การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากเลือดสุกรเพื่อใช้ในลูกชิ้นไก่

นาย สุทธิพงศ์ พฤกษ์ประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-583-029-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17002847

PRODUCTION OF PORCINE BLOOD PROTEIN HYDROLYSATE FOR CHICKEN BALL

MR. SUDDHIBHONG BRIXPRASERT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-583-029-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากเลือดสุกรเพื่อใช้ในลูกชิ้นไก่

โดย นายสุทธิพงศ์ พฤกษ์ประเสริฐ

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. พันธิพา จันทวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธัญพิทยากูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุทธิพงศ์ พฤกษ์ประเสริฐ : การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากเลือดสุกรเพื่อใช้ในลูกชิ้นไก่ (PRODUCTION OF PORCINE BLOOD PROTEIN HYDROLYSATE FOR CHICKEN BALL) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร.พันธิพา จันทวัฒน์, อ.ดร.รมณี สงวนดีกุล, 111 หน้า
ISBN 974-583-029-1

งานวิจัยนี้ในขั้นแรก ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนในเม็ดเลือดแดงด้วยเอนไซม์ Alcalase® (0.6 unit/g) แปรปริมาณเอนไซม์ต่อโปรตีนในเม็ดเลือดแดง (E/S) เป็น 2, 4, 6, 8 และ 10% โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C เวลา 20 นาที ต่อมาศึกษาความสัมพันธ์ logarithmic regression ของ degree of hydrolysis(DH) กับเวลาที่เวลาย่อย 10, 20, 30, 40, 50, และ 60 นาที จากนั้นศึกษาสมบัติของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 50, 60, 70, 80, 90 และ100% โดยการวัด heme content recovery (HC) และวัด binding ability โดยใช้เป็นสารเชื่อมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ จากนั้นศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสีของโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10, 20 และ 30% โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C แล้วจึงศึกษาเวลาที่เหมาะสมที่ 20, 40, 60, 80 และ 100 นาที โดยวัดค่า HC ตัวอย่างจากภาวะที่ดีที่สุด นำมาทดลองใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ 3% โดยน้ำหนักเนื้อ ต่อมาทำแห้งไฮโดรไลเซทโดยวิธี spray drying และ freeze drying วัดค่า protein solubilityที่ pH 4-10 และ ศึกษาสมบัติการเป็นสารเชื่อมในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้ไฮโดรไลเซทที่ไม่ผ่านการทำแห้ง ไข่ขาวผง caseinate และ isolated soy protein(ISP) และในขั้นสุดท้ายศึกษาอายุการเก็บของไฮโดรไลเซทที่บรรจุในถุง low density polyethylene(LDPE) และ aluminium foil laminate

จากการทดลองพบว่า โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้ มีค่า DH สูงสุด ที่ E/S 8% อุณหภูมิ 55°C ได้ความสัมพันธ์ logarithmic regresion ของ DH และเวลา $y = 16.473 + 20.897\ln x$, $r^2 = 0.985$ โปรตีนไฮโดรไลซท DH 90 และ 100 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเป็นสารเชื่อมในลูกชิ้นไก่ และมีค่า HC ต่ำ เมื่อนำมากำจัดสีที่เกิดจากhemeด้วย activated carbon powder 20% โดยน้ำหนักโปรตีนที่ 55°C 80 นาที ผลิตภัณฑ์มีค่า HC ต่ำสุด และไฮโดรไลเซท DH 100 ให้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ที่มีสีดีที่สุด ไฮโดรไลเซทที่ทำแห้งโดย freeze dryingและspray drying มี โปรตีน 81.37-81.68% เถ้า 4.11-4.09% ความชื้น 5.26-6.49% เหล็ก 0.0035-0.0036 % กำจัดเหล็กได้ 96.8% และตัวอย่างจาก freeze drying มี protein solubility ดีกว่าที่ pH 4-10 แต่สมบัติการเป็นสารเชื่อม และคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และเมื่อนำไปใช้ในลูกชิ้นไก่เปรียบเทียบกับโปรตีนอื่น พบว่าสมบัติการเป็นสารเชื่อมไม่แตกต่างกัน ไฮโดรไลเซทผงที่บรรจุในถุง aluminium foil laminate มีค่าความชื้น ,protein solubility ไม่เปลี่ยนแปลง แต่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C326728 : MAJOR FOOD TEHNOLOGY
KEY WORD: BLOOD PROTEIN / HYDROLYSATE/ CHICKEN BALL

SUDDHIBHONG BRIXPRASERT : PRODUCTION OF PORCINE BLOOD PROTEIN HYDROLYSATE FOR CHICKEN BALL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PANTIPA JANTAWAT, Ph.D., DR. ROMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D.

111 pp. ISBN 974-582-461-5

Hydrolysation of red blood corpusle with Alcalase® (0.6 unit/g) was studied. Enzyme/substrate (E/S) concentration was varied at 2,4,6,8 and 10% by wt. and the hydrolysation was carried out at 35, 45, 55 and 65°C for 20 min. Logarithrnic regression of degree of hydrolysis (DH) and times at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 min. was figured out. Heme content recovery (HC) and binding ability of hydrolysates (DH 50, 60, 70, 80, 90 and 100) in chicken ball were measured. The best quality hydrolysate was bleached with activated carbon powder, 10,20 and 30% by wt. at 35, 45, 55 and 65°C and the bleaching time of 20, 40 , 60, 80 and 100 min were later studied. Drying of the bleached hydrolysate was accomplished either with spray drying or freeze drying. Protein solubilities at pH 4-10 along with binding ability of the hydrolysate in chicken balls were measured and the results compared with those obtained from chicken balls produced with fresh frozen hydrolysate, egg white powder, caseinate or isolated soy protein (ISP). Study on storage stability of the hydrolysate powder in low density polyethylene(LDPE) or in aluminum foil laminate bags was carried out.

The highest DH was obtained when red blood corpusle was hydrolysed at 55°C, 8% E/S. The logarithmic regression equation found was $y = 16.473+20.897 \ln x$, $r^2 = 0.985$. Highest binding ability in chicken ball was obtained when using either the DH90 or the DH 100 hydrolysate. Optimum bleaching was acheived at 55°C, 80 min, with 20% activated carbon powder and the DH-100-bleached-hydrolysated provided chicken ball with the best color quality. The spray drying and freeze drying hydrolysates have 81.37 - 81.68% proteins, 4.11 - 4.09% ashes, 5.26 - 6.49% moistures, 0.0035 - 0.0036 % Fe, and 96.8% of Fe was released from the hydrolysate. A better protein solubility was obtained in the freeze drying hydrolysate but the binding abilities and the sensory qualities of the two samples were not different (P >0.05). Chicken ball with hydrolysate powder has texture comparable to those produced with other proteins. Hydrolysate powder in aluninum foil laminate bag can be stored for 12 weeks without changing of moisture and protein solubility but decreasing in total microbial count was observed.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา P. Jantawat
ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Romanee Sanguandeekul

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตาจารย์ ดร.พันธิพา จันทวัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ดร. สุวิมล กีรติพิบูลย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ และความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ไทยสวิฟท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เม็ดเลือดแดงสุกร

ขอขอบพระคุณ บริษัท อีสต์เอเชียติก (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เอนไซม์ Alcalase® 0.6 unit/g

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ทุกท่าน เพื่อน และพี่ๆ ทุกคน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้ทุนช่วยเหลืองานวิจัย และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. วารสารปริทัศน์.....3
3. การทดลอง.....19
4. ผลการทดลอง.....30
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....64
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....81
เอกสารอ้างอิง.....83
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. 91
ภาคผนวก ข. 98
ภาคผนวก ค. 102
ภาคผนวก ง. 105
ภาคผนวก จ. 107
ประวัติผู้เขียน.....111

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของเม็ดเลือดแดง.....30

4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า DH ของเม็ดเลือดแดงที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ alcalase® ที่ปริมาณ E/S 2, 4, 6, 8, และ 10 %โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C.....32

4.3 ค่า DH ของเม็ดเลือดแดงที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ alcalase® ที่ปริมาณ E/S 2, 4, 6, 8 และ 10%โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C.....33

4.4 ค่า DH ของเม็ดเลือดแดงที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ Alcalase® ที่อุณหภูมิ 55°C วัดทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชม.....35

4.5 ค่า yield, protein recovery และ heme content recovery ของไฮโดรไลเซท ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ alcalase® ที่อุณหภูมิ 55°C E/S 8% โดยน้ำหนัก จนถึง DH 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 %...37

4.6 ค่าแรงตัดขาด และการสูญเสียน้ำหนักหลังสุก ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท 3 %โดยน้ำหนัก เป็นสารเชื่อม ไฮโดรไลเซทได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ Alcalase® ที่อุณหภูมิ 55° E/S 8 % โดยน้ำหนัก จนถึงค่า DH 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 %.....38

4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า protein recovery และ heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 90 หลังการจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10,20 และ 30%โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35,45, 55 และ 65°C 41

4.8 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย protein recovery และ heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 90 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10,20 และ 30%โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35,45, 55 และ 65°C.....42

4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า protein recovery และ heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 100 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10,20 และ 30%โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35,45, 55 และ 65°C.....43

4.10 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย protein recovery และ heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 100 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10,20 และ 30%โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35,45, 55 และ 65°C.....44

4.11 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่ DH 90 และ 100 กำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 20%โดยน้ำหนักโปรตีน อุณหภูมิ 55°C ที่เวลา 20, 40, 60, 80 และ 100 นาที.....47

4.12 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท (DH 90 และ100) ที่ผ่าน และไม่ผ่านการกำจัดสี เป็นสารเชื่อม.....48

4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท(DH 90 และ 100)ที่ผ่านและไม่ผ่านการกำจัดสีเป็นสารเชื่อม.....48

4.14 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท (DH 90 และ 100) ที่ผ่านและไม่ผ่านการกำจัดสี เป็นสารเชื่อม เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของ DH 49

4.15 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท(DH 90 และ 100)ที่ผ่าน และไม่ผ่านการกำจัดสี เป็นสารเชื่อม.....49

4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท(DH 90 และ 100)ที่ผ่านและไม่ผ่านการกำจัดสี เป็นสารเชื่อม.....50

4.17 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น และรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท(DH 90 และ 100)ที่ผ่าน และไม่ผ่านการกำจัดสี เปนสารเชื่อม เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของ activated carbon.....51

4.18 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซท(DH 90 และ 100)ที่ผ่าน และไม่ผ่านการกำจัดสี เป็นสารเชื่อม เมื่อพิจารณาเฉพาะ DH ของไฮโดรไลเซท.....51

4.19 ค่า solid และ protein recoveries ของโปรตีนไฮโดรไลเซท DH 100 หลังกำจัดสีและทำแห้งโดยวิธี spray drying หรือ freeze drying เปรียบเทียบกับตัวอย่างเม็ดเลือดแดงปรับภาวะ ตัวอย่างหลังการย่อยสลาย และ ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทำแห้ง.....52

4.20 องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนไฮโดรไลเซท DH 100 หลังกำจัดสี และทำแห้งด้วยวิธี spray drying หรือ freeze drying เปรียบเทียบกับเม็ดเลือดแดงที่ทำแห้งด้วยวิธี freeze drying.....53

4.21 องค์ประกอบทางจุลินทรีย์ของโปรตีนไฮโดรไลเซท DH 100 หลังกำจัดสี และ ทำแห้งด้วยวิธี spray drying หรือ freeze drying เปรียบเทียบกับไฮโดรไลเซทสด.....53

4.22 ค่าสีของโปรตีนไฮโดรไลเซท DH 100 หลังกำจัดสี และ ทำแห้งด้วยวิธี spray drying หรือ freeze drying.....55

4.23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % การละลายของโปรตีนไฮโดรไลเซท spray drying หรือไฮโดรไลเซท freeze drying ที่ pH 4, 5, 6, 7, 8, 9, และ 10 55

4.24 ค่าเฉลี่ยแรงตัดขาดและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นไก่ที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซททำแห้งด้วย freeze drying(FD-BPH), spray drying(SP-BPH),ไฮโดรไลเซทไม่ผ่านการทำแห้ง(F-BPH) และ ตัวอย่างที่ไม่ใช้สารเชื่อม.....56

4.25 ค่าแรงตัดขาด และ yield ของลูกชิ้นไก่ ที่ใช้ไฮโดรไลเซทจากเม็ดเลือดแดงในปริมาณ 3%โดยน้ำหนัก เป็นสารเชื่อม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้หรือใช้สารเชื่อมชนิดอื่น.....58

4.26 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ ของลูกชิ้นไก่ที่ใช้ไฮโดรไลเซทจากเม็ดเลือดแดงปริมาณ 3%โดยน้ำหนัก เป็นสารเชื่อม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้หรือใช้สารเชื่อมชนิดอื่น.....59

4.27 ปริมาณความชื้นและการละลายของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่บรรจุในถุง LDPE และ aluminium foil laminate ที่ความดันบรรยากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 29-31^{o}C เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....61

4.28 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่บรรจุในถุง LDPE และ aluminium foil laminate ที่ความดันบรรยากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 29-31^{o}C เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....62

4.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณความชื้น % การละลาย และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่บรรจุในถุง LDPE และ aluminium foil laminate ที่ความดันบรรยากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 29-31^{o}C เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....63

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.1 อัตราการย่อยสลายโปรตีนในเม็ดเลือดแดงด้วยเอนไซม์ Alcalase® ที่ปริมาณ E/S ร้อยละ 2, 4, 6, 8 และ 10% โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C 32

4.2 ความสัมพันธ์ของค่า DH และเวลาในการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ Alcalase® ที่อุณหภูมิ 55°C วัดทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชม.....35

4.3 ค่า heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 90 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10, 20 และ 30 %โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C.....40

4.4 ค่า heme content recovery ของไฮโดรไลเซทที่มีค่า DH 100 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 10, 20 และ 30 %โดยน้ำหนักโปรตีน ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 และ 65°C.....40

4.5 ค่า heme content recovery ของไฮโดรไลเซท ที่ DH 90 และ 100 หลังกำจัดสีด้วย activated carbon powder ปริมาณ 20%โดยน้ำหนักโปรตีน อุณหภูมิ 55°C ที่เวลา 20, 40, 60, 80 และ 100 นาที.....46

4.6 % การละลายของโปรตีนไฮโดรไลเซท DH 100 หลังกำจัดสีและทำแห้งด้วยวิธี spray drying หรือ freeze drying ที่ pH 4, 5, 6, 7, 8, 9, และ 10.....54