

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5880010

ชื่อโครงการ: การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) แลระหว่างแช่เยือกแข็ง และการป้องกัน

ชื่อนักวิจัย: นายโชชน ศรีเกตุ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

E-mail Address: psriket@hotmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 1 กรกฎาคม 2558 ถึง 30 มิถุนายน 2560

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการจำแนกคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ผลของเหล็กต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดสีเหลืองและการป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) แลระหว่างการรักษาแบบแช่เยือกแข็ง องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสวายที่ศึกษาได้แก่ องค์ประกอบโดยประมาณ ปริมาณคอเลสเตอรอลประกอบไนโตรเจนที่เป็นโปรตีนและไมโซโปรตีน องค์ประกอบของไขมัน รูปแบบกรดไขมัน และปริมาณแร่ธาตุ ค่าสีและคุณสมบัติทางความร้อน ผลของกระบวนการแช่เยือกแข็งทำลายของเนื้อปลาสวายต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพโดยติดตามค่า TBARS ค่าสี พื้นผิวไม่ชอบน้ำ หมู่ซัลฟิไฮดริล ฟังก์ชันไลโซลฟิ รูปแบบโปรตีน กิจกรรม ATPase และการละลายของโปรตีน ศึกษาการเกิดออกซิเดชันของไขมัน การเปลี่ยนแปลงสี หมู่เอมีน สารประกอบไพโรล และหมู่ซัลฟิไฮดริลของระบบไลโปโซม และไมโครโซมที่เติม FeCl_3 และกรดแอสคอร์บิก ศึกษาผลของกรดแทนนิกต่อการป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาสวายแลระหว่างการรักษาแบบแช่แข็ง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อจำแนกคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ ผลของเหล็กต่อการเปลี่ยนแปลงสี และผลของกรดแทนนิกต่อการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี และคุณภาพของเนื้อปลาสวายแลระหว่างการรักษาแบบแช่เยือกแข็ง

เนื้อปลาสวายมีโปรตีนร้อยละ 55.36 และไขมันร้อยละ 40.96 การจำแนกสารประกอบไนโตรเจนพบว่าโปรตีนไมโอไฟบริลเป็นองค์ประกอบหลัก (ร้อยละ 71.81) โดยมีไมโอซิน และแอคตินเป็นโปรตีนหลัก ไตรกลีเซอไรด์เป็นไขมันหลัก (ร้อยละ 80.79) ในเนื้อปลาสวายรองลงมาคือฟอสโฟลิปิด เนื้อปลาสวายมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวเป็นกรดไขมันหลัก และมีกรดโอเลอิกและกรดปาล์มิติกในปริมาณสูง พบว่ามี DHA (22:6), EPA (20:5) และ ARA (20:4) ในชั้นมันจากปลาสวาย แมกนีเซียมพบเป็นแร่ธาตุหลักในเนื้อปลาสวายรองลงมาคือ แคลเซียม สังกะสี และเหล็ก อุณหภูมิสูงสุดในการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (T_{max}) ของไมโอซินและแอคตินเท่ากับ 54.33 and 78.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การศึกษาผลของเหล็กที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0-25 ppm) ต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ค่าสี และการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนปลาสวายระหว่างแช่แข็งทำลาย พบว่าค่า TBARS ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนรอบการแช่แข็งทำลายเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) การเพิ่มขึ้นของค่า TBARS ที่เหนี่ยวนำโดยเหล็กขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ การเพิ่มขึ้นของการเกิดออกซิเดชันของไขมันในตัวอย่างที่เติมเหล็กสอดคล้องการเพิ่มขึ้นของค่า b^* (สีเหลือง) การเพิ่มขึ้นของการเกิด

ออกซิเดชันของโปรตีนและการละลายที่ลดลงเด่นชัดขึ้นเมื่อจำนวนรอบของการแช่แข็งทำละลายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการเติมเหล็กมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว การลดลงของกิจกรรม Ca^{2+} -ATPase ของแอคโตไมโอซินธรรมชาติพบทุกตัวอย่างเมื่อการแช่แข็งทำละลายเพิ่มขึ้น รูปแบบโปรตีน (SDS-PAGE) พบว่ามีโปรตีนที่มีโมเลกุลใหญ่ในตัวอย่างที่เติมเหล็ก ดังนั้นเหล็กสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสีเหลืองในกล้ามเนื้อปลาสดรวมทั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันโดยเฉพาะเมื่อแช่แข็งทำละลายเป็นจำนวนหลายรอบ

เมื่อระบบไลโปโซมและไมโครโซมถูกออกซิไดซ์ด้วยเหล็กและแอสคอร์เบท ค่า TBARS ค่า b^* และสารประกอบไพโรลเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับหมู่เอมีนที่ลดลง โดยเฉพาะเมื่อปริมาณเหล็ก (25-100 μM) และเวลาในการทำปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น (0-20 h) ผลของออกซิไดซ์ไลโปโซมที่ปริมาณต่างกัน (ร้อยละ 1 2 และ 5) ต่อโปรตีนไมโอไฟบริลที่ละลายในเกลือ พบว่าผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันส่งผลให้หมู่ซัลไฟไฮดริลลดลง และพื้นผิวไม่ชอบน้ำ และปริมาณคาร์บอนิลเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาออกซิเดชันกับการเกิดสีเหลืองในกล้ามเนื้อปลาสวย

การศึกษาผลของกรดแทนนิก (ร้อยละ 0.02-0.08) ต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและค่าสีของของไลโปโซมปลาสวยระหว่างทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง พบว่าเมื่อไลโปโซมถูกออกซิไดซ์ด้วยเหล็กและแอสคอร์เบท ค่า TBARS ค่า b^* และค่าสารประกอบไพโรลของตัวอย่างควบคุมเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของหมู่เอมีนโดยเฉพาะเมื่อเวลาในการทำปฏิกิริยา (0-9 h) เพิ่มขึ้น กรดแทนนิกสามารถช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไลโปโซมโดยลดค่า TBARS และทำให้ค่า L^* เพิ่มขึ้น ดังนั้นกรดแทนนิกโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงสามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและการเปลี่ยนแปลงสีของไลโปโซมปลาสวยระหว่างการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาสวยแช่แข็งและไม่แช่แข็งกรดแทนนิกที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (ร้อยละ 0-1.0) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าค่า TBARS ของทุกตัวอย่างเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) กรดแทนนิกแสดงความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในปลาสวยแช่แข็งโดยทำให้ค่า TBARS ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม การแช่ในสารละลายกรดแทนนิกปรับปรุงสีของเนื้อปลาแช่แข็งให้ดีขึ้นโดยเพิ่มค่าความสว่าง และลดค่าสีเหลืองของปลาแช่แข็งระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่แข็ง ค่าพื้นผิวไม่ชอบน้ำของแอคโตไมโอซินธรรมชาติของปลาสวยเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งเพิ่มขึ้นถึง 16 สัปดาห์ การเพิ่มขึ้นของพันธะไดซัลไฟด์สอดคล้องกับการลดลงของปริมาณซัลไฟไฮดริล การละลายของโปรตีนค่อยๆ ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น การแช่เนื้อปลาแช่ในสารละลายกรดแทนนิกสามารถช่วยการละลายของโปรตีนและลดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อปลาสวยแช่แข็ง ดังนั้นการแช่ปลาแช่ในสารละลายกรดแทนนิกก่อนการแช่เยือกแข็งสามารถใช้เป็นวิธีป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมัน และป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาสวยระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่แข็ง

คำหลัก: ปลาสวย เนื้อปลาแช่ การเปลี่ยนแปลงสี สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Project Code: TRG5880010

Project Title: Discoloration of Sawai (**Pangasius hypophthalmus**) fillet during frozen storage and its prevention

Investigator: Mr. Chodsana Sriket, Program in Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail Address: psriket@hotmail.com

Project Period: July 1st 2015 to June 30th 2017

This research covers the physicochemical characteristics, effect of iron on lipid oxidation and discoloration, development of yellow discoloration and prevention of quality changes of Sawai (**Pangasius hypophthalmus**) meat during frozen storage. Chemical composition of Sawai meat including proximate compositions, collagen content, protein and non protein nitrogenous compounds, lipid compositions, fatty acid profiles and mineral content were studied. Color and thermal property were studied. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), color, surface hydrophobicity, total sulfhydryl content, disulfide bond content, protein pattern, ATPase activity and protein solubility as affected by multiple freeze-thaw of Sawai meat were monitored. Lipid oxidation, discoloration, loss of amine groups, pyrrolization and total sulfhydryl content of Sawai liposome and microsomal systems in the presence of FeCl₃ and ascorbic acid were studied. During frozen storage of Sawai fillet, the quality changes as affected by tannic acid were investigated. Therefore, the objectives of this research were to study physicochemical, effects of iron on lipid oxidation, discoloration and physicochemical changes of Sawai muscle as well as to investigate the effect of tannic acid on discoloration and quality changes of Sawai fillet during frozen storage.

Chemical compositions and thermal property of Sawai meat were studied. High protein (55.36% dry basis) and lipid (40.96% dry basis) contents were found in Sawai meat. Fractionation of nitrogenous constituents revealed that myofibrillar protein (71.81%) was the major component in the muscles; myosin heavy chain (MHC) and actin were the predominant proteins. Triglyceride was the main lipid (80.79%) in Sawai meat, followed by phospholipid. Sawai meat had monounsaturated fatty acids as the major component and was rich in oleic acid and palmitic acid. Docosahexaenoic acid (DHA; 22:6), eicosapentaenoic acid (EPA; 20:5) and arachidonic acid (ARA; 20:4) were also found in Sawai lipid. Magnesium (Mg) was the dominant mineral in Sawai meat, followed by calcium (Ca). Zinc (Zn) and iron (Fe) were also found at high concentrations.

Sawai meat exhibited thermal transition temperatures (T_{max}) of 54.33 and 78.00°C for myosin and actin, respectively.

The effects of different iron concentrations (0, 5, 10, 15, 20 and 25 ppm) on the lipid oxidation, color, and protein changes of Sawai pastes subjected to multiple freeze-thaw cycles, were investigated. The thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) values of all samples increased as the number of freeze-thaw cycle increased ($p < 0.05$). The increase in TBARS value of Sawai pastes induced by the presence of iron was dose dependent. Increases in lipid oxidation of the samples containing iron were concomitant with the increase in b^* -value (yellowness). The increase in protein oxidation and decrease in protein solubility were more pronounced when the number of freeze-thaw cycles increased. However, iron at all concentrations exhibited negligible effects on those changes. Decreases in Ca^{2+} -ATPase activity of fish natural actomyosin were found in all samples with increased freeze-thawing processes. Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) revealed that proteins with high molecular weight (MW) were observed in the sample added with iron. Therefore, iron induced the yellow discoloration in Sawai muscle, associated with lipid oxidation, particularly with multiple freeze-thaw cycles.

The impact of lipid oxidation on yellow discoloration in Sawai lipids and proteins was studied. When the Sawai liposomes and microsomes were oxidized with iron and ascorbate, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) were observed to increase simultaneously with b^* values (yellowness) and pyrrole compounds concomitantly with a decrease in free amines, especially when iron content (25-100 μ M) and incubation times (0-20 h) increased. Effect of oxidized liposomes at different contents (1, 2 and 5%) on salt-soluble Sawai myofibrillar proteins was also studied. Lipid oxidation products were able to decrease sulfhydryl content and increase surface hydrophobicity and carbonyl content of salt-soluble Sawai myofibrillar proteins. These results suggest a positive correlation between lipid oxidation and the development of yellow color in Sawai muscle.

The impact of tannic acid (0.02-0.08%) on lipid oxidation and color in Sawai liposomes during incubation at 37 °C for 9 h was studied. When the Sawai liposomes were oxidized with iron and ascorbate, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) in the control samples were observed to increase simultaneously with b^* values (yellowness) and pyrrole compounds concomitantly with a decrease in free amines, especially when incubation times (0-9 h) increased. Tannic acid could prevent lipid oxidation and color changes of fish liposomes by decreasing the TBARS value and increasing the L^* -value. Therefore, tannic acids, especially high concentration

were able to decrease the lipid oxidation and color changes of the fish liposomes during incubation at 37 °C for 9 h.

Quality changes of Sawai fillet soaked with and without different concentrations of tannic acid (0-1.0%) during frozen storage at -20 °C for 16 weeks were investigated. TBARS in all Sawai samples increased when the storage time increased ($p<0.05$). Tannic acid showed antioxidative effect in frozen fish fillet as indicated by lower TBARS content compared with control sample. Soaking the fish fillet in tannic acid solutions could improve the color of fish fillet by increasing L*-value and decreasing b*-value during frozen storage. Surface hydrophobicity (SoANS) of Sawai natural actomyosin (NAM) increased when the frozen storage period increased up to 16 weeks. The increase in disulfide bond content was generally coincidental with the decrease in sulfhydryl content. Protein solubility decreased slightly during prolonged storage. Soaking Sawai fillet with tannic acid could retard the decreases in solubility and increase in thaw drip of frozen Sawai fillet. Therefore, soaking in tannic acid solution before freezing could be a means to prevent lipid oxidation and quality changes of Sawai fillet during frozen storage.

Keywords: Sawai, fillet, discoloration, antioxidant