การพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

Development of Safety in Production and Shelf Life of Seasoned Tuna Meat Product

ทิพย์วรรณ อรัญดร

Tippawan Arundon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Food Technology

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ผู้เขียน นางสาวทิพย์วรรณ อรัญดร

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ดร.ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพิชญา จันทะชุม)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กีรติพิบูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)

.....กรรมการ

(ดร.ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ผู้เขียน นางสาวทิพย์วรรณ อรัญดร

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบความปลอดภัยในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสระดับชุมชนของกลุ่ม แม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ตามมาตรฐานระบบ HACCP และผลจากการใช้ผังการตัดสิน (CCP decision tree) พบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) 2 จุด คือ ขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด พบอันตรายทางด้านเคมีที่เกิดจากการปนเปื้อนของฮีสตามีนจากปลาโอดำที่ไม่สด และขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด พบอันตรายทางชีวภาพเนื่องจากการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค การตรวจวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ก่อนและหลังการปฏิบัติตามระบบ HACCP ที่พัฒนาขึ้นในกระบวนการผลิต พบว่าการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP สามารถลดหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเกลือ ส่วนปริมาณความชื้นลดลงจากร้อยละ 14.13 เป็น 11.67 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดลงจาก 0.63 เป็น 0.56 และปริมาณฮีสตามีนลดลงจาก 5.80 เป็น 2.70 พีพีเอ็ม ($p<0.05$) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (สมอ, 2547) และ US-FDA (1995) นอกจากนี้สามารถพัฒนาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) โดยสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงร้อยละ 57.63 ส่วนปริมาณ *B. cereus* และปริมาณยีสต์และราสามารถลดลงอย่างสมบูรณ์

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสระหว่างเก็บรักษา โดยบรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน (พีพี) ถุงพลาสติกไนลอน/อะลูมิเนียมฟอล์ย/แอลแอลดีพีอี (ลามิเนต) และถุงพลาสติกพอลิไวนิลลิดีน (พีวีดีซี) ภายใต้สภาวะบรรจุบรรยากาศปกติ 90%ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนที่อุณหภูมิ 30, 37 และ40 °ซ พบว่า บรรจุภัณฑ์และสภาวะบรรจุ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ค่า L* และ a* ขณะที่อุณหภูมิเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ส่งผลให้ค่า L* และ a* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ปริมาณความชื้น และปริมาณTBARS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต มีค่าวอเตอร์แอกติวิติ ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBARS ต่ำกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุภายใต้สภาวะ 90% ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน มีค่าวอเตอร์แอกติวิติ ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBARS ต่ำกว่าสภาวะบรรยากาศปกติ ($p<0.05$) แม้ว่าชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า บรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันส่งผลต่อค่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) หากกำหนดให้ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ TBARS และคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยคุณภาพและความปลอดภัยเพื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิไวนิลลิดีน (พีวีดีซี) ภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดโดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ ได้เป็นระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ และจากการคำนวณด้วยวิธี Q_{10} พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสภายใต้สภาวะดังกล่าว มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 °ซ เท่ากับ 23 วัน

Thesis Title	Development of Safety in Production and Shelf life of Seasoned Tuna Meat Product
Author	Miss Tippawan Arundon
Major Program	Food Technology
Academic Year	2009

ABSTRACT

Food safety development in the production of seasoned tuna meat product produced by Agricultural Housewife Group of Baan Darn Samakke, Tambon Khotaew, Ampher Meung, Changwat Songkhla using hazard analysis and critical control points (HACCP) system was studied. The results from critical control point analysis using CCP decision tree indicated 2 CCPs i.e. step 1 raw material (Tuna) showing chemical hazard due to the contamination of histamine in unfresh tuna and step 7 frying step showing biological hazard due to the survival of pathogenic microorganism. The results of physical, chemical and microbiological quality of the product before and after the HACCP implementation showed that the adulteration of filth was decreased but color values, total sugar and salt content of the product were not significantly different ($p>0.05$). Whereas moisture content, water activity and histamine content were decreased from 14.13 to 11.67 % (w/w), 0.63 to 0.56 and 5.80 to 2.70 ppm, respectively. The chemical qualities of the products were in the range of community standard for seasoned fish products (STD301/2004) (TISI, 2004) and US-FDA (1995). The microbiological qualities were conformed to the standard for cooked and ready to eat product (Department of Medical Sciences, 1993) as well as the community standard (TISI, 2004). After HACCP implementation, total viable bacteria were significantly decreased about 57.63 % and *B. cereu*s and yeast and mold were not detected.

Changes in quality of seasoned tuna product during storage in polypropylene (PP) , Nylon /Aluminium foil/LLDPE (Laminate) and polyvinylidene chloride (PVDC) under the condition of air, 90% nitrogen and air with oxygen absorber at the temperature of 30, 37 and 40 $^{\circ}$C showed that different package and packing condition did not affect L*and a* values but the

increase in storage temperature caused the decrease in L*and a* values ($p<0.05$). The pH values of seasoned tuna meat product tended to decrease throughout the storage period. Chemical qualities (Aw, moisture and TBARS content) of the seasoned tuna product were significantly affected by different package, packing condition and temperature of storage. The product packed under 90% nitrogen and air with oxygen absorber had water activity, moisture and TBARS content less than other conditions ($p<0.05$). The microbiological quality of the product stored under different package, packing condition and temperature did not significantly changed in yeast and mold content but total viable counts were significantly increased ($p<0.05$) as the storage time increased. The different package, packing condition and storage temperature significantly affected the sensory score for apparent, color, flavor and overall acceptability. If yeast and mold content, TBARS content and overall acceptance score were used as quality and food safety indicators, the seasoned tuna meat product packed in polyvinylidene chloride (PVDC) under air with oxygen absorber was the most suitable and could be stored at 30, 37 and 40 $^{\circ}$C for 28, 28 and 21 days, respectively. The predicted shelf life of seasoned tuna meat packed in polyvinylidene chloride (PVDC) under air with oxygen absorber by Q_{10} calculation was 23 days at storage temperature of 37 $^{\circ}$C.

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การผลิตอาหารระดับชุมชนของไทยในปัจจุบันได้รับความนิยม และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เนื่องจากเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้น ไม่ว่าจะเป็นรสชาติ ลักษณะหรือรูปแบบผลิตภัณฑ์เฉพาะของท้องถิ่นหรือชุมชนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนมีการผลิตอย่างกว้างขวาง จากการสำรวจข้อมูลของโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารระดับชุมชน เป็น 2 ประเภท คือ ผลิตผลทางการเกษตร จำนวน 2,597 รายการ และผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป จำนวน 14,140 รายการ โดยได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จำนวน 699 รายการ (ไม่ปรากฏผู้เขียน, 2551) การผลิตส่วนใหญ่โดยกลุ่มแม่บ้านซึ่งจะเป็นทั้งผู้ผลิต และผู้ควบคุมกระบวนการผลิต สถานที่ผลิต เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตยังไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดที่เกี่ยวกับความปลอดภัยอาหาร และปัญหาสำคัญของกลุ่มแม่บ้านอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร คือ ขาดการควบคุมกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการขาดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องสุขลักษณะและการปฏิบัติที่ถูกต้องในการผลิต ดังนั้นการพัฒนาส่งเสริมให้ความรู้เกี่ยวกับระบบความปลอดภัย เช่น สุขาภิบาลอาหาร (Food Sanitation) หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (Good Manufacturing Practices : GMP) และระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Points : HACCP) ให้แก่กลุ่มแม่บ้านจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตอาหารให้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนมีคุณภาพความปลอดภัยเป็นไปตามมาตรฐาน รวมทั้งเป็นที่ยอมรับและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค

ปัจจุบันได้มีการนำสัตว์น้ำเค็มชนิดต่างๆ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้ง และผลิตภัณฑ์อาหารทะเลปรุงรส ซึ่งพบว่าในประเทศไทยมีผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหารทะเลแห้งและปรุงรส ขนาดกลางจำนวน 12 ราย ขนาดเล็กจำนวน 65 ราย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545) และระดับท้องถิ่นในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ จำนวน 13 ราย (ไม่ปรากฏผู้เขียน, 2551) การแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส หรือ ปลาสวรรค์ของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้าน

ด่านสามัคคี จังหวัดสงขลา จัดเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิติ ไม่เกิน 0.6 มีอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ประมาณ 2 สัปดาห์ ภายในสภาวะปกติจากนั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากกลิ่นเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ และการเจริญของจุลินทรีย์จนก่อให้เกิดอันตรายในการบริโภค อาจารย์สุวิมล แนะนำ ควรแก้ไขคำพูดใหม่เป็น จนอาจก่อให้เกิดอันตรายในการบริโภค

การผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านดังกล่าว ยังไม่สอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพและความปลอดภัยที่ยอมรับ อาจเนื่องมาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจ ที่ถูกต้องในกระบวนการผลิต ขาดการปฏิบัติตาม GMP อย่างเคร่งครัด จนก่อให้เกิดอันตรายปนเปื้อนมาในระหว่างขั้นตอนการผลิต ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส และยกระดับมาตรฐานการผลิตให้กับผลิตภัณฑ์อาหารชุมชน โดยใช้หลักการของระบบ HACCP นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น ผลิตภัณฑ์ก็ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นกลิ่นเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรค จึงได้ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยที่คุณภาพความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

การตรวจเอกสาร

1. อันตรายและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภทยังประสบปัญหาด้านคุณภาพความปลอดภัยทั้งในเรื่องการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมต่างๆ การตกค้างของสารเคมี สารปฏิชีวนะและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคซึ่งเป็นอันตรายสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค บ่อยครั้งที่ผู้บริโภคต้องเสี่ยงกับโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากกระบวนการเตรียม การผลิต การเก็บรักษาไม่ถูกสุขลักษณะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพส่งผลให้เกิดความไม่ปลอดภัยและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การผลิตอาหารให้มีคุณภาพและความปลอดภัย ผู้ผลิตต้องรู้และเข้าใจในเรื่องของอันตรายต่างๆที่มีโอกาสเกิดขึ้นตลอดห่วงโซ่อาหาร ตั้งแต่แหล่งที่มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิตเพื่อหามาตรการควบคุม และป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งส่งผลเสียต่อคุณภาพและความ

ปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหาร อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในอาหารสามารถ แบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ (สุวิมล กีรติพิบูล, 2546) คือ

1. อันตรายทางกายภาพ เกิดจากการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ เช่น เศษแก้ว โลหะ ไม้ กรวด หิน ก้างปลา กระดูกสัตว์ เป็นต้น เมื่อปะปนเข้าไปกับอาหารและบริโภคเข้าสู่ร่างกายอาจทำให้เกิดบาดแผลต่อระบบทางเดินอาหาร หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายทางกายภาพมีผลกระทบที่ปรากฏชัดเจนในเวลาไม่นานนักหลังจากบริโภคเข้าไป สิ่งแปลกปลอมที่พบและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคนี้เกิดขึ้นจากสาเหตุ และแหล่งต่าง ๆ เช่น การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ การออกแบบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไม่ดี ความผิดพลาดในกระบวนการผลิต และการปฏิบัติตนที่ไม่ถูกต้องของพนักงาน

2. อันตรายทางเคมี การปนเปื้อนจากสารเคมีอาจเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการแปรรูปอาหาร แบ่งจากแหล่งที่มาได้ 4 แหล่ง ดังนี้

- สารเคมีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติซึ่งเกิดจากพืช สัตว์ และจุลินทรีย์บางชนิดที่สร้างขึ้นมาโดยธรรมชาติ เช่น ฮีสตามีน
- สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา เพื่อช่วยในกระบวนการผลิต เช่น การเติมสีผสมอาหาร สารประกอบไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ไวน์ เป็นต้น การใช้สารเคมีเหล่านี้จะปลอดภัย ถ้าใช้ในปริมาณที่กฎหมายกำหนด
- สารเคมีที่ปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา สารเคมีบางอย่างอาจมีการปนเปื้อนในอาหารโดยไม่เจตนาซึ่งอาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบที่ใช้ เช่น สารปฏิชีวนะที่พบตกค้างในกุ้ง ไก่ น้ำนมวัว หรือยาฆ่าแมลงตกค้างในผักผลไม้ สารเคมีที่ปนเปื้อนมากับวัสดุหีบห่อ เช่น การปนเปื้อนหมึกพิมพ์ เป็นต้น
- สารเคมีที่ใช้ในโรงงานหรือสถานที่ผลิต เช่น สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด สารฆ่าเชื้อ สารเคมีเหล่านี้ต้องเป็นสารเคมีที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้ในโรงงานผลิตอาหารเท่านั้น

3. อันตรายทางชีวภาพ อาจเกิดจากการปนเปื้อนตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือระหว่างขั้นตอนการผลิตต่างๆ อันตรายทางชีวภาพที่พบมากในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่เกิดจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ เช่น *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* , *Salmonella* spp. และ *Vibrio* sp. เป็นต้น

นอกจากอันตรายที่กล่าวมาทั้ง 3 ประเภทแล้ว ในปัจจุบันนี้ยังพบว่ายังมีอันตรายอีกหนึ่งประเภทที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในอาหารต่อผู้บริโภค เช่น อันตรายที่เกิดจากสารภูมิแพ้ในอาหาร (Food allergen) ซึ่งไม่ได้จัดให้อยู่ในกลุ่มใด เนื่องจากความก้ำกึ่งของแหล่งที่มาของ Food allergen นั้นๆ แต่ผลกระทบของอันตรายที่เกิดขึ้นจาก Food allergen กลับทวี

ความรุนแรง และมีความหลากหลายมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้หลายประเทศให้ความสำคัญ การติดฉลากอาหารที่อาจก่อให้เกิดภูมิแพ้ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดชนิด/กลุ่ม อาหารก่อภูมิแพ้ 8 ชนิด ได้แก่ นม ไข่ ปลา สัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังที่มีเปลือก เมล็ดถั่ว ประเภทพืชยืนต้น ถั่วลิสง เมล็ดข้าวสาลี ถั่วเหลือง ที่ต้องติดฉลากระบุ โดยจะต้องติดฉลาก คำว่า “contains” อยู่หน้าชื่อชนิดของอาหารก่อภูมิแพ้และใช้ชื่อธรรมดาสามัญ (Common or usual name) ของสินค้านั้นๆ ที่ผู้บริโภคทั่วไปรู้จัก (พิมพ์ต่อกัน) กฎหมายมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2549 เป็นต้นไป สหภาพยุโรป กำหนดอาหารก่อภูมิแพ้ 9 กลุ่ม ที่ต้องติดฉลากระบุ โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 25 พฤศจิกายน 2548 ประเทศญี่ปุ่น กำหนดการติดฉลากอาหารก่อภูมิแพ้จำแนกได้ 2 กรณี ได้แก่ อาหารก่อภูมิแพ้ซึ่งบังคับให้ติดฉลาก มี 5 ชนิด และอาหารชนิดอื่นที่แนะนำว่าอาจก่อให้เกิดภูมิแพ้มี 19 ชนิด โดยเริ่มบังคับใช้เมื่อเดือนเมษายน 2544 (http://www.tistr-foodprocess.net/download/should_know/Food_Allergens.htm)

ในปัจจุบัน พบรายงานการศึกษาเกี่ยวกับอันตรายทางด้านจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารเกิดขึ้นมากมาย จากผลการตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค จากร้านค้าย่อยในชนบททางตะวันตกของเมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ผักสดที่ผ่านการตัดแต่งเพื่อใช้ทำสลัดผัก มีปริมาณจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน และ Coliform bacteria โดยเฉลี่ยสูงสุดถึง 5.7 โคโลนีต่อกรัม และ 2.3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการตรวจพบ *Listeria* spp. ซึ่งแสดงถึงร้านค้าย่อยเหล่านี้ มีระบบการจัดการด้านการสุขาภิบาลในระดับต่ำ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตสลัดผักสดของร้านค้าย่อยดังกล่าวยังมีการปฏิบัติไม่ถูกหลักสุขาภิบาลจึงทำให้เกิดการปนเปื้อน (Kaneko *et al.,* 1999) เช่นเดียวกับรายงานการสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของอาหารพร้อมบริโภค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 °ซ จากศูนย์อาหารในห้างสรรพสินค้า ประเทศไต้หวัน พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน คือ Coliform bacteria ในSandwiches, *E. coli* ใน Hand-rolled sushi in cone shape, *B. cereus* ใน Cold noodles และ *S. aureus* ใน Rice balls rolled in seaweed จำนวนร้อยละ 88.0, 16.0, 66.7 และ 25.0 ของตัวอย่างอาหาร ตามลำดับ (Fang *et al.,* 2003) แสดงให้เห็นถึงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของอาหารพร้อมบริโภคดังกล่าวต้องปรับปรุงแก้ไข และปฏิบัติตามเรื่องหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) หลักสุขาภิบาลอาหาร และอาจนำระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมาใช้ในกระบวนการผลิตร่วมด้วยเพื่อเป็นการพัฒนาความปลอดภัยทางด้านอาหาร (Fang and Jeng. 2002 ; Fang *et al.,* 2003)

2. ระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP)

ระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) หมายถึง ระบบประกันความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารที่เน้นการป้องกันตามมาตรฐานสากล โดยการวิเคราะห์อันตรายที่เป็นสาเหตุของความไม่ปลอดภัยตลอดห่วงโซ่อาหาร ตั้งแต่วัตถุดิบจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นระบบที่ผ่านการพิสูจน์และได้รับการยอมรับทั่วไปว่าเป็นกระบวนการควบคุมความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารโดยการเฝ้าระวังและลดความเสี่ยงอันตรายในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ที่อาจเกิดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค การกำหนดมาตรการควบคุมเบื้องต้น การค้นหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมตลอดกระบวนการผลิต รวมทั้งระบบการตรวจติดตามผลการปฏิบัติ เพื่อลดปัญหาหรือสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค (Codex, 1996)

หลักการของระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์อันตราย ทั้งทางด้านชีวภาพ เคมี และกายภาพ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต โดยการประเมินอันตรายทุกประเภทในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต จากนั้นกำหนดมาตรการเพื่อควบคุมอันตรายเบื้องต้น

2. การกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point : CCP) หมายถึง ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จำเป็นต้องมีการควบคุม เพื่อป้องกัน กำจัดอันตรายหรือลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจนถึงระดับที่ยอมรับได้ การที่จะตัดสินว่าขั้นตอนใดของกระบวนการผลิตเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมนั้นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการใช้ผังการตัดสินใจ ซึ่งเป็นกลุ่มของคำถาม 4 คำถามที่เป็นเหตุเป็นผลกันและอธิบายได้โดยอาศัยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

3. การกำหนดค่าวิกฤต คือ ค่าที่เป็นเกณฑ์แบ่งแยกระหว่างการยอมรับกับการไม่ยอมรับในด้านความปลอดภัยของอาหาร เป็นค่าที่ใช้ตัดสินการควบคุมการผลิต ณ จุด CCP นั้นว่าสามารถผลิตอาหารที่มีความปลอดภัยได้หรือไม่ ค่าวิกฤตที่กำหนดต้องสามารถควบคุมอันตรายที่ระบุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การกำหนดระบบตรวจติดตามเพื่อควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม การติดตามเฝ้าระวัง (Monitoring) หมายถึง การตรวจสอบว่าขั้นตอนการผลิต หรือการจัดการในแต่ละจุดวิกฤตที่ควบคุมเป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อควบคุมให้จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอยู่ภายใต้สภาวะควบคุม เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันการปฏิบัติ ณ ขั้นตอนที่เป็น CCP ว่าเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน HACCP เพื่อเป็นสัญญาณเตือนผู้ปฏิบัติงานว่าขั้นตอนที่เป็น CCP กำลังจะสูญเสียการควบคุมและเพื่อลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์เนื่องจากการควบคุมเกิดการเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤต

5. การกำหนดวิธีการแก้ไข ถ้าผลการติดตามพบว่ากระบวนการผลิตมีความผิดพลาดหรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะต้องมีการแก้ไขที่ถูกต้อง วิธีการแก้ไขในแต่ละจุดมีลักษณะเฉพาะขึ้นอยู่กับผลการติดตามในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต การตัดสินใจควรอยู่บนพื้นฐานของอันตราย ความรุนแรง และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

6. การกำหนดวิธีการทวนสอบ การกำหนดวิธีการทวนสอบเป็นการดำเนินการประเมินผลการดำเนินงานทั้งระบบว่ามีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใด ความถี่ในการทวนสอบต้องเพียงพอและยืนยันได้ว่าระบบมีการดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ

7. การกำหนดระบบเอกสารและการเก็บบันทึกข้อมูล ประกอบด้วยเอกสารในระบบการปฏิบัติงานและวิธีปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) รวมทั้งเอกสารและบันทึกในระบบ HACCP ทั้งหมดที่ต้องจัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบการแจกจ่ายให้ผู้ที่ใช้งานได้รับเอกสารและแบบฟอร์มบันทึก ณ จุดใช้งาน เพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานและการสืบค้นข้อมูล

จากการศึกษาการนำระบบ HACCP มาควบคุมการเตรียมนมสำหรับเด็กอ่อนของโรงพยาบาลในประเทศอิตาลี เนื่องจากการเตรียมนมสำหรับเด็กอ่อนมีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องและมีระดับความเสี่ยงและโอกาสเกิดอันตรายสูง พบขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) 4 จุด ได้แก่ ขั้นตอนการผสมนมผงกับน้ำร้อน ขั้นตอนการแช่เย็น ขั้นตอนการอุ่นนมและขั้นตอนการเก็บรักษา ก่อนที่จะนำไปเสริฟให้เด็กอ่อน ซึ่งเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม ได้แก่ มือของผู้จัดเตรียม และอุปกรณ์ที่สัมผัสกับวัตถุดิบ รวมทั้งการปนเปื้อนมากับวัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมอาหารเด็กอ่อน (Almeida *et al.,* 1999)

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของตัวอย่างอาหารพร้อมบริโภค (สลัดผักสด)ของโรงครัวโรงเรียน จำนวน 4 แห่ง พบว่าหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP สลัดผักสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, Psychrotrophic bacteria และ Enterobacteriaceae ลดลงกว่าก่อนประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยลดลงเหลือร้อยละ 78.41, 76.76 และ 59.44 ของค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบก่อนประยุกต์ใช้ระบบ ทั้ง 4 แห่ง ตามลำดับ และไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli, C. perfringens, Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Lancefield group, S.aureus* และ *Streptococci* spp. อาจเนื่องจากพนักงานได้รับการอบรมเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิตและวิธีการปฏิบัติมาตรฐาน เช่น ขั้นตอนการล้างแครอท ผักกาดหอม แตงกวา ผลมะกอก กะหล่ำปลีม่วง และมะเขือเทศ หลังจากการตัดแต่งได้ล้างด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 70 มิลลิกรัม/ลิตร ตามด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดส่งผลต่อการลดเชื้อจุลินทรีย์ทำให้หลังประยุกต์ใช้ระบบพบจุลินทรีย์น้อยลงและสามารถควบคุมการปนเปื้อนข้ามระหว่างกระบวนการผลิต (Magdalena *et al.,* 2000)

ผลของการใช้ระบบ HACCP ต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไข่เจียวออมเลตผลิตโดยโรงอาหารของมหาวิทยาลัย ประเทศสเปน พบว่าหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์ทั้งหมด ลดลงจาก 2.90-3.63 เหลือ 1.60-2.13 โคโลนีต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกำหนดผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคของประเทศสเปน (5.0 x 10 โคโลนีต่อกรัม) ส่วนปริมาณ *E. coli* ลดลงจากร้อยละ 21.0 เหลือร้อยละ 1.0 ของจำนวนตัวอย่างอาหารทั้งหมด และไม่พบการปนเปื้อนของ *S. aureus*, *E. coli* O157 : H7, *Salmonella* spp., *C. perfringens* และ *L. monocytogenes* ในไข่เจียวออมเลต (Soriano *et al.*, 2002)

การรวบรวมข้อมูลการควบคุมความปลอดภัยของอาหารพร้อมบริโภคจากศูนย์จำหน่ายอาหารและร้านอาหาร ประเทศไต้หวัน พบว่า การขาดความรู้ ความเข้าใจ และการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) ในกระบวนการผลิตเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *E.coli, V. parahaemolyticus, S.aureus* และ *B.cereus* ทั้งนี้ได้มีการแนะนำให้นำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคได้อย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) (Jeng *et al.,* 2003) สอดคล้องกับการทดลองใช้ระบบ HACCP ควบคุมอันตรายทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์ซึ่งวางขายในศูนย์จำหน่ายอาหารเมือง Ferrara ประเทศอิตาลี สามารถลดการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Salmonella* spp.ในผลิตภัณฑ์ เหลือร้อยละ 7.8 และร้อยละ 2.7 ของปริมาณเริ่มต้น ตามลำดับ (Legnani *et al.,* 2004)

สุวิมล แก้วแดง (2546) ประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในการผลิตผลิตภัณฑ์แกงป่าไก่ ซึ่งทำการผลิตในโรงครัวโรงพยาบาลระโนด จังหวัดสงขลา พบว่าคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แกงป่าไก่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) แม้ว่าจะผ่านการปรุงสุกมานานถึง 4 ชั่วโมง ในขณะที่ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ภายใน 2 ชั่วโมงเท่านั้น

ทิพย์วรรณ อรัญดร (2548) ประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูปของกลุ่มสตรีชุมชนอิสลามบ้านตรับ ตำบลจะโหนง อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา พบว่าคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ประกอบด้วย จุลินทรีย์ทั้งหมด, *B. cereus* และ *S. aureus* ลดลงกว่าก่อนการประยุกต์ใช้ระบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 68, 100 และ 76 ตามลำดับซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536)

3. ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

3.1 ลักษณะและมาตรฐานคุณภาพ

ผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อปลาชนิดต่างๆ เช่น ปลาโอ ปลากะพง ปลาอินทรีย์ มาตัดแต่งให้เป็นชิ้นหรือเส้น หรือบด เติมเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล ซีอิ๊วขาว อาจผสมเครื่องเทศหรือสมุนไพร เช่น กระเทียม เมล็ดผักชี เคล้าให้เข้ากัน หมักทิ้งไว้ นำไปทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือจากแหล่งพลังงานอื่น แล้วทอดหรือย่างให้สุก ตามรายละเอียดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาปรุงรสพร้อมบริโภค เลขที่ 301/2547 (สมอ, 2547) ระบุว่าผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไป ต้องมีรูปทรง และขนาดใกล้เคียงกัน อาจแตกหักได้บ้าง ไม่มีรอยไหม้
2. ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง
3. สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ อาจมีสีคล้ำได้บ้าง
4. กลิ่นและรส ต้องมีกลิ่นและรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นและรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม
5. สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
6. วัตถุเจือปนอาหาร
   - ห้ามใช้วัตถุกันเสียและสีทุกชนิด
   - หากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
   - สารกันหืน บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซลและบิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
7. ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต้องไม่เกิน 0.6
8. ค่าเพอร์ออกไซด์ (กรณีผ่านการทอด) ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
9. จุลินทรีย์ จุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน $1x10^3$ โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม และเอสเชอริเชีย โคไล น้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อตัวอย่าง 1 กรัม

นอกจากนี้ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ดังนี้

โคลิฟอร์ม	น้อยกว่า 500 เอ็มพีเอ็นต่อตัวอย่าง 1 กรัม
สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

บาซิลลัส ซีเลียส	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม
คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่างอาหาร 0.01 กรัม
วิบริโอ พาราฮีโมไลติคัส	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่างอาหาร 25 กรัม
ซาลโมเนลลา	ไม่พบ ต่อ ตัวอย่างอาหาร 25 กรัม

3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาปรุงรส

การผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การนำเนื้อปลาทูน่านวดผสมกับเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ นำไปทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น แล้วทอดให้สุก

ประวีณา ว่องไว และอารีย์ เดชเพชร (2546) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแผ่นผสมสมุนไพร พบว่า ปริมาณสมุนไพร ได้แก่ ขิง ตะไคร้ ใบมะกรูด หั่นฝอย ปริมาณ 5, 10 และ 5 กรัม ตามลำดับ มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

จีรพงษ์ บัวพันธ์ และนิทรา ศรีสวัสดิ์ (2548) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวกล้องในปลาบดแผ่นจากปลาดุก พบว่าการใช้เนื้อปลาดุก ร้อยละ 83.10 แป้งข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการนึ่ง ร้อยละ 5 ซีอิ๊วขาว ร้อยละ 3.56 ซีอิ๊วดำ ร้อยละ 0.60 พริกไทยป่น ร้อยละ 1.77 น้ำตาลทราย ร้อยละ 9.97 ลูกผักชี ร้อยละ 1.00 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 2.71 ค่า a_w 0.814 ปริมาณโปรตีน 9.48

เกศรินทร์ สมกาย และคณะ (2549) พัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสอบแห้งและอายุการเก็บรักษา พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรปลาสมุนไพร ซึ่งประกอบด้วย ปลากะตัก น้ำตาลทราย ซอสปรุงรส กระเทียมเจียว พริกขี้หนูบดป่น พริกขี้หนูทอด ตะไคร้ทอด กระเทียมทอด ใบมะกรูดทอดน้ำ ร้อยละ 44.84, 8.97, 8.97, 4.48, 1.35, 4.48, 8.97, 6.73, 6.73 และ 4.48 ตามลำดับ จากการศึกษาผลของของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กล่องพลาสติกร่วมกับสารดูดออกซิเจน, ถาดพลาสติกหุ้มด้วยพลาสติกร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน และถุงฟอย์ดร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (28 $\pm$ 2 °ซ) วิเคราะห์คุณภาพทุก 7 วัน ดังนี้ คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี (ปริมาณ Thiobarbituric acid reactive substances : TBARS, ปริมาณความชื้น) ทางจุลชีววิทยา (ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์รา) ทางกายภาพ (ค่าวอเตอร์แอกติวิตี : a_w) พบว่า บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสอบแห้งแตกต่าง โดยผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสอบแห้งที่บรรจุในถาดพลาสติกหุ้มด้วยพลาสติกร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน และถุงฟอย์ดร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน มีอายุเก็บรักษามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในกล่องพลาสติกร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน ซึ่งมีอายุเก็บรักษา 28 และ 21วัน ตามลำดับ

3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ผ่านการทอดและมีปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีในระดับต่ำ เมื่อนำมาเก็บรักษาอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้ดังนี้

3.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง โดยทั่วๆไปจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ผลิตภัณฑ์จะดูดความชื้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียว (Paine and Paine, 1992)

3.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพและมีกลิ่นเหม็นหืน ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสต้องผ่านขั้นตอนการทอดทำให้เกิดการสะสมน้ำมันในตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง เมื่อมีการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้

ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสจะเกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นเหม็นหืน (Matsushita, 1990) ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยา เช่น แสง อุณหภูมิ เอนไซม์ และโลหะ เป็นต้น (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548) เมื่อไขมันเกิดการออกซิเดชันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขั้นปฐมภูมิ ได้แก่ ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และผลิตภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ ได้แก่ คีโตน และอัลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อาหารมีกลิ่นรสผิดปกติ (St. Angelo, 1996) สำหรับวิธีที่นิยมใช้ในการติดตามการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์ โดยการวัดค่า TBARS และรายงานผลอยู่ในรูปของมิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง Connell (1995) รายงานว่าค่า TBARS ที่สูงกว่า 1 - 2 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม จะเป็นดัชนีชี้วัดการเกิดกลิ่นหืนของอาหารได้

3.3.3 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ที่มักทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเสื่อมเสียส่วนมาก คือ รา เนื่องจากผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่มีค่าวอเตอร์แอกติวีตีต่ำกว่า 0.6 ซึ่งจุลินทรีย์ประเภทอื่นๆไม่สามารถเจริญได้ (Fennema, 1996) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ระยะเวลานานขึ้น ถ้าไม่มีการควบคุมคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาอาจส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นจนถึงระดับที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสีย

ปัทมกร พรหมจรรย์ (2546) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งในระหว่างเก็บรักษา พบว่า ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่บรรจุในถุงโพลิเอทิลีนชนิด

Nylon/ Aluminum foil /LLDPE เก็บรักษาที่ 30 $\pm$ 2 °ซ เป็นระยะเวลา 56 วัน โดยระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี และปริมาณ TBARS ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยวันที่ 0 และวันที่ 56 มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 19.6 เป็น 19.8 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเพิ่มขึ้นจาก 0.65 เป็น 0.67 และค่า TBARS เพิ่มขึ้นจาก 2.70 เป็น 3.86 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ขณะที่ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่างซึ่งไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้งปรุงรส ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งจึงมีความปลอดภัยในการบริโภคตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 56 วัน และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสมีคะแนนการยอมรับมากกว่า 3 (วิธี Hedonic scale 5 คะแนน) ยังคงได้รับการยอมรับของผู้ทดสอบชิมตลอดอายุการเก็บรักษา 56 วัน

การป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ส่งผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

4. บรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุ

4.1 บรรจุภัณฑ์ มีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะช่วยรักษาคุณภาพอาหาร ป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และใช้ในการโฆษณาทางการตลาด ดังนั้นสมบัติของบรรจุภัณฑ์ที่สำคัญ คือ ต้องไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณค่าหรือด้อยคุณภาพลง กล่าวคือ ตัวบรรจุภัณฑ์เองไม่ไปทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ยังต้องทำหน้าที่ช่วยเก็บกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหารไว้และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของอาหารที่อาจเกิดจากสิ่งแปลกปลอมจากบรรยากาศซึมผ่านผิวของบรรจุภัณฑ์เข้าไปทำปฏิกิริยาหรืออาจเกิดจากกลิ่นที่อยู่ในอาหารถูกดูดซึมโดยบรรจุภัณฑ์หรือกลิ่นซึมผ่านออกสู่บรรยากาศภายนอก

ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเป็นผลิตภัณฑ์ทอด ไวต่อความชื้น ก๊าซออกซิเจน สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับอากาศโดยรอบได้ง่าย วิธีป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันที่ดีที่สุด คือ การเก็บหรือบรรจุในสุญญากาศหรือก๊าซเฉื่อย (ไพโรจน์ วิริยะจารี, 2539) หรืออาจใช้สารดูดซับออกซิเจน ซึ่งสารชนิดนี้สามารถรักษาระดับความเข้มข้นได้ตลอดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ขึ้นกับการเลือกใช้ปริมาณสารให้เหมาะสมกับขนาดบรรจุ และชนิดของผลิตภัณฑ์

สมบัติของบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทอดหรืออาหารที่มีความชื้นต่ำ ประกอบด้วย

- การป้องกันการซึมผ่านไอน้ำ บรรจุภัณฑ์ที่ดีต้องสามารถป้องกันไอน้ำจากสภาวะอากาศรอบๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไปในภาชนะบรรจุ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารชื้น เกาะกันเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้เกิดราและทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในอาหารเกิดเร็วขึ้น เช่น การเหม็นหืน สมบัติบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดการออกซิเดชั่นได้ง่ายมีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำไม่เกิน 4-6 กรัมต่อ 1 ตารางเมตรต่อ 1 บรรยากาศต่อ 24 ชั่วโมง (Paine and Paine, 1992)
- การป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในสภาวะอากาศรอบๆ ผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์และสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในผลิตภัณฑ์ ทำให้สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะการเหม็นหืนส่งผลให้เกิดการไม่ยอมรับของผู้บริโภคและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จะสั้นลงเนื่องจากการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิด เช่น รา สมบัติบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดการออกซิเดชั่นได้ง่ายมีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนไม่เกิน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 1 ตารางเมตรต่อ 1 บรรยากาศต่อ 24 ชั่วโมง (Paine and Paine, 1992)
- การป้องกันการซึมผ่านของไขมัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสต้องผ่านกระบวนการทอดทำให้มีการสะสมของไขมันในผลิตภัณฑ์ หากใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ ไขมันในผลิตภัณฑ์จะซึมผ่านบรรจุภัณฑ์เกาะอยู่ที่ผิวด้านนอกของบรรจุภัณฑ์ทำให้ถูกออกซิไดส์ได้ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเหม็นหืน และลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วัสดุที่นิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์อาหาร ได้แก่ พลาสติก (plastic) ฟิล์มพลาสติกหลายชั้น (laminated film) เนื่องจากมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซต่างๆได้ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541) และฟิล์มเคลือบโลหะ (metallized film) มีคุณสมบัติเป็นมันเงา เบา และอ่อนตัวป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ความชื้น แสงได้ดี อัตราการซึมผ่านของออกซิเจนน้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง และอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ 0.5-0.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง สำหรับบรรจุภัณฑ์พลาสติกทำมาจากโพลิเมอร์หรือโคโพลิเมอร์ของพลาสติก ที่นิยมนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้มีความเหมาะสมกับการบรรจุผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น โดยการใช้พลาสติกลามิเนทประกบกับแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้ได้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นพลาสติกชนิดที่ไม่ยอมให้อากาศซึมผ่านได้ ซึ่งนิยมใช้สำหรับการบรรจุในสภาพบรรยากาศควบคุม พลาสติกที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารมีหลายประเภท พอสรุปได้ดังนี้ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)

- พลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน (Polypropelene: PP) พอลิโพรพิลีนมักรู้จักกันในนามถุงร้อนและสามารถใช้เป็นองค์ประกอบหนึ่งของถุง Retort pouch พลาสติกในกลุ่มพอลิโพรพิลีนมีหลายชนิด ได้แก่ Oriented Polypropylene (OPP) และ Cast Polypropylene (CPP) สมบัติเด่นของพอลิโพรพิลีน คือ ใส สามารถป้องกันความชื้นและจุดหลอมเหลวที่สูงทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อนแต่ข้อเสียคืออุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้นทำให้เชื่อมติดกันได้ยาก โดยเฉพาะ OPP ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย

- พลาสติกชนิดพอลิไวนิลลิดีนคลอไรด์ (Polyvinylidene Chloride -PVDC) หรือรู้จักกันในชื่อทางการค้าว่า “Saran” สมบัติที่เด่นของ PVDC คือ โปร่งใส มีความมันวาว เหนียว ทนทานต่อสารเคมี ยกเว้นด่างแก่ เอสเทอร์ และคีโทน ดูดซึมน้ำได้ต่ำ ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ก๊าซ กลิ่น ไขมันและน้ำมันได้ดีมาก ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี ในช่วงอุณหภูมิ 120-150 °ซ มีความปลอดภัยในการใช้กับอาหารและยาได้

- พลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate- PET) สมบัติ คือ ความใสแววับเป็นประกาย สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซ เช่น อาหารขบเคี้ยว นอกจากนี้ PET ยังมีสมบัติเด่นอีกหลายประการ เช่น ทนแรงยืดและแรงกระแทกเสียดสีได้ดี จุดหลอมเหลวสูง แต่มีข้อด้อย คือ ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและเปิดฉีกยาก

4.2 สภาวะการบรรจุ นอกจากการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการช่วยชะลอการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส สภาวะการบรรจุเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญในการชะลอการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีหลายแบบ เช่น

4.2.1 Controlled Atmosphere Packaging (CAP) หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารภายใต้สภาวะบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้จะคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา โดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุ อัตราส่วนของก๊าซเริ่มต้น วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการเก็บรักษา (Parry, 1993)

4.2.2 Gas-Flush Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดใด ชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซไนโตรเจน โดยการพ่นก๊าซไนโตรเจนเข้าแทนที่อากาศภายในบรรจุภัณฑ์ วิธีนี้นิยมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

4.2.3 Vacuum Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการไล่อากาศทั้งหมดในบรรจุภัณฑ์ออกไปก่อนปิดผนึก และไม่มีการพ่นก๊าซใดเข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายใน และภายนอกบรรจุภัณฑ์

ภัทรชนก ธีรธีติ (2541) ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวอบกุ้งปรุงรสกึ่งสำเร็จรูปพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตที่อุณหภูมิ 25 และ 35 °ซ ผลิตภัณฑ์ไม่มีการเสื่อมคุณภาพตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 °ซ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านสี และเมื่อนำมาคืนรูปเมื่อเก็บไว้ครบ 3 สัปดาห์ ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม

Gopal และคณะ (1997) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาแอนโชวี่แห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0.025 μm Low-density polyethylene (LDPE) และ 12 μm Polyethylene terephthalate /0.02 μm LDPE film (PET/ LDPE) ภายใต้อุณหภูมิห้อง (±30 °ซ) พบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาในถุง PET/LDPE มีอายุเก็บรักษานานกว่า LDPE ระยะเวลาเก็บรักษา 32 และ 12 สัปดาห์ตามลำดับ โดยที่ระยะเวลา 4 เดือน ตัวอย่างซึ่งเก็บในถุง LDPE จะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 15 เป็น 16.47 แต่ตัวอย่างซึ่งเก็บในถุง PET/ LDPE ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากถุง PET/ LDPE มีอัตราการซึมผ่านไอน้ำ (WVTR) ต่ำกว่า ถุง LDPE โดยมีค่า 6.0 และ 6.7 กรัม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ/37 °ซ/ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ90 ตามลำดับ ที่ระยะเวลา16 สัปดาห์ ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value : PV) ของตัวอย่างซึ่งเก็บในถุง LDPE มีค่า PV มากกว่าตัวอย่างซึ่งเก็บในถุง PET/PE ได้แก่ 13.6 และ 6.11 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของไขมันตามลำดับ เนื่องจากอัตราการซึมผ่านก๊าซออกซิเจน (OTR) ของถุง PET/ LDPE ต่ำกว่า ถุง LDPE โดยมีค่า 6.0 และ 6.7 ซม^3/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ/37 °ซ/ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ90 ตามลำดับ

Bugueño และคณะ (2003) ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาแซลมอนรมควันที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ และเก็บในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 40) ในถุงลามิเนตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °ซ ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์ พบว่าที่สภาวะการเก็บรักษาทั้ง 2 แบบสามารถเก็บรักษาได้ 25 วัน (โดยใช้ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน) แต่ปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางกายภาพ ที่สภาวะการเก็บรักษาทั้ง 2 แบบ ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยการเก็บรักษาภายใต้สุญญากาศทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และความชุ่มฉ่ำลดลง

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ และคณะ (2549) วิจัยและพัฒนาเทคนิคการบรรจุผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาดุก และซูริมิปลาดุกเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา ได้แก่

- ปลาดุกแดดเดียววางบนถาดพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) แล้วปิดผนึกด้วยแผ่นฟิล์มแนบผิว กับใส่ถาดชนิดพอลิเอททีลีนเธอแรฟทาเรท (PET) บรรจุในถุงชนิดพอลิไวนิลิดีนคลอไรด์ (PVDC) เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-10 °ซ เก็บรักษาได้นาน 1 เดือน
- น้ำพริกปลาดุกคั่วบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ กระปุกพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน (PP) และพอลิสไตรีน (PS) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยตัวอย่างที่บรรจุในกระปุกชนิด PP และในถุงเปลวอลูมิเนียมมีกลิ่นดีกว่าที่บรรจุในกระปุก PS
- ผลิตภัณฑ์ห่อหมกซูริมิปลาดุกบรรจุในถาดพลาสติกชนิด PP ปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติกเก็บรักษาที่ 4-10 °ซ ได้นาน 8 สัปดาห์
- ไส้กรอกซูริมิปลาดุกบรรจุในถุง Nylon/PE ในสภาวะสุญญากาศและบรรยากาศปกติเก็บรักษาในน้ำ แข็ง (0 ± 2 °ซ) และตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-10 °ซ สามารถคงคุณภาพดีได้นาน 7 สัปดาห์ นอกจากสภาวะการบรรจุที่กล่าวมาในข้างต้น เรายังสามารถเลือกใช้สภาวะการบรรจุที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจน เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์อาหารบางประเภท เช่น อาหารแห้ง หรืออาหารกึ่งแห้ง เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารดังกล่าวสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเนื่องจากการสัมผัสกับออกซิเจนที่มากเกินพอ ก่อให้เกิดการเหม็นหืน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การปรับสภาวะบรรยากาศของการบรรจุ โดยการแทนที่อากาศบางส่วนหรือทั้งหมดด้วยก๊าซชนิดอื่น เช่น ไนโตรเจน ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว การเลือกใช้สารดูดซับออกซิเจนก็ถือว่าเป็นการปรับสภาวะการบรรจุอีกแบบหนึ่ง โดยมีหน้าที่ดูดหรือลดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่มีในภาชนะบรรจุอาหารให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน ป้องกันกลิ่นเหม็นหืน และการเปลี่ยนแปลงสีในเนื้อ และระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

สารดูดซับออกซิเจน (Oxygen absorber) หรือชื่อทางการค้า เช่น Ageless, Wonderkeep เป็นต้น องค์ประกอบส่วนใหญ่ของสารดูดซับออกซิเจนเป็น active iron oxide ซึ่งหลังจากดูดก๊าซออกซิเจนแล้วจะเปลี่ยนรูปเป็น oxidized iron และ iron hydroxide ที่เสถียร (Lin and Chang, 1987; Labuza, 1987) การใช้สารดูดซับออกซิเจน เพื่อช่วยดูดซับออกซิเจนที่มีอยู่ในช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์โดยปฏิกิริยาเคมี ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์ภายหลังการบรรจุนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการซึมผ่านของออกซิเจนของวัสดุบรรจุที่เลือกใช้ ประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุ ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และความสามารถในการดูดซับก๊าซของผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาของผงเหล็กที่ใช้เป็นสารดูดซับออกซิเจน (จุติมา นพวิชัย, 2539)

$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2\ electron$

$1/2O_2 + H_2O + 2electron \longrightarrow 2OH^-$

$Fe^{2+} + 2(OH)^- \longrightarrow Fe(OH)^2$

$Fe(OH)_2 + 1/4\ O_2 + 1/2\ H_2O \longrightarrow (OH)_3$

ในสภาพปราศจากออกซิเจนนี้ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตและป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารตลอดการเก็บรักษา เพราะระหว่างการเก็บรักษาจะมีก๊าซออกซิเจนเข้าออกภาชนะบรรจุตลอดเวลา เนื่องจากวัสดุบรรจุที่นิยมนำมาใช้ป้องกันก๊าซออกซิเจนผ่านเข้ามาภายในได้ไม่สมบูรณ์ การควบคุมปริมาณก๊าซนี้ให้ต่ำกว่าร้อยละ 0.4 ตลอดอายุการเก็บรักษานั้นจำเป็นต้องใช้สารดูดซับออกซิเจนเข้ามาช่วย ซึ่งการใช้สารดูดซับออกซิเจนจะช่วยให้ปริมาณออกซิเจนที่เหลืออยู่ในภาชนะบรรจุเพียงร้อยละ 0.01 และก๊าซออกซิเจนที่ผ่านเข้ามาระหว่างการเก็บรักษาก็จะถูกสารนี้ดูซับไว้ด้วย แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้สารดูดซับออกซิเจนที่มีปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้สามารถควบคุมความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะไม่ให้เกินร้อยละ 0.4 ได้ตลอดอายุการเก็บรักษา เชื้อราก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ขณะที่การใช้ก๊าซเฉื่อย หรือการบรรจุแบบสุญญากาศ จะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเหลืออยู่ในภาชนะบรรจุไม่เกินร้อยละ 0.5 (Salmimem, 1996) จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่า Thiobarbituric acid (TBA) ของผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูปในอะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะปกติพร้อมสารดูดซับออกซิเจนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °ซ เป็นระยะเวลา 4 เดือน จะมีค่า TBA ต่ำกว่าการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ สภาวะก๊าซไนโตรเจน และสภาวะปกติ (3.95, 4.51, 6.12 และ6.27 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ) แสดงว่าการบรรจุที่สภาวะปกติพร้อมสารดูดซับออกซิเจนจะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากก๊าซออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาถูกดูดจับไว้โดยสารดูดซับออกซิเจนทำให้ค่า TBA ต่ำกว่าการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะอื่นๆที่กล่าวมา สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ที่ระยะเวลาเริ่มต้นและที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน มีค่า TBA จาก 5.23 เพิ่มเป็น 6.19 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (จิตภัทร แย้มแพ, 2541)

Berenzon และ Saguy (1998) ศึกษาการใช้สารดูดซับออกซิเจนในการยืดอายุเก็บรักษาแครกเกอร์ในกระป๋องเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15, 25 และ 35 °ซ เป็นระยะเวลา 52 สัปดาห์ โดยปริมาตรบรรจุแครกเกอร์ 1.5 กิโลกรัม ใช้สารดูดซับออกซิเจนขนาด 300 กรัม (D-300) วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างที่ไม่มีสารดูด

ซับออกซิเจน ซึ่งเก็บรักษาที่ 35 °ซ จะเพิ่มการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของผลิตภัณฑ์ โดยจะมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา และจะมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงสุดที่ระยะเวลาเก็บรักษา 40 สัปดาห์ ในขณะที่แครกเกอร์ซึ่งบรรจุในกระป๋องร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน เก็บรักษาที่ 15 และ 25 °ซ จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในระดับต่ำ โดยจะมีค่าเปอร์ออกไซด์คงที่ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 17 และ 10 สัปดาห์ ตามลำดับ เนื่องจากอุณหภูมิเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลต่อให้ค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นเหม็นหืนเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบจะไม่ยอมรับกลิ่นรสเหม็นหืนของแครกเกอร์ซึ่งบรรจุในกระป๋องที่มีและไม่มีสารดูดซับออกซิเจน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 24 และ 44 สัปดาห์ ตามลำดับ เนื่องจากการใช้สารดูดซับออกซิเจนจะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ระยะเวลาการเก็บรักษาแครกเกอร์ในกระป๋องที่มีสารดูดซับออกซิเจนจึงนานกว่ากระป๋องที่ไม่ใช้สารดูดซับออกซิเจน

Tarr และ Clingeleffer (2005) ศึกษาการใช้สารดูดซับออกซิเจนเพื่อกำจัดมด แมลงในบรรจุภัณฑ์องุ่นแห้ง และผลของการใช้สารดูดซับออกซิเจนต่อค่าสีขององุ่นแห้ง โดยบรรจุองุ่นแห้ง 500 กรัม ในถุงพลาสติกชนิด Nylon/PVDC/EVA ร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน ขนาด 100 กรัม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 22.5, 15 °ซ พบว่า ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ระยะเวลาเก็บรักษา 45 วัน ไข่และดักแด้ของมด และแมลงจะไม่สามารถจะเจริญเติบโตได้ เช่นเดียวกับที่อุณหภูมิ 22.5 และ30 °ซ ที่ระยะเวลา 20 และ 9 วัน มด และแมลงจะตายทั้งหมด เนื่องปริมาณออกซิเจนในถุงพลาสติกมีปริมาณน้อยลงจนทำให้ไข่ และดักแด้ ของมด และแมลง ไม่สามารเจริญเติบโตได้ และตายไปในที่สุด ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารดูดซับออกซิเจนสามารถกำจัดมด แมลงได้ และส่งผลให้อายุเก็บรักษาขององุ่นแห้งได้นานขึ้น

5. อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บรักษาสามารถทำให้ผู้ผลิตกำหนดวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้ผู้บริโภคทราบและรับประกันว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลานี้มีคุณภาพตรงตามที่แจ้งไว้ในฉลาก ถ้าผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษาในระยะเวลายาวนาน การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปสามารถทำได้ 4 วิธี (Labuza, 1985) คือ การใช้ข้อมูลที่เคยมีอยู่แล้วมาประเมิน (Literature values) การหาฟังก์ชันของ Distribution turnover time การใช้สภาวะที่ไม่ปกติ (Abuse test) และการทดสอบที่สภาวะเร่ง (Accelerated shelf life testing: ASLT) ในที่นี้จะมุ่งเน้นไปที่การประเมินอายุ

การเก็บรักษาโดยการทดสอบที่สภาวะเร่งเป็นหลัก เนื่องจากวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการที่เหมาะสมและนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยทำการประเมินมาก่อน หลักการของการทดสอบที่สภาวะเร่งเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การสลาย (Degradation) และการสร้าง (Formation) ทั้งในแง่กายภาพ เคมี ชีวภาพ หรือประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์อาหาร ภายใต้ภาวะปัจจัยของผลิตภัณฑ์ (Composition factors) และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ (Environmental factors) ณ ระยะเวลาหนึ่งๆ แล้วจะอาศัยหลักการทางจลนศาสตร์ (Kinetic approach) เพื่อคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สนใจจากนั้น จึงนำไปประเมินและพยากรณ์หาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

Q_{10} เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิการเก็บรักษาซึ่งผลของอุณหภูมิต่อปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหาร โดยมีสัดส่วนระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิหนึ่งต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลง 10 °ซ (Labuza, 1982) จริยา คุณะวิภากร (2542) ศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวพองผสมเนยถั่วลิสง โดยวิธีเร่งภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 2 สภาวะ คือ อุณหภูมิ 30 และ 40 °ซ และเก็บผลิตภัณฑ์ที่สภาวะควบคุมที่อุณหภูมิ -20 °ซ เพื่อใช้เป็นตัวอ้างอิงโดยการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ทุก 7 วัน ดังนี้ ค่าแรงตัดทางด้านเนื้อสัมผัส ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ค่าสี L*a*b* ค่า TBA และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวพองผสมเนยถั่วลิสงโดยใช้คุณลักษณะด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์เป็นดัชนีบอกการไม่ยอมรับของผู้บริโภค ทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 °ซ จะมีอายุการเก็บรักษา 91 วัน

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้งแห้งบรรจุในถุงลามิเนตชนิด Nylon/LLDPE ที่สภาวะต่างๆ พบว่าที่อุณหภูมิห้อง (30±2 °ซ) กุ้งแห้งที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ และสภาวะปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน มีอายุการเก็บรักษา 70 และ 105 วัน ตามลำดับ จะเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและราเกินเกณฑ์มาตรฐาน มอก. เลขที่ 1003-2533 เรื่อง กุ้งแห้ง ส่วนกุ้งแห้งที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศและสภาวะปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °ซ โดยวิธีทำนายอายุการเก็บรักษาจากการหาค่า Q_{10} จะมีอายุการเก็บรักษา 248 และ 359 วัน ตามลำดับ สรุปได้ว่า กุ้งแห้งที่บรรจุภายใต้สภาวะปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจนจะมีอายุการเก็บรักษามากกว่าการบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศในทุกอุณหภูมิ (วรรณิยา โสภักดี, 2544)

García และคณะ(2008) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลโอลีฟสุก ซึ่งเก็บในกระป๋อง หรือเหยือก โดยใช้วิธีทดสอบเร่งสภาวะการเก็บ โดยทดสอบคุณภาพที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ เก็บผลิตภัณฑ์สภาวะควบคุมที่อุณหภูมิ 20 °ซ เพื่อใช้เป็นตัวอ้างอิง ตรวจสอบคุณภาพที่ประกอบด้วย พีเอช สี ความแน่นเนื้อ แคลเซียม และเหล็ก พบว่าการทำนายอายุการเก็บรักษาผลโอลีฟสุก โดยใช้

คุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เป็นดัชนีบอกการไม่ยอมรับของผู้บริโภค ทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ จะมีอายุการเก็บรักษา 1080 วัน

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาระบบความปลอดภัยในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสตามมาตรฐานระบบ HACCP
2. ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ และสภาวะการบรรจุที่เหมาะสมโดยการหาค่า Q_{10}

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส
   - ปลาทูน่า พันธุ์ *Thunnus tonggol*
   - เครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ ประกอบด้วย น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น น้ำมันพืช และเมล็ดผักชีแห้ง
2. บรรจุภัณฑ์ จากบริษัทเจนจรัสเคมซัพลาย จำกัด ประเทศไทย ประกอบด้วย
   - ถาดพลาสติกพอลิเอทธิลีน เทเรฟธาเลต (PET) หนา 0.10 มิลลิเมตร ขนาด 13.5 x 18.5 x 2.0 เซนติเมตร
   - ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน (PP) หนา 0.08 มิลลิเมตร ขนาด 17.0 x 25.0 เซนติเมตร ถุงพลาสติกพอลิไวนิลลิดีน คลอไรด์ (PVDC) หนา 0.08 มิลลิเมตร ขนาด 17.0 x 25.0 เซนติเมตร
   - ถุงพลาสติกไนลอน/อะลูมิเนียมฟอล์ย/แอลแอลดีพีอี (Nylon/Aluminium foil/LLDPE) หนา 0.08 มิลลิเมตร ขนาด 17.0 x 25.0 เซนติเมตร
3. สารดูดซับออกซิเจน ยี่ห้อ WonderKeep รุ่นRP 200 ขนาด 5.0 x 6.0 เซนติเมตร จากบริษัท เจนจรัสเคมซัพลาย จำกัด ประเทศไทย
4. สารเคมี สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (Analytical Reagent Grade)
   - ปริมาณความชื้น (AOAC., 2000)
   - ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ใช้ Lane and Eynon Volumetric method (AOAC, 2000)
   - ปริมาณเกลือ ในรูปของ NaCl ใช้ Titration method (AOAC, 2000)
   - ปริมาณฮีสตามีนใช้ Fluorometric method (AOAC, 2000)
   - ปริมาณ Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (Buege and Aust, 1978)
5. วัสดุและอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Analytical Reagent Grade) ตามวิธี BAM (2001) ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย, *Escherichia coli* , *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Salmonellae* spp., *Clostidium perfringens* และ *Vibrio parahaemolyticus*

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเตรียมวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ได้แก่
   - อุปกรณ์เครื่องครัวต่างๆ เช่น กระทะ ถาด ตะหลิว กะละมัง มีด เขียง เป็นต้น
   - ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ DRYER รุ่น TDII ประเทศไทย
   - เครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน ยี่ห้อ FJ รุ่น SFM-300 ประเทศมาเลเซีย
   - เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB 204 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วย
   - Dial Micrometer ยี่ห้อ GOTECH รุ่น GT-313-A ประเทศไทย
   - เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ยี่ห้อ Suntex SP-701 จาก Suntex instruments ประเทศไต้หวัน
   - เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี ยี่ห้อ Novasina รุ่น TH200 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
   - เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่นTA XT2i ประเทศอังกฤษ
   - เครื่องวัดสียี่ห้อ Hunterlab รุ่น Colorflex ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ประกอบด้วย
   - เครื่องหาความชื้นยี่ห้อ Mettler รุ่น HG 53 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
   - เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV-16001 ประเทศออสเตรเลีย
4. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ประกอบด้วย
   - ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์ ยี่ห้อ KSL รุ่น V220 W1200 PHI TYPE 1B-H3 จาก บริษัท KSL เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ประเทศไทย
5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการทดลอง

1. สำรวจข้อมูลเบื้องต้นและสภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการชี้แจงรายละเอียด วัตถุประสงค์ของงานวิจัยให้กับกลุ่มแม่บ้าน จากนั้นสำรวจข้อมูลเบื้องต้นและอบรมให้ความรู้ ได้แก่
   - ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรฯ จุดอ่อน/จุดแข็งของกระบวนการผลิต ปัญหา

ของกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของสถานที่ผลิตและผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส เป็นต้น

- อบรมให้ความรู้และให้คำแนะนำในการผลิตที่ถูกต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ 301/2547 มาตรฐาน GMP ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543

2. พัฒนาระบบ HACCP ทั้ง 7 หลักการ 12 ขั้นตอน ร่วมกับกลุ่มผู้ผลิตในการดำเนินงานดังนี้
   - 2.1 จัดตั้งคณะทำงาน HACCP ประกอบด้วย สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสและผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต
   - 2.2 จัดทำรายละเอียดของผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นข้อมูลในการระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้น
   - 2.3 ระบุวัตถุประสงค์การนำผลิตภัณฑ์ ไปใช้
   - 2.4 จัดทำแผนภูมิการผลิต เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการผลิต
   - 2.5 ทวนสอบแผนภูมิการผลิตที่จุดการผลิตจริงเพื่อยืนยันความถูกต้องทั้งหมด
   - 2.6 ระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตรวมทั้งวัตถุดิบทุกชนิด พร้อมทั้งพิจารณามาตรการควบคุม
   - 2.7 กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมโดยใช้แผนผังการตัดสินใจ (CCP Decision tree)
   - 2.8 กำหนดค่าวิกฤตสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแต่ละจุด
   - 2.9 จัดทำระบบตรวจติดตามสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องการควบคุมในแต่ละจุด
   - 2.10 กำหนดวิธีการแก้ไข
   - 2.11 กำหนดกระบวนการทดสอบ เพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ที่จัดทำขึ้นมีการนำไปปฏิบัติจริงอย่างถูกต้อง รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการควบคุมการผลิต
   - 2.12 จัดทำระบบเอกสารและการจัดเก็บบันทึก ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการปฏิบัติและวิธีปฏิบัติ เมื่อมีการนำระบบ HACCP เข้าสู่การปฏิบัติ

3. ตรวจวิเคราะห์ผล ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ประกอบด้วย
   - 3.1 การปฏิบัติด้านสุขลักษณะ โดยปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในกระบวนการผลิต (GMP) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543
   - 3.2 วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ประกอบด้วย

- คุณภาพทางกายภาพ : สิ่งแปลกปลอมโดยวิธีการกรอง (Filth) ค่าสี (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี และค่าวอเตอร์แอกติวิตี ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี
- คุณภาพทางเคมี: ปริมาณความชื้น ปริมาณฮีสตามีนโดย Fluorometric method ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดย Lane and Eynon Volumetric method ปริมาณเกลือโดยใช้ Titration method (AOAC, 2000)
- คุณภาพทางจุลินทรีย์ : ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonellae* spp., *Clostidium perfringens* และ *Vibrio parahaemolyticus* (BAM, 2001)
- วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลโดย Paired-Samples T - Test (Steel & Torrie, 1980)

4. ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในระหว่างการเก็บรักษา

   ปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัย ประกอบด้วย

   1. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถาดพลาสติก PET และถุงพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก PP (ชุดควบคุม) ถุงพลาสติก PVDC และ ถุงพลาสติก Nylon/Aluminium foil/LLDPE หนา 0.08 มิลลิเมตร ขนาด 17.0 x 25.0เซนติเมตร
   2. สภาวะในการบรรจุ ได้แก่ สภาวะบรรยากาศปกติ (ชุดควบคุม) สภาวะพ่นแก๊สไนโตรเจน ร้อยละ 90 ของปริมาตรถุง และสภาวะบรรยากาศปกติพร้อมสารดูดซับออกซิเจน

      ปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

      {ปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ – (น้ำหนักอาหาร/ค่าความถ่วงจำเพาะของอาหาร)} x 1/5

      ปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ = กว้างxยาวxสูง (ลบ.ซม.)

      น้ำหนักอาหาร = ขนาดความจุของอาหาร (กรัม)

      ค่าความถ่วงจำเพาะของอาหาร = 1 (กรัม / ลบ.ซม.)

      1/5 = สัดส่วนของปริมาณออกซิเจนในอากาศ

      {17.0 x 25.0 x 2.0 – (50/1)} x 1/5 = 160 ลบ.ซม.

ดังนั้น ต้องใช้สารดูดซับออกซิเจนที่มีการดูดซับออกซิเจนมากกว่า 160 ลบ.ซม. ซึ่งกำหนดใช้สารดูดซับออกซิเจน ปริมาณ 200 กรัม เพื่อให้เพียงพอต่อการดูดซับออกซิเจนในภาชนะบรรจุ (เอกสารกำกับฉลากสารดูดซับออกซิเจน ชื่อทางการค้าWonderkeep , มปป)

3. อุณหภูมิในการเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

นำผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ผ่านการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณ 50 กรัม วางบนถาดพลาสติก PET ขนาด 11.5 x 17.0 x 2.0 เซนติเมตร แล้วบรรจุในถุงพลาสติกทั้งสามชนิด ภายใต้สภาวะการบรรจุที่ศึกษาและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ รวมชุดการทดลองทั้งหมด 3x3x3 เท่ากับ 27 ชุดการทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างเริ่มต้นและทุกๆ 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อประเมินคุณภาพต่างๆ ดังนี้

- คุณภาพทางกายภาพ : ค่าสี (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี ค่าพีเอช ด้วยเครื่องวัดค่าพีเอช และค่าวอเตอร์แอกติวิตี ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี
- คุณภาพทางเคมี : ปริมาณความชื้น(AOAC, 2000) ปริมาณ TBARS (Buege and Aust, 1978)
- คุณภาพทางจุลินทรีย์ : ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001)
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส : ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับคะแนน (9-Point Hedonic Scale) (Larmond, 1977) กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ไปจนถึง ระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Designs) ในการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ และวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Dancan's Multiple Range Test (DMRT)

5. การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

เลือกชุดการทดลองจากข้อ 4. ที่เหมาะสม 1 ชุดการทดลอง โดยพิจารณาจากปัจจัยคุณภาพต่างๆ เช่น ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ TBARS และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อทำนายอายุการเก็บรักษา

5.1 การทำนายอายุการเก็บรักษา โดยการหาค่า Q_{10} (Labuza, 1982)

5.2 การยืนยันผลการทำนายอายุการเก็บรักษาจากการหาค่า Q_{10} กับการเก็บรักษาจริงที่อุณหภูมิ 37 °ซ

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิต และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยกลุ่มผู้ผลิตที่เป็นต้นแบบการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ผลิตจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ได้รับการรับรองการผลิต และเลขรหัส อย. รับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ และกลุ่มผู้ผลิตมีความพร้อมและศักยภาพเพียงพอที่จะนำระบบความปลอดภัยทางด้านอาหาร เข้ามาพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ระบบที่เลือกใช้ในการพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส ได้แก่ ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP)

1. ข้อมูลเบื้องต้นและสภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

จากการสำรวจข้อมูลกลุ่มผู้ผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสระดับหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดสงขลา พบว่ามีกลุ่มผู้ผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปลาหวานน้องเมย์ ตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร กลุ่มผลิตปลาหวาน ตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร และกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง และเมื่อทำการสำรวจสุขลักษณะ สุขาภิบาลของผู้ผลิต สถานที่ตั้ง อาคารผลิต ของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า กลุ่มที่มีศักยภาพในเรื่องสถานที่ตั้ง อาคารผลิต และกลุ่มผู้ผลิตผ่านการอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหาร การผลิตเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งผู้ผลิตมีความพร้อมที่จะพัฒนาความปลอดภัยในกระบวนการผลิต การให้ความร่วมมือของผู้ผลิตในการนำเอาระบบ HACCP ไปประยุกต์ใช้ จึงเป็นเหตุผลสำคัญในการเลือกกระบวนการผลิตปลาทูน่าปรุงรสของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นต้นแบบ

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ประกอบด้วย สมาชิกทั้งหมด 29 คน โดยมีนางมาเรีย หมวดดุหมัด เป็นประธานกลุ่ม และนางเสาด๊ะ หวันสมัน เป็นผู้ประสานงาน สถานที่ตั้งของกลุ่มอยู่ในบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะแต้ว มีผลิตภัณฑ์ที่ผลิต 3 ชนิด คือ น้ำบูดูกะปิ และเนื้อปลาทูน่าปรุงรสหรือปลาทูน่าสวรรค์ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดได้รับการรับรองมาตรฐานฮาลาล โดยมีผลิตภัณฑ์หลัก คือ ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส การปฏิบัติงานของกลุ่มจะมีการปฏิบัติงานหมุนเวียนกันครั้งละ 3-5 คน กลุ่มได้ประกอบกิจการและมีรายได้สุทธิจากการจำหน่าย

ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรงรสประมาณ 54,000 บาท/ปี คิดเป็นจำนวนหน่วยผลิตเฉลี่ย 2,160 แพ็ค/ปี เมื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของการผลิตของกลุ่มดังกล่าว พบว่าจุดแข็งของการผลิต คือ การใช้ปลาทูน่าที่มีความสด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่วัตถุกันเสีย สมาชิกในกลุ่มมีความสามัคคีและมีความมุ่งมั่นในการที่จะยกระดับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ และมีบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม ส่วนจุดอ่อนของการผลิต คือ ไม่มีตลาดรองรับที่แน่นอน ขาดเงินทุนหมุนเวียน ขาดเครื่องมือ /อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวก เช่น เตาอบ

2. การพัฒนาระบบ HACCP ทั้ง 7 หลักการ 12 ขั้นตอน ได้ผลการดำเนินงาน ดังนี้

การจัดตั้งคณะทำงานประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี (ตารางที่ 1) โดยหัวหน้ากลุ่มทำหน้าที่เป็นประธานคณะทำงาน และสมาชิกในกลุ่มอีก 4 คน ที่มีความรู้และผ่านการอบรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสุขลักษณะ หลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิต และความปลอดภัยอาหาร และมีผู้วิจัยช่วยให้คำแนะนำ หลังจากนั้นจึงได้กำหนดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และกำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส หรือทูน่าสวรรค์ ซึ่งมีรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อปลาทูน่าบดผสมเครื่องปรุงรส (น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น) และเครื่องเทศ (เมล็ดผักชีแห้ง) คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมารีดเป็นแผ่น หนา 2-3 มิลลิเมตร นำไปทำแห้งโดยการตากแดด แล้วทอดให้สุก จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแผ่น สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของเมล็ดผักชีแห้ง ไม่มีการใช้วัตถุกันเสียใดๆ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจัดเป็นผลิตภัณฑ์ความชื้นต่ำ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.6 และจัดเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค

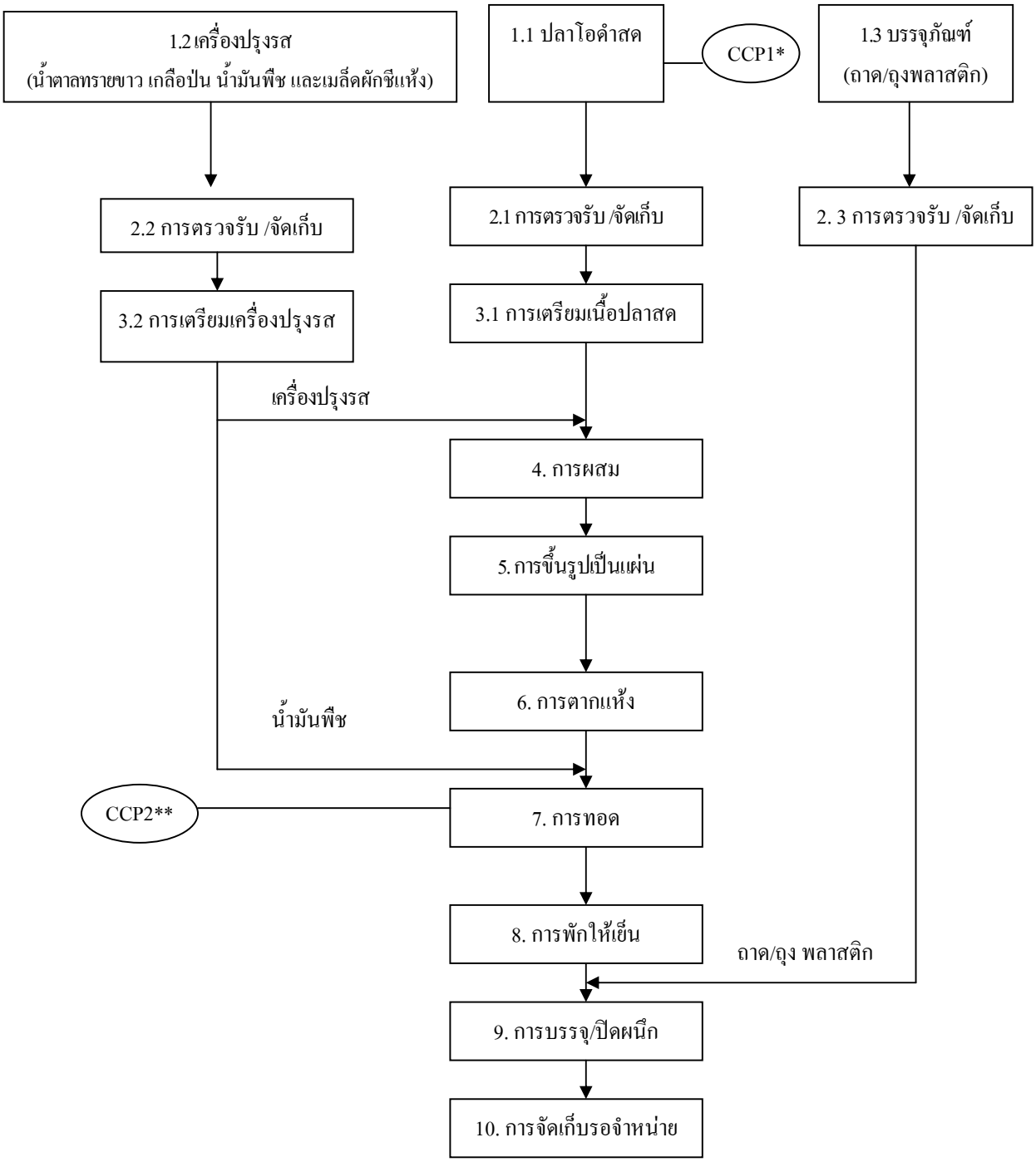
การสร้างแผนภูมิการผลิต ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน (ภาพที่ 1) โดยการสอบถามและสังเกตจากการปฏิบัติจริงของกลุ่มผู้ผลิต และมีรายละเอียดของการปฏิบัติแต่ละขั้นตอนดังแสดงใน ตารางที่ 3 หลังจากนั้นจึงทำการทวนสอบ ณ จุดการผลิตจริง พบว่าแผนภูมิที่จัดทำขึ้นมีความถูกต้องสอดคล้องตามกระบวนการผลิตจริง โดยกลุ่มแม่บ้านเป็นผู้รับรองความถูกต้อง

ตารางที่ 1 คณะทีมงาน HACCP ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ชื่อ-สกุล	การศึกษา/การอบรม	ตำแหน่ง	หน้าที่และความรับผิดชอบ
คุณมาเรีย หมวดดุหมัด	ประถมศึกษาตอนปลาย และการอบรม Food Safety และผ่านการอบรม GMP จากหน่วยงานราชการ	ประธานกลุ่ม	ประธานคณะทำงาน ทำหน้าที่ร่วมกำหนดจัดทำระบบ HACCP รวมถึงการให้ข้อมูล และการนำระบบไปสู่การปฏิบัติ
คุณสุใบกะ แและเจริญ	ประถมศึกษาตอนปลาย และผ่านการอบรม GMP จากหน่วยงานราชการ	หัวหน้าฝ่ายผลิต	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
คุณเสาดี๊ะ หวันสมัน	ประถมศึกษาตอนปลาย และผ่านการอบรม GMP จากหน่วยงานราชการ	พนักงานควบคุมคุณภาพ	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
คุณมณฑา โต๊ะหลีเจริญ	มัธยมศึกษาตอนปลาย และผ่านการอบรม GMP จากหน่วยงานราชการ	สมาชิก	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
คุณเจะเน๊าะ หนิเจริญ	ประถมศึกษาตอนปลาย และผ่านการอบรม GMP จากหน่วยงานราชการ	สมาชิก	คณะทำงาน หน้าที่ในการให้ข้อมูลในการจัดทำ และให้ความร่วมมือในการปฏิบัติ
น.ส.ทิพย์วรรณ อรัญดร	ปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผู้วิจัย	- จัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องและถ่ายทอดวิธีปฏิบัติงานด้านสุขลักษณะและจุดที่ต้องควบคุม - ประเมินผลการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP กับกลุ่มแม่บ้าน

ตารางที่ 2 รายละเอียดและวัตถุประสงค์การใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

หัวข้อ	รายละเอียดผลิตภัณฑ์
1. ชื่อผลิตภัณฑ์	เนื้อปลาทูน่าปรุงรส (ปลาทูน่าสวรรค์)
2. แหล่งที่มาของวัตถุดิบ	ปลาโอดำ ซื้อจากเรือประมงในพื้นที่จังหวัดสงขลา และปัตตานี เกลือป่น น้ำตาลทรายขาว น้ำมันพืช และเมล็ดผักชีแห้ง ซื้อจากตลาดภายในประเทศ
3. คุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์	เนื้อปลาทูน่าบดผสมเครื่องปรุงรส (น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น) และเครื่องเทศ (เมล็ดผักชีแห้ง) คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมารีดเป็นแผ่น หนา 2-3 มิลลิเมตร นำไปตากแห้งแล้วทอดให้สุก จะได้ปลาแผ่น สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของเมล็ดผักชีแห้งไม่มีการใช้วัตถุกันเสียใดๆ
4. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค
5. ภาชนะบรรจุ	ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรพิลีน พิมพ์ฉลาก น้ำหนักบรรจุ 50 กรัม
6. อายุการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา ไม่เกิน 2 สัปดาห์ ณ อุณหภูมิห้อง
7. แหล่งจำหน่าย	ดำเนินการจัดจำหน่ายเองในตลาดภายในประเทศ
8. รายละเอียดที่กำกับบนฉลาก	ชื่อผลิตภัณฑ์, ชื่อผู้ผลิต, วัน/เดือน/ปี ที่ผลิตและหมดอายุ, น้ำหนักสุทธิ, ส่วนประกอบ
9. การควบคุมดูแลระหว่างขนส่ง	ขนส่งในสภาวะปกติ
10. วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	ผู้บริโภคทั่วไป



ตรวจสอบโดย..... วันที่.....

ภาพที่ 1 แผนภูมิกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ตารางที่ 3 วิธีปฏิบัติงานมาตรฐาน/รายละเอียดการปฏิบัติงาน (Standard operation procedure /Process step description) ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.1	ปลาโอดำสด	ปลาโอดำสด หรือปลาทูน่าครีบเหลือง ซื้อจากเรือประมงในพื้นที่จังหวัดสงขลา และปัตตานี
1.2	เครื่องปรุงรส (น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น น้ำมันพืช เมล็ดผักชีแห้ง)	ประกอบด้วย น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น น้ำมันพืช และเมล็ดผักชีแห้ง ซื้อจากตลาดในท้องถิ่น ตรวจสอบคุณภาพภายนอก ลักษณะของถุงบรรจุไม่ฉีกขาด ตัวอักษรรายละเอียดบนฉลากชัดเจน
1.3	บรรจุภัณฑ์	ประกอบด้วย ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีนและถาดพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ สั่งผลิตจากร้านประจำภายในประเทศไทย
2.1	การตรวจรับ / จัดเก็บ (ปลาโอดำสด)	ตรวจรับปลาโอดำสดโดยการสังเกตว่าเหงือกปลาต้องมีสีแดงสด ไม่เป็นสีเขียว ครีบเหงือกปิดสนิท ตาใสเปิดโตเต็มที่ ไม่ลึกโบ๋หรือบุ๋ม หนังต้องไม่ถลอก เมื่อใช้นิ้วกดลงไปที่เนื้อปลา จะต้องไม่เป็นรอยบุ๋มอยู่นาน ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า จากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาเพื่อชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามตัวปลา นำไปจัดเก็บในถังพร้อมเติมน้ำแข็งเกล็ดอัตราส่วนของน้ำแข็งต่อปลาโอดำสด 1.5:1 ระยะตั้งแต่ขั้นตอนการตรวจรับ/จัดเก็บ (ปลาโอดำสด) จนถึงขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลาสด ไม่เกิน 3 ชั่วโมง แต่ถ้ามากกว่า 3 ชั่วโมงจะแช่ปลาโอดำสดในตู้แช่เย็น อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส และก่อนถึงขั้นตอนการแล่เนื้อต้องตรวจสอบคุณภาพภายนอก โดยเฉพาะกลิ่นของปลาต้องไม่เหม็นเน่า
2.2	การตรวจรับ / จัดเก็บ (เครื่องปรุงรส)	- น้ำตาลทรายขาว ที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก. บรรจุในถุงปิดสนิทสมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาด เม็ดผลึกน้ำตาลมีสีขาว ไม่มีสิ่งเจือปน แห้งและไม่จับตัวเป็นก้อน การจัดเก็บ จัดเก็บทั้งถุงที่ปิดสนิทบริเวณที่จัดเก็บเครื่องปรุงรสในสภาพแห้ง สะอาด

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
2.2(ต่อ)		- เกลือป่นบรรจุในถุงปิดสนิทสมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาด เกลือเป็นเกลือป่น ละเอียด สีขาว ไม่มีสิ่งแปลกปลอม แห้ง และไม่จับตัวเป็นก้อน การจัดเก็บ จัดเก็บทั้งถุงที่ปิดสนิทบริเวณที่จัดเก็บเครื่องปรุงรสในสภาพแห้ง สะอาด - น้ำมันพืช ใช้น้ำมันปาล์มบรรจุถุงพลาสติกใส ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม บรรจุภัณฑ์ที่สมบูรณ์ไม่มีรอยฉีกขาด และไม่มีคราบสกปรกเกาะติดไม่มีกลิ่นเหม็นหืน การจัดเก็บ จัดเก็บทั้งถุงหรือทั้งขวดที่ปิดสนิทบริเวณที่จัดเก็บน้ำมันพืชในสภาพแห้ง สะอาด - เมล็ดผักชีแห้ง เลือกซื้อเมล็ดที่มีสีขาวหม่น หรือน้ำตาลอ่อน ไม่พบการปนเปื้อนของมอด แมลง และเชื้อรา การจัดเก็บ จัดเก็บทั้งถุงที่ปิดสนิทในกระปุกพร้อมปิดฝาบริเวณที่จัดเก็บเครื่องปรุงรสในสภาพแห้ง สะอาด
2.3	การตรวจรับ / จัดเก็บ (บรรจุภัณฑ์)	- ถาดพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ ลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมใส ไม่มีสี มีขนาด 4x8 นิ้ว หนา 0.10 มิลลิเมตร บรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์สภาพสมบูรณ์ ไม่มีรู ฉีก ขาด หรือชำรุดใดๆทั้งสิ้น จัดเก็บบริเวณชั้นวางบรรจุภัณฑ์ที่แห้ง สะอาด - ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน ขนาด 6x8 นิ้ว หนา 0.08 มิลลิเมตร หนาพร้อมพิมพ์ฉลากข้อมูลบนตัวถุงเป็นรูปตราประจำกลุ่ม มีลักษณะเป็นรูปปลา 2 ตัว รายละเอียดบนฉลากต้องชัดเจน บรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์สภาพสมบูรณ์ ไม่มีรู ฉีก ขาด หรือชำรุดใดๆทั้งสิ้น จัดเก็บบริเวณชั้นวางบรรจุภัณฑ์ที่แห้ง สะอาด
3.1	การเตรียมเนื้อปลาสด	ใช้มีดสแตนเลสปลายแหลมตัดหัว ควักไส้ แล่เป็น 2 ซีก จากนั้นใช้ช้อนสแตนเลสขูดแยกเนื้อปลา ออกจากก้างและหนัง นำเนื้อปลาล้างน้ำประปาทำความสะอาด พักในกะละมังสแตนเลส และนวดเนื้อปลาด้วยมือที่สะอาดเพื่อให้เนื้อปลามีลักษณะแยกเป็นชิ้นออกจากกันแต่ไม่ละเอียดจนเกินไป

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
3.1(ต่อ)		มีก้าง หนังและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆหลงเหลือในเนื้อปลาอีกหรือไม่ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนที่จะผสมกับเครื่องปรุงรส
3.2	การจัดเตรียม (เครื่องปรุงรส)	ชั่งเครื่องปรุงรสโดยใช้ตาชั่งขนาดเล็ก 1-2 กิโลกรัม ประกอบด้วย น้ำตาลทรายขาวร้อยละ 1 เกลือป่น ร้อยละ 1 น้ำมันพืช ร้อยละ 3 เมล็ดผักชีแห้งบดละเอียด ร้อยละ 1 (ร้อยละของเนื้อปลาทูน่าบด)
4	การผสม	นำเครื่องปรุงรสเทผสมลงในกะละมังที่มีเนื้อปลา ผสมให้เข้ากันในกะละมังสแตนเลส นวดผสมเครื่องปรุงรสเข้ากับเนื้อปลาด้วยมือที่สะอาด เป็นระยะเวลา 30 นาที
5	การขึ้นรูปเป็นแผ่น	นำเนื้อปลาที่ผสมเครื่องปรุงรส น้ำหนักประมาณ 300 กรัม แผ่บนแผ่นพลาสติกที่สะอาด และทาน้ำมันพืชบนแผ่นพลาสติกที่สะอาดอีกแผ่นประกบกับเนื้อปลาแล้วรีดด้วยมือให้เรียบ เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร
6	การตากแห้ง	ลอกแผ่นเนื้อปลาที่ผ่านการขึ้นรูปวางเรียงบนแผงสแตนเลสที่แห้ง สะอาด นำไปตากแห้งในตู้พลังงานแสงอาทิตย์ ระยะเวลาตากแห้งขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศ โดยระยะเวลาในการตากแห้งต้องมากกว่า 3 ชั่วโมง กรณีแดดแรง (อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ ร้อยละ 40) หรือเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง กรณีแดดอ่อน (อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ ร้อยละ 80) เมื่อครบกำหนดลอกแผ่นเนื้อปลาออกวางในถาดสแตนเลสที่แห้ง สะอาด
7	การทอด	นำแผ่นปลาที่ผ่านการตากแห้งชั่งน้ำหนักเพื่อให้ทราบน้ำหนักรวมทั้งหมด เพื่อใช้ในการประมาณต้องใช้น้ำมันทอดเท่าไหร่จึงจะพอดีกับแผ่นปลาที่ใช้ทอดในแต่ละครั้งโดยให้เหลือน้อยที่สุด อัตราส่วนน้ำมันที่ใช้ทอดต่อครั้งต่อเนื้อปลา ที่ใช้ทอดทั้งหมด เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนักปลาที่ใช้ทอดต่อครั้งไม่เกิน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
7 (ต่อ)		900 กรัม อุณหภูมิที่ใช้ทอด ไม่น้อยกว่า 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 5 นาที โดยระหว่างที่ทอดต้องมีการพลิกเนื้อปลาทั้งสองด้าน เพื่อให้เนื้อปลาแผ่นสุกเท่ากันทั่วทั้งแผ่น โดยใช้ไฟแรงในการทอด เป็นระยะเวลา 5 นาที หรือสังเกตจากสีของปลาแผ่นต้องน้ำตาลทั่วทั้งแผ่น
8	การพักให้เย็น	พักแผ่นเนื้อปลาทูน่าปรุงรสในถาดสแตนเลสที่แห้ง สะอาด 15-20 นาที ตัดแต่งแผ่นเนื้อเนื้อปลาทูน่าปรุงรสด้วยกรรไกรสแตนเลสที่แห้ง สะอาด ตัดแต่งให้มีขนาด 4x8นิ้ว พร้อมทั้งตรวจสอบสิ่งแปลอกปลอม เช่น เส้นผม ก้าง หนังปลา เป็นต้น
9	การบรรจุ	ชั่งน้ำหนักแผ่นเนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ผ่านการตัดแต่งปริมาณ 50 กรัม จัดเรียงบนถาดพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ แล้วบรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีนปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบร้อน (Hot Seals)
10	การจัดเก็บรอจำหน่าย	จัดเก็บผลิตภัณฑ์ในห้องจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่แห้ง สะอาด หลีกเลี่ยงสภาวะการจัดเก็บที่มีอุณหภูมิ และความชื้นสูง เพื่อรอจำหน่าย

เมื่อคณะทำงาน HACCP บรรยายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และระบุวัตถุประสงค์ในการใช้ (ตารางที่ 2) และรายละเอียดของการปฏิบัติแต่ละขั้นตอน (ตารางที่ 3) จากนั้นทำการประเมินอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยสามารถสรุปขอบข่ายของอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งแบ่งอันตรายออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ อันตรายทางชีวภาพ อันตรายทางเคมี และอันตรายทางกายภาพ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์อันตราย พร้อมทั้งหามาตรการควบคุมอันตราย เพื่อป้องกันหรือลดอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งสามารถอธิบายเป็นตัวอย่าง ได้ดังนี้

ขั้นตอนการผลิตที่ 3.1 การเตรียมเนื้อปลาสด อันตรายทางชีวภาพที่มีโอกาสเกิดขึ้น ได้แก่ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำที่ใช้ทำความสะอาด อุปกรณ์ที่สัมผัสกับเนื้อปลาโอดำ

ตารางที่ 4 ขอบข่ายของอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส และสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิต

อันตรายทางชีวภาพ	อันตรายทางเคมี	อันตรายทางกายภาพ
Total viable count	สารเคมีตกค้างจากสารทำความ	เส้นผม เศษเล็บ ขนสัตว์ ดิน
Escherichia coli	สะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ	ทราย กรวด กุ้ง เปลือกหอย
Coliform bacteria	ปริมาณฮีสตามีน	ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
Staphylococcus aureus	ปริมาณเพอร์ออกไซด์	
Bacillus cereus		
Salmonellae spp.,		
Vibrio parahaemolyticus,		
Clostidium perfringen		
Yeast&molds		

และมือผู้ปฏิบัติงาน โดยมีมาตรการควบคุมอันตราย ได้แก่ การใช้มาตรการการทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล และการควบคุมกระบวนการผลิตรวมทั้งการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3.1 การเตรียมเนื้อปลาสด ส่วนอันตรายทางกายภาพ ได้แก่ เศษก้าง หนังปลา ที่หลงเหลือจากการเตรียมเนื้อปลาสด ซึ่งสามารถควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้โดยใช้มาตรการการควบคุมกระบวนการผลิต และการปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3.1 การเตรียมเนื้อปลาสดอย่างเคร่งครัด ในขณะที่ไม่พบอันตรายทางเคมีที่มีโอกาสเกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตดังกล่าว

หลังจากวิเคราะห์อันตรายและหามาตรการควบคุมอันตรายที่โอกาสเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสแล้ว ขั้นตอนถัดไป คือ การวิเคราะห์หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยใช้ Decision Tree เป็นการวิเคราะห์ว่าขั้นตอนใดบ้างในกระบวนการผลิตเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยผลการวิเคราะห์ (ตารางที่ 5) พบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) 2 จุด คือ CCP 1 ขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด และCCP 2 คือ ขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด นอกนั้นพบว่าไม่ใช่จุดควบคุมวิกฤตซึ่งในรายงานนี้สามารถอธิบายเป็นตัวอย่าง สำหรับจุดที่เป็น และไม่เป็นจุดควบคุมวิกฤต ได้ดังนี้

ขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด ซึ่งอาจพบอันตรายทางเคมี คือ การปนเปื้อนของฮีสตามีนจากปลาโอดำสด เมื่อเข้าสู่การวิเคราะห์โดยใช้ Decision Tree ได้ผลดังนี้

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า **มี** โดยใช้มาตรการควบคุมการรับวัตถุดิบ

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด / กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า **ไม่ใช่** เพราะในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้วัตถุดิบหลักในการแปรรูป

คำถามที่ 3 อันตรายนั้นมีโอกาสพบในปริมาณเกินระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า**ใช่** เนื่องจากมีโอกาสพบฮีสตามีนปนเปื้อนมากับปลาจนเกินระดับที่ยอมรับได้

คำถามที่ 4 มีขั้นตอนถัดไปขั้นตอนใดบ้างที่สามารถลด/กำจัด อันตรายที่ระบุให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตอบว่า **ไม่มี** เนื่องจากไม่มีขั้นตอนใดที่สามารถลดปริมาณฮีสตามีนได้อีกแล้ว

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสดเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP 1)

ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การพักให้เย็น ระบุอันตรายคือ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากสิ่งแวดล้อม เมื่อเข้าสู่การวิเคราะห์โดยใช้ Decision Tree ได้ผลดังนี้

คำถามที่ 1 มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุหรือไม่ ตอบว่า **มี** เนื่องจากมีมาตรการควบคุมการทำความสะอาดของสภาพแวดล้อม และการควบคุมการผลิต

คำถามที่ 2 ขั้นตอนนี้ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะลด / กำจัดอันตรายให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า **ไม่ใช่** วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้ เพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิลดต่ำลงสามารถบรรจุถุงได้เท่านั้น

คำถามที่ 3 อันตรายที่ระบุมีโอกาสพบในเพิ่มจำนวนจนเกินระดับที่ยอมรับได้ใช่หรือไม่ ตอบว่า **ไม่ใช่** เนื่องจากมีมาตรการในการควบคุมความสะอาดของสภาพแวดล้อมที่ดี โดยการจัดเก็บในภาชนะที่แห้งสะอาดและมีฝาปิดมิดชิด นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้ได้ผ่านการทอดสุกแล้ว

ดังนั้น ขั้นตอนการผลิตที่ 8 การพักให้เย็น จึงไม่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์อันตรายและการหาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
1.1	ปลาโอดำสด	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากปลาโอดำสด	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด และ 7 การทอด	√	x	√	√	N	7
		C	การปนเปื้อนของฮีสตามีนจากปลาโอดำสด	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ	√	x	√	x	**Y**	**CCP1**
		P	การปนเปื้อนเศษกุ้ง เปลือกหอย กรวด หิน ดิน ทราย	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ	√	x	x	-	N	
1.2	เครื่องปรุงรส (น้ำตาลทรายขาว, เกลือป่น, น้ำมันพืช และเมล็ดผักชีแห้ง)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากเครื่องปรุงรส (น้ำตาลทรายขาว, เกลือป่น, น้ำมัน พืช และเมล็ดผักชีแห้ง)	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ	√	x	√	√	N	7
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
1.3	บรรจุภัณฑ์	B,C,P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
2.1	การตรวจรับ / จัดเก็บ (ปลาโอดำสด)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากภาชนะที่ใช้จัดเก็บ	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ผลิต	√	x	√	√	N	7

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
2.1(ต่อ)				SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับ / จัดเก็บ (ปลาโอดำสด)						
		C	การพบปริมาณฮีสตามีนจากปลาโอดำสด	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับ / จัดเก็บ (ปลาโอดำสด)	√	x	x	-	N	
		P	การปนเปื้อนของเศษหิน ไม้ เปลือกหอย กรวด จากปลาโอดำสด	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.1 การตรวจรับ / จัดเก็บ (ปลาโอดำสด)	√	x	x	-	N	
2.2	การตรวจรับ / จัดเก็บ (เครื่องปรุงรส)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเครื่องปรุงรส	GMP – การควบคุมการรับวัตถุดิบ การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 2.2 การตรวจรับ / จัดเก็บ (เครื่องปรุงรส)	√	x	√	√	N	7

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
2.3	การตรวจรับ / จัดเก็บ (บรรจุภัณฑ์)	B,C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
3.1	การเตรียมเนื้อปลาสด	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากน้ำที่ใช้ทำความสะอาด อุปกรณ์ที่สัมผัสกับเนื้อปลาโอดำ และมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3.1 การเตรียมเนื้อปลาสด	√	x	√	√	N	7
		C	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
		P	เศษก้าง หนังปลา	GMP – การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3.1 การเตรียมเนื้อปลาสด	√	x	x	-	N	
3.2	การจัดเตรียม (เครื่องปรุงรส)	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเครื่องปรุงรส และมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล	√	x	√	√	N	7

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
				การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 3.2 การจัดเตรียม(เครื่องปรุงรส)						
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-	N	
4	การผสม	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสม และการปนเปื้อนจากมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 4 การผสม	√	x	√	√	N	7
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-	N	
5	การขึ้นรูปเป็นแผ่น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นปลา และมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 5 การขึ้นรูปเป็นแผ่น	√	x	√	√	N	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-	N	
6	การตากแห้ง	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากตะแกรงตากแผ่นปลาอุปกรณ์ที่สัมผัสแผ่นปลาและมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 6 การทำแห้ง	√	x	√	√	N	7
		C	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
		P	การปนเปื้อนดิน ทรายจากบริเวณตากแห้ง	GMP –การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 6 การทำแห้ง	√	x	x	-	N	
7	การทอด	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคเนื่องจากอุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดไม่สมบูรณ์	GMP – การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด	√	√	-	-	Y	CCP2
		C	ปริมาณเพอร์ออกไซด์จากน้ำมันที่ใช้ทอด	GMP – การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด	√	X	X	-	N	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
		P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-	N	
8	การพักให้เย็น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม	GMP : การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต การควบคุมกระบวนการผลิต SOP: วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 8 การพักให้เย็น	√	x	x	-	N	
		C,P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		
9	การบรรจุ/ปิดผนึก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุ/ปิดผนึก และมือผู้ปฏิบัติงาน	GMP – การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ผลิต สุขลักษณะส่วนบุคคล การควบคุมกระบวนการผลิต SOP- วิธีการปฏิบัติมาตรฐานขั้นตอนการผลิตที่ 9 การบรรจุ/ปิดผนึก	√	x	x	-	N	
		C, P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนที่	วัตถุดิบ/ กระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q 2	Q 3	Q 4		
10	การจัดเก็บรอจำหน่าย	B,C,P	ไม่พบอันตราย	-	-	-	-	-		

หมายเหตุ

B หมายถึง อันตรายทางจุลินทรีย์

C หมายถึง อันตรายทางเคมี

P หมายถึง อันตรายทางกายภาพ

√ หมายถึง ใช่

x หมายถึง ไม่ใช่

- หมายถึง ไม่มีการตอบคำถาม

Y หมายถึง เป็นจุด CCP

N หมายถึง ไม่เป็นจุด CCP

หลังจากที่วิเคราะห์จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องกำหนดค่าวิกฤต โดยในขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด อันตรายสำคัญคือ การปนเปื้อนของฮีสตามีน จึงได้กำหนดค่าจำกัดวิกฤต คือ ความสดของปลา ประกอบด้วย เหงือกสีแดงสด ตาใส ลำตัวไม่มีรอยถลอก ผิวหนังเป็นมัน เนื้อแน่นโดยใช้นิ้วกดแล้วไม่บุ๋ม กลิ่นไม่เหม็นเน่า และอุณหภูมิตัวปลาต้องไม่เกิน 10 °ซ ส่วนขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด พบอันตรายหลัก คือ การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค และปริมาณเพอร์ออกไซด์จากน้ำมันที่ใช้ทอด เป็นอันตรายรอง ดังนั้นค่าจำกัดวิกฤตประกอบด้วยอุณหภูมิในการทอดผลิตภัณฑ์ ไม่ต่ำกว่า 150 ° ซ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที และ การใช้น้ำมันใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน (ตารางที่ 6)

การกำหนดการเฝ้าระวังติดตามการปฏิบัติงาน ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้ ที่จุด CCP 1 กำหนดการตรวจสอบความสดของปลา ด้วยสายตา การดมกลิ่น และทางประสาทสัมผัสอื่นๆ และวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งรอบตัวปลา ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดสแตลเลส โดยผู้ปฏิบัติงานแล้วบันทึกการทำงานในแบบฟอร์มเรื่อง การตรวจรับปลาโอดำ ทุกครั้งที่มีการผลิต และที่จุด CCP 2 คือ ขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด เฝ้าระวังติดตามอุณหภูมิและเวลาในการทอด โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดสแตลเลส และใช้นาฬิกาจับเวลาในการทอดทุกครั้งที่มีการผลิต โดยผู้ปฏิบัติงาน บันทึกการทำงานในแบบฟอร์มเรื่อง อุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนการทอด ในส่วนของน้ำมันที่ใช้ทอด ได้กำหนดวิธีการปฏิบัติงาน เรื่อง น้ำมันที่ใช้ทอดต้องเป็นน้ำมันใหม่ ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน ทำการตรวจเช็คน้ำมันที่ใช้ทุกครั้งที่มีการผลิต โดยผู้ปฏิบัติงาน บันทึกการทำงานในแบบฟอร์มเรื่อง น้ำมันพืชที่ใช้ในขั้นตอนการทอด

การกำหนดวิธีการแก้ไข หากพบว่าผลจากการเฝ้าระวังติดตามไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ดำเนินการแก้ไขดังนี้ ที่จุด CCP1 ผู้ปฏิบัติงานต้องคัดแยกปลาโอดำออกมาตรวจสอบและให้การฝึกอบรม แนะนำ โดยเน้นย้ำผู้ผลิตที่มีหน้าที่ตรวจรับปลาโอดำ ต้องตรวจเช็คอุณหภูมิจากปลาโอดำสด โดยวัดอุณหภูมิของน้ำแข็งที่ใช้แช่ปลาโอดำ และที่จุด CCP2 ผู้ผลิตต้องคัดแยกผลิตภัณฑ์ออกมาตรวจสอบ และตัดสินใจที่จะดำเนินการตามค่าวิกฤตที่แตกต่างกัน โดยถ้าพบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนด และไม่มีการใช้น้ำมันใหม่ทุกครั้งที่มีการผลิต ดังนั้น การแก้ไขจึงแตกต่างกันออกไป ดังนี้ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าที่ทอดต้องมีการเพิ่มระยะเวลาในการทอด และถ้าอุณหภูมิในทอดสูงกว่าที่กำหนด ต้องลดปริมาณไฟและระยะเวลาที่ใช้ใช้ในการทอด ในส่วนน้ำมันที่ใช้ทอด ต้องฝึกอบรม เน้นย้ำ และแนะนำให้ผู้ผลิตใช้น้ำมันใหม่ทุกครั้งที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

การทวนสอบแผนปฏิบัติงานตามระบบ HACCP ต้องทวนสอบผลการเฝ้าระวังติดตามที่กำหนดรวมทั้งความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการเฝ้าระวังติดตาม และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ดังนี้ จุด CCP1 ตรวจสอบบันทึกการปฏิบัติงาน การตรวจรับโอดำ ทุก 1 เดือน และจุด CCP 2 ตรวจสอบบันทึกการปฏิบัติงาน อุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนการทอดและน้ำมันพืชที่ใช้ในขั้นตอนการทอด ทุก 1 เดือน รวมทั้งการส่งผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสไปตรวจสอบปริมาณเพอร์ออกไซด์ และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ตามมาตรฐาน อย. ทุก 3 เดือน โดยห้องปฏิบัติการที่เป็นที่ยอมรับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แผนงาน HACCP ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ขั้นตอนที่เป็นCCP	อันตราย	ค่าจำกัดวิกฤต	การเฝ้าระวัง				การแก้ไข	การจดบันทึก	การทวนสอบ
			อะไร	อย่างไร	ความถี่	โดยใคร			
1.1ปลาโอดำสด (CCP1)	การปนเปื้อนของฮีสตามีนจากปลาโอดำสด	1.ความสดของปลา ประกอบด้วย เหงือกสีแดงสด ตาใส ลำตัวไม่มีรอยถลอก ผิวจะเป็นมัน เนื้อแน่น โดยใช้นิ้วกดแล้วไม่บุ๋ม กลิ่นไม่เหม็นเน่า	1.ความสดของปลา	1.ตรวจสอบด้วยสายตาการดมกลิ่นและทางประสาทสัมผัสอื่นๆ	ทุกครั้งที่รับซื้อปลาโอดำ	ผู้ปฏิบัติงาน	ถ้าปลาโอดำไม่สด อุณหภูมิตัวปลาไม่เป็นไปตามกำหนด ผู้ปฏิบัติงานต้องคัดแยกผลิตภัณฑ์ออกมาตรวจสอบและให้การฝึกอบรม แนะนำผู้ตรวจรับปลาโอดำ ตรวจเช็คอุณหภูมิจากปลาโอดำสด	จดบันทึกแหล่งที่มา จำนวนครั้ง จำนวนตัวของปลาโอดำที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งที่บ่งบอกถึงความไม่สด อุณหภูมิตัวปลาในฟอร์มการตรวจรับปลาโอดำ	การตรวจสอบบันทึกการตรวจรับปลาโอดำทุก 1 เดือน
		2. อุณหภูมิตัวปลา $\leq 10\ ^{\circ}$ซ	2.อุณหภูมิตัวปลา	2. ตรวจวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์สเตนเลส	ทุกครั้งที่รับซื้อปลาโอดำ	ผู้ปฏิบัติงาน			

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็นCCP	อันตราย	ค่าจำกัดวิกฤต	การเฝ้าระวัง				การแก้ไข	การจดบันทึก	การทวนสอบ
			อะไร	อย่างไร	ความถี่	โดยใคร			
7. การทอด (CCP2)	-การเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรคจากการทอดที่ไม่สมบูรณ์	1. อุณหภูมิในการทอดผลิตภัณฑ์ ไม่ต่ำกว่า 150 °ซ และเวลาในการทอดไม่น้อยกว่า 5 นาที	อุณหภูมิและเวลาในการทอด	ใช้เทอร์โมคับเปิล วัดอุณหภูมิและใช้นาฬิกาจับเวลาในการทอด	ทุกๆ5นาทีและทุกครั้งที่มีการผลิต	ผู้ปฏิบัติงาน	ถ้าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดไม่เป็นไปตามกำหนดให้คัดแยกผลิตภัณฑ์ออกมาตรวจสอบโดยถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าที่ทอดต้องมีการเพิ่มระยะเวลาในการทอด และถ้าอุณหภูมิในทอดสูงกว่าที่กำหนด ต้องลดปริมาณไฟและระยะเวลาที่ใช้ใช้ในการทอด	จดบันทึกอุณหภูมิและเวลาในการทอดทุกๆ5นาทีและทุกครั้งที่มีการผลิต จำนวนครั้งที่ใช้น้ำมันในบันทึกการใช้น้ำมันทอด อุณหภูมิและเวลาในการทอด	การตรวจสอบบันทึกอุณหภูมิและเวลาในการทอด ทุก 1 เดือน การส่งตัวอย่างตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ทุก 3 เดือน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็นCCP	อันตราย	ค่าจำกัดวิกฤต	การเฝ้าระวัง				การแก้ไข	การจดบันทึก	การทวนสอบ
			อะไร	อย่างไร	ความถี่	โดยใคร			
7. (ต่อ)	-ปริมาณเพอร์ออกไซด์จากน้ำมันที่ใช้ทอด	2. คุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดต้องเป็นน้ำมันใหม่	น้ำมันที่ใช้ทอด	ใช้น้ำมันใหม่	ทุกครั้งที่ผลิต	ผู้ปฏิบัติงาน	ถ้ามีการนำน้ำมันเก่ามาใช้ให้คัดแยกผลิตภัณฑ์ออกมาและฝึกอบรมแนะนำผู้ผลิตให้ใช้น้ำมันใหม่ทุกครั้งที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส	จดบันทึกจำนวนครั้งที่ใช้น้ำมันในบันทึกการใช้น้ำมันทอด อุณหภูมิและเวลาในการทอด	การตรวจสอบบันทึกการใช้น้ำมันทอด ทุก 1 เดือน การส่งตัวอย่างตรวจสอบปริมาณเพอร์ออกไซด์

3. การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส

หลังจากนำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสในสถานประกอบการต้นแบบ สังเกตการเปลี่ยนแปลงด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลและวิธีการปฏิบัติงานของผู้ผลิตพร้อมทั้งประเมินสถานที่ผลิตตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหารตามแบบ ตส.1(50) และทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตโดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ และตรวจวิเคราะห์ ครั้งละ 3 ซ้ำ รวมเป็นจำนวน 9 ซ้ำ โดยตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการนำระบบเข้ามาใช้ ได้ผลดังนี้

3.1 การปฏิบัติด้านสุขลักษณะตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในกระบวนการผลิต

การอบรมและให้ความรู้เรื่องสุขาภิบาลอาหาร และหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) ให้แก่กลุ่มแม่บ้าน พบว่า กลุ่มแม่บ้านมีการปรับปรุงพัฒนาประเด็นต่างๆด้านสุขลักษณะรายละเอียดดังแสดงใน ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สภาวะด้านสุขลักษณะของสถานที่ผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		หลังการปรับปรุงพัฒนา	
1.	สถานที่ตั้งและอาคารผลิต		
1.1	ไม่มีการทำความสะอาด หรือกำจัดวัชพืชรอบบริเวณสถานที่ตั้งอาคารผลิต	1.1	ทำความสะอาด และกำจัดวัชพืชรอบบริเวณสถานที่ตั้งอาคารผลิตทุก 2 เดือน และปฏิบัติตามเอกสาร GMP- การทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02) และแผนการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-WI-01) บันทึกผลในแบบฟอร์มการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-FM-01) และแบบฟอร์มการตรวจสอบสถานที่ตั้งและอาคารผลิต (QP-02-FM-02)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		หลังการปรับปรุงพัฒนา	
1.2	มีสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต เช่น โทรทัศน์	1.2	กำจัดหรือนำสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตออกจากบริเวณผลิต และบันทึกผลในแบบฟอร์มการตรวจสอบสถานที่ตั้งและอาคารผลิต (QP-02-FM-02)
2.	เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต		
2.1	ไม่มีการแยกภาชนะอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามได้	2.1	การจัดเก็บภาชนะอุปกรณ์เป็นระเบียบและแยกเป็นหมวดหมู่ตามชื่อชนิดภาชนะอุปกรณ์ ทุกครั้งที่มีการจัดเก็บ และปฏิบัติตามเอกสาร GMP-การทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02)
2.2	ไม่มีการตรวจเช็คความสมบูรณ์ของเครื่องมือ อุปกรณ์การผลิต	2.2	ตรวจเช็คความสมบูรณ์ของเครื่องมืออุปกรณ์การผลิตทุกครั้ง ก่อนและหลังการใช้งาน และทุก 4 อาทิตย์ เมื่อพบว่าภาชนะอุปกรณ์ไม่พร้อมที่จะใช้งานต้องปรับปรุงแก้ไขทันที เพื่อให้ภาชนะ อุปกรณ์มีความพร้อมที่ใช้งานในการผลิตครั้งต่อไป เช่น กรณีแก๊สหมดในระหว่างการผลิต ต้องเสียเวลาในการผลิต เพื่อรอแก๊สถังใหม่มาส่งเป็นเวลา 50 นาที และต้องบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจสอบภาชนะ และอุปกรณ์การผลิต (QP-02-FM-03)
3.	การควบคุมกระบวนการผลิต		
3.1	ไม่มีการบันทึกการตรวจรับวัตถุดิบ	3.1	ควบคุมการตรวจรับวัตถุดิบให้ปฏิบัติตามเอกสาร GMP- การควบคุมวัตถุดิบ(QP-01) และมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบตามแผนการสุ่ม

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		หลังการปรับปรุงพัฒนา	
			ตัวอย่าง (QP-01-WI-01) ควบคุมให้มีการบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจรับวัตถุดิบและการจัดเก็บวัตถุดิบ (PM01-F01)
3.2	การใช้น้ำมันทอดซ้ำ	3.2	ควบคุมให้ใช้น้ำมันทอดใหม่ทุกครั้งที่มีการผลิตแล้วบันทึกการใช้น้ำมัน ลงในแบบฟอร์มการใช้น้ำมันทอด (QP-04-FM-04)
3.3	ระหว่างการผลิตอาหารมีการขนย้ายวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุ และบรรจุภัณฑ์ ก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้าม	3.3	ควบคุมไม่ให้มีการขนย้ายวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุ และบรรจุภัณฑ์ระหว่างการผลิตอาหาร
3.4	ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของวัตถุดิบ เช่น ปลาโอดำ วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องขณะรอการผลิต	3.4	การควบคุมอุณหภูมิของวัตถุดิบ เช่น จัดเก็บปลาโอดำในตู้แช่เย็น หรือการแช่น้ำแข็ง ขณะรอการผลิต ตามเอกสารGMP-การควบคุมวัตถุดิบ(QP-01) และบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจรับวัตถุดิบและการจัดเก็บ (QP-01-FM-01)
3.5	ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและเวลา ในขั้นตอนการตากแห้ง และการทอด	3.5	การควบคุมอุณหภูมิและเวลา ในขั้นตอนการทำแห้ง และการทอด ตามเอกสาร GMP-การควบคุมกระบวนการลิต (QP-04) และบันทึกในแบบฟอร์มการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนการตากแดด (QP-04-FM-02) แบบฟอร์มการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนการทอด (QP-04-FM-03)
3.6	ไม่มีการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสก่อนทอด และก่อนบรรจุ	3.6	การตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสก่อนทอด และก่อนบรรจุ เช่น ก้างปลา ตามเอกสาร GMP-การควบคุมกระบวนการผลิต (QP-04) และบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส (QP-04-FM-05)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

	ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		หลังการปรับปรุงพัฒนา
4.	การสุขาภิบาล		
4.1	ไม่มีการควบคุมคุณภาพน้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต	4.1	ควบคุมคุณภาพน้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต โดยใช้น้ำที่ได้รับการรับรอง อย. เลขที่ 17-2-00141-2-0001
5.	การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด		
5.1	ไม่มีการดูแลความสะอาดของพื้นที่ในบริเวณการผลิต	5.1	การดูแลความสะอาด ความเป็นระเบียบของพื้นที่ในบริเวณการผลิตตามเอกสาร GMP-การทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02) และแผนการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-WI-01)และบันทึกในแบบฟอร์มการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-FM-01) แบบฟอร์มการตรวจสอบสถานที่ตั้งและอาคารผลิต (QP-02-FM-02) แบบฟอร์มการตรวจสอบภาชนะ และอุปกรณ์การผลิต (QP-02-FM-03)
5.2	การทำความสะอาดอุปกรณ์การผลิตไม่เหมาะสม น้ำที่ใช้ล้างอุปกรณ์ไม่สะอาดเพียงพอ และไม่มีการฆ่าเชื้ออุปกรณ์การผลิต	5.2	ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภาชนะอุปกรณ์ก่อนและหลังปฏิบัติงาน อย่างสม่ำเสมอ และมีการตรวจเช็คความสะอาดก่อนใช้ทุกครั้งตามเอกสาร GMP-การทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02) และแผนการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-WI-01)และบันทึกในแบบฟอร์มการทำความสะอาดภาชนะ อุปกรณ์ และอาคารผลิต (QP-02-FM-01)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

	ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		หลังการปรับปรุงพัฒนา
6.	สุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน		
6.1	สุขลักษณะของคนงานที่สัมผัสอาหารไม่เหมาะสม มีการสวมเครื่องประดับ บางคนเล็บยาว พนักงานไม่มีการล้างมือก่อนปฏิบัติงานหรือเวลาสัมผัสสิ่งปนเปื้อน	6.1	ผู้ผลิตที่สัมผัสอาหารปฏิบัติถูกต้องตรงตามหลักสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร ได้แก่ ไม่สวมเครื่องประดับ ตัดเล็บให้สั้น ล้างมือฟอกสบู่ก่อนปฏิบัติงานและหลังจากออกจากห้องน้ำ ตามเอกสาร GMP-การควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล(QP-03) และบันทึกผลในแบบฟอร์มการตรวจสุขลักษณะส่วนบุคคล(QP -03-FM-01)

การประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตของกลุ่มแม่บ้านต้นแบบตามแนวทางหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ด้วยบันทึกตรวจสถานที่ผลิตอาหารด้านสุขลักษณะทั่วไปของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (แบบ ตส.1 (50)) ซึ่งประกอบด้วยสุขลักษณะต่างๆ 6 หมวดได้แก่ (1) สถานที่ตั้งและอาคารผลิต (2) เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต (3) การควบคุมกระบวนการผลิต (4) การสุขาภิบาล (5) การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด และ (6) บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน ตามเกณฑ์ซึ่งกำหนดว่าสถานที่ผลิตอาหารที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานต้องมีคะแนนในแต่ละหมวดและคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และต้องไม่พบข้อบกพร่องที่รุนแรง ผลจากการประเมินสถานประกอบการดังกล่าว พบว่าก่อนการปรับปรุงพัฒนา คะแนนทั้ง 6 หมวด และคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (Table 8) ทั้งนี้เนื่องจากการขาดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องของผู้ประกอบการเกี่ยวกับการสุขลักษณะที่ดีของสถานที่ผลิตอาหาร อย่างไรก็ดี เมื่อมีการปรับปรุงพัฒนา โดยการให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับอาหารปลอดภัย สุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร การปรับปรุงสถานที่ผลิตให้เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน การปรับปรุงและจัดหาอุปกรณ์การผลิตที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการผลิตและลดการปนเปื้อน กลุ่มแม่บ้านผ่านการอบรมสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเกี่ยวกับสุขลักษณะส่วนบุคคลให้ถูกต้อง เหมาะสมเป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ทำให้ผลการประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตหลังการปรับปรุงพัฒนาผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (Table 8) โดยมีคะแนนในทุกหมวดสูงกว่าร้อยละ 60 และคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยสูงขึ้นจากร้อยละ 34.48 เป็น 73.73 ($p<0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของวิไลวรรณ

สาครินทร์ (2551) พบว่าหลังการปรับปรุงพัฒนาสุขลักษณะตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ในสถานประกอบการไอศกรีมหวานเย็นระดับชุมชน จังหวัดสงขลา ด้วยแบบบันทึก ตส.1 (45) มีคะแนนการประเมินสุขลักษณะของสถานที่ผลิตทั้ง 6 หมวด ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน(>ร้อยละ 60) และคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าก่อนการพัฒนาจากร้อยละ 40.26 เป็น 87.10 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า หลังการปรับปรุงพัฒนาสุขลักษณะตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ในสถานประกอบการผู้ผลิตอาหาร OTOP จังหวัดขอนแก่น จำนวน 20 กลุ่ม และจังหวัดจันทบุรี จำนวน 49 กลุ่ม ด้วยแบบบันทึก ตส.1 (47) มีคะแนนทั้งหมดเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าก่อนการพัฒนาจากร้อยละ 43.1 เป็น 48.4 และ 67.45 เป็น 35.26 ตามลำดับ ($p<0.05$) (ศิริวรรณ สุรไพฑูรย์ และคณะ, 2547)

Table 8. GMP evaluated score for the production of seasoned tuna meat product

Section	Evaluated score(%)		
	Before **	Standard*	After **
1. Location and manufacturing buildings	51.32	100	81.58
2. Tools, machineries and equipments	50.00	100	87.50
3. Control of production process	18.00	100	60.34
4. Sanitation	40.00	100	81.67
5. Cleaning and maintenances	26.92	100	73.76
6. Personnel and workers hygiene	33.33	100	75.00
Average	34.48 [b]	100	73.73[a]

* Thai FDA standard for GMP (2000) : Good Manufacturing Practice

** Evaluated by researcher

3.2 คุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (สิ่งแปลกปลอม, ค่าสี) เคมี (ปริมาณความชื้น, ค่าวอเตอร์แอกติวิตี, ปริมาณน้ำตาล, ปริมาณเกลือ และปริมาณฮีสตามีน) และจุลินทรีย์ก่อโรคตามที่กำหนดในมาตรฐานประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ก่อนและหลัง

การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตโดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ครั้งละ 3 ซ้ำ ห่างกันครั้งละ 2 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

(1) คุณภาพทางกายภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **สิ่งแปลกปลอม** ก่อนประยุกต์ใช้ระบบ HACCP พบเส้นผมยาว 2 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น ก้างปลายาว 0.5-1 เซนติเมตร จำนวนเฉลี่ย 9 ชิ้น มด จำนวนเฉลี่ย 3 ตัว ในผลิตภัณฑ์ (Table 9) หลังการประยุกต์ใช้ระบบไม่พบเส้นผม มด แต่ยังพบก้างปลา ยาว 0.3-0.5 เซนติเมตร จำนวนเฉลี่ย 2 ชิ้น เนื่องจากผู้ผลิตปรับปรุง เปลี่ยนแปลง สุขลักษณะตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) การควบคุมกระบวนการผลิต มีการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม เช่น ก้าง หนัง เป็นต้น ขณะนวดเนื้อปลาผสมกับเครื่องปรุงรส(ก่อนทอด) และขณะตัดแต่งเป็นชิ้น ก่อนบรรจุ การควบคุมสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน ควบคุมให้ผู้ผลิตปฏิบัติตามGMPในการผลิตอาหารอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะการสวมหมวก เน็ตคลุมผม หรือผ้าฮิยาป อย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันเส้นผมของผู้ผลิตปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์

- **ค่าสี (L*, a*, b*)** ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 9) อาจเนื่องมาจากการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสเป็นระบบที่เน้นด้านความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ และการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต ช่วยพัฒนาด้านสุขลักษณะเป็นส่วนใหญ่ แต่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์น้อยมาก และผู้ผลิตไม่ต้องการให้สีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเปลี่ยนแปลงจนทำให้เกิดการไม่ยอมรับของผู้บริโภค

สรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบ HACCPในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสต่อคุณภาพความปลอดภัยทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์สามารถลดหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ได้แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

(2) คุณภาพทางเคมี โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี** พบว่าหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสมีค่าลดลงจากร้อยละ 14.13 เป็น 11.67 (นน/นน) และ 0.63 เป็น 0.56 ตามลำดับ (Table 9) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 301/2547(ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค) เนื่องจากก่อนประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในขั้นตอนการตากแห้ง และขั้นตอนการทอดผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตไม่มีการควบคุมระยะเวลาในการตากแห้ง อุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดผลิตภัณฑ์ อาศัยความรู้สึก ความเคยชิน และความชำนาญส่วนตัวในการกำหนดระยะเวลาในการตากแห้งและทอดผลิตภัณฑ์ แต่หลังจากได้รับ

คำแนะนำให้มีการควบคุมระยะเวลาในการตากแห้ง อุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จึงกำหนดระยะเวลาในการตากแดดต้องมากกว่า 3 ชั่วโมง กรณีแดดแรง (อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ ร้อยละ 40)หรือเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง กรณีแดดอ่อน (อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ ร้อยละ 80) ส่วนในขั้นตอนการทอด ได้กำหนดอุณหภูมิในการทอดไม่ต่ำกว่า 150 องศาเซลเซียส (แก๊สไฟแรง) และระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที ส่งผลให้ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสมีค่าลดลงถึงระดับที่มีความปลอดภัย จุลินทรีย์ ยีสต์และราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และสามารถจัดผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง

- **ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเกลือ** พบว่า ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เนื่องจากสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสยังคงใช้สูตรเดียวกันในการผลิตทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP และการควบคุมรสชาติของผลิตภัณฑ์ต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จนเกิดการไม่ยอมรับของผู้ผลิต

- **ปริมาณฮีสตามีน** หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP พบว่า ปริมาณฮีสตามีนของผลิตภัณฑ์มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จาก 5.80 เป็น 2.70 พีพีเอ็ม (Table 9) และมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ US-FDA (1995) ที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 50 พีพีเอ็ม เนื่องจากการพัฒนา ปรับปรุง สุขลักษณะและการควบคุมกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนโดยเฉพาะการควบคุมการรับวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบมีคุณภาพมากขึ้น ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิในการรับปลาโอดำ ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่เจริญ และปริมาณฮีสตามีนที่ตรวจพบมีปริมาณลดลง (Taylor, 1986; Guizani *et al.,* 2005; Özogul *et al.,* 2006) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป โดยการควบคุมอุณหภูมิในการตรวจรับวัตถุดิบเริ่มต้น(บูดูดิบ) ส่งผลให้ปริมาณฮีสตามีนในบูดูดิบมีปริมาณลดลงจาก 415.06 เป็น 395.05 พีพีเอ็ม อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ทิพย์วรรณ อรัญดร, 2548)

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ แต่ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี และปริมาณฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) และ US-FDA (1995)

Table 9. Physical and chemical parameters of the seasoned tuna meat product before and after HACCP application

Parameter	Before	Standard value	After
Physical			
- Filth	Detected - 2-cm hair, 1 piece - 0.5-1.0 cm fish bone, 9 pieces - 3 ants		Not detected hair and ant but detected 0.3-0.5 cm fish bone, 2 pieces
- Color (Mean ± standard deviation from 9 replicates)			
L*	39.47±0.49^{ns}		39.21±0.52^{ns}
a*	11.41±0.66^{ns}		11.38±0.31^{ns}
b*	21.00±0.17^{ns}		21.13±0.22^{ns}
Chemical (Mean ± standard deviation from 9 replicates)			
- Moisture(%)	14.13±1.21^{a}		11.67±0.67^{b}
-Water activity	0.63±0.01^{a}	≤0.6[1]	0.56±0.01^{b}
- Total sugar(%)	18.56±2.16^{ns}		18.70±1.99^{ns}
- Salt(%)	3.01±0.72^{ns}		3.52±0.49^{ns}
- Histamine(ppm)	5.80±1.33^{a}	≤50[2]	2.70±0.51^{b}

[1] Thai Industrial Standards Institute (2000) : Thailand Community Standard No. 301/2004

[2] US-FDA (1995) : Procedures for the safe and sanitary processing and importing of fish and fishery products

[ns] In the same row indicate non significances ($p>0.05$)

[a, b] Different letters in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

Table 10. Microbiological parameter (Mean±standard deviation from 9 replicates) of the seasoned tuna meat product before and after HACCP application

Parameter	Before	Standard value	After
Total viable bacteria (cfu/g)	$(1.77\pm0.35)x10^{2a}$	$\leq10^{6}$*	$(0.72\pm0.25)x10^{2b}$
Coliform bacteria (MPN/g)	$<3^{ns}$	<500*	$<3^{ns}$
E .coli (MPN/g)	$<3^{ns}$	<3*	$<3^{ns}$
B. cereus (cfu/g)	6 ± 1.7^{a}	≤100*	ND^{b}
S. aureus (cfu/g)	ND^{ns}	≤100*	ND^{ns}
Salmonellae spp. (cfu/25g)	ND^{ns}	ND*	ND^{ns}
C. perfringens (cfu/0.01 g)	ND^{ns}	ND*	ND^{ns}
V. parahaemolyticus (cfu/25g)	ND^{ns}	ND*	ND^{ns}
Yeast&Molds (cfu/g)	3^{ns}	≤100**	ND^{ns}

* Department of Medical Sciences (1993) - Standard for cooked and ready to eat product

** Thai Industrial Standards Institute (2000) : Thailand Community Standard No. 301/2004

^{ns} In the same row indicate non significances ($p>0.05$)

$^{a, b}$ Different letters in the same row indicate significant differences ($p<0.05$)

ND : Not detected

(3) คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, *E.coli, S.aureus, B.cereus, Salmonellae* spp., *C.perfringens* และ*V.parahaemolyticus* ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส (Table 10) พบว่า ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) และเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน (สมอ, 2547) โดยพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงร้อยละ 57.63, *B. cereus*, ยีสต์และรา ลดลงอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสุขลักษณะของผู้ผลิตตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีสำหรับการผลิต (GMP) และปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติมาตรฐาน (SOP) ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอย่างเคร่งครัด นอกจากนี้ยังไม่พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, *E. coli*, *S. aureus, Salmonellae* spp., *V. parahaemolyticus* และ *C. perfringens* ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุง

รสทั้งก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งมีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (Wijtzes *et al.,* 1998)

การประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาการนำระบบ HACCP มาใช้ควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหารในโรงพยาบาลระโนด จังหวัดสงขลา ได้แก่ แกงป่าไก่ (สุวิมล แก้วแดง, 2546) อาหารทางสายให้อาหารของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์, 2541 ; ศิริเพ็ญ สุพรรณ, 2545) และอาหารเด็กอ่อนของโรงพยาบาลประเทศอิตาลี (Almeida *et al.,* 1999) ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคจากศูนย์จำหน่ายอาหารและร้านอาหารของมหาวิทยาลัยประเทศสเปน ได้แก่ ไข่เจียวออมเลต และเนื้อหมูสันในย่าง (Soriano *et al.,* 2002) ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคจากศูนย์จำหน่ายอาหารและร้านอาหาร ประเทศไต้หวัน (Jeng *et al.,* 2003) ผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคจากโรงครัวโรงเรียน ประเทศสเปน ได้แก่ สลัดผักสด (Magdalena *et al.,* 2000)

หลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCPในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรส สามารถพัฒนาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) และเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชน (สมอ, 2547) ถึงแม้ว่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ ก่อนการประยุกต์ใช้ระบบจะมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานแล้วก็ตาม แต่เมื่อนำระบบ HACCP เข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต ยิ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยดูได้จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ มีการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและตรวจไม่พบ *B. cereus* ยีสต์และรา ($p<0.05$) ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

4. ผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ผลิตโดยสถานประกอบการซึ่งผ่านการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกพอลิโพรพิลีน (พีพี) ถุงพลาสติกลามิเนตไนลอน/อะลูมิเนียม ฟอล์ย/แอลแอลดีพีอี (ลามิเนต) และถุงพลาสติกพอลิไวนิลลิดีน (พีวีดีซี) โดยมีสมบัติการซึมผ่านไอน้ำ (Water vapor permeability) และการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน(Oxygen permeability) เท่ากับ 0.2271, 0.1773 และ0. 2007 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ และ10.15, 0.30 และ5.34 ซม^3/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ ตามลำดับ ภายใต้สภาวะการบรรจุที่ศึกษา ได้แก่ บรรยากาศปกติ, 90%ไนโตรเจน และสารดูดซับออกซิเจน เก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างเริ่มต้น และทุกๆ 7 วัน จนกระทั่งปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเกินกว่าปริมาณที่กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 301/2547 (ไม่เกิน 100 cfu/g) ในการทดลองนี้จึงได้สิ้นสุดการตรวจวิเคราะห์เมื่อเก็บรักษาได้ 28 วัน ได้ผลการทดลองดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 ค่าสี

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกและสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อค่า L*, a* และ b*ของผลิตภัณฑ์ ($p>0.05$) ในทุกอุณหภูมิเก็บรักษา Figure 2-4 แต่พบว่าแนวโน้มค่า L* (ความสว่าง) และ a* (ค่าสีแดง) ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุในถุงพลาสติกพีพีต่ำกว่าตัวอย่างที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์และสภาวะบรรจุอื่นๆ อาจเนื่องมาจากการซึมผ่านไอน้ำของถุงพลาสติกพีพีมีค่าสูงกว่าถุงพลาสติกลามิเนต และถุงพลาสติกพีวีดีซี ตามลำดับ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสได้รับความชื้นสูงกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น และอาจส่งผลต่อการเร่งปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลคล้ำ เช่นเดียวกับผลการตรวจวัด ค่า L* ของน้ำผึ้งผงบรรจุในถุงพลาสติกอะลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนตกับพอลิเอธิลีนในสภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 °ซ มีค่าลดลงเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น (อุยา สิทธารถ, 2549) และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Pua และคณะ(2008) ที่รายงานว่า ค่า L*และ a* ของขนุนผงที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนตพอลิโพรพิลีน(Al/PP) สูงกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติก Metallized co-extruded biaxially oriented polypropylene (BOPP/MCPP) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28 และ 38 องศาเซลเซียส เนื่องจากค่าอัตราการซึมผ่านไอน้ำ ของถุงพลาสติก Al/PP ต่ำกว่า BOPP/MCPP (1.21×10^6 และ 3.56 กิโลกรัม/$ม^2$.วัน.ความดันบรรยากาศ ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาผลของสภาวะการบรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส พบว่าค่า L* ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายใต้สภาวะที่มีสารดูดซับออกซิเจนสูงกว่าสภาวะ 90%ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติในทุกชนิดบรรจุภัณฑ์ และทุกอุณหภูมิเก็บรักษา ($p>0.05$) ส่วนค่า a* ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายใต้สภาวะ 90%ไนโตรเจน สูงกว่าสภาวะที่ใช้สารดูดซับออกซิเจน และบรรยากาศปกติ ในทุกชนิดบรรจุภัณฑ์ ทุกอุณหภูมิเก็บรักษา ($p>0.05$) (Figure 2-4) อาจเนื่องมาจากการควบคุมบรรยากาศในการบรรจุ เช่น การใช้สารดูดซับออกซิเจน หรือการใช้ก๊าซไนโตรเจน สามารถลดปริมาณออกซิเจนในผลิตภัณฑ์ (Salmimem, 1996) ซึ่งอาจช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชั่น ทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีค่า L*และ a*เพิ่มขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ($p>0.05$)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า L* และ a* ลดลง แต่ค่า b* เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดในระหว่างการเก็บรักษา (BeMiller and Whistler, 1996) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงจากสีน้ำตาลเป็นสีน้ำตาลคล้ำมากขึ้น สอดคล้องกับค่า L* และ a* ของกุ้งแห้ง และข้าวเกรียบปลา ที่มีค่าลดลง เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) (วรรณิยา โสภักดี, 2544 ; อรนุช สีหามาลา, 2545)

4.2.2 ค่าพีเอช

ชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ทุกอุณหภูมิ ให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับการเก็บรักษากุ้งแห้งภายใต้สภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน (วรรณิยา โสภักดี, 2544) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิเก็บรักษา 30 และ 37 °ซ พบว่า ค่าพีเอชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 37 °ซ ค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงจาก 6.01 เป็น 6.04 และ 6.01 เป็น 6.04 ตามลำดับ แต่ที่อุณหภูมิ 40 °ซ ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยโดยเปลี่ยนแปลงจาก 6.03 เป็น 5.93 และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเป็นผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านการทำให้สุกแล้ว อีกทั้งค่าวอเตอร์แอกติวิตีและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับต่ำจึงทำให้ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะ เวลาเก็บรักษา ($p>0.05$) (อุษา สิทธารถ, 2549)

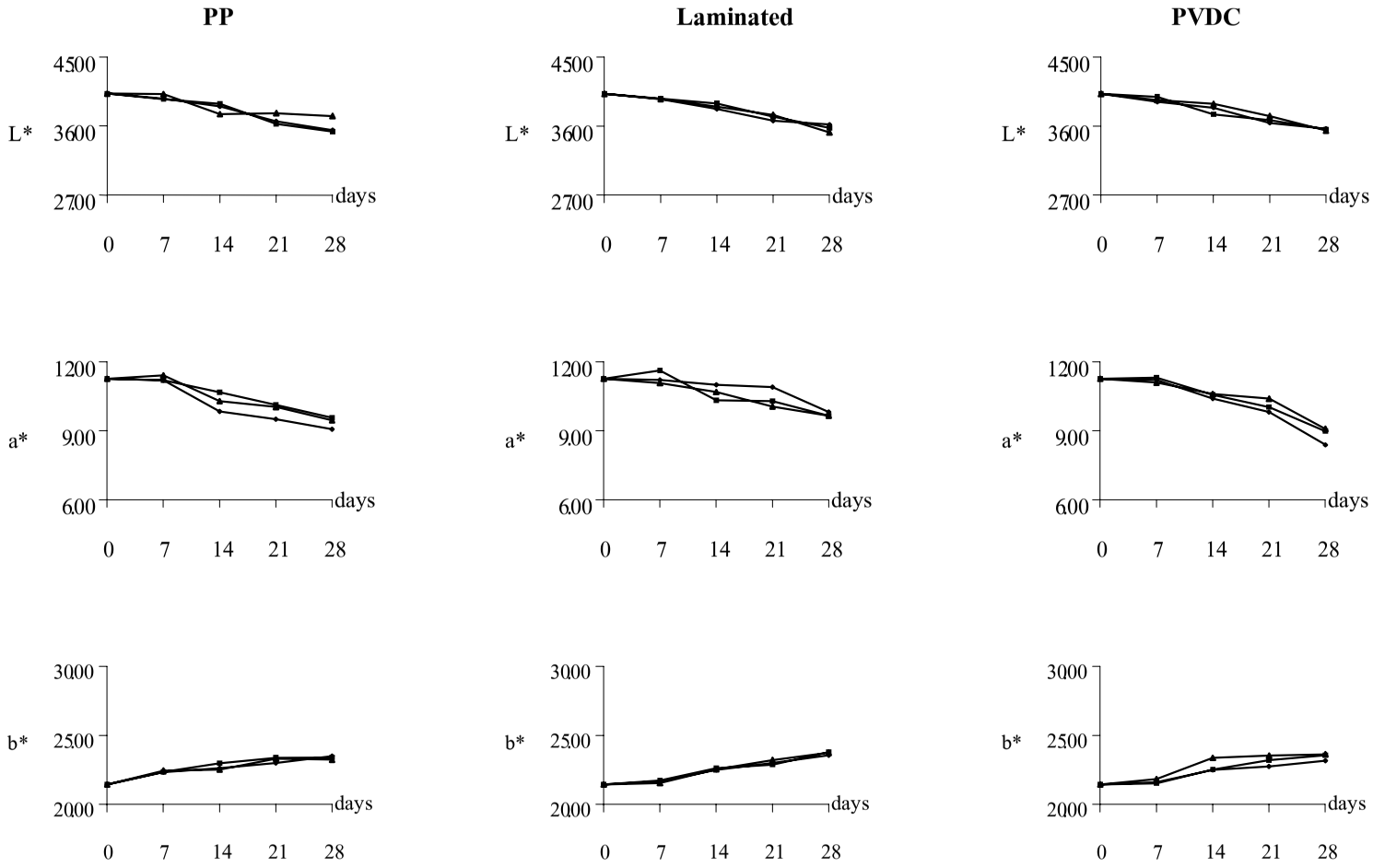


Figure 2. L* a* b* values of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 30 °C packing —◆— Air —■— 90% N_2 —▲— Air+O_2absorber

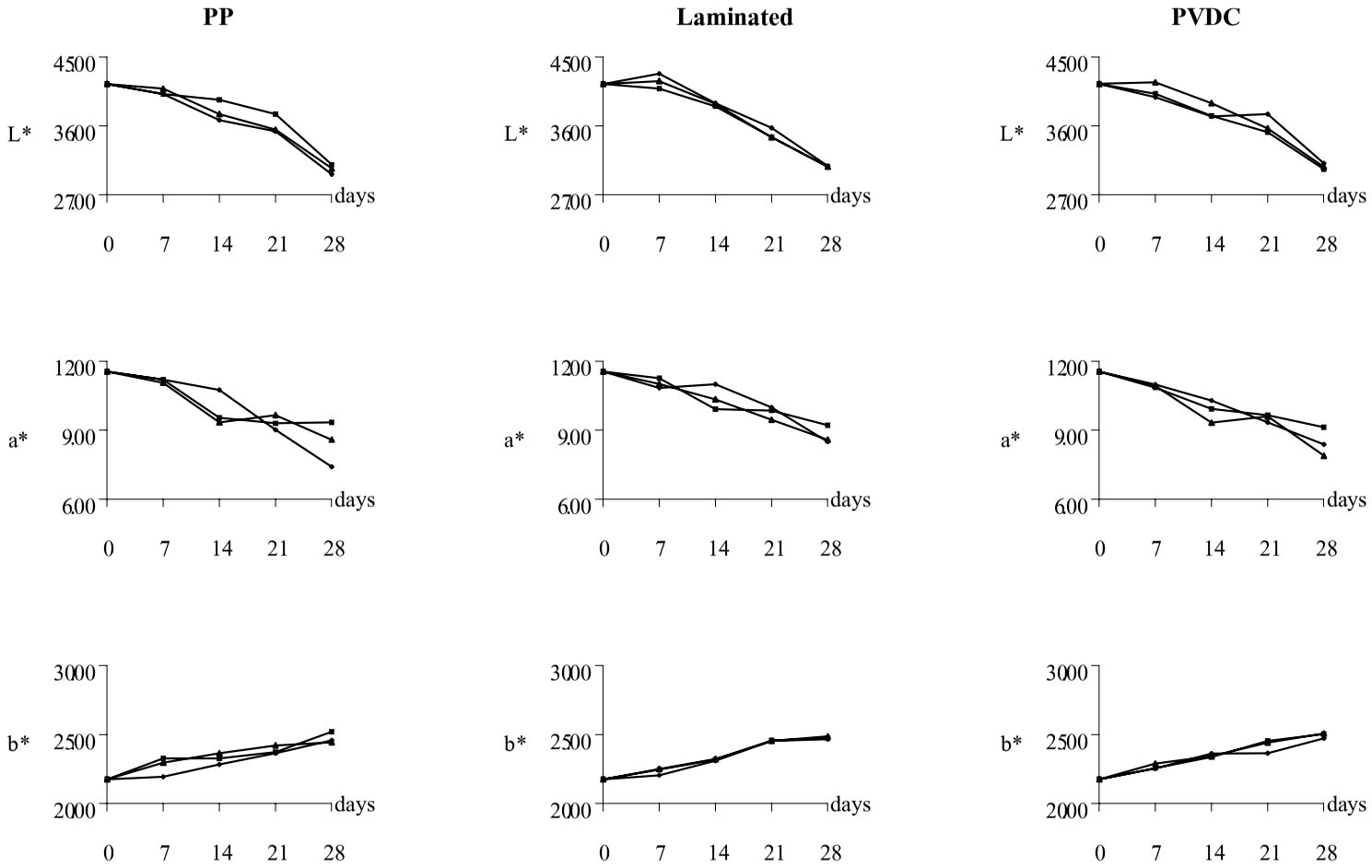


Figure 3. L* a* b* values of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 37 °C packing

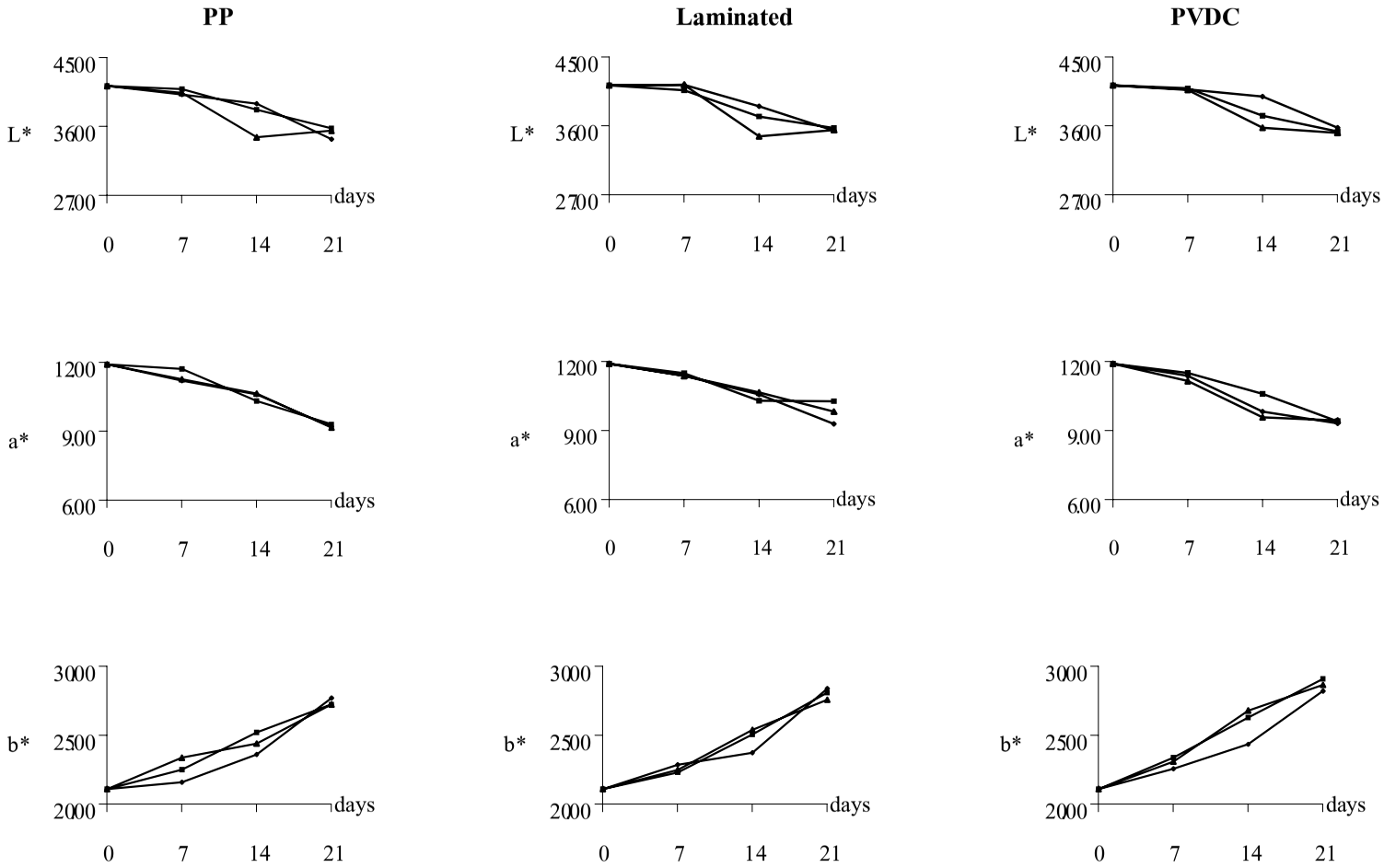


Figure 4. L* a* b* values of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 40 °C packing ◆ Air ■ 90% N_2 ▲ Air+O_2absorber

4.2 คุณภาพทางเคมี

4.2.1 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี

เมื่อพิจารณาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าปรุงรส พบว่า ชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)ในทุกอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 5) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และ ถุงพลาสติกพีวิดีซี มีค่าวอเตอร์แอกติวิติต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกพีพี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าการซึมผ่านไอน้ำของถุงพลาสติกลามิเนต (0.1773 กรัม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) และถุงพลาสติกพีวีดีซี (0.2007 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) ต่ำกว่าถุงพลาสติกพีพี (0.2771 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) และเมื่อพิจารณาผลของสภาวะบรรจุ พบว่า ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สภาวะบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ (RH = 90%) สอดคล้องกับค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์โปรตีนจากถั่วลิสงแปลงเนื้อสัมผัสบรรจุในถุงพลาสติกพีพี และถุงเมทาไลซ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2°ซ %RH=68) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (วิษฐิดา จันทราพรชัย, 2537) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเปลี่ยนแปลงจาก 0.456 เป็น 0.472 แต่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสทั้ง 3 สภาวะบรรจุ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 และ 40 °ซ (70 และ65 %RH ตามลำดับ) (Figure 5) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศภายในตู้เก็บ มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศโดยรอบ จึงอาจส่งผลให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์มีโอกาสเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอก เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 และ 40 °ซ ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสเปลี่ยนแปลงจาก 0.478 เป็น 0.359 และ 0.494 เป็น 0.467 ตามลำดับ

ส่วนผลของอุณหภูมิเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90, 70 และ 65 ตามลำดับ พบว่าเมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตีของปลาสลิดเค็มทอดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 °ซ) ต่ำกว่าที่อุณหภูมิเก็บรักษา 4 °ซ ($p<0.05$) (วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546) และการทดลองครั้งนี้ ไม่สามารถควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้เท่ากันได้ทั้ง 3 อุณหภูมิ จึงอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีขอผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่า

ปรุงรสลดลง ($p<0.05$) เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา

4.2.2 ปริมาณความชื้น

เมื่อพิจารณาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในทุกอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 6) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และ ถุงพลาสติกพีวีดีซี มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกพีพี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าการซึมผ่านไอน้ำของถุงพลาสติกลามิเนต (0.1773 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) และถุงพลาสติกพีวีดีซี (0.2007 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) ต่ำกว่าถุงพลาสติกพีพี (0.2771 กรัม.มม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 , 37 และ 40 °ซ ปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงจาก 11.03 เป็น 13.85 และ 11.04 เป็น 12.93 และ 11.22 เป็น 9.01 ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณความชื้นของปลาแอนโชวี่แห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ($\pm$30°ซ) บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ ในถุง Low-density polyethylene (LDPE) มีค่าสูงกว่าถุง Polyethylene terephthalate /Low-density polyethylene (PET/ LDPE) ($p>0.05$) เนื่องจากอัตราการซึมผ่านไอน้ำของถุง PET/ LDPE ต่ำกว่าถุง LDPE โดยมีค่า 6.0 และ 6.7 กรัม/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ ตามลำดับ (Gopal *et al.,* 1997)

เมื่อพิจารณาผลของสภาวะบรรจุ พบว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สภาวะบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ (Figure 6) แต่จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 และ 40 °ซ ($p<0.05$) เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับค่าวอเตอร์แอกติวิตี ในส่วนผลของอุณหภูมิเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่า เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาสูงขึ้น ปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจากความชื้นในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สอดคล้องกับการศึกษาของวารุณี สุวรรณจงสถิต (2546) ที่รายงานว่าปริมาณความชื้นของปลาสลิดเค็มทอดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30$\pm$2°ซ) มีค่าต่ำกว่าที่อุณหภูมิเก็บรักษา 4 °ซ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีกับปริมาณความชื้น พบว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่ปริมาณความชื้นจะมีค่าค่อยๆลดลง ทุกอุณหภูมิเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบซึ่งมีสมบัติออสโมติกสับเสตรท สามารถดูซับน้ำได้ดี นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการทดลองครั้งนี้ ไม่สามารถควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้เท่ากันได้ในทุกอุณหภูมิ จึงอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

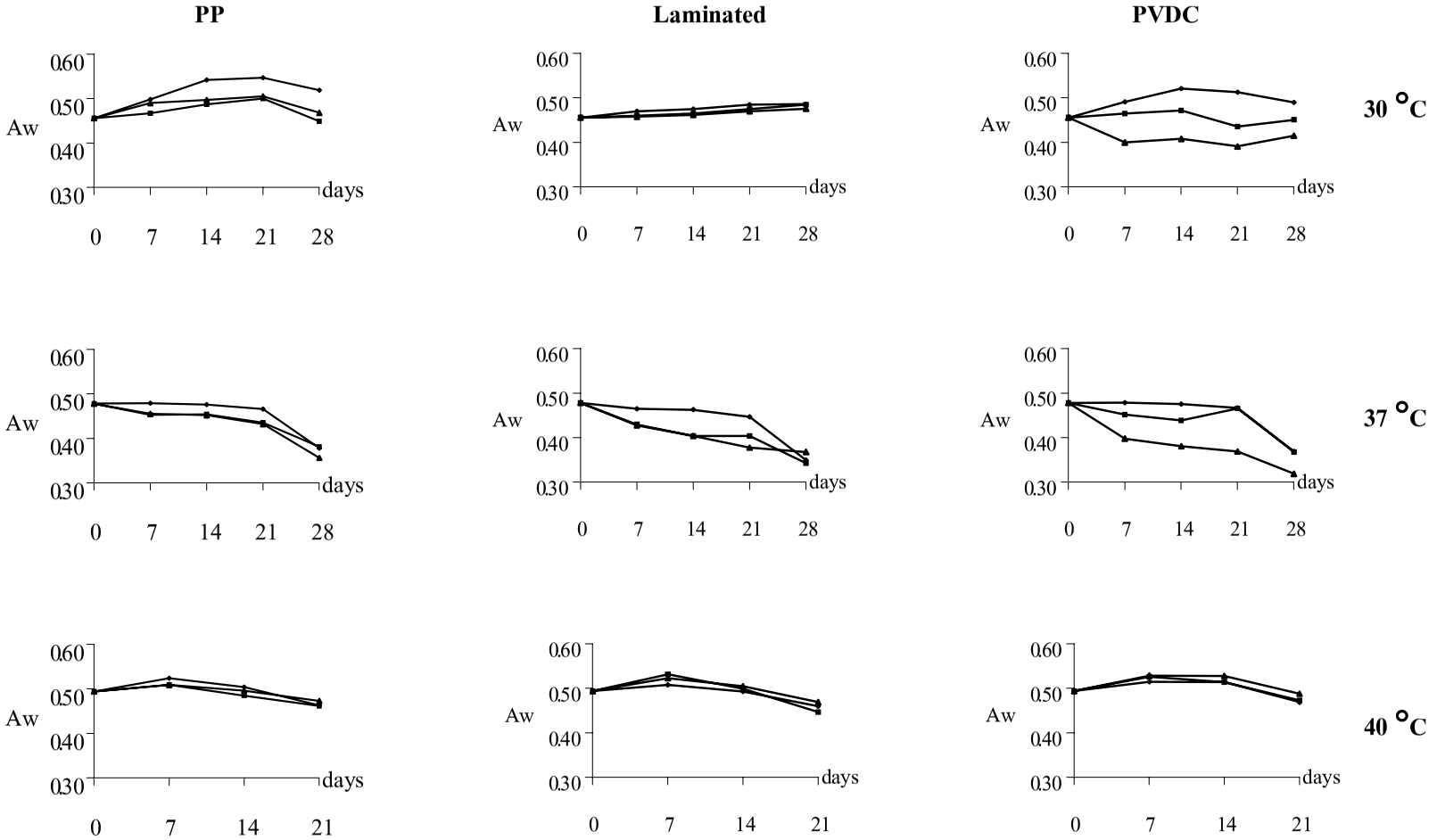


Figure 5. Aw values of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C packing

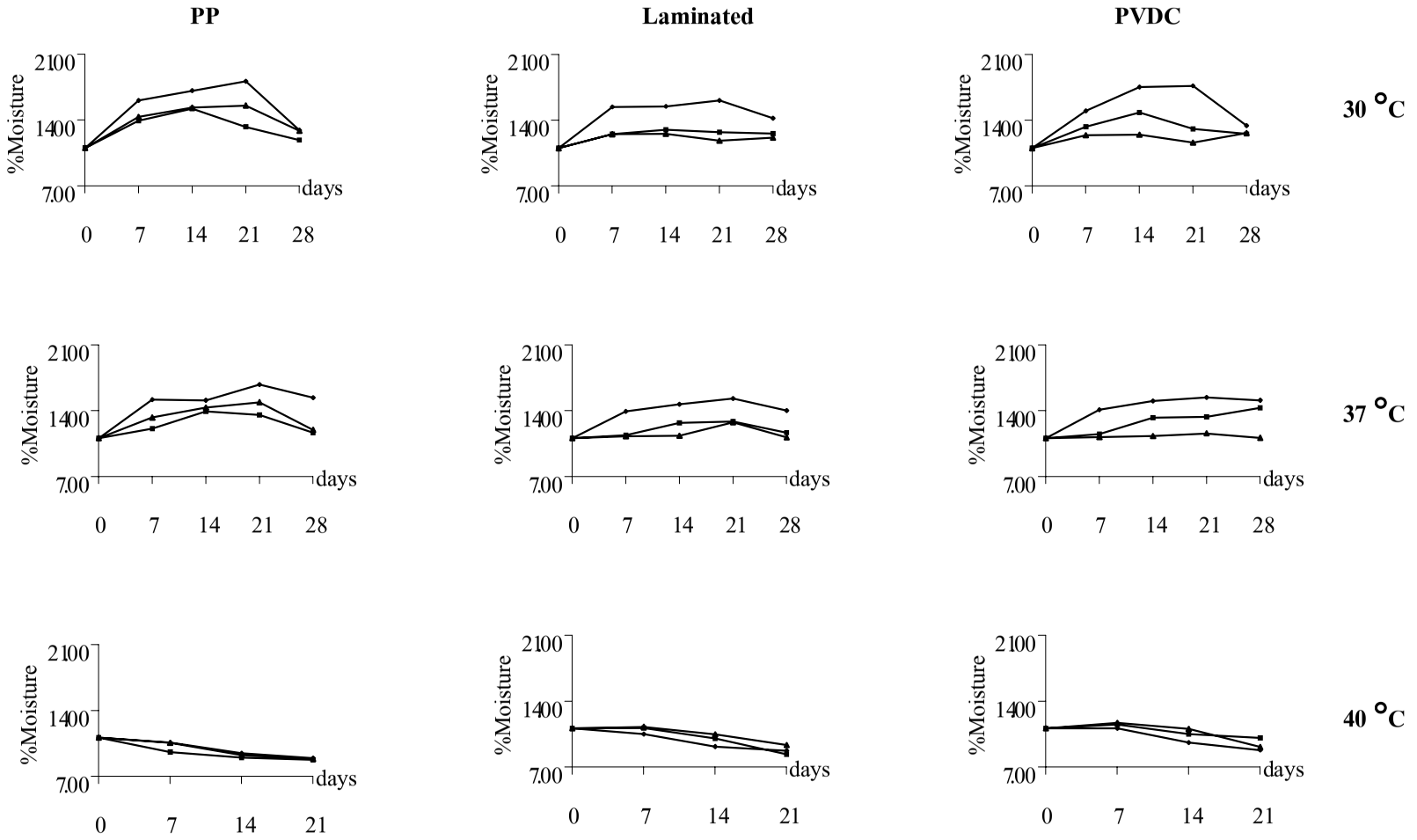


Figure 6. Moisture content of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C packing — Air — 90% N_2 — Air+O_2absorber

4.2.3 ปริมาณ TBARS

จากการศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน พบว่าส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Figure 7)ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกพีพีมีค่าสูงกว่าที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต และถุงพลาสติกพีวีดีซี อาจเนื่องมาจากมีค่าการซึมผ่านไอน้ำและก๊าซออกซิเจนของถุงพลาสติกพีพีมีค่าแตกต่างจากของถุงพลาสติกลามิเนต และถุงพลาสติกพีวีดีซี ซึ่งเท่ากับ 0.1773 และ 0.2007 /ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ และ10.15, 0.30 และ 5.34 ซม^3/ม^2.วัน.ความดันบรรยากาศ ตามลำดับ อาจส่งผลในการเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณTBARS มากขึ้น ($p<0.05$) (Nawar, 1996) และเมื่อพิจารณาผลของสภาวะบรรจุ พบว่า TBARSของผลิตภัณฑ์ เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ทั้ง 3 สภาวะบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นของแต่ละอุณหภูมิ เมื่อสิ้นสุดอายุเก็บรักษาที่ 30, 37 และ 40 °ซ ปริมาณTBARSในสภาวะบรรจุที่มีสารดูดซับออกซิเจน มีปริมาณเพิ่มขึ้นน้อยกว่าภายใต้สภาวะ %90 ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติ (Figure 7) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการควบคุมบรรยากาศในการบรรจุ เช่น การใช้สารดูดซับออกซิเจน หรือการใช้ก๊าซไนโตรเจน สามารถลดปริมาณออกซิเจนในผลิตภัณฑ์ (Salmimem, 1996) ซึ่งอาจช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชั่น สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูป เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °ซ ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ภายใต้สภาวะปกติพร้อมสารดูดซับออกซิเจน จะมีค่า TBA ต่ำกว่าการบรรจุผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ก๊าซไนโตรเจน และบรรยากาศปกติ (3.95, 4.51, 6.12 และ6.27 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ) (จิตภัทร แย้มแพ, 2541)

ผลของอุณหภูมิเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส พบว่า เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาสูงขึ้น ปริมาณ TBARS มีแนวโน้มปริมาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนื่องจากความร้อนกระตุ้นให้ไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์สลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากผลิตภัณฑ์ (Nawar, 1996; Madhavi *et al.,* 1996) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40°ซ ปริมาณ TBARS เปลี่ยนแปลงจาก 3.83 เป็น 20.77 และ 4.08 เป็น 20.57 และ 3.99 เป็น 19.74 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ สินี หนองเต่าดำ และคณะ (2545) ที่พบว่าเนื้อจระเข้ปรุงรสบรรจุในถุงพลาสติกลามิเนตมีปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การพบว่าปริมาณ TBARS ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 30 และ 37 °ซ มีค่าเกินกว่า 20 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อ 1 กิโลกรัมตัวอย่าง (Shamberger *et al.,* 1977) อาจส่งผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค

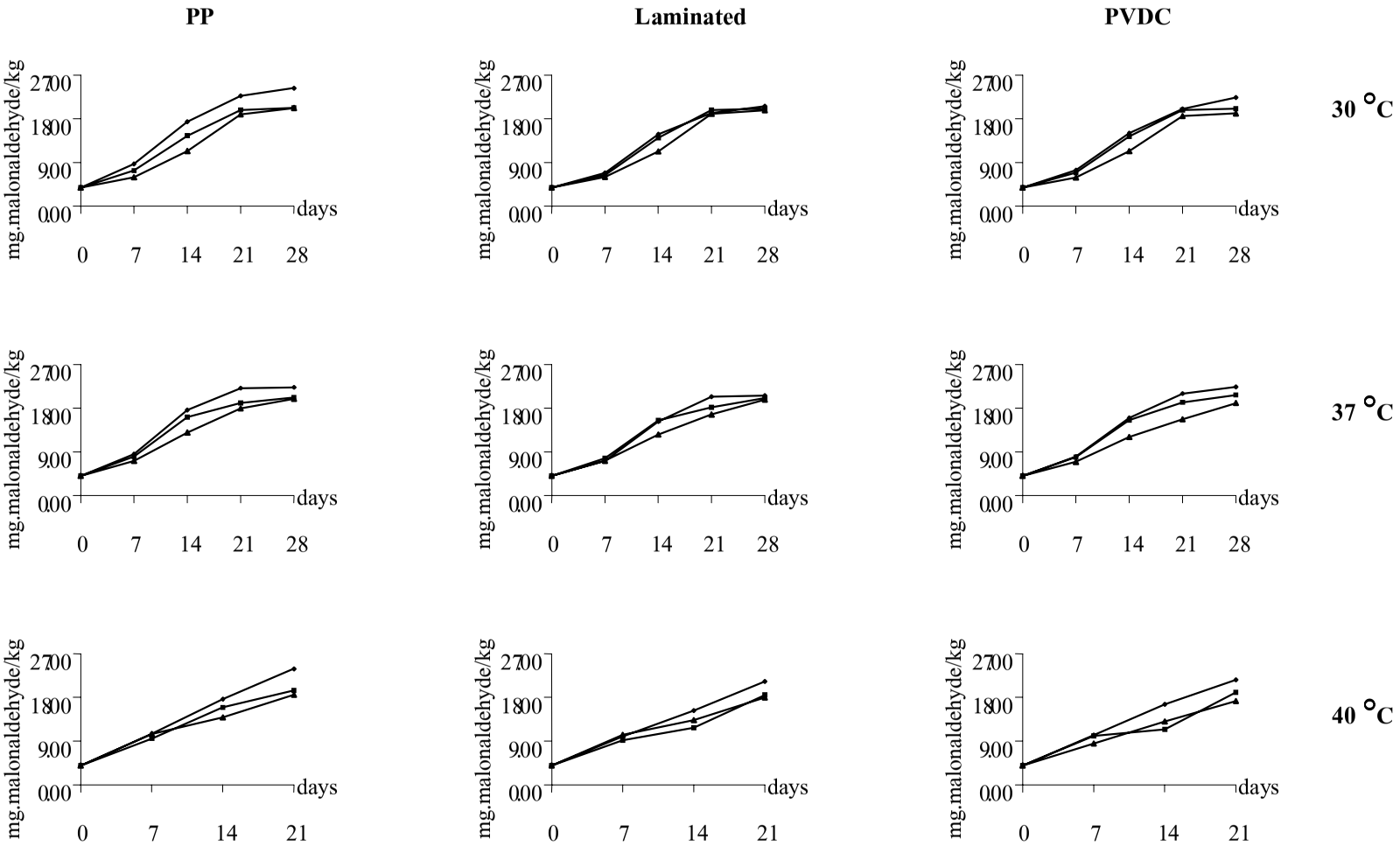


Figure 7. TBARS content of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C packing —◆— Air —■— 90% N_2 —▲— Air+O_2absorber

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

4.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ($p>0.05$)โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Figure 8) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ ที่ระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลงจาก 40 cfu/g เป็น 300 cfu/g (Figure 8) แต่จะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 และ 40 °ซ ที่ระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา มีการเปลี่ยนแปลงจาก 53 เป็น 278 และ37 เป็น 201 cfu/g ตามลำดับ ($p>0.05$) (Figure 8) เนื่องจากสภาวะที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีและปริมาณความชื้นในระดับต่ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนผลของสภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายใต้สภาวะที่มีสารดูดซับออกซิเจนมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 90%ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติ ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการควบคุมบรรยากาศในการบรรจุ เช่น การใช้สารดูดซับออกซิเจน หรือการใช้ไนโตรเจน สามารถลดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ (Salmimem, 1996) ซึ่งเป็นสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้น้อย หรือไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูง สอดคล้องกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของของกุ้งแห้ง ข้าวเกรียบปลา ปลาสลิดเค็มทอด ปลาโอลายอบสมุนไพรกึ่งแห้ง มีปริมาณลดลง เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (วรรณิยา โสภักดี, 2544 ; อรนุช สีหามาลา, 2545; วารุณี สุวรรณจงสถิต, 2546; ยุพา บุญมี, 2550)

เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยาของอาหารประเภทอาหารปรุงสุกทั่วไป (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) ซึ่งกำหนดว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1.0x10^6$ cfu/g และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 301/2547 (ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค) ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน $1.0x10^4$ cfu/g จากการทดลองนี้พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 2 มาตรฐาน

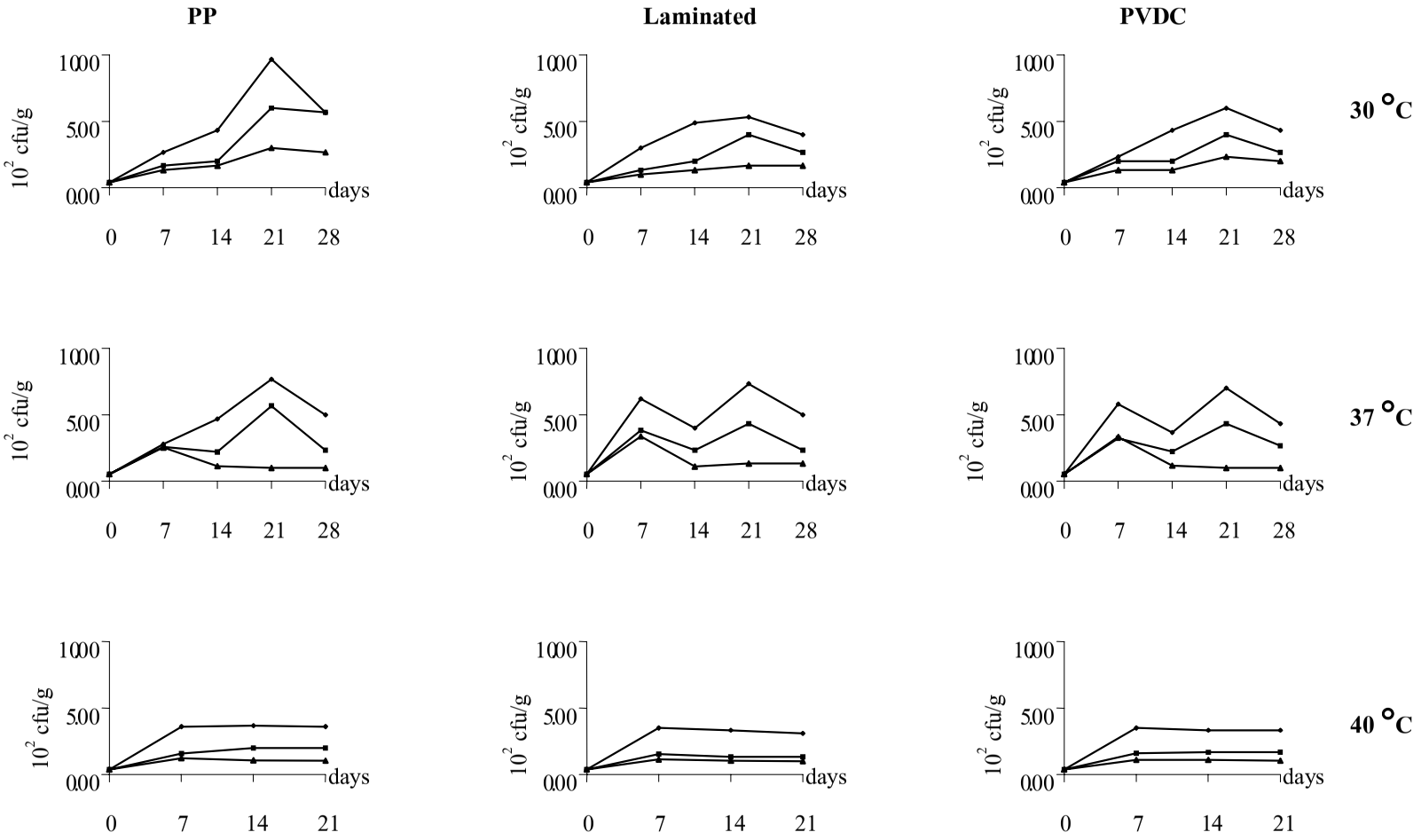


Figure 8. TVC content of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under different packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C packing —◆— Air —■— 90% N_2 —▲— Air+O_2absorber

4.3.2 ปริมาณยีสต์และรา

ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุในชนิดบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณยีสต์และราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่ออุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ ที่ระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา (28 และ 21 วัน ตามลำดับ) มีการเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 118, 167 และ 130 cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 301/2547(ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค) ซึ่งกำหนดไว้ ไม่เกิน 100 cfu/g ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงใช้ปริมาณยีสต์และราเป็นปัจจัยที่บ่งบอกอายุเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale) จำนวน 30 คน โดยทำการทดสอบในช่วงวันที่ 0 ถึงวันที่ 28 และ 21 ของอุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ ของการเก็บรักษา เนื่องจากหลัง ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน มผช 301/2547 ดังนั้นจึงไม่ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.4.1 ลักษณะปรากฏ

ชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 9) โดยที่อุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลง โดยเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ (ระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ) คะแนนเปลี่ยนแปลงจาก 7.36 เป็น 5.63 และ 7.31 เป็น 5.94 และ 7.00 เป็น 5.02 ตามลำดับ และจากการพิจารณาผลการทดสอบด้วยวิธี QDA พบว่าผู้ทดสอบเห็นว่าลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแข็ง กระด้าง มากขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น

4.4.2 สี

ชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คะแนนด้านสีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 10) โดยที่อุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนด้านสีของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลง โดยเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ (ระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ) คะแนนเปลี่ยนแปลงจาก 7.38 เป็น 5.61 และ 7.43 เป็น 6.02 และ 7.07 เป็น 4.17 ตามลำดับ

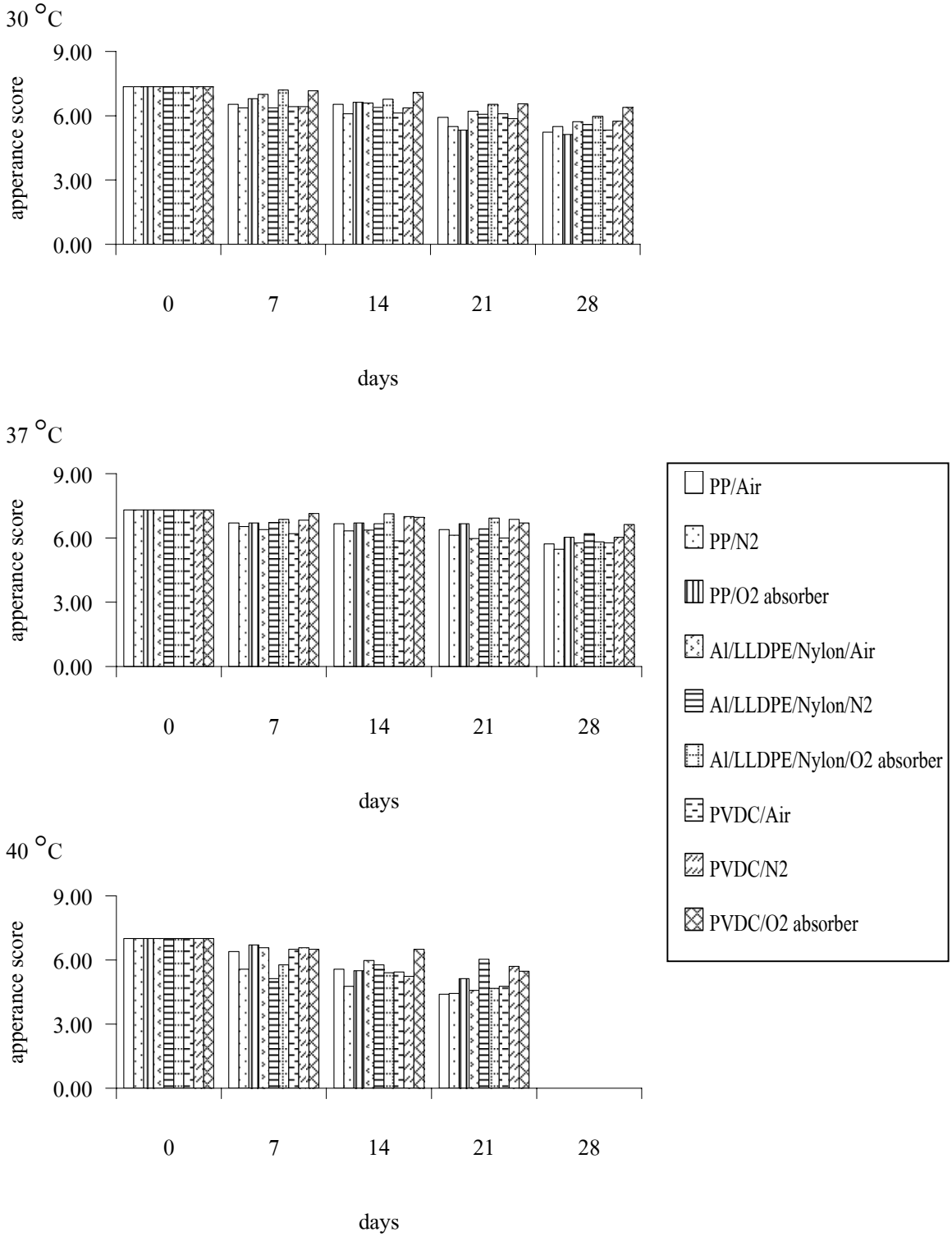


Figure 9. Sensory score for appearance of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under difference packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C

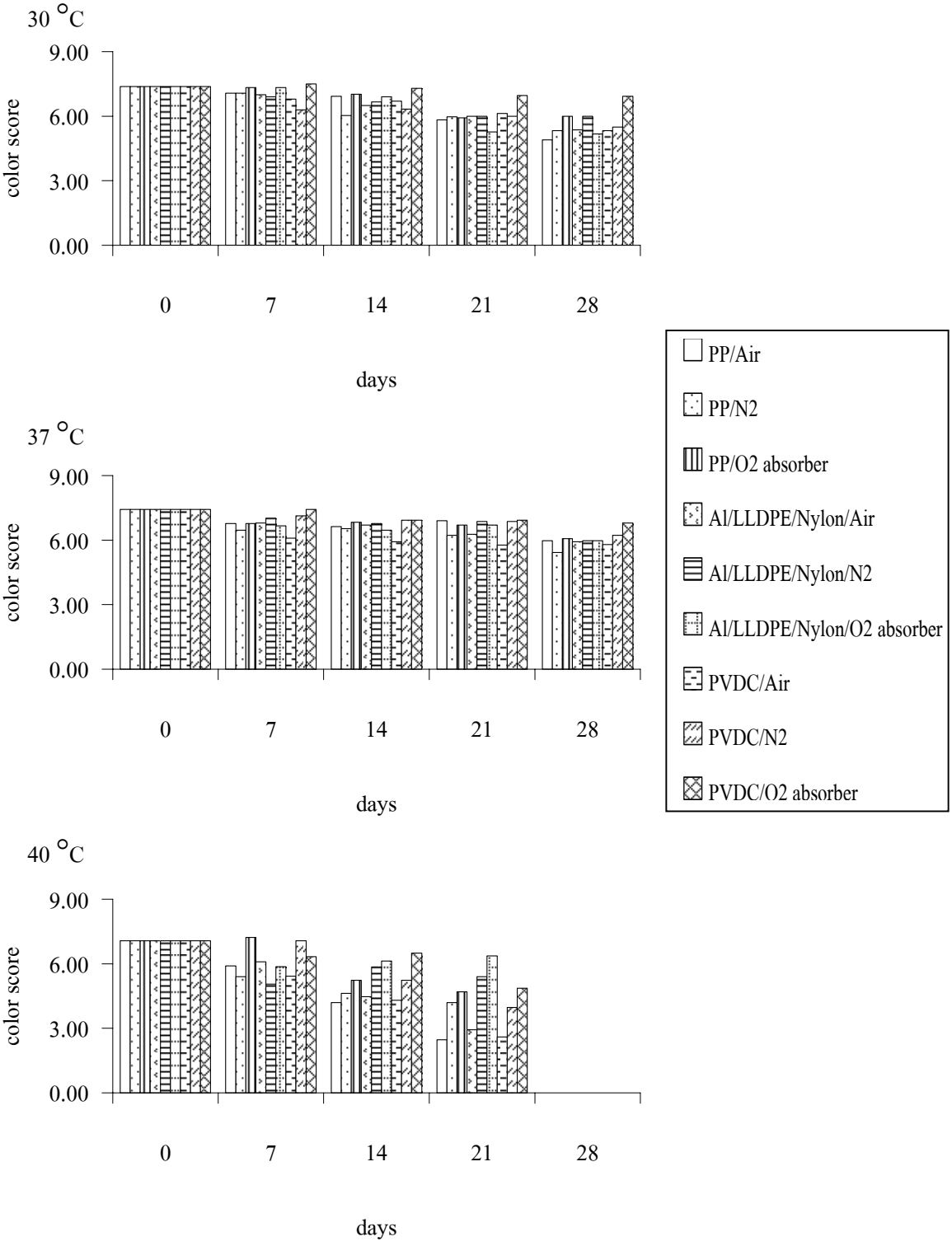


Figure 10. Sensory score for color of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under difference packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C

4.4.3 กลิ่น

ชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คะแนนด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 11) โดยที่อุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสได้รับกลิ่นเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์มากขึ้นโดยเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ (ระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ) คะแนนเปลี่ยนแปลงจาก 7.64 เป็น 5.41 และ 7.41 เป็น 5.20 และ 7.22 เป็น 4.78 ตามลำดับ

4.4.4 ความชอบรวม

ชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คะแนนด้านความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในแต่ละอุณหภูมิเก็บรักษา (Figure 12) โดยที่อุณหภูมิเก็บรักษา 30, 37 และ 40 °ซ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มลดลง โดยเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ (ระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ) คะแนนเปลี่ยนแปลงจาก 7.51 เป็น 5.58 และ 7.37 เป็น 5.82 และ 7.10 เป็น 4.89 ตามลำดับ

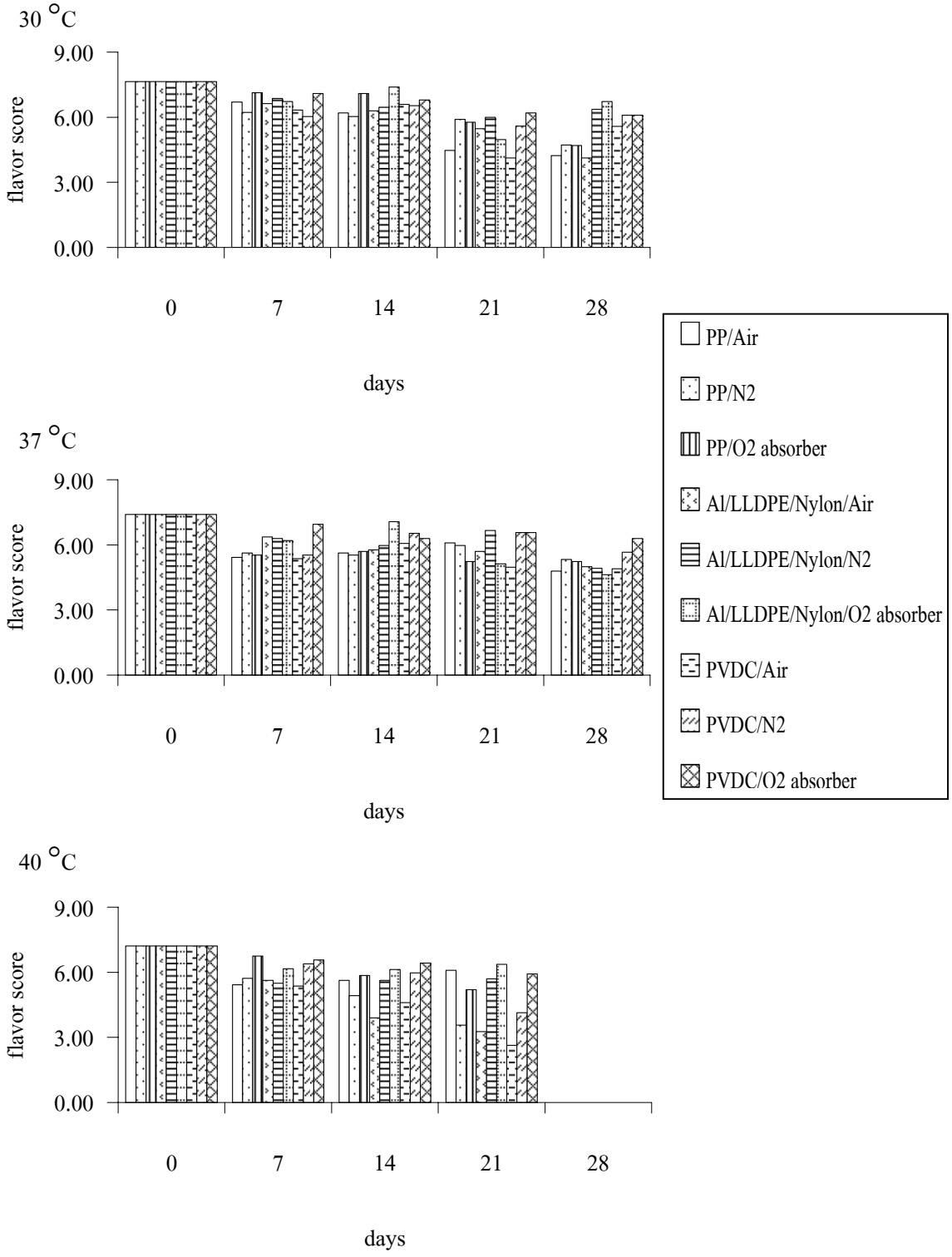


Figure 11. Sensory score for flavor of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under difference packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C

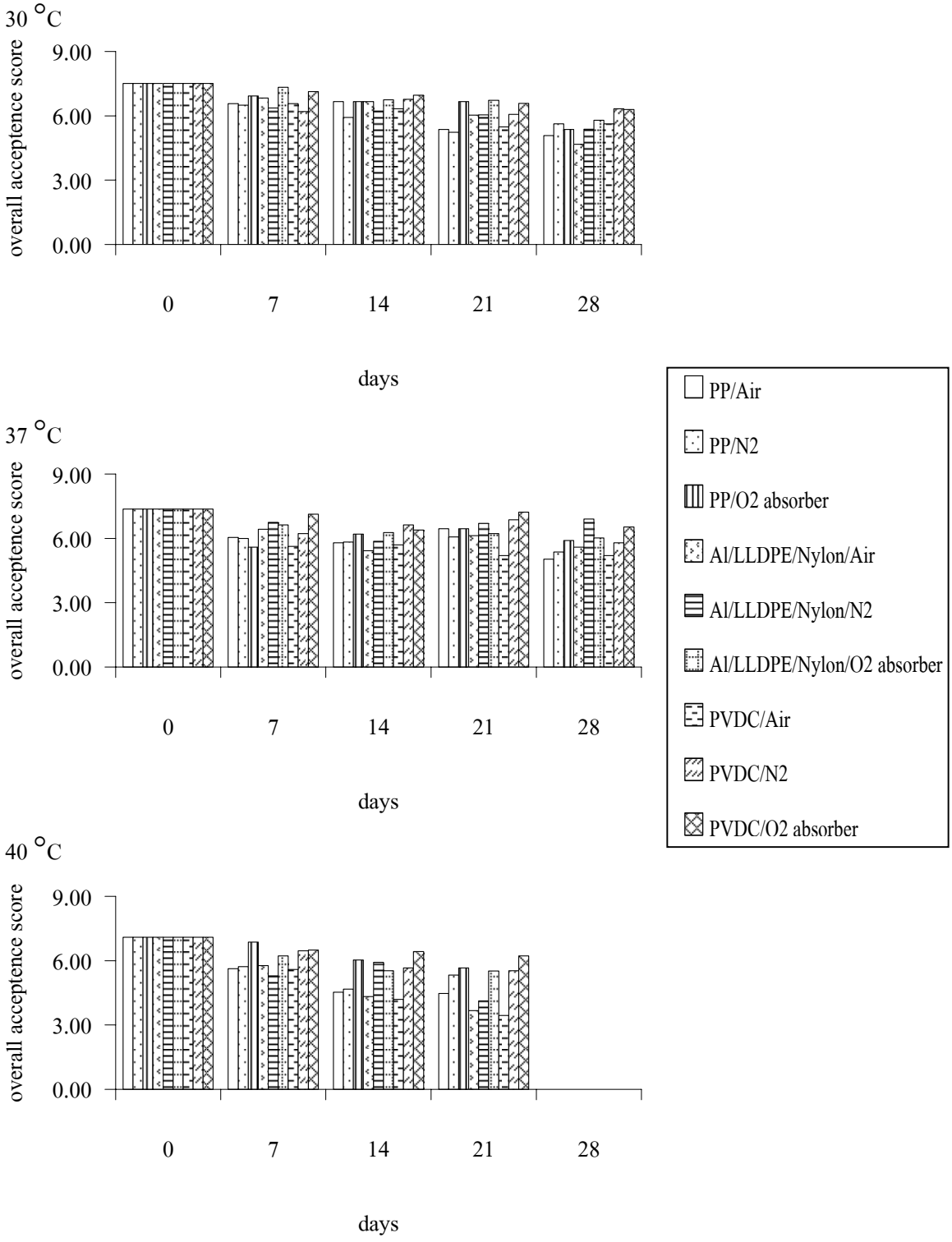


Figure 12. Sensory score for overall acceptance of seasoned tuna meat product packed in PP plastic bag, Laminated plastic bag and PVDC plastic bag under difference packing condition during storage at 30, 37 and 40 °C

5. การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ต่อมาได้กำหนดปัจจัยคุณภาพที่สำคัญเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 301/2547 ประกอบด้วย ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ TBARS และคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ เกณฑ์ที่ใช้ในการบ่งบอกถึงการสิ้นสุดอายุเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ได้แก่ ปริมาณยีสต์และรา ไม่เกิน 100 cfu/g ปริมาณ TBARS ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (Shamberger *et al.,* 1977) และคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ไม่น้อยกว่า 5 คะแนน (หมายถึงเฉยๆ จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน) เมื่อพิจารณาปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ TBARS และคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุในถุงพลาสติก สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่าที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40°ซ ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ค่าปัจจัยคุณภาพเกินกว่าค่ามาตรฐาน เมื่อมีอายุการเก็บรักษา 28, 28 และ 21 วัน ตามลำดับ จึงนำอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกและสภาวะบรรจุดังกล่าวมาคำนวณค่า Q_{10} ซึ่งเป็นค่าจากการวัดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน 10°ซ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{อัตราปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ T+10 °ซ}}{\text{อัตราปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ T°ซ}} \quad (1)$$

และค่า Q_{10} สามารถคำนวณให้อยู่ในรูปของ shelf-life ได้ดังนี้

$$= \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T°ซ}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T+10 °ซ}} \quad (2)$$

และเมื่อทราบค่า Q_{10} ของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ได้แล้ว สามารถคาดคะเนอายุการเก็บ (shelf-life) ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ที่เก็บในอุณหภูมิอื่น ได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$Q_1 = Q_{10}^{0.1} \quad (3)$$

เมื่อ Q_{10} = อัตราส่วนของการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน 10°ซ

Q_1 = อัตราส่วนของการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน 1°ซ

$$Q_1^{\Delta T} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T °ซ (วัน)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T+}\Delta\text{T °ซ (วัน)}} \quad (4)$$

เมื่อ ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำนายกับอุณหภูมิ T

ดังนั้นการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ที่อุณหภูมิ 30 และ 40 °ซ โดยการแทนค่า Q_{10} ในสมการที่ 2 ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ (วัน)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°ซ (วัน)}}$$

$$= \frac{28 \text{ วัน}}{21 \text{ วัน}}$$

$$Q_{10} = 1.33$$

นำค่า Q_{10} ที่ได้ไปคำนวณหาค่า Q_1 ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยการแทนค่าในสมการที่ 3 ดังนี้

$$Q_1 = Q_{10}^{0.1}$$

$$Q_1 = 1.33^{0.1}$$

$$Q_1 = 1.03$$

นำ Q_1 ที่ได้ไปคำนวณหาอายุเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส ที่อุณหภูมิ 37 °ซ โดยการแทนค่าในสมการที่ 4 ดังนี้

$$Q_1^{(\Delta T)} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T °ซ (วัน)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T+}\Delta T \text{ °ซ (วัน)}}$$

$$Q_1^{(37-30)} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ (วัน)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 °ซ (วัน)}}$$

$$\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 °ซ (วัน)} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °ซ (วัน)}}{Q_1^7}$$

$$= \frac{28 \text{ วัน}}{1.03^7}$$

$$= \frac{28 \text{ วัน}}{1.23}$$

$$= 22.76 \text{ วัน}$$

$$\simeq 23 \text{ วัน}$$

ดังนั้น ผลการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 37 °ซ ด้วยวิธี Q_{10} เท่ากับ 23 วัน ซึ่งพบว่ามีค่าน้อยกว่าอายุเก็บรักษาจากการทดลองเก็บจริง 5 วัน

ผลการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 37°ซ สอดคล้องและเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทำนายอายุการเก็บรักษากุ้งแห้งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่อุณหภูมิ 30°ซ มากกว่าที่ได้จากการทดลองจริง 6 วัน (76 และ 70 วัน ตามลำดับ) (วรรณิยา โสภักดี, 2544)

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

1. การพัฒนาระบบความปลอดภัยในกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่าปรุงรสตามมาตรฐานระบบ HACCP โดยกลุ่มผู้ผลิตที่เป็นต้นแบบการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านด่านสามัคคี ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม 2 จุด คือ

CCP 1- ขั้นตอนการผลิตที่ 1 ปลาโอดำสด ค่าจำกัดวิกฤต ได้แก่ ความสดของปลา ประกอบด้วย เหงือกสีแดงสด ตาใส ลำตัวไม่มีรอยถลอก ผิวหนังจะเป็นมัน เนื้อแน่นโดยใช้นิ้วกดแล้วไม่บุ๋ม กลิ่นไม่เหม็นเน่า และอุณหภูมิตัวปลาต้องไม่เกิน 10 °ซ

CCP 2- ขั้นตอนการผลิตที่ 7 การทอด ค่าวิกฤต ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการทอดผลิตภัณฑ์ ไม่ต่ำกว่า 150 ° ซ และเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที และ การใช้น้ำมันใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพความปลอดภัยด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ก่อนและหลังการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส พบว่าการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP สามารถลดหรือกำจัดสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์ได้แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ แต่ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี และปริมาณฮีสตามีนในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลงจากร้อยละ 14.13 เป็น 11.67 ; 0.63 เป็น 0.56 และ 5.80 เป็น 2.70 พีพีเอ็มตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) และ US-FDA (1995) และสามารถพัฒนาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับอาหารปรุงสุกทั่วไปของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) และเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *B.cereus* ยีสต์และราโดยมีค่าลดลง ร้อยละ 57.63 และไม่มีการตรวจพบ *B.cereus* ยีสต์และรา ($p<0.05$) ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอีกเลย

3. การศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่ผ่านการประยุกต์ใช้ระบบ พบว่าบรรจุภัณฑ์และสภาวะบรรจุ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ค่า L* และ a* ขณะที่อุณหภูมิเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ส่งผลให้ค่า L* และ a* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ สภาวะการบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ปริมาณความชื้น และปริมาณTBARS แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนต มีค่าวอเตอร์แอกติวิติ ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBARS ต่ำกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุภายใต้สภาวะ 90% ไนโตรเจน และบรรยากาศปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน มีค่าวอเตอร์แอกติวิติ ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBARS ต่ำกว่าสภาวะบรรยากาศปกติ ($p<0.05$) แม้ว่าชนิดบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า บรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกันส่งผลต่อค่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส โดยเร่งสภาวะการเก็บรักษา (Accelerated shelf-life testing : ASLT) ด้วยวิธี Q_{10} พบว่ากำหนดให้ปริมาณยีสต์และราปริมาณ TBARS และคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยคุณภาพและความปลอดภัยเพื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิไวนิลลิดีน (พีวีดีซี) ภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดโดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30, 37 และ 40 °ซ ได้เป็นระยะเวลา 28, 28 และ21 วัน ตามลำดับ และจากการคำนวณด้วยวิธี Q_{10} พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสภายใต้สภาวะดังกล่าว มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 °ซ เท่ากับ 23 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในขั้นตอนการปรับปรุงความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส เช่น การใช้ส่วนประกอบอื่นที่มีคุณภาพในการเพิ่มลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ให้เหนียวเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อมีการทดสอบชิมในวันเริ่มต้น ผู้ทดสอบได้เขียนข้อแนะนำเรื่องเนื้อสัมผัสของผลิตเหนียวเกินไป

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการคำนวณอายุเก็บรักษาโดยใช้วิธีการอื่นๆ เช่น ใช้หลักจลนพลศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2545. อาหารทะเลอบแห้งและปรุงรส (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.mdit.pbru.ac.th/sme/Details/InvestmentExamples/I065.doc. (พฤศจิกายน 2551)

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ . 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. กรุงเทพฯ.

เกศรินทร์ สมกาย .2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาปรุงรสอบแห้งและอายุการเก็บรักษา. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

เกสราพรรณ พงษ์พินิจศักดิ์. 2541. การประยุกต์หลักการวิเคราะห์หาอันตรายที่จุดควบคุมวิกฤตเพื่อตรวจสอบคุณภาพอาหารทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จริยา คุณะวิภากร. 2542. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหักหอมมะลิผสมเนยถั่วลิสง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตภัทร แย้มแพ. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปไข่กึ่งสำเร็จรูปโดยกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จีรพงษ์ บัวพันธ์ และนิทรา ศรีสวัสดิ์. 2548. การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวกล้องในปลาบดแผ่นจากปลาดุก. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

จุติมา นพวิชัย. 2539. วัตถุดูดออกซิเจน ทางเลือกใหม่ในการยืดอายุการเก็บอาหาร. กองควบคุมอาหาร. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระรวงสาธารณสุข. 46 หน้า.

ทิพย์วรรณ อรัญดร. 2548. การประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตน้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 193 พ.ศ. 2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษา (GMP)

ประวีณา ว่องไว และอารีย์ เดชเพชร. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อปลาแผ่น ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ปัทมกร พรหมจรรย์ . 2546. การลดค่าวอเตอร์แอกติวิตีและคุณภาพการเก็บรักษาปลาข้างเหลืองกึ่งแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. บริษัทแพ็คเมทส์ จำกัด กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยะจารี. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภัทรชนก ธีรธีติ. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอบกุ้งปรุงรสกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพา บุญมี. 2550. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลาอบสมุนไพรกึ่งแห้งจากปลาโอลาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไม่ปรากฏผู้เขียน, 2551. สืบค้นจาก : http://www.thaitambon.com. (มิถุนายน 2551)

วรรณิยา โสภักดี, 2544. การศึกษาอายุการเก็บรักษากุ้งแห้งในถุงลามิเนตเพื่อการค้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ, สินีนาฏ อรรถโชติศักดา, จณิสตา ภัทรวิวัฒน์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และจิราภรณ์ รุ่งทอง. 2549. การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการบรรจุผลิตภัณฑ์จากปลาดุก. การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549 : 291-305.

วารุณี สุวรรณจงสถิต. 2546. การปรับปรุงวิธีการทอดและอายุการเก็บรักษาของปลาสลิดเค็มทอด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไลวรรณ สาครินทร์. 2551. การปรับปรุงสุขลักษณะและความปลอดภัยในกระบวนการผลิตไอศกรีมหวานเย็นระดับชุมชน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิษฐิดา จันทราพรชัย. 2537. หารพัฒนาผลิตภัณฑ์จากโปรตีนถั่วลิสงแปลงเนื้อสัมผัส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ สุพรรณ. 2545. การพลาสเจอร์ไรส์ทางสายให้อาหารในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เพื่อควบคุมคุณภาพตามหลักการของ HACCP. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริวรรณ สุรไพฑูรย์. 2547. การพัฒนาอาหารหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์โดยใช้หลักเกณฑ์และกรรมวิธีที่ดีในการผลิต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สินี หนองเต่าดำ. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อจระเข้ปรุงรส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2548. เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2546. ระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร HACCP. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)) กรุงเทพ.

สุวิมล แก้วแดง. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องบควบคุมในการผลิตอาหารของโรงครัวโรงพยาบาลชุมชน : กรณีศึกษาโรงพยาบาลระโนด จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาปรุงรสพร้อมบริโภค เลขที่ 301/2547 เรื่อง ปลาปรุงรสพร้อมบริโภค

อรนุช สีหามาลา. 2545. การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุษา สิทธารถ, 2549. การพัฒนาการแปรรูปน้ำผึ้งผงและการประเมินอายุการเก็บรักษา วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารกำกับฉลากสารดูดซับออกซิเจน ยี่ห้อทางการค้า Wondekeep. มปป. บริษัทเจนจรัสเคมซัพลาย จำกัด. กรุงเทพฯ.

Almeida, R.C.C. , Matos, C.O. and Almeida, P.F. 1999. Implementation of a HACCP system for on-site hospital preparation of infant formula. Food Control. 10 : 181-187.

AOAC. 2000. The Association of Official Analytical Chemists 17th ed. Verginia Arlington, USA : The Association of Official Analytical Chemists, Inc.

ASTM F1249. 1990. Standard test method for water vapour transmission rate through plastic film and sheeting using a modulated infrared sensor. In Annual book of ASTM standards. Philadelphia: American Society for Testing Materials.

ASTM D3985. 1995. Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a colourimetric sensor. In Annual book of ASTM standards Philadelphia: American Society for Testing Materials.

BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual. *In* FDA Bacteriologycal Analytical Manual (Online) : Available http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html (2006.November)

Bemiller, J.N., and Whistler, R.L. 1996. Carbohydrates Food Chemistry. 3rd ed. Fennema, O.R. Ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 171-173p.

Berenzon, S. and Saguy, I.S. 1998. Oxygen absorbers for extension of crackers shelf-life. Food *Science and Technology* 31 : 1–5.

Buege, J.A. and Aust, S.D. 1978. Microsamal lipid phoxidation. Methods in Enzymology. 52 : 302-304.

Codex Alimentarius Commission. 1996. Report of the Twenty-ninth Session of the Codex Committee on Food Hygiene, Washington, DC, 21-25 October 1996 : 30-41

Connell, J.J. 1995. Control of fish quality. 4th ed. Fishing NewsBooks, Oxford.

Bugueño, G., Escriche, I., Martínez-Navarrete, N., Camacho' M and Chiral, A. 2003. Influence of storage conditions on some physical and chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation techniques. Food Chem. 81(1): 85-90.

Fang, T.J., Jeng, H.Y. 2002. Implementation of HACCP system - Experiences and current status of ten countries. Good Manufacturing Practice Reports. Jan-Mar : 3-13.

Fang, T.J., Jeng, H.Y. 2003. Food safety control system in Taiwan—the example of food service sector. Food Control. 14 : 317–322

Fenema, O.R. 1996. Food Chamistry.3 rded. New York. Marcel Dekker.

Gopal, T. K. S., Nair, P. G. V., Kandoran, M. K., Prabhu,P. V. and Gopakumar, K. 1998. Shelf life of dried anchoviella in flexible packaging materials. Food Control, 9(4) :205-209.

Guizani, N., Abdallah, M., Busaidy, A.L., Al-Belushi, I.M., Mothershaw, A. and Rahman, M.S. 2005. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). Food Research Inter.38(2): 215-222.

Jeng, H.Y.J, Fang, T.J. 2003. Food safety control system in Taiwan–the example of food service sector. Food Control. 14 : 317–322

Konecka-Matyjek, E., Turlejska, H., Pelzner, U., Szponar, L. 2004. Actual situation in the area of implementing quality assurance systems GMP GHP and HACCP in Polish food production and processing plants. Food Control. 16 : 301-309.

Kaneko, K.I., Dani, H.H., Ohyomo, Y., Kosuge, J. and Ogawa, M. 1999. Bacteria contamination of ready to eat foods and fresh products in retail shops and food factories. J. Food Sci. 62 : 644-649.

Labuza, T.P. 1982. Open Shelf Life Dating of Foods and Nutrition Press. Inc., West port Connecticut.

Labuza, T.P. and Schmidl, M.K. 1985. Accelerated shelf life testing of foods. Food Tech. 39(9) : 57-64.

Labuza, T.P. 1987. Labuza, Oxygen scavenger sachet. Food Research. 32 : 276–277.

Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Publication No.1637. Food Research Institute, Canada department of Agriculture, Ottawa. Canada.

Legnani, P., Leoni, E., Berveglieir M., Mirolo G. and Alvaro N. 2004. Hygienic control of mass catering establishments, microbiological monitoring of food and equipment. Food control. 15: 205-211.

Lin, S.Y. and Chang, P.Y. 1987. Improvement of texture and storage stability for dried pork cubes. Food Industry Research and Development Institue. Taiwan, Republic of China. 17 pp.

Madhavi, S.L., Deshpande, S.S., Salunkhe, D.K. 1996. Food Antioxidants Technological Toxicological and Health perspective. Marcel Dekker, Inc. NewYork**.**

Magdalena, M.T., Ana, M.V. and Antonia, M . 2000.Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads. Food control. 11 : 437-445.

Matsushita, S. 1990. Oxidation of Food. Food Packaging. New York. Academic Press. 44 pp.

Moreira, Rosana G. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. Journal of Food Eng. 31:485-498.

Nawar, W. W. 1996. Lipids. In Food Chemistry 3rded (O.R. Fennema). p. 225-320. Marcel Dekker, lnc. New York.

Özogul**,** Y., Özogul, F and Gökbulut**,** C. 2006. Quality assessment of wild European eel (*Anguilla anguilla*) stored in ice. Food Chem. 95(3): 458-46

Paine, F.A and Paine, H.Y. 1992. A Handbook of Food Packaging. Blackie academic & Professional. London.

Parry, R.T. 1993. Introduction in Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food, R.T. Parry(ed). Chapman&Hall, Glasgow. 18 pp.

Pua, C.K., Hamid N.S.A., Tan, C.P., Mirhosseini, H., Rahman, R. A. and Rusul, G. **.**2008. Storage stability of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder packaged in aluminium laminated polyethylene and metallized co-extruded biaxially oriented polypropylene during storage. J. Food Eng. 89(4): 419-428.

Salmimem, A. 1996. The effect of ethanol and oxygen absorption on shelf life of packed slice rye bread. Packaging Tech and Sci. 9 : 29-42.

Shamberger, R.J., Shamberger, B.A. and Willis, C.E. 1977. Malonaldehyde content of food. J.Nutr. 107: 1407-1409.

Soriano, J.M., Rico, H., Moltó J.C., J. Mañes. 2002. Effect of introduction of HACCP on the microbiological quality of some restaurant meals. Food Control 13 : 253–261.

St. Anglo, A. J. 1996. Lipid oxidation in food. Food Sci and Nutri. 36 : 175-224.

Stone, H. and Sidel, J.L. 1993. Sensory Evaluation Practices. (2 ed.) Academic Press, Inc. California.

Tarr, C.R and Clingeleffer , P. R. 2005**.** Use of an oxygen absorber for disinfestation of consumer packages of dried vine fruit and its effect on fruit colour**.** J. of Stored Prod Res. 41(1): 77-89

Taylor, R.W.D. 1986. Insecticides for the protection of dried fish. In proceeding of the first ASEAN workshop on fish waste processing and utilization. 22-24 October 1986. 24 pp.

Thai Industrial Standards Institute(TISI). Ministry of Industry. 2000. Thailand Community Standard No. 301/2004.

Thai Food and Drug Administration(Thai FDA). Ministry of Public Health. 2000. Notification No. 193. B.E. 2543, production process, production, equipments and foods storages (Good Manufacturing Practice).

URL:// www.tistr-foodprocess.net/download/should_know/Food_Allergens.htm

U.S. Food and Drug Administration(US-FDA). 1995. Procedures for the safe and sanitary processing and importing of fish and fishery products. Federal Register. 60:65096--202.

.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก.1 การวิเคราะห์หาสิ่งแปลกปลอม (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ตะแกรงเบอร์ 8 mesh,เบอร์ 120 mesh และเบอร์ 140 mesh
2. ฟลาสก์ชุดกรอง
3. แว่นขยาย ขนาด 30 x 60 เท่า

วิธีการ

1. นำตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม วางบนตะแกรงเบอร์ 8 mesh ซึ่งวางอยู่ด้านบนของตะแกรงเบอร์ 120 mesh
2. ตรวจสอบตัวอย่างบนตะแกรงเบอร์ 8 mesh ด้วยสายตา ว่ามีสิ่งแปลกปลอมใดๆหรือไม่ (macroscopic filth)
3. ถ่ายสิ่งของที่ค้างอยู่บนตะแกรงเบอร์ 140 mesh ด้วยความระมัดระวังลงในฟลาสก์ชุดกรองโดยอาศัยน้ำ
4. แยกสิ่งแปลกปลอมออกโดยอาศัยสารละลาย Heptane ประมาณ 30 มิลลิลิตร แต่ถ้ามีปริมาณสิ่งแปลกปลอมเพียงเล็กน้อยอาจจะแยกออกมาโดยใส่กระดาษกรองเลยก็ได้
5. ตรวจสอบลักษณะสิ่งแปลกปลอมโดยใช้แว่นขยาย ขนาด 30 x 60 เท่า หรือกล้องจุลทรรศน์ (microscopic filth)
6. รายงานผลการตรวจสอบปริมาณสิ่งแปลกปลอมทั้งแบบ macroscopic filth และ microscopic filth

ก.2 การวัดค่าสี โดยเครื่องวัดสี Hunter Lab

อุปกรณ์

เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Flex

วิธีการ

1. เปิดคอมพิวเตอร์ และเลือกโปรแกรมสำเร็จรูป
2. ทำการ calibrate เครื่องวัดค่าสีด้วยแผ่นสีมาตรฐาน ดังนี้
   2.1 เลือก Standardize แล้วเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Port Size เท่ากับ 0.5 นิ้ว
   2.2 วางแผ่นสีดำ โดยวางด้านสีดำมันลงบน Port
   2.3 วางแผ่นสีขาว โดยให้จุดสีขาวบนแผ่นสีอยู่กึ่งกลาง Port

3. กำหนดค่าในการวัด โดยเลือก Active view

3.1 Scale เลือก CIELAB เพื่อให้เครื่องวัดค่าสีในระบบ Hunter Lab (ค่าที่วัดได้จะเป็น ค่า L*, a* และ b*)

3.2 เลือกค่าแหล่งกำเนิดแสง (Illuminant) และค่าแหล่งแสงอ้างอิง (MI Illuminant) เท่ากับ D 65

4. วางตัวอย่างลงบน Port แล้วปิดฝาครอบ เพื่อมิให้มีแสงรบกวนจากภายนอก

5. เริ่มวัดค่าสีโดยเลือก Read sample และรอจนเครื่องอ่านค่าเสร็จ

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิและภาชนะหาความชื้น

2. โถดูดความชื้นและเครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

1.อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ105$\pm$2°ซ เป็นเวลา 3 ชม. นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

2. ทำซ้ำเช่นข้อที่ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 1-2 ก. ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว

4. นำไปอบในตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105$\pm$2°ซ นาน 5-6 ชม. นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก

5. ทำซ้ำเช่นข้อที่ 4 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100$$

กำหนดให้ W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ข.2 การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิติ (Water activity ; a_w)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water activity (a_w) ยี่ห้อ Novasina รุ่น Thermoconstanter

2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีการ

1. เปิดเครื่องวัดค่า Water activity (a_w) และตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องวัดค่า Water activity ให้ได้ 25 °ซ แล้ว Calibrate เครื่องวัดค่า Water activity ด้วยสารละลายเกลือมาตรฐาน

2. เปิดคอมพิวเตอร์ และเลือกโปรแกรมสำเร็จรูป

3. สับตัวอย่างให้ละเอียดและบรรจุลงในตลับพลาสติกให้ได้ปริมาณโดยประมาณร้อยละ 80-90 แล้วนำตลับตัวอย่างใส่ลงใน Measuring chamber

4. ค่าที่เครื่องวัดได้เป็นค่า Equilibium relative humidity (ERH) เมื่อหารด้วย 100 จะได้ค่า Water activity ตามที่ต้องการ

ข.3 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

เครื่องวัดพีเอช บีกเกอร์ขนาด 150 มล. กระบอกตวงขนาด 100 มล.

วิธีการ

ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. แล้วเติมน้ำกลั่น 50 มล. โฮโมจิไนส์ นาน 2 นาที และวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช

ข.4 การวิเคราะห์ค่าปริมาณเกลือ (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่องโฮโมจิไนเซอร์

2. บีกเกอร์

3. บิวเรต

4. transfer pipette

5. flask

6. กระดาษกรอง Whatman No.1

สารเคมีและการเตรียม

1. สารละลาย $AgNO_3$ 0.1 N

2. กรดไนตริก

3. เฟอริกอินดิเคเตอร์

4. สารละลายแอมโมเนียมไธโอซัลเฟต (NH_4SCN) เข้มข้น 0.1 N

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างซึ่งปั่นละเอียด0.5 กรัม ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เติม $AgNO_3$ 0.1 N ปริมาณ 35 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน

3. เติมกรดไนตริก 20 มิลลิลิตร ย่อยบนเตาในตู้ควัน 15 นาที รอจนเย็น

4. กรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.1) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร แล้วเติมเฟอริกอินดิเคเตอร์ 5 มิลลิลิตร

5. ไตเตรตด้วยสารละลายแอมโมเนียมไธโอซัลเฟต (NH_4SCN) เข้มข้น 0.1 N สังเกตจนสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคงตัว บันทึกผล

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)} = \frac{0.0058 \times \text{ปริมาตร0.1N} AgNO_3 \text{ที่เติม(ml)} - \text{ปริมาตร0.1N } NH_4SCN \text{ที่ใช้ไตเตรต(ml)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}}$$

ข.5 การวิเคราะห์ค่า TBARS (Thiobarbituric acid reactive substance) (Buege and Aust, 1978)

อุปกรณ์

1. เตาไฟฟ้า

2. ปิเปต บีกเกอร์ และหลอดฝาเกลียว

3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

สารเคมี

1. สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.25 นอร์มอล

2. 0.375 % TBA และ 15 % Trichloroacetic acid

วิธีการ

1. เติมตัวอย่าง 0.5 กรัม ในสารละลาย TBA ปริมาณ 4.0 มล.

2. ต้มสารละลายผสมในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที

3. ทำให้เย็นโดยน้ำไหล

4. เหวี่ยงแยกสารละลายที่ความเร็วรอบ 3,600 x g เป็นเวลา 20 นาที

5. วัดค่า OD ที่ 532 nm.

การคำนวณ

ปริมาณ TBARS (thiobarbituric reactive substance) ในรูปของมาโลนอัลดีไฮด์ (malonaldehyde) โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (0 0.1 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0 4.0 และ 5.0 μg/ml) รายงานค่า TBARS เป็น มิลลิกรัมของมาโลนอัลดีไฮด์/กิโลกรัมของตัวอย่าง

ข.6 การวิเคราะห์ปริมาณฮีสตามีน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่องโฮโมจิไนเซอร์

2. Volumetric flask

3. Volumetric pipette

4. Column

5. Spectrofluorometer

สารเคมีและการเตรียม

- 3.57 Phosphoric acid : ปิเปต 85% H_3PO_4 ปริมาณ 121.8 มิลลิลิตร และปรับปริมาตร ให้เป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- 0.1 % O-phtalicdicarboxaldehyde (OPT) : ละลาย OPT 100 มิลลิกรัม ในเมทานอล 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิตู้เย็น เตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

- สารละลายมาตรฐานฮีสตามีน โดยเตรียม

Stock solution 100 ppm as free base : ชั่ง Histamine dihydrochloride (Histamine 2HCl) จำนวน 0.1691 กรัม ละลายและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 0.1 N HCl เก็บในตู้เย็น ต้องเตรียมใหม่ทุกสัปดาห์

Intermediate solution 10 ppm : ปิเปต Stock solution ปริมาณ 1 มิลลิลิตรปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 0.1 N HCl

Working solution 0.1, 0.2 และ 0.3 ppm : ปิเปต Intermediate solution ปริมาณ1, 2 และ 3 มิลลิลิตรปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วย 0.1 N HCl

- Ion exchange resin เปลี่ยนเรซินให้อยู่ในรูป –OH โดยเติม 2 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณ 15 มิลลิลิตร ต่อเรซิน 1 กรัม คนให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เทสารละลายด่างทิ้ง และแช่ซ้ำอีกครั้งจากนั้นจึงล้างเรซินด้วยน้ำกลั่นจนหมดด่าง นำไปบรรจุในคอลัมน์ซึ่งมีใย

แก้วบรรจุอยู่โดยให้เรซินมีความสูงประมาณ 8 เซนติเมตร มีน้ำกลั่นอยู่เหนือเรซินตลอดเวลา ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 10 มิลลิลิตร ก่อนเติมสารสกัดตัวอย่าง

- 0.1 N HCl
- 1 N NaOH

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม
2. เติมเมทานอล ปริมาณ 25 มิลลิลิตร และ โฮโมจีไนซ์เป็นเวลา 2 นาที
3. กรองผ่านกระดาษกรอง(Whatman NO.1) ลงใน Volumetric flask ขนาด 5 มิลลิลิตร ล้างโฮโมจีไนซ์เซอร์ และภาชนะที่บรรจุตัวอย่างด้วย เมทานอล และกรองกระดาษกรอง
4. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใน Water bath เป็นเวลา 15 นาที
5. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรด้วยเมทานอล
6. กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.1)

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์และเติมน้ำกลั่น 4-5 มิลลิลิตร
2. ปล่อยให้สารละลายไหลผ่านคอลัมน์ลงสู่ Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุ 1.0 N HCl ปริมาณ 5 มิลลิลิตร
3. เมื่อระดับของเหลวเหนือเรซินประมาณ 2 มิลลิเมตร เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และปล่อยให้ของเหลวไหลผ่านคอลัมน์ต่อจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงสู่คอลัมน์จนกระทั่งสารละลายใน Volumetric flask 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรของสารละลายด้วยน้ำกลั่นและเขย่าเพื่อให้สารละลายผสมกันดี

วิธีการตรวจสอบ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask แล้วปิเปต 0.1 N HCl ปริมาณ 10 มิลลิลิตร และ1 N NaOH ปริมาณ 3 มิลลิลิตร
2. ปิเปตสารละลาย OPT ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ภายใน 5 นาที (ภายหลังการเติมกรดและด่างข้อ 1.) ผสมให้เข้ากันโดยทันที จับเวลา 4 นาที
3. เติม 3.57 H_3PO_4 ปริมาณ 3 มิลลิลิตรและผสมให้เข้ากันโดยทันที
4. นำไปวัดค่า Fluororescence intensity ภายใน 1.5 ชั่วโมง ที่ Excitation wavelength 350 nm และ Emission wavelength 444 nm

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

- ปิเปต Working solution ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วทำเช่นเดียวกับข้อ 1-4

การเตรียม Blank

- ปิเปตสารละลาย 0.1 N HCl ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง แล้วทำเช่นเดียวกับข้อ 1-4

การคำนวณ

$$\text{Histamine content(ppm)} = \frac{D \times 50 \times 50 \times 1}{M \times 5 \times 1 \times W}$$

เมื่อ D = Fluororescence intensity of sample

M = Average fluororescence intensity of standard concentration of 0.2 ppm

$$M = \frac{(A / 105) + B + 2C}{3}$$

A = Fluororescence intensity of 0.3 ppm

B = Fluororescence intensity of 0.2 ppm

C = Fluororescence intensity of 0.1 ppm

W = Weight of sample

ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ค.1 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)
2. สารละลาย Butterfield's phosphate-buffered

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ลงในถุง stomacher แล้วเติมสารละลาย Butterfield's phosphate-buffered ปริมาณ 225 มิลลิลิตร แล้วตีป่นด้วยเครื่อง stomacher นาน 30 วินาที
2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 1:10, 1:100, 1:1000 และ 1:10000 ตามลำดับ
3. ปิเปตตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางใส่จานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร ทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

4. เทอาหาร PCA ซึ่งกำลังหลอมเหลวและมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 12-15 มิลลิลิตร

5. เขย่าจานเพาะเชื้อให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกับตัวอย่างอาหารโดยการหมุนจานเพาะเชื้อในทิศตามเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง ทวนเข็มนาฬิกาอีก 5 ครั้ง ทำอย่างระมัดระวังและรวดเร็วเพื่อไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวก่อน

6. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง

7. นับจำนวนโคโลนีที่ปรากฏในจานเพาะเชื้อ โดยเลือกนับจานที่มีจำนวนจุลินทรีย์ 25-250 โคโลนี แล้วหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นจำนวนโคโลนีต่อ 1 กรัมอาหาร

ค.2 การวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลาย Butterfield's phosphate-buffered
2. Baird-Parker (BP) medium
3. Brain heart infusion (BHI) broth
4. Rabbit plasma

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกันกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

2. ดูดตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับความเจือจาง ลงบน BP agar จำนวน 3 จาน จานละ 0.4 มิลลิลิตร, 0.3 มิลลิลิตร และ 0.3 มิลลิลิตร

3. ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วจาน

4. บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45-48 ชั่วโมง

5. ตรวจสอบลักษณะโคโลนี เลือกนับโคโลนีที่มีสีดำขอบขาวและแววใสรอบโคโลนีมีบริเวณใส (clear zone) เลือกจานที่มีเชื้อเจริญ 20-200 โคโลนี

6. ถ่ายโคโลนีที่คาดว่าเป็น *S. aureus* ลงใน Brain heart infusion (BHI) broth 0.2-0.3 มิลลิลิตร แล้วอบเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-24 ชั่วโมง

7. ดูดตัวอย่างจากข้อ 6. จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบแล้วเติม Rabbit plasma จำนวน 0.3 มิลลิลิตร (ใช้ sterile tube)

8. บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส แล้วตรวจการแข็งตัวของพลาสมาหลังจาก 4 ชั่วโมง ถ้าพลาสมายังไม่แข็งตัวให้เก็บหลอดไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วตรวจผลอีกครั้งเมื่อครบ 6 ชั่วโมง

ค.3 การวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringen* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Peptone diluent
2. Tryptose-sulfite-cycloserine (TSC) agar
3. Egg yolk emultion
4. Chopped liver broth
5. Motility-nitrate medium
6. Lactose-gelatin medium

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ลงในถุง stomacher แล้วเติมสารละลาย Peptone ปริมาณ 225 มิลลิลิตร แล้วตีป่นด้วยเครื่อง stomacher นาน 30 วินาที

2. ทำการเจือจางตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 1:10, 1:100, 1:1000 และ 1:10000 ตามลำดับ

3. เตรียม TSC agar ที่มี egg yolk และดูดตัวอย่างปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยลงบน TSC agar ที่มี egg yolk เมื่อตัวอย่างซึมลงในอาหาร (ประมาณ 5 นาที) เทอาหาร TSC agar ที่ไม่มี egg yolk ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ทับลงไป เมื่ออาหารแข็งตัว นำไปวางในโถไร้ออกซิเจน (anaerobic jar) และบ่มเพาะเชื้อที่ 35°ซ เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง สังเกตโคโลนีจะมีสีดำและรอบๆ จะใส

4. เตรียม chopped liver broth หลอดละ 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำโคโลนีที่ต้องสงสัยเลี้ยงใน chopped liver broth บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตความขุ่น ถ้าขุ่นแปลผลเป็นบวก

5. นำหลอดที่ต้องสงสัยมายืนยันผล โดยการย้อมแกรม Lactose-gelatin media และทำ Motility-nitrate

การตรวจยืนยันโดยวิธีทางชีวเคมี

Motility - : มีการเติบโตของเชื้อเฉพาะบริเวณที่แทงเข็มที่มีเชื้อลงในอาหารแข็ง

Nitrate + : มีสีม่วงแดงเกิดขึ้นภายในเวลา 5 นาที เมื่อใส่สารละลาย A 0.5 มิลลิลิตร และสารละลาย B 0.2 มิลลิลิตร (หรือเมื่อใส่สารละลาย A หรือ B ลงไปแล้ว ยังไม่มีสีเกิดขึ้น แสดงว่าไนเตรทเป็นลบ ถ้าไม่มีสีแดงเกิดขึ้นให้ใส่ผงสังกะสีลงไปเล็กน้อย ทิ้งไว้ 2-3 นาที ถ้ายังไม่มีสีม่วงแดงเกิดขึ้น แสดงว่า *C. perfringens* สามารถเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนโตรเจนสมบูรณ์แล้ว)

สารละลาย A คือ กรดซัลฟานิลิก (sulfanilic acid) 0.8 กรัม ในกรดอะซิติกเข้มข้น 5 นอร์มอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

สารละลาย B คือ แอลฟา-แนฟธิลลาไมค์ (alpha-napthylamine) 0.5 กรัม ในกรดอะซิติกเข้มข้น 5 นอร์มอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

Lactose + : lactose gelatin จะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง (แสดงว่ามีการใช้น้ำตาลแลกโตส มีการสร้างกรดและแก๊ส)

Gelatin + : เมื่อนำหลอด lactose gelatin แช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วไม่แข็งตัว (แสดงว่ามีการย่อยเจลาตินเกิดขึ้น)

ค.4 การวิเคราะห์เชื้อ *Escherichia coli.* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สารละลาย Butterfield's phosphate-buffered
2. Lauryl tryptose (LST) broth
3. EC broth
4. Levine'seosin-methylene bule (L-EMB) agar
5. Plate count agar (PCA)
6. Tryptone Ztryptophane) broth
7. MR-VP broth
8. Kovacs' reagent
9. Methyl red indicator

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกันกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด
2. ดูดตัวอย่างจากแต่ละความเจือจางอย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มี LST 10 มิลลิลิตร ที่มี Durham tube ตัวอย่างละ 3 หลอด
3. บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24-48 ชั่วโมง
4. ทำการตรวจผลครั้งแรกเมื่อครบ 24 ชั่วโมงโดยสังเกตฟองอากาศใน Durham tube สำหรับหลอดที่ยังไม่ให้ผล ทำการบ่มต่อไปอีกจนครบ 48 ชั่วโมง รายงานผลเป็น MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรียขั้นแรก
5. เลือกเฉพาะหลอดที่มีแก๊ส ทำการถ่ายลงใน EC broth 10 มิลลิลิตร พร้อม Durham จำนวน 3 loopful

6. บ่มเพาะเชื้อ ที่ 45.5±0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48±2 ชั่วโมง

7. เลือกหลอด EC broth ที่มีแก๊สทำการเพาะเลี้ยงลงบน L-EMB agar plate

8. บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-24 ชั่วโมง

9. ตรวจผลโคโลนีที่มีสีดำหรือสีเขียวเลื่อมมันที่มีสีเข้มตรงกลาง (greenish metallic sheen) ซึ่งคาดว่าเป็น *E. coli*

10. เลือกเฉพาะโคโลนีที่คาดว่าเป็น *E. coli* ลงใน PCA บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-24 ชั่วโมง

11. ทำการทดสอบทางชีวเคมี เพื่อการยืนยันโดยทดสอบ (IMVIC test)

Indole production

ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก PCA slants ลงในหลอด Tryptone broth บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง จากนั้นหยด Kovacs' reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร สังเกตสีบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ สีแดงบันทึกผลเป็น + สีเหลืองบันทึกผลเป็น –

Voges-Proskauer tests

ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก PCA slants ลงในหลอด MR-VP broth บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง ทดสอบ VP โดยใช้ปิเปตดูด MR-VP broth 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13X100 mm หยด ∝-naphthol solution 0.6 มิลลิลิตร และ 40% KOH 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมผง Creatine เล็กน้อย ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง สังเกตสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ สีแดงบันทึกผลเป็น + ไม่เปลี่ยนสี บันทึกผลเป็น –

Methyl red

บ่มหลอด MR-VP broth ต่อ 48±2 ชั่วโมง เติม Methyl red indicator 5 หยดลงในหลอด MR-VP broth ที่เหลือ สังเกตสีทันที สีแดงบันทึกผลเป็น + สีเหลือง บันทึกผลเป็น –

Simmons' Citrate Test

ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก PCA slants ลงในหลอด Simmons' Citrate slant บ่มเพาะเชื้อที่ 35 มิลลิลิตร เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมงสังเกตหากมีการเจริญของเชื้อบันทึกผลเป็น + ไม่มีการเจริญบันทึกผลเป็น –

คำนวณหา MPN ของ *E. coli* ต่อกรัมอาหาร โดยดูจากจำนวนหลอด LST ที่ผลิตแก๊ส การย้อมติดสีแกรมลบ รูปท่อนไม่สร้างสปอร์ และผลการทดสอบ IMVIC เป็น + + - - หรือ - + - -

ค.5 การวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Lactose broth
2. Rappaport-Vassiliadis (RV) medium
3. Tetrathionate (TT) broth
4. Bismuth sulfite (BS) agar
5. Xylose lysine desoxycholate (XLD) agar
6. Hektoen enteric (HE) agar
7. Triple sugar iron (TSI) agar
8. Lysine iron agar (LIA)

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง (pre-enrichment)

ชั่งตัวอย่างๆ ละ 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อ เติม Lactose broth จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24±2 ชั่วโมง

2. Selective enrichment medium

ดูดตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตร เติมลงใน TT Broth 10 มิลลิลิตร ในกรณีที่อาหารน่าจะมีการปนเปื้อนเชื้อมากให้บ่มเพาะเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 43±0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา24±2 ชั่วโมง ในกรณีที่อาหารน่าจะมีการปนเปื้อนเชื้อน้อยให้บ่มเพาะเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

ดูดตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตร เติมลงใน RV medium 10 มิลลิลิตร บ่มเพาะเชื้อในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 43±0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

3. การเพาะเชื้อใน Selective agar

3.1 นำตัวอย่างจาก Selective enrichment medium (10 µl) มา streak ลงบนอาหาร Bismuth sulfite (BS) agar, Xylose lysine desoxycholate (XLD) agar และ Hektoen enteric (HE) agar

3.2 บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24±2 ชั่วโมง

3.3 ตรวจลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นดังนี้

อาหาร BS :โคโลนีของ *Salmonell*a จะมีสีน้ำตาล เทา หรือดำ บางครั้งอาจมีโคโลนีสะท้อนแสง (Metallic sheen) ในขณะที่อาหารมักมีสีน้ำตาลในช่วงแรก แล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำ

อาหาร XLD : โคโลนีของ *Salmonell*a มีสีชมพู อาจพบหรือไม่พบจุดดำตรงกลาง

อาหาร HE : โคโลนีของ *Salmonell*a มีสีฟ้าเขียวหรือฟ้า อาจพบหรือไม่พบจุดดำตรงกลาง

4. การจำแนกการทดสอบทางชีวเคมี

4.1 เลือกเฉพาะโคโลนีที่คาดว่าเป็น *Salmonell*a จากอาหาร BS, XLD และ HE ถ่ายลงใน TSI และ LIA โดย streaking the slant และ stabbing the butt

4.2 บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24±2 ชั่วโมง

4.3 ลักษณะเฉพาะของ *Salmonell*a บนอาหาร TSI จะพบสีแดงที่ slant (สภาพเป็นด่าง) และพบสีเหลืองที่ butt (สภาพเป็นกรด) อาจจะมีการสร้าง H_2S ด้วยหรือไม่ก็ได้ (สังเกตสีดำของ butt) ลักษณะลักษณะเฉพาะของ *Salmonell*a บนอาหาร LIA จะพบเชื้อสามารถเจริญได้ทั้งบริเวณผิวและตามรอยที่แทงลูป อาหารจะมีสีม่วงทั่วหลอด ถ้ามีการสร้าง H_2S จะเห็นเป็นสีดำ

ค.6 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Dichloran 18% glycerol agar (DG18)

2. สารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1

วิธีการ

1. เทอาหาร DG18 ซึ่งกำลังหลอมเหลวและมีอุณหภูมิประมาณ 45 °ซ ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15-20 มล. ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว

2. ทำการเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 ให้มีระดับความเจือจาง 1:10, 1:100, 1:1000 และ 1:10000 ตามลำดับ

3. ปิเปตตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางใส่จานเพาะเชื้อจานละ 0.1 มล. ทำระดับความเจือจางละ 3 ซ้ำ

4. ใช้ Spreader เกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วบริเวณผิวหน้าอาหาร

5. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 30°ซ นาน 5 วัน

6. นับจำนวนโคโลนีที่ปรากฏในจานเพาะเชื้อ โดยเลือกนับจานที่มีปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี แล้วหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นจำนวนโคโลนีต่อ 1 กรัมอาหาร

ค.7 การวิเคราะห์หา *V. parahaemolyticus* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Phosphate Buffer Saline (PBS)

2. Thiosulfate citrate bile salts sucrose (TCBS) agar

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่างๆละ 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อ

1.2 เติม Phosphate Buffer Saline จำนวน 90 มล. แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาทีนำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที

1.3 ทำการเจือจางให้เป็น 1: 10, 1:100และ 1:1000 ตามลำดับโดยใช้ 3% saline solution เป็นสารเจือจาง

2. การตรวจหา *V. parahaemolyticus*

2.1 ดูดตัวอย่างจากความเข้มข้นสูงสุด จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน 9 มิลลิลิตร Double strength GSTB จำนวน 3 หลอด และสำหรับความเข้มข้นรองลงมา ให้ดูดมาจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน 9 มิลลิลิตร Single strength GSTB อย่างละ 3 หลอด

2.2 อบเพาะเชื้อที่ 35 ± 0.5 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจและรายงานผล

2.3 ถ่ายตัวอย่างจาก GSTB จำนวน 1 loopful ลงบน TCBS pleats โดยเลือกหลอดที่มีความขุ่น จากนั้นนำไปอบเพาะเชื้อที่ 35 ± 0.5 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.5 ทำการตรวจโคโลนีที่มีสีน้ำเงินเขียวและมีสีดำตรงกลาง ซึ่งสามารถใช้ Sucrose ได้ แต่ถ้าได้โคโลนีสีเหลืองใช้ Sucrose ไม่ได้

2.6 ทำการแยกโคโลนีที่คาดว่าเป็น *V. parahaemolyticus* โดยการ streak ลงบนอาหารต่อไปนี้และอบเพาะเชื้อที่ 35 ± 0.5 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

TSI	K/Acid no gas no H_2S
Indole(SIM)	+
Motility(SIM)	+
L-lysine HCl	+

2.7 ถ่ายเชื้อจาก TSI ลงใน peptone water และอบเพาะเชื้อที่ 35 ± 0.5°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบทางชีวเคมี เพื่อยืนยันผล

ค.9 การวิเคราะห์หา *B. cereus* (BAM, 2001)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP) agar

2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ชั่งตัวอย่างๆละ 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อ

1.2 เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาทีนำไปตั้งทิ้งในตู้เย็น 30 นาที

1.3 ทำการเจือจางให้เป็น 1: 10, 1:100และ 1:1000 ตามลำดับโดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

2. การตรวจนับ *B. cereus*

2.1 เตรียม MYP agar เทลงเพลต จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร spread บนเพลต MYP agar

2.2 นำเพลตที่ผ่านการ spread เชื้อ เข้าตู้บ่มเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ 30 ± 0.5 °ซ เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง สังเกตลักษณะรอบๆโคโลนีจะขุ่น โดยโคโลนีมีสีชมพู บันทึกผล พร้อมกับนำมาทดสอบขั้นต่อไป

2.3 เขี่ยเชื้อที่มีลักษณะที่สงสัยลงใน Nutrient agar slant เลี้ยงเชื้อโดยเข้าตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ 30 ± 0.5 °ซ เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบโดยการย้อมสีแกรมเพื่อดูลักษณะ

2.4 เตรียมหลอดซึ่งบรรจุสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อจำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างด้วย vortex ทดสอบ ขั้นยืนยันโดยวิธี Nitrate broth , Phenol red glucose และ Modified VP medium

ภาคผนวก ง. บันทึกตรวจสถานที่ผลิตอาหารด้านสุขลักษณะทั่วไป (แบบ ตส. 1 (50))

วันที่.....เวลา.....

นาย/นาง/นางสาว.....

พนักงานเจ้าหน้าที่ตามความในมาตรา 43 แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ได้พร้อมกันมา

ตรวจสถานที่ผลิตอาหารชื่อ.....

ซึ่งมีผู้ดำเนินกิจการ/ผู้รับอนุญาต คือ.....

สถานที่ผลิตตั้งอยู่ ณ.....

ใบอนุญาตผลิตอาหาร/เลขสถานที่ผลิตอาหาร เลขที่.....

ประเภทอาหารที่ขออนุญาต/ได้รับอนุญาต.....

วัตถุประสงค์ในการตรวจ ( ) ตรวจประกอบการขออนุญาต แรงม้า.....HP คนงาน.....คน

( ) ตรวจเฝ้าระวัง ( ) อื่นๆ .....

ครั้งที่ตรวจ : .....1.(กันยายน /2548).....

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องการตรวจสอบ	ดี 2	พอใช้ 1	ปรับปรุง 0	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	1.สถานที่ตั้งและอาคารผลิต 1.1 สถานที่ตั้ง 1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง มีลักษณะดังต่อไปนี้	กรณีพบว่าบริเวณภายในและภายนอกอาณาเขตสถานที่ผลิตมีปัญหาการปนเปื้อนจากเหตุการณ์ในข้อ 1.1.1(1)-1.1.1(6) ข้อใดข้อหนึ่งหรือทั้งหมดอันอาจส่งผลกระทบทำให้อาหารเกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ให้ผู้ตรวจพิจารณามาตรการป้องกันการปนเปื้อนที่สถานที่ผลิตมีอยู่ว่าสามารถป้องกันการปนเปื้อนผลกระทบจากอันตรายนั้นได้หรือไม่ และนำมาร่วมประกอบการพิจารณาด้วย ทั้งนี้ให้ใช้หลัก เกณฑ์การตัดสินใจให้คะแนนตามที่ระบุไว้ใน ตส.2(45) และให้บันทึกไว้ในช่องหมายเหตุ				
0.25	(1) ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว			⁄	0	
0.75	(2) ไม่มีการสะสมสิ่งปฏิกูล		⁄		0.75	
0.5	(3) ไม่มีฝุ่นควันมากผิดปกติ			⁄	0	
0.5	(4) ไม่มีวัตถุอันตราย		⁄		0.5	
0.5	(5) ไม่มีคอกปศุสัตว์หรือสถานเลี้ยงสัตว์			⁄	0	
0.5	(6) ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก	⁄			1.0	
0.5	(7) มีท่อหรือทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้ง	⁄			1.0	
	1.2 อาคารผลิตมีลักษณะดังต่อไปนี้					
1.0	1.2.1 มีการแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วนจากที่พักอาศัยและผลิตภัณฑ์อื่นๆ	⁄			2.0	
0.5	1.2.2 มีพื้นที่เพียงพอในการผลิต	⁄			1.0	

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องการตรวจสอบ	ดี 2	พอใช้ 1	ปรับปรุง 0	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.5	1.2.3 มีการจัดบริเวณการผลิตเป็นไปตามลำดับสายงานการผลิต			⁄	0	
0.5	1.2.4 แบ่งแยกพื้นที่การผลิตเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อน		⁄		0.5	
0.5	1.2.5 พื้น ผนัง และเพดานของอาคารผลิต			⁄	0	
0.5	(1) พื้นคงทน เรียบ ทำความสะอาดง่าย, มีความลาดเอียงเพียงพอ		⁄		0.5	
0.5	(2) ผนังคงทน เรียบ ทำความสะอาดง่าย			⁄	0	
0.5	(3) เพดานคงทน เรียบ รวมทั้งอุปกรณ์สิ่งที่ยึดติดอยู่ด้านบนไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน			⁄	0	
0.25	1.2.6 มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน			⁄	0	
0.25	1.2.7 มีการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน		⁄		0.25	
1.0	1.2.8 อาคารผลิตมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลง			⁄	0	
0.5	1.2.9 ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต			⁄	0	
	หัวข้อที่ 1			**คะแนนรวม =**	**19**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**7.5**	**คะแนน (39.47%)**
	2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่ใช้ในการผลิต					
	2.1 การออกแบบ					
1.0	2.1.1 ทำด้วยวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน		⁄		1.0	
0.5	2.1.2 รอยต่อเรียบไม่เป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์		⁄		0.5	
0.5	2.1.3 ง่ายแก่การทำความสะอาด		⁄		0.5	
	2.2 การติดตั้ง					
0.5	2.2.1 ถูกต้องเหมาะสมและเป็นไปตามสายงานการผลิต			⁄	0	
0.5	2.2.2 อยู่ในตำแหน่งที่ทำความสะอาดง่าย		⁄		0.5	
0.5	2.2.3 พื้นผิวหรือโต๊ะปฏิบัติงานที่สัมผัสอาหาร ทำด้วยวัสดุ ผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน และสูงจากพื้นตามความเหมาะสม	⁄			1.0	
0.5	2.4 จำนวนเพียงพอ		⁄		0.5	
	หัวข้อที่ 2			**คะแนนรวม =**	**8**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**4**	**คะแนน (.50.%)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องการตรวจสอบ	ดี 2	พอใช้ 1	ปรับปรุง 0	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	3. การควบคุมกระบวนการผลิต					
	3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมต่าง ๆ และภาชนะบรรจุ					
0.5	3.1.1 มีการคัดเลือก		/		0.5	
0.5	3.1.2 มีการล้างทำความสะอาดอย่างเหมาะสมในบางประเภทที่จำเป็น		/		0.5	
0.5	3.1.3 มีการเก็บรักษาอย่างเหมาะสม		/		0.5	
2.0	3.2 ในระหว่างการผลิตอาหารมีการดำเนินการขนย้ายวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุและบรรจุภัณฑ์ในลักษณะที่ไม่เกิดการปนเปื้อน			/	0	
	3.3 น้ำแข็งที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต (หมายเหตุ : ไม่มีการใช้น้ำแข็งในกระบวนการผลิต)					
1.0	3.3.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข					
0.5	3.3.2 มีการขนย้าย การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพถูกสุขลักษณะ					
	3.4 ไอน้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต (หมายเหตุ : ไม่มีกระบวนการผลิตโดยใช้ไอน้ำ)					
0.5	3.4.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข					
0.5	3.4.2 มีการขนย้าย การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพถูกสุขลักษณะ					
	3.5 น้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต					
1.0	3.5.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข			/	0	
1.0	3.5.2 มีการขนย้าย การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพถูกสุขลักษณะ			/	0	
2.0	3.6 มีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม			/	0	
	3.7 ผลิตภัณฑ์					
1.5	3.7.1 มีการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์และเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี			/	0	
0.5	3.7.2 มีการคัดแยกหรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม			/	0	
0.5	3.7.3 มีการเก็บรักษาอย่างเหมาะสม			/	0	
1.0	3.7.4 มีการขนส่งในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมสลาย			/	0	
1.5	3.8 มีการบันทึกแสดงชนิดและปริมาณการผลิตประจำวันและเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี			/	0	
	หัวข้อที่ 3			**คะแนนรวม =**	**27.5**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**1.5**	**คะแนน (..5. 45.. %)**

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องการตรวจสอบ	ดี 2	พอใช้ 1	ปรับปรุง 0	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
	4. การสุขาภิบาล					
1.0	4.1 น้ำที่ใช้ภายในสถานที่ผลิตเป็นน้ำสะอาด			⁄	0	
1.0	4.2 มีภาชนะสำหรับใส่ขยะพร้อมฝาปิดและตั้งอยู่ในที่ที่เหมาะสมและเพียงพอ			⁄	0	
0.5	4.3 มีวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม			⁄	0	
0.5	4.4 มีการจัดการระบายน้ำและสิ่งโสโครก		⁄		0.5	
	4.5 ห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม					
0.5	4.5.1 ห้องส้วมแยกจากบริเวณผลิตหรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง			⁄	0	
0.25	4.5.2 ห้องส้วมอยู่ในสภาพใช้งานได้และสะอาด			⁄	0	
0.25	4.5.3 ห้องส้วมมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน			⁄	0	
0.5	4.5.4 มีอ่างล้างมือพร้อมสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและอุปกรณ์ที่ทำให้มือแห้ง			⁄	0	
0.25	4.5.5 อ่างล้างมืออยู่ในสภาพใช้งานได้และสะอาด			⁄	0	
0.25	4.5.6 อ่างล้างมือมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน			⁄	0	
	4.6 อ่างล้างมือบริเวณผลิต					
0.5	4.6.1 มีสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค			⁄	0	
0.5	4.6.2 อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด			⁄	0	
0.25	4.6.3 มีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน			⁄	0	
0.25	4.6.4 อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม			⁄	0	
1.0	4.7 มีมาตรการในการป้องกันมิให้สัตว์หรือแมลงเข้าในบริเวณผลิต			⁄	0	
	หัวข้อที่ 4			**คะแนนรวม =**	**15**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**0.5**	**คะแนน (.3.33. %)**
	5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด					
1.0	5.1 อาคารผลิตอยู่ในสภาพที่สะอาด มีวิธีการหรือมาตรการดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ			⁄	0	
1.0	5.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตมีการทำความสะอาดก่อนและหลังปฏิบัติงาน			⁄	0	
1.0	5.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่ สัมผัสกับอาหารมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ			⁄	0	
1.0	5.4 มีการเก็บอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้วให้เป็นสัดส่วนและอยู่ในสภาพที่เหมาะสมรวมถึงไม่ปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ฝุ่นละอองและอื่น ๆ			⁄	0	

น้ำหนัก	สิ่งที่ต้องการตรวจสอบ	ดี 2	พอใช้ 1	ปรับปรุง 0	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
0.5	5.5 การลำเลียงขนส่งภาชนะและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้ว อยู่ในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี			⁄	0	
1.0	5.6 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต มีการดูแล บำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสม่ำ เสมอ			⁄	0	
1.0	5.7 มีการเก็บน้ำยาทำความสะอาดหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสุขลักษณะ และมีป้ายแสดงชื่อ แยกให้เป็นสัดส่วนและปลอดภัย			⁄	0	
	หัวข้อที่ 5			**คะแนนรวม =**	**13**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**0**	**คะแนน (..0.. %)**
	6. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน					
1.5	6.1 คนงานในบริเวณผลิตอาหารไม่มีบาดแผล ไม่เป็นโรคหรือพาหะของโรคตามที่ระบุในกฎกระทรวง			⁄	0	
	6.2 คนงานที่ทำหน้าที่สัมผัสกับอาหาร ขณะปฏิบัติงานต้องปฏิบัติดังนี้					
0.5	6.2.1 แต่งกายสะอาด เสื้อคลุมหรือผ้ากันเปื้อนสะอาด			⁄	0	
0.5	6.2.2 มีมาตรการจัดการรองเท้าที่ใช้ในบริเวณผลิตอย่างเหมาะสม			⁄	0	
0.5	6.2.3 ไม่สวมใส่เครื่องประดับ			⁄	0	
0.75	6.2.4 มือ และเล็บต้องสะอาด			⁄	0	
1.0	6.2.5 ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน			⁄	0	
0.75	6.2.6 สวมถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาด หรือกรณีไม่สวมถุงมือต้องมีมาตรการดูแลความสะอาดและฆ่าเชื้อมือก่อนปฏิบัติงาน			⁄	0	
0.5	6.2.7 มีการสวมหมวกตาข่ายหรือผ้าคลุมผมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความจำเป็น			⁄	0	
1.0	6.3 มีการฝึกอบรมคนงานด้านสุขลักษณะตามความเหมาะสม			⁄	0	
0.5	6.4 มีวิธีการหรือข้อปฏิบัติสำหรับผู้ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีความจำเป็นต้องเข้าในบริเวณผลิต			⁄	0	
	หัวข้อที่ 6			**คะแนนรวม =**	**15**	**คะแนน**
				คะแนนที่ได้รวม	**0**	**คะแนน (.0..%)**

สรุปผลการตรวจ

1. คะแนนรวม (ทุกหัวข้อ) = 97.5 คะแนน

คะแนนที่ได้รวม (ทุกหัวข้อ) = ...13.5..... คะแนน (.13.85.. %)

2. ◯ ผ่านเกณฑ์

∅ ไม่ผ่านเกณฑ์

/ หัวข้อที่ 1 / หัวข้อที่ 2 / หัวข้อที่ 3 / หัวข้อที่ 4 / หัวข้อที่ 5 / หัวข้อที่ 6

◯ พบข้อบกพร่องรุนแรงเรื่องน้ำที่ใช้ปรุงผสมหรือสัมผัสอาหาร (ข้อ 3.5.1)

◯ พบข้อบกพร่องอื่นๆ ได้แก่ .....

3. อื่นๆ ได้แก่ ....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ) .....

นาง มาเรีย หมวดดุหมัด

หัวหน้าสถานประกอบการ

(ลงชื่อ) .....

นางสาวทิพย์วรรณ อรัญดร

ผู้ประเมิน

ภาคผนวก จ. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คำอธิบายประกอบการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรส

สีของผลิตภัณฑ์ : พิจารณาจากสีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสโดยรวมซึ่งจะมีสีน้ำตาล และสีน้ำตาลเข้มเป็นก้อนหรือเป็นเส้นหนา ซึ่งเป็นส่วนเนื้อแดงของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตตั้งใจให้มีปรากฏในผลิตภัณฑ์

ลักษณะปรากฏ: เป็นลักษณะปรากฏโดยรวม เช่น การกระจายตัวของเมล็ดผักชี เป็นต้น

กลิ่นเหม็นหืน : โดยการดมกลิ่นผลิตภัณฑ์ จะรู้สึกถึงกลิ่นเหม็นหืนเกาะติดที่ชิ้นผลิตภัณฑ์

ความชอบรวม : เป็นการประเมินความชอบและการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา แล้วใส่ระดับความชอบของแต่ละปัจจัยที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

ระดับความชอบ ; 9 = ชอบมากที่สุด 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

	รหัสตัวอย่าง					
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่นเหม็นหืน(การดมกลิ่น)	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณ ในความร่วมมือ

นางสาวทิพย์วรรณ อรัญดร

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

Analysis of variance for physical quality of seasoned tuna meat product in different package (P), packing condition(C) and storage temperature (T)

SV	DF	SS	MS	F
Color				
L*				
T	2	36.800	18.400	.000*
P	2	.907	.454	.350
C	2	.281	.141	.719
PxT	4	8.789	2.197	.001*
CxT	4	8.406	2.101	.002*
TxC	4	8.737	2.184	.001*
TxPxC	8	13.127	1.641	.001*
Error	54	22.863	.423	
Total	81	105152.243		
a*				
T	2	10.755	5.378	.000*
P	2	3.719	1.859	.000*
C	2	.554	.277	.260
PxT	4	.816	.204	.408
CxT	4	.301	.075	.826
TxC	4	1.078	.270	.266
TxPxC	8	2.684	.336	.127
Error	54	10.851	.201	
Total	81	7752.091		

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.1 (ต่อ)

SV	DF	SS	MS	F
b*				
T	2	355.740	177.870	.000*
P	2	3.779	1.890	.004*
C	2	.753	.376	.309
PxT	4	5.822	1.456	.003*
CxT	4	1.683	.421	.266
TxC	4	2.609	.652	.096
TxPxC	8	1.003	.125	.916
Error	54	16.920	.313	
Total	81	51542.685		
pH				
T	2	.079	.040	.000*
P	2	.004	.002	.015*
C	2	.002	.001	.142
PxT	4	.011	.003	.000*
CxT	4	.030	.007	.000*
TxC	4	.019	.005	.000*
TxPxC	8	.005	.001	.256
Error	54	.025	.000	
Total	81	2947.820		

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
Analysis of variance for chemical quality of seasoned tuna meat product in different package (P), packing condition(C) and storage temperature (T)

SV	DF	SS	MS	F
Moisture				
T	2	495.744	247.872	.000*
P	2	20.642	10.321	.000*
C	2	90.252	45.126	.000*
PxT	4	16.740	4.185	.010*
CxT	4	63.798	15.950	.000*
TxC	4	16.681	4.170	.010*
TxPxC	8	10.690	1.336	.328
Error	54	61.115	1.132	
Total	81	13426.338		
a_w				
T	2	.062	.031	.000*
P	2	.009	.005	.000*
C	2	.014	.007	.000*
PxT	4	.004	.001	.000*
CxT	4	.016	.004	.000*
TxC	4	.006	.001	.000*
TxPxC	8	.007	.001	.000*
Error	54	.001	2.06E-005	
Total	81	17.587		
TBARS				
T	2	12.205	6.103	.003*
P	2	26.524	13.262	.000*
C	2	169.149	84.575	.000*
PxT	4	.281	.070	.989

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.2 (ต่อ)

SV	DF	SS	MS	F
CxT	4	24.080	6.020	.000*
TxC	4	17.533	4.383	.002*
TxPxC	8	6.732	.841	.511
Error	54	49.601	.919	
Total	81	31066.697		

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน Analysis of variance for microbiology quality of seasoned tuna meat product in different package (P), packing condition(C) and storage temperature (T)

SV	DF	SS	MS	F
TVC				
T	2	3.111	1.555	.000*
P	2	.049	.024	.281
C	2	4.663	2.332	.000*
PxT	4	.053	.013	.594
CxT	4	.702	.175	.000*
TxC	4	.144	.036	.119
TxPxC	8	.079	.010	.830
Error	54	1.010	.019	
Total	81	513.204		
Yeast&molds				
T	2	2.148	1.074	.000*
P	2	.031	.015	.394
C	2	.900	.450	.000*

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.3 (ต่อ)

SV	DF	SS	MS	F
PxT	4	.049	.012	.555
CxT	4	.200	.050	.023*
TxC	4	.007	.002	.981
TxPxC	8	.030	.004	.983
Error	54	.872	.016	
Total	81	312.864		

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาทูน่าปรุงรสในบรรจุภัณฑ์ สภาวะบรรจุ และอุณหภูมิเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
Analysis of variance for sensory quality of seasoned tuna meat product in different package (P), packing condition(C) and storage temperature (T)

SV	DF	SS	MS	F
Appearance				
T	2	312.788	156.394	.000*
P	2	13.976	6.988	.047*
C	2	38.060	19.030	.001*
PxT	4	12.284	3.071	.340
CxT	4	31.595	7.899	.021*
TxC	4	24.518	6.129	.061
TxPxC	8	28.997	3.625	.222
Error	783		2.712	
Total	810			
Color				
T	2	974.528	487.264	.000*
P	2	30.847	15.423	.001*
C	2	185.632	92.816	.000*

ตารางภาคผนวกที่ ฉ.4 (ต่อ)

SV	DF	SS	MS	F
PxT	4	53.294	13.323	.000*
CxT	4	168.642	42.160	.000*
TxC	4	13.835	3.459	.197
TxPxC	8	31.047	3.881	.095
Error	783	1790.433	2.287	
Total	810	29725.000		
Flavor				
T	2	367.493	183.747	.000*
P	2	33.871	16.935	.002*
C	2	237.723	118.861	.000*
PxT	4	35.698	8.924	.010*
CxT	4	184.001	46.000	.000*
TxC	4	59.457	14.864	.000*
TxPxC	8	50.514	6.314	.017*
Error	783	2107.142	2.691	
Total	810	26765.750		
Overall acceptance				
T	2	286.045	143.023	.000*
P	2	.486	.243	.011
C	2	169.934	84.967	.000*
PxT	4	41.612	10.403	.003*
CxT	4	73.309	18.327	.000*
TxC	4	45.146	11.286	.002*
TxPxC	8	28.162	3.520	.217
Error	783	2047.575	2.615	
Total	810	29277.750		

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวทิพย์วรรณ อรัญดร

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4882008

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2541
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2549

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ทิพย์วรรณ อรัญดร และไพรัตน์ โสภโณดร. 2550. การประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมต่อการพัฒนาความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำบูดูข้าวยำสำเร็จรูป. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7. ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี วันที่ 4-5 เมษายน 2550.

Arundon, T and Sopanodorn, P. 2007. Application of Hazard analysis and critical control point of Seasoned tuna meat product. In Proceeding of 10th ASEAN FOOD CONFERENCE 2007 : Food for Mankind-Contribution of Science and Technology. Kuala Lumpur, Malaysia. 21-23 August 2007.