วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

บทความวิจัย

# ผลของการบรรจุภัณฑ์แอคทีฟต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาดุก (*Clarias*) แปรรูป

**กานต์พิชชา สุวรรณวัฒนเมธี[1,2] สุชาดา คันธารส[1] และ สุรชัย ขันแก้ว[1,2*]**

[1] สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิทัลและบรรจุภัณฑ์, คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] ศูนย์นวัตกรรมออกแบบและสื่อคอนเวอร์เจนท์, คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[*] ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: surachai@rmutt.ac.th

วันที่รับบทความ: 25 มิถุนายน 2565; วันที่ทบทวนบทความ: 19 กันยายน 2565; วันที่ตอบรับบทความ: 11 ตุลาคม 2565
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 23 ธันวาคม 2565

**บทคัดย่อ:** งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบรรจุแบบแอกทีฟที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกและเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกที่บรรจุด้วยรูปแบบและวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย ปลาดุกเส้นหวาน (SwC) ปลาดุกเส้นเค็ม (SaC) และปลาดุกแผ่นกรอบ (CrC) ทั้งสามถูกทดสอบคุณภาพและอายุการเก็บรักษาโดยเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบรรจุที่แตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ การบรรจุด้วยบรรยากาศปกติ, การบรรจุแบบสุญญากาศ (VP) และการบรรจุแบบแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจน (NFP) และบรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์ที่มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนในระดับต่ำและใช้วัตถุแอกทีฟชนิดดูดซับแก๊สออกซิเจน (OA) และดูดซับความชื้น (MA) โดยผลด้านคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ทั้งสามพบว่า มีแนวโน้มแสดงถึงการเสื่อมสภาพทั้งในเชิงประสาทสัมผัส เชิงเคมี และสี เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ผลที่ดีที่สุดในการวิจัยพบว่าผู้ประเมินยังยอมรับผลิตภัณฑ์ได้เมื่อบรรจุด้วยรูปแบบ NFP/OA สำหรับผลิตภัณฑ์ SwC ที่เวลา 20 สัปดาห์ และรูปแบบ NFP/OA/MA สำหรับผลิตภัณฑ์ SaC และ CrC ที่เวลามากกว่า 24 ($P \leq 0.05$) และเป็นผลให้ต้นทุนการบรรจุภัณฑ์สูงขึ้นอย่างน้อย 1.75 บาท โดยผลการเปลี่ยนแปลงระดับกลิ่นหืนและความแตกต่างสีรวมของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก รวมถึงการใช้ผลของงานวิจัยกับผลิตภัณฑ์ปลาดุกแผ่นกรอบกลุ่มชุมชนลำไทรพัฒนายังได้รายงานไว้ในบทความเรื่องนี้ด้วย

**คำสำคัญ:** ผลิตภัณฑ์ปลาดุก; บรรจุภัณฑ์; การบรรจุแบบแอกทีฟ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

บทความวิจัย

# Effect of Active Packaging on the Quality of Processed-Catfish (*Clarias*) Products

**Kanpicha Suwannawatanamatee[1, 2], Suchada Kantaros[1] and Surachai Khankaew[1, 2*]**

1 Program of Digital Printing and Packaging Technology, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT)

2 Innovation Design and Convergence Media Center, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT)

* Corresponding author, E-mail: surachai@rmutt.ac.th

Received: 9 June 2022; Revised: 19 September 2022; Accepted: 11 October 2022
Online Published: 23 December 2022

**Abstract:** The objectives of this research were to study the effects of active packaging on the qualities of processed-catfish products and to study the shelf-life of the products that are packed by the different types of packing and materials. The processed-catfish product in this research was sweet-dried catfish (SwC), salt-dried catfish (SaC), and crisp-fried catfish (CrC). All products were tested on their quality and shelf-life. Three different packing types were atmosphere (air) packaging (control), vacuum packaging (VP), and nitrogen-flushed packaging (NFP) with a low oxygen transmission rate (OTR) in packaging bags and active materials that were an oxygen absorber (OA) and a moisture absorber (MA). Quality and shelf-life results of these three products found that they tended to show continuous deterioration of the sensory, chemical, and color depending on the storage time. The best results in this research revealed SwC was accepted by the evaluators when it was packed with NFP/OA at 20 weeks, while the NFP/OA/MA for the SaC, and CrC at 24 weeks ($P \leq 0.05$). It was affected by the increasing cost of packaging of 1.75 baht. Overall, the increased rancidity level, total color difference of processed-catfish products, and application of the results with CrC product from the 'Lam Srai Pattana' community group were reported.

**Keywords:** catfish product; packaging; active packaging

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

## 1. บทนำ

การบรรจุแบบแอกทีฟ (Active Packaging) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีทางบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนามาจากเทคโนโลยีการบรรจุแบบดั้งเดิมหรือที่เรียกว่าการบรรจุแบบแพสซีฟ (Passive Packaging) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยภายใต้การบรรจุแบบสมาร์ต (Smart Packaging) Suppakul [1] กล่าวว่า การบรรจุแบบแอกทีฟเป็นรูปแบบของการบรรจุซึ่งบรรจุภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อมมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มความปลอดภัยหรือเสริมคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ รวมถึงพร้อมกับการรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย ตัวอย่างวัตถุการบรรจุแบบแอกทีฟ เช่น วัตถุดูดแก๊สออกซิเจน (Oxygen Absorber) วัตถุดูดซับความชื้น (Moisture Absorber) วัตถุดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$ Absorber) วัตถุต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Antimicrobial Film) และวัตถุขัดขวางแก๊สเอทิลีน (Ethylene Inhibitor Film) เป็นต้น [1, 2] จากจุดเด่นของเทคโนโลยีการบรรจุแบบแอกทีฟที่มีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพสูง โดยสามารถประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายและครอบคลุมผลิตภัณฑ์ทุกประเภท โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหาร ยา เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

Monção และคณะ [2] รายงานว่า วัตถุแอกทีฟประเภทตัวดูดซับแก๊สออกซิเจนได้รับความนิยมอย่างสูงสำหรับใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Oxidation) โดยการกำจัดและลดความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์จนเหลือเพียง 0.01% (100 ppm) เท่านั้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมถึงยังมีราคาถูกและมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดแก๊สออกซิเจน ขณะที่ตัวดูดซับความชื้นที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งหรือกึ่งแห้งเกิดการเสื่อมสภาพช้าลงได้ [1]

ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) ปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus*) และปลาดุกอุยเทศ (*Clarias gariepinus*) เป็นปลาเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากมีราคาถูก สามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ง่าย และเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำจืดทุกภาคของประเทศ [3] จากสถิติปลาน้ำจืดพบว่าปลาดุกเป็นปลาเศรษฐกิจอันดับ 2 รองจากปลานิล และมีผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี ข้อมูลปี พ.ศ.2563 พบว่ามีผลผลิตรวม 67,257.37 ตัน แต่กลับพบว่าตลาดการบริโภคปลาดุกส่วนใหญ่เป็นตลาดในประเทศ สำหรับตลาดต่างประเทศมีการส่งออกเพียงประมาณ 2.61% เท่านั้น (ข้อมูลปี พ.ศ. 2561 [3]) โดยปัจจัยสำคัญคือ คุณภาพ ต้นทุน มาตรฐานจากผู้ค้า และราคาที่ผันผวน ทั้งนี้ จากแผนปฏิบัติการพัฒนาปลาดุก ปี พ.ศ. 2563 - 2565 รายงานว่า แนวทางการพัฒนาเชิงปรับตัวที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาดุกคือการวางแผนการผลิตและส่งเสริมให้มีการแปรรูปเพื่อเพิ่มช่องทางการจำหน่ายอย่างบูรณาการ [3] ปัจจุบัน มีการแปรรูปปลาดุกเพื่อการจำหน่ายเชิงพาณิชย์อย่างหลากหลาย อาทิ ปลาดุกตากแห้ง ปลาดุกแดดเดียว ปลาดุกเส้น และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภค เช่น น้ำพริก และไส้กรอก เป็นต้น [4]

ผลิตภัณฑ์ปลาดุกเส้นหวาน ปลาดุกเส้นเค็ม และปลาดุกแผ่นกรอบ เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูปของวิสาหกิจลำไทรพัฒนา ต.ลำไทร อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี ซึ่งมีชื่อเสียงด้านการเพาะเลี้ยงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาดุกทั้งในระดับชุมชนและระดับกลุ่มผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

ประเทศ โดยผลิตภัณฑ์ปลาดุกของกลุ่มมีรสชาติและคุณรูปที่โดดเด่นจนได้รับความนิยม และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มกว่า 3-5 เท่า [5] อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาหนังที่มีปริมาณไขมันสูง (กรณีปลาดุกเลี้ยงมีไขมันสูงถึง 4.79 – 17.56 % wt. ขึ้นอยู่กับส่วนเนื้อเยื่อที่พิจารณา) [4, 6] มติชนออนไลน์ [7] รายงานว่าในปลาดุกมีไขมัน 14.70 กรัม เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวถึง 2.40 กรัม หรือ 16.33 % wt. เมื่อนำมาแปรรูปจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกเกิดการเหม็นหืน (Rancid) ด้วยปฏิกิริยาของไขมันกับแก๊สออกซิเจนในอากาศ เมื่อเก็บในเวลานาน และส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ตามลำดับ [6] ฉะนั้น รูปแบบการบรรจุที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน โดยเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid, USFA)เป็นองค์ประกอบนั้น จึงควรพิจารณาตั้งแต่วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีความสามารถในการสกัดกั้นแก๊สออกซิเจนได้เป็นอย่างดี รวมถึงกระบวนการบรรจุและการปิดผนึก และ/หรือ การใช้วัตถุแอกทีฟร่วมด้วยจะสามารถส่งเสริมการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ลดอัตราการเสื่อมสภาพ และยังคงคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบรรจุแบบแอกทีฟร่วมกับวัสดุบรรจุภัณฑ์และรูปแบบการบรรจุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูป โดยพิจารณาผลเชิงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเพื่อการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์จริงของชุมชน โดยหวังว่าจะมีคุณภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงในอนาคตอย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลต่อไป

## 2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 2.1 วัสดุและอุปกรณ์

ปลาดุกเส้นหวาน (Sweet-dried Catfish, SwC) ปลาดุกเส้นเค็ม (Salted-dried Catfish, SaC) และปลาดุกแผ่นกรอบ (Crispy Chip Catfish, CrC) ในงานวิจัยนี้ ได้รับอนุเคราะห์จากวิสาหกิจชุมชนลำไทรพัฒนา ต.ลำไทร อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี ซึ่งผลิตและนำมาศึกษาที่ห้องปฏิบัติการวัสดุทางการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยใช้เวลาเดินทางไม่เกิน 3.0 ชั่วโมง, ซองดูดแก๊สออกซิเจน (Oxygen Absorber, OA, Iron Oxide, Longer Keep™) ขนาด 30 $cm^2$ (ซีซี) หรือน้ำหนักรวมบรรจุภัณฑ์ 1.384 ±0.1043 กรัม, ซองดูดความชื้น (Moisture Absorber, MA, Blue Silica Gel, HI DRI®) ขนาด 1.0 กรัม, ถุงพลาสติกไนลอนลามิเนตร่วมกับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำที่เป็นเส้นตรง (Nylon/Linear Low Density Polyethylene, Nylon/ LLDPE) ขนาด 12.70 x 17.78 ซม. (5 x 7 นิ้ว) ความหนารวม 75.80 ±2.39 µm และมีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (Oxygen Transmission Rate, OTR) 56.10 $cc.m^{-2}.day^{-1}$ (ASTM D 3985-05) จากบริษัท บางกอก เบสแพคส์ จำกัด, เครื่องบรรจุและปิดผนึกระบบสุญญากาศ (Vacuum Packaging Machine, VM-400, Brother®, China), เครื่องบรรจุและปิดผนึกแบบแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจน ( Nitrogen Flushing Packaging Machine, NSM, BROTHER™, Thailand), เครื่องปิดผนึกแบบคันโยก ( Manual Heat Sealing Maching, SAIFPRO 24, China), ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (UF110, Memmert GmbH, ประเทศเยอรมนี)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

### 2.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก

ปลาดุกเส้นหวานและปลาดุกเส้นเค็ม คัดเลือกโดยกำหนดขนาดความยาวเฉลี่ย 10.0 ±2.0 ซม. และเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.0 ±0.5 ซม. ส่วนปลาดุกแผ่นกรอบกำหนดขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้างและยาวเฉลี่ย 3.0 ±0.3 ซม. ดังรูปที่ 1

### 2.3 การบรรจุผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก

SwC และ SaC ถูกบรรจุลงในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE โดยควบคุมน้ำหนักที่ 50.0 ±1.0 กรัม ขณะที่ CrC ที่มีความบางและน้ำหนักเบากว่าจะบรรจุลงในถุงตัวอย่างละ 35.0 ±1.0 กรัม ซึ่งใช้วิธีบรรจุที่แตกต่างกัน 3 วิธี ร่วมกับวัตถุแอกทีฟทั้ง 2 ชนิด ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ทั้งนี้ การออกแบบสิ่งทดลองพิจารณาจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นหลัก กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกทั้งหมดมีไขมันเป็นองค์ประกอบและสามารถเกิดการเหม็นหืนได้จากปฏิกิริยาของไขมันกับแก๊สออกซิเจนเป็นปัจจัยหลักและความชื้นเป็นปัจจัยรองการบรรจุที่เหมาะสมจึงต้องอยู่ในสภาวะที่ไร้แก๊สออกซิเจน ขณะที่ SwC เป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังคงมีความชื้นเพื่อให้เนื้อสัมผัสมีความเหนียวนุ่ม การสูญเสียความชื้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เหนียวและแข็งเกินไป และ SaC เป็นผลิตภัณฑ์ที่ตากจนแห้งและผ่านการทอด สลัดน้ำมัน และอบไล่ความชื้นเพื่อให้แห้งและกรอบ การได้รับความชื้นจะส่งผลให้เกิดความเหนียวและส่งเสริมให้เกิดกลิ่นหืนได้ง่าย ขณะที่ CrC เป็นผลิตภัณฑ์ที่บาง กรอบ และสามารถแตกหักได้โดยง่าย จึงไม่เหมาะสมกับวิธีการบรรจุแบบ VP จากเงื่อนไขของผลิตภัณฑ์ สิ่งทดลองในการวิจัยเป็นไปดังตารางที่ 1 ดังนี้

**รูปที่ 1** ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก จากซ้ายปลาดุกเส้นหวาน (SwC), ปลาดุกเส้นเค็ม (SaC และปลาดุกแผ่นกรอบ (CrC)

**ตารางที่ 1** สิ่งทดลอง (Experimental Treatments)

| **Packaging Method/ Active Material** | **Sample** | | |
|---|---|---|---|
| | **SwC** | **SaC** | **CrC** |
| Control *(Ambient Air without Active Material)* | ● | ● | ● |
| VP | ● | ● | - |
| VP/OA | ● | ● | - |
| VP/OA/MA | - | ● | - |
| NFP | ● | ● | ● |
| NFP/OA | ● | ● | ● |
| NFP/OA/MA | - | ● | ● |

**หมายเหตุ** VP คือการบรรจุแบบสุญญากาศ, VP/OA คือ การบรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับซองดูดแก๊สออกซิเจน, VP/OA/MA คือ การบรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับซองดูดแก๊สออกซิเจนและซองดูดความชื้น, NFP คือ การบรรจุแบบแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจน, NFP/OA คือ การบรรจุแบบแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจนร่วมกับซองดูดแก๊สออกซิเจน, NFP/OA/MA คือ การบรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับซองดูดแก๊สออกซิเจนและซองดูดความชื้น และสัญลักษณ์ “●” แสดงถึงการเลือกใช้รูปแบบการบรรจุดังกล่าว

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

**2.4 การเก็บและการชักตัวอย่าง**

เพื่อศึกษาผลเชิงคุณภาพต่อระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยดัดแปลงจากวิธีของ รัชนีวรรณ กุลจันทร์ [8] ตัวอย่างทั้งหมดถูกเก็บในสภาวะห้องทดลอง (Control) ที่มีความชื้นไม่เกิน 60% RH และอุณหภูมิ 28 ±2.0°C โดยทำการดึงตัวอย่างออกมาประเมินคุณภาพด้านต่าง ๆ ทุก 2 สัปดาห์รวมตลอด 24 สัปดาห์ (6 เดือน)

**2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**

ดำเนินการตามวิธี รัชนีวรรณ กุลจันทร์ [8] ซึ่งสามารถอธิบายโดยสรุปได้ดังนี้

2.5.1 การคัดเลือกผู้ทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบด้วยวิธีสมัครใจเพื่อฝึกเป็นผู้เชี่ยวชาญ (Trained Panelist) ในด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูปทั้ง 3 ชนิด โดยให้ความรู้และฝึกฝนผู้ทดสอบให้คุ้นชินที่แท้จริงก่อนจะให้ทดสอบกับผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นแตกต่างกันจากน้อยถึงมากที่ระบุรหัสลับไว้ด้วยวิธีการนำเสนอแบบสุ่ม (Random) และให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบและเรียงลำดับตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของกลิ่นหืนต่างกันทดสอบโดยเว้นช่วงเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง วัดผลและให้คะแนนผู้ทดสอบด้วยวิธีสังเกต โดยผู้ที่ทำได้ถูกต้องจะถูกคัดเลือกเป็นอาสาสมัครต่อไป [9]

2.5.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยด้านกลิ่นหืนและความพึงพอใจในรสสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบรวม 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 5 คน และหญิง 5 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 20 – 25 ปี ทำการดมกลิ่นและชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูปที่ชักออกตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด จากนั้นประเมินด้วยแบบประเมิน (Rating Test) [9]

2.5.3 การทดสอบความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ ทำการประเมินผลิตภัณฑ์ภายหลังจากที่ผู้ทดสอบได้ทดสอบทางประสาทสัมผัสตามข้อที่ 2.5.1-2.5.2 เรียบร้อยแล้ว ด้วยแบบประเมินแบบ 9 Point Hedonic Scaling Test ซึ่งประยุกต์ตามวิธีของ ปิยนุสร์ น้อยด้วง และคณะ [10] โดยกำหนดให้ระดับ 1 คือ ไม่มีกลิ่นหืน/ชอบมากที่สุดและระดับ 9 คือ มีกลิ่นหืนรุนแรง/ไม่ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95%

**2.6 การประเมินคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ**

2.6.1 การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) ดำเนินตามวิธีการมาตรฐาน AOCS Cd 8-53 (The American Oil Chemists' Society [AOCS], 1998a) [11] เมื่อได้ไขมันจากตัวอย่างแล้ววิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างไขมัน 5.0 ±0.05 กรัม ละลายในสารละลายคลอโรฟอร์มและกรดอะซิติกอัตราส่วน 2:3 ส่วน ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์ 0.5 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 1.0 นาที จากนั้นเติมด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และน้ำแป้งความเข้มข้น 1.0 %wt. ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จะได้สายละลายสีม่วงเข้ม จากนั้นนำไปไตรเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนกระทั่งตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสารละลายใส บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ [8] เพื่อนำมาคำนวณหาค่าเปอร์ออกไซด์ดังสมการที่ (1) ต่อไปนี้

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

$$PV = \frac{(M \times A)}{m} \times 1000 \quad (1)$$

โดยที่

PV คือ มิลลิอิควิวาเลนท์ออกซิเจนต่อกิโลกรัมน้ำมัน ($mEq.kg^{-1}$)

M คือ ความเข้มข้นของโซเดียมไทโอซัลเฟส (โมลาร์)

A คือ ปริมาณโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ (มิลลิลิตร)

m คือ มวลของตัวอย่าง (กรัม)

2.6.2 การประเมินค่าสีของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer, SpectroDens, Techkon®, Königstein, Germany) วัดในโหมดสี L*, a* และ b* โดยที่ ค่า L* หมายถึง ความสว่าง a* หมายถึง ความเป็นสีแดงและสีเขียว และ b* หมายถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ประเมินอย่างน้อย 3 ซ้ำตัวอย่างและตัวอย่างละ 3 ตำแหน่ง ก่อนจะบันทึกค่าเฉลี่ย จากนั้นนำมาศึกษาความแตกต่างของสีด้วยวิธีการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สดใหม่ ด้วยสมการค่าความแตกต่างสีรวม (Total Color Difference, TCD) ดังสมการที่ (2) ต่อไปนี้ [12]

$$TCD = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (2)$$

### 2.7 การนำไปใช้ประโยชน์กับผลิตภัณฑ์ชุมชน

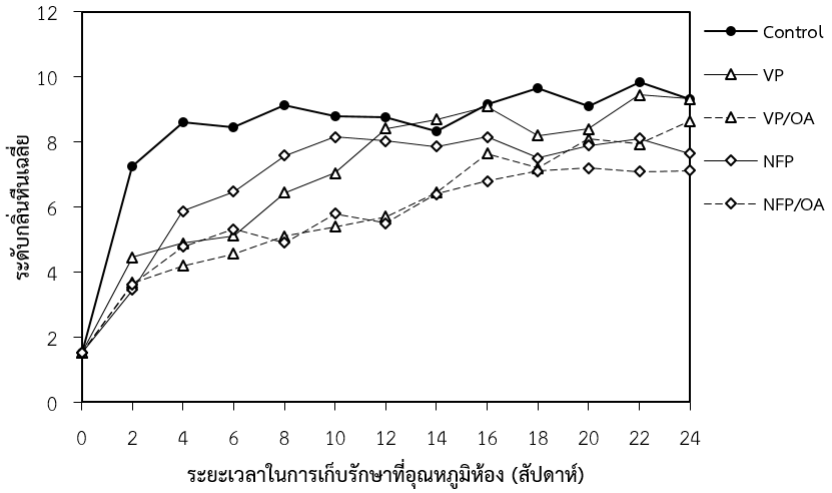
ใช้ผลการศึกษาร่วมถ่ายทอดให้กับกลุ่มเป้าหมาย พร้อมทั้งนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจลำไทรพัฒนา ต.ลำไทร อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี

## 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

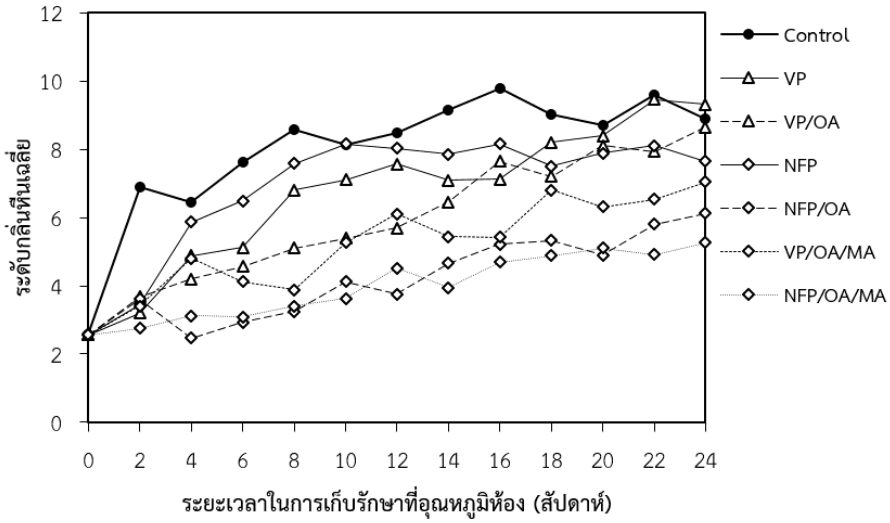
### 3.1 ผลการทดสอบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก

ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกทั้งสามชนิด มีผลเฉลี่ยระดับกลิ่นหืนที่สามารถสัมผัสได้อย่างชัดเจน (มากกว่าระดับ 6.0) ตั้งแต่สัปดาห์ที่สองของการเก็บรักษา โดยเฉพาะเมื่อบรรจุด้วยสภาพบรรยากาศปกติ (Control) ที่ประกอบด้วยแก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้น (ประมาณ 20.9%, 78.0%, 0.03% และ 60%RH, ตามลำดับ) ทั้งนี้ยังพบว่าตัวอย่าง SaC ทั้งหมดมีแนวโน้มของระดับกลิ่นหืนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และผลที่ดีที่สุดในการทดลองคือตัวอย่างที่บรรจุด้วย NFP/OA รองลงมาคือ VP/OA และ NFP ตามลำดับ (ดังรูปที่ 2) ซึ่งเป็นไปได้ชัดว่าการใช้ซองดูดแก๊สออกซิเจนช่วยส่งเสริมการจัดการกับแก๊สออกซิเจนที่แพร่ผ่าน และ/หรือ ตกค้างภายในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการไม่ใช้ซองดูดแก๊สออกซิเจน รวมถึงปริมาณแก๊สที่ตกค้างหรือแพร่ผ่านเข้ามาภายในนั้นมีส่วนในการส่งเสริมผลด้านต่าง ๆ ด้วย [2] อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยละเอียดจะพบว่าตัวอย่างที่บรรจุด้วย NFP/OA แสดงระดับกลิ่นหืนสูงกว่า 5.0 จากส่วนเต็ม 10 คะแนน ที่ประมาณ 12 สัปดาห์ ขณะที่ตัวอย่างปลาดุกเส้นเค็ม (SaC) ที่บรรจุในทุกรูปแบบพบว่า รูปแบบการบรรจุที่ไม่แสดงอาการกลิ่นหืนได้ยาวนานที่สุดคือตัวอย่างที่บรรจุแบบแทนที่ด้วยแก๊สไนโตรเจนพร้อมด้วยซองดูดซับแก๊สออกซิเจนและซองดูดซับความชื้น หรือ NFP/OA/MA ตามด้วย NFP/OA ที่ถึงแม้จะเก็บตัวอย่างนานถึง 24 สัปดาห์ ผู้ประเมินยังสามารถสัมผัสกลิ่นหืนระดับ 4 – 6 เท่านั้น (รูปที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ CrC ดังรูปที่ 4

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

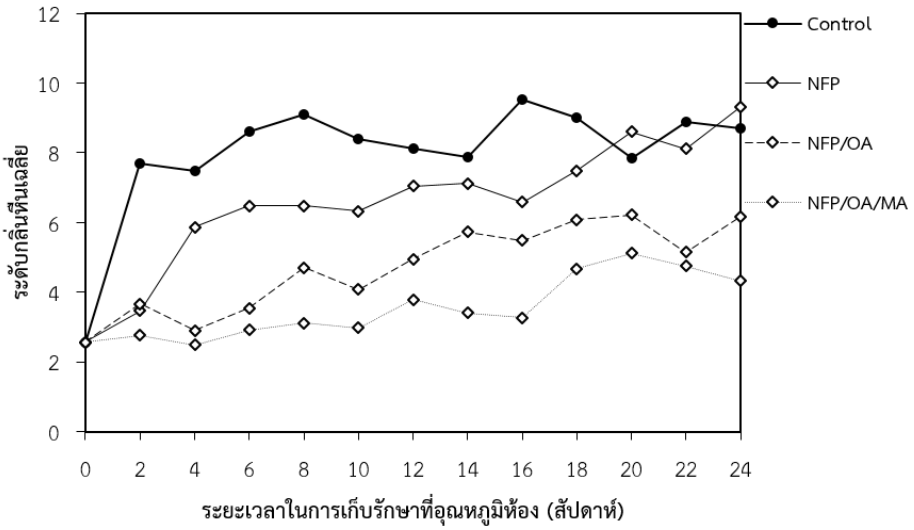



**รูปที่ 2** การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของปลาดุกเส้นหวาน (SwC)




**รูปที่ 3** การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของปลาดุกเส้นเค็ม (SaC)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014




**รูปที่ 4** การเปลี่ยนแปลงกลิ่นหืนของปลาดุกแผ่นกรอบ (CrC)

นอกจากนั้น หากพิจารณาถึงซองดูดความชื้น (MA) ที่ใช้ร่วมในตัวอย่าง SaC และ CrC จะพบว่า ผู้ประเมินยังยอมรับได้ในคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากกลิ่นและรสหืนเกิดขึ้นเร็วกว่าความเหนียวที่เพิ่มขึ้นของ SaC หรือความกรอบที่ลดลงของ CrC ซึ่งอาจเป็นผลจากการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ชนิด Nylon/LLDPE ซึ่งมักมีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (Water Transmittion Rate, WVTR) ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งในกระบวนการบรรจุมีการกำจัดอากาศและความชื้นในบรรจุภัณฑ์ เป็นผลให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีความชื้นต่ำผลของการใช้ MA จึงแสดงได้ไม่ชัดเจนในช่วงระยะเวลาดังกล่าว (6 เดือน)

นอกจากนั้น จากผลยังสามารถสังเกตเห็นได้ชัดว่าหากบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Lipid Oxidation) ได้ง่ายและเป็นปฏิกิริยาแบบอัตโนมัติ (Auto-oxidation) และต่อเนื่องนั้น [6, 8, 13] การกำจัดแก๊สออกซิเจนจึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาอย่างยิ่ง และถึงแม้จะบรรจุผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมก็ตาม การเพิ่มขึ้นของแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์จึงเกิดอย่างช้า ๆ เป็นผลมาจากอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนของวัสดุบรรจุภัณฑ์ (OTR) ที่เป็นฟังก์ชันโดยตรงต่อปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน พื้นที่ผิวบรรจุภัณฑ์ และความหนาของบรรจุภัณฑ์ [14] นั้น และส่งผลให้ระดับกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์มีอัตราการเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน

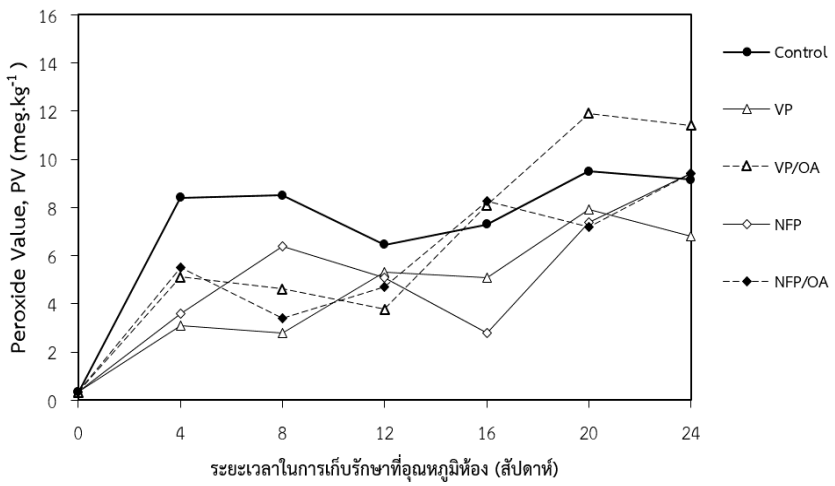
### 3.2 ผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก

3.2.1 ปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ที่เปลี่ยนแปลงแสดงถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาของไขมันกับแก๊สออกซิเจนที่เกิดขึ้น [6, 11, 14] ซึ่งสอดคล้องกับระดับของกลิ่นและรสหืนที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์ [7]

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

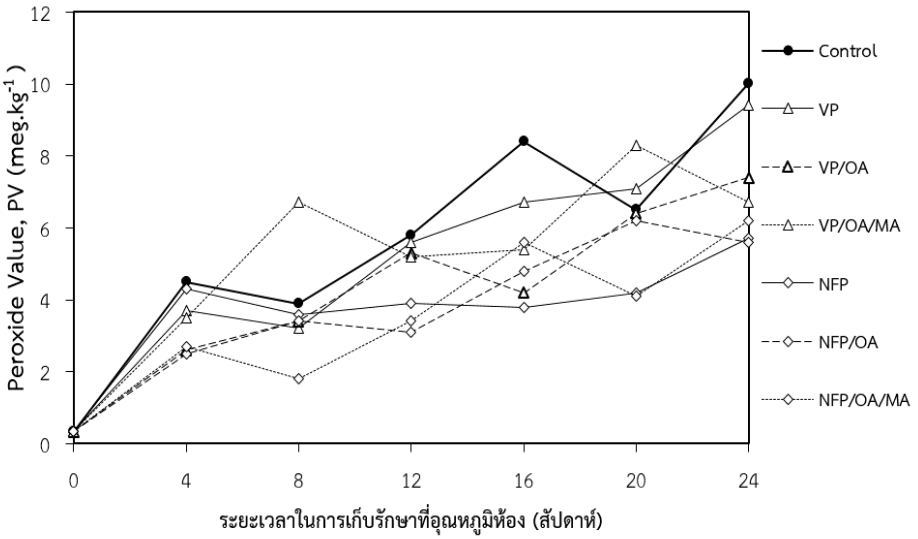
ในกรณีของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0-4 สัปดาห์แรก) ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกชนิด SwC และ CrC ที่บรรจุด้วยบรรยากาศปกติ (Control) มีค่าสูงถึง 8.40 mEq.kg$^{-1}$ ขณะที่ SaC มีค่าเป็น 4.50 mEq.kg$^{-1}$ และเมื่อครบระยะการเก็บรักษา (24 สัปดาห์) พบว่าตัวอย่างข้างต้นมีค่า PV สูงถึง 9.40, 10.02 และ 18.30 mEq.kg$^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งนับว่าสูงมาก หากพิจารณาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 56 (พ.ศ.2524) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 10 mEq.kg$^{-1}$ [15] จะพบว่า ตัวอย่างที่บรรจุด้วยบรรยากาศปกติชนิด SaC และ CrC มีผลเกินค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงถึงกลิ่นหืนมาก สอดคล้องกับผลทางประสาทสัมผัสที่พบกลิ่นหืนและการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ของผู้ประเมินตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เท่านั้น ผลแสดงดังตารางที่ 2

อย่างไรก็ตาม ผลพบว่าทุกตัวอย่างมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า PV อย่างต่อเนื่อง และผลยังเป็นไปตามหลักทฤษฎี กล่าวคือ เมื่อตัวอย่างได้รับการบรรจุที่ปลอดแก๊สออกซิเจน (VP และ NFP) การเพิ่มขึ้นของค่า PV มีแนวโน้มต่ำกว่า Control และเมื่อใช้วัตถุแอกทีฟที่มีผลต่อการกำจัดแก๊สออกซิเจนร่วมในบรรจุภัณฑ์ (OA) จะยิ่งส่งเสริมประสิทธิภาพของการบรรจุนั้นได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ จากผลการวิจัยยังพบว่าตัวอย่างที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV ต่ำที่สุดของตัวอย่างผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกชนิด SwC, SaC และ CrC ได้แก่ NFP/OA, NFP/OA/MA, และ NFP/OA/MA ที่อัตราการเปลี่ยนแปลงเป็น 0.9818, 0.5754, และ 0.6625 mEq.kg$^{-1}$.week ตามลำดับ นอกจากนั้น จากผลยังสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการบรรจุแบบ NFP ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแก๊สออกซิเจนเริ่มต้นได้ดีกว่าวิธีการบรรจุแบบ VP ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับเวลาในการเติมแก๊สไนโตรเจนของ NFP ก่อนการบรรจุ และความดันและเวลาในการดึงอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์แบบ VP ด้วย ผลแสดงดังรูปที่ 5-7

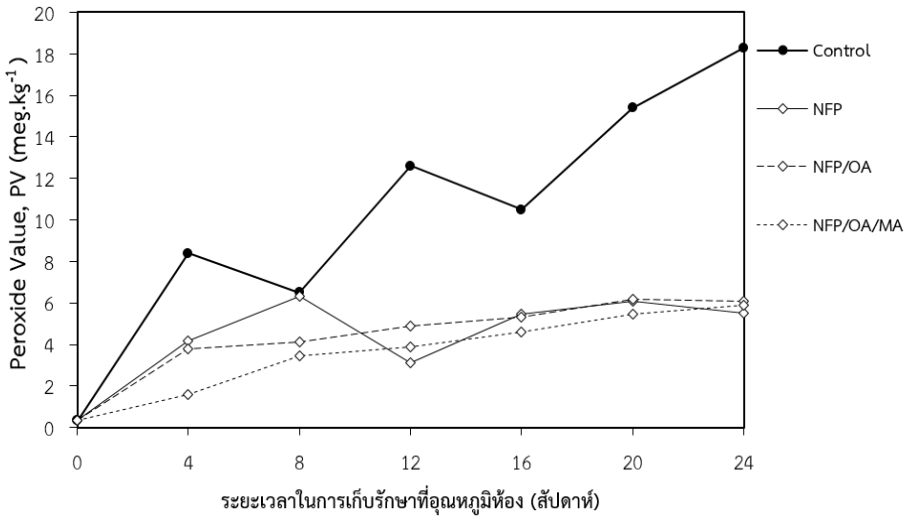



**รูปที่ 5** การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์(PV) ของปลาดุกเส้นหวาน (SwC)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014




**รูปที่ 6** การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์(PV) ของปลาดุกเส้นเค็ม (SaC)




**รูปที่ 7** การเปลี่ยนแปลงปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์(PV) ของปลาดุกแผ่นกรอบ (CrC)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

3.2.2 ความแตกต่างรวมของสีผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกได้รับการประเมินและบันทึกผลด้วยค่า TCD ซึ่งแสดงถึงความต่างสีทั้งในมิติของความเป็นสีเขียว-แดง สีเหลือง-น้ำเงิน และความสว่างสี [12] ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว สีของวัตถุจะแสดงความแตกต่างจนสามารถแยกแยะได้ด้วยตาเปล่าเมื่อมีค่าสูงกว่า 2.0 [16] ผลเป็นที่ประจักษ์ชัดว่า หากบรรจุผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกด้วยบรรยากาศปกติ (Control) ซึ่งมีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงกว่านั้น จะส่งผลให้เปิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว โดยผลิตภัณฑ์ SwC ว่องไวต่อการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุด (ตารางที่ 2) และเมื่อบรรจุด้วยระบบการบรรจุที่ปลอดแก๊สออกซิเจนสามารถลดการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกทั้งสามชนิดได้ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการเก็บรักษาชิ้นเนื้อสเต็ก (Steak) ที่บรรจุด้วยระบบปรับสภาพบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging, MAP) แตกต่างกันและเก็บรักษาในอุณหภูมิเย็น (4 °C) และเย็นจัด (-1.5 °C) ซึ่งพบว่าค่าสี L*, a* และ b* ระหว่างสองอุณหภูมิและที่เก็บในอุณหภูมิเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนต่างกัน ($P \leq 0.05$) [13]

โดยผลิตภัณฑ์ SwC และ SaC ยังแสดงให้เห็นชัดว่าการบรรจุแบบ VP มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีสูงกว่า NFP รวมถึงเมื่อใช้วัตถุแอกทีฟร่วมยังมีส่วนลดอัตราการเปลี่ยนแปลงสีได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย [13] ผลแสดงดังตารางที่ 2 ต่อไปนี้

**ตารางที่ 2** อัตราการเปลี่ยนแปลงสีรวมเริ่มต้นต่อเวลา ($K_{in}$) ของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกที่บรรจุด้วยวิธีการและวัตถุแอกทีฟแตกต่างกัน

| Packaging Method/ Active Material | Initial Rate Reaction of TCD ($K_{in}$) / $R^2$ | | |
|---|---|---|---|
| | SwC | SaC | CrC |
| Control | 2.8466 / 0.94 | 1.7610 / 0.95 | 1.0853 / 0.93 |
| VP | 1.9087 / 0.94 | 1.5648 / 0.82 | n/a |
| VP/OA | 1.2258 / 0.83 | 1.2258 / 0.83 | n/a |
| VP/OA/MA | n/a | 1.1685 / 0.89 | n/a |
| NFP | 1.5568 / 0.89 | 0.9652 / 0.92 | 0.8644 / 0.93 |
| NFP/OA | 1.2622 / 0.99 | 0.8519 / 0.83 | 0.8611 / 0.96 |
| NFP/OA/MA | n/a | 0.7788 / 0.91 | 0.8427 / 0.97 |

**หมายเหตุ:** n/a (Not Applicable) หมายถึง ไม่มีข้อมูล
$K_{in}$ หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงสีรวมเริ่มต้นต่อเวลา (สัปดาห์)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

### 3.3 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุก

จากผลการประเมินความพึงพอใจโดยสรุปการยอมรับได้ในระดับกลิ่นหืนที่สัมผัสจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้ประเมินยอมรับผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกชนิด SwC, SaC และ CrC ที่บรรจุด้วยบรรยากาศปกติ (Control) ที่ระยะเวลาเพียง 2, 1 และ 1 สัปดาห์ ตามลำดับ (ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิด Control ได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาก่อนการทดลองโดยชักตัวอย่างทุกสัปดาห์) ในขณะที่ในการศึกษานี้พบว่ารูปแบบการบรรจุและวัตถุแอกทีฟที่ใช้มีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพและการยอมรับได้ในกลิ่นหืนที่ผู้ประเมินสัมผัส เช่นเดียวกับในงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้วัตถุแอกทีฟกับผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของไขมันชนิดอื่น ๆ เช่น เนื้อวัว ไก่ และผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น ๆ [13, 17, 18] โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ SwC, SaC และ CrC มีระยะเวลาการเก็บรักษาที่แสดงระดับกลิ่นหืนที่ยอมรับได้สูงสุดถึง 20, 24 และ 24 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากการบรรจุร่วมกับวัตถุแอกทีฟชนิด NFP/OA สำหรับผลิตภัณฑ์ SwC และชนิด NFP/OA/MA สำหรับผลิตภัณฑ์ SaC และ CrC ผลดังตารางที่ 3

อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าผลิตภัณฑ์ SaC ยังแสดงระดับการยอมรับได้ที่ระยะเวลา 24 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อบรรจุด้วย VP/OA/MA ซึ่งนับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ผลิตที่ต้องการบรรจุด้วยเทคนิคที่ลดพื้นที่การจัดเก็บได้ จากผลยังแสดงให้เห็นชัดว่าวิธีการบรรจุแบบปลอดแก๊สออกซิเจนพร้อมวัตถุแอกทีฟนั้นสามารถช่วยลดอัตราการเกิดกลิ่นหืนและเป็นผลต่อการยอมรับได้อย่างชัดเจน [13, 17]

**ตารางที่ 3** ผลระยะเวลาที่เก็บสูงสุดของผู้ประเมินที่ยอมรับได้ในผลิตภัณฑ์

| Packaging Method/ Active Material | Maximum Shelf-life (Week) | | |
|---|---|---|---|
| | SwC | SaC | CrC |
| Control | 2[a] | 1[a] | 1[a] |
| VP | 10[b] | 8[b] | n/a |
| VP/OA | 16[c] | 16[c] | n/a |
| VP/OA/MA | n/a | 24[d] | n/a |
| NFP | 10[b] | 6[e] | 8[b] |
| NFP/OA | 20[d] | 16[c] | 20[c] |
| NFP/OA/MA | n/a | 6.0[d] | 6.0[d] |

**หมายเหตุ:** กลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบปกติ (Control) ได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาก่อนการทดลองโดยชักตัวอย่างทุกสัปดาห์, a,b ที่กำกับตัวเลขในแนวตั้งเดียวกันหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, n/a (Not Applicable) หมายถึง ไม่มีข้อมูล

### 3.4 การนำไปใช้ประโยชน์และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน

ผลของงานวิจัยนี้ได้ถูกถ่ายทอดผ่านผู้นำและสมาชิกของกลุ่มชุมชนวิสาหกิจลำไทรพัฒนา ต.ลำไทร อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี รวมถึงนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ปลาดุกแผ่นกรอบของกลุ่มฯ โดยบูรณาการร่วมกับโครงการวิจัยด้านการออกแบบอัตลักษณ์ชุมชนและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เป็นผลให้ชุมชนได้รับต้นแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีการใช้ร่วมกับวัตถุแอกทีฟที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่าเดิมอย่างน้อย 3 เท่า นอกจากนั้น ชุมชนยังสามารถใช้เป็นแนวทางการวางแผนการผลิตเพื่อควบคุมสินค้าคงคลังในภาวะที่ตลาดผลิตภัณฑ์ขาดแคลน อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

**รูปที่ 9** ตัวอย่างต้นแบบบรรจุภัณฑ์ที่ประยุกต์ใช้ผลของงานวิจัยร่วมกับงานวิจัยด้านการออกแบบ

รูปแบบการบรรจุและวัตถุบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลให้ต้นทุนด้านการบรรจุต่อหน่วยสูงขึ้นประมาณ 1.75 บาท จากเดิม 0.90 บาท ซึ่งอาจต้องปรับปริมาณการบรรจุร่วมกับแผนการตลาดให้เหมาะสมกันต้นทุนดังกล่าว เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของการใช้ประโยชน์ต่อไป

## 4. บทสรุป

รูปแบบการบรรจุแบบ VP และ NFP ที่ใช้ร่วมกับถุงบรรจุภัณฑ์ LLDPE/Nylon ที่มีอัตราการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนต่ำและวัตถุแอกทีฟที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถลดอัตราการเกิดกลิ่นหืน ลดอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า PV และอัตราการเปลี่ยนแปลงสีรวมของผลิตภัณฑ์ปลาดุกแปรรูป ชนิด SwC, SaC, และ CrC ได้ โดยเฉพาะ OA ขณะที่ MA อาจแสดงผลไม่ชัดเจน ซึ่งเกิดจากวัสดุและกระบวนการที่มีส่วนในการป้องกันความชื้น นอกจากนั้น วัตถุแอกทีฟที่ใช้ยังส่งผลต่อการยอมรับได้ของผู้บริโภคและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์และเป็นผลให้สามารถคงคุณภาพดังกล่าวได้นานยิ่งขึ้น

ผลของงานวิจัยนี้ จึงสามารถนำไปใช้เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาดุกรวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบได้ อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนรูปแบบการบรรจุและวัตถุแอกทีฟที่ใช้ส่งผลต่อต้นทุนทางการบรรจุและวัสดุบรรจุภัณฑ์ในการประยุกต์ใช้ควรพิจารณาถึงต้นทุนการบรรจุภัณฑ์ที่สูงขึ้นด้วย

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการ Pre-Talent Mobility ประจำปี 2563 สัญญาเลขที่ PT603702 และโครงการหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาพื้นที่ (บพท.) ประจำปี 2564 สัญญาเลขที่ CBL-RMUTT64A03 รวมทั้งขอขอบคุณ น.ส.วนิดา อาตตะแทน และ น.ส.พิชยา พรหมเวียง นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ดิจิทัลและบรรจุภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน ที่ช่วยประสานงาน พร้อมด้วยวิชาหกิจชุมชนลำไทรพัฒนาที่ช่วยเหลือและสนับสนุนตลอดการดำเนินโครงการ

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] P. Suppakul, Active and intelligent packaging: release and diagnostic, Darnsutha Press Co., Ltd., Bangkok,, Thailand, 2018. (in Thai)

[2] É. da Costa Monção, C.V.B. Grisi, J.M. Fernandes, P.S. Souza and A.L. de Souza, Active packaging for lipid foods and development challenges for marketing, Food Bioscience, 2022, 45, 101370.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

[3] http://www.inlandfisheries.go.th/images/pdf/p64D.pdf (Accessed on 12 March 2022) (in Thai)

[4] A. Thanonkaew, T. Juntachote and S. Pecharat, Effect of fermentation and drying on changes of lipid and protein in dry fermented catfish (Pla-duk-ra) produced from farmed catfish and wild catfish, Thaksin University Journal, 2010, 12(3), 214-224. (in Thai)

[5] W. Puntongsuk and N. Somprasong, The development of processed-catfish products of the 'Lum Sai Pattana', interview report, Research Report, Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2021. (in Thai)

[6] E.N. Frankel, Lipid oxidation, Progress in Lipid Research, 1980, 19(1-2), 1-22.

[7] https://www.matichon.co.th/local/news_194521 (Accessed on 9 September 2022) (in Thai)

[8] R. Kulchan, Development of rancidity indicator label of infant milk powder, Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 2015. (in Thai)

[9] http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/2302 (Accessed on 18 November 2021) (in Thai)

[10] P. Noiduang, N. Tapaothong, K. Masileerungsri, Use of dried aril of gac fruit powder as an antioxidant in mayonnaise product, Journal of Food Technology, Siam University, 2015, 10(1), 9-18. (in Thai)

[11] The Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed., MD, USA, 2000.

[12] F.J. Francis, Colorimetry of food, In: M. Peleg, and E.B. Bagly, Physical properties of food, The AVI Publishing Company Inc., CT, USA, 1983.

[13] X. Yang, Y. Zhang, X. Luo, Y. Zhang, L. Zhu, B. Xu, D.L. Hopkins and R. Liang, Influence of oxygen concentration on the fresh and internal cooked color of modified atmosphere packaged dark-cutting beef stored under chilled and superchilled conditions, Meat Science, 2022, 188, 108773.

[14] W. Soroka, Fundamentals of Packaging Technology, 3rd Ed., Institute of Packaging Professionals, DC, USA, 2002.

[15] http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P421.pdf (Accessed on 9 September 2022) (in Thai)

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2022.12.014

[16] https://www.viewsonic.com/uk/products/lcd/pdf/ti_delta_E.pdf (Accessed on 12 March 2022)

[17] S.R. Kanatt, Development of active/intelligent food packaging film containing *Amaranthus* leaf extract for shelf life extension of chicken/fish during chilled storage, Food Packaging and Shelf Life, 2020, 24, 100506.

[18] P. Umaraw, P.E.S. Munekata, A.K. Verma, F.J. Barba, V.P. Singh, P. Kumar and J.M. Lorenzo, Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products, Trends in Food Science and Technology, 2020, 98, 10-24.