ชื่อวิทยานิพนธ์	สมบัติการเกิดเจลของเนื้อกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) และความคงตัวของเจลระหว่างการแช่แข็งทำละลาย
ผู้เขียน	นางสาวพัชณิยา เอกเพชร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 2-4) ต่อสมบัติของเจลเนื้อกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) พบว่าค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนการเจาะทะลุมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นจนถึงร้อยละ 3.5 แต่ปริมาณของเหลวจากการบีบอัดและปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกลดลง ความเข้มของแถบไมโอซินเส้นหนักของเจลที่เติมโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 3-3.5 ไม่มีความแตกต่างกัน การเติมสารประกอบไพโรฟอสเฟต (5 มิลลิโมล/กิโลกรัม) ร่วมกับแมกนีเซียมคลอไรด์ (5 มิลลิโมล/กิโลกรัม) และแคลเซียมคลอไรด์ (150 มิลลิโมล/กิโลกรัม) มีผลเพิ่มค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนการเจาะทะลุอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดรวมถึงลดปริมาณของเหลวจากการบีบอัด ปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกมีค่าลดลงเมื่อเติมไพโรฟอสเฟตโดยไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความเข้มของแถบไมโอซินเส้นหนักสำหรับตัวอย่างเจลที่เติมและไม่เติมไพโรฟอสเฟตและหรือแมกนีเซียมคลอไรด์ โครงสร้างทางจุลภาคของเจลมีความละเอียดขึ้นเมื่อมีการเติมไพโรฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิโมล/กิโลกรัม ร่วมกับแมกนีเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิโมล/กิโลกรัม และแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 150 มิลลิโมล/กิโลกรัมเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างเจลชุดการทดลองอื่นๆ

จากการศึกษาผลของไข่ขาว เวย์โปรตีนเข้มข้น และโปรตีนพลาสมาจากเลือดวัว ที่ระดับความความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 0-3) ต่อสมบัติเจลของเนื้อกุ้งขาวพบว่าโปรตีนเติมแต่งแสดงกิจกรรมการยับยั้งการย่อยสลายตัวเองของเจลเนื้อกุ้งขาวที่เตรียมจากการให้ความร้อนขั้นตอนเดียว (90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) และการให้ความร้อนแบบสองขั้นตอน (40 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ตามด้วยการให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) โดยกิจกรรมการยับยั้งปรากฏเด่นชัดสำหรับเจลที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นตอนเดียวซึ่งสอดคล้องกับการคงอยู่ของแถบไมโอซิน

เส้นหนัก การเติมโปรตีนพลาสมาจากเลือดวัวระดับร้อยละ 0.5 สามารถเพิ่มค่าแรงเจาะทะลุสำหรับเจลที่ผ่านการให้ความร้อนแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอน โครงข่ายของเจลที่ประกอบด้วยโปรตีนพลาสมาจากเลือดวัวหรือเวย์โปรตีนเข้มข้นมีลักษณะแน่นและมีช่องว่างขนาดเล็กมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเจลที่ไม่มีการเติมโปรตีนเติมแต่ง

จากการศึกษากิจกรรมการย่อยสลายตัวเองของเนื้อกุ้งขาวในสภาวะที่ไม่มีการเติมและมีการเติมโซเดียมคลอไรด์ระดับร้อยละ 2.5 พบว่ากิจกรรมการย่อยสลายตัวเองของเนื้อกุ้งขาวเกิดขึ้นสูงสุดที่อุณหภูมิ 35 และ 40 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีการเติมและมีการเติมโซเดียมคลอไรด์ระดับร้อยละ 2.5 ตามลำดับ โดยมีปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกสูงสุดและการจางหายไปอย่างชัดเจนของแถบไมโอซินเส้นหนัก โดยกิจกรรมการย่อยสลายตัวเองมีค่าโดดเด่นในช่วงเป็นกรดตามด้วยช่วงเป็นด่าง นอกจากนี้การย่อยสลายตัวเองของเนื้อกุ้งขาวสามารถยับยั้งเมื่อเติมโปรตีนพลาสมาจากเลือดวัว ไข่ขาว และเวย์โปรตีนเข้มข้นโดยขึ้นกับระดับความเข้มข้นที่ใช้

จากการจำแนกสารละลายเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากเนื้อกุ้งขาว พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการดำเนินกิจกรรมของเอนไซม์คือ 55 องศาเซลเซียส และสามารถกระตุ้นกิจกรรมด้วยแคลเซียมไอออนเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ สภาวะที่เหมาะสมต่อการเซ็ทตัวของเจลเนื้อกุ้งขาวซึ่งกำกับโดยเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสภายในกล้ามเนื้อคือ 55 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยไม่พบความแตกต่างของค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนการเจาะทะลุเมื่อระยะเวลาการเซ็ทตัวเพิ่มขึ้น จาก 0.5 ถึง 2 ชั่วโมง การเพิ่มขึ้นของค่าแรงเจาะทะลุสัมพันธ์กับการเกิดพันธะโควาเลนส์ซึ่งไม่ใช่พันธะไดซัลไฟด์ที่เพิ่มขึ้น การเติมแคลเซียมคลอไรด์ (0-150 มิลลิโมล/กิโลกรัม) สามารถเพิ่มค่าความแข็งแรงของเจลโดยขึ้นกับความเข้มข้นที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าการละลายของเจลและความเข้มของแถบไมโอซินเส้นหนักที่ลดลง การศึกษาผลของเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ (ร้อยละ 0-0.5) ภายใต้สภาวะการเซ็ทตัวที่เหมาะสมต่อสมบัติของเจล พบว่าค่าความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์ที่ระดับร้อยละ 0.3 ปริมาณของเหลวจากการบีบอัดและปริมาณเปปไทด์ที่ละลายในสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกลดลงเมื่อระดับของเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสจากจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของแป้งดัดแปรหรือไอโอตาคาราจีแนนที่ระดับต่างๆ (ร้อยละ 0, 2 และ 4) ต่อสมบัติของเจลเนื้อกุ้งขาวที่ผ่านการแช่แข็งทำละลาย (0, 1 และ 3 รอบ) พบว่าค่าแรงเจาะทะลุของเจลมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของแป้งดัดแปรเพิ่มขึ้นขณะที่ค่าระยะทางก่อนการเจาะทะลุลดลงอย่างไรก็ตามการเติมไอโอตาคาราจีแนนในระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเพิ่มค่าแรงเจาะทะลุ

และระยะทางก่อนการเจาะทะลุ ภายหลังจากการแช่แข็งทำละลายพบว่าค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนการเจาะทะลุของเจลที่เติมแป้งดัดแปรหรือไอโอตาคาราจีแนนลดลงเมื่อจำนวนรอบของการแช่แข็งทำละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณของเหลวจากการบีบอัดของเจลลดลงอย่างมากเมื่อระดับของแป้งดัดแปรหรือไอโอตาคาราจีแนนเพิ่มขึ้นโดยไม่ขึ้นกับจำนวนรอบของการแช่แข็งทำละลาย นอกจากนี้การเติมแป้งดัดแปรที่ระดับร้อยละ 0.2 สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเจลระหว่างการแช่แข็งทำละลายได้

Thesis title	Gelling properties of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) meat and gel stability as affected by multiple freeze-thawing
Author	Miss Patchaniya Eakpetch
Major Program	Food Technology
Academic Year	2007

ABSTRACT

Effect of sodium chloride at different levels (2-4%) on gel properties of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) meat was investigated. Breaking force and deformation increased as the amount of NaCl increased up to 3.5% ($P<0.05$). Decreases in expressible moisture content and TCA-soluble peptide content were observed with increasing NaCl levels ($P<0.05$). No difference in myosin heavy chain (MHC) band intensity was observed in gels added with 3-3.5% NaCl. Microstructure study revealed that gels added with NaCl at all levels had the fine fibrous network. The addition of pyrophosphate (5 mmol/kg) in combination with magnesium chloride (5 mmol/kg) and calcium chloride (150 mmol/kg) increased breaking force and deformation of the resulting gel most effectively with a decreased expressible moisture content ($P<0.05$). TCA-soluble peptide content decreased when PP was added, regardless of $MgCl_2$ concentrations. However, no marked differences in MHC band intensity were noticeable among all gels with and without PP and/or $MgCl_2$ addition. Gels with a finer network were formed when added with 5 mmolePP/kg in combination with 5 mmole$MgCl_2$/kg and 150 mmole$CaCl_2$/kg, compared with other gels.

The effects of egg white (EW), whey protein concentrate (WPC) and bovine plasma protein (BPP) at various concentrations (0-3%) on properties of Pacific white shrimp gels were elucidated. For both one-step heating (90°C/20 min) and two-step heating (40°C/30 min followed by 90°C/20 min), all protein additives showed inhibitory activity toward autolysis of the gels. The inhibition was more pronounced in one-step heated gel when the level of protein additive increased, which was reflected by the greater extent of MHC retained. The addition of 0.5%BPP exhibited the most gel enhancing effect as indicated by the marked increases in

breaking force for one-step and two-step heated gel. The protein network of the gel containing 0.5%BPP or WPC seemed to be compact with small voids than that of control gel.

Autolytic activity of Pacific white shrimp mince in the absence and presence of 2.5%NaCl was investigated. Pacific white shrimp mince exhibited the maximum autolytic activity at 35°C and 40°C in the absence and the presence of 2.5%NaCl, respectively, as evidenced by the highest TCA-soluble peptide content and the greatest disappearance of MHC. The autolysis was more pronounced in the acidic pH values, followed by alkaline pH ranges. Autolysis in shrimp meat could be inhibited by BPP, EW and WPC in a concentration dependent manner.

Transglutaminase of Pacific white shrimp muscle was characterized. It had the optimal temperature at 55°C and was activated by Ca^{2+} (50 mM). Optimized setting of Pacific white shrimp gel mediated by endogenous TGase could be conducted at 55°C for 30 min. No differences in breaking force and deformation were found with setting time of 0.5 - 2 h ($P>0.05$). Increased gel strength was associated with increase in non-disulfide bond formation. $CaCl_2$ (0 - 150 mmol/kg) showed an enhancing effect on the gel strength in a concentration dependent manner. The concomitant decrease in solubility of the gel and lowered MHC band intensity suggested the increased non-disulfide covalent bond formation. Impact of MTGase (0-0.5%) on gel properties of Pacific white shrimp meat under the optimal setting condition were investigated. Gels added with 0.3%MTGase showed the increase in gel strength. Decreases in expressible moisture content and TCA-soluble peptide content were observed with increasing MTGase levels ($P<0.05$).

Effects of modified starch and ***ι***-carrageenan at various levels (0, 2 and 4%) on the properties of Pacific white shrimp gels subjected to different freeze–thaw cycles (0, 1 and 3) were studies. Breaking force of the gel increased as the level of modified starch increased, while the deformation decreased ($P<0.05$). However, ***ι***-carrageenan increased both breaking force and deformation as the amount increased ($P<0.05$). After being subjected to freeze-thawing, breaking force and deformation of the gel added with modified starch or ***ι***-carrageenan decreased with increasing freeze thaw cycles. The expressible moisture content of the gel markedly decreased as the levels of modified starch or ***ι***-carrageenan added increased ($P<0.05$), regardless of freeze-

thaw cycles. The addition of 2% modified starch could impede the quality changes of Pacific white shrimp gels induced by multiple freeze-thawing.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my deepest appreciation and sincere gratitude to my advisor, Prof. Dr. Soottawat Benjakul of the Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, for teaching me valuable lessons for both my professional and personal life and assistance in reading, criticizing the manuscript.

I also would like to express my profound gratitude to my co-advisor, Dr. Wonnop Visessanguan of Nation Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) and Asst. Prof. Dr. Kongkarn Kijroongrojana of the Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University for their kindness. I am also very grateful to my examining committees, Asst. Prof. Dr. Chakree Thongraung of the Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University and Assoc. Prof. Dr. Jirawat Yongsawatdigul of the School of Food Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology for their kindness, comments, and helpful suggestion. My deep gratitude is also due to all my friend and staffs who gave me their help and shared a hard time with me during my study.

Finally, I would like to express my deepest appreciation to my parents and my family for always great understanding, encouragement and support. This study could not be successful without the financial support from the Graduate School, Prince of Songkla University and the scholarship for the Excellence in Agro-Industry.

Patchaniya Eakpetch