

การตั้งตำรับและประเมินคุณค่าทางโภชนาการ
ของอาหารทางการแพทย์ชนิดผง
สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง



นางสาวกุลวดี ภูมิสวัสดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาอาหารเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-710-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017670 117228608

FORMULATION AND NUTRITIONAL EVALUATION
OF SOY PROTEIN ISOLATE-BASED
MEDICAL FOOD POWDER

Miss Kulvadee Bhumisawasdi

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement
for the Degree of Master of Science in Pharmacy
Department of Food Chemistry
Graduate School
Chulalongkorn University
ISBN 974-578-710-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การตั้งตำรับและประเมินคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร
ทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง

โดย

นางสาวกวลดี ภูมิสวัสดิ์

ภาควิชา

อาหารเคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ กังสดาลอำไพ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ดร. อารอนงค์

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ดร. สุทธิ สุนทรธรรม

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ สุทธิ สุนทรธรรม)

ดร.อรอนงค์ กังสดาลอำไพ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ กังสดาลอำไพ)

ดร. แก้ว กังสดาลอำไพ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.แก้ว กังสดาลอำไพ)

กุลวดี ภูมิสวัสดิ์ : การตั้งตำรับและประเมินคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์
ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (FORMULATION AND NUTRITIONAL EVALUATION
OF SOY PROTEIN ISOLATE-BASED MEDICAL FOOD POWDER) อ. ที่ปรึกษา:รศ.ดร.
อรอนงค์ กังสตาลอำไพ, 121 หน้า ISBN 974-578-710-8

การศึกษานี้ผลิตอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โดยสกัดโปรตีนจาก
แบ่งถั่วเหลืองสกัดไขมัน ด้วยสารละลายที่พีเอช 9 ได้ผลิตผลโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 39.42
ส่วนประกอบของสารอาหารในผงโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต
และใยอาหาร ร้อยละ 2.92, 88.15, 0.30, 2.45 และ 6.18 ตามลำดับ มีกรดอะมิโนที่มีกำมะถัน
เป็นส่วนประกอบเป็น limiting amino acid อะมิโนแอซิดสกอว์ของซีสทีนและเมไทโอนีนเท่ากับ
74.26

ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง ประกอบด้วยโปรตีนสกัดจาก
ถั่วเหลือง คาร์โบไฮเดรตซึ่งประกอบด้วยมอลโทเดกซ์ทรินและน้ำตาลทรายในอัตราส่วน 70:30 น้ำมัน-
ข้าวโพด น้ำมันที่มีไตรกลีเซอไรด์สายยาวปานกลาง และเลซิทินในปริมาณ 0.4 กรัมต่อผลิตภัณฑ์พร้อม
ดื่ม 100 มิลลิลิตร มีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและใยอาหาร เป็นส่วนประกอบร้อยละ
2.86, 17.31, 19.29, 1.39 และ 59.15 ตามลำดับ ให้พลังงาน 479.45 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม
โดยพลังงานที่ได้จาก โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.44, 36.2 และ 49.35 ตามลำดับ
อัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 148.11 กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน
มีไลซีนเป็น limiting amino acid

การตรวจสอบคุณภาพของโปรตีนโดยวิธีชีววิเคราะห์ในหนูขาว เปรียบเทียบกับเคซีน และ
สูตรอาหารนำเขาจากต่างประเทศ พบว่า สูตรอาหารที่ได้รับการเสริมเมไทโอนีนในปริมาณ 1.2 กรัมต่อ
16 กรัมไนโตรเจน ให้ค่า True Digestibility (TD), Biological Value (BV) และ Net
Protein Utilization (NPU) เท่ากับ 92.19, 83.54 และ 77.03 โดยไม่มีความแตกต่างกับสูตร
อาหารนำเข้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ให้ค่า Protein efficiency
ratio (PER) และ Net protein ratio เท่ากับ 2.43 และ 3.41 โดยไม่มีความแตกต่างกับเคซีน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99



ภาควิชา อาหารเคมี
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิติ กุลวดี ภูมิสวัสดิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อรอนงค์ กังสตาลอำไพ

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงอย่างเดียว

KULVADEE BHUMISAWASDI : FORMULATION AND NUTRITIONAL EVALUATION OF SOY PROTEIN ISOLATE-BASED MEDICAL FOOD POWDER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ORANONG KANGSADALAMPAI, Ph.D. 121 pp. ISBN 974-578-710-8

The process on preparation of soy protein isolate-based medical food was studied. Extracting protein from defatted soy flour with deionized water at PH 9 gave 39.42 percent yield. Soy protein isolate powder consisted of 2.92, 88.15, 0.30, 2.45 and 6.18 percent of moisture, protein, fat, ash and carbohydrate respectively. S-containing amino acids, methionine and cystine, are limiting amino acids.

The composition of the studied formula was as followed soy protein isolate, carbohydrate (maltodextrin: sucrose 70:30) corn oil, MCT oil and lecithin (0.4 gm./100 ml. ready to drink product). The formula consisted of 2.86, 17.31, 19.29, 1.39 and 59.15 percent of moisture, protein, fat, ash, carbohydrate and fiber respectively. It provided 479.45 Cal. per 100 gm. powder. Caloric distribution from protein, fat and carbohydrate were 14.44, 36.21 and 49.35 respectively. Non protein calories : nitrogen ratio was 148.11 Cal. per 1 gm. nitrogen, Lysine was limiting amino acid of the formula.

Protein quality of the two formulas were compared with standard casein formula and the imported formula using rat bioassay. Mean values of BV, TD and NPU of rats fed the formula fortified with 1.2 gm. DL-methionine per 16 gm. nitrogen group were 92.19, 83.54 and 77.03 respectively with no statistical difference ($P < 0.99$) from those rats fed imported formula. The PER (2.43) and NPR (3.41) obtained from rats also gave no statistical difference from the standard casein group.

ภาควิชา อาหารเคมี
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิสิต K. Bhumisawasdi

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Oranong Kangsadalampa

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. ดร. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและ ข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาอาหารเคมีทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบพระคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความเอื้อเฟื้อ แบ่งถั่วเหลืองสกัดไขมัน เพื่อเป็นวัตถุดิบในการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสถาบันทุกท่าน ที่ให้ข้อคิดเห็นซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการวิจัย ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. สุนันท์ พงษ์สามารถ แห่งภาควิชาชีวเคมีที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการวิจัย ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากทุนการวิจัยนี้ บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มา ณ. ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณเพื่อนและเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ซึ่งกรุณาสละเวลา และแรงงาน ตลอดจนเป็นกำลังใจ ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนสำเร็จการศึกษา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
รายการตารางประกอบ.....	ช
รายการภาพประกอบ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	12
4. ผลการวิจัย.....	21
5. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย.....	48
เอกสารอ้างอิง.....	54
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและการทดสอบ คุณสมบัติทางกายภาพ.....	62
ภาคผนวก ข. อาหารสำหรับเลี้ยงหนูทดลอง.....	68
ภาคผนวก ค. รายละเอียดของผลการทดสอบการยอมรับของผู้ชิม.....	71
ภาคผนวก ง. รายละเอียดของผลการประเมินคุณค่าทางโภชนาการ โดยการศึกษาทางชีวภาพ.....	76
ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	95
ภาคผนวก ฉ. โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ชนิดและ ปริมาณกรดอะมิโน.....	114
ภาคผนวก ช.	118
ประวัติ.....	121

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1. สภาวะที่ต้องได้รับโภชนบำบัดและวิธีการให้โภชนบำบัดที่เหมาะสม.....	6
2. ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน 50 กรัม โดยใช้พีเอชในการสกัดต่างๆ กัน.....	21
3. ส่วนประกอบของสารอาหารในแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน และโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่เตรียมได้.....	22
4. ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน ในโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.....	23
5. ความถี่ของคะแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลทรายในปริมาณต่างๆ กัน ในเรื่องความหวาน.....	26
6. ความถี่ของคะแนนความชอบที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลทรายในปริมาณต่างๆ กัน ในเรื่องรส.....	26
7. ความถี่ของคะแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลทรายในปริมาณต่างๆ กัน ในเรื่องกลิ่น.....	27
8. ความถี่ของคะแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลทรายในปริมาณต่างๆ กัน ในเรื่องสี.....	27
9. ดรรชนีการละลายและความคงตัวของการแขวนตะกอนของผลิตภัณฑ์เมื่อเติมวัตถุเจือปนอาหารในปริมาณสูงที่สุดที่ WHO อนุญาตให้เติมได้ในนมผง.....	28
10. เปรียบเทียบดรรชนีการละลายและความคงตัวของการแขวนตะกอนของผลิตภัณฑ์เมื่อเติมเลขซีดินปริมาณต่างๆ กัน.....	29
11. สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.....	30
12. ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในอาหารทางการแพทย์ชนิดผงแห่งสูตรโปรตีนถั่วเหลืองสกัดสูตรที่ 1.....	31
13. ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในอาหารทางการแพทย์ชนิดผงแห่งสูตรโปรตีนถั่วเหลืองสกัดสูตรที่ 2	32

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

14. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อาหารที่กิน โปรตีนที่กิน ค่า PER และ
ค่า CPER ของหนุทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์
แสดงด้วยค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 36
15. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อาหารที่กิน โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ
ค่า RNPR ของหนุทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน
แสดงด้วยค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 40
16. ไนโตรเจนที่ได้รับและขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระ ค่า TD,
BV และ NPU ของหนุทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา
14 วัน แสดงด้วยค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)..... 44
17. คุณลักษณะและคุณประโยชน์ของอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีน
สกัดจากถั่วเหลือง..... 53
18. คະแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลทรายในปริมาณ
ต่างๆ กัน ในเรื่องความหวาน..... 72
19. คະแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลทรายในปริมาณ
ต่างๆ กัน ในเรื่องรส..... 73
20. คະแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลทรายในปริมาณ
ต่างๆ กัน ในเรื่องกลิ่น..... 74
21. คະแนนที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลทรายในปริมาณ
ต่างๆ กัน ในเรื่องสี..... 75
22. แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน และค่า PER ของกลุ่มมาตรฐาน
(เคซีอิน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน..... 77
23. แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER และ CPER ของกลุ่มที่
เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงแห้งสูตรโปรตีนถั่วเหลืองสกัด
สูตรที่ 1 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน..... 78
24. แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER และ CPER ของกลุ่มที่
เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงแห้งสูตรโปรตีนถั่วเหลืองสกัด
สูตรที่ 2 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน..... 79
25. แสดงน้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า PER และ CPER ของกลุ่มที่
เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ชนิดผงแห้งสูตรโปรตีนถั่วเหลืองสกัด
ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน..... 80

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

26.	น้ำหนักตัว เป็นกรัมของหนูกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีโปรตีนเมื่อเริ่มต้น และเมื่อเลี้ยงไว้นาน 14 วัน.....	81
27.	น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มมาตรฐาน (เคซีอิน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	82
28.	น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 1 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	83
29.	น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 2 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	84
30.	น้ำหนักตัว โปรตีนที่กิน ค่า NPR และ RNPR ของกลุ่มอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	85
31.	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระของ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีโปรตีน.....	86
32.	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระของ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนมาตรฐาน (เคซีอิน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	87
33.	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระของ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 1 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	88
34.	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระของ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 2 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	89
35.	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ และขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระของ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ นำเข้ามาจากต่างประเทศ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	90

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

36.	ค่า Biological Value, True Digestibility และ Net Protein Utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยโปรตีนมาตรฐาน (เคซีอิน) เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	91
37.	ค่า Biological Value, True Digestibility และ Net Protein Utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 1 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	92
38.	ค่า Biological Value, True Digestibility และ Net Protein Utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 2 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	93
39.	ค่า Biological Value, True Digestibility และ Net Protein Utilization ของกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการแพทย์ สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่นำเข้าจากต่างประเทศ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	94
40.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า PER.....	99
41.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า PER ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	99
42.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า CPER.....	100
43.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า CPER ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	100
44.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า NPR.....	101
45.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า NPR ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	101
46.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RNPR.....	102
47.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า RNPR ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	102
48.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า TD.....	103
49.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า TD ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	103
50.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า BV.....	104
51.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า BV ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ.....	104
52.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า NPU.....	105
53.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า PER ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	107

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

54.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า PER ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	107
55.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า CPER ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	108
56.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า CPER ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	108
57.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	109
58.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า NPR ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	109
59.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RNPR ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	110
60.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า RNPR ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	110
61.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า TD ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	111
62.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า TD ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	111
63.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า BV ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	112
64.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า BV ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	112
65.	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า NPU ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	113
66.	ค่าแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับค่า NPU ของกลุ่มมาตรฐาน กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2.....	113
67.	จำนวนกรดอะมิโนจำเป็นตามมาตรฐานของ FAO/WHO 1973*.....	119

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1. แผนภาพแสดงการเตรียมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.....	13
2. แผนภาพแสดงการเตรียมอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.....	16
3. กราฟเปรียบเทียบกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองกับปริมาณที่ร่างกายต้องการตามมาตรฐานของ FAO/WHO 1973*.....	24
4. กราฟเปรียบเทียบกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนในสัระอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 1 กับปริมาณที่ร่างกายต้องการตามมาตรฐานของ FAO/WHO 1973*.....	33
5. กราฟเปรียบเทียบกรดอะมิโนจำเป็นในโปรตีนในสัระอาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 2 กับปริมาณที่ร่างกายต้องการตามมาตรฐานของ FAO/WHO 1973*.....	34
6. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า PER ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	37
7. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า CPER ของหนูทดลองกลุ่ม 1, 2 และ 3 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์.....	38
8. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า NPR ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	41
9. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า RNPR ของหนูทดลองกลุ่มทดลอง 1, 2 และ 3 เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	42
10. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า TD ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	45
11. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า BV ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	46
12. กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่า NPU ของหนูทดลองกลุ่มต่างๆ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 14 วัน.....	47

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

13. โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีน
สกัดจากถั่วเหลือง..... 115
14. โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหาร
ทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 1..... 116
15. โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของอาหาร
ทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสูตรที่ 2..... 117