

ACTIVE PACKAGING

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ

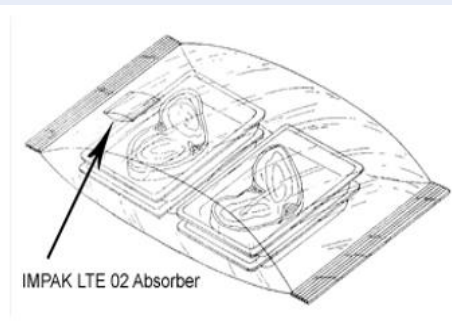
ชนากานต์ จันทรสมุทรณ์

8 มิถุนายน 2563

“บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ” (Active Packaging) บรรจุภัณฑ์ที่เน้นหน้าที่ในการปกป้อง และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลอดภัยต่อการบริโภค และช่วยคงคุณภาพทั้งทางด้านเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยการควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ ด้วยการใช้สารประกอบทางเคมีที่มีคุณสมบัติพิเศษในการดูดหรือคายก๊าซ ได้แก่ วัสดุดูดออกซิเจน วัสดุดูดหรือปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ วัสดุดูดหรือปล่อยกลิ่น วัสดุดูดหรือควบคุมความชื้น และวัสดุดูดเอทิลีน (เป็นฮอร์โมนที่มีผลต่ออายุการเก็บของพืช) รวมทั้งสารเคมีหรือสารสกัดจากธรรมชาติที่ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสารเหล่านี้อาจจะบรรจุในซองเล็ก (sachet) หรือใส่ในฟิล์มที่ทำบรรจุภัณฑ์โดยตรง (งามทิพย์, 2550)

1. ประเภทของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สำหรับการลดปริมาณออกซิเจน ออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ เกิดสี และกลิ่นรสที่ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การใช้สารดูดซับออกซิเจน (oxygen absorber) ในทางการค้าเรียกว่า ผง Iron oxide ซึ่งเป็นสารประกอบธาตุเหล็กบรรจุในซองเล็ก (sachet) แล้วใส่ไว้ภายในบรรจุภัณฑ์ชั้นใน เช่น หมึกแห้ง ปลาแห้ง และปลาแห้งปรุงรส ดังภาพที่ 1 หรือการเติมในโพลิเมอร์ที่ใช้ผลิต บรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดพลาสติก ถุงแพคเกจ (pouch) เพื่อช่วยในการดูดซับออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์และป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากภายนอกสัมผัสกับอาหารได้ ดังภาพที่ 2

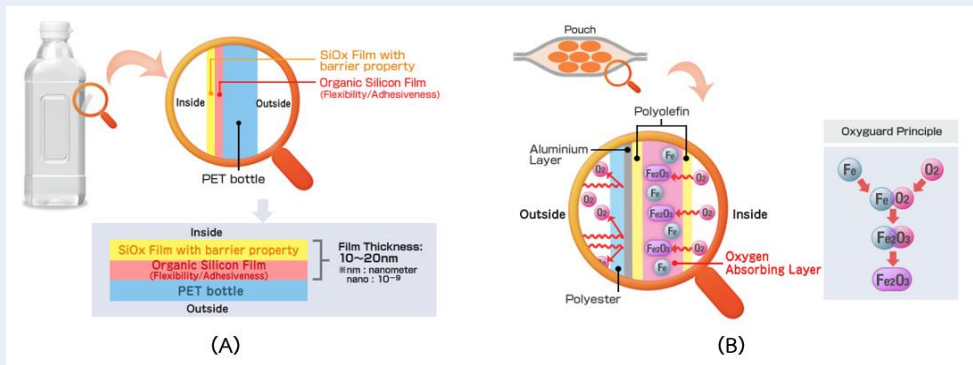


ภาพที่ 1 สารดูดซับออกซิเจน ที่บรรจุไว้ในบรรจุภัณฑ์

ที่มา: [https://www.meatandpoultryonline.com/doc/new-freshmax-oxygen-absorber-](https://www.meatandpoultryonline.com/doc/new-freshmax-oxygen-absorber-extends-freshnes-0002)

[extends-freshnes-0002](https://www.sorbentsystems.com/casereadypackaging.html) และ <https://www.sorbentsystems.com/casereadypackaging.html>





ภาพที่ 2 บรรจุภัณฑ์ที่เติมสารดูดซับออกซิเจนในพอลิเมอร์ที่ใช้ผลิต (A) ขวดพลาสติก และ (B) ถุงพោซ
ที่มา: <https://www.toyo-seikan.co.jp/e/technique/petbottle/barrierbottle/>
และ <http://www.toyo-seikan.co.jp/e/technique/filmcup/barrier/>

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สำหรับการดูดหรือปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์จะเกิดจากการหมักของยีสต์หรือจุลินทรีย์บางชนิดปล่อยออกมาระหว่างการเจริญเติบโต จากการหายใจของพืช เช่น ผัก และผลไม้สด หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร จึงจำเป็นต้องมีการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากผลิตภัณฑ์ เพื่อป้องกันการพองหรือการแตกของบรรจุภัณฑ์ แต่การบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศซึ่งต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง เช่น เนื้อสัตว์ เนยแข็ง อาหารพร้อมบริโภคแช่เย็น แต่อย่างไรก็ตามอาหารประเภทนี้มีปริมาณน้ำสูง ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายในน้ำที่อยู่ในอาหาร ทำให้ในบรรจุภัณฑ์มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าที่ต้องการ จึงต้องใช้วัสดุปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับช่วยรักษาความเข้มข้นของก๊าซไว้เพื่อไม่ให้บรรจุภัณฑ์เกิดการยุบตัว ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีแผ่นปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ที่มา: <http://rierba.com/tienda/?product=ultrazap-extendapak>

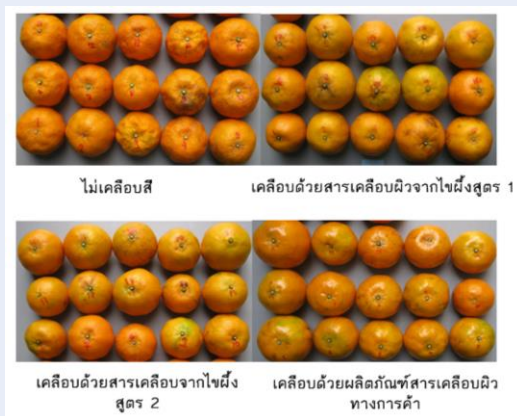
และ <https://www.thepackagingblog.com/smart-packaging-active-packaging-part-i/>

บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สำหรับยับยั้งจุลินทรีย์ เป็นรูปแบบที่นิยมสำหรับใช้ในการบรรจุเนื้อสัตว์ เนื่องจากช่วยลดการเจริญของจุลินทรีย์ และยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากแผ่นฟิล์มที่มีการเติมสารยับยั้งจุลินทรีย์ ดังภาพที่ 4 โดยสารต้านจุลินทรีย์ที่อยู่ในแผ่นฟิล์มจะค่อย ๆ ปลดปล่อยออกจากแผ่นฟิล์มเข้าไปยังภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ หรือการเคลือบสารต้านจุลินทรีย์ลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้แว็กซ์เคลือบอาหาร ซึ่งสารต้านจุลินทรีย์จะปลดปล่อยออกมาสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้โดยตรง โดยสารเคลือบที่นิยมใช้จะเป็นสารประเภทไขมันธรรมชาติ นิยมนำมาเคลือบผลไม้ เพื่อคงความสดเนื่องจากสารเคลือบผิวช่วยลดอัตราการคายน้ำออกจากผิวของผลไม้ และเพิ่มความมันเงาให้กับผิวผลไม้ ดังภาพที่ 5 ปัจจุบันมีการเติมสารกรดอินทรีย์หรือโพแทสเซียมซอร์เบตในสารละลายแป้ง อัลจีเนต หรือคาราจีแนน เพื่อเคลือบเนื้อสัตว์สำหรับการใช้ในการยับยั้งแบคทีเรีย (จุฬามาศ, 2559)



ภาพที่ 4 บรรจุภัณฑ์ที่เติมสารต้านจุลินทรีย์ลงไปบนแผ่นฟิล์ม

ที่มา: <https://gtsblog.wordpress.com/2016/03/29/biodegradable-antimicrobial-cling-wrap-packaging-in-the-works/> และ <http://www.nuclearmalaysia.gov.my/new/PnS/product/listProduct/antiMicrobial.php>



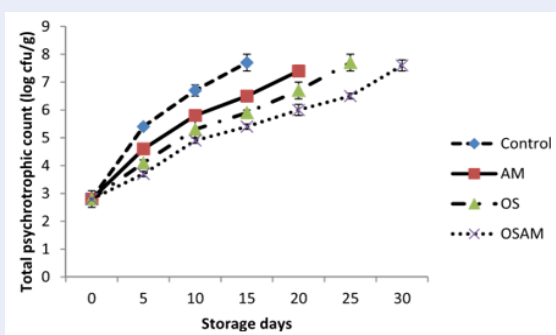
ภาพที่ 5 ส้มที่ไม่เคลือบสีและเคลือบด้วยสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ

ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °C นาน 20 วัน

ที่มา: https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=38

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟแบบต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ

1. บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สำหรับการลดปริมาณออกซิเจน การทดลองเก็บรักษาสเต็กปลาสดที่อุณหภูมิ 2 °C ด้วยฟิล์มที่มีสารดูดออกซิเจนและมีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ในประเทศอินเดีย พบว่า สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและช่วยยับยั้งการเติบโตเจริญของแบคทีเรียในสเต็กปลาได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ดังภาพที่ 6 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา ดังตารางที่ 1 ซึ่งการใช้ฟิล์มที่มีสารดูดออกซิเจนร่วมกับสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ มีผลดีต่อการเพิ่มคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสเต็กปลาได้ดีที่สุด โดยมากกว่าการใช้สารดูดออกซิเจนเพียงอย่างเดียว และการใช้ฟิล์มที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว (Remya *et al.*, 2017)



โดย Control: สเต็กปลาสด

AM: สเต็กปลาสดที่ห่อด้วยฟิล์มที่มีไนโตรเจนในการยับยั้งจุลินทรีย์

OS: สเต็กปลาสดที่บรรจุสารดูดออกซิเจน

OSAM: สเต็กปลาสดที่ห่อด้วยฟิล์มที่มีไนโตรเจนในการยับยั้งจุลินทรีย์ร่วมกับสารดูดออกซิเจน

ภาพที่ 6 ปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำในสเต็กปลา ระหว่างการเก็บรักษาที่ 2 °C

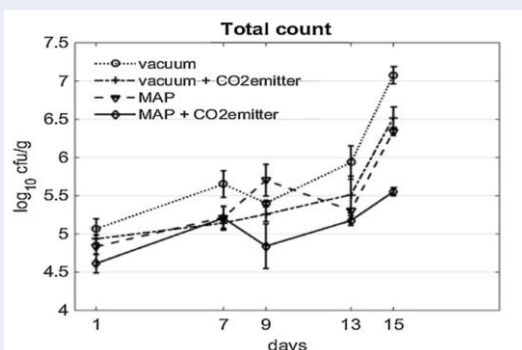
ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณต่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total Volatile Base Nitrogen, TVB-N) กรดไทโอบาร์บิทริก (Thiobarbituric acid, TBA) และการยอมรับโดยรวมของสเต็กปลาในรูปแบบการบรรจุต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่ 2 °C

Attributes	Treatments	Storage days							
		0	5	10	15	20	25	30	
pH	Control	5.55 ± 0.01 ^{Aa}	5.65 ± 0.02 ^{Cb}	5.85 ± 0.03 ^{Cc}	6.10 ± 0.05 ^{Bd}	NA	NA	NA	NA
	AM	5.55 ± 0.01 ^{Aa}	5.60 ± 0.01 ^{ABa}	5.70 ± 0.05 ^{Bb}	5.84 ± 0.02 ^{Cc}	5.95 ± 0.03 ^{Cd}	NA	NA	NA
	OS	5.55 ± 0.01 ^{Aa}	5.58 ± 0.02 ^{ABa}	5.64 ± 0.02 ^{ABb}	5.71 ± 0.01 ^{Bc}	5.82 ± 0.02 ^{Bd}	5.89 ± 0.01 ^c	NA	NA
	OSAM	5.55 ± 0.01 ^{Aa}	5.57 ± 0.01 ^{Aab}	5.60 ± 0.02 ^{Ab}	5.66 ± 0.02 ^{Ac}	5.72 ± 0.03 ^{Ad}	5.81 ± 0.02 ^c	5.85 ± 0.03 ^e	NA
	OSAM	5.55 ± 0.01 ^{Aa}	5.57 ± 0.01 ^{Aab}	5.60 ± 0.02 ^{Ab}	5.66 ± 0.02 ^{Ac}	5.72 ± 0.03 ^{Ad}	5.81 ± 0.02 ^c	5.85 ± 0.03 ^e	NA
TVB-N (mg N ₂ 100 g ⁻¹)	Control	10.40 ± 1.50 ^{Aa}	17.50 ± 2.20 ^{Cb}	25.60 ± 2.40 ^{Cc}	35.30 ± 2.30 ^{Cd}	NA	NA	NA	NA
	AM	10.40 ± 1.50 ^{Aa}	16.40 ± 1.10 ^{Bb}	20.40 ± 1.70 ^{Bc}	28.50 ± 1.50 ^{Bd}	34.40 ± 4.40 ^{Cc}	NA	NA	NA
	OS	10.40 ± 1.50 ^{Aa}	15.40 ± 2.50 ^{ABb}	18.30 ± 3.40 ^{ABb}	22.40 ± 1.10 ^{Ac}	26.90 ± 2.70 ^{Bd}	36.20 ± 3.40 ^e	NA	NA
	OSAM	10.40 ± 1.50 ^{Aa}	13.40 ± 1.50 ^{Aa}	16.50 ± 1.80 ^{Ab}	19.40 ± 2.40 ^{Ab}	23.10 ± 3.20 ^{Ac}	27.50 ± 1.80 ^d	35.50 ± 2.20 ^e	NA
	OSAM	10.40 ± 1.50 ^{Aa}	13.40 ± 1.50 ^{Aa}	16.50 ± 1.80 ^{Ab}	19.40 ± 2.40 ^{Ab}	23.10 ± 3.20 ^{Ac}	27.50 ± 1.80 ^d	35.50 ± 2.20 ^e	NA
TBA (mg Malonaldehyde kg ⁻¹)	Control	0.14 ± 0.04 ^{Aa}	0.70 ± 0.05 ^{Bb}	0.99 ± 0.05 ^{Cc}	1.60 ± 0.07 ^{Cd}	NA	NA	NA	NA
	AM	0.14 ± 0.04 ^{Aa}	0.55 ± 0.04 ^{Cb}	0.62 ± 0.02 ^{Bc}	0.85 ± 0.06 ^{Bd}	1.10 ± 0.06 ^{Be}	NA	NA	NA
	OS	0.14 ± 0.04 ^{Aa}	0.26 ± 0.01 ^{Bb}	0.50 ± 0.04 ^{Ac}	0.65 ± 0.03 ^{Ad}	0.70 ± 0.04 ^{Ad}	0.85 ± 0.01 ^c	NA	NA
	OSAM	0.14 ± 0.04 ^{Aa}	0.25 ± 0.03 ^{Ab}	0.45 ± 0.03 ^{Ac}	0.62 ± 0.05 ^{Ad}	0.66 ± 0.09 ^{Ad}	0.79 ± 0.04 ^c	0.87 ± 0.03 ^f	NA
	OSAM	0.14 ± 0.04 ^{Aa}	0.25 ± 0.03 ^{Ab}	0.45 ± 0.03 ^{Ac}	0.62 ± 0.05 ^{Ad}	0.66 ± 0.09 ^{Ad}	0.79 ± 0.04 ^c	0.87 ± 0.03 ^f	NA
Overall acceptability	Control	9.00 ± 0.50 ^{Aa}	7.00 ± 0.32 ^{Ab}	6.00 ± 0.14 ^{Ac}	5.00 ± 0.11 ^{Ad}	NA	NA	NA	NA
	AM	9.00 ± 0.50 ^{Aa}	8.00 ± 0.46 ^{Bb}	7.00 ± 0.22 ^{Bc}	6.00 ± 0.51 ^{Bd}	5.00 ± 0.34 ^{Ae}	NA	NA	NA
	OS	9.00 ± 0.50 ^{Aa}	8.50 ± 0.34 ^{Cb}	7.50 ± 0.45 ^{Cc}	6.50 ± 0.43 ^{Cd}	5.50 ± 0.22 ^{Be}	5.00 ± 0.16 ^f	NA	NA
	OSAM	9.00 ± 0.50 ^{Aa}	8.50 ± 0.25 ^{Cb}	8.00 ± 0.53 ^{Cb}	7.50 ± 0.25 ^{Bc}	6.00 ± 0.52 ^{Cd}	5.50 ± 0.41 ^d	5.00 ± 0.55 ^e	NA
	OSAM	9.00 ± 0.50 ^{Aa}	8.50 ± 0.25 ^{Cb}	8.00 ± 0.53 ^{Cb}	7.50 ± 0.25 ^{Bc}	6.00 ± 0.52 ^{Cd}	5.50 ± 0.41 ^d	5.00 ± 0.55 ^e	NA

2. บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ สำหรับปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ประเทศนอร์เวย์ทดลองการเก็บรักษาปลา คอดแล่ที่อุณหภูมิ 2 °C ในบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ แบบสุญญากาศ (vacuum) แบบสุญญากาศร่วมกับแผ่นปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (vacuum+CO₂emitter) แบบตัดแปลงบรรยากาศ (MAP) และแบบตัดแปลงบรรยากาศ ร่วมกับแผ่นปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MAP+CO₂emitter) ดังภาพที่ 7 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของ การบรรจุแบบ MAP+CO₂emitter อยู่ในระดับคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน มีปริมาณอยู่ในช่วง 4.5- 5.5 log cfu/g ดังภาพที่ 8 ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการบรรจุแบบอื่น ๆ โดยเฉพาะการ บรรจุแบบสุญญากาศเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้อยที่สุด ส่วนการบรรจุแบบตัดแปลง บรรยากาศช่วยเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่การใช้แผ่นปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับการบรรจุ แบบตัดแปลงบรรยากาศช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานยิ่งขึ้น (Hansen *et al.*, 2016)



ภาพที่ 7 การบรรจุปลา คอดแล่แบบตัดแปลงบรรยากาศพร้อมแผ่นปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลา คอดแล่ใน บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 2 °C นาน 15 วัน

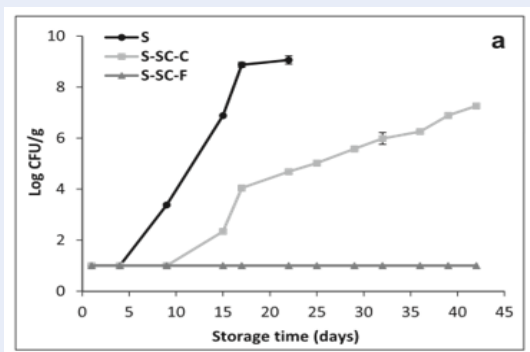
โดย vacuum: ปลา คอดแล่บรรจุแบบสุญญากาศ

vacuum+CO₂emitter: ปลา คอดแล่บรรจุแบบสุญญากาศร่วมกับแผ่นปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์

MAP: ปลา คอดแล่บรรจุตัดแปลงบรรยากาศ

MAP+CO₂emitter: ปลา คอดแล่บรรจุตัดแปลงบรรยากาศร่วมกับแผ่นปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์

3. บรรจุภัณฑ์แอกทิฟ สำหรับยับยั้งจุลินทรีย์ การเก็บรักษาไส้กรอกปลาแช่เย็นในประเทศสเปน 3 แบบ คือ 1. ไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกใส (S) 2. ไส้กรอกปลาที่จุ่มเคลือบด้วยสารละลายน้ำต้มกุ้งที่เติมโคโตซานและเจลาติน (S-SC-C) 3. ไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มที่เติมโคโตซานและเจลาติน (S-SC-F) ซึ่งโคโตซานและเจลาตินมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ พบว่า ไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกใส (S) เป็นชุดควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ถึง $9 \log \text{ cfu/g}$ ในวันที่ 22 ของการเก็บรักษา ไส้กรอกปลาที่จุ่มเคลือบด้วยสารละลายน้ำต้มกุ้งที่เติมโคโตซานและเจลาติน (S-SC-C) มีการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง $8 \log \text{ cfu/g}$ ในวันที่ 42 ของการเก็บรักษา ส่วนไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มที่เติมโคโตซานและเจลาติน (S-SC-F) นั้นต่ำกว่า $2 \log \text{ cfu/g}$ ตลอดอายุการเก็บรักษา 45 วัน ดังภาพที่ 9 (Aleman *et al.*, 2016) การเติมสารต้านจุลินทรีย์ในแผ่นฟิล์มสามารถช่วยควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ และยืดอายุการเก็บรักษาให้ผลิตภัณฑ์ได้



โดย S: ไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกใส

S-SC-C: ไส้กรอกปลาที่จุ่มเคลือบด้วยสารละลายน้ำต้มกุ้งที่เติมโคโตซานและเจลาติน

S-SC-F: ไส้กรอกปลาที่ห่อด้วยฟิล์มที่เติมโคโตซานและเจลาติน

ภาพที่ 9 ปริมาณจุลินทรีย์ในไส้กรอกปลาระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C

เอกสารอ้างอิง

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร. บริษัทเอส.พี.เอ็ม การพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 389 หน้า.

จุฑามาศ กลิ่นโชดา. 2559. สารเคลือบผิวอาหารกับการประยุกต์ใช้ในผักและผลไม้. *อาหาร*. 46(1): 33-37.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2550. KU WAX ทางเลือกใหม่ของสารเคลือบผลไม้. แหล่งที่มา http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/02-award/anuwat/award_00.html.

Alemán, A., F. González, M.Y. Arancibia, M.E. López-Caballero, P. Montero and M.C. Gómez- Guillén. 2016. Comparative Study between Film and Coating Packaging Based on Shrimp Concentrate Obtained from Marine Industrial Waste for Fish Sausage Preservation. *Food Control* 70: 325-332.

Hansen, A.Å., B. Moen, M. Rødbotten, I. Berget and M.K. Pettersen. 2016. Effect of Vacuum or Modified Atmosphere Packaging (MAP) in Combination with a CO₂ Emitter on Quality Parameter of Cod Loins (*Gadus morhua*). *Food Packaging and Shelf Life* 9: 29-37.

Remya, S., C.O. Mohan, G. Venkateshwarlu, G.K. Sivaraman and C.N. Ravishankar. 2017. Combined Effect of O₂ Scavenger and Antimicrobial Film on Shelf Life of Fresh Cobia (*Rachycentron canadum*) Fish Steaks Stored at 2 °C. *Food Control* 70: 71-78.