

ความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนื้อปลาผสม

เศษเหลือจากการตัดแต่งเนื้อปลานิลแล่เสริมเปปไทด์รำข้าว

Stability of Frozen Reduced Salt-Free Phosphate Emulsion Product Derived from Nile Tilapia

(*Oreochromis niloticus* Linn.) Fillet and Its Byproduct Added with Rice Bran Peptides

ศิริภัทรกร โสมหงษ์ (Siribhathrakorn Homehong)* ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ (Supawan Thawornchinsombut)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของไบโอแอคทีฟเปปไทด์จากรำข้าวต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนื้อปลานิล (Fillet) และเศษเหลือจากการตัดแต่งเนื้อปลานิล (Trimmed meat) ที่ได้จากการบวนการแปรรูป (อัตราส่วน 60:40) ร่วมกับการเติมสารปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสทางการค้า คือ แคลปี-คาร์ราจีแนน (ร้อยละ 0.5) เอนไซม์ทรานสกลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ (ร้อยละ 0.3) และโซเดียมไบคาร์บอเนต (ร้อยละ 0.3) ผลการศึกษาพบว่า การเติมเปปไทด์รำข้าว (ร้อยละ 0.5-2) สามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในตัวอย่างอิมัลชันในระหว่างการแช่แข็ง-ละลาย (0-12 รอบ) ได้เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยที่ระดับร้อยละ 1 และ 2 ตัวอย่างมีค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ต่ำกว่าการเติมสารกันหืนสังเคราะห์ butylated hydroxyanisole (BHA) ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อิมัลชันปลาที่เติมเปปไทด์รำข้าวและ BHA มีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งมีเนื้อสัมผัสแข็ง (toughness) ขึ้นเมื่อรอบการแช่แข็ง-ละลายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เปปไทด์รำข้าวส่งผลให้ค่าความขาว (%Whiteness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study effect of **rice bran peptides (RBP)** on stability of frozen emulsion product derived from Nile tilapia fillet and its byproduct (trimmed meat) (60 : 40) added with commercial texturing additives namely k-carrageenan (0.5%), microbial transglutaminase (0.5% MTGase), and 0.5% NaHCO_3 . The addition of RBP (0.5-2%) could retard lipid oxidation in emulsion product during subjected to (0-12) freeze-thaw cycles compared with the control. The thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of the samples added with 1 and 2% RBP were significantly lower than that of sample added with the synthetic antioxidant, butylated hydroxyanisole (BHA) ($p \leq 0.05$). Moreover, the fish emulsions with RBP and BHA exhibited less textural changes than the control, which was tougher as freeze-thaw cycles increased. However, the use of RBP significantly reduced whiteness value of the samples.

คำสำคัญ : เศษเหลือจากการตัดแต่งเนื้อปลานิล ผลิตภัณฑ์อิมัลชันลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟต เปปไทด์รำข้าว

Key Words : Nile tilapia byproduct, reduced salt-free phosphate emulsion product, rice bran peptides

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีไขมันต่ำและเนื้อสีขาว มีกระแสดความนิยมในการบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ ประกอบกับปัจจุบัน ไทยมีศักยภาพสูงด้านการเพาะเลี้ยงปลานิลปี พ.ศ.2554 มีปริมาณการเพาะเลี้ยงปลานิลสูงที่สุดถึง 190,700 ตัน คิดเป็นร้อยละ 31.31 ของปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้ (รวมการเพาะเลี้ยง) ทั้งหมด คิดเป็นมูลค่า 8,529.7 ล้านบาท (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ, 2556) รูปแบบผลิตภัณฑ์ปลานิลที่ไทย ส่งออกมากที่สุด คือ ปลานิลแช่แข็ง คิดเป็นสัดส่วน ปริมาณ 90.8% ของปริมาณการส่งออกปลานิลทั้งหมด รองลงมา คือ เนื้อปลานิลแบบแล่สดแช่เย็นเนื้อปลานิล แบบอื่นๆ สดแช่เย็น และรูปแบบอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วน ปริมาณ 3.8%, 2.7% และ 2.7% ตามลำดับ (กลุ่ม วิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กอง ประมงต่างประเทศ, 2555) โดยสิ่งที่ตามมาจาก อุตสาหกรรมนี้ คือ วัสดุเศษเหลือจากปลานิลในส่วน ต่างๆ ได้แก่ เนื้อเศษเหลือจากการตัดแต่งเนื้อปลานิล แล่แช่แข็งซึ่งสูงถึงร้อยละ 68 (พีระพงษ์, 2556) จะเห็นว่า เศษเหลือเหล่านี้ยังคงเป็นแหล่งของโปรตีนสูง ส่วน ใหญ่ถูกจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ที่มีมูลค่าต่ำ

เพื่อการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือเหล่านี้จึงมีการวิจัย และพัฒนาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่า ทางโภชนาการสูง โดยการพัฒนาทำผลิตภัณฑ์อิมัลชัน แช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนื้อปลานิล ผสม เศษเหลือจากโรงงานแปรรูปเนื้อปลานิลแล่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส คุณค่าทาง โภชนาการและอายุการเก็บรักษาโดยการเติมวัตถุ เจือปนอาหารต่างๆเป็นการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจาก การแปรรูป และช่วยลดต้นทุน อย่างไรก็ตามการใช้ เศษเหลือจากเนื้อปลานิลมาทำผลิตภัณฑ์อิมัลชัน แช่แข็งนั้น อาจพบปัญหาด้านเนื้อสัมผัส เนื่องจาก เศษเหลือจากเนื้อปลาที่มีไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงซึ่งมี ผลต่อการเพิ่มการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

ส่งผลต่ออายุการเก็บและกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ของ ผลิตภัณฑ์ (Min and others, 2009)

การเติมเกลือและฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและเพิ่มปริมาณ ผลผลิตได้ แต่อย่างไรก็ตามการบริโภคเกลือมากเกินไปส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงตามมาได้ และในขณะที่หากได้รับปริมาณฟอสเฟตมากเกินไปใน อาหารทำให้การดูดซึมแคลเซียม เหล็ก และแร่ธาตุอื่นๆ ในร่างกายลดลง (วุฒิพจน์, 2554) เป็นการเพิ่มการสลาย แคลเซียมออกจากกระดูก ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิด โรค กระดูกพรุนสูง (osteoporosis) (ลักขณา, 2553) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงต้องการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อิมัลชันแช่แข็งเพื่อสุขภาพจากเนื้อปลานิลและเศษ เหลือจากกระบวนการแปรรูปโดยการลดเกลือและไม่ เติมฟอสเฟต และเติมเปปไทด์รำข้าว เพื่อปรับปรุง คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์อิมัลชัน แช่แข็งดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของเปปไทด์รำข้าวต่อความคงตัว ของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติม ฟอสเฟตจากเนื้อปลานิลและเศษเหลือจากโรงงาน แปรรูปเนื้อปลานิลแล่แช่แข็ง

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาผลของอัตราส่วนของเนื้อปลานิลแล่ต่อเศษเนื้อ ปลาตัดแต่งและ/หรือเนื้อพื้นท้อง ต่อคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพในผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและ ไม่เติมฟอสเฟต

นำเนื้อปลานิลแล่ (Fillet, F), ส่วนเนื้อพื้นท้อง (Belly flap meat, B) และเศษเหลือที่ได้จากการตัดแต่ง เนื้อปลานิล (Trimmed meat, T) จากบริษัทโกรเบสท์ อาหารแช่แข็ง จำกัด จังหวัดนครพนม นำมาบดโดยใช้ เครื่องบดเนื้อ (รุ่น 822 E97 ยี่ห้อ BIRO® ประเทศ สหรัฐอเมริกา) ที่มีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร จำนวน 2 รอบ จากนั้นเตรียมอัตราส่วนของเนื้อปลานิลแล่ : เนื้อ

พื้นที่ห้อง : เศษเนื้อปลาตัดแต่ง ดังนี้ 60:20:20 (FBT), 60:0:40 (FT) และ 60:40:0 (FB) ตามลำดับร่วมกับการใช้ NaCl ร้อยละ 1, MTGase ร้อยละ 0.3, NaHCO_3 ร้อยละ 0.3 และแคปป์-คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.5 (พีระพงษ์, 2556) โดยสับผสมด้วยเครื่องสับผสม (ยี่ห้อ SEIT รุ่น 1878 wedel MASCHIEN ประเทศเยอรมัน) ใช้ระดับความเร็วต่ำ 4 นาที และความเร็วสูง 2 นาที ตามลำดับควบคุมความชื้นสุดท้ายของแต่ละตัวอย่างที่ร้อยละ 75 ขึ้นรูปตัวอย่างโดยบรรจุในทอสเตนเลสเคลือบด้วยน้ำมันพืช ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ความยาว 20 เซนติเมตร ปิดหัวท้ายให้สนิท บ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Sanchez-Zapata and others, 2010) ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ และแช่น้ำเย็นเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างออกจากทอสเตนเลสและบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน นำตัวอย่างไปแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างมาแช่แข็งละลาย (Freeze-Thaw cycle) (-18 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมงและละลายที่ 5 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 0 และ 10 รอบตามลำดับ

นำตัวอย่างที่ผ่านการแช่แข็ง-ละลาย 0 และ 10 รอบทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (จิรวัดน์, 2544) ค่า Expressible moisture (Tellez-Luis and others, 2002) คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส (Puncture test) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2texturometer TA-XPlus ประเทศไทย) (Thawornchinsombut and Park, 2007) และค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter (ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 ประเทศญี่ปุ่น) (Sanchez-Zapata and others, 2010) รายงานค่า $L^*a^*b^*$ และคำนวณเป็นค่าความขาว (whiteness)

2. ศึกษาผลของเปปไทด์รำข้าวต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนื้อปลานิลและเศษเหลือ

เตรียมตัวอย่างอิมัลชันเช่นเดียวกับข้อ 1. โดยใช้อัตราส่วนเนื้อปลานิลและเศษเหลือที่คัดเลือกได้จากข้อ 1 เติมน้ำมันออกซิเดชันได้แก่ เปปไทด์จากรำข้าว (rice bran peptides, RBP) (ทิพย์สุดา, 2555) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.51 และ 2 และการเติมน้ำมันกันหืนสังเคราะห์ butylatedhydroxyanisole (BHA) ร้อยละ 0.02 เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมน้ำมันออกซิเดชันใดๆ (Control)

สับผสมแต่ละสูตรด้วยเครื่องสับผสมควบคุมความชื้นสุดท้ายของตัวอย่างร้อยละ 75 นำตัวอย่างไปแช่แข็งโดยวิธีพ่นลมเย็นด้วยเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น (ยี่ห้อ RIVACOLD ประเทศไทย) ที่ -35 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิใจกลางด้วย Data logger ให้ได้ -18 องศาเซลเซียส ก่อนเก็บตัวอย่างไว้ที่ตู้แช่แข็ง (ยี่ห้อ SANYO รุ่น SF-C995 ประเทศไทย) อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างมาแช่แข็งละลาย (Freeze-Thaw cycle) (-18 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมงและละลายที่ 5 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง) วิเคราะห์ตัวอย่าง 0 4 8 และ 12 รอบตามลำดับ

ตัวอย่างที่ผ่านการแช่แข็ง-ละลาย 0 - 12 รอบทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 1. และค่าทีบีเออาร์เอส (2- thiobarbituric acid reactive substances :TBARS) (Ahn and others, 2002)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทีไรตเมนต์ด้วยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows version 19.0

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลานิลต่อเศษเนื้อปลาตัดแต่ง และ/หรือเนื้อพื้นที่ห้อง ต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพในผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟต

การแช่แข็ง-ละลายไม่มีผลต่อค่าความเป็นด่างและค่าความขาวของตัวอย่าง แต่อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแต่ละเนื้อพื้นท้อง : เศษเนื้อปลาตัดแต่งมีผลต่อค่าตอบสนองทั้งสองค่าคือ การผสมเนื้อพื้นท้อง (FB) ตัวอย่างมีค่าความขาวสูงกว่าการผสมเศษเนื้อตัดแต่ง (FT) อย่างมีนัยสำคัญ และตัวอย่าง FT มีค่าความเป็นด่างต่ำที่สุด (ตารางที่ 1)

การแช่แข็ง-ละลายและอัตราส่วนของเนื้อปลานิลมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าการสูญเสีย น้ำ ค่าแรง และระยะทางกดที่ทำให้มีกลิ่นขึ้นแตก โดยพบว่าตัวอย่าง FT มีค่าการสูญเสีย น้ำต่ำสุดที่การแช่แข็ง-ละลายทั้งที่ 0 และ 10 รอบซึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสซึ่งพบว่าตัวอย่าง FT มีค่าแรงกดสูงกว่าแต่ค่าระยะทางกดต่ำกว่าตัวอย่างที่มีการผสมเนื้อพื้นท้องทั้ง 2 ตัวอย่าง (FBT & FB) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนเนื้อพื้นท้องมีปริมาณไขมันสูงกว่าเศษเนื้อตัดแต่ง (ร้อยละ 25.9 และ 22.1 ตามลำดับ) จึงส่งผลให้มีความยืดหยุ่นสูงกว่าแต่ความแข็งต่ำกว่าตัวอย่างที่เดิมเศษเนื้อตัดแต่ง นอกจากนี้ FT มีค่าความเป็นด่างเท่ากับ 7.54 ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมของเอนไซม์ทรานสกลูตามิเนสจากกล้ามเนื้อปลานิล คือ 7.5 (Worratao and Yongsawatdigul, 2005) อาจส่งผลให้เจลของเนื้อ

ปลานิลบดมีความแข็งแรงมากกว่าตัวอย่างอื่นและหลังจากการแช่แข็ง-ละลาย 10 รอบ ทุกตัวอย่างมีค่าแรงกดและระยะทางกดที่ทำให้มีกลิ่นขึ้นแตกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากการที่โปรตีนปลาเกิดการเสียสภาพที่เหนียวมาจากการแช่แข็ง-ละลายและการเกิดออกซิเดชันของทั้งโปรตีนและไขมัน เกิดการเชื่อมข้ามและตกตะกอนของโปรตีน ทำ

ตารางที่ 1 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลานิลแต่ละต่อเศษเนื้อปลาตัดแต่งและ/หรือเนื้อพื้นท้องและการแช่แข็ง-ละลายต่อค่าความเป็นกรด (pH) และค่าความขาว (Whiteness)

ตัวอย่าง	pH**	Whiteness (%)**
FBT*	7.79±0.09 ^a	74.50±0.74 ^{ab}
FB*	7.75±0.11 ^a	75.75±0.38 ^a
FT*	7.54±0.04 ^b	74.27±0.95 ^b

* FBT คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อพื้นท้อง: เศษเนื้อปลาตัดแต่ง (60:20:20), FT คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อปลาตัดแต่ง (60:40) และ FB คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อพื้นท้อง (60:40)

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของอัตราส่วนของเนื้อปลานิลแต่ละต่อเศษเนื้อปลาตัดแต่งและ/หรือเนื้อพื้นท้องและการแช่แข็ง-ละลายต่อการการสูญเสีย น้ำ (Expressible moisture) ค่าแรง (Breaking force) และระยะทางกด (Deformation) ที่ทำให้มีกลิ่นขึ้นแตก

ค่าสังเกต	รอบที่ 0			รอบที่ 10		
	FBT*	FB*	FT*	FBT*	FB*	FT*
Expressible moisture (%)**	37.08±1.97 ^c	32.81±0.43 ^b	28.20±0.27 ^a	44.24±0.77 ^d	43.81±0.80 ^d	33.56±0.75 ^b
Breaking force (g)**	182.8±6.01 ^f	189.6±4.40 ^c	203.0±4.35 ^d	237.0±6.80 ^b	249.2±6.44 ^a	229.0±6.99 ^c
Deformation (mm)**	5.86±0.13 ^c	5.97±0.08 ^c	5.65±0.08 ^d	6.84±0.17 ^b	6.99±0.15 ^a	6.91±0.16 ^{ab}

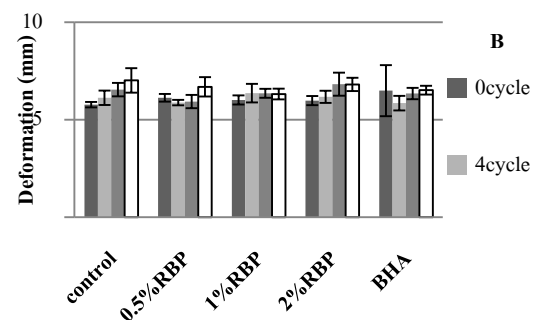
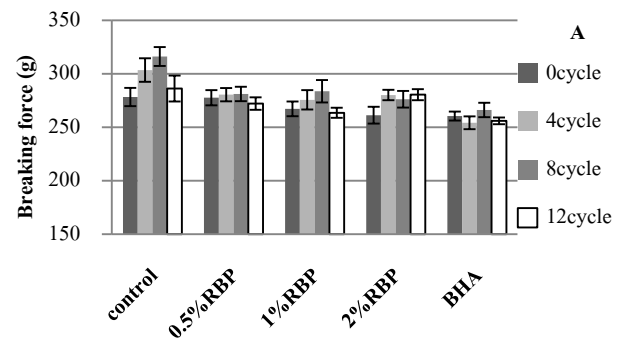
* FBT คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อพื้นท้อง: เศษเนื้อปลาตัดแต่ง (60:20:20), FT คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อปลาตัดแต่ง (60:40) และ FB คือ เนื้อปลาแต่ละเนื้อพื้นท้อง (60:40)

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ให้เกิดเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างของผลิตภัณฑ์เนื่องจากโปรตีนมัยโอซินซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดโครงสร้างของเจลถูกชักนำให้เกิดการเสียสภาพธรรมชาติโดยการแช่เยือกแข็ง ซึ่งโปรตีนมัยโอซินที่มีการเสียสภาพธรรมชาติจะเคลื่อนที่เข้าหากันเกิดการรวมตัวกันของโมเลกุลโปรตีน (aggregation) ด้วยพันธะไดซัลไฟด์หรืออันตรกิริยาไฮโดรโฟบิก(สุทธวัฒน์,2549) อย่างไรก็ตามตัวอย่าง FT เกิดการเพิ่มขึ้นของค่าแรงกดในอัตราที่ต่ำกว่าตัวอย่างอื่นๆ

2. ผลของเปปไทด์รำข้าวต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนือปลานิลแลและเศษเหลือตัดแต่ง

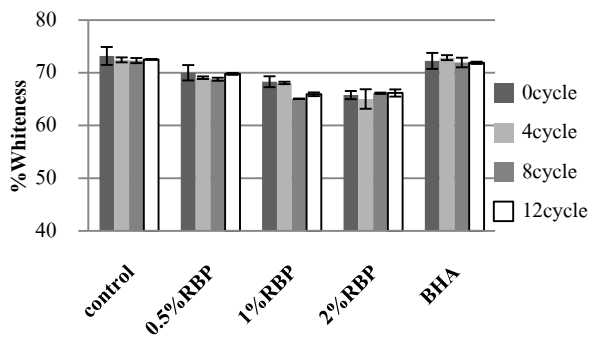
การแช่แข็ง-ละลายและชนิดของสารต้านออกซิเดชันมีอิทธิพลร่วมกันต่อ ค่าแรงกด(Breaking Force ; g)ค่าระยะทางกด(Deformation ; mm) (รูปที่ 1 A และ B)ที่ทำให้มีล้นชั้นแตก และค่าความขาว(%Whiteness)โดยพบว่าตัวอย่างควบคุม (Control) มีค่าแรงกดและระยะทางกดที่ทำให้มีล้นชั้นแตกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อรอบของการแช่แข็ง-ละลายเพิ่มขึ้น แต่ตัวอย่างมีความแข็งลดลงที่ 12 รอบ ($p \leq 0.05$)ค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่า TBARS ที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3เมื่อรอบการแช่แข็ง-ละลายที่เพิ่มขึ้นซึ่งบ่งบอกการเกิดออกซิเดชันของไขมันในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอาจส่งผลให้เกิดการออกซิเดชันและปฏิกิริยาเชื่อมข้ามของโปรตีนทำให้มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น(Eymard and others, 2008)ส่วนตัวอย่างที่เติมเปปไทด์รำข้าวและ BHA พบการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม



รูปที่ 1 ผลของสารต้านออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนือปลานิลแลและเศษเหลือตัดแต่งต่อค่าแรงกด (A) และค่าระยะทางกด (B) ที่ทำให้มีล้นชั้นแตก

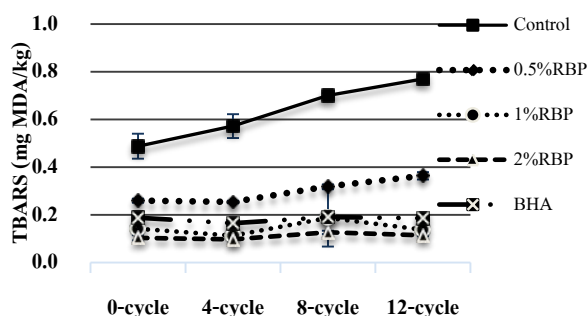
control : ตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมสารต้านออกซิเดชัน) RBP : Rice bran peptides BHA : butylatedhydroxyanisole

นอกจากนี้ตัวอย่าง Control และ BHA มีค่าความขาวสูงกว่าตัวอย่างที่มีการเติมสารต้านออกซิเดชันจากเปปไทด์รำข้าวเข้มข้น 0.5%, 1% และ 2% (0.5%RBP, 1%RBP และ 2%RBP) ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 2) เมื่อมีการแช่แข็ง-ละลายมากขึ้นทุกตัวอย่างให้ค่าความขาวลดลง ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากในระหว่างการแช่แข็ง-ละลาย ตัวอย่างเกิดการออกซิเดชันของไขมันในกล้ามเนื้อเกิดการเชื่อมข้าม (Cross-linking) ของโปรตีนเมดส์และโปรตีนกล้ามเนื้อ ดังนั้นโปรตีนเมดส์จึงถูกตรึงไว้กับโปรตีนกล้ามเนื้อทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ของเมดส์ลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีได้ดังกล่าว (Benjakul and others, 2000)



รูปที่ 2 ผลของสารต้านออกซิเดชันต่อค่าความขาวในผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนือปลานิลแล้และเศษเนื้อตัดแต่ง

การแช่แข็ง-ละลายและชนิดของสารต้านออกซิเดชันมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าThiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิดในผลิตภัณฑ์โดยในตัวอย่างที่มีการเติมสารต้านออกซิเดชันจากเปปไทด์ราข้าวเข้มนั้นร้อยละ2 และ 1 (2%RBP และ 1% RBP) สามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้สูงที่สุดดังแสดงในรูปที่ 3 (0.104 และ 0.142 mg MDA/kgตามลำดับ) ในการแช่แข็ง-ละลายรอบที่ 0 ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ตัวอย่างควบคุม มีค่า TBARS สูงสุด รองลงมาคือ 0.5% RBP(0.488 และ 0.260 mg MDA/kg ตามลำดับ)และเพิ่มขึ้นเมื่อรอบการแช่แข็ง-ละลายเพิ่มขึ้น ในขณะที่ตัวอย่าง 1% RBP 2% RBP และ BHA มีค่าค่อนข้างคงที่



รูปที่ 3 ผลของสารต้านออกซิเดชันต่อค่า TBARS ในผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟตจากเนือปลานิลแล้และเศษเนื้อตัดแต่ง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชันแช่แข็งเพื่อสุขภาพที่ลดเกลือและไม่เติมฟอสเฟต พบว่าการใช้เนือปลานิลและเศษเหลือจากการตัดแต่งในอัตราส่วน 60 ต่อ 40 ร่วมกับการใช้เอนไซม์ทรานส์กลูตามีนจากจุลินทรีย์แคปไซ-คาร์ราจีแนนโซเดียมไบคาร์บอเนตและเสริมด้วยเปปไทด์ราข้าวเข้มนสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวดีต่อการเกิดออกซิเดชันในระหว่างการแช่แข็ง-ละลาย โดยเฉพาะการเติมที่ระดับ 1 และ 2 %มีประสิทธิภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมสารกันหืนสังเคราะห์ BHA แต่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขาวลดลง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนบางส่วนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติมหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ.
2556. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ.
2554. กรุงเทพฯ : กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองประมงต่างประเทศ. 2555. การค้าสินค้าประมงไทยไตรมาส 1 ปี 2555. กรุงเทพฯ : กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- จิรวัดน์ ยงสวัสดิ์กุล และ Jae W. Park. 2544. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการผลกระทบของคุณภาพความสดและการสูญเสียสภาพธรรมชาติของแอคโตมัยโอซินต่อความสามารถในการเกิดเจลของโปรตีนกล้ามเนื้อจากปลาทรายแดง (*Nemipterus spp.*). กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 87 หน้า.
- ทิพย์สุดา เทพภูเขียว. 2555. ความคงตัวของไบโอแอคทิฟเปปไทด์จากร้าขาวในเครื่องต้มจืดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พระพงษ์ วงษ์ทหาร. 2556. การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อปลาขึ้นรูปเพื่อสุขภาพจากผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการแปรรูปปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ลักขณา อินทร์กลับ. 2553. โภชนศาสตร์เชิงชีวเคมี วิตามิน กลีโกลี น้ำ และใยอาหาร. กรุงเทพฯ : มีเดียกริมพ์.
- วุฒิพนธ์ ศุกวิริยากร. 2554. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่องผลของกรดแล็กติกและฟอสเฟตต่อคุณภาพของเนื้อปลาบิกแกล่แช่เย็น - แช่แข็ง : Effects of Lactic Acid and Phosphate on Quality of Chilled-Frozen Fish Fillets (*Pangasianodon gigas*). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 96 หน้า.
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2549. ชูริมิ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาสด. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พรีนติ้ง เฮาส์. 336 หน้า.
- Ahn, J., Grün, I.U., and Fernando LN. 2002. Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Journal of Food Science*. 67(4): 1364-1369.
- Benjakul, S., and Bauer, F. 2000. Physicochemical and enzymatic changes of cod muscle proteins subjected to different freeze-thaw cycles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 1143-1150.
- Eymard, S., Baron, C.P., and Jacobsen, C. 2008. Oxidation of lipid and protein in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) mince and washed minces during processing and storage. *Food Chemistry* 114: 57-65.
- Min, B., Chen, M.H., and Green, B.W. 2009. Antioxidant activities of purple rice bran extract and its effect on the quality of low NaCl, phosphate-free patties made from Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) belly flap meat. *Journal of Food Science*. 74 (3) : 268-277.
- Sanchez-Zapata, E., Munoz, C.M., Fuentes, E., Fernandez-Lopez, L., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C., and Prez-Alvarez, J.A. 2010. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat Science*. 85: 70-76.
- Tellez-Luis, S.J., Uresti, R.M., Ramirez, J.A., and Vazquez, M. 2002. Low-salt restructured fish products using microbial transglutaminase as binding agent. *Journal of the science of food and agriculture*. 82: 953-959.
- Thawornchinsombut, S., and Park, J.W. 2007. Effect of NaCl on gelation characteristics of acid- and alkali-treated Pacific whiting fish protein isolates. *J. Food Biochem*. 31: 427-455.
- Worratao, A., and Yongsawatdigul, J. 2005. Purification and characterization of transglutaminase from tropical tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Food Chem*. 93: 651-658.