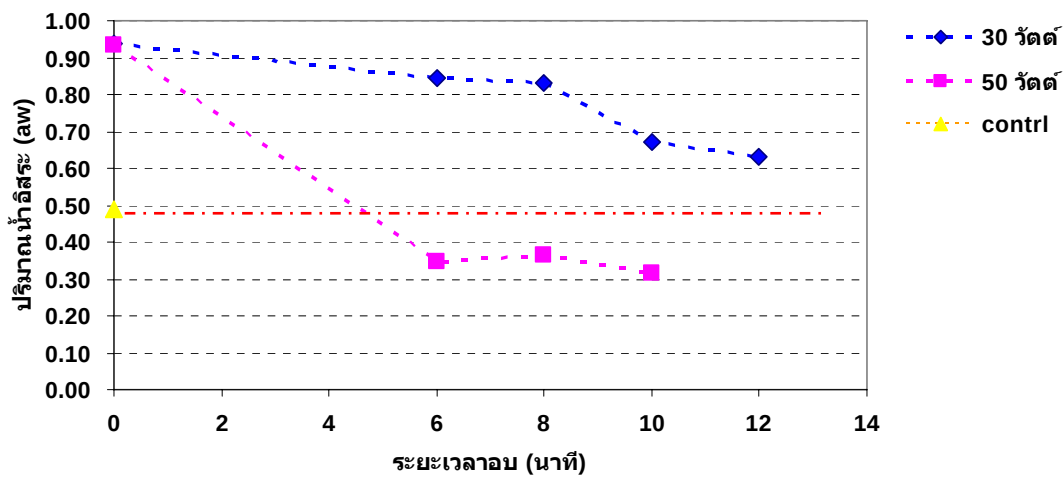
การเปลี่ยนสีของอาหารหลังการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการอบแห้งทำให้ลักษณะผิวหน้าของอาหารเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการสะท้อนแสง สีเปลี่ยน และยังมีผลจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่เกิดขึ้นระหว่างการอบแห้ง อาหารที่ผ่านการอบแห้งจะมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ปฏิกิริยาทางเคมี เกิดสีน้ำตาล ความชื้นของอาหาร (ชมภู, 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 ($p \leq 0.05$) สีน้ำตาลอมแดง (a^*) ของปลาบดแผ่นพบว่าการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีผลทำให้ตัวอย่างปลาบดแผ่นมีสีน้ำตาลอมแดงมากกว่าตัวอย่างที่อบอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) 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 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) 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

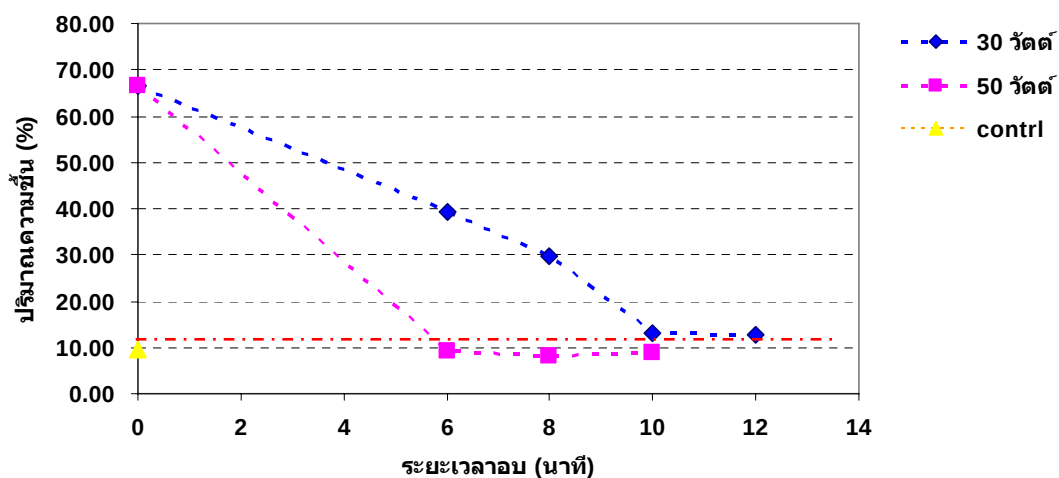
หมายเหตุ: อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

1.2 การทำแห้งด้วยเตาไมโครเวฟ (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 แนวโน้มการลดลงของปริมาณน้ำอิสระในแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่ กำลัง 50 วัตต์เป็นระยะเวลา 6 นาที ปริมาณน้ำอิสระลดลงอย่างรวดเร็วและมีผลทำให้ปลาบดแผ่นมีปริมาณความชื้นอิสระน้อยกว่าปลาบดแผ่นตัวอย่างควบคุมที่อบด้วยตู้อบลมร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ในขณะที่ปลากบดแผ่นที่อบที่กำลัง 30 วัตต์มีการลดลงของปริมาณความชื้นอิสระอย่างช้าๆ



รูป 5 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟในสภาวะต่างกัน

จากรูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่ กำลัง 30 และ 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 6 8 10 และ 12 นาที เปรียบเทียบกับปลาบดแผ่นตัวอย่าง ควบคุมที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยความชื้นแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อกำลังวัตต์สูงและระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้ความชื้น ในปลาบดแผ่นลดลงเนื่องจากความร้อนจากเตาไมโครเวฟจะไม่มี ความแตกต่างกันของความร้อน ระหว่างที่ผิวหน้ากับภายในชิ้นอาหารและความร้อนไม่ได้เคลื่อนที่จากด้านนอกเข้าสู่ภายในชิ้น อาหาร แต่เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเตาไมโครเวฟผ่าน เข้าไปในชิ้นอาหาร ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาขณะที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเข้าไปในเนื้อ อาหารโมเลกุลในอาหารจะเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงและปล่อยความร้อนออกมา ดังนั้นเตา ไมโครเวฟจึงทำให้อาหารได้รับความร้อนออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งความชื้นในตัว ผลิตภัณฑ์จึงลดลงอย่างรวดเร็ว (นิธิยา , 2546) ทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจาก ผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกมาอย่างรวดเร็วทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำ อิสระของผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ แสดงดังตารางที่ 2 ผลการ ทดลองพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีอย่างชัดเจนในตัวตัวอย่างปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วย ไมโครเวฟกำลังวัตต์ 50 วัตต์ต่อระยะเวลา 6-10 นาที มีค่าความสว่างน้อยกว่าตัวอย่างปลาบด แผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ระยะเวลา 6-8 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่ กำลังวัตต์ 30 วัตต์ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ ระยะเวลา 10 และ 12 นาที มีค่าความสว่างและสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

ตาราง 2 ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟในสภาวะที่ต่างกัน

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≤0.05)					

1.3 การทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

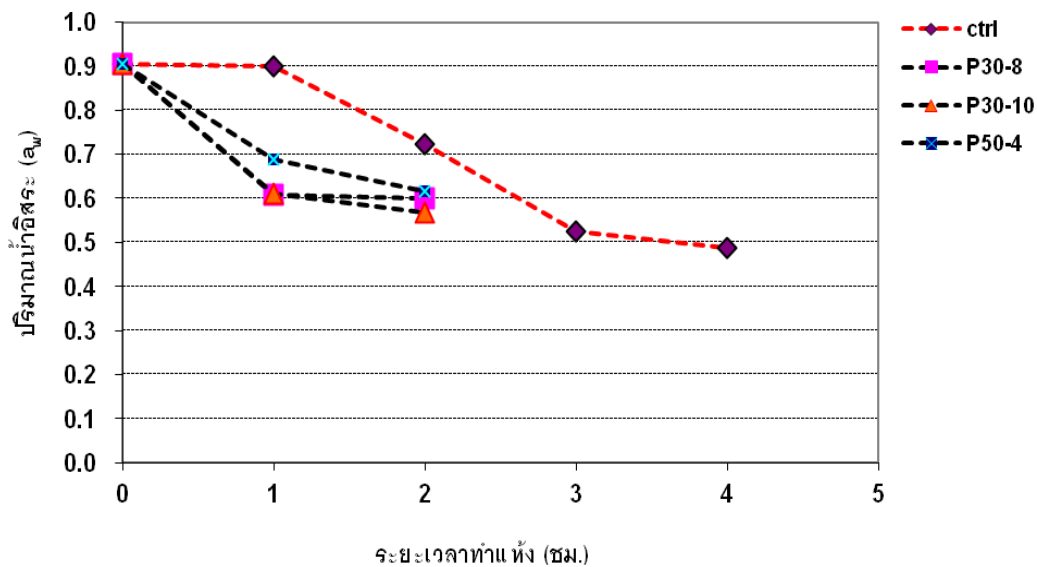
ตาราง 3 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของปลาบดแผ่นที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

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 ชมพู ยิ้มโต ได้กล่าวว่าการทำแห้งคือการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน ทำให้น้ำเกิดการเคลื่อนที่ออกจากอาหาร แสงอาทิตย์จะให้พลังงานความร้อนที่ไม่สูงมากนัก ทำให้การตากแห้งใช้ระยะเวลานาน

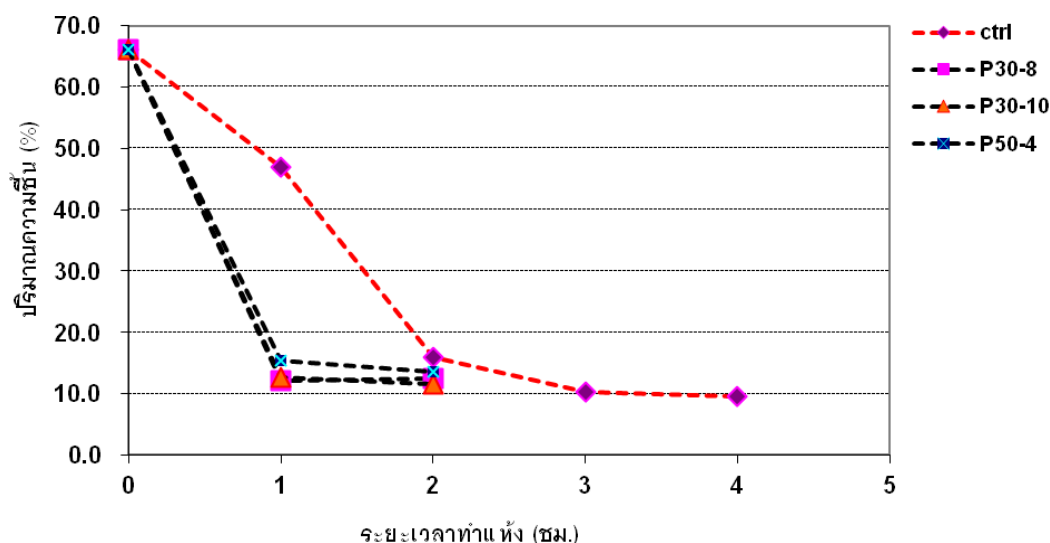
การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ที่ทำแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ระยะเวลาการทำแห้งมากขึ้นทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำอิสระ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

1.4 การทำแห้งด้วยเตาไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อน



รูป 6 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของปลาดิบแผ่นที่ทำแห้งด้วยเตาไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

จากรูปที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของปลาดิบแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 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(ไพญญ์, 2536) ส่วนตู้อบลมร้อนจะทำให้อากาศร้อนจะไหลหมุนเวียนอยู่ภายในตู้ทำให้ปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อนำมาใช้ร่วมกันทำให้ปริมาณน้ำในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง จึงทำให้ค่า a_w ลดลงด้วยโดยที่สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งด้วย (จิราภรณ์, 2543)



รูป 7 ปริมาณความชื้น (%) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

รูปที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาทีและที่กำลัง 50 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที ตามลำดับ จากนั้นนำมา อบแห้งต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 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 และมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลมากกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่กำลังวัตต์ 30 วัตต์และอบด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การอบด้วยไมโครเวฟส่งผลให้ตัวอย่างมีสีน้ำตาลอมเหลือง รวมทั้งความเข้มสี (Chroma) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่อบด้วยตู้อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว

ตาราง 4 ค่าสีของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตูไมโครเวฟร่วมกับตูอบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน

สภาวะ		L*	a*	b*	Hue angle	Chroma
กำลังวัตต์ (วัตต์)-นาทีก	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 โดยใช้ภาชนะบรรจุแบบถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีน (กลุ่มผู้ประกอบการใช้ในปัจจุบัน) เป็นตัวอย่างควบคุมเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟต่างชนิด ได้แก่ ถุงดูดออกซิเจน ถุงดูดความชื้น ถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ 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 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ปลาบดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ ปลาบดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นและถุงดูดออกซิเจนมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา 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 เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมัน เนื่องจาก TBA จะทำปฏิกิริยากับมาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่ 2 ที่เกิดจากออกซิเดชันในไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid ที่มีพันธะคู่มากกว่าสามตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับ TBA จะเกิดสารที่มีสีแดง ซึ่งความเข้มของสีแดงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Oxidative rancidity (Frutos and Hernandez-Herrero, 2005) จากผลการทดลอง

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

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

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา แสดงดังในตารางที่ 13 และ 14 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน ตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นและถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่กำหนดไว้ และที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ตัวอย่างปลาบดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน 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±0.127 ^{c,A}	5.26±0.517 ^{d,C}	6.02±0.204 ^{cd,C}	6.69±0.040 ^{c,C}	7.65±0.122 ^{b,D}	10.71±1.00 ^{a,A}
PP+O ₂ absorber	5.10±0.298 ^{e,C}	5.68±0.675 ^{de,BC}	6.12±0.132 ^{d,C}	6.95±0.118 ^{c,B}	8.84±0.060 ^{b,B}	11.55±0.580 ^{a,A}
PP+ moisture absorber	4.63±0.327 ^{d,C}	6.46±0.163 ^{c,AB}	7.57±0.066 ^{b,B}	6.86±0.120 ^{c,BC}	8.36±0.060 ^{a,C}	7.50±0.475 ^{b,B}
PP+O ₂ + moisture absorber	5.80±0.365 ^{f,B}	7.11±0.134 ^{e,A}	8.47±0.040 ^{c,A}	7.72±0.083 ^{d,A}	9.34±0.092 ^{b,A}	11.56±0.082 ^{a,A}
หมายเหตุ	อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)					

ตาราง 6 ค่าความแข็งของตัวอย่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ความแข็ง (Kg.F.)					
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)					
	15	30	45	60	75	90
PP	0.508±0.004 ^{e,A}	0.567±0.005 ^{d,B}	0.570±0.04 ^{d,A}	0.612±0.005 ^{c,A}	0.641±0.004 ^{b,A}	0.682±0.006 ^{a,A}
PP+O ₂ absorber	0.463±0.001 ^{f,BC}	0.494±0.004 ^{e,D}	0.505±0.005 ^{d,A}	0.520±0.006 ^{c,D}	0.564±0.003 ^{b,C}	0.589±0.009 ^{a,C}
PP+ moisture absorber	0.487±0.005 ^{e,BC}	0.516±0.002 ^{d,C}	0.535±0.005 ^{c,B}	0.548±0.002 ^{b,C}	0.544±0.007 ^{b,C}	0.557±0.004 ^{a,D}
PP+O ₂ + moisture	0.439±0.01 ^{f,C}	0.546±0.004 ^{e,A}	0.581±0.004 ^{d,A}	0.601±0.002 ^{c,B}	0.621±0.004 ^{b,B}	0.641±0.005 ^{a,B}
หมายเหตุ	อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)					

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 ₂ absorber	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≤0.05)					
	อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤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 ₂ absorber	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±1.20 ^{ab,A}	20.48±1.23 ^{ab,A}	21.13±1.47 ^{ab,A}	21.64±1.21 ^{a,A}	17.09±1.06 ^{b,C}	19.11±1.89 ^{ab,AB}
PP+O ₂ absorber	16.78±1.14 ^{b,A}	21.05±2.20 ^{ab,A}	20.66±1.86 ^{ab,A}	21.77±1.59 ^{ab,A}	20.82±1.35 ^{ab,AB}	22.01±1.08 ^{a,A}
PP+ moisture absorber	17.18±1.06 ^{b,A}	22.23±1.43 ^{a,A}	22.29±1.57 ^{a,A}	22.83±1.79 ^{a,A}	22.33±0.922 ^{a,A}	17.96±1.30 ^{b,B}
PP+O ₂ + moisture	19.93±1.03 ^{a,A}	22.20±1.26 ^{a,A}	21.44±1.53 ^{a,A}	19.50±1.39 ^{a,A}	18.80±1.28 ^{a,BC}	21.20±0.443 ^{a,AB}
หมายเหตุ	อักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวนอนที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)					

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 ₂ absorber	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 ₂ absorber	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≤0.05) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤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 ₂ absorber	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≤0.05) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)					

ตาราง 13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 90 วัน

บรรจุภัณฑ์	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (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 ₂ absorber	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 ($p \leq 0.05$) อักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)					

ตาราง 14 ปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 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 ₂ absorber	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 ($p \leq 0.05$)					

สรุปผลการทดลอง

การทำแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนมีผลทำให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงมากอย่างมีนัยสำคัญ และช่วยในการประหยัดพลังงาน เนื่องจากการใช้ไมโครเวฟช่วยลดปริมาณความชื้นของอาหารอย่างรวดเร็ว จึงสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้ง โดยเมื่อประกอบกับการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ใช้หลักการหมุนเวียนอากาศร้อนภายในตู้เพื่อส่งผลให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงแล้วนั้น ทำให้เวลาทั้งหมดที่ใช้กระบวนการอบแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมได้แก่ การใช้ไมโครเวฟกำลัง 30 วัตต์ เวลา 8 นาที ร่วมกับตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง และเมื่อนำตัวอย่างที่บรรจุในภาชนะบรรจุแอคทีฟ โดยใช้ถุงพลาสติกโพรลีนโพรพิลีนร่วมกับ ถูดูดออกซิเจน และ/หรือ ถูดูดความชื้น มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น และความกรอบแปรลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถูดูดออกซิเจนมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถูดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวแข็งน้อยที่สุด และตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาอย่างน้อย 60 วัน ดังนั้นการใช้ถูดูดออกซิเจนหรือถูดูดความชื้นจึงเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการบรรจุแอคทีฟที่ไม่สลับซับซ้อน ให้เป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้งานได้จริงในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร. บ. เอส.พี. เอ็ม. การพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพฯ ฯ. 389 หน้า.
- จิตธนา แจ่มเมฆ. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 173-178.
- ชมพู่ ยิ้มโต, 2550, การถนอมอาหาร, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 206 หน้า.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2546. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 52-55.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่. หน้า 52 - 55.
- Bolin, H.R. and Salunkhe, D.K. 1982. Food Dehydration by Solar Energy. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 22(4): 327-354.
- Brody, A.L., Strupinsky E.R. and Kline, L.R. 2001. Active Packaging for Food Applications. Technomic Publishing Co., Inc. PA. 218 p.
- Fishman, M. L.; Chau, H. K.; Hoagland, P.; Ayyad, K. Characterization of pectin, flash extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure. *Carbohydrate Research*. 2000, 323, 126–138.
- Frutos, M.J. and Hernandez-Herrero, J.A. 2005. Effects of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on the stability of bread with an oil, garlic and parsley dressing. LWT 38: 651-655.
- Mexis, F.S., Kontominas, G.M. (2010). Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage condition on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). LWT-Food Sci Tech 43: 1-11.
- Salengke. 2000. Electrothermal Effects of Ohmic Heating on Biomaterials: Temperature Monitoring, Heating of Solid-Liquid Mixtures, and Pretreatment Effects on Drying Rate and Oil Uptake. Ph.D. Dissertation. The Ohio State University.

- Saravacos, G.D. and Raouzeos, G.S. 1986. Diffusivity of Moisture in Air-Drying of Raisins. In Drying'86', Vol. 2. Edited by A.S. Mujumdar. Hemisphere Publ. NY.
- Saravacos, G.D. and Charm, S.E. 1962. A Study of the Mechanism of Fruit and Vegetable Dehydration. Food Technol., 16: 78-81.
- Thai Community Product Standard (TCPS). 2548 (2005). TCPS 1040/2548: Pla Pan krob (Crisp Fish sheet). Thai Industrial Standards Institute. Bangkok. Thailand. 6 p. (in Thai).
- Wu, T and Mao L. 2008. [Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp \(*Ctenopharyngodon idellus*\) fillets](#). Food Chem 110(2): 647-653.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้อบแห้งพลาสติกแผ่นในแต่ละสภาวะ



ตู้อบลมร้อน(Tray dry)



ไมโครเวฟ (Microwave oven)



ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar dryer)

ภาคผนวก ข. ภาพกระบวนการผลิตปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบและภาชนะบรรจุแอดทิฟ



แล่ปลาเนื้อ/ลอกหนัง



บดเนื้อปลา



เตรียมเครื่องปรุง



ปั่นให้เข้ากัน



รีดเป็นแผ่นเรียบบาง



ปลาบดแผ่นแห้ง



ตัดเป็นแผ่น ขนาด 1.5 x 1.5 นิ้ว



ทอดและซับน้ำมัน



ปลาบดแผ่นกรอบ



รูป 8 ตัวอย่างปลาแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิด



รูป 9 ปลาบดแผ่นกรอบในถาดพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน

ภาคผนวก ค. การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรี



เผยแพร่การประยุกต์ใช้วิธีบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบในภาตพลาสติกร่วมกับถุงดูดออกซิเจน



ตัวแทนผู้ประกอบการกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแม่ลาสิงห์บุรี



ตะแกรงทำแห้งและลานตากผลิตภัณฑ์โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกรณีที่ไม่ใช้ตู้อบลมร้อน



ลานทอดผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์การทอด

ภาคผนวก ง. การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ

1. นำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3”

ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 14-16 มีนาคม 2554 โดยมีเอกสารต่อไปนี้

1.1 ผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3

1.2 Proceeding of วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3

1.3 เกียรติบัตรรางวัลประเภทการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีเด่น กลุ่มที่ 1 สาขา

ฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และ
วิทยาศาสตร์ศึกษา

2. นำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ “12th ASEAN Food

Conference” ณ อาคารไบเทค กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 16-18 มิถุนายน 2554 ซึ่งจัดทุก
2 ปี โดยการหมุนเวียนระหว่างสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารของกลุ่มประเทศ
อาเซียน โดยมีเอกสารต่อไปนี้

1.4 ผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 12th ASEAN Food
conference

1.5 Proceeding of 12th ASEAN Food Conference (Session D: Food Processing
and Packaging)

1.6 โล่และเกียรติบัตรรางวัลที่ 1 BEST ASEAN POSTER AWARD “The Winner”

สำหรับการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีเด่น

Optimization of drying-process efficiency and shelf-life extension by active packaging in crispy minced-fish snacks.

Ratanatriwong, P.A.^{1,2}, Wongsa-Ngasri, W.², Suwansri, S.¹, Thanasakarn, P.¹.

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Pitsanulok, 65000, Thailand.

²Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kasorklang, Jatuchak, Bangkok, 10900, Thailand.

*Corresponding author: ratanatriwong@gmail.com, 66-55-962743 (Tel), 66-55-962703 (Fax).

Abstract

The traditional drying process of minced fish sheet uses either solar drying or hot-air ovens that require a long period of time. The products also have a short shelf-life due to poor packaging. This research explored improving process efficiency by drying time optimization and extending shelf-life by active packaging technology. Drying processes were hot-air oven, microwave heating, and a combination of both. Physical properties of samples were compared with a control which was processed by hot-air oven at 45°C for 4 hr. Then, all samples were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet and PP with moisture-absorber sachet. Sample qualities were determined and compared during storage at 30°C. For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$). For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 mins achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a yellowish-brownish color which was more desirable. The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr. During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture absorber achieved samples with the least moisture content, resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be stored up to 60 days. Thus, active packaging could be an alternative way to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks.

Introduction

The minced fish snack are developed as an alternative to value-added products from Catfish. The traditional drying process of minced fish sheet uses either solar drying or hot-air ovens that require a long period of time. The products also have a short shelf-life due to poor packaging. This research explored improving process efficiency by drying time optimization and extending shelf-life by active packaging technology.

Preparation of crisp minced-fish snack



1, 2 and 3 hr.



45 °C 2, 3 and 4 hr.
55 °C 2, 3 and 4 hr.



30 watts 6, 8, 10 and 12 min.
50 watts 4, 6, 8 and 10 min.



30 watts 8 min. + hot-air oven 45 °C 1 and 2 hr.
50 watts 4 min. + hot-air oven 45 °C 1 and 2 hr.

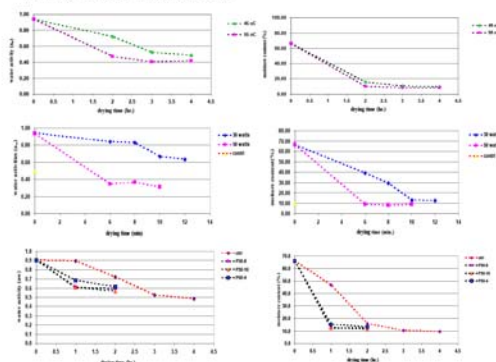
Physical and chemical properties of sample including moisture content (Sartorius, MA40, Germany), water activities (a_w) (Novasina-RS 200, Switzerland), hardness (Instron Texture Analyzer) and color value (L^* , a^* , b^*) (CR10, Konica Minolta sensing Inc., Osaka, Japan). Data was statistically analyzed using the analysis of variance (ANOVA). Samples were compared with a control which was processed by hot-air oven at 45°C for 4 hr. The suitable drying condition was selected to be used in the next experiments.

2. Study the extending shelf-life crisp minced-fish snacks by active packaging technology.

The sample were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet, PP with moisture-absorber sachet, PP with moisture-absorber and oxygen-absorber sachet. Physical and chemical qualities of sample were determined and compared as described in (1), the 2-thiobarbituric acid value (TBA), total plate count and yeast & mold, during time storage for 90 days at 30°C.

Results and Discussion

For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$).



For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 mins achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a yellowish-brownish color which was more desirable.

The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr.

During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture absorber achieved samples with the least moisture content, resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be stored up to 60 days.

Conclusion

The optimize of drying conditions were 30 watts of microwave power for 8 minutes followed the hot-air oven of 45 °C for 1 hr. During storage using oxygen-absorber resulted in sample with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture -absorber achieved sample with the least moisture content, resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be an alternative way to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks

References

- Jammake J (1993) Food science and technology, Department of food science and technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, P.173-178.
- Thammuratwasik P. (1989) Food processing. Department of Agro-Industry, Faculty of natural resource, Prince of Songkla University, Hat Yai. P.52-55
- Thai Industrial Standard Institute. Thai Community Product Standard "ปลาหมึกกระดอง", (2004), (T.CPS.1040.2548). P. 1-6
- Mexis, F.S., Kontominas, G.M. (2010). Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage condition on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). *LWT*, 43, P.1-11

Acknowledgement

Financial supports from Government Budgets 2010 and The Thai Research Fund 2010

ผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 3



Faculty of Science
Naresuan University

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า



ปณทริกา รัตมตรัยวงศ์, พิลิฐู วงศ์สง่าศิริ, ศจี สุวรรณศรี และปรีดา ธนสุภาบุญจน์

ได้รางวัลประเภทการนำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ดีเด่น

กลุ่มที่ 1 สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และ

วิทยาศาสตร์ศึกษา

เรื่อง การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงและรวบรวมรังนกแบบแอคทีฟเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

ปสถาบันเกษตรอินทรีย์ในระดับจังหวัดพิษณุโลก

ในการประชุมวิชาการ "วิทยาศาสตร์วิจัย" ครั้งที่ 3

ในระหว่างวันที่ 14-15 มีนาคม 2554 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ บุญรักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



Optimization of drying-process efficiency and shelf-life extension by active packaging in crispy minced-fish snacks.

Ratanatriwong, P.A.^{1,*}, Wongsa-Ngasri, W.¹, Suwanri, S.², Thanasakarn, P.¹

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment,

Naresuan University, Pitamulok, 65000, Thailand.

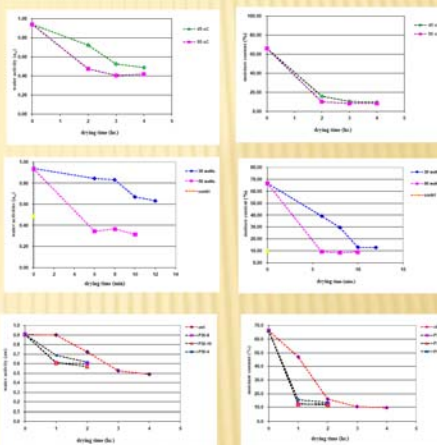
²Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kasetsart, Jatsuchak, Bangkok, 10900, Thailand.

*Corresponding author: nkuaa@yahoo.com, 66-55-962743 (Tel), 66-55-962703(Fax).

Abstract

The traditional drying process of minced fish sheet uses either solar drying or hot-air ovens that require a long period of time. The products also have a short shelf-life due to poor packaging. This research explored improving process efficiency by drying time optimization and extending shelf-life by active packaging technology. Drying processes were hot-air oven, microwave heating, and a combination of both. Physical properties of samples were compared with a control which was processed by hot-air oven at 45°C for 4 hr. Then, all samples were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet and PP with moisture-absorber sachet. Sample qualities were determined and compared during storage at 30°C. For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$). For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 min achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a yellowish-brownish color which was more desirable. The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr. During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture absorber achieved samples with the least moisture content, resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be stored up to 60 days. Thus, active packaging could be an alternative way to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks.

Preparation of crisp minced-fish snack



1. Drying process improvement of crispy minced fish snacks.

Experimental Design



Hot-air oven
45°C 2, 3 and 4 hr.
55°C 2, 3 and 4 hr.



Microwave
30 watts 6, 8, 10 and 12 min.
50 watts 4, 6, 8 and 10 min.

Combination Microwave + Hot-air oven

30 watts 8 min, hot-air oven 45°C 1 and 2 hr.
50 watts 4 min, hot-air oven 45°C 1 and 2 hr.

Physical and chemical properties of sample including moisture content, water activities (a_w), hardness (Instron Texture Analyzer) and color value (L^* , a^* , b^*). Data was statistically analyzed using the analysis of variance (ANOVA). Samples were compared with a control which was processed by hot-air oven at 45°C for 4 hr. The suitable drying condition was selected to be used in the next experiments.

2. Study the extending shelf-life crisp minced-fish snacks by active packaging technology.



Polypropylene bag (PP)



PP + oxygen-absorber sachet



PP + oxygen-absorber sachet

The sample were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet, PP with moisture-absorber sachet, PP with moisture-absorber and oxygen-absorber sachet. Physical and chemical qualities of sample were determined and compared as described in (1), the 2-thiobarbituric acid value (TBA), total plate count and yeast & mold, during time storage for 90 days at 30°C.

Results and Discussion

For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$).

For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 min achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a yellowish-brownish color which was more desirable.

The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr.

During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture absorber achieved samples with the least moisture content, resulting in better texture.

Based on the Thai Community Product Standard of crisp fish sheet (TCPS 1040/2548), the total plate count of sample is not to exceed 1.0×10^4 colonies per gram (TCPS 2005). Therefore, only samples stored in the PP bag with oxygen absorber could be kept for 90 days. The other samples stored in different packaging conditions could be kept for a shorter time of 45-60 days before their total plate count values exceeded the product's standard limit. As for the yeast and mold count, the values increased during storage time however they did not exceed the standard for yeast and mold (100 colonies per gram) in samples.

Conclusion

The optimize of drying conditions were 30 watts of microwave power for 8 minutes followed the hot-air oven of 45°C for 1 hr. During storage using oxygen-absorber resulted in sample with the least oxidation judging by TBA changes. Using moisture absorber achieved sample with the least moisture content, resulting in better texture. The shelf-life of sample was 45 day before being considered rancid whereas it was considered spoiled at 90-day storage based on the microbiological standard.

References

- Jammake J (1993). Food science and technology, Department of food science and technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok, P.173-178.
- Thammaratwong P (1989). Food processing, Department of Agro-Industry, Faculty of natural resource, Prince of Songkla University, Hat Yai, P.52-55
- Thai Industrial Standard Institute. Thai Community Product Standard "Ungsuatunru". (2004). (TCPS 1040/2548). P.1-6
- Mexis, F.S., Kontomina, G.M. (2010). Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage condition on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*) *LWT*, 43, P.1-11

Acknowledgement

The research was funded by the Office of the National Research Council of Thailand (NRCT) for Naresuan University fiscal year 2553.

12th ASEAN FOOD CONFERENCE 2011

12th ASEAN FOOD CONFERENCE 2011

Food Innovation : Key To Creative Economy
16-18 June, 2011, Bangkok, Thailand

CERTIFICATE OF THE WINNER ASEAN BEST POSTER AWARD

PRESENTED TO

Ratanatriwong, P.A.



Mrs. Daranee Edwards
president

Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT)
The Federation of Institute of Food Science and Technology in ASEAN (FIFSEA)

Organized by





Proceeding



การประชุมวิชาการ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 3
The 3rd Science Research Conference

วันที่ 14-15 มีนาคม 2554 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

สารบัญ

หน้า

Oral Presentation

กลุ่มที่ 1 สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา

◎ ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมระหว่างกังหันลมความเร็วต่ำ และเซลล์แสงอาทิตย์	
บริเวณทุ่งทะเลแก้ว จังหวัดพิษณุโลก	1
◎ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงดันสูงแบบพัลส์ต้นทุนต่ำสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานทางไฟฟ้าสถิต	6
◎ การศึกษาและพัฒนาเตาถลุงสำหรับให้ความร้อนในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล	11
◎ การผลิตความถี่ความถี่จากเส้นใยใบสับประรดกับน้ำยางธรรมชาติ	16
◎ การใช้ตะกอนดินจากกระบวนการผลิตน้ำเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	22
◎ การออกแบบวงจรหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ชนิดแอนะล็อกสำหรับเครื่องย่นดัดแก๊สโซลีน	28
◎ การศึกษา Dicrotic Notch และรูปคลื่นพัลส์แรงดันเลือด ด้วยหลักการสัญญาณและระบบ	34
◎ การพัฒนาชุดการทดลองการหักเหของแสง เรื่อง ลึกลับลึกลับปรากฏ เพื่อพัฒนาทักษะ	41
◎ การพัฒนาเครื่องกรองน้ำและทักษะการสร้างเครื่องกรองน้ำเพื่อการใช้อุปโภคของชุมชน	
ในเขตเทศบาลบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์	46
◎ ผลของสนามโน้มถ่วงต่อการไหลของกระแสในมหาสมุทร	53
◎ สมบัติทางไฟฟ้าและแสงของฟิล์มบางเงินที่เตรียมบนแผ่นกระจกกรองรังสีด้วย	
เทคนิค ดีซี แมกนีตรอน สปีดเตอริง	57
◎ ผลของนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อสมบัติของสีทอง	63

กลุ่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ศึกษา

◎ ผลของการอบแห้งต่อการรอดชีวิตของ <i>Bacillus</i> spp.	69
◎ การคัดกรองเห็ดราที่ผลิตลิแกโนไลติกเอนไซม์จากแหล่งธรรมชาติ	74
◎ สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ <i>Acetobacter aceti</i> TISTR102 ในน้ำตาลโตน	80
◎ ประสิทธิภาพในการย่อยเครื่องในปลาทับทิม (<i>Oreochromis niloticus</i>) ด้วยเอนไซม์โปรติเอสจาก	
<i>Bacillus subtilis</i> TISTR 008 ที่สภาวะต่างๆ	85
◎ อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการออกอาหารและแหล่งละอองเรณูของชันโรง	
<i>Trigona laeviceps</i> และผึ้งมิม <i>Apis florea</i> ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก	90
◎ ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกล้วยไม้ดินบานดึก	95
◎ สันฐานวิทยาของกล้วยไม้นางกราบ (<i>Habenaria lindleyana</i> Steud.)	
บริเวณสวนรุกขชาติ 100 ปี กรมป่าไม้ (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า) จังหวัดนครสวรรค์	100
◎ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเชื้อราสีฟ้าในสภาพปลอดเชื้อ	104

Oral Presentation

กลุ่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ศึกษา (ต่อ)

๑ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบอ่อนบอนสีในสภาพปลอดเชื้อ	108
๑ ผลของไซโตไคนินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของชิ้นส่วนใบ <i>Aeschynanthus fulgens</i> Wall. ex R. Br. ในสภาพปลอดเชื้อ	113
๑ ผลของไซโตไคนิน และออกซินต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อใบอ่อนกุหลาบหินในสภาพปลอดเชื้อ	117
๑ ผลของจำนวนชิ้นส่วนและปริมาณอาหารต่อการเจริญและพัฒนาของใบหยาดน้ำค้างในอาหารเหลว	122
๑ การแสดงออกของยีน Divalent metal transporter-1 (DMT-1) ในรกของมารดาที่อาศัยอยู่ ในพื้นที่การปนเปื้อนแคดเมียม	126
๑ การแสดงออกของยีน ZnT1 ในรกหญิงตั้งครรภ์ที่อาศัยในพื้นที่ปนเปื้อนแคดเมียม	130
๑ การจัดจำแนกบัวสาย (Genus <i>Nymphaea</i> L.) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ <i>trnT-L</i>	134
๑ Lethal Concentration and the Impact of the Auxin-like Herbicide, 2, 4-D on Acetylcholinesterase activity in common silver barb (<i>Puntius gonionotus</i> , Bleeker) fish.	138
๑ ผลของอาหารเสริมฮอร์โมนซีโรโทนิน และโปรเจสเทอโรนต่อการพัฒนารังไข่ในแม่พันธุ์กุ้งขาว <i>Litopenaeus vannamei</i>	143
๑ การข่อยมันเทศดิบโดยเอนไซม์ STARGEN™	147
๑ สภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของเอนไซม์ไลเปสจากราข้าวพันธุ์ชัยนาท 1	152
๑ การประยุกต์ใช้แปรงเมสตีลูเรียนในผลิตภัณฑ์นมของเนส	157
๑ โปรตีนไฮโดรไลเซสจากเศษเหลือปลา: สภาวะการข่อยเครื่องในปลาตะเพียน (<i>Tilapia nilotica</i>) โดยเอนไซม์ปาเปน	162
๑ ผลของแลคโตบาซิลลัส แพลนทารัม ปี 7 ต่อระดับทีเอ็นเอฟ-แอลฟา อินเตอร์ลิวคิน-1 เบต้า ในซีรัม และผลพยาธิวิทยา ในเนื้อเยื่อกระเพาะอาหารของหนูแรทที่ติดเชื้อเฮลิโคแบคเตอร์ ไพโลรี	167
๑ การสร้างและหาผลการวัดแนวของผู้เข้าค่ายนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร	173

กลุ่มที่ 3 สาขาเคมี เคมีสิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์ศึกษา

๑ ผลของอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงเฟสและสมบัติการเรืองแสงของยูโรเปียมที่เจือ ในฟลักเซอร์โคเนียมออกไซด์	179
๑ ผลของตัวเชื่อมต่อทางเคมีต่อลักษณะพื้นฐานและพฤติกรรมของการเปลี่ยนสีของพอลิไดอะเซททีลิน แอสเซมบลีที่เตรียมจากไดอะมิไดอะเซททีลินโมโนเมอร์	185
๑ ผลของการอบอ่อนต่อสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงหน้าที่ ของสตาร์ชถั่วมะแสะ <i>Cajanus cajan</i> (L.)	190
๑ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยชุดกิจกรรมทดสอบสารและสมบัติของสาร	196

สารบัญ

หน้า

Oral Presentation

กลุ่มที่ 3 สาขาเคมี เคมีสิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์ศึกษา (ต่อ)

- ๑ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้ โดยวิธี Model–Observe–Reflect–Explain (MORE).....201
- ๑ การสังเคราะห์และวิเคราะห์สารเชิงซ้อนของ dibenzoylmethane cobalt ด้วยลิแกนด์ 3,5-disubstituted pyrazole.....207
- ๑ การพัฒนาสื่อซ่อมเสริมใหม่หมักโคลนจากผลคนทา.....213
- ๑ วิธีการตรวจวัดสาร BTEX ในบรรยากาศที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.....218
- ๑ การบำบัดน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอน.....222
- ๑ รูปแบบการให้อาหารเสริมของเด็กแรกเกิด - 1ปีในจังหวัดปัตตานี.....227
- ๑ การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตยางรถยนต์.....232
- ๑ การบำบัดน้ำเสียโรงงานผ้าบาติกโดยกระบวนการสร้างตะกอนด้วยไฟฟ้า.....235
- ๑ การเตรียมถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียน โดยการกระตุ้นทางเคมีเพื่อใช้เป็นตัวดูดซับในอุปกรณ์เก็บอากาศเพื่อตรวจวัดสาร BTEX.....240
- ๑ การแยกและการพิสูจน์เอกลักษณ์ส่วนประกอบทางเคมีของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.).....245

กลุ่มที่ 4 สาขาคณิตศาสตร์ สถิติ และคณิตศาสตร์ศึกษา

- ๑ Two step iterative algorithm for solving solutions of generalized equilibrium problems and fixed point problems of nonexpansive mapping in Hilbert space.....250
- ๑ Methods for Finding Solution of Generalized Nosn-Strongly Monotone Variational Inequalities Problems.....255
- ๑ การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เมื่อความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ภายในชั้น.....260
- ๑ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแทนการถดถอยพหุนามอันดับสองเมื่อเกิด ความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอิสระ.....265
- ๑ การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาไก่เพื่อการกำหนดนโยบายการผลิตของอุตสาหกรรมสัตว์ปีกในประเทศไทย.....270
- ๑ การกำจัดตัวแปรอิสระแบบลอยหลังในตัวแบบโพรบิท.....275
- ๑ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการประมาณค่าสูญหายในแผนการเลือกตัวอย่างแบบง่าย.....283
- ๑ Certain Partial Orders on Γ -Semigroups.....288
- ๑ H-class and Completely Regular Elements in Γ –Semigroups.....293

สารบัญ

หน้า

Oral Presentation

กลุ่มที่ 4 สาขาคณิตศาสตร์ สถิติ และคณิตศาสตร์ศึกษา (ต่อ)

- ⊙ A sufficient condition for Cauchy sequences : Approach to generalized contraction mappings..... 298
- ⊙ Common Fixed Point Theorems for New Noncommuting Mappings in Cone Metric Space..... 302
- ⊙ วิธีการประมาณแบบหนึ่งสำหรับปัญหาสภาพคงที่ทั่วไปและปัญหาจุดตรึง
ของการส่งแบบไม่ขยายในปริภูมิฮิลเบิร์ต..... 307

กลุ่มที่ 5 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ศึกษา

- ⊙ ดัชนีแบบออนโทโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลด้านการหล่อพระพุทธรูป..... 311
- ⊙ ดัชนีแบบระบบสืบค้นข้อมูลกระบวนการทำทองโบราณสุโขทัยด้วยเทคนิคออนโทโลยี..... 316
- ⊙ ดัชนีแบบระบบสืบค้นข้อมูลการเพาะปลูกยางพาราและการแปรรูปเบื้องต้นด้วยเทคนิคออนโทโลยี..... 321
- ⊙ ดัชนีแบบออนโทโลยีเพื่อการสืบค้นข้อมูลการเพาะปลูกกล้วยและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย..... 326
- ⊙ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโรคไขมันและหัวใจกับพฤติกรรมผู้บริโภค..... 331
- ⊙ การวิเคราะห์กลุ่มเสี่ยงผู้ป่วยโรคเอดส์ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล..... 337
- ⊙ ดัชนีแบบระบบสืบค้นข้อมูลกระบวนการแปรรูปมะขามด้วยเทคนิคออนโทโลยี..... 343

Poster Presentation

กลุ่มที่ 1 สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา

- ⊙ เครื่องปั้นเม็ดยุคภาพแบบงานสำหรับครัวเรือน..... 348
- ⊙ การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการทำแห้งและการบรรจุแบบแอทีฟเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
ปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน..... 353
- ⊙ ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง..... 360
- ⊙ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บแบบสื่อผสม เรื่องแรงและการเคลื่อนที่
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..... 365
- ⊙ การผลิตฉนวนความร้อนจากเส้นใยกกก้านรูปและน้ำยางธรรมชาติ..... 370

กลุ่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ศึกษา

- ⊙ การตรวจสอบการปนเปื้อนและปริมาณ *Vibrio parahaemolyticus* และ *Vibrio vulnificus*
ในหอยนางรมจากร้านค้าบริเวณชายทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ด้วยวิธีมัลติเพล็กซ์พีซีอาร์..... 375
- ⊙ พฤติกรรมการตอบสนองต่อเสียงของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่..... 381

Poster Presentation

กลุ่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ และวิทยาศาสตร์ศึกษา (ต่อ)

๑ การผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากน้ำเสียเศษอาหารโดยใช้เชื้อ <i>Clostridium acetobutyricum</i> ด้วยระบบหมักไร้อากาศ ตรึงฟิล์มแบบไหลขึ้น	388
๑ สันฐานวิหาละอองเรณูของบัวสายพันธุ์ปลุกบางสายพันธุ์	394
๑ การเปรียบเทียบฤทธิ์ต่อต้านเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ของสารสกัดสมุนไพรวงศ์ Lamiaceae บางชนิด	399
๑ การสำรวจความหลากหลายของแตนเบียนของแมลงวันผลไม้ ในเขตอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก	404
๑ การคัดเลือกยีสต์จากถ้ำเชื้อขนมถ้วยฟูพื้นบ้าน	409
๑ ความไวและประสิทธิภาพของเทคนิคลติเพล็กซ์พีซีอาร์เพื่อตรวจสอบ <i>Vibrio parahaemolyticus</i> และ <i>Vibrio vulnificus</i> ในหอยนางรมสด	415
๑ การศึกษาการปรับปรุงการหมักเอทานอลแบบกะช้าโดยการตรึงเซลล์บนขานอ้อย	421

กลุ่มที่ 3 สาขาเคมี เคมีสิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์ศึกษา

๑ ผลของการเตรียมที่แตกต่างกันของ TiO_2 ใน Zeolite Y เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดำแสง ในการสลายเมทิลีนบลู	426
๑ เปรียบเทียบแหล่งของซิลิกาต่อการสังเคราะห์อะนาไลม์และแคลไซต์	433
๑ Synthesis of amphiphilic block copolymer of polysiloxane and poly(ethylene glycol) methyl ether methacrylate (PEGMA) via atom transfer radical polymerization	440
๑ การศึกษาเปรียบเทียบปฏิกิริยาเพื่อทดสอบเกลือไนเตรทโดยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี	446
๑ การตรวจวัดเอ็น-ไนโตรโซไคเมทิลเอมีนในตัวทำละลายน้ำโดยเฮดสเปซโซลิคเฟสไมโครเอกซ์แทร็กชัน แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมทรี	452
๑ ประสิทธิภาพการดูดซับสีด้วยซีโอไลต์อัดเม็ดจากถ่านอ้อย	457
๑ สารยับยั้งบิวทิลโคลีนเอสเทอร์ที่มีศักยภาพสูงจากสลดบิน	462
๑ การสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินในการทำน้ำประปาเพื่อวางแผนการจัดการบำบัดและ ปรับปรุงคุณภาพน้ำประปาในเขต ต.โป่งแดง อ.เมือง จ.ตาก	467

กลุ่มที่ 4 สาขาคณิตศาสตร์ สถิติ และคณิตศาสตร์ศึกษา

- ไม่มีผลงาน

Poster Presentation

กลุ่มที่ 5 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และคอมพิวเตอร์ศึกษา

- ๑ การพัฒนาระบบกล้องมุมมองจากนักบิน เพื่อใช้ในบังคับการบิน และบันทึกภาพถ่ายทางอากาศ_____477
- ๑ การวัดสัดส่วนร่างกายจากภาพดิจิทัลประยุกต์เพื่องานตัดเย็บเสื้อสุททาย_____482

Poster Presentation

กลุ่มที่ 1 สาขาฟิสิกส์ ฟิสิกส์ประยุกต์ ฟิสิกส์เทคโนโลยี
อิเล็กทรอนิกส์และพลังงาน วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการทำแห้งและการบรรจุแบบแอคทีฟเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
ปลาบดแผ่นกรอบที่ผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชน

Comparative study of drying process efficiency improvement and active packaging to extend
shelf-life of

crisp-minced fish sheet in the small-scale manufacturing.

ปุนทริกา รัตนตรัยวงศ์^{1*} พิลิฐ วงศ์สง่าศรี² ศจี สุวรรณศรี¹ และปรีดา ธนสุกาญจน์¹

Ratanatriwong, P., WongSa-Ngasri, W., Suwansri, S., Thanasukarn, P.

¹ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
พิษณุโลก 65000

²กลุ่มนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author. E-mail: puntarikar@nu.ac.th, rikaja@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมของปลาบดแผ่นอบแห้ง โดยใช้ตู้อบลมร้อน ไมโครเวฟ และไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อน เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 °ซ เวลา 4 ชั่วโมง พบว่า สำหรับตู้อบลมร้อน เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างมีอัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลง และมีสีเข้มกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) ส่วนการใช้ไมโครเวฟที่ กำลังวัตต์ 50 วัตต์ เวลา 6 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ส่วนสีของตัวอย่างที่ใช้ไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ เวลา 6-8 นาที มีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าสีตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยกำลังวัตต์สูงกว่า ทั้งนี้การใช้ไมโครเวฟร่วมกับตู้อบลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมใช้ไมโครเวฟกำลัง 30 วัตต์ เวลา 8 นาที ร่วมกับตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 °ซ เวลา 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ผ่านการทอดบรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน และ/หรือถุงดูดความชื้น ที่อุณหภูมิ 30 °ซ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น และความกรอบแปรผกผันตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดออกซิเจนมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวแข็งน้อยที่สุด จึงเป็นทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราอยู่ภายในกำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลาอย่างน้อย 60 วัน

คำสำคัญ ปลาบดแผ่นกรอบ ตู้อบลมร้อน การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ การบรรจุแอคทีฟ ถุงดูดออกซิเจน ถุงดูดความชื้น

Abstract

This research explored the optimum processing condition for drying the minced-fish sheet. Drying processes were hot-air oven, microwave heating, and combination of these two methods. Samples were compared to control, which was dried by hot-air oven at 45 °C for 4 hr. For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with higher moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$). For microwave drying, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 mins achieved samples with moisture content and water activity closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power had a yellowish-brownish color that was closer to control. The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$). The optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min with hot-air oven of 45 °C for 1 hr. Fried samples were stored in polypropylene plastic bag with O₂ absorber and/or moisture absorber as active packaging at 30 °C and compared with control. Moisture content, water activity and TBA increased with increasing storage time whereas crispness increased. Sample in pp and O₂ absorber bag indicated the least oxidation. Samples in pp and moisture absorber had the least moisture content and hardness. Thus, active packaging could be alternative way for storage. According to standard indicating total plate count and yeast & mold count samples could be

Keyword: crisp-minced fish sheet, hot-air oven, microwave drying, active packaging, oxygen absorber, moisture absorber

บทนำ

ปลาบดแผ่นอบแห้งทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากปลา แต่ปัญหาที่ผู้ประกอบการพบในการผลิตปลาบดแผ่นทอดกรอบ ได้แก่ ขั้นตอนการอบแห้งปลาบดแผ่นก่อนตัดขึ้นรูปและนำไปทอดนั้น ใช้ตู้อบลมร้อนในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 40-45 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งใช้เวลานานจึงมีผลผลิตต่อวันค่อนข้างน้อย และสิ้นเปลืองพลังงาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ปัญหาในการปรับสภาวะการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยเพิ่มอุณหภูมิและปรับเวลาในการทำแห้งให้เหมาะสม รวมทั้งศึกษาสภาวะที่ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำแห้งด้วยนั้น โดยพิจารณาจากอัตราการแห้ง ความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์หลังอบแห้ง รวมถึงการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ปัญหานี้ยังอีกประการหนึ่งที่กลุ่มแม่บ้านพบคือการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับปลาบดแผ่นทอด และการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งบรรจุภัณฑ์นอกจากจะมีส่วนช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังส่งผลถึงการวางแผนจำหน่ายสินค้าเชิงพาณิชย์เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยศึกษาวิธีการและสภาวะการแปรรูปที่เหมาะสม สามารถลดเวลาในขั้นตอนการผลิตซึ่งส่งผลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน และรักษา

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยบรรจุภัณฑ์และเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟที่เหมาะสมกับการผลิตและจำหน่าย
เชิงพาณิชย์สำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ปรับปรุงการผลิตในขั้นตอนการทำแห้งปลาบดแผ่นโดย ศึกษาอัตราการทำแห้งและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต (optimal conditions) ของการทำแห้งแต่ละแบบ โดยให้คงลักษณะของผลิตภัณฑ์สุดท้ายตามต้องการ วิธีการทำแห้งที่เลือกใช้มี 2 แบบ ได้แก่

1.1) การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

- แปรผัน อุณหภูมิการทำแห้ง 2 ระดับ (45 และ 55 °ซ) และเวลา 3 ระดับ (2, 3 และ 4 ชั่วโมง)

1.2) การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ

- แปรผัน กำลังวัตต์ 2 ระดับ (50 และ 100 วัตต์) และเวลา 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 นาที)

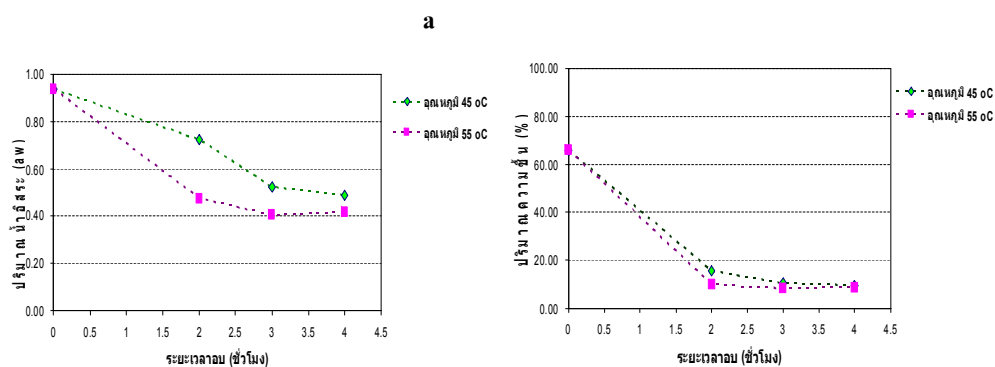
ทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างทดลองดังนี้ ปริมาณความชื้น (Sartorius, MA40, Germany) ปริมาณน้ำอิสระ(a_w) (Novasina-RS 200, Switzerland) ความแข็ง (Instron Texture Analyser) และ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) (CR10, Konica Minolta sensing Inc., Osaka, Japan)วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คัดเลือกสภาวะที่ดีที่สุดของการทำแห้งแต่ละแบบ โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (สภาวะการทำแห้งจากวิธีการผลิตเดิม) ที่ใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45 °ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

2. ประยุกต์ใช้ตู้อบลมร้อนร่วมกับการทำแห้งด้วยไมโครเวฟ เพื่อลดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการอบแห้งซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยให้ความร้อนจากไมโครเวฟที่กำลังวัตต์ซึ่งคัดเลือกจากข้อ 1 แปรผันเวลา 2 ระดับ ร่วมกับการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 °ซ (จากวิธีการผลิตในสูตรพื้นฐาน) ทดสอบคุณภาพของตัวอย่างทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธี เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

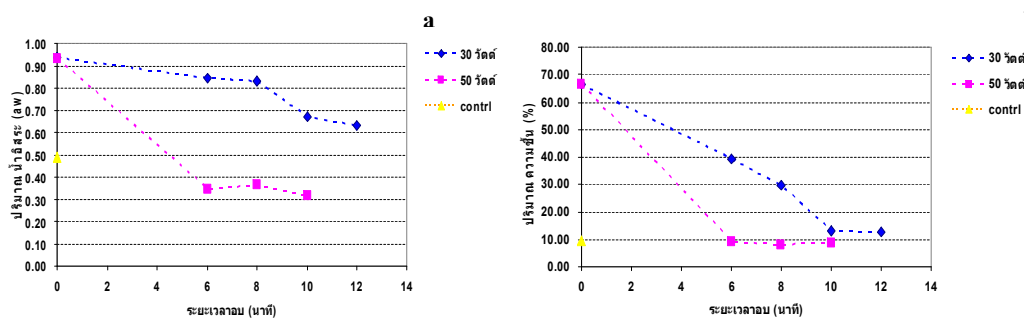
3 ศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมร่วมกับเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอคทีฟ ได้แก่ ถุงดูดออกซิเจน และถุงดูดความชื้น เพื่อป้องกันรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นกรอบหลังการทอดที่มีการบรรจุต่างชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (pp) (Negative control) (วัสดุบรรจุที่ผู้ประกอบการใช้อยู่ปัจจุบัน) ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนและถุงดูดออกซิเจน (O_2 absorber), ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนและถุงดูดความชื้น (moisture absorber) และ ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ ตรวจวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมี กายภาพตามวิธีในข้อ 1 ค่า 2-Thiobarbituric acid (TBA.) (AOCS, 1990) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นของปลาบดแผ่นที่เปลี่ยนแปลงระหว่างอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน 2 สภาวะคือที่อุณหภูมิ 45 และ 55 °ซ เป็นระยะเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ดังแสดงใน ภาพที่ 1 (a-b) พบว่าปลาบดแผ่นอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 °ซ จะมีอัตราการระเหยของน้ำสูงกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 45 °ซ อย่างเห็นได้ชัดในช่วงระยะเวลาการอบที่ 0-2 ชั่วโมงแรก (พิจารณาจากความชันของกราฟ) และค่อย ๆ ลดลงในช่วง 2-4 ชั่วโมง ที่ระยะเวลาการทำแห้งเท่ากัน พบว่าปลาบดแผ่นอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 °ซ มีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่าปลาบดแผ่นอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °ซ เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งและระยะเวลามากขึ้นทำให้ความชื้นในอาหารลดลงซึ่งสอดคล้องกับหลักการอบแห้ง (จิตรนา, 2539) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิของบรรยากาศภายนอกตู้อบลมร้อนสูงขึ้น อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น น้ำถูกระเหยออกอย่างรวดเร็ว ทำให้ความชื้นลดลงและเมื่อปริมาณน้ำอิสระในตัวผลิตภัณฑ์ถูกระเหยออกจนหมดทำให้ปริมาณความชื้นเริ่มลดลงอย่างคงที่



รูปที่ 1 ปริมาณน้ำอิสระ(a_w) (a) และความชื้น (b) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนในสภาวะที่ต่างกัน

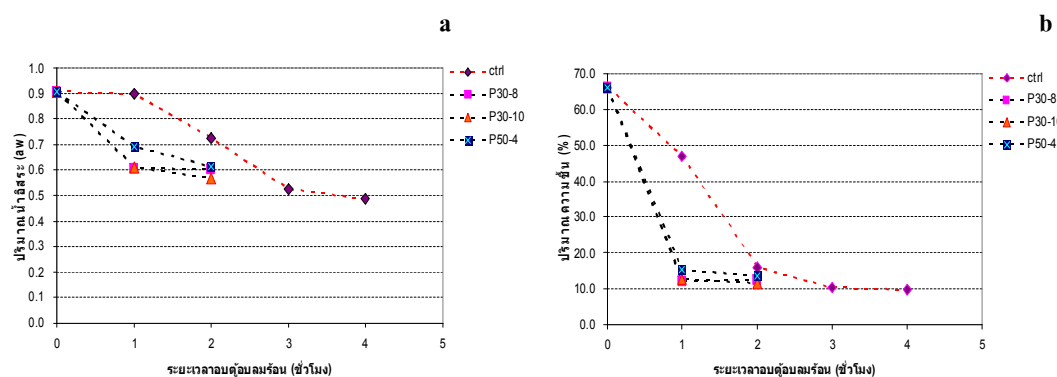


รูปที่ 2 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (a), และความชื้น (b) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อไมโครเวฟในสภาวะที่ต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงความชื้นของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยไมโครเวฟ พบว่าเมื่อกำลังวัตต์สูงและระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้ความชื้นในปลาบดแผ่นลดลงเนื่องจากความร้อนจากเตาไมโครเวฟจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นมาขณะที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านเข้าไปในเนื้ออาหาร โมเลกุลในอาหารจะเกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงและปล่อยความร้อนออกมา ดังนั้นเตาไมโครเวฟจึงทำให้อาหารได้รับความร้อนออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์จึงลดลงอย่างรวดเร็ว (นิธิยา, 2546) ทำให้อัตราการระเหยของน้ำอิสระออกจากผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นน้ำถูกระเหยออกอย่างรวดเร็วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง

สำหรับสีของผลิตภัณฑ์ปลาบดแผ่นที่ผ่านการทำแห้งด้วยไมโครเวฟ (ไม่ได้แสดงผล) พบว่าสีของตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในตัวอย่างปลาบดแผ่นที่ไมโครเวฟกำลังวัตต์ 50 วัตต์ต่อระยะเวลา 6-10 นาที มีค่าความสว่างน้อยกว่าตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ระยะเวลา 6-8 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่กำลังวัตต์ 30 วัตต์ และตัวอย่างปลาบดแผ่นที่อบด้วยไมโครเวฟกำลังวัตต์ 30 วัตต์ระยะเวลา 10 และ 12 นาที มีค่าความสว่างและสีเหลืองอมน้ำตาลสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทำแห้งด้วยไมโครเวฟก่อนเป็น pre-treatment ก่อนใช้ตู้อบลมร้อน พบว่าการทำแห้งด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 30 วัตต์ เป็นเวลา 8 และ 10 นาที และ 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 นาทีอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) ซึ่งการใช้ไมโครเวฟร่วมกับ การใช้ตู้อบลมร้อนทำให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลงและใช้เวลาในการทำแห้งน้อยลงจึงช่วยประหยัดพลังงาน เนื่องจากการใช้ไมโครเวฟ pre-treatment ช่วยลดปริมาณความชื้นของอาหารอย่างรวดเร็ว และยังช่วยลดเวลาการอบแห้งเหลือเพียง 1 ใน 5 ของเวลาที่ใช้ออบแห้งด้วยลมร้อน (ไพบูลย์, 2536) ส่วนตู้อบลมร้อนจะทำให้อากาศร้อนไหลหมุนเวียนอยู่ภายในตู้ส่งผลให้ความชื้นในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง เมื่อนำมาใช้รวมกันทำให้ความชื้นลดลงโดยที่สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งด้วย (จิราภรณ์, 2543)



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (a), และความชื้น (b) ของปลาบดแผ่นที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนร่วมกับตู้อบลมร้อนในสภาวะต่างกัน

สีของปลาบดแผ่นที่ผ่านการใช้ไมโครเวฟกำลังวัตต์ 50 วัตต์และอบต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ไม่ได้แสดงผล) มีค่าความสว่างสูงสุด และมีค่าสีเหลืองอมน้ำตาลมากกว่าปลาบดแผ่นที่อบที่กำลังวัตต์ 30 วัตต์และอบต่อด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การอบด้วยไมโครเวฟส่งผลให้ตัวอย่างมีสีน้ำตาลอมเหลือง รวมทั้งความเข้มสี (Chroma) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่อบด้วยตู้อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นปลาสดแผ่นกรอบตามระยะเวลาเก็บรักษา (ไม่แสดงผล) พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ปลาสดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติก-

โพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปลาสดแผ่นทอดที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิ-โพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้นและถุงดูดออกซิเจนมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา และสูงกว่าตัวอย่างบรรจุแบบอื่นๆ ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ปลาสดแผ่นกรอบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าความแข็งแรงของปลาสดแผ่นกรอบมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งเหนียวมีความกรอบลดลง

ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาสดแผ่นกรอบเป็นตัวบ่งชี้การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมัน เนื่องจาก TBA จะทำปฏิกิริยากับมาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่ 2 ที่เกิดจากออกซิเดชันในไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid ที่มีพันธะคู่มากกว่าสามตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับ TBA จะเกิดสารที่มีสีแดง ซึ่งความเข้มของสีแดงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Oxidative rancidity (Frutos and Hernandez-Herrero, 2005) ตัวอย่างปลาสดแผ่นที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ (ไม่แสดงผล) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงของค่า TBA ไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นตัวปลาสดแผ่นกรอบมีค่า TBA เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 30 วันเป็นต้นไป ที่อายุการเก็บรักษา 90 วันพบว่าปลาสดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนมีค่า TBA สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกและถุงดูดออกซิเจนมีค่า TBA น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าการใช้บรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟชนิดดูดออกซิเจนช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้โดยการกำจัดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ (Mexis and Kontominas, 2010)

ค่าสีความสว่าง สีเหลืองอมน้ำตาล และค่าความเข้มสีของผลิตภัณฑ์ปลาสดแผ่นกรอบ (ไม่แสดงผล) มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาไม่มากนัก และไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 4 แบบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ที่อายุการเก็บรักษา 60 วัน ตัวอย่างปลาสดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดความชื้น และถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจนและถุงดูดความชื้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.1×10^4 และ 1.3×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมตามลำดับ ซึ่งเกินที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ที่ 1.0×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมและที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ตัวอย่างปลาสดแผ่นกรอบที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีนร่วมกับถุงดูดออกซิเจน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุดและเท่ากับปริมาณที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด ปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาในทุกบรรจุภัณฑ์ ที่อายุการเก็บรักษา 90 วัน ไม่มีตัวอย่างปลาสดแผ่นกรอบในบรรจุภัณฑ์ใดที่มีปริมาณยีสต์และราที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

สรุปผลการทดลอง

สภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมได้แก่ การใช้ไมโครเวฟกำลัง 30 วัตต์ เวลา 8 นาทีร่วมกับตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 45 °C เวลา 1 ชั่วโมง โดยตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกพร้อมกับถุงดูดออกซิเจนมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยที่สุด และตัวอย่างที่บรรจุในถุงพลาสติกพร้อมกับถุงดูดความชื้นมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเนื้อสัมผัสมีความเหนียวแข็งน้อยที่สุด จึงเป็นทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้ 60 วัน เมื่อพิจารณาจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และราที่ไม่มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ สอดจิตร์.2543. บทที่ 4 การทำแห้งอาหาร. เอกสารประกอบการสอนการใช้ความร้อนในการแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. หน้า 121 - 138.
- จิตธนา แจ่มเมฆ.2539.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ครั้งที่ 1.กรุงเทพ.หน้า 173-178.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2546. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ. หน้า 52-55.
- ไพฑูรย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่. หน้า 52 - 55.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแผ่นกรอบ. (2548). (มพช.1040/2548). หน้า 1-6
- Frutos, M.J. and Hernandez-Herrero, J.A. 2005. Effects of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on the stability of bread with an oil, garlic and parsley dressing. *LWT* 38: 651-655.
- Mexis, F.S., Kontominas, G.M. (2010). Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage condition on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). *LWT*, 43, 1-11

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2553 และกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปี 2553

ประมวลภาพกิจกรรมการ

การประชุมวิชาการ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 3

วันที่ 14-15 มีนาคม 2554

ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก







คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

หน่วยวิจัย งานบริการการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

โทรศัพท์ : 0-5596-3171 โทรสาร : 0-5596-3145

Website : <http://sci.nu.ac.th/src3> Email : src@nu.ac.th

The 12th ASEAN Food Conference 2011

FOOD INNOVATION: Key to Creative Economy

- ◆ Home
- ◆ Opening Remarks
- ◆ Invited Speakers
- ◆ Program
- ◆ Content
- ◆ Full Paper Oral
- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session G](#)
- [Session H](#)
- [Session J](#)
- ◆ Full Paper Poster
- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session F](#)
- ◆ About the Conference
- ◆ Organisation support
- ◆ Contact Us
- ◆ Contents of Additional
- ◆ Full-Oral and Poster Additional
- ◆ Oral presentation (.ppt file)
- ◆ Best Graduate Research Paper



12TH ASEAN FOOD CONFERENCE 2011

◆ 16-18 June 2011

◆ BITEC
Bangkok International Trade
& Exhibition Centre

◆ Bangkok, Thailand

UP DATE ASEAN Food Conference 2011 Contents of Additional Abstracts and Full Paper 25/07/2011

Welcome Message
The conference will provide opportunity to meet and share experiences as well as strengthen networking among international food scientists and scientists in related fields both from academia, government official and food producers industries. The purpose of ASEAN FOOD CONFERENCE 2011 is to highlight significant developments in research and innovations in food science and technology with an emphasis on food products innovation. The conference will feature a series of presentations and discussions in plenary, concurrent and poster sessions, informal gatherings, competitions and exhibitions.

AFC




aSeFoodTech with



Organised by






Sponsors by












Contact us
Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT)
Tel: +66(0)2 644 8150 ext.410 Fax: +66(0)2 644 8122
Email: aseanfc.sec@gmail.com
www.aseanfoodconference.com

The 12th ASEAN Food Conference 2011

FOOD INNOVATION: Key to Creative Economy

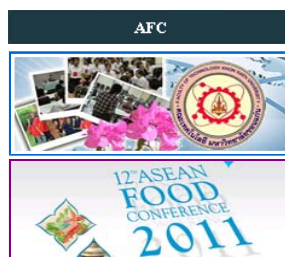
- ◆ Home
- ◆ Opening Remarks
- ◆ Invited Speakers
- ◆ Program
- ◆ Content
- ◆ Full Paper Oral

- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session G](#)
- [Session H](#)
- [Session J](#)

- ◆ Full Paper Poster

- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session F](#)

- ◆ About the Conference
- ◆ Organisation support
- ◆ Contact Us
- ◆ Contents of Additional
- ◆ Full-Oral and Poster Additional
- ◆ Oral presentation (.ppt file)
- ◆ Best Graduate Research Paper



About the Conference

The conference will provide opportunity to meet and share experiences as well as strengthen networking among international food scientists and scientists in related fields both from academia, government official and food producers industries. The purpose of ASEAN FOOD CONFERENCE 2011 is to highlight significant developments in research and innovations in food science and technology with an emphasis on food products innovation. The conference will feature a series of presentations and discussions in plenary, concurrent and poster sessions, informal gatherings, competitions and exhibitions.

ASEAN Food Conference 2011 Organising Committee

Name	Organization	
Hon. Prof. Sumon Sakolchai	KKU	Advisory
Dr. Supachai Lorlowhakarn	NIA	Advisory
Mr. David Aitken	BES	Advisory
Dr. Prasarn Bhiraj Buri	BITEC	Advisory
Assist. Prof. Dr. Suwayd Ningsanon	AIAC	Advisory
Mrs. Darunee Edwards	FoSTAT	Chair
Assoc. Prof. Dr. Siree Chaiseri	AIAC	Co-chair
Asist.Prof.Dr. Kasem Nantachai	KKU	Committee
Mr. Suradej Eakpunyasakul	FoSTAT	Committee
Mrs. Puangpetch Silkarn	FoSTAT	Committee
Dr. Poonsap Virulhakul	FoSTAT	Committee
Mrs. Sumonrut Kamolchote	FoSTAT	Committee
Mrs. Phailin Nimityongskul	FoSTAT	Committee

ASEAN Food Conference 2011 Scientific Committee

Name	Organization	
Dr. Saipin Maneepun		Advisory
Dr. Pong Vananuvat		Advisory
Assoc.Prof. Paiboon Thammaratwasik		Advisory
Assoc.Prof.Dr. Sakarindr Bhumiratana		Advisory
Assoc. Prof. Dr. Naiyatat Poosaran	AIAC	Advisory
Assoc. Prof. Dr. Tipvanna Ngarmsak	AIAC	Advisory
Dr. Pavinee Chinachoti	PSU	Advisory
Asist.Prof.Dr. Kasem Nantachai	KKU	Chair
Asist.Prof.Dr. Anadi Nitithumyong	FoSTAT	Co Chair
Dr. Pichet Itkor	FoSTAT	Committee
Dr. Ruud Valayasevi	ASEAN Sub com	Committee
Dr. Kwantawee Paukatong	FoSTAT	Committee
Prof. Dr. Luu Zduan	VAFoST/ Vietnam	Committee
Dr. Purwiyatno Hariyadi	IAFT/Indonesia	Committee
Dr. Nik Ismail Nik Daud	MIFT/Malaysia	Committee
Mr. Marty Panganiban	PAFT/Philippines	Committee
Mrs. Ser-Low Wai Ming	SIFST/Singapore	Committee
Ms. Pengiran Hajah Rosidah Metussin	BDAFST/Brunei	Committee
Dr. David Pooch	The New Zealand Institute of Food Science & Technology Inc.	Committee



Organised by



Sponsored by

**Contact us****Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT)**

Tel: +66(0)2 644 8150 ext.410 Fax: +66(0)2 644 8122

Email: aseanfc.sec@gmail.comwww.aseanfoodconference.com



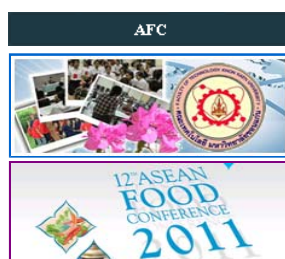
- ◆ Home
- ◆ Opening Remarks
- ◆ Invited Speakers
- ◆ Program
- ◆ Content
- ◆ Full Paper Oral

- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session G](#)
- [Session H](#)
- [Session J](#)

◆ Full Paper Poster

- [Session A](#)
- [Session B](#)
- [Session C](#)
- [Session D](#)
- [Session E](#)
- [Session F](#)

- ◆ About the Conference
- ◆ Organisation support
- ◆ Contact Us
- ◆ Contents of Additional
- ◆ Full-Oral and Poster Additional
- ◆ Oral presentation (.ppt file)
- ◆ Best Graduate Research Paper



ABSTRACTS and FULL PAPER

Abstracts and Full Paper (Additional)

addition Full Oral And Poster

Update 10/08/2011 (PA-025, PB-050, PD-172)

Code	Topic	Page
OJ-134	Preparation of Inulin Powder from <i>Dioscorea esculenta</i> Tuber with Foam Mat Drying Method <i>Eni Harmayani, Sri Winarti and Rudi Nurismanto</i>	230
PC-111	Antioxidative Property of Peptides Produced from Tuna Cooking Juice and Tuna Spleen Extract-protease <i>Jirawadee Kasiwut, Wirote Youravong and Pitaya Adulyatham</i>	237
PF-008	Competitive Tests of Diamondback Moth Rearing on Natural Various Foods, Oviposition Rate on Natural Various Foods and Aluminum Foil, Parasitization Rate on DBM Larvae and Different Dosage of γ-Radiation in Myanmar (2009-2010) <i>Nilar Maung, Aye Tun and San San Lwin</i>	241
PF-018	Development of Mangosteen Jam <i>Supralee Manurakchinakorn, Nilubon Chuesrichai and Sureerat Jaikhang</i>	245
PF-054	Structural Changes of Dried Rice Noodle during Rehydration <i>Chonchicha Samritthisuth and Savitree Thammathongchat</i>	249
PF-117	Effect of Wheat and Water on Homnii-rice Bread Qualities <i>Chuleeporn Bungthong, Arpathra Sangnark, Kullaya Limroongreungrat and Wichamanee Yuenyongputtakal</i>	253
PF-147	Moisture Sorption Isotherm and Texture of Glassy Tapioca-Flour-Based Baked Products <i>Jirawadee Sanyapradit, Amporn Sane and Panuwat Suppakul</i>	254
PF-240	Total Phenolic Content and Radical Scavenging Activity of Extracts from Cinnamon (<i>Cinnamomum Zeylanicum</i>) Bark Obtained by Ultrasound Assisted Aqueous Extraction <i>Areewan Pokpong, Kwannida Srisa-Ard, Pheeraya Phongsakad and Pramote Khuwijitjaru</i>	260
PF-241	New HPLC Condition for Quantitative Analysis of Aflatoxins in Contaminated Peanut <i>Leili Afsah-Hejri, Jinap Selamat and Hamed Mirhosseini</i>	261
PF-316	Investigating the Presence of Acaricide Residues in Laying Hens Naturally Infected By the Red Mite <i>Dermanyssus gallinae</i> <i>Giangaspero A, Marangi M, Pati S, Cafiero MA, Camarda C, Sparagano OAE</i>	269
PF-317	Impact of the Addition of CMC and Honey on the Structural Properties in Frozen Bread Dough <i>Wan Rozainiza W. R., Toh Poh See, Wan Hafiz, W. Z. S.</i>	272
PF-318	Construction of Fully Synthetic, Intron-Less Gene Encoding Horse Butyrylcholinesterase and Cloning Into Bacterial Expression System <i>Piotr M. Skowron, Robert Boratynski, Agnieszka Zylcz-Stachula, Joanna Jezewska-Frackowiak, Malgorzata Skowron, Jacek Jasiecki</i>	273
PF-319	Cloning and Expression of Horse Butyrylcholinesterase in <i>Escherichia coli</i> <i>Jacek Jasiecki, Agnieszka Zylcz-Stachula, Joanna Jezewska-Frackowiak, Malgorzata Skowron, Piotr M. Skowron</i>	274
PF-321	Oil Capture from the Seeds of <i>Carica papaya</i> <i>Wei-Ju Lee, Nan-Wei Su, Min-Hsiung Lee</i>	275
PF-322	Physicochemical Properties and Utilization of Dietary Fiber from Coconut Residue <i>Jittra Singthong, Songpol Yaowapan and Sitthipong Teankaew</i>	281
PF-323	Application of Okara in Keropok Snack <i>Tong, Yock Jin - ASIFST</i>	285
PF-324	Inhibition of α-Glucosidase and α-Amylase Activities of Some Indonesian Herbs: In Vitro Study <i>C. Hanny Wijaya, Min Rahminiwati, Ming Chang Wu, Diana Lo</i>	289
PF-326	Functional Properties of Rice Bran and Its Application in Bread <i>Manat Marerat, Pimjan Powan, Jittra Singthong</i>	230
PA-025	Comparison on the Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Various Solvent Extracts of Fresh and Dried Thai Indigenous Plants <i>Varipat Areekul and Naraporn Phomkaivon</i>	297
PB-050	Antimicrobial Effect of Ethanolic Extracts of Propolis Against Foodborne Microorganisms <i>Patree Kaewmanee and Chitsiri Rachtanapun</i>	302

PD-172 Optimization of Drying-Process Efficiency and Shelf-Life Extension by Active Packaging in Crispy Minced-Fish Snacks.

306

Ratanatriwong, P.A., Wongsa-Ngasri, W., Suwansri, S., Thanasukarn, P.

Organised by



Sponsored by



Contact us

Food Science and Technology Association of Thailand (FoSTAT)

Tel: +66(0)2 644 8150 ext.410 Fax: +66(0)2 644 8122

Email: aseanfc.sec@gmail.comwww.aseanfoodconference.com

PD-172**Optimization of Drying-Process Efficiency and Shelf-Life Extension by Active Packaging in Crispy Minced-Fish Snacks.**

Ratanatriwong, P.A.^{1,}, WongSa-NGasri, W.², Suwansri, S.¹, Thanasukarn, P.¹*

¹ Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Pitsanulok, 65000. Thailand.

² Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kasetklang, Jatuchak, Bangkok, 10900. Thailand.

* Corresponding author: rikaja@yahoo.com, 66-55-962743 (Tel), 66-55-962703(Fax).

Abstract

Traditional drying process of minced fish-sheet snack uses either solar drying or hot-air drying that requires long drying time. Products also have a short shelf-life due to poor packaging. This research explored improving process efficiency by optimizing drying time and extending product's shelf-life using active packaging technology. Drying conditions were hot-air drying, microwave heating, and a combination of both. Physical properties of samples were compared with control from hot-air drying at 45°C for 4 hr. Then, samples were fried and packed in various packages including polypropylene bag (PP) as control, PP with oxygen-absorber sachet and PP with moisture-absorber sachet then being kept at 30°C during storage. For hot-air oven, increasing temperature and time raised the drying rate of treatments, resulting in samples with lower moisture content, water activity and slightly darker color than control ($p \leq 0.05$). For microwave heating, treatment at power of 50 Watts for 6 min and 30 Watt for 6-8 min achieved moisture content and water activity that were closer to control ($p > 0.05$). However, samples treated with lower power resulted in a more desirable color (yellowish-brown). The combination of microwave heating and hot-air oven significantly reduced drying time ($p \leq 0.05$), and the optimum condition was using microwave at 30 Watts for 8 min followed by hot-air oven of 45°C for 1 hr. During storage, moisture content, water activity and TBA increased whereas crispness decreased with increasing storage time. Using oxygen absorber resulted in samples with the least oxidation judging by TBA changes whereas moisture absorber help prevented moisture-content increasing, consequently resulting in better texture. According to standard for total plate count and yeast & mold count, samples could be stored up to 60 days. Thus, active packaging could be an alternative way to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks.

Keywords : *Fish snack, hot-air oven, microwave, active packaging, oxygen absorber, moisture absorber*

Introduction

The crispy minced fish snack is selected among the other fishery products as the model for improving process efficiency to increase the product value. The main problem for minced fish sheet production is involved with the long drying process, before further processing. Traditional method for drying uses a hot-air oven at 40-45°C for 4 hr, which is both time-

and energy consuming. Thus, in this study, the alternative drying processes such as microwave heating and a combination of microwave heating with hot-air oven were conducted to optimize the drying time. Physical properties have been considered during the drying process, included drying rate, moisture content and maintenance of the product quality after packaging. Besides the processing issue, packaging also affects consumer requirement and product commercial plan. However, normally small fishery manufacturers in Thailand uses poor package such as polyethylene bag which shortens the shelf-life of products as it cannot protect product deterioration from oxygen or moisture. Active packaging has then been considered as an alternatively affordable way to extend shelf-life of products. The active packaging such as using the oxygen-absorber or moisture-absorber sachets may be a key to solve this issue. Therefore, the objectives of this study were to improve process efficiency by optimizing drying time, and to extend shelf-life of crispy minced-fish snacks by active packaging.

Materials and Methods

Drying process improvement of crispy minced fish snacks

Two drying processes including hot-air oven and microwave heating were studied, and the drying rates of conditions were determined. Factors in all treatments were as following; 1.1) hot-air oven heating: temperature (45 and 55 °C) and time (2, 3 and 4 hr), and 1.2) microwave heating: microwave power (50 and 100 Watts) and time (2, 4, 6 and 8 min). A traditional drying (hot-air oven at 45°C for 4 hr for minced fish snacks was control. The chemical and physical properties of samples including moisture content (Sartorius, MA40, Germany), water activity (a_w) (Novasina-RS 200, Switzerland), crispy solidity (Instron Texture Analyzer) and color value (L^* , a^* , b^*) (CR10, Konica Minolta sensing Inc., Osaka, Japan) were determined. Statistical analysis of data was compared with the combination of hot-air oven, and the microwave heating for minced fish snacks was proposed for processing step reduction and process efficiency improvement. The optimal microwave conditions were selected to use with a hot-air oven at 45 °C.

Storage conditions of samples with applications of active packaging technology

Various packaging conditions including polypropylene (PP) bag, PP with oxygen-absorber sachet, PP with moisture-absorber sachet and PP with both oxygen-absorber and moisture-absorber sachet were investigated. A traditional PP bag was used as a negative control. All samples were stored at 30°C, and the chemical and physical qualities of samples were determined periodically. The 2-Thiobarbituric acid (TBA) (AOCS, 1989), total plate count and total yeast and mold were also determined periodically (AOAC, 1990). Data was statistically analyzed at α equal to 0.05.

Results and Discussions

The water activity and moisture content of samples with various drying conditions were illustrated (Fig. 1a-1b). The drying rate at 55°C was significantly higher than that of 45°C especially at 0-2 hr of the experiment. Experiment in time comparison revealed that the water activity of the 55°C treatment was lower than the 45°C experiment. This result was in agreement with principle of drying that increases in both temperature and time period would reduce water content in food product (Bolin and Salunkhe 1982). Higher temperature in the hot-air oven could directly stimulate rate of water evaporation in

product. As a result, water activity and moisture content in product was constantly reduced faster, ultimately resulting in samples with better qualities (Saravacoz and Raouzeos 1986).

Figure 2 (a-b) showed water activity and moisture content versus time (2, 4, 6 and 8 min.) using microwave at 30 and 50 watts, respectively. Microwave heating (Fig. 2a-b) obviously reduced both moisture content and water activity of samples faster than oven drying (Fig. 1a-b). This is because microwave heating is a very efficient drying technology that can lower moisture content of samples in a shorter time (Alibas 2007; Fishman and others 2006). The microwave is a magnetic wave that induces molecular movement of each molecule. When molecules move, heat is generated and released, resulted in a rapid reclining of water from sample (Rattanapanont 2003). Also, better nutritional qualities of products were retained as compared to the hot air-dried ones (Wu and Mao 2008).

In this research, the combination between higher power and longer time gave the fastest drying rate and lowest moisture content in samples. This agreed with other report that the efficiency of microwave drying increases with increasing microwave power and drying time (Fishman and others 2006). As dipole rotation and ion conduction are directly proportional to microwave power, and they are main factors for dielectric loss which is the ability to change microwave electromagnetic energy to heat. Thus, the higher the microwave power, the higher the dipole rotation and the ion conduction, and consequently the higher the dielectric loss, resulting in higher heating rate.

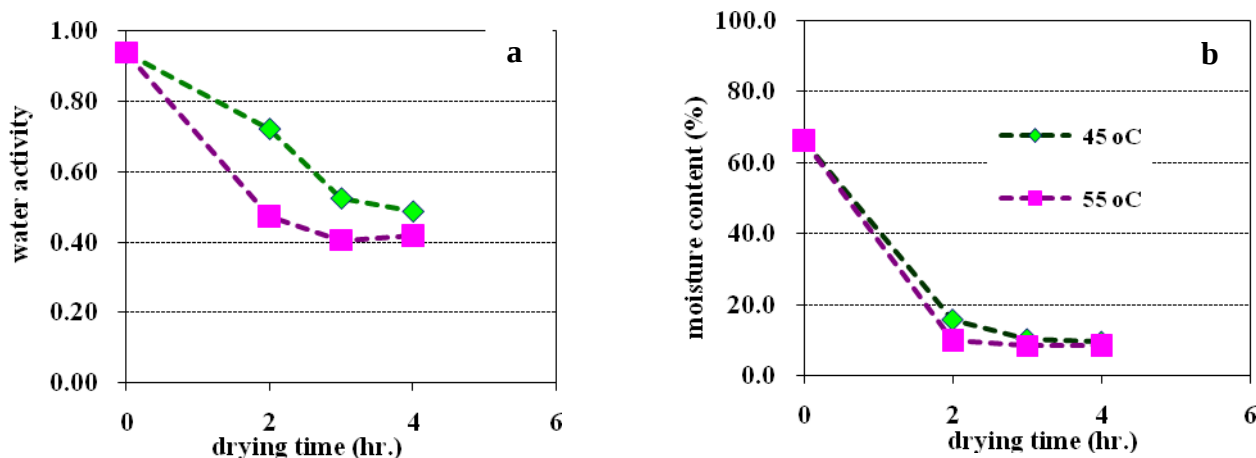


Figure 1 (a) Water activity (a_w) and (b) moisture content (%) versus time (2, 3 and 4 hr) of the experiments at 45°C and 55°C in the hot-air oven.

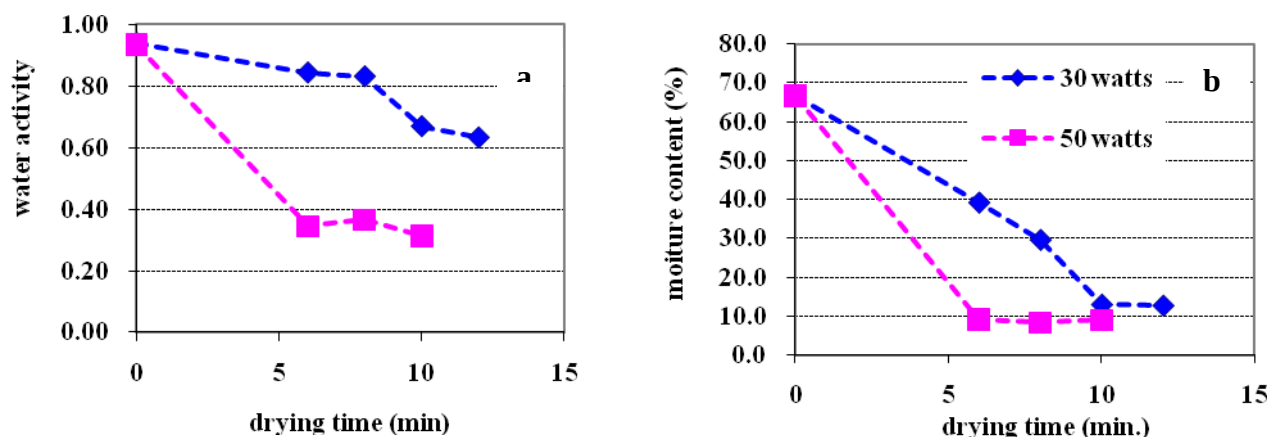


Figure 2 (a) Water activity (a_w) and (b) moisture content (%) versus time of the experiments at 30 watts and 50 watts in the microwave drying.

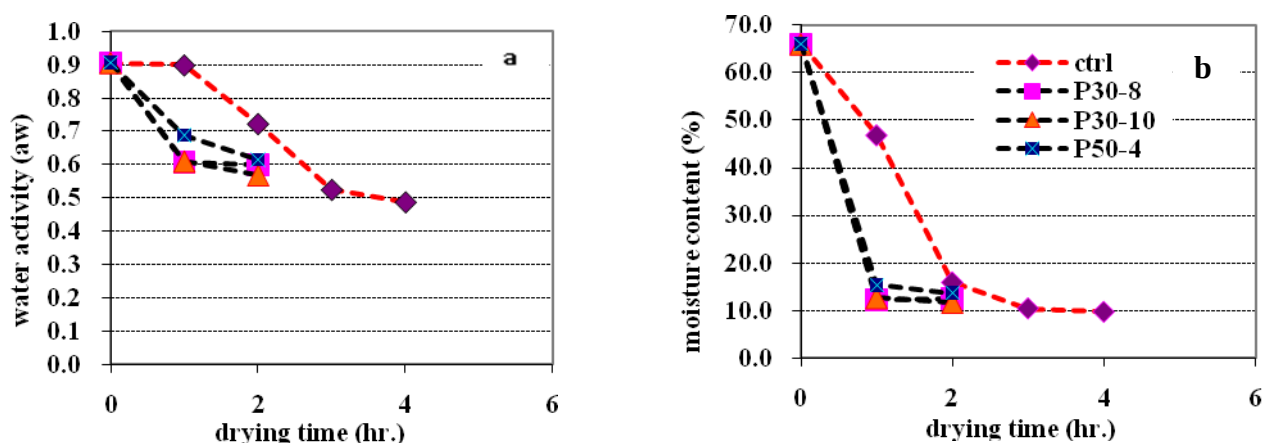


Figure 3 (a) Water activity (a_w) and (b) moisture content (%) versus time of the experiments from a combination of microwave heating at 30 and 50 watts with hot-air oven at 45 °C for 1-hr.

For a combination process, microwave was used as a pre-treatment before by hot-air drying in the oven. The pre-treatment microwave heating conditions of 30 Watt for 8 and 10 min and 50 Watt for 4 min were selected and combined with the hot-air drying at 45°C for 1 and 2 hr conditions. Significant differences of moisture content and water activities among treatments were observed ($p \leq 0.05$) (Fig. 3a-b). The total process time of the combination between microwave- and hot-air drying was only half of the traditional hot-air drying time because pre-treatment by microwave drying could rapidly reduce moisture content. Bolin and Salunkhe (1982) suggested increasing drying rate by using higher temperature however it was less efficiency than using microwave heating as pretreatment in terms of product qualities (Alibas 2007; Wu and Mao 2008). Therefore, in this research, a combination of microwave heating and hot-air oven was suggested as it significantly reduced both process time and energy during drying. The optimum condition was microwave pretreatment at 30 Watts for 8 min followed by hot-air drying at 45°C for 1 hr. For combination drying processes, the sample color from a 50-Watt-microwave treatment with hot-air oven showed significant differences in both brightness and hue angle values to

samples from a 30-Watt microwave with hot-air oven ($p \leq 0.05$) however samples would be fried in further processes so the color difference in this step did not matter.

During storage, chemical and physical qualities, including TBA values, moisture content, water activity, hardness and color, of samples stored in various packages were determined. TBA is used as a product-deterioration indicator for oxidation reaction of lipid in food product as TBA can interact with malonaldehyde (the 2nd product of polyunsaturated fatty acid oxidation), resulting in red color. The intensity of color is directly implied to oxidative rancidity reaction (Frutos and Hernandez-Herrero 2005). Samples in all treatments similarly showed increasing trends of TBA values during the storage time, indicating the lipid oxidations in samples (Table 1). The rapid increases of TBA were observed in crispy minced-fish samples after being kept for 30 days or longer. At 90-day storage, samples stored in the PP bag with oxygen-absorber sachet showed the lowest TBA value. This confirmed the efficacy of the oxygen absorber, as an active packaging (Brody and others 2001), that helped retard oxygen in the package, consequently reducing the oxidation reaction (Mexis and Kontominas 2010). According to sensory panelists, a faint rancid odor was detected from samples in package with oxygen absorber at 45-day storage when others were already rancid (data not shown).

Table 1 Trends of the 2-Thiobarbituric acid (TBA.) values of crispy minced-fish snacks during storage.

Packaging Condition	TBA no. (mg. MDA./kg.)					
	Storage (days)					
	15	30	45	60	75	90
PP	0.63±0.01 ^{f,B}	0.80±0.01 ^{e,A}	7.3 ±0.02 ^{d,A}	7.5±0.02 ^{c,A}	8.3±0.01 ^{b,A}	8.7±0.04 ^{a,A}
PP+oxygen absorber	0.49±0.01 ^{e,D}	0.52±0.01 ^{e,C}	4.9±0.05 ^{d,D}	5.4±0.02 ^{c,C}	5.7±0.18 ^{b,D}	6.3±0.01 ^{a,D}
PP+ moisture absorber	0.58±0.01 ^{d,C}	0.63±0.01 ^{d,B}	5.3±0.02 ^{c,C}	5.3±0.03 ^{c,C}	6.2±0.03 ^{b,C}	6.6±0.01 ^{a,C}
PP+oxygen+ moisture absorber	0.79±0.01 ^{e,A}	0.78±0.01 ^{e,A}	6.9±0.11 ^{d,B}	7.5±0.02 ^{c,B}	7.4±0.01 ^{b,B}	8.2±0.02 ^{a,B}

Note: Different lowercase letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05$).

Different uppercase letters in the same column indicate statistical differences ($p \leq 0.05$).

Table 2 Trends of the moisture content (%) of crispy minced-fish snacks during storage.

Packaging Condition	Moisture contents (%)					
	Storage (days)					
	15	30	45	60	75	90
PP	6.41±0.13 ^{c,A}	5.26±0.52 ^{d,C}	6.02±0.20 ^{cd,C}	6.69±0.04 ^{c,C}	7.65±0.12 ^{b,D}	10.7±1.00 ^{a,A}
PP+oxygen absorber	5.10±0.29 ^{e,C}	5.68±0.68 ^{de,B}	6.12±0.13 ^{d,C}	6.95±0.12 ^{c,B}	8.84±0.06 ^{b,B}	11.6±0.58 ^{a,A}
PP+ moisture absorber	4.63±0.33 ^{d,C}	6.46±0.16 ^{c,AB}	7.57±0.07 ^{b,B}	6.86±0.12 ^{c,BC}	8.36±0.06 ^{a,C}	7.50±0.48 ^{b,B}
PP+oxygen+ moisture absorber	5.80±0.37 ^{f,B}	7.11±0.13 ^{e,A}	8.47±0.04 ^{c,A}	7.72±0.08 ^{d,A}	9.34±0.09 ^{b,A}	11.6±0.08 ^{a,A}

Note: Different lowercase letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05$).

Different uppercase letters in the same column indicate statistical differences ($p \leq 0.05$).

Changing trends of other sample qualities were also observed during storage. As shown in table 2, the moisture content in all samples significantly increased during 90-day storage ($p \leq 0.05$). Samples in a package of PP and moisture-absorber sachet had the lowest moisture content ($p \leq 0.05$), indicating the efficacy of moisture absorber that reduce the moisture in product (Brody and others 2001). Likewise, the water activity results of samples in all treatments showed similar trend as moisture content (data not shown).

As for hardness (data not shown), slightly increasing trends in all samples with increasing storage time were observed. This was partly due to the moisture content increasing, causing samples to become less crispy and harder to chew. For color parameters (data not shown), the changing trends of L^* , a^* , b^* , hue angle and chroma values only slightly increased in all samples during storage, however they were not statistically different ($p > 0.05$).

Table 3 The total plate count values of crispy minced-fish snacks during storage.

Packaging Condition	Total plate count (cfu./g.)					
	Storage (days)					
	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+oxygen absorber	ND	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+oxygen+ moisture absorber	$<10^2$	9.1×10^3	9.4×10^3	1.3×10^4	2.2×10^4	2.5×10^4

Note: Different lowercase letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05$); Different uppercase letters in the same column indicate statistical differences ($p \leq 0.05$); ND was not detected.

Table 4 The total yeast and mold counts of crispy minced-fish snacks during storage.

Packaging Condition	Total yeast & mold (cfu./g.)					
	Storage (days)					
	15	30	45	60	75	90
PP	1.0	4.0	18.0	31.0	39.0	46.0
PP+oxygen absorber	ND	18.0	29.0	37.0	45.0	68.0
PP+ moisture absorber	ND	3.0	12.0	27.0	35.0	41.0
PP+oxygen+ moisture absorber	2.0	17.0	32.0	49.0	64.0	92.0

Note: Different lowercase letters in the same row indicate statistical differences ($p \leq 0.05$); Different uppercase letters in the same column indicate statistical differences ($p \leq 0.05$); ND was not detected.

For the microbial property changes of crispy minced-fish snacks in various packaging conditions, the total plate count (Table 3) and total yeast and mold count (Table 4) values were determined during storage of 90 days. Based on the Thai Community Product Standard of crisp fish sheet (TCPS 1040/2548), the total plate count of sample is not to exceed 1.0×10^4 colonies per gram (TCPS 2005). Therefore, only samples stored in the PP bag with oxygen absorber could be kept for 90 days. This was because it helped limiting oxygen which consequently inhibited microorganism growths. On the other hand, the other samples stored in different packaging conditions could be kept for a shorter time of 45-60

days before their total plate count values exceeded the product's standard limit. As for the yeast and mold count, the values increased during storage time however they did not exceed the standard for yeast and mold (100 colonies per gram) in samples.

Conclusions

The process efficiency was improved by a combination of microwave heating as pretreatment at 30-watt for 8 min followed by hot-air drying at 45°C for 1 hr. This was applied in a small local manufacturer for a cost-reduction commercialization. In addition, active packaging was used as an alternative way to extend shelf-life and maintain quality of crispy minced-fish snacks. Oxygen absorber and moisture absorber helped prolong shelf-life of samples by reducing oxygen and moisture content. The best result was obtained from using PP with oxygen-absorber sachet. The shelf-life of sample was 45 day before being considered rancid whereas it was considered spoiled at 90-day storage based on the microbiological standard.

Acknowledgement

The research was funded by the [Office of the National Research Council of Thailand](#) (NRCT) for Naresuan University fiscal year 2553. The cooperation from Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Thailand, and Mae-La-Singburi Agriculture Housewife group were also greatly appreciated.

References

- Alibas I. 2007. Microwave, air and combined microwave-air-drying parameters of pumpkin slices. LWT-Food Sci Tech 40(8): 1445-1451.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th ed). Washington D.C.: Association of official Analytical.
- AOCS. 1989. Official methods and recommended practices. Illinois: American Oil Chemists' Society.
- Bolin HR, Salunkhe DK. 1982. Food Dehydration by Solar Energy. Crit Rev Food Sci Nutr 22(4): 327-354.
- Brody AL, Strupinsky ER, Kline LR. 2001. Active Packaging for Food Applications. Technomic Publishing, Co., Inc. PA. USA. 218p.
- Fishman ML, Chau HK, Hoagland PD, Hotchkiss AT. 2006. Microwave-assisted extraction of lime pectin. Food Hydrocolloids 20(8): 1170-1177.
- Frutos MJ, Hernandez-Herrero JA. 2005. Effects of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) on the stability of bread with an oil, garlic and parsley dressing. LWT-Food Sci Tech 38: 651-655.
- Jammek J. 2539 (1996). Food Science and Technology, 1st ed. Department of Food Science and Technology. Faculty of Agro-Industry. Kasetsart University. Bangkok. pp.173-178. (in Thai).
- Mexis FS, Kontominas GM. 2010. Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage condition on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). LWT-Food Sci Tech 43: 1-11.
- Rattanapanont N. 2546 (2003). Principal of Food Processing, 1st ed. Bangkok. pp. 52-55. (in Thai).
- Saravacos, GD and Raouzeos, GS. 1986. Diffusivity of Moisture in Air-Drying of Raisins. In Drying'86', vol. 2, edited by AS Mujumdar. Hemisphere Publishing. New York.

- Thai Community Product Standard (TCPS). 2548 (2005). TCPS 1040/2548: Pla Pan Krob (Crisp Fish sheet). Thai Industrial Standards Institute. Bangkok. Thailand. 6 p. (in Thai).
- Wu, T and Mao L. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. Food Chem 110(2): 647-653.