

เครื่องมือปรตึนไฮโดรไลเซตจากกากถั่ว

นางสาว วารยา บุษปชารง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-862-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**PROTEIN HYDROLYSATE BEVERAGE FROM BEAN MEALS**

Miss Varaya Busapathumrong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

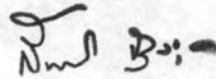
1996

ISBN 974-633-862-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่ว  
โดย นางสาววารยา บุชป๋ารง  
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล

---

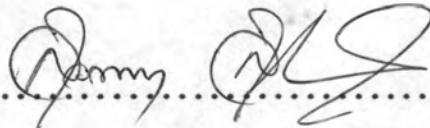
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

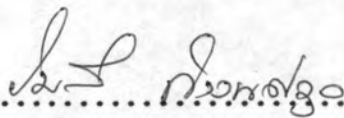
(ศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤกษ์สุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



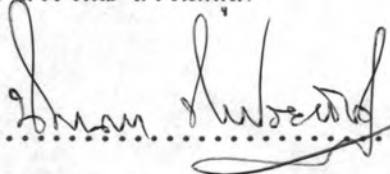
.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส)



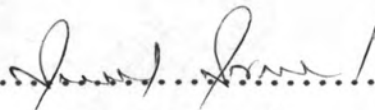
.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทนา ชินประทีป)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุกฤษฎี สุกข์ในศิลป์)



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วารยา บุษปอ์ารง : เครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่ว (PROTEIN

HYDROLYSATE BEVERAGE FROM BEAN MEALS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. รณดี

สงวนลิขสิทธิ์, 112 หน้า, ISBN 974-633-862-5

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายกากถั่วด้วยเอนไซม์ โดยแปรชนิดของกากถั่ว เป็นกากถั่วเหลือง (มีโปรตีน 49.16% โดยน้ำหนักเปียก) และโปรตีนถั่วเขียว (มีโปรตีน 78.51% โดย น้ำหนักเปียก) แปรอุณหภูมิที่ใช้ย่อยเป็น 45, 50, 55 และ 60 °C และแปร pH เป็น 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 ต่อมาศึกษาผลของเวลาและปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ย่อย โดยแปรเวลาเป็น 30, 60, 90 และ 120 นาที แปรปริมาณสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) เจือจางในอัตราส่วน 1:9 โดยปริมาตร เป็น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% โดยปริมาตร พบว่า ภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้กากถั่วเหลืองย่อย ด้วยสารละลายเอนไซม์ 2.5% โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50 °C pH 6.5 เป็นเวลานาน 120 นาที ผลลัพธ์ ที่ได้จะมีปริมาณ amino acid nitrogen สูงสุดโดยมี amino acid nitrogen อยู่ประมาณ 3.21 g/l และมีโปรตีนอยู่ประมาณ 2.55% โดยน้ำหนักเปียก

ต่อมาใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตเองจากกากถั่วเหลือง (มีโปรตีน 82.22% โดยน้ำหนักแห้ง) เป็นวัตถุดิบในการย่อยสลาย เตรียมโปรตีนไฮโดรไลเซตผสมน้ำให้ปริมาณโปรตีนเริ่มต้น 4% แล้วนำไปย่อย โดย ศึกษาภาวะต่าง ๆ เช่นเดียวกับการทดลองเบื้องต้นที่ศึกษาในกากถั่ว พบว่าเมื่อย่อยด้วยสารละลายเอนไซม์ ปริมาณ 2.5% โดยปริมาตรที่ 55 °C pH 7.0 เป็นเวลา 120 นาที ผลลัพธ์ที่ได้มีค่า degree of hydrolysis (DH) สูงสุดคือ ประมาณ 59.82% แต่มีรสเค็ม ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่ม จึงไม่นำมาศึกษาต่อ ด้วยเหตุนี้ จึงใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วในการพัฒนาไปเป็นเครื่องดื่ม

ศึกษาปริมาณกรดและสารให้ความหวานสำหรับเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตโดยแปรปริมาณ กรดซิตริกเป็น 0.01 และ 0.05% แปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็น 4, 8 และ 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เครื่องดื่มที่ผสมกรด 0.01% และน้ำตาล 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ได้ รับการยอมรับมากที่สุด โดยระดับของการยอมรับรวมอยู่ในระดับที่ชอบปานกลาง นำเครื่องดื่มนี้ไปเติมกลิ่น วานิลลาเพื่อปรับปรุงด้านกลิ่น พบว่า ได้รับการยอมรับไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติมกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) จึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เติมกลิ่นไปศึกษาอายุการเก็บ โดยพาสเจอร์ไรซ์และเก็บที่อุณหภูมิ 5-8 °C พบว่า ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บอย่างน้อย 30 วัน

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... วารยา บุษปอ์ารง

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ดร. รณดี

## C526914 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: PROTEIN HYDROLYSATE/BEVERAGE

VARAYA BUSAPATHUMRONG: PROTEIN HYDROLYSATE BEVERAGE FROM BEAN

MEALS. THESIS ADVISOR : DR. ROMANEE SANGUANDEEKUL, 112 pp.

ISBN 974-633-862-5

Factors affecting hydrolysis of soybean meal (49.16% protein on wet basis) or mungbean meal (78.51% protein on wet basis) were studied by varying temperature at 45,50,55 and 60 °C and pH 5.5,6.0, 6.5 and 7.0. Effects of time and quantity of enzyme were studied at the hydrolysis time of 30,60,90 and 120 minutes and quantity of Neutrase® (0.5 unit/g, diluted 1:9 (v/v) at 0.5,1.0, 1.5,2.0 and 2.5% (v/v). The best condition to produce protein hydrolysate from bean meal selected by the highest amino acid nitrogen value was using soybean meal and hydrolysis with 2.5% Neutrase® at 50 °C and pH 6.5 for 120 minutes. The amino acid nitrogen value of product was 3.21 g/l and product contained 2.55% protein on wet basis.

The protein isolate prepared from soybean meal (contained 82.22% protein on dry basis) were used to prepare protein hydrolysate at the level of 4% protein. Hydrolysis condition for soybean isolate was studied by varying conditions as stated before in bean meals. Highest degree of hydrolysis value (DH) was used as the criterion and the condition selected was hydrolysis with Neutrase® solution 2.5% (v/v) at 55 °C and pH 7.0 for 120 minutes. DH value of product was 59.82% but the protein hydrolysate from soybean protein isolate obtained was too salty for developing into beverage. Therefore, protein hydrolysate from soybean meal was chosen to develop into protein hydrolysate beverage.

The sensory quality of protein hydrolysate beverage was improved by varying the amount of citric acid at 0.01 and 0.05 and sugar at 4,8 and 12% (w/v). The most acceptable formular contained citric acid 0.01% (w/v) and sugar 12% (w/v). Odor of this beverage was improved by adding vanilla flavour compared with the plain one. There was no significantly difference (p<0.05) between both treatments. So the plain beverage was chosen for studying storage test at 5-8 °C after pasteurization. It was found that the product could be stored for at least 30 days.

ภาควิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิสิท..... วารยา บุณยรัง.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ใจดี กิ่งทอง.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -.....

### กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำคำปรึกษาและความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความขอบพระคุณต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุกิมารส ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิเนนาก ชินประสิทธิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์ ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณบริษัทนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชจำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์กากถั่วเหลือง

ขอขอบพระคุณบริษัทไทยวาจำกัด(มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรตีนถั่วเขียว

ขอขอบพระคุณบริษัทอัสดีเอเซียติก(ประเทศไทย)จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เอนไซม์ Neutrase<sup>®</sup> (0.5 unit/g)

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกคน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ที่ช่วยสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

|                                     | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....             | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                | ฉ    |
| สารบัญตาราง.....                    | ช    |
| สารบัญรูป.....                      | ฉ    |
| บทที่                               |      |
| 1. บทนำ.....                        | 1    |
| 2. วารสารปริทัศน์.....              | 4    |
| 3. การทดลอง.....                    | 30   |
| 4. ผลการทดลอง.....                  | 43   |
| 5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....           | 75   |
| 6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | 87   |
| รายการอ้างอิง.....                  | 89   |
| ภาคผนวก ก.....                      | 96   |
| ภาคผนวก ข.....                      | 100  |
| ภาคผนวก ค.....                      | 102  |
| ภาคผนวก ง.....                      | 105  |
| ภาคผนวก จ.....                      | 107  |
| ภาคผนวก ฉ.....                      | 110  |
| ประวัติผู้เขียน.....                | 112  |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า   |
|----------|--|
| 2.1      | องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองเป็นกรัมต่อ 100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้. 5  |
| 2.2      | องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวเป็นกรัมต่อ 100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้..13  |
| 4.1      | องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียว..... 44  |
| 4.2      | ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่มีในกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียวโดยน้ำหนัก<br>เปียก..... 45  |
| 4.3      | ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซินในกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียว. 46   |
| 4.4      | ปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากกากถั่วเหลือง<br>และโปรตีนถั่วเขียวที่ผ่านการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 45, 50, 55, และ 60°C<br>pH 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase®<br>(0.5 unit/g) ปริมาณ 1% โดยปริมาตร เป็นเวลา 30 นาที..... 47                                |
| 4.5      | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีน<br>ไฮโดรไลเซตที่ได้จากกากถั่วเหลือง และโปรตีนถั่วเขียวที่ผ่านการย่อยสลายที่<br>อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60°C pH 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 ด้วย<br>สารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1% โดยปริมาตร<br>เป็นเวลา 30 นาที..... 48 |
| 4.6      | ปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากกากถั่วเหลือง<br>ที่ผ่านการย่อยสลายที่ pH 6.5 อุณหภูมิ 50°C ด้วยสารละลายเอนไซม์<br>Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5%<br>โดยปริมาตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที..... 51  |



4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ได้จากการย่อยสลายที่ pH 6.5 อุณหภูมิ 50°C ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% โดยปริมาตร เป็นเวลา 30, 60, 90, และ 120 นาที..... 52

4.8 ปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่ pH 6.5 อุณหภูมิ 50°C ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 2.5% โดยปริมาตร เป็นเวลานาน 120 และ 150 นาที..... 54

4.9 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดคิดเป็นปริมาณโปรตีนที่มีในโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 50°C ที่ pH 6.5 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 2.5% โดยปริมาตร เป็นเวลา 120 นาที..... 55

4.10 ปริมาณโปรตีนในโปรตีนไอโซเลตที่ผลิตจากกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียวเทียบกับปริมาณโปรตีนในกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียว..... 57

4.11 ค่า DH ของโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60°C ที่ pH 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1% โดยปริมาตร เป็นเวลา 10 นาที..... 59

4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า DH ของโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่ อุณหภูมิ 45, 50, 55 และ 60°C ที่ pH 5.5, 6.0, 6.5 และ 7.0 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase® (0.5 unit/g) ปริมาณ 1% โดยปริมาตร เป็นเวลา 10 นาที..... 60

|      |  |    |
|------|--|----|
| 4.13 | ค่า DH ของโปรตีนไฮโซเลตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 55 °C pH 7.0 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase <sup>®</sup> ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, และ 2.5% โดยปริมาตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที.....                                       | 63 |
| 4.14 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า DH ของโปรตีนไฮโซเลตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 55 °C pH 7.0 ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase <sup>®</sup> (0.5 unit/g) ปริมาณ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5% โดยปริมาตร เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที..... | 64 |
| 4.15 | คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ผสมกับกรดซิตริก ปริมาณ 0.01 และ 0.05% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และผสมกับน้ำตาลซูโครสปริมาณ 4, 8 และ 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....                              | 67 |
| 4.16 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ผสมกับกรดซิตริก และน้ำตาลซูโครสในปริมาณต่างๆกัน.....   | 68 |
| 4.17 | ปริมาณโปรตีนและ pH ของเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ผสมกรดซิตริก 0.01% และน้ำตาล 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร.....   | 69 |
| 4.18 | ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่มีในของผสมก่อนย่อยระหว่างกากถั่วเหลืองกับน้ำและเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซต (ผสมกรดซิตริก 0.01% และน้ำตาล 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) โดยน้ำหนักเปียก.....   | 70 |
| 4.19 | ลำดับความชอบด้านกลิ่นของเครื่องดื่มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่เติมสารแต่งกลิ่นวานิลลา กาแฟ และกล้วยหอมปริมาณ 0.1% โดยปริมาตร เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมกลิ่น.....  | 71 |

- 4.20 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มโปรตีน  
ไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ไม่ได้เติมและเติมสารแต่งกลิ่นวานิลลา..... 72
- 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับทางประสาทสัมผัส  
ของเครื่องต้มโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกากถั่วเหลืองที่ไม่ได้เติมและเติม  
สารแต่งกลิ่นวานิลลา..... 73
- 4.23 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและลักษณะปรากฏของเครื่องต้มโปรตีนไฮโดรไลเซต  
ที่ผสมกรดซิตริก 0.01% และน้ำตาล 12% โดยน้ำหนักต่อปริมาณ เก็บที่อุณหภูมิ  
5-8 °C เป็นเวลา 30 วัน..... 74

## สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า   |
|--------|--|
| 2.1    | แผนภาพแสดงลักษณะการเปลี่ยนสภาพของโปรตีนถั่วเหลืองอันเนื่องมาจากความร้อน..... 7   |
| 2.2    | แผนผังแสดงขั้นตอนการทำโปรตีนไอโซเลตจากถั่วเหลือง..... 15   |
| 2.3    | แผนภาพสรุปขั้นตอนการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตเป็นเครื่องดื่ม..... 28  |
| 3.1    | แผนผังแสดงขั้นตอนการย่อยสลายกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียว..... 34  |
| 3.2    | ขั้นตอนในการเตรียมโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเหลืองและโปรตีนถั่วเขียว..37-38   |
| 4.1    | ลักษณะปรากฏของกากถั่วเหลือง (1) และโปรตีนถั่วเขียว (2) ที่ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 25 mesh..... 43   |
| 4.2    | ปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากการย่อยสลายกากถั่วเหลือง (S) และโปรตีนถั่วเขียว (M) ด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase <sup>®</sup> (0.5 unit/g) ปริมาณ 1.0% โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิและ pH ต่างๆ เป็นเวลา 30 นาที..... 49 |
| 4.3    | ปริมาณ amino acid nitrogen ในโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากการย่อยสลายกากถั่วเหลืองที่เวลาต่างๆ โดยใช้สารละลายเอนไซม์ Neutrase <sup>®</sup> (0.5 unit/g) ในปริมาณต่างกัน ย่อยที่อุณหภูมิ 50 <sup>o</sup> C pH 6.5..... 53                     |
| 4.4    | ลักษณะปรากฏของโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเหลือง (1) และโปรตีนไอโซเลตจากโปรตีนถั่วเขียว (2)..... 56   |
| 4.5    | ค่า DH ของโปรตีนไอโซเลตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายด้วยสารละลายเอนไซม์ Neutrase <sup>®</sup> (0.5 unit/g) ปริมาณ 1% โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิและ pH ต่างๆเป็นเวลา 10 นาที..... 61   |

- 4.6 ค่า DH ของโปรตีนไฮโซเลตจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านการย่อยสลายที่เวลาต่างๆ โดยใช้สารละลายเอนไซม์ Neutrase<sup>®</sup> (0.5 unit/g) ในปริมาณต่างกัน ย่อยที่อุณหภูมิ 55<sup>o</sup>C pH 7.0..... 65
- 4.7 ลักษณะปรากฏของเครื่องต้มโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตจากกากถั่วเหลือง..... 66