

การสกัดโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดฝ้ายไร้ค่อมพิษและการปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนที่ได้โดย
การเสริมด้วยโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดงาและถั่วเหลือง

นางสาวพรรณวดี วิถีสำราญธรรม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-968-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ISOLATION OF GLANDLESS COTTONSEED PROTEIN CONCENTRATE AND
IMPROVEMENT OF THE PROTEIN QUALITY BY SUPPLEMENTING WITH
SESAME SEED AND SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATES.**



Miss Phannavadee Vitheesamrantham

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology**

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University


Academic Year 1997

ISBN 974-638-968-8

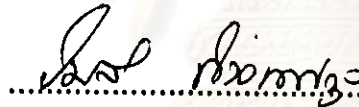
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสกัดโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษและการปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนที่ได้อาศัยการเสริมด้วยโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดงาและถั่วเหลือง


โดย นางสาวพรรณวดี วิถีสำราญธรรม
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิรติพิบูล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

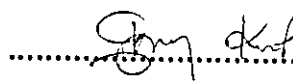

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนศักดิ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิรติพิบูล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)


..... กรรมการ
(ดร. รุติภา เขียวขจี)

พรรณวดี วิธีสำรวจธรรมชาติ : การสกัดโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษและการปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนที่ได้โดยการเสริมด้วยโปรตีนเข้มข้นจากเมล็ดงาและถั่วเหลือง (ISOLATION OF GLANDLESS COTTONSEED PROTEIN CONCENTRATE AND IMPROVEMENT OF THE PROTEIN QUALITY BY SUPPLEMENTING WITH SESAME SEED AND SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATES)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุวิมล กิริติพิบูล , 145 หน้า. ISBN 974-638-968-8

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ โดยการผสมโปรตีนเมล็ดงาและโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองลงในโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ ชั้นแรกศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดฝ้ายน้ำมันทั้ง 3 ชนิด โดยศึกษาหาอัตราส่วนของกากต่อน้ำที่เหมาะสมสำหรับการสกัดโปรตีนที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาทีในอัตราส่วน 1:20 1:40 1:60 และ 1:80 (กรัมต่อมิลลิลิตร) พบว่าอัตราส่วนของกากเมล็ดฝ้ายต่อน้ำและกากถั่วเหลืองต่อน้ำที่เหมาะสมคือ 1:40 และอัตราส่วนของกากงาต่อน้ำที่ 1:60 จะให้ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้สูง 33.78% 81.88% และ 20.03% (โดยน้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ จากนั้นศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารละลายต่างๆรวมทั้งเวลาที่ใช้ในการสกัดโปรตีน โดยสารละลายต่างๆที่ศึกษาได้แก่สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดฝ้าย กากเมล็ดงา และกากเมล็ดถั่วเหลืองเหมือนกันคือใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.02 โมลาร์ เป็นเวลา 30 นาที (77.29% 94.87% และ 81.56% โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ต่อมาศึกษา pH ที่ทำให้โปรตีนมีความสามารถในการละลายต่ำสุดเพื่อใช้ในการตกตะกอนโปรตีน พบว่าที่ pH 3.5 โปรตีนเมล็ดฝ้ายจะมีความสามารถในการละลายต่ำสุด (13.33% โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้ pH 5.4 และ 5.5 ในการตกตะกอนโปรตีนงาและโปรตีนถั่วเหลืองตามลำดับ จากนั้นจึงผลิตโปรตีนสกัดจากเมล็ดฝ้ายน้ำมันทั้ง 3 ชนิดและเมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนทั้ง 3 ชนิดพบว่า โปรตีนเมล็ดฝ้ายจะมีโปรตีน 73.76% โดยน้ำหนักแห้ง และมีสารกอสลิปอลเพียง 0.0014% โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งปลอดภัยต่อการบริโภค ส่วนในโปรตีนงาและโปรตีนถั่วเหลืองจะมีโปรตีน 83.24% และ 88.16% โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งถือว่าโปรตีนทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นเพียงโปรตีนเข้มข้น เพราะมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า 90% และศึกษาสมบัติการใช้งานของโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ พบว่าโปรตีนเมล็ดฝ้ายมีสมบัติในการดูดซับน้ำและน้ำมันได้ (2.27 มิลลิลิตรของน้ำต่อโปรตีนสกัด 1 กรัม และ 3.09 มิลลิลิตรของน้ำมันต่อโปรตีนสกัด 1 กรัม ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังมีสมบัติในการเกิดอิมัลชัน (81.05% โดยน้ำหนัก) และสมบัติในการเกิดฟอง (110% โดยน้ำหนัก) แต่ฟองที่ได้จะมีความเสถียรภาพต่ำ และพบว่าระหว่าง pH ในช่วง 4-6 โปรตีนเมล็ดฝ้ายมีความสามารถในการละลายต่ำสุด (1.86-6.19 %โดยน้ำหนัก) และเมื่อนำโปรตีนสกัดทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนพบว่าโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษจะมีเมไทโอนีนและไลซีนเป็นกรดอะมิโนในจำกัด แต่ในโปรตีนงาจะมีเมไทโอนีนอยู่สูง และโปรตีนถั่วเหลืองจะมีไลซีนสูง ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำโปรตีนงาและโปรตีนถั่วเหลืองมาผสมกับโปรตีนเมล็ดฝ้ายเพื่อเพิ่มคุณภาพของโปรตีน ซึ่งเมื่อผสมโปรตีนจากเมล็ดฝ้ายทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกัน และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและคุณภาพของโปรตีนผสมพบว่าปริมาณโปรตีนและคุณภาพของโปรตีนผสมจะสูงขึ้น เมื่อเทียบกับโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษเพียงอย่างเดียว โดยอัตราส่วนการผสมของโปรตีนเมล็ดฝ้าย โปรตีนเมล็ดงาและโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองที่ 1:1:2 และ 1:1.5:1.5 โปรตีนผสมจะมีคุณภาพสูงกว่าที่อัตราส่วน 1:1:1 และ 1:2:1

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.....
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิตพรรณวดี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุวิมล กิริติพิบูล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C727281 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: PROTEIN EXTRACTION / PROTEIN CONCENTRATE / PROTEIN SUPPLEMENT / GLANDLESS COTTONSEED / SOYBEAN / SESAME

PHANNAVADEE VITHEESAMRANTHAM : ISOLATION OF GLANDLESS COTTONSEED PROTEIN CONCENTRATE AND IMPROVEMENT OF THE PROTEIN QUALITY BY SUPPLEMENTING WITH SESAME SEED AND SOYBEAN PROTEIN CONCENTRATES. THESIS ADVISOR: ASSI. PROF. SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D. 145 pp. ISBN 974-638-968-8

The objective of the research was to improve quality of glandless cottonseed protein by supplementing with protein from sesame and soybean. First, conditions for isolation of proteins from three kinds of oilseed meals were studied. Ratios of oilseed meal to water at 1:20 1:40 1:60 and 1:80 by weight at pH 8 for 30 minutes were used. The optimum ratios for cottonseed meal and soybean meal were 1:40 and 1:60 for sesame meal. After that, type of alkali solutions (calcium hydroxide and sodium hydroxide) and contact time were studied. The optimum conditions for all kinds of meal were found to be the same, i.e. by using sodium hydroxide 0.02 molar for 30 minutes. The cottonseed protein could be isolated by adjusting pH to 3.5 and pH of 5.4 and 5.5 were found suitable for isolating sesame protein and soybean protein respectively. Proximal analysis of these proteins showed that cottonseed protein contained 73.76% protein and 0.0014% free gossypol (by weight), which was considered safe for consumption. Extracted sesame and soybean proteins contained 83.24% and 88.16% protein (by weight) respectively. These proteins are regarded as concentrated protein because they contain less than 90% protein. For functional properties, 1 g of cottonseed protein could absorb 2.27 ml of water and 3.09 ml of oil. Emulsion property was 61.05% by weight and foaming property was 110% by weight but stability of foam was low. Cottonseed protein solubility was minimum at pH range of 4-6. Amino acid analysis of cottonseed protein showed that methionine and lysine were limiting amino acid, but sesame protein and soybean protein were methionine and lysine rich. Supplementation of sesame protein and soybean protein to cottonseed protein could improve quality of cottonseed protein. Ratio of cottonseed protein : sesame protein : soybean protein at 1:1:2 and 1:1.5:1.5 gave better protein quality than at ratio 1:1:1 and 1:2:1.

ภาควิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ

ปีการศึกษา..... 2540

ลายมือชื่อผู้ผลิต..... พารณวดี วัชชีวาภรณ์พรหม

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... อ.สุวิมล เคระทิพิบูล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น รวมถึงแก้ไขจน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กิรติพิบูล อีกทั้งได้ให้กำลังใจจนข้าพเจ้าสามารถผ่านอุปสรรคต่างๆ และทำงานวิจัยนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งข้าพเจ้าใคร่กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ อีกทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ภาควิชาอุตสาหกรรม เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ อีกทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณดร. รุติภาดา เขียวขจี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.งามชื่น รัตนศิริก ภาควิชาพืชไร่ คณะ เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเมล็ดฝ้ายไว้ด้อมพินเพื่อใช้ใน งานวิจัยนี้ และขอบพระคุณ อาจารย์ ณัฐฐา เลาหกุลจิต ภาควิชาเทคโนโลยีชีวเคมี สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัยด้วย

ขอขอบพระคุณคุณแก้วตา สมมิตร จากบริษัทสยามฟริลเลอร์ฟู้ดจำกัด ที่กรุณาทำแห่ง ผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณบริษัท อายิโนะโมะไต (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณาตรวจวัด ปริมาณกรดอะมิโนจากผลิตภัณฑ์ในงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ทางอาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุน อุดหนุนการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกให้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ ที่ได้ช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ อีกทั้งสนับสนุน ทุนทรัพย์ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ให้กำลังใจ และช่วย เหลือ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้ผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	4
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	42
4. ผลการวิจัย.....	52
5. อภิปราย.....	86
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	104
รายการอ้างอิง.....	106
ภาคผนวก	
ก. รูปภาพของวัตถุตีบและเครื่องมือในการสกัดน้ำมันออกจากวัตถุตีบ.....	113
ข. การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี.....	119
ค. วิธีการศึกษาสมบัติการใช้งานของโปรตีน.....	123
ง. วิธีวิเคราะห์และโครโมแกรมของกรดอะมิโน.....	126
จ. วิธีการวิเคราะห์กรดออกซาลิกและสารกอสสปีลลิสระ.....	135
ฉ. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	138
ประวัติผู้เขียน.....	145

สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

2.1	ชื่อกรตอะมิโน สูตรโครงสร้างและหมู่อาร์ สัญลักษณ์ย่อและกรตอะมิโนจำเป็น.....	5
2.2	ปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยในอาหารที่มาจากสัตว์ พืช และคุณภาพของโปรตีน.....	9
2.3	คุณสมบัติการใช้งานของโปรตีนในอาหาร.....	35
3.1	อัตราส่วนของการผสมโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษกับโปรตีนเมล็ดงาและโปรตีน ถั่วเหลือง.....	50
4.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษและกากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ.....	52
4.2	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษเมื่อสกัดโปรตีนด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	53
4.3	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลาย แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.10 0.15 และ 0.20 โมลาร์.....	55
4.4	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.005 0.02 และ 0.08 โมลาร์.....	56
4.5	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษเมื่อเปรียบเทียบวิธีในการสกัด โปรตีนทั้ง 3 วิธี.....	57
4.6	องค์ประกอบของโปรตีนสกัดจากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษและปริมาณโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษที่ได้.....	59
4.7	คุณสมบัติการใช้งานของโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ.....	61
4.8	ชนิดและปริมาณกรตอะมิโนเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมของโปรตีนสกัดเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	62
4.9	ปริมาณกรดออกซาลิกในกากเมล็ดงาขนาดต่าง ๆ.....	63
4.10	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดงาและกากเมล็ดงาที่ผ่านการรอนด้วยตะแกรง ขนาด 50 เมช.....	64
4.11	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดงาเมื่อสกัดโปรตีนด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	65
4.12	ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดงาเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลายแคลเซียม ไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.10 0.15 และ 0.20 โมลาร์.....	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดงาด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.10 0.15 และ 0.20 โมลาร์.....	67
4.14 อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดงา.....	68
4.15 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดงาเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.005 0.02 และ 0.08 โมลาร์.....	69
4.16 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดงาเมื่อเปรียบเทียบวิธีในการสกัดโปรตีนทั้ง 3 วิธี.....	70
4.17 องค์ประกอบของโปรตีนสกัดจากเมล็ดงาและปริมาณโปรตีนเมล็ดงาที่ได้.....	71
4.18 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนเป็นกรดลิกรัมต่อกรัมของโปรตีนสกัดเมล็ดงาเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	72
4.19 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลืองและกากเมล็ดถั่วเหลือง.....	73
4.20 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสกัดโปรตีนด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	74
4.21 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.15 0.20 และ 0.25 โมลาร์.....	75
4.22 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสกัดโปรตีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.005 0.02 และ 0.08 โมลาร์.....	77
4.23 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากกากเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อเปรียบเทียบวิธีในการสกัดโปรตีนทั้ง 3 วิธี.....	78
4.24 องค์ประกอบของโปรตีนสกัดจากเมล็ดถั่วเหลืองและปริมาณโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้.....	79
4.25 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนเป็นกรดลิกรัมต่อกรัมของโปรตีนสกัดเมล็ดถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	80
4.26 ปริมาณโปรตีนของโปรตีนผสมทั้ง 4 สูตรระหว่างโปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ค่อมพิษโปรตีนเมล็ดงาและโปรตีนเมล็ดถั่วเหลือง.....	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.27 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1:1 (สูตรที่ 1) เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	82
4.28 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:2:1 (สูตรที่ 2) เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	83
4.29 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1:2 (สูตรที่ 3) เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	84
4.30 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นของโปรตีนผสมระหว่างโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนเมล็ดถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1.5:1.5 (สูตรที่ 4) เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน.....	85
๑.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกาก เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	138
๑.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกาก เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและเวลา ต่าง ๆ.....	138
๑.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกาก เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและเวลา ต่าง ๆ.....	139
๑.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกาก เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษจากทั้ง 3 วิธี.....	139
๑.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการละลายของโปรตีนในเมล็ด ฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ pH ต่าง ๆ.....	140
๑.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการละลายของโปรตีนสกัดเมล็ด ฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ pH ต่าง ๆ.....	140
๑.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดออกซาลิกที่ขนาดต่าง ๆ ของ กากเมล็ดงา.....	141

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
๑.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดงาด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	141
๑.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดงาด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ.....	142
๑.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดงาจากทั้ง 3 วิธี.....	142
๑.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยน้ำที่ pH 8 เป็นเวลา 30 นาที.....	143
๑.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ.....	143
๑.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดถั่วเหลืองด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ...	144
๑.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนที่สกัดได้เมื่อสกัดโปรตีนจากกากเมล็ดถั่วเหลืองจากทั้ง 3 วิธี.....	144

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 กรดแอมโฟอะมิโน (α -amino acid).....	4
2.2 ลักษณะของต้นฝ้าย.....	16
2.3 ลักษณะของสมอฝ้าย เมล็ดฝ้ายและปุยฝ้าย.....	16
2.4 ภาพตัดขวางของเมล็ดฝ้ายมีเมล็ดสีและเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ.....	18
2.5 การสกัดโปรตีนจากเมล็ดฝ้าย โดยเลือกวิธีในการสกัดเป็นเกณฑ์.....	20
2.6 การสกัดโปรตีนจากเมล็ดฝ้าย โดยเลือกวิธีในการตกตะกอนเป็นเกณฑ์.....	21
2.7 การสกัดโปรตีนจากเมล็ดฝ้ายแบบขั้นตอนเดียว.....	22
2.8 สูตรโครงสร้างของกอสลิปอล.....	22
2.9 เครื่อง Liquid Cyclone.....	24
2.10 ลักษณะของต้นงา.....	27
2.11 ลักษณะของฝักงาและเมล็ดงา.....	27
2.12 เมล็ดงาตัดขวางเพื่อแสดงส่วนต่างๆ.....	28
2.13 สูตรโครงสร้างของกรดไฟติกและการจับกับแร่ธาตุของกรดไฟติกที่ pH31	31
2.14 คุณภาพของโปรตีนหลังผสมโปรตีนจากโปรตีน 2 แหล่ง.....	40
4.1 ความสามารถในการละลายของโปรตีนในเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ pH ต่างๆ.....	58
4.2 ความสามารถในการละลายของโปรตีนสกัดจากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ pH ต่างๆ.....	60
ก.1 เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ใช้ในงานวิจัย.....	113
ก.2 เมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษที่กำจัดเปลือกแล้ว.....	114
ก.3 กากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ.....	114
ก.4 โปรตีนสกัดจากเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษที่ได้จากงานวิจัย.....	115
ก.5 เมล็ดงาที่ใช้ในงานวิจัย.....	115
ก.6 กากงา.....	116
ก.7 โปรตีนสกัดจากเมล็ดงาที่ได้จากงานวิจัย.....	116
ก.8 เมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในงานวิจัย.....	117
ก.9 กากเมล็ดถั่วเหลือง.....	117
ก.10 โปรตีนสกัดจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากงานวิจัย.....	118
ก.11 อุปกรณ์ในการสกัดน้ำมันออกจากวัตถุดิบ.....	118

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
ง.1	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนเมล็ดฝ้าย ไร้ต่อมพิษ.....	128
ง.2	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนเมล็ดงา.....	129
ง.3	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนเมล็ด ถั่วเหลือง.....	130
ง.4	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนผสมระหว่าง โปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนถั่วเหลือง สูตร 1(1:1:1).....	131
ง.5	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนผสมระหว่าง โปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนถั่วเหลือง สูตร 2(1:2:1).....	132
ง.6	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนผสมระหว่าง โปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนถั่วเหลือง สูตร 3(1:1:2).....	133
ง.7	โคจรมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนผสมระหว่าง โปรตีนเมล็ดฝ้ายไร้ต่อมพิษ โปรตีนเมล็ดงา และโปรตีนถั่วเหลือง สูตร 4 (1:1.5:1.5).....	134

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย