ผลของความดันสูงและความร้อนต่อคุณลักษณะโปรตีนกล้ามเนื้อและคุณสมบัติการเกิดเจลของกุ้งกุลาดำ

Effect of High Pressure and Heat Treatment on Muscle Protein Characteristic and Gel Forming Property of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius)

ธิติมา จันทโกศล

Thitima Jantakoson

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2547

เลขหมู่ SH336.5.S5t ท63 2547 ฉ.1

Bib Key 0H3242

13 ก.ค. 2547

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของความดันสูงและความร้อนต่อคุณลักษณะโปรตีนกล้ามเนื้อ และคุณสมบัติการเกิดเจลของกุ้งกุลาดำ

ผู้เขียน นางสาวธิติมา จันทโกศล

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของความดันสูงที่ระดับ 200, 400, 600 และ 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง และการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ต่อคุณลักษณะของโปรตีนกล้ามเนื้อกุ้งกุลาดำพบว่าค่า L*, a*, b*, ค่าแรงกดและแรงเฉือนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการให้ความดัน ส่วนตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนมีค่าแรงเฉือนสูงกว่าตัวอย่างที่ให้ความดันและตัวอย่างชุดควบคุม (เนื้อกุ้งกุลาดำสด) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) การให้ความดันที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนัก ($p\geq0.05$) อย่างไรก็ตามมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่ให้ความร้อน ($p<0.05$) กิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสของตัวอย่างที่ให้ความดันที่ระดับ 200 - 600 เมกกะปาสคาล มีค่าไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ส่วนกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสในตัวอย่างที่ให้ความร้อนมีกิจกรรมลดลงและไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่ให้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล จากเทอร์โมแกรมของ Differential scanning calorimetry (DSC) แสดงให้เห็นว่าความดันตั้งแต่ 200 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ทำให้เกิดการเสียสภาพของโปรตีนไมโอซินและแอกติน และนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ที่มีความคงตัวด้วยพันธะไฮโดรเจน ค่าการละลายของโปรตีนแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างที่ผ่านการให้ความดันจะมีพันธะไฮโดรเจนและพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะที่มีบทบาทสำคัญแตกต่างกับตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนซึ่งมีอันตรกิริยาไฮโดรโฟบิกและพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะที่สำคัญ จากการศึกษารูปแบบโปรตีนโดยใช้ SDS-PAGE พบว่าการให้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล และการให้ความร้อนส่งผลให้ไมโอซินเส้นหนัก (MHC) เกิดการรวมตัวกันโดยพันธะไดซัลไฟด์

จากการศึกษาผลของความดัน (200 – 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าภายหลังการให้ความดันปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเมื่อให้ความดันเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล ทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ลดลง 1.5 log CFU/g ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ชนิดไซโคฟิลิกสามารถตรวจพบภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน และมีปริมาณลดลงเมื่อให้ความดันสูงกว่า 600 เมกกะปาสคาล อย่างไร

ก็ตามไม่สามารถตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากค่า TBARS แสดงให้เห็นว่าการให้ความดันตั้งแต่ 600 เมกกะปาสคาลขึ้นไป นาน 20 นาที มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในกุ้งกุลาดำและทุกตัวอย่างมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 9 วัน ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความดันที่ระดับสูงขึ้นยกเว้นที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล นอกจากนี้กุ้งกุลาดำมีความแข็งลดลง ส่วนค่าการสูญเสียน้ำหนักและกลิ่นผิดปกติเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยตัวอย่างชุดควบคุมมีกลิ่นผิดปกติที่มากกว่าตัวอย่างที่ผ่านการให้ความดัน

จากการศึกษาผลของความดันสูง (200 400 600 และ 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ความร้อน (แบบขั้นตอนเดียว คือที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และแบบสองขั้นตอน คือ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่งโมง ตามด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) และการให้ความดัน (200 และ 400 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ร่วมกับการให้ความร้อน (แบบขั้นตอนเดียวและแบบสองขั้นตอน) ต่อคุณสมบัติการเกิดเจลของกุ้งกุลาดำบดที่เติมเกลือร้อยละ 2.5 พบว่ากุ้งกุลาดำเกิดเจลได้ตั้งแต่ระดับความดัน 400 เมกกะปาสคาล ค่าแรงและระยะทางก่อนเจาะทะลุมีค่าสูงที่สุดเมื่อให้ความดันที่ระดับ 600 เมกกะปาสคาล โดยมีค่าสูงกว่าเจลที่เกิดด้วยความร้อนถึง 3 เท่า ส่วนการใช้ความดันร่วมกับความร้อนจะทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลน้อยกว่าการให้ความดันอย่างเดียว เจลกุ้งกุลาดำที่เตรียมโดยการให้ความดันมีค่า L* a* และ b* สูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับของการให้ความดันแต่มีค่าต่ำกว่าเจลเตรียมโดยการให้ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน ($p<0.05$) ความดันมีผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเจลน้อยกว่าความร้อน ขณะที่ความดันร่วมกับความร้อนจะมีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด ($p<0.05$) ส่วนค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลที่เตรียมด้วยความดันมีค่าสูงกว่าเจลที่เตรียมด้วยความร้อนและความดันร่วมกับความร้อน ($p<0.05$) ค่าการละลายของโปรตีนและรูปแบบโปรตีนจาก SDS-PAGE แสดงให้เห็นว่าเจลที่เตรียมโดยการให้ความดันจะมีพันธะไฮโดรเจน และพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะที่มีบทบาทสำคัญ แตกต่างกับเจลที่เตรียมโดยการให้ความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน ซึ่งมีอันตรกิริยาไฮโดรโฟบิกและพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะที่สำคัญ นอกจากนี้จากรูปแบบของโปรตีนโดย SDS-PAGE แสดงให้เห็นว่าเกิดการย่อยสลายของโปรตีนไมโอซินเส้นหนักและโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 36,000 ดาลตัน ในตัวอย่างที่เกิดเจลด้วยความร้อน และความดันร่วมกับความร้อน จึงทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลลดลงต่ำกว่าการเกิดเจลด้วยความดัน โครงสร้างทางจุลภาคแสดงให้เห็นว่าการเกิดเจลด้วยความดันมีโครงข่ายของโปรตีนที่ต่อเนื่องเป็นระเบียบและแน่นทึบ ขณะที่เจลที่เกิดด้วยความร้อนจะมีโครงข่ายร่างแหที่ไม่เป็นระเบียบ มีความต่อเนื่องของเส้นใยโปรตีนน้อยกว่าและปรากฏช่องว่างขนาดใหญ่

Thesis Title	Effect of High Pressure and Heat Treatment on Muscle Protein Characteristic and Gel Forming Property of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius)
Author	Miss Thitima Jantakoson
Major Program	Food Technology
Academic Year	2003

Abstract

The effect of high pressure (at 200, 400, 600 and 800 for 20 min, at room temperature) or heat (at 100 °C for 2 min) treatments on black tiger shrimp muscle protein characteristics was studied. L*, a*, b* values, compression force and shear force increased with increasing pressure. The heat treated sample had higher shear force (toughening) than the pressurized and control samples (fresh shrimp) ($p<0.05$). Pressure at different levels had no effect on weight loss ($p\geq0.05$). However, the values of heat treated sample was higher than those of pressurized sample ($p<0.05$). Autolytic activities of pressurized sample at 200-600 MPa were not significantly different from that of control. The activity of heated sample was decreased and was not significantly different from sample treated at 800 MPa ($p\geq0.05$). Differential scanning calorimetry (DSC) thermogram indicated that high pressure up to 200 MPa, 20 min induced myosin and actin denaturation, leading to the formation of network stabilized by hydrogen bond. Protein solubility test indicated that hydrogen and disulfide bonds mainly involved in stabilizing the network of pressurized gels. On the other hand, hydrophobic interaction and disulfide bond were shown to stabilize the heat treated gels, SDS-PAGE revealed that pressure at 800 MPa and heat treatment induced the formation of disulfide bond.

The effect of pressure (200-800 MPa, 20 min) on the changes in qualities of black tiger shrimp during storage at 4 °C was investigated. The total viable count decreased with increasing pressure, especially at 800 MPa, where the microbial load was reduced by 1.5 log unit (CFU/g). Psychrophilic microorganism was found after 3 day and the count decreased with pressurization beyond 600 MPa. However, no *Salmonella* was detected in

all treatments throughout storage. Lipid oxidation in black tiger shrimp was accelerated when pressurized at 600 MPa for 20 min and higher. During storage, the TBARS of all samples increased drastically until 9 days of storage. The drip loss increased with increasing pressure, except at 800 MPa. Increasing storage time resulted in decrease in hardness, and increase in drip loss and off-odor. Generally, the control had the stronger off-odor than pressurized samples.

The effect of high pressure (200-800 MPa, 20 min) or heat (one-step heating: 90 °C, 20 min and two step heating: 25 °C, 2 hr / 90 °C, 20 min) and combination of pressure (200 and 400 MPa, 20 min) and heat (one step and two step heating) on gel forming property of minced shrimp added with 2.5 % NaCl was studied. The gel was formed by pressurization up to 400 MPa. The pressure induced gel at 600 MPa had the highest breaking force and deformation, which were 3 times higher than the heat induced gel. However, the gel strength of pressure-heat induced gel was decreased when compared to the sample treated by pressure alone. L^* a^* and b^* of pressure-induced gel increased with increasing pressure and was lower than those of heat and pressure-heat-induced gel ($p<0.05$). High pressure affected weight loss to the lower extent, compare to heat treatment. However, the combination treatment had the lower affect than pressure-induced gel ($p<0.05$). Water holding capacity of pressure-induced gel was higher than that of heat-induced gel and pressure-heat induced gel ($p<0.05$). Similar to these results of shrimp muscle, SDS-PAGE and protein solubility test indicated that hydrogen and disulfide bonds were important in maintaining the structure of pressure-induced gel. For heat and pressure-heat induced gels, hydrophobic interaction and disulfide bond were shown to stabilize the gel matrix. In addition, SDS-PAGE also indicated that MHC and the protein with molecular weight of 36,000 dalton were degraded by endogenous protease during heat treatment. This might contribute to the weak gel of heat and pressure-heat induced gel. SEM image showed pressure induced gel had ordered and densed network with continuous protein strand. Whereas heat induced gel had disordered matrix with larger void and less continuous protein strand.