การพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง

นางสาวนงนภัส เลาหวิจิตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ ภาควิชาอาหารเคมี
คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FORMULATION OF SOY-BASED MEDICAL FOOD SUPPLEMENTED WITH BROWN RICE FIBER

Miss Nongnapat Laohawijit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Pharmacy Program in Food Chemistry and Medical Nutrition

Department of Food Chemistry

Faculty of Pharmaceutical Sciences

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง
โดย	นางสาวนงนภัส เลาหวิจิตร
สาขาวิชา	อาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ กังสดาลอำไพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ธิติรัตน์ ปานม่วง

คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเภสัชศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรเพ็ญ เปรมโยธิน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลินนา ทองยงค์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ กังสดาลอำไพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ธิติรัตน์ ปานม่วง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ เพ็ญพรรณ แน่นหนา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิมล ศรีศุข)

นางสาว นงนภัส เลาหวิจิตร : การพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง. (FORMULATION OF SOY-BASED MEDICAL FOOD SUPPLEMENTED WITH BROWN RICE FIBER) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ธิติรัตน์ ปานม่วง, 170 หน้า.

ผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางสายให้อาหารเป็นเวลานานมักพบอาการท้องผูกหรือท้องเสีย การเติมใยอาหารลงในสูตรอาหารช่วยป้องกันปัญหานี้ได้ การศึกษานี้จึงพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องสูตรสมดุลและมีการเสริมใยอาหาร สูตรอาหารประกอบด้วยแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มร้อยละ 8.47 น้ำมันเอ็มซีทีร้อยละ 1.56 มอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 12.34 เติมน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตรและเติมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80, 1.05 และ 1.30 ปั่นผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ให้ความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที โฮโมจีไนส์ 30 นาที บรรจุขวดและฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์หรือสเตอริไรส์ ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารและความเป็นกรด-ด่าง สูตรพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ที่มีลักษณะทางกายภาพดีที่สุดคือ สูตรที่เติมใยอาหารร้อยละ 1.30 จึงพัฒนาโดยการเติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พบว่าสูตรที่ดีที่สุดของการพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ คือสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และ 0.90 ตามลำดับ พัฒนาสูตรอาหารโดยการเติมเลซิตินร้อยละ 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 และ 0.70 พบว่าเลซิตินร้อยละ 0.50 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางกายภาพดีที่สุดทั้งสูตรพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ ปรับปรุงรสชาติด้วยซูโครส อัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อซูโครสเท่ากับ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 ประเมินความพอใจในรสชาติโดยอาสาสมัคร พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คืออัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อซูโครสเท่ากับ 60:40 ทั้งสูตรพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ ปรับปรุงกลิ่นด้วยกลิ่นวานิลลาและกล้วยหอม พบว่าสูตรที่แต่งกลิ่นวานิลลาได้รับการยอมรับมากที่สุดทั้งสูตรพาสเจอร์ไรส์และ สเตอริไรส์ สูตรพาสเจอร์ไรส์ที่ดีที่สุด ประกอบด้วยแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มร้อยละ 8.47 น้ำมันเอ็มซีทีร้อยละ 1.56 มอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 6.59 ใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 แป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เลซิตินร้อยละ 0.50 ซูโครสร้อยละ 4.39 และกลิ่นวานิลลาร้อยละ 0.05 สูตรสเตอริไรส์ที่ดีที่สุดมีส่วนประกอบเหมือนสูตรพาสเจอร์ไรส์ ยกเว้นมีมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 6.95 แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และซูโครสร้อยละ 4.63 การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของสูตรพาสเจอร์ไรส์พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กากใยอาหารและใยอาหารร้อยละ 76.87, 3.68, 3.31, 13.66, 1.44, 1.04 และ 1.21 ตามลำดับ การกระจายพลังงานจากโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.84, 30.05 และ 55.11 ตามลำดับ สูตรสเตอริไรส์มีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กากใยอาหารและใยอาหารร้อยละ 76.49, 3.72, 3.38, 13.37, 1.49, 0.76 และ 1.06 ตามลำดับ การกระจายพลังงานจากโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.06, 30.80 และ 54.14 ตามลำดับ ทั้ง 2 สูตรมีความเข้มข้นของพลังงาน 0.99 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์เก็บได้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส 7 วัน ผลิตภัณฑ์สเตอริไรส์เก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง 30 วัน โดยคุณสมบัติทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงและปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์

ภาควิชา……อาหารเคมี…… ลายมือชื่อนิสิต…….
สาขาวิชา..อาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา……..
ปีการศึกษา…..2550……. ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม……

4876568633 : MAJOR FOOD CHEMISTRY

KEY WORD : SOYBEAN / BROWN RICE FIBER

NONGNAPAT LAOHAWIJIT : FORMULATION OF SOY-BASED MEDICAL FOOD SUPPLEMENTED WITH BROWN RICE FIBER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ORANONG KANGSADALAMPAI, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. THITIRAT PANMAUNG, M.Sc., 170 pp.

Abnormal bowel function such as constipation or diarrhea usually found in patients with long term tube feeding. Intake of dietary fiber can normalize bowel function. This study developed nutritional balanced soy-based medical food supplemented with brown rice fiber. The formula contained full fat soy flour, MCT oil and maltodextrin 8.47, 1.56 and 12.34 percent, respectively. Brown rice fiber was added in the formula 0.55, 0.80, 1.05 and 1.30 percent. Adjusted with water to 100 ml, mixed, heated at 100°C for 30 minutes, homogenized for 30 minutes, filled in a bottle and pasteurized or sterilized. Physical properties, viscosity, flow rate and pH were examined and the best formulas for both pasteurized and sterilized products were those contains brown rice fiber 1.30 percent. Consequently, corn starch 0.50, 1.00, 1.50 and 2.00 percent were added. The most practical formula of pasteurized and sterilized product contained 1.50 and 0.90 percent, respectively. Lecithin 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 and 0.70 percent was added. The most practical formula of both products contained lecithin 0.50 percent. The taste of both pasteurized and sterilized products were improved by substituting maltodextrin with sucrose (maltodextrin:sucrose ratio were 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 and 60:40). The most palatable formulas contained maltodextrin:sucrose ratio 60:40. The products were flavored by vanilla or banana flavor compared with bland. Vanilla flavored formulas were the most accepted for both pasteurized and sterilized products. In conclusion, the best products found in this study contained full fat soy flour, MCT oil, maltodextrin, brown rice fiber, corn starch, lecithin, sucrose and vanilla flavor 8.47, 1.56, 6.59, 1.30, 1.50, 0.50, 4.39, 0.05 percent, respectively for the pasteurized product and 8.47, 1.56, 6.95, 0.90, 0.50, 4.63 and 0.05 percent, respectively for the sterilized product. The moisture, protein, fat, carbohydrate, ash, crude fiber and dietary fiber contents of pasteurized product were 76.87, 3.68, 3.31, 13.66, 1.44, 1.04 and 1.21 percent, respectively and of sterilized product were 76.49, 3.72, 3.38, 13.37, 1.49, 0.76 และ 1.06 percent, respectively. Energy distribution form protein, fat and carbohydrate of pasteurized product were 14.84, 30.05 and 55.11 percent, respectively and of sterilized product were 15.06, 30.80 and 54.14 percent, respectively. Energy density were 0.99 Kcal/ml for both pasteurized and sterilized product. Viscosity, flow rate and pH of both pasteurized and sterilized products were appropriated for tube feeding. Pasteurized product could be kept at 2-8°C for 7 days and sterilized product could be kept at room temperature for 30 days without any significant change in physical properties and safe form microbe.

Department…..Food Chemistry…….. Student's signature.....

Field of study… Food Chemistry and Medical Nutrition Advisor's signature.....

Academic year…. 2007…… Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ กังสดาลอำไพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ธิติรัตน์ ปานม่วง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความรู้และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัยและตรวจแก้ไขข้อความต่างๆในการเขียนวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลินนา ทองยงค์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ วิมล ศรีศุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ภาควิชาอาหารเคมีทุกท่านสำหรับคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ช่วยให้งานวิจัยผ่านไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ เพ็ญพรรณ แน่นหนา ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ และให้ความกรุณาช่วยเหลือในด้านการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยาและภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์บางอย่างในการทำวิจัย

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาอาหารเคมีทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมาและขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ และทุกคนที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..…….. ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……..……..จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……..……ช
สารบัญตาราง……..……...ฌ
สารบัญตารางภาคผนวก……..……...ฐ
สารบัญภาพ……..……..ป
บทที่
1. บทนำ……..……1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา…..…….....2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..……..…….....……2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..……..3
ข้อบ่งใช้ของการให้อาหารทางสายให้อาหาร……..……..…3
ข้อห้ามของการให้อาหารทางสายให้อาหาร……4
วิธีการสอดสายให้อาหาร……4
ประเภทของสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร……8
ใยอาหาร (dietary fiber)……11
ผลของใยอาหารต่อสุขภาพ……11
การเสริมใยอาหารในอาหารทางการแพทย์……13
ถั่วเหลือง (Glycine max (L.) Merrill)……...……..…….....14
บทบาทของถั่วเหลืองต่อสุขภาพ……..……...15
ข้าวกล้อง (cargo rice, loozain rice, brown rice, husked rice)……..……...17
น้ำมันเอ็มซีที (MCT oil)……18
เลซิติน (Lecithin)……...19
สารให้ความหวาน……..20
3. วิธีดำเนินการวิจัย……..21
วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร……21
อุปกรณ์และเครื่องมือ……21
วิธีการศึกษา……...22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4. ผลการวิจัย……35
5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ……77
6. สรุปผลการวิจัย……84
รายการอ้างอิง……86
ภาคผนวก……98
ภาคผนวก ก วิธีคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์……99
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี……102
ภาคผนวก ค การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์……107
ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา……108
ภาคผนวก จ แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส……115
ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินผลทางประสาทสัมผัส……117
ภาคผนวก ช การวิเคราะห์ทางสถิติ……123
ภาคผนวก ซ การคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์……169
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……170

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1. ข้อบ่งใช้ ข้อดี ข้อเสีย ของการสอดสายให้อาหารวิธีต่างๆ…….....6
2. ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) (Food and Agriculture Organization of the United Nations) และองค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำ ……15
3. ปริมาณ isoflavone ต่อกรัมของโปรตีนและสัดส่วนของ genistein และ daidzein ในผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง…….……17
4. ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง(จากการคำนวณ).....…….....……..…...28
5. การกระจายของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม(อัตราส่วนแป้งถั่วเหลือง:น้ำ เท่ากับ 10:100)…….....35
6. คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม…...……...36
7. ปริมาณใยอาหารที่ได้จากข้าวกล้อง 100 กรัม และลักษณะของใยอาหารจากข้าวกล้อง...…....36
8. การพองตัวในน้ำของใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุกเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ…….....…….....37
9. ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง...…….…38
10. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น…….....40
11. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน…….....41
12. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน…….……..42
13. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น…….……44
14. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน…….....45
15. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……....……46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

16. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองที่เสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน…….....….47
17. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น…….....49
18. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน.....50
19. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน…….....51
20. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น.....…….……53
21. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……...……...54
22. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……55
23. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน.....56
24. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……..……...57
25. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน……..……58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

26. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……..……60
27. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……..…..61
28. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……..……...…...62
29. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……....……...…64
30. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน…… ……..…….……..65
31. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน……..……...…..……..…66
32. ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน……..……...…..……..67
33. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน…….....……...…….68
34. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน…….....……..….69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

35. ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ได้รับคะแนนความพอใจในรสชาติมากที่สุด…….....……69
36. คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์…….....……..71
37. คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์…….....72
38. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์……74
39. ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2–8 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ…….....75
40. ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลาต่างๆ…….....76

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ หน้า

ก- 1 ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องจากการคำนวณ 100
ก- 2 พลังงานและการกระจายพลังงานของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ได้จากการคำนวณ.....101
ค- 1 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องกับ Jevity® และ Ensure® with Fiber.....107
ง- 1 ตารางแปรผลปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม วัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น โดยการเจือจาง 5 หลอด เมื่อเพาะตัวอย่าง 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อ.....114
ฉ- 1 ความถี่ของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกันการวิเคราะห์การแจกแจงคะแนนความชอบในกลิ่นที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์.....117
ฉ- 2 ความถี่ของคะแนนความพอใจในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอกที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ.....117
ฉ- 3 ความถี่ของคะแนนความพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ.....118
ฉ- 4 ความถี่ของคะแนนความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ.....118
ฉ- 5 ความถี่ของคะแนนความพอใจในเนื้อสัมผัสขณะรับประทานที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ.....119
ฉ- 6 ความถี่ของคะแนนความชอบโดยรวมที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ.....119

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ฉ- 7 ความถี่ของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน……...120

ฉ- 8 ความถี่ของคะแนนความพอใจในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ……...120

ฉ- 9 ความถี่ของคะแนนความพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ……121

ฉ- 10 ความถี่ของคะแนนความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ……...121

ฉ- 11 ความถี่ของคะแนนความพอใจในเนื้อสัมผัสขณะรับประทาน ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ……...122

ฉ- 12 ความถี่ของคะแนนความชอบโดยรวม ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ……..122

ช- 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลือง เสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...……123

ช- 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...…….124

ช- 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...125

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……...126

ช- 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……...127

ช- 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……128

ช- 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……129

ช- 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……130

ช- 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...131

ช- 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……132

ช- 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น……133

ช- 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...134

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...135

ช- 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……..…….136

ช- 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...137

ช- 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน……..138

ช- 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน……...…..139

ช- 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน……140

ช- 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน……141

ช- 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน……142

ช- 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน……....143

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……..……..144

ช- 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...…..144

ช- 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……145

ช- 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……..…..145

ช- 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……...…..146

ช- 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน….....146

ช- 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……..147

ช- 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...……..147

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……148

ช- 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น……..…148

ช- 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……..……..…149

ช- 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……..……149

ช- 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..……..150

ช- 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..……..……..150

ช- 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..……..151

ช- 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……151

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……..152

ช- 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……152

ช- 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน……153

ช- 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน……153

ช- 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน……154

ช- 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……154

ช- 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……155

ช- 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น……155

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน…….156

ช- 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……...…156

ช- 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทยสูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน……...……..157

ช- 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……157

ช- 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...…….....…….158

ช- 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน……...……..158

ช- 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น…...……..159

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น……...……..……...159

ช- 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง ณ วันเริ่มต้น……..……..…….160

ช- 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..……...160

ช- 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..……..…….161

ช- 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน……..161

ช- 58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……..162

ช- 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……...……....162

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ช- 60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน……..163

ช- 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน.....163

ช- 62 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน.....164

ช- 63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน……164

ช- 64 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านรสชาติที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ หลังจากปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำตาลซูโครส (N =10)……..165

ช- 65 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านรสชาติที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ หลังจากปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำตาลซูโครส (N = 10)……165

ช- 66 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ หลังจากปรับปรุงกลิ่น (N =10)……166

ช- 67 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ หลังจากปรับปรุงกลิ่น (N =10)……..167

สารบัญตารางผนวก(ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

ซ- 1 การคำนวณราคาต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง 2,000 มิลลิลิตร…….....….....169

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1. วิธีการสอดสายให้อาหาร.....5
2. สูตรโครงสร้างของเลซิติน……19
3. แผนภาพแสดงการเตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม……25
4. แผนภาพวิธีการเตรียมใยอาหารจากข้าวกล้อง……..27
5. แบบจำลองการให้อาหารผ่านสายให้อาหารในโรงพยาบาล.....30
6. แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง……33

บทที่ 1

บทนำ

โรคขาดโปรตีนและพลังงานเป็นภาวะทุพโภชนาการที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยซึ่งพักรักษาตัวในโรงพยาบาลเป็นเวลานาน ซึ่งเกิดจากการได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เช่น การรับประทานอาหารได้น้อยลง ผู้ป่วยมีปัญหาในระบบการย่อยและการดูดซึมอาหาร หรือร่างกายมีเมตาบอลิสมสูงกว่าปกติ เช่น ผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บรุนแรง คนไข้โรคมะเร็ง หรือโรคเอดส์ เป็นต้น การขาดโปรตีนและพลังงานเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยฟื้นตัวช้า ภูมิต้านทานลดลง บาดแผลหายช้าและเกิดอาการแทรกซ้อนมากขึ้น เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเจ็บป่วยและเสียชีวิตในที่สุด การศึกษาที่แน่ชัดแล้วว่าการให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วย สามารถทำให้ความรุนแรงของโรคและอาการแทรกซ้อนลดลง รวมถึงช่วยลดอัตราการตายของผู้ป่วยได้ (Rolandelli และคณะ, 2005) การให้โภชนบำบัดแก่ผู้ป่วย สามารถทำได้ โดยการให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (enteral nutrition) และการให้อาหารผ่านทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition) ในกรณีที่ระบบทางเดินอาหารของผู้ป่วยยังทำงานได้ปกติ ควรเลือกวิธีการให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหารเนื่องจากมีความปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการให้อาหารทางหลอดเลือดดำ (ประสงค์ เทียนบุญ, 2540)

การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (enteral nutrition) เป็นการให้อาหารกับผู้ป่วยโดยการรับประทานหรือให้โดยผ่านทางสายให้อาหาร (tube feeding) ลงสู่กระเพาะอาหารและลำไส้ อาหารที่ให้ผู้ป่วยมีลักษณะเป็นของเหลว สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้ ให้สารอาหารที่ครบถ้วน ใช้ง่าย ปลอดภัย เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารได้ตามปกติ แต่ระบบทางเดินอาหารยังมีการย่อยและดูดซึมอาหาร

อาหารที่ให้ทางสายให้อาหารอาจเป็นอาหารที่เตรียมขึ้นเองในโรงพยาบาล ซึ่งอาจเป็นสูตรน้ำนมผสม (milk-base formula) หรือสูตรอาหารปั่นผสม (blenderized formula) แต่สูตรอาหารเหล่านี้อายุการเก็บสั้น เมื่อเตรียมแล้วต้องใช้ภายใน 24 ชั่วโมง และปัญหาที่สำคัญของสูตรอาหารชนิดนี้คือ การกระจายของพลังงานและสารอาหารไม่คงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ นอกจากนี้สูตรอาหารปั่นผสมมีความหนืด อาจเกิดการอุดตันสายให้อาหาร (tube occlusion) ในปัจจุบันมีสูตรอาหารสำเร็จรูป (commercial formula) หรือเรียกว่า อาหารทางการแพทย์ (medical food) มีทั้งรูปแบบผงละลายน้ำ และรูปแบบของเหลวพร้อมใช้ได้ทันที สูตรอาหารเหล่านี้มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน สะดวกในการนำมาใช้ มีการกระจายของพลังงานและสารอาหารคงที่และไม่มีการอุดตันของสายให้อาหารจึงได้รับความนิยมอย่างมาก อย่างไรก็ตามสูตรอาหารทางการแพทย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่มีใยอาหาร เมื่อผู้ป่วยได้รับเป็นเวลานานจะเกิดอาการท้องผูกหรือท้องเสีย

การศึกษานี้จะพัฒนาอาหารทางการแพทย์ที่มีใยอาหารสูง ส่วนประกอบมีราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย โดยมีแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม เป็นแหล่งของโปรตีนและใยอาหาร ถั่วเหลืองไม่มีแล็กโทส ทำให้ผู้มีภาวะไม่ทนต่อแล็กโทส (lactose intolerance) สามารถบริโภคอาหารสูตรนี้ได้ และมีใยอาหารจากข้าวกล้องซึ่งเป็นแหล่งของใยอาหารที่หาได้ในประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. พัฒนาสูตรและวิธีการเตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่มีสัดส่วนของสารอาหารที่ให้พลังงานเหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางสายให้อาหารเป็นเวลานานที่มักมีปัญหาของระบบขับถ่าย
2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่เตรียมได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตร เทคนิคและวิธีการเตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง
2. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนและมีใยอาหารสูง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (enteral nutrition) หมายถึง การให้อาหารกับผู้ป่วยโดยการให้รับประทานหรือผ่านทางสายให้อาหาร (tube feeding) เข้าสู่กระเพาะอาหารและลำไส้ อาหารมีลักษณะเป็นของเหลว สามารถไหลผ่านสายให้อาหารได้โดยไม่ติดขัด ให้สารอาหารที่ครบถ้วน ปลอดภัยและมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการให้อาหารผ่านทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition) (Gramlich และคณะ, 2004) การให้อาหารผ่านระบบทางเดินอาหารจะกระตุ้นการหลั่งน้ำดีและน้ำย่อยจากตับอ่อน และทำให้มีการสร้างและซ่อมแซมเยื่อบุลำไส้เพิ่มขึ้น กระตุ้นการสร้างเอนไซม์ของผนังลำไส้ การสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร และกระตุ้นการไหลเวียนโลหิตผ่านระบบทางเดินอาหาร ทำให้ระบบทางเดินอาหารทำงานเป็นปกติ ลดการสูญเสียการทำงานของระบบทางเดินอาหาร แพทย์จะเป็นผู้พิจารณาว่าผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับอาหารทางสายให้อาหารหรือไม่ รวมทั้งชนิดและปริมาณของสูตรอาหาร เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับพลังงานและสารอาหารเพียงพอ ป้องกันการเกิดภาวะทุพโภชนาการ และช่วยให้ผู้ป่วยฟื้นตัวจากการเจ็บป่วยได้เร็วขึ้น (Haddad และคณะ, 2002)

ข้อบ่งใช้ของการให้อาหารทางสายให้อาหาร (Rolandelli และคณะ, 2005; Skipper, 1998)

การให้อาหารทางสายให้อาหารเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ระบบทางเดินอาหารทำงานได้ตามปกติหรือเกือบปกติ และมีภาวะต่างๆดังต่อไปนี้

1. ผู้ป่วยรับประทานอาหารได้แต่ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากร่างกายมีการเผาผลาญสารอาหารมากขึ้น เช่น ผู้ป่วยที่มีบาดแผลจากอุบัติเหตุหรือการผ่าตัดจะต้องการโปรตีนและพลังงานมากกว่าปกติ ถ้าผู้ป่วยมีการสูญเสียของเหลวและอิเล็กโทรไลท์มาก ควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำร่วมด้วย
2. ผู้ป่วยที่อยู่ในระหว่างการลดอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ
3. ผู้ป่วยมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน เช่น ผู้ป่วยโรคตับ โรคไตหรือ ผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดรักษาด้วยรังสี เป็นต้น
4. ผู้ป่วยมีการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง มีอาการท้องเสียเมื่อได้รับอาหารปกติ ผู้ป่วยเหล่านี้จำเป็นต้องเลือกสูตรอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารที่สามารถดูดซึมได้ง่าย
5. ผู้ป่วยหลังการผ่าตัดหรือพักฟื้นที่มีระบบทางเดินอาหารทำงานเป็นปกติ แต่ไม่ได้รับประทานอาหารภายใน 5–7 วัน

6. ผู้ป่วยมีภาวะทุพโภชนาการและได้รับสารอาหารไม่เพียงพอเป็นเวลานานกว่า 5 วัน
7. ผู้ป่วยมีภาวะโภชนการปกติ แต่ได้รับอาหารน้อยกว่าร้อยละ 50 ของความต้องการของร่างกาย เป็นเวลานานกว่า 7-10 วัน
8. ผู้ป่วยไม่สามารถกลืนอาหารได้ เนื่องจากมีการอักเสบที่บริเวณปากและลำคอ หรือหลอดอาหาร รวมทั้งผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติของระบบประสาท เช่น มีเนื้องอกในสมอง โรคลมชัก (strokes) ซึ่งผู้ป่วยเหล่านี้มีความผิดปกติของการกลืนทำให้เสี่ยงต่อการสำลักอาหาร

ข้อห้ามของการให้อาหารทางสายให้อาหาร (Prittie และ Barton; 2004; ประสงค์ เทียนบุญ, 2540**)**

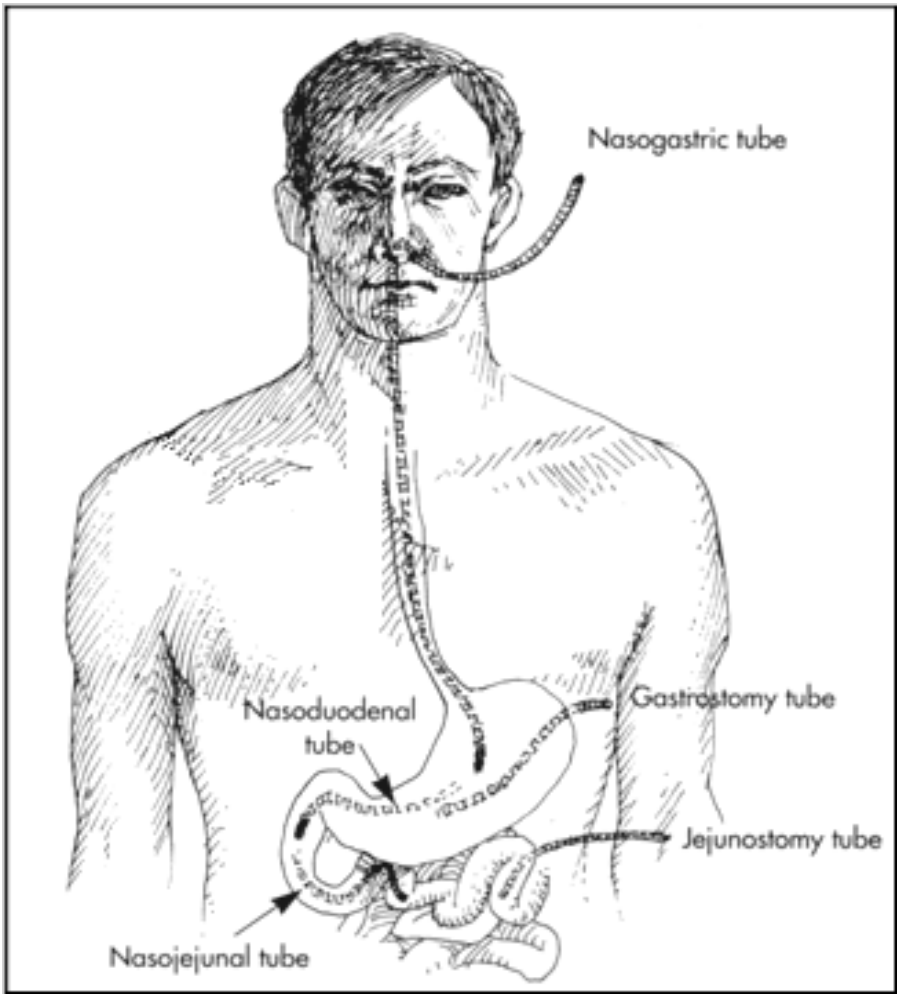
ผู้ป่วยต่อไปนี้ไม่ควรได้รับอาหารทางสายให้อาหาร แต่ควรได้รับอาหารทางหลอดเลือดดำแทน

1. มีภาวะทุพโภชนาการรุนแรง
2. มีอาการคลื่นไส้ อาเจียนตลอดเวลา
3. มีอาการท้องเสียอย่างรุนแรง
4. ทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลัน (acute enteritis) หรือมีแผลในเยื่อบุทางเดินอาหาร ซึ่งควรพักการทำงานของระบบทางเดินอาหาร
5. ผู้ป่วยมีลำไส้เล็กเหลือน้อยกว่าร้อยละ 10 ทำให้ดูดซึมอาหารได้น้อยมากและไม่สามารถทนการได้รับอาหารทางสายให้อาหารได้
6. ทางเดินอาหารและลำไส้อุดตัน
7. มีอาการช็อคเนื่องจากปริมาตรของเลือดภายในร่างกายน้อยกว่าปกติ(hypovolumetric) หรือช็อคเนื่องจากการติดเชื้อ (septic shock) ผู้ป่วยเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับยาปฏิชีวนะชนิดฆ่าเชื้อได้กว้าง (broad spectrum antibiotics) ซึ่งการให้อาหารทางสายให้อาหารอาจทำให้เกิดอาการท้องเสียรุนแรงได้
8. มีอาการของโรคทรุดหนักและคาดว่าจะเสียชีวิต

วิธีการสอดสายให้อาหาร (Rolandelli และคณะ, 2005**;** Bradley และคณะ, 1994)

การสอดสายให้อาหารแก่ผู้ป่วยมีหลายรูปแบบ (routes of administration) (แสดงในรูปที่ 1) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีข้อบ่งใช้ ข้อดี และข้อเสีย แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่ขึ้นกับภาวะการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ระยะเวลาที่ให้อาหารทางสายให้อาหาร การสำลักอาหารและการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ (แสดงในตารางที่ 1) การสอดสายให้อาหารอาจให้โดย

1. การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่กระเพาะอาหาร (nasogastric, NG)
2. การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม (nasoduodenal, ND)
3. การสอดสายให้อาหารผ่านจมูกไปสู่ลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม (nasojejunal, NJ)
4. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในกระเพาะอาหาร (gastrostomy, GT)
5. การผ่าตัดสอดสายให้อาหารผ่านเข้าไปในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม (jejunostomy, JT)



รูปที่ 1 วิธีการสอดสายให้อาหาร

ตารางที่ 1 ข้อบ่งใช้ ข้อดี ข้อเสีย ของการสอดสายให้อาหารวิธีต่างๆ (Kattleman และคณะ, 2006; Rolandelli และคณะ, 2005; Bradley และคณะ, 1994)

วิธีการ	ข้อบ่งใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
Nasogastric (NG)	- ผู้ป่วยไม่มีอาการสำลัก - ผู้ป่วยไม่มีอาการไหลย้อนกลับของอาหาร (esophageal reflux) - ผู้ป่วยไม่เป็นโรคกระเพาะอาหาร	- สอดสายให้อาหารได้ง่าย - สามารถให้อาหารแก่ผู้ป่วยได้ทันทีหลังจากที่เข้ารับการรักษา - ให้อาหารได้ในปริมาณมากกว่าวิธีอื่น - เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ไม่ต้องการให้มีการเจาะกระเพาะ (gastrostomy) - มีความปลอดภัยกว่าวิธีอื่น - ไม่ต้องให้ยาสลบแก่ผู้ป่วยในระหว่างการสอดสายให้อาหาร - มีโอกาสติดเชื้อและเกิดภาวะแทรกซ้อนน้อยกว่าวิธีอื่น	- เสี่ยงต่อการสำลัก - ผู้ป่วยอาจเกิดความรำคาญเนื่องจากสายให้อาหารมองเห็นได้ชัด - เกิดการไหลย้อนกลับของอาหารได้ง่าย อาจเกิดอาการต่างๆ เช่น มีเลือดไหลที่จมูก (nose bleeding) เจ็บโพรงจมูก (sinus pain) เป็นต้น
Nasoduodenal (ND) และ Nasojejunal (NJ)	- ผู้ป่วยที่มีการไหลย้อนกลับของอาหาร - ผู้ป่วยที่กระเพาะอาหารไม่ทำงาน	- สามารถให้อาหารแก่ผู้ป่วยได้ทันทีหลังจากที่เข้ารับการรักษา - มีความเสี่ยงต่อการสำลักน้อย	- อาจเกิดภาวะท้องอืด ท้องเสีย - ผู้ป่วยอาจรำคาญเนื่องจากสายให้อาหารมองเห็นได้ชัด

ตารางที่ 1 (ต่อ) ข้อบ่งใช้ ข้อดี ข้อเสีย ของการสอดสายให้อาหารวิธีต่างๆ (Kattleman และคณะ, 2006; Rolandelli และคณะ, 2005; Bradley และคณะ, 1994)

วิธีการ	ข้อบ่งใช้	ข้อดี	ข้อเสีย
Gastrostomy (GT)	- เหมาะกับการให้อาหารในระยะยาวหรือมากกว่า 2 สัปดาห์ - ผู้ป่วยที่มีการไหลย้อนกลับของอาหาร - ผู้ป่วยไม่สามารถสอดสายให้อาหารผ่านทางจมูกได้ - ผู้ป่วยไม่เป็นโรคกระเพาะอาหาร - ผู้ป่วยมีปัญหาในการกลืนอาหาร เช่น ผู้ป่วยที่สลบ(stroke), อัมพาต (paralysis), โรคมะเร็งที่ส่วนศีรษะ, คอหรือหลอดอาหาร	- ไม่ต้องเปลี่ยนสายให้อาหารบ่อย - การถอดและเปลี่ยนสายให้อาหารทำได้ง่าย - ไม่ทำให้สำลัก - เครื่องมือกะทัดรัดและสามารถปกปิดอยู่ภายใต้เสื้อผ้า - ให้อาหารได้ในปริมาณมาก - มีความปลอดภัยสูงในการให้อาหารในระยะยาว - สายให้อาหารมีขนาดใหญ่จึงลดการเกิดการอุดตันได้	- ต้องใช้กล้องส่องช่วยในการใส่สายและถอดสาย - อาจเกิดอาการข้างเคียงระหว่างส่องกล้อง เช่น อาการสำลัก - เกิดการติดเชื้อที่บริเวณที่มีการเจาะสายได้
Jejunostomy (JT)	- เหมาะกับการให้อาหารในระยะยาวหรือมากกว่า 2 สัปดาห์ - ผู้ป่วยเกิดการไหลกลับของอาหาร - ผู้ป่วยมีปัญหาในการกลืนอาหาร - ผู้ป่วยมีอาการสำลัก - ผู้ป่วยที่ทางเดินอาหารส่วนบนไม่ทำงาน	- ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการสำลัก - ใช้ได้ดีในผู้ป่วยที่ทางเดินอาหารส่วนบนไม่ทำงานหรือมีการผ่าตัดที่ทางเดินอาหารส่วนบน	- ต้องใช้กล้องส่องช่วยในการใส่สายและถอดสาย - อาจเกิดอาการสำลักขณะสิ่งกล้อง - เกิดการติดเชื้อที่บริเวณที่มีการเจาะสายได้ - เนื่องจากสายให้อาหารมีขนาดค่อนข้างเล็กจึงทำให้มีโอกาสเกิดการอุดตันได้

ประเภทของสูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหาร (อรอนงค์ กังสดาลอำไพ, ธิติรัตน์ ปานม่วง และ พูนทรัพย์ แดงรุ่งโรจน์. 2538; Silk และคณะ, 1999; ศรีสมัย วิบูลยานนท์, 2541; Lochs และคณะ, 2006)

สูตรอาหารที่ให้ทางสายให้อาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. <u>สูตรอาหารที่เตรียมภายในโรงพยาบาล</u>

1.1 สูตรน้ำนมผสม (milk-base formula)

สูตรอาหารชนิดนี้มีน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมเป็นส่วนประกอบหลัก สูตรอาหารชนิดนี้มีข้อดีคือ เตรียมได้ง่ายและมีราคาถูก แต่อาจเกิดปัญหาในผู้ป่วยที่มีภาวะไม่ทนต่อแล็กโทส (lactose intolerance) นอกจากนี้สูตรอาหารชนิดนี้มีอายุการเก็บสั้น เสียง่าย (Beyer, 2000)

1.2 สูตรอาหารปั่นผสม (blenderized formula)

เป็นสูตรอาหารที่ประกอบด้วยอาหารหลายประเภท นำมาปั่นผสมกัน เช่น สูตรอาหารของโรงพยาบาลรามาธิบดี ประกอบด้วย ตับ ฟักทอง กล้วยน้ำว้า ไข่ไก่ น้ำตาลทราย และน้ำมันพืช ปั่นผสมกัน สูตรอาหารชนิดนี้สามารถเตรียมได้ง่าย ราคาถูก และให้ใยอาหารสูง แต่สูตรอาหารชนิดนี้มีอายุการเก็บสั้น เมื่อเตรียมแล้วควรใช้ภายใน 24 ชั่วโมง ปัญหาที่สำคัญของสูตรอาหารชนิดนี้คือ มีการกระจายของพลังงานและสารอาหารไม่คงที่โดยขึ้นกับวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบ นอกจากนี้สูตรอาหาร ชนิดนี้มีความหนืดสูง ซึ่งอาจทำให้สายให้อาหารอุดตัน (tube occlusion) (รุจิรา สัมมะสุต, 2541)

2. <u>สูตรอาหารสำเร็จรูป (commercial formula)</u>

สูตรอาหารชนิดนี้จัดเป็นอาหารทางการแพทย์ (medical food) มีทั้งรูปแบบผงละลายน้ำ หรือรูปแบบของเหลวพร้อมใช้ได้ทันที ปัจจุบันได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากได้รับการทดสอบแล้วว่าให้คุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน สะดวกในการนำมาใช้ มีการกระจายของพลังงานและสารอาหารคงที่ ไม่ทำให้สายให้อาหารอุดตัน (McKee และคณะ, 2006)

อาหารทางการแพทย์แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2533; Talbot, 1991; Rolandelli และคณะ, 2005)

2.1 สูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน (nutritional completed formula)

สูตรอาหารประเภทนี้มีสารอาหารครบถ้วน ผู้ป่วยที่ได้รับสูตรอาหารชนิดนี้มีภาวะโภชนาการที่ดีได้โดยไม่ต้องได้รับอาหารชนิดอื่นอีก สูตรอาหารนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้แก่ (Talbot, 1991; Rolandelli และคณะ, 2005)

2.1.1 standard or intact formula (polymeric formulas)

เป็นสูตรอาหารที่สารอาหารจำพวก โปรตีน คาร์โบไฮเดรตและ ไขมัน อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนมีโมเลกุลใหญ่ เหมาะสำหรับผู้ที่มีการย่อยและการดูดซึมอาหารที่เป็นปกติ แหล่งของโปรตีนในสูตรอาหารชนิดนี้อาจเป็นเคซีน (casein) หรือโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (soy protein isolate) แหล่งของคาร์โบไฮเดรตอาจเป็นมอลโตเด็กซ์ตริน (maltodextrin) และน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) สำหรับแหล่งของไขมันอาจเป็นน้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) น้ำมันเอ็มซีที (MCT oil) ตัวอย่างของสูตรอาหารชนิดนี้ เช่น Isocal®, Nutren® และ Ensure® (Talbot, 1991; Rolandelli และคณะ, 2005)

2.1.2 semi-elemental formula

เป็นสูตรอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่อยู่ในรูปที่ย่อยแล้วบางส่วน (protein hydrolysate) และในรูปกรดอะมิโนและเปปไทด์สั้นๆ ตัวอย่างของสูตรอาหารชนิดนี้ ได้แก่ Pregestimil®, Nutramigen®, Peptamen® (Talbot, 1991; Rolandelli และคณะ, 2005)

2.1.3 elemental formula

เป็นสูตรอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารที่อยู่ในรูปที่ย่อยแล้วและสามารถดูดซึมได้อย่างรวดเร็ว เช่น โปรตีนอยู่ในรูปกรดอะมิโนอิสระ คาร์โบไฮเดรตอยู่ในรูปกลูโคส สูตรอาหารชนิดนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่สามารถย่อยหรือดูดซึมอาหารได้ตามปกติ แต่สูตรอาหารชนิดนี้มีออสโมแลลิตี้ (osmolality) สูง อาจทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียนได้ ตัวอย่างของสูตรอาหารชนิดนี้ เช่น Elental®, Tolerex® (Talbot, 1991; Rolandelli และคณะ, 2005)

2.2 สูตรอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง (modular formula)

สูตรอาหารประเภทนี้ประกอบด้วยสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น การใช้ต้องนำไปผสมกับสูตรอาหารหรือสารอาหารอื่นก่อนใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย

ตัวอย่างของสูตรอาหารชนิดนี้ ได้แก่ MCT oil, glucose powder, casein (Lochs และคณะ, 2006)

2.3 สูตรอาหารเฉพาะโรค

สูตรอาหารประเภทนี้ประกอบด้วยสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละโรค เช่น

2.3.1 สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคไต (renal disease formula) สูตรอาหารชนิดนี้มีการจำกัดปริมาณโปรตีน น้ำและโซเดียม เช่น Travasorb® Renal Diet และ Nepro® (Zarasaga และคณะ, 2001)

2.3.2 สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคตับ (hepatic disease formula) สูตรอาหารชนิดนี้มีการจำกัดปริมาณไขมัน และอาจใช้โปรตีนในรูปกรดอะมิโนโซ่กิ่ง (branch-chain amino acid) เช่น Travasorb® Hepatic Diet (Plauth และคณะ, 2006)

2.3.3 สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคปอด (pulmonary disease formula) สูตรอาหารชนิดนี้มีการจำกัดปริมาณคาร์โบไฮเดรต เช่น Pulmocare® และ Respalor® (Akrabawi และคณะ, 1996; Cai และคณะ, 2003)

2.3.4 สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะเครียดและมีเมตาบอลิสมมากกว่าปกติ (hypermetabolic stress formula) สูตรอาหารชนิดนี้มีโปรตีนในปริมาณสูงกว่าสูตรอาหารทางการแพทย์ชนิดอื่น เช่น Ensure®HN และ Traumacal® (Weimann และคณะ 2006; McKibbin และคณะ, 2003)

2.3.5 สูตรอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (diabetic formula) สูตรอาหารชนิดนี้มีการจำกัดปริมาณคาร์โบไฮเดรตและใช้แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ต่ำ เช่น Glucerna®และ Resource® Diabetic (Borges และคณะ, 2003; Wang และคณะ, 2003)

2.4 สูตรอาหารเสริมใยอาหาร (fiber- supplement formula)

สูตรอาหารทางการแพทย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ มักไม่มีใยอาหารเป็นส่วนประกอบ เมื่อผู้ป่วยได้รับอาหารทางการแพทย์เป็นเวลานาน อาจเกิดอาการท้องผูกหรือท้องเสีย จึงได้มีการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารขึ้น เพื่อลดปัญหาดังกล่าว ตัวอย่างของสูตรอาหารชนิดนี้ เช่น Ultracal®, Jevity® และEnsure® with Fiber (Talbot, 1991; Eduard และคณะ, 2004)

ใยอาหาร (dietary fiber)

ใยอาหาร (dietary fiber) เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (complex carbohydrate) ที่เอนไซม์ต่างๆ ในทางเดินอาหารไม่สามารถย่อยได้ จึงไม่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและไม่ให้พลังงาน เส้นใยอาหารแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ (Slavin และคณะ, 2003)

1. ใยอาหารที่ละลายในน้ำ (soluble fiber) เช่น กัม (gum) เพคติน (pectin) และมิวซิเลจ (mucilage) พบมากในถั่วต่างๆ ผลไม้ตระกูลส้มและธัญพืช เช่น ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ใยอาหารชนิดนี้เมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหารจะดูดซับน้ำเอาไว้ในรูปเจล ซึ่งช่วยลดอัตราการดูดซึมของสารอาหารบางชนิดที่ได้จากการย่อยอาหาร เช่น คอเลสเตอรอลและน้ำตาล (Slavin และคณะ, 2003; Kenny และคณะ, 2001)

2. ใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble fiber) เช่น เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) พบมากในธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี เช่น ข้าวกล้อง รำข้าวสาลีและผักผลไม้เกือบทุกชนิด ใยอาหารชนิดนี้จะช่วยเพิ่มมวลอุจจาระ และทำให้รู้สึกอิ่มและลดเวลาการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร ทำให้การขับถ่ายดีขึ้น และป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Slavin และคณะ, 2003; Kenny และคณะ, 2001)

ผลของใยอาหารต่อสุขภาพ

ใยอาหารมีผลต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกายหลายด้าน จากการศึกษา พบว่าใยอาหารที่ละลายน้ำ เช่น เพคตินและมิวซิเลจจากรำข้าวโอ๊ต หรือถั่ว สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของมนุษย์และสัตว์ทดลอง(Green และคณะ, 2001) เนื่องจากใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำเพิ่มการขับถ่ายกรดน้ำดี จึงมีการนำคอเลสเตอรอลไปสร้าง กรดน้ำดีทดแทน ดังนั้นความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในเลือดจะลดลง ซึ่งการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเป็นการลดอัตราเสี่ยงของโรคหัวใจ (Aller และคณะ, 2004) นอกจากนี้พบว่าใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากใยอาหารมีผลให้การดูดซึมกลูโคสในลำไส้ช้าลง ลดอัตราเร็วในการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือด (Maria และคณะ, 2003) มีผลเพิ่มความไวของอินซูลินในการเกาะกับตัวรับอินซูลิน (insulin receptor) (Behall และคณะ, 2006) นอกจากนี้ใยอาหารมีผลต่อการหลั่งฮอร์โมนในทางเดินอาหาร โดยพบว่าการหลั่งของกลูคากอน (glucagon) และ gastric inhibitory peptides ลดลง ซึ่งฮอร์โมนเหล่านี้มีผลต่อการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด (Behall และคณะ, 2006)

อย่างไรก็ตามใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสและลิกนิน ไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด (Van Bennekum และคณะ, 2005)

การบริโภคอาหารที่มีใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ เช่น รำข้าวสาลี มีผลให้ระยะเวลาในการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางเดินอาหาร (whole gut transit time) ลดลง เพิ่มน้ำหนักอุจจาระ ทำให้การขับถ่ายสะดวกขึ้น เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เป็นโรคท้องผูกและริดสีดวงทวาร และช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่และทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นปกติ (Silk และคณะ, 2001; Kapadia และคณะ, 1993; Liebl และคณะ,1990) นอกจากนี้การบริโภคใยอาหารชนิดละลายน้ำมีผลให้ความเข้มข้นของ mucosal protein ที่ลำไส้เล็กลดลง และทำให้การเกิดไมเซลล์ในลำไส้เล็กลดลง รวมทั้งขัดขวางการดูดซึมไมเซลล์ที่ผิวหน้าของผนังลำไส้ ทำให้การดูดซึมกรดไขมันโมโนกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในลำไส้เล็กลดลง ส่งผลให้มีไขมันและคอเลสเตอรอลขับออกมาพร้อมกับอุจจาระมากขึ้น (Jiménez-Escrig and Sánchez-Muniz, 2000)

การบริโภคใยอาหารมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (colon cancer) เนื่องจากการบริโภคใยอาหารน้อยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบย่อยอาหาร เพิ่มเวลาของอาหารที่ตกค้างในลำไส้ใหญ่ ลดมวลอุจจาระและลดความถี่ของการขับถ่ายอุจจาระและสัมพันธ์กับความอ่อนแอของผนังลำไส้ ทำให้อาหารตกค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่เป็นเวลานานจนแข็ง ทำให้เคลื่อนที่ผ่านลำไส้ใหญ่และขับถ่ายได้ยาก ทำให้เกิดการอักเสบของผนังลำไส้ เกิดการระคายเคืองและติดเชื้อ ดังนั้นการบริโภคใยอาหารช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากใยอาหารทำให้อุจจาระผ่านออกจากลำไส้ใหญ่เร็วขึ้นและทำให้สารก่อมะเร็งเจือจางไม่อยู่ในระดับที่เป็นพิษต่อร่างกาย (Ferguson, 2005)

การบริโภคอาหารที่มีไขมันและน้ำตาลเพิ่มขึ้น แต่บริโภคผักผลไม้และธัญญพืชซึ่งเป็นแหล่งของใยอาหารลดลง พบว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอ้วน ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูง ทำให้ต้องใช้เวลาในการเคี้ยวอาหารนานกว่าปกติ นอกจากนี้ใยอาหารจะไปพองตัวในลำไส้ ทำให้รู้สึกอิ่มเร็วและรับประทานอาหารได้น้อยลง (รพีพร ภาโนมัย, 2545) จากการศึกษาผู้ป่วยโรคอ้วนเพศหญิงที่มีดัชนีมวลกาย (body mass index : BMI) มากกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตรจำนวน 22 คน เป็นเวลา 12 เดือน โดยให้ผู้ป่วยโรคอ้วนรับประทานผงสกัดจากเมล็ดแมงลักวันละ 4 กรัม ก่อนอาหาร 3 มื้อ โดยนำผงสกัดจากเมล็ดแมงลัก 2 กรัม ละลายน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตรจนพองเต็มที่จึงดื่ม พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่มีน้ำหนักตัวลดลง 1-4 กิโลกรัม ในระยะเวลา 12 เดือน เนื่องจากเมล็ดแมงลักสกัดจะพองตัวในกระเพาะอาหาร ทำให้ที่ว่างในกระเพาะอาหารลดลง ผู้ป่วยจึงบริโภคอาหารได้น้อย ทำให้น้ำหนักตัวลดลง (Mesomyam, 1995)

การยอมรับความสำคัญของใยอาหารเป็นผลให้มีบทบัญญัติเกี่ยวกับใยอาหารใน Nutrition Labeling and Education Act (NLEA) ซึ่งเป็นกฎหมายอาหารของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ประกาศใช้ เมื่อวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2536 กำหนดให้แสดงค่าใยอาหารในฉลาก โดยให้คำนิยามของใยอาหารว่า เป็นสารประกอบโพลิแซ็กคาไรด์และลิกนินที่ไม่ถูกย่อยด้วยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ คณะกรรมการโภชนาการและอาหารของประเทศสหรัฐอเมริกา (USFDA) แนะนำให้ชายและหญิงที่มีอายุต่ำกว่า 50 ปี ควรรับประทานใยอาหารวันละ 30 และ 25 กรัม ตามลำดับ ส่วนในชายและหญิง อายุมากกว่า 50 ปี ควรได้รับใยอาหารวันละ 30 และ 21 กรัม ตามลำดับ (American Dietetic Association, 2002)

การเสริมใยอาหารในอาหารทางการแพทย์

การเสริมใยอาหารในอาหารทางการแพทย์ให้ประโยชน์ต่อผู้ป่วย เช่น การเสริมใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจากถั่วเหลือง (soy polysaccharide) ปริมาณ 30 กรัมต่อวันในอาหารทางการแพทย์ทำให้ระยะเวลาในการเคลื่อนตัวของอาหารผ่านทางเดินอาหาร (whole gut transit time) มีค่าเป็นปกติ ซึ่งช่วยลดอาการท้องผูกที่มักเกิดขึ้นในผู้ที่ได้รับอาหารทางสายให้อาหารเป็นเวลานานได้ และยังช่วยลดอาการข้างเคียง เช่น คลื่นไส้ อาเจียนและท้องอืด ที่เกิดขึ้นจากการได้รับอาหารสูตรปกติ (standard formula) (Silk และคณะ, 2001; Kapadia และคณะ, 1993; Liebl และคณะ, 1990) นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่มีอาการท้องเสียระหว่างการได้รับอาหารทางสายให้อาหาร เมื่อได้รับอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารชนิดละลายน้ำเช่น กาแลกโตแมนแนน (galactomannan) หรือกัวร์กัม (guar gum) ในปริมาณ 20-30 กรัมต่อวัน ช่วยรักษาอาการท้องเสียที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากใยอาหารจะถูกเมตาบอไลต์โดยแบคทีเรียในลำไส้เป็นกรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acid) ซึ่งกระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่มีการดูดน้ำกลับมากขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำในอุจจาระลดลง (Frankenfield และคณะ, 1989; Homann และคณะ, 1994; Makoto และคณะ, 2002; Spapen และคณะ, 2001) นอกจากนี้ในหนูทดลองที่ได้รับการฉายรังสีบริเวณทางเดินอาหาร พบว่าเซลล์ผนังลำไส้ของหนูทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารถูกทำลายน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทางการแพทย์สูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากจุลินทรีย์ในลำไส้ย่อยใยอาหารได้กรดไขมันสายสั้น (short-chain fatty acid) ซึ่งช่วยกระตุ้นการหลั่งเยื่อเมือกบุผนังลำไส้ ทำให้การแบ่งเซลล์ของเยื่อเมือกบุผนังลำไส้ดีขึ้น และเซลล์ผนังลำไส้ถูกทำลายลดลง (Murat และคณะ, 2003)

การได้รับอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารมีข้อควรระวัง เนื่องจากการได้รับอาหารทางการแพทย์เป็นเวลานานอาจทำให้ขาดแร่ธาตุเซเลเนียม (selenium) โมลิบดีนัม (molypdenum) และโครเมียม (chromium) ดังนั้นการเสริมแร่ธาตุในผู้ป่วยที่ได้รับอาหารทางการแพทย์เป็นเวลานานอาจมีความจำเป็น (Seri และคณะ, 1994)

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม มอลโตเด็กซ์ตริน น้ำมันเอ็มซีที ใยอาหารจากข้าวกล้อง และอาจมีการเติมแป้งข้าวโพดเพื่อเป็นสารแขวนลอย และเลซิตินเพื่อเป็นอิมัลซิไฟเออร์ เพื่อปรับปรุงความคงตัวของสูตรอาหารในภายหลัง

ถั่วเหลือง (Glycine max (L.) Merrill)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุกในตระกูล วงศ์ Leguminosae ชื่อท้องถิ่น : ถั่วพระเหลือง ถั่วแระ ถั่วแม่ตาย ถั่วเหลือง (ภาคกลาง) มะถั่วเน่า (ภาคเหนือ) อึ่งตั่วเต่า เฮ็กตั่วเต่า (จีน - แต้จิ๋ว) โซยา บีน (อังกฤษ) โซยุ (ญี่ปุ่น) (ยุวดี จอมพิทักษ์, 2544)

<u>คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง</u>

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 50-55 คุณภาพอาจด้อยกว่าโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์เล็กน้อย เนื่องจากถั่วเหลืองมีเมทไทโอนีน (methionine) และซีสตีน (cystein) เป็น limiting amino acid (ตารางที่ 2) แต่เป็นแหล่งอาหารที่ดีของไลซีน (lysine) ดังนั้นเมื่อรับประทานร่วมกับข้าวหรืองา ซึ่งมีเมทไทโอนีนสูง แต่มีไลซีนต่ำ จะช่วยเสริมคุณภาพของโปรตีนให้สมบูรณ์เท่าเทียมโปรตีนจากเนื้อสัตว์ ถั่วเหลืองมีไขมันร้อยละ 13-25 ซึ่งประกอบด้วยทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะมีกรดไขมันที่จำเป็นอยู่ในปริมาณสูง เช่น กรดไลโนเลอิกและไลโนเลนิก ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ แต่จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังพบฟอสโฟไลปิด เช่น เลซิติน (lecitihin) ในปริมาณสูง (Liu, 2005) ถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14-24 คาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลืองแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตชนิดละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate) ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นน้ำตาล เช่น sucrose, raffinose, strachyose และคาร์โบไฮเดรตชนิดไม่ละลายในน้ำ (water insoluble carbohydrate) ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น arabinan, arabinogalactan ในส่วนของเปลือกถั่วเหลืองประกอบด้วยใยอาหาร โดยเฉพาะใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำในปริมาณสูง แร่ธาตุที่พบส่วนใหญ่เป็น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และซัลเฟอร์ วิตามินที่มีปริมาณสูงในถั่วเหลืองคือ วิตามินบี แต่การผ่านความร้อนอาจทำให้ปริมาณวิตามินลดลง (Ensminger, 1995)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นในถั่วเหลืองเปรียบเทียบกับปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991) และองค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำ (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2533)

กรดอะมิโน	FAO/WHO (มิลลิกรัม/กรัม โปรตีน)	ถั่วเหลือง (มิลลิกรัม/กรัม โปรตีน)
Isoleucine	40	37
Leucine	70	74
Lysine	55	59
Methionine + Cystine	35	22
Phenylalanine + tyrosine	60	64
Threonine	40	42
Tryptophan	10	15
Valine	50	50

บทบาทของถั่วเหลืองต่อสุขภาพ

การรับประทานถั่วเหลืองช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด มะเร็ง กระดูกพรุน และอาการของสตรีวัยหมดประจำเดือน (McCue และคณะ, 2004) สารสำคัญในถั่วเหลืองที่มีบทบาทต่อโรคดังกล่าวคือ ไอโซฟลาโวน (soy isoflavone) ซึ่งมีฤทธิ์เป็น phytoestrogens โดยมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับ ฮอร์โมน estradiol ในร่างกาย มีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชัน ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง และช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน (Aedin, 2003)

การรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ เนื่องจากโปรตีนจากถั่วเหลืองมีผลเพิ่มการขับถ่ายน้ำดีออกทางอุจจาระและเพิ่มการสร้างน้ำดีใหม่ ทำให้ต้องมีการดึงคอเลสเตอรอลมาใช้ในการสังเคราะห์น้ำดีมากขึ้น (Abd El-Gawad และคณะ, 2005) และพบว่าไอโซฟลาโวนและโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของแอลดีแอล ซึ่งจะทำให้ผนังเส้นเลือดแดงเกิดเป็นแผ่นหนา ซึ่งนำไปสู่การเกิดโรคของหัวใจและหลอดเลือด (Nahas และคณะ, 2004) มีการศึกษาในสตรี 81 คน ที่มีระดับไขมันในเลือดสูงกว่า 200-300 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยให้รับประทานถั่วเหลืองแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ วันละ 20 กรัม ร่วมกับการรับประทานอาหารตามคำแนะนำของ NCEP step I เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าระดับ

คอเลสเตอรอล แอลดีแอล วีแอลดีแอล และไตรกลีเซอไรด์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Teixeira และคณะ, 2000) องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาแนะนำให้รับประทานโปรตีนที่ทำจากถั่วเหลืองวันละ 25 กรัม ร่วมกับอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวต่ำจะลดอัตราการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ (FDA, 1999)

สารไอโซฟลาโวน ได้แก่ genistein และ daidzein ซึ่งมีในอาหารทำจากถั่วเหลือง (ตารางที่ 3) สามารถป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัวและมะเร็งในบางอวัยวะ เช่น เต้านมและต่อมลูกหมาก จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า อาหารที่มีถั่วเหลืองสามารถลดโอกาสเสี่ยงของการเกิดมะเร็งได้ โดยไอโซฟลาโวนในถั่วเหลืองจะมีผลเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิสมของเอสโตรเจน และมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ทำให้สามารถป้องกันโรคดังกล่าวได้ (Muster และคณะ, 1997) จากการศึกษาในสตรีวัยก่อนหมดประจำเดือน พบว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นประจำจะลดโอกาสเสี่ยงของการเป็นมะเร็งเต้านมลงร้อยละ 50 เพราะในถั่วเหลืองมี genistein และ diadzein ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน จึงไปจับกับตัวรับเอสโตรเจนได้ และสามารถยับยั้งกระบวนการสร้างเส้นเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงก้อนมะเร็ง (Cho และคณะ, 2004) นอกจากนี้มีงานวิจัยเชิงประชากรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของโปรตีนถั่วเหลืองและการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก แสดงให้เห็นว่า การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองเป็นประจำอาจช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งต่อมลูกหมากในผู้ชายได้ร้อยละ 30 (Ganry, 2005)

การบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์ปริมาณมากเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของกระดูก เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่มีกำมะถันในโมเลกุลคือ เมทไทโอนีน และซีสตีน เมื่อถูกเมตาบอไลส์จะให้ซัลเฟตและไฮโดรเจน ทำให้ปัสสาวะเป็นกรดมากขึ้น แคลเซียมจึงถูกขับออกมาพร้อมปัสสาวะมากขึ้น ดังนั้นการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองทดแทนการบริโภคโปรตีนจากเนื้อสัตว์ จะช่วยลดการขับแคลเซียมออกมากับปัสสาวะ โดยการศึกษาในหนูทดลอง พบว่าเมื่อให้กินอาหารที่มีปริมาณโปรตีนเท่ากัน ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนจากเนื้อสัตว์จะขับแคลเซียมออกมามากกว่ากลุ่มที่ได้โปรตีนจากถั่วเหลือง (Yoon และคณะ, 2006) นอกจากนี้ genistein และ daidzein มีสูตรโครงสร้างคล้าย tamoxifen ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนในการป้องกันการสูญเสียเนื้อกระดูกในสตรีวัยหลังหมดประจำเดือน (Nahas และคณะ, 2004) คณะนักวิจัยจากฮ่องกงได้ทดลองในสตรีวัยทอง พบว่ากระดูกสะโพกของผู้ที่รับประทานถั่วเหลืองเป็นประจำจะมีความแข็งแรงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับประทานถั่วเหลือง (Ho และคณะ, 2003) และพบว่าอัตราการเกิดกระดูกหักหลังจากหกล้มในชาวญี่ปุ่นต่ำกว่าชาวอเมริกัน เนื่องจากชาวญี่ปุ่นบริโภคถั่วเหลืองในปริมาณมาก (Greendale และคณะ, 2002) นอกจากนี้ยังมีการทดลองในหนูทดลอง พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง

สามารถทำให้กระดูกหนาขึ้น ดังนั้นจึงเชื่อว่าหากรับประทานถั่วเหลืองอย่างเพียงพอและได้รับแคลเซียมในปริมาณที่เพียงพอที่จะป้องกันภาวะกระดูกพรุนได้ (Greim, 2004)

สตรีวัยทองจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้มีอาการร้อนวูบวาบ ช่องคลอดแห้ง นอนไม่หลับ เหงื่อออกมาก อารมณ์หงุดหงิด อาจต้องได้รับฮอร์โมนทดแทน (hormone replacement therapy: HRT) อย่างไรก็ตามการใช้ฮอร์โมนทดแทนมีผลข้างเคียงทำให้เพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งเต้านม (Cortés-Prieto and Juez-Martel, 2007) ปัจจุบันพบว่าสาร genistein และ daidzein ซึ่งเป็นไอโซฟลาโวนที่ออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนอย่างอ่อน สามารถช่วยลดอัตราการเกิดอาการร้อนวูบวาบและอาการอื่นๆ ในสตรีวัยหมดประจำเดือนได้ (Casini และคณะ , 2006) จากการสำรวจอุบัติการการเกิดอาการร้อนวูบวาบในสตรีวัยหมดประจำเดือนชาวจีนซึ่งบริโภคถั่วเหลืองปริมาณมาก เปรียบเทียบกับสตรีวัยหมดประจำเดือนชาวยุโรปซึ่งบริโภคถั่วเหลืองปริมาณน้อย พบว่าสตรีวัยหมดประจำเดือนชาวจีนมีอุบัติการณ์การเกิดอาการร้อนวูบวาบเพียงประมาณร้อยละ 20 ขณะที่สตรีวัยหมดประจำเดือนชาวยุโรปมีอุบัติการณ์การเกิดอาการร้อนวูบวาบถึงร้อยละ 70-80 (Nahas และคณะ, 2004; Tang,1994)

ตารางที่ 3 ปริมาณ isoflavone ต่อกรัมของโปรตีนและสัดส่วนของ genistein และ daidzein ในผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง (Xu และคณะ, 2000)

อาหาร	ปริมาณ isoflavone		
	มิลลิกรัม/กรัม	genistein (%)	daidzein (%)
เต้าหู้	0.46 ± 0.99	57	43
โปรตีนถั่วเหลือง	0.42 ± 0.01	54	46
ถั่วเหลืองผง	1.25 ± 0.08	56	44
ถั่วเหลืองต้ม	0.58 ± 0.02	54	46

ข้าวกล้อง (cargo rice, loozain rice, brown rice, husked rice)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Oryza sativa L.

ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี จึงยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหรือรำติดอยู่ เมล็ดข้าวมีสีน้ำตาลปนแดง จมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องมีส่วนประกอบเป็น โปรตีน ไขมัน วิตามินแร่ธาตุ (เฉลิมวุฒิ สฤษดิกุล, 2549)

ข้าวกล้อง 100 กรัม มีโปรตีน 7.2 กรัม ไขมัน 3.4 กรัม ใยอาหาร 3.4 กรัม นอกจากนั้นจะประกอบไปด้วยเกลือแร่และวิตามิน และไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัว และ เป็นแหล่งของวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และธาตุเหล็ก ในจมูกข้าวมีวิตามินอี เซเลเนียมและแมกนีเซียม ข้าวกล้องมีใยอาหารสูงกว่าข้าวที่ขัดสีจนขาว โดยเฉพาะใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ซึ่งทำให้การขับถ่ายสะดวกและป้องกันอาการท้องผูก (วันดี กฤษณพันธ์, 2545; ศศิวิมล ตามไท, 2542) การศึกษาในหนูทดลอง 36 ตัว พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องเป็นส่วนประกอบร้อยละ10 มีน้ำหนักและปริมาตรของอุจจาระมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับอาหารสูตรปกติที่ไม่มีใยอาหารอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้หนูทดลองกลุ่มที่ได้รับการเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องมีระดับน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญ (Al-Shagrawi และคณะ, 1998) การศึกษาผลของการบริโภคข้าวกล้องทดแทนการบริโภคข้าวที่ขัดสีในอาสาสมัครสุขภาพดี พบว่าการบริโภคข้าวกล้องทำให้น้ำหนักอุจจาระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งข้าวกล้องช่วยป้องกันอาการท้องผูกได้ดี (Miyoshi และคณะ, 1986)

น้ำมันเอ็มซีที (MCT oil)

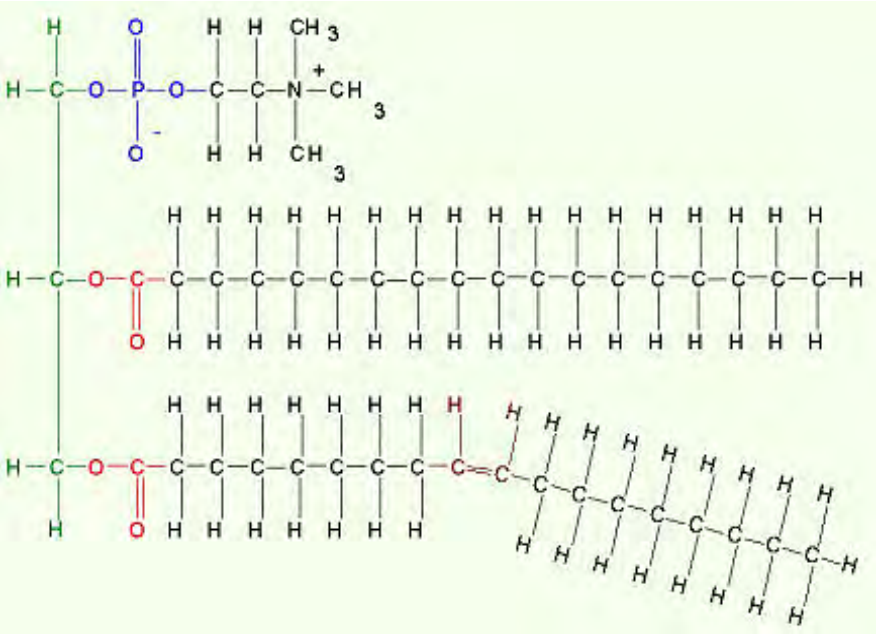
น้ำมันเอ็มซีที (MCT oil) เป็นไตรกลีเซอร์ไรด์โมเลกุลยาวปานกลาง (medium chain triglyceride) ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวซึ่ง มีคาร์บอน 6-10 อะตอม มีลักษณะเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิห้อง มีโมเลกุลขนาดเล็กและจุดหลอมเหลวต่ำ มีพลังงานต่ำกว่าไขมันทั่วไป (8.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม) แหล่งสำคัญของน้ำมันเอ็มซีที ได้แก่ น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มซึ่งผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ฟิวเตรชัน (filtration) และ รีเอสเทอริฟิเคชัน (reesterification) น้ำมันเอ็มซีทีได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (United State Food and Drug Administration) ว่ามีความปลอดภัย โดยจัดให้อยู่ในกลุ่ม generally recognize as safe (GRAS) (Ettinger, 2000)

ปัจจุบันมีการนำน้ำมันเอ็มซีทีมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารทางการแพทย์และสูตรอาหารสำหรับทารก (infant formulas) เนื่องจากเป็นแหล่งของพลังงานที่ดี สามารถถูกไฮโดรไลซ์และดูดซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสเลือดและผ่านไปยังตับได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ไลเปสจากตับอ่อนและน้ำดี และไม่จับกับไคโลไมครอน (chylomicron) จึงไม่ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือดสูงขึ้น จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของการย่อยไขมัน (Bach and Babayan, 1982) ผู้ป่วยที่มีการทำงานของตับอ่อนบกพร่อง เมื่อได้รับสูตรอาหารที่ประกอบด้วยน้ำมันเอ็มซีที ทดแทนสูตรอาหารที่ประกอบด้วยน้ำมันที่มีไตรกลีเซอร์ไรด์โมเลกุลสายยาว พบว่าผู้ป่วยมีไขมันปนออกมากับอุจจาระน้อยลง (Calari และคณะ, 1996) จากการศึกษาในคนปกติ เมื่อได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของน้ำมันเอ็มซีทีเป็นเป็นเวลา 1 เดือน

สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล (total cholesterol) และแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (LDL cholesterol) ในเลือดได้ถึงร้อยละ 28 และ 17.5 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้น (Beau และคณะ, 1991)

เลซิติน (Lecithin)

เลซิติน เป็นสารประเภทไขมันที่อยู่ในรูปของสารประกอบฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมัน 2 โมเลกุลรวมตัวกับฟอสเฟต และโคลีน จึงมีชื่อ ทางเคมีว่า ฟอสฟาทิดิลโคลีน (Phosphatidylcholine) แหล่งของเลซิตินธรรมชาติจะพบมากใน ไข่แดง ถั่วเหลือง ถั่วเปลือกแข็ง ปลา ธัญพืช น้ำมันพืชและสัตว์ต่างๆ สูตรโครงสร้างของเลซิติน แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 สูตรโครงสร้างของเลซิติน

เลซิตินที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) สกัดได้จากถั่วเหลืองด้วยเฮกเซน (hexane) เพื่อเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ (emulisifier) หรือสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ในอาหาร เพื่อลดการแยกชั้นของไขมัน เลซิตินได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วว่ามีความปลอดภัย โดยจัดให้อยู่ในกลุ่ม generally recognized as safe (GRAS) เนื่องจากเมื่อมีการบริโภคเลซิตินเข้าสู่ร่างกาย จะถูกตับเมตาบอไลต์จนหมดจึงไม่เกิดพิษหรือสะสมในร่างกาย (Sanger, 2001)

สารให้ความหวาน

1. <u>ซูโครส</u>

น้ำตาลซูโครส (sucrose) หรือ น้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) เป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจาก อ้อย (sugarcane) และหัวบีท (sugar beet) ค่าความหวานของน้ำตาลจะขึ้นกับอุณหภูมิและความเข้มข้นของน้ำตาล ซูโครสใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลชนิดต่างๆโดยซูโครสมีค่าความหวาน (relative sweetness) เท่ากับ 1 (Pennington และ Baker, 1990) ซูโครสจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ไฮโดรเลส-ซูเครส-ไอโซมอลเทส (hydrolase-sucrase-isomaltase) ที่เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้ได้เป็นกลูโคสและฟรักโตส และดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเพื่อใช้เป็นพลังงาน (Campbell and Farrell, 2006)

การบริโภคน้ำตาลในปริมาณสูงมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ เบาหวานชนิดที่ 2 และโรคอ้วน อย่างไรก็ตามโรคดังกล่าวมักเกิดจากสาเหตุอื่นร่วมด้วย ได้แก่ การบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูงการบริโภคอาหารที่มีไขมัน คอเลสเตอรอลหรือคาร์โบไฮเดรตสูง และการขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น (Choudhary, 2004; Gil และ Hardman, 2003; Fabricatore, 2006)

2. <u>มอลโตเด็กซ์ตริน</u>

มอลโตเด็กซ์ตริน เป็นโพลีเมอร์ของ D-glucose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคสิดิก (glucosidic bond) ส่วนใหญ่ผลิตจากแป้งข้าวโพดที่ผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลซิส (hydrolysis) มีลักษณะเป็นผงสีขาวละเอียด ดูดความชื้นได้ดี ถูกย่อยและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีเท่ากับกลูโคส ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม มอลโตเด็กซ์ตรินได้รับความนิยมอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสารละลายเกิดเจลแบบ thermoreversible หรือเกิดโครงร่างแห (macromolecule network) จึงช่วยเพิ่มความรู้สึกลื่นและมันในปาก (creamy mouthfeel) โดยเฉพาะอาหารสำเร็จรูปไขมันต่ำ (Nickerson และคณะ, 2006) และยังนิยมใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารทางการแพทย์ เนื่องจากละลายน้ำได้ดี และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงช่วยลดค่าออสโมแลลิตี้ในอาหารได้ (Nickerson และคณะ, 2006; Sanger, 2001)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร

1. ถั่วเหลืองกระเทาะเปลือก (ไร่ทิพย์ บริษัทธัญญะ จำกัด)
2. ข้าวกล้อง (โฮม เฟรช มาร์ท บริษัท ลิลลี่ไรซ์ จำกัด)
3. มอลโตเด็กซ์ตริน (บริษัท Black Horse Food Field International จำกัด)
4. น้ำมันเอ็มซีที (บริษัท Mead Johnson)
5. น้ำตาลทราย (มิตรผล บริษัท รวมเกษตรอุตสาหกรรม จำกัด)
6. เลซิตินแกรนูล (บริษัท ดี เอส พี นิวทริชั่น จำกัด)
7. สารแต่งกลิ่น วานิลลา อัลมอนต์ กล้วยหอม (บริษัท อีสต์เอเชียติก ประเทศไทย)
8. แป้งข้าวโพด (ไมซิน่า บริษัทซีพีอี/อายิ ประเทศไทย จำกัด)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องบดผสมอย่างละเอียด (Retsh Zm 1000)
2. หม้ออังไอน้ำ (water bath, W.C. Heraeus Hanau Type P5K)
3. เครื่องปั่นผสม (Moulinex 720, Jebsen & Jensen Co.Ltd.,France)
4. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic stirrer, Nuova 7 stirrer thermolyne, บริษัท Sybron Cooperation)
5. แร่งขนาด 16 และ 80 mesh
6. เครื่องบดอาหาร (Moulinex 720, Jebsen & Jensen Co.Ltd.,France)
7. pH meter (Pioneer 10 portable. Radiometer analytical, France)
8. เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Viscometer RI:2:M-H, บริษัท Rheology international)
9. ชุดสายให้อาหาร (Curity® stomach tube, บริษัท เคนดอลล์-แกมมาตรอน จำกัด)
10. ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven,WTB Binder, Germany)
11. หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave, All American model No.1941x และ Ashcroft Wisconsin aluminum foundry Co,Inc.)
12. Homogenizer (Jankel & Kunkel IKA®, Labortechnik)
13. เครื่องย่อยสลายโปรตีนแบบ Kjedahl (Buchi 430 Digester)
14. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Buchi 322 distillation unit & Buchi 3,42 control unit)
15. เตาเผาเถ้า (muffle furnace, Gallenkamp size Z, Tactical 308)
16. เครื่องหากากใยอาหาร (FIWE extraction unit for raw fiber content, Velp scientifical)

17. อุปกรณ์สกัดไขมัน (soxhlet apparatus ; Electromantle)
18. ตู้บ่มเชื้อ (incubator, Memmert UE/BE 100-800, Jebsen & Jensen Co.Ltd.,France)

วิธีการศึกษา

การศึกษามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. พิจารณาคัดเลือกวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร
2. เตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full-fat soy flour) ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม
3. สกัดแยกใยอาหารจากข้าวกล้องและประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ
4. พัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง
   4.1. คำนวณปริมาณวัตถุดิบเพื่อใช้ในสูตรอาหาร
   4.2. เตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง
   4.3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์
   4.4. ศึกษาปรับปรุงความคงตัว โดยการเติมสารแขวนลอย (suspending agent) ในปริมาณต่างๆและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์
   4.5. ศึกษาปรับปรุงความคงตัว โดยการเติมอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ในปริมาณต่างๆและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์
   4.6. ปรับปรุงรสชาติด้วยซูโครสและประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์
   4.7. ปรับปรุงกลิ่นและประเมินทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีให้คะแนนความยอมรับของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม
   4.8. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์
   4.9. วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา
5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for window version 15.0

1. <u>การพิจารณาเลือกวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการเตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง</u>

แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full-fat soy flour) เป็นแหล่งของโปรตีนในสูตรอาหาร

มอลโตเด็กซ์ตรินและน้ำตาลทราย เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ให้ความหวานและช่วยปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

น้ำมันเอ็มซีที เป็นแหล่งของไขมัน ร่างกายสามารถดูดซึมนำไปใช้ได้ง่ายและช่วยให้สูตรอาหารมีปริมาณไขมันที่เหมาะสม

ใยอาหารจากข้าวกล้อง เป็นแหล่งของใยอาหาร ช่วยให้การขับถ่ายของผู้ป่วยเป็นปกติ

แป้งข้าวโพดและเลซิติน เพื่อปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาหาร

2. <u>การเตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full-fat soy flour) ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม</u>

แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม เตรียมจากถั่วเหลืองกระเทาะเปลือกที่ผ่านการนึ่งจนสุกและอบแห้ง (ดวงหทัย ติณสูลานนท์, 2545) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (แสดงในรูปที่ 3)

2.1 การเตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม

2.1.1. นำถั่วเหลืองกระเทาะเปลือกมาคัดเลือกเปลือกและสิ่งสกปรกออก

2.1.2. ล้างและแช่ถั่วเหลืองกระเทาะเปลือกในน้ำประมาณ 6 ชั่วโมง (จนพองตัว)

2.1.3. นึ่งถั่วเหลืองกระเทาะเปลือกที่แช่น้ำแล้วตามข้อ 2.1.2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.1.4. อบในตู้อบไฟฟ้า (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น

2.1.5. นำถั่วเหลืองแห้งจากข้อ 2.1.4 มาบดด้วยเครื่องบดผสมแบบละเอียด นำไปผ่านแร่ง 80 mesh และเก็บแป้งถั่วเหลืองที่ได้ในภาชนะปิดสนิท

2.2 นำแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่เตรียมได้มาประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ โดยศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่

2.2.1. ลักษณะ สี กลิ่น ด้วยประสาทสัมผัส

2.2.2. การกระจายตัวในน้ำอุณหภูมิห้อง อัตราส่วนแป้งถั่วเหลืองต่อน้ำ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2.2.3. การกระจายตัวในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อัตราส่วนแป้งถั่วเหลืองต่อน้ำ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2.3 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Kangsadalampai และ Sungpuag, 1984 ; AOAC, 2000)

2.3.1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยการอบในตู้อบไฟฟ้า (hot air oven)

2.3.2. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี macro Kjedahl

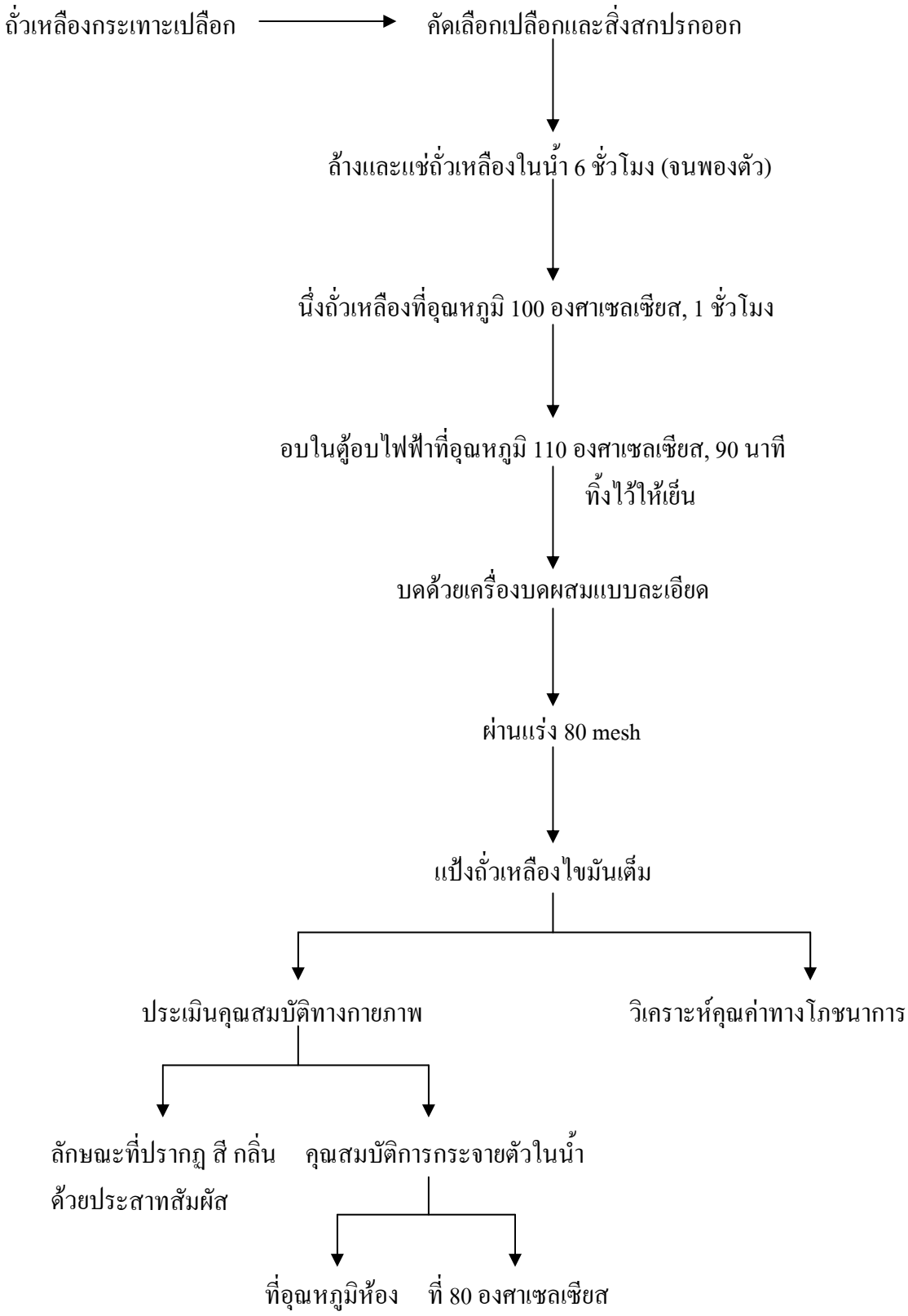
2.3.3. วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยเครื่อง soxhlet apparatus

2.3.4. วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยการเผาในเตาเผาเถ้า

2.3.5. วิเคราะห์ปริมาณกากใยอาหาร (crude fiber) โดยการย่อยด้วยกรดและด่างอ่อน

2.3.6. วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (dietary fiber) โดยการย่อยด้วยเอนไซม์

2.3.7. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณโดยนำผลรวมขององค์ประกอบที่วิเคราะห์ ได้จากข้อ 2.3.1 ถึง 2.3.5 มาหักออกจาก 100



รูปที่ 3 แผนภาพแสดงการเตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม

3. <u>การสกัดแยกใยอาหารจากข้าวกล้อง</u>

การเตรียมใยอาหารจากข้าวกล้องโดยการสกัดแยกใยอาหารจากข้าวกล้อง 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้องดิบ และข้าวกล้องสุก แผนภาพและวิธีการเตรียมใยอาหารแสดงในรูปที่ 4 ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 การเตรียมข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุกเพื่อใช้ในการสกัดใยอาหาร

3.1.1 ข้าวกล้องดิบ - บดข้าวกล้องดิบให้ละเอียด ด้วยเครื่องบดอาหาร

3.1.2 ข้าวกล้องสุก - หุงข้าวกล้องให้สุก และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอาหาร

3.2 ขั้นตอนการสกัดแยกใยอาหาร (Thibault, Renard และ Guillon. 1994)

3.2.1 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 2.5 เท่า โดยปริมาตรของข้าวกล้องแต่ละชนิด

3.2.2 ให้ความร้อน 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

3.2.3 กรองส่วนที่ใสออกด้วยผ้าขาวบาง

3.2.4 นำกากมากระจายตัวด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาณ 2.5 เท่า โดยปริมาตรของกาก

3.2.5 ปั่นในเครื่องปั่นอาหารให้ละเอียด และกรองส่วนที่ใสออกด้วยผ้าขาวบาง

3.2.6 เช่นเดียวกับข้อ 3.2.4 ถึง 3.2.5 จำนวน 3-5 ครั้ง

3.2.7 ล้างกากโดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาณ 2.5 เท่า โดยปริมาตรของกากจำนวน 3-5 ครั้ง

3.2.8 ล้างกากด้วยอะซิโตน 1 ครั้ง ทิ้งไว้จนแห้ง

3.2.9 อบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 + 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.2.10 บดให้ละเอียด โดยใช้เครื่องบดอาหาร

3.2.11 ผ่านแร่งขนาด 16 mesh จะได้ใยอาหารที่มีขนาดเล็กละเอียดเท่ากัน

3.2.12 เก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

3.3 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของใยอาหารจากข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุก โดยการศึกษาคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.3.1 การพองตัวในน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้อัตราส่วนใยอาหารต่อน้ำ 1:5 และ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่เวลา 0, 10, 30 และ 60 นาที

3.3.2 การพองตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วนใยอาหารต่อน้ำ 1:5 และ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่เวลา 0, 10, 30 และ 60 นาที

3.4 เลือกใยอาหารจากข้อ 3.3.1 และ 3.3.2 ที่มีการพองตัวในน้ำดีที่สุด เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของสูตรอาหาร

รูปที่ 4 แผนภาพวิธีการเตรียมใยอาหารจากข้าวกล้อง

4. <u>การพัฒนาสูตรอาหารทางการแพทย์เสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง</u> (แสดงในรูปที่ 5)

4.1 การคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบ

อาหารที่สมดุลสำหรับผู้ที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควรมีการกระจายพลังงานที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย โดยควรมีการกระจายพลังงานต่อวันจากโปรตีนร้อยละ 10-35 ไขมันร้อยละ 20-35 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-55 (Food and Nutrition Board [FNB], 2002) และควรได้รับใยอาหาร 20-35 กรัม ต่อวัน (Eduard และคณะ, 2004)

4.1.1 คำนวณหาปริมาณสารอาหารโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เพื่อให้ได้ตามความต้องการ โดยกำนดให้สูตรอาหารมีพลังงาน 1 กิโลแคลอรีต่อ 1 มิลลิลิตร ดังนั้นจากการคำนวณอาหารทางการแพทย์ 100 มิลลิลิตร จะมีส่วนประกอบของโปรตีน 3.75 กรัม ไขมัน 3.33 กรัมคาร์โบไฮเดรต 13.75 กรัม และใยอาหาร 1-1.75 กรัม (วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวก ก)

4.1.2 คำนวณปริมาณวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งถั่วเหลือง น้ำมันเอ็มซีทีและมอลโตเด็กซ์ตรินที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร ให้มีสารอาหารที่ให้พลังงานตามที่กำหนด แต่คำนวณใยอาหารจากข้าวกล้องให้มีปริมาณต่างๆกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

<u>ตารางที่ 4</u> ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง (จากการคำนวณ)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร)			
	สูตร 1	**สูตร 2**	**สูตร 3**	**สูตร 4**
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	8.47	8.47	8.47	8.47
2. น้ำมันเอ็มซีที	1.56	1.56	1.56	1.56
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	12.34	12.34	12.34	12.34
4. ใยอาหารจากข้าวกล้อง	**0.55**	**0.80**	**1.05**	**1.30**
5. เติมน้ำจนครบ	100			

4.2. การเตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง

4.2.1. เตรียมสูตรอาหาร โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.1.1 นำแป้งถั่วเหลือง น้ำมันเอ็มซีทีและมอลโตเด็กซ์ตรินมาผสมในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากัน

4.2.1.2 นำใยอาหารจากข้าวกล้องเติมน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อัตราส่วนใยอาหารจากข้าวกล้องต่อน้ำร้อน เท่ากับ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที จนพองตัว

4.2.1.3 นำส่วนประกอบในข้อ 4.2.1.1 และ 4.2.1.2 ผสมกัน และปรับปริมาตรด้วยน้ำ

4.2.1.4 ปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมจนเป็นอิมัลชั่น

4.2.1.5 ได้อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

4.2.2. ให้ความร้อนบนเครื่องอังน้ำ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

4.2.3. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization) เป็นเวลา 30 นาที

4.2.4. บรรจุในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดให้สนิท และนำมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อทำให้ปราศจากเชื้อ 2 วิธี ได้แก่

4.2.4.1 พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ได้สูตรอาหาร P1, P2, P3 และ P4 เก็บผลิตภัณฑ์ในที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

4.2.4.2 สเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ได้สูตรอาหาร S1, S2, S3 และ S4 เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน

4.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

4.3.1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ (สูตร P1, P2, P3 และ P4) ที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และ 7 วัน โดยศึกษาคุณสมบัติต่อไปนี้

4.3.1.1 สี กลิ่นและลักษณะที่ปรากฏ จากประสาทสัมผัส

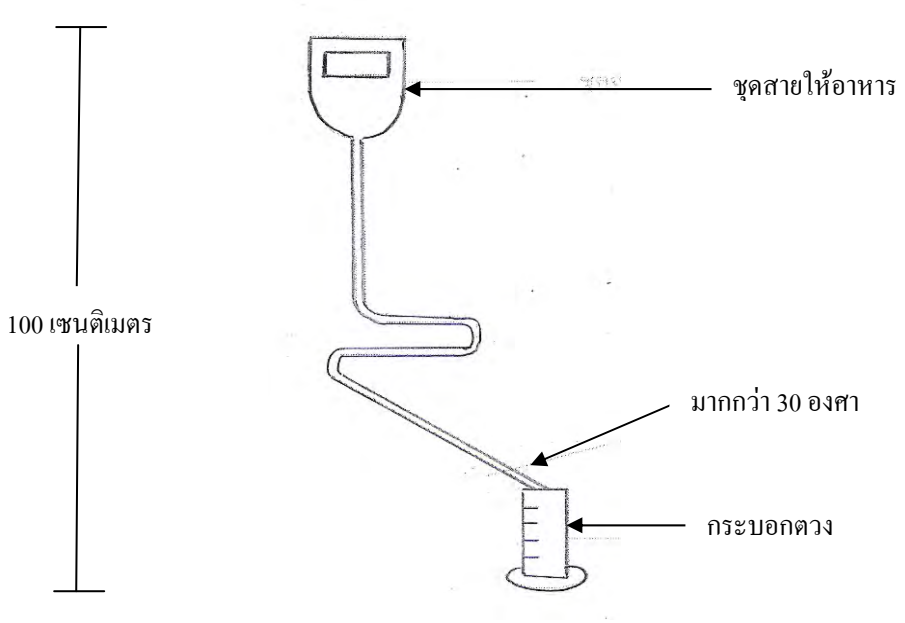
4.3.1.2 การตกตะกอน จากการสังเกตด้วยตาเปล่า

4.3.1.3 ความหนืด โดยใช้ viscometer

4.3.1.4 อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 โดยการนำอาหาร 50 มิลลิลิตร ไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ตามแบบจำลองในรูปที่ 5

4.3.1.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter

4.3.2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไรส์ที่เวลาเริ่มต้นและเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน โดยวิธีเดียวกับข้อ 4.3.1.1-4.3.1.5



รูปที่ 5 แบบจำลองการให้อาหารผ่านสายให้อาหารในโรงพยาบาล (Worawongtud, 1991)

4.4 ศึกษาปรับปรุงความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยการเติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50-2.00 เพื่อเป็นสารแขวนลอยซึ่งช่วยลดการตกตะกอนของสูตรอาหาร

4.4.1 เลือกสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติดีที่สุดจากข้อ 4.3.1 มาเติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 และฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเช่นเดียวกับข้อ 4.3.1.1-4.3.1.5

4.4.2 เลือกสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติดีที่สุดจากข้อ 4.3.2 มาเติมแป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 และฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เช่นเดียวกับวิธีในข้อ 4.3.1.1-4.3.1.5

4.5 ศึกษาปรับปรุงความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยการเติมเลซิตินร้อยละ 0.10-0.70 เพื่อลดการแยกชั้นของไขมัน

4.5.1. เลือกสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติดีที่สุดจากข้อ 4.4.1 มาเติมเลซิตินร้อยละ 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 และ 0.50 และฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเช่นเดียวกับข้อ 4.3.1.1-4.3.1.5

4.5.2. เลือกสูตรอาหารที่มีคุณสมบัติดีที่สุดจากข้อ 4.4.2 มาเติมเลซิตินร้อยละ 0.30, 0.50 และ 0.70 และฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เช่นเดียวกับข้อ 4.3.1.1-4.3.1.5

4.6 การปรับปรุงรสชาติโดยใช้ซูโครสและประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้

4.6.1 การปรับปรุงรสชาติโดยใช้ซูโครส

นำสูตรอาหารที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุดจากข้อ 4.5.1 และ 4.5.2 มาปรับปรุงรสชาติโดยปรับซูโครสและมอลโตเด็กซ์ตรินในอัตราส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ซูโครส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 0 : 100 โดยน้ำหนัก
ซูโครส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 10 : 90 โดยน้ำหนัก
ซูโครส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 20 : 80 โดยน้ำหนัก
ซูโครส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 30 : 70 โดยน้ำหนัก
ซูโครส : มอลโตเด็กซ์ตริน = 40 : 60 โดยน้ำหนัก

4.6.2 ประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้

นำผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่เตรียมได้จากข้อ 4.6.1 มาประเมินความพอใจในรสชาติ โดยผู้ประเมินกึ่งฝึกฝน 10 ราย ให้คะแนนความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ (แบบประเมินแสดงในภาคผนวก ง) ตั้งแต่ 1-5 โดยคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 5 = ชอบมากที่สุด เลือกสูตรที่ได้คะแนนมากที่สุดเพื่อปรับปรุงกลิ่นต่อไป

4.7 ปรับปรุงกลิ่นและประเมินทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีให้คะแนนความยอมรับของ ผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม (แบบประเมินแสดงในภาคผนวก ง)

4.7.1 เลือกผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคมีความพึงพอใจมากที่สุดจากการปรับปรุงรสชาติในข้อ มาทำการปรับปรุงกลิ่นต่างๆ 3 ชนิด ดังนี้

4.7.1.1 ไม่แต่งกลิ่น

4.7.1.2 แต่งกลิ่นวานิลลาร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของผลิตภัณฑ์

4.7.1.3 แต่งกลิ่นกล้วยหอมร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของผลิตภัณฑ์

4.7.2 ประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยนำผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่เตรียมได้จากข้อ 4.7.1 มาประเมินทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีให้คะแนนความยอมรับของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยผู้ประเมินกึ่งฝึกฝน 10 ราย ให้คะแนนความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ 1- 5 โดยคะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด และคะแนน 5 = ชอบมากที่สุด (Marshall และคณะ, 2003; Watt และคณะ, 1989) เลือกสูตรอาหารที่ได้คะแนนมากที่สุด

4.8 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์

นำสูตรอาหารทางการแพทย์ที่ได้คะแนนมากที่สุดจากข้อ 4.7.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีเช่นเดียวกับข้อ 2.3

4.9 วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (รายละเอียดและวิธีวิเคราะห์อยู่ในภาคผนวก ค)

นำผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในข้อ 4.7.2 บรรจุในขวดแก้วฝาเกลียวปิดสนิท ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทำการวิเคราะห์ที่วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ในที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ทำการวิเคราะห์ที่วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน โดยทำการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้ (Food and Drug Administration, 1998)

4.9.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (total plate count, mesophilic bacteria)

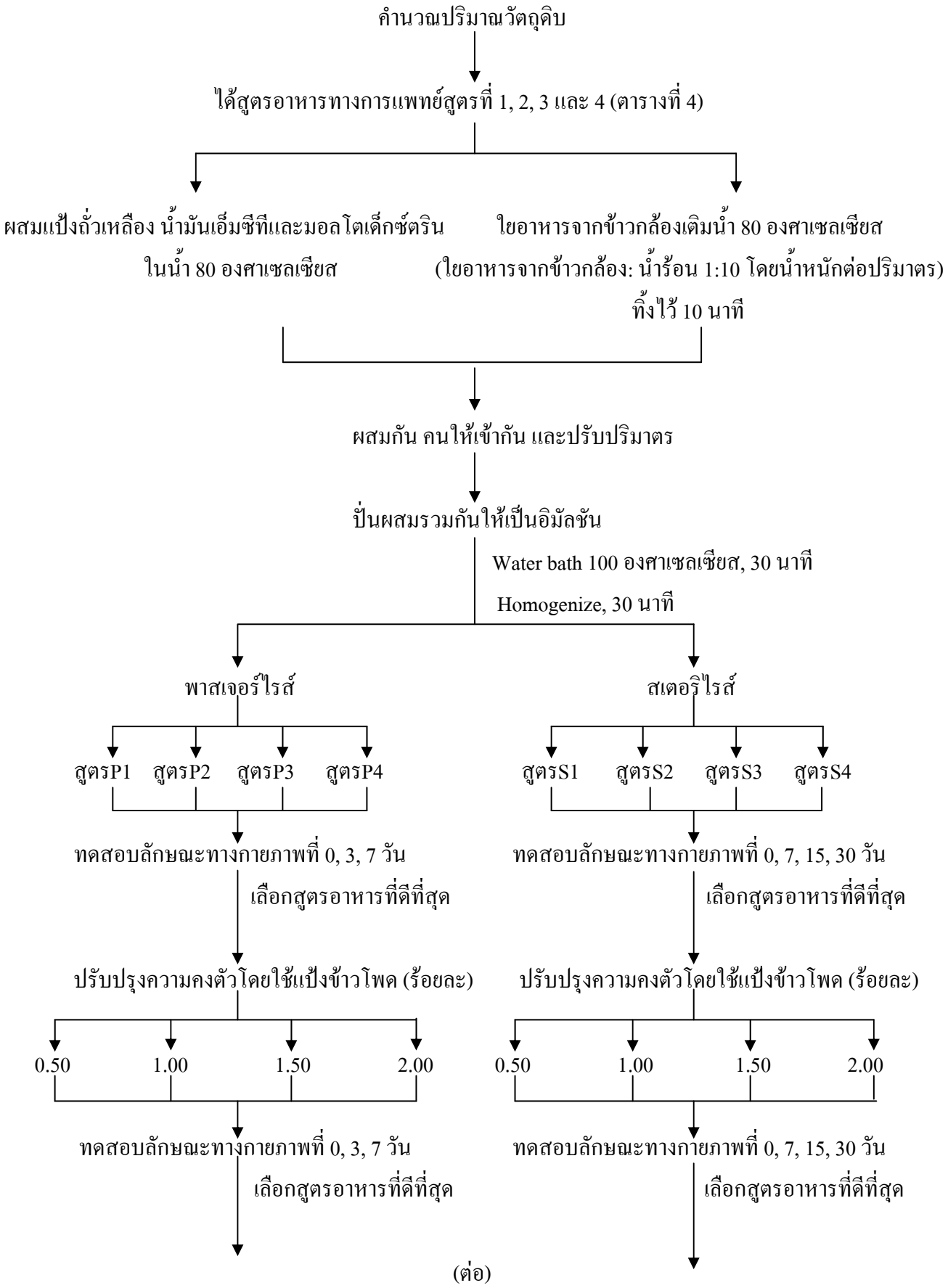
4.9.2 จำนวนยีสต์และรา (yeast and mold count)

4.9.3 จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) และ *Escherichia coli*

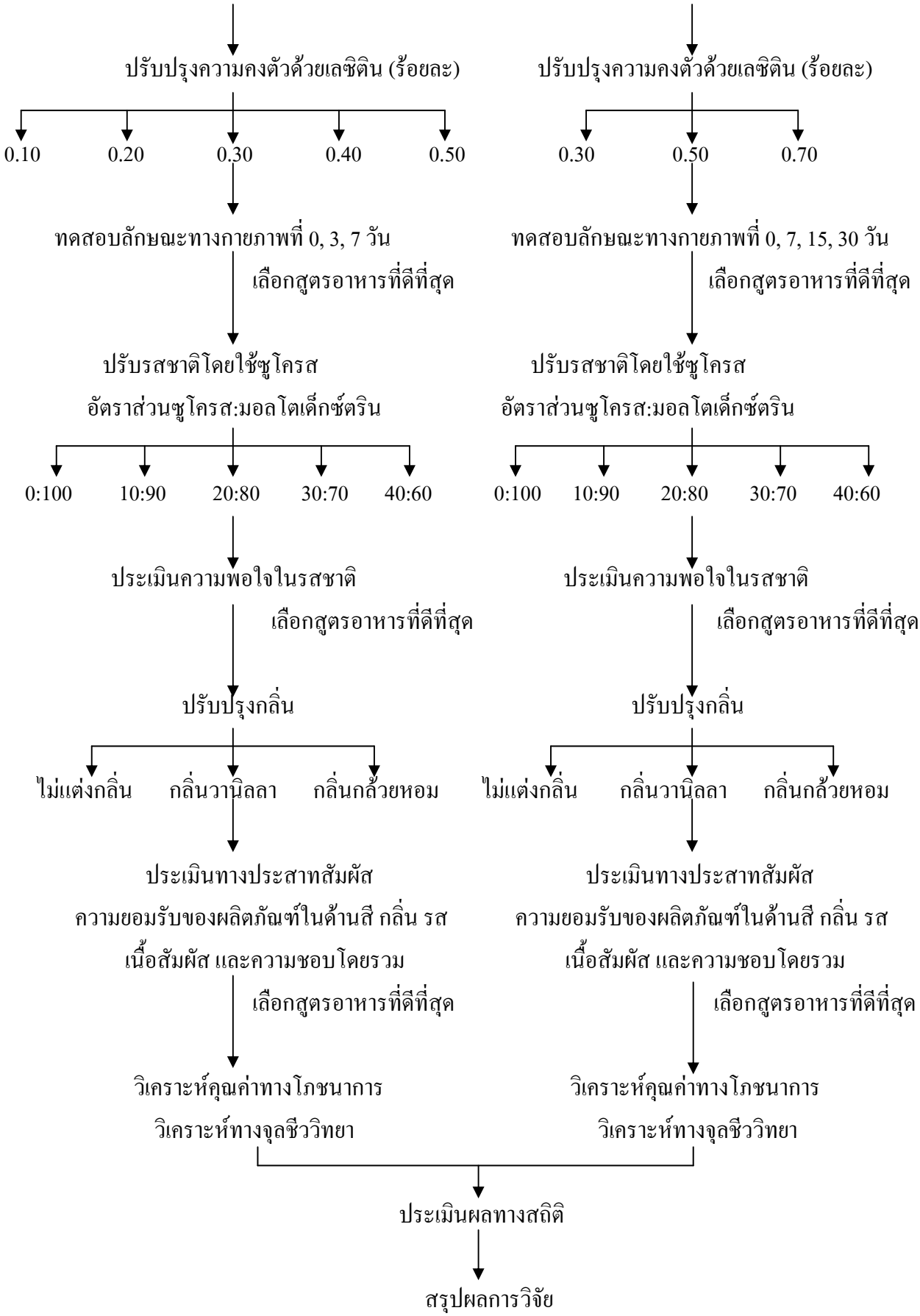
4.9.4 การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus*

5 <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u>

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และคะแนนที่ได้จากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของสูตรอาหารทางการแพทย์แต่ละสูตร ใช้ one-way analysis of variance การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคู่ใช้ Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for window version 15.0



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง



รูปที่ 6 (ต่อ) แผนภาพแสดงขั้นตอนการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

1. <u>ส่วนประกอบที่เลือกใช้</u>

ส่วนประกอบที่เลือกใช้ในอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ได้แก่ แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม มอลโตเด็กซ์ตริน น้ำมันเอ็มซีที ใยอาหารจากข้าวกล้อง เติมสารแขวนลอย และอิมัลซิไฟเออร์ เพื่อปรับปรุงความคงตัวของสูตรอาหารในภายหลัง

2. <u>การเตรียมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม ประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม</u>

แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มเตรียมจากถั่วเหลืองที่ผ่านการนึ่ง อบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที เป็นผงละเอียด สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมของถั่วเหลือง เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยการทดสอบการกระจายตัวในน้ำอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อน้ำ 10 มิลลิลิตร ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

<u>ตารางที่ 5</u> การกระจายตัวในน้ำของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (อัตราส่วนแป้งถั่วเหลือง:น้ำ เท่ากับ 1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)

อุณหภูมิน้ำ	การกระจายตัวในน้ำและลักษณะที่ปรากฏ
อุณหภูมิห้อง	กระจายตัวในน้ำได้บางส่วน แต่จะตกตะกอนทันทีเมื่อตั้งทิ้งไว้
อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	กระจายตัวในน้ำได้ดี และไม่ตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5 นาที

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม พบว่ามีความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และกากใยอาหาร ร้อยละ 7.76, 44.27, 20.91, 16.61, 5.16, 5.29 และ ตามลำดับ และมีพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 41.02, 43.59 และ 15.39 ของพลังงานทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	พลังงาน (ร้อยละของพลังงานทั้งหมด)
ความชื้น	7.76 (0.17)*	-
โปรตีน	44.27 (0.33)*	41.02
ไขมัน	20.91 (0.42)*	43.59
คาร์โบไฮเดรต	16.61 (0.45)*	15.39
เถ้า	5.16 (0.15)*	-
กากใยอาหาร	5.29 (0.19)*	-

*ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 4 ครั้ง ค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การสกัดแยกใยอาหารจากข้าวกล้อง

ผลการสกัดใยอาหารจากข้าวกล้อง 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุก ปริมาณใยอาหารจากข้าวกล้องที่สกัดได้และลักษณะที่ปรากฏ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณใยอาหารที่ได้จากข้าวกล้อง 100 กรัม และลักษณะของใยอาหารจากข้าวกล้อง

ชนิดใยอาหาร	ปริมาณใยอาหารที่ได้จากข้าวกล้อง 100 กรัม	ลักษณะที่ปรากฏ
ข้าวกล้องดิบ	5.08 (0.31)*	ใยอาหารเส้นเล็ก สีขาว หยาบ เกาะติดกันเป็นก้อนเล็กน้อย
ข้าวกล้องสุก	5.51 (0.21)*	ใยอาหารเส้นเล็ก สีน้ำตาล ละเอียด ไม่เกาะติดกันเป็นก้อน

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ครั้ง ค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของใยอาหารที่สกัดได้จากข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุก ผลการทดสอบการพองตัวในน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนใยอาหารต่อน้ำ 1:5 และ 1:10 โดยน้ำหนักของใยอาหารต่อปริมาตรของน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ แสดงในตารางที่ 8

จากข้าวกล้อง 100 กรัม พบว่าใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องสุกมีปริมาณมากกว่าใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องดิบ ใยอาหารจากข้าวกล้องสุกมีขนาดเล็กละเอียด พองตัวในน้ำได้ดีกว่าใยอาหารจากข้าวกล้องดิบเมื่อตั้งทิ้งไว้ ทั้งในน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ดังนั้นใยอาหารจากข้าวกล้องสุกจึงเหมาะสมที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหาร

ตารางที่ 8 การพองตัวในน้ำของใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องดิบและข้าวกล้องสุก เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิของน้ำ	ใยอาหาร:น้ำ	ระยะเวลา (นาที)	การพองตัว*	
			ข้าวกล้องดิบ	ข้าวกล้องสุก
อุณหภูมิห้อง	1:5	0	0	+
		10	+	++
		30	+	++
		60	+	++
	1:10	0	0	+
		10	+	++
		30	+	++
		60	+	++
อุณหภูมิ 80°C	1:5	0	0	+
		10	+	+++
		30	+	+++
		60	+	+++
	1:10	0	0	+
		10	+	+++
		30	+	+++
		60	+	+++

*การพองตัว

0 = ไม่พองตัว

+ = พองตัวเล็กน้อย

++ = พองตัวปานกลาง

+++ = พองตัวมาก

++++ = พองตัวมากที่สุด

4. การพัฒนาสูตรอาหารทางการแพทย์เสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง

4.1 การคำนวณสูตรอาหาร

เมื่อคำนวณปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร โดยกำหนดให้สูตรอาหารมีการกระจายพลังงานที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายของผู้ที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือได้รับพลังงานต่อวันเท่ากับ 2000 กิโลแคลอรี โดยได้รับพลังงานจากโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 300, 600 และ 1100 กิโลแคลอรี คิดเป็นร้อยละ 15, 30 และ 55 ตามลำดับ และให้ได้รับใยอาหาร 20-35 กรัมต่อวัน กำหนดให้สูตรอาหารมีความเข้มข้นของพลังงาน 1 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร จากการคำนวณจะได้สูตรอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่มีส่วนประกอบ ดังนี้ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	8.47	8.47	8.47	8.47
2. น้ำมันเอ็มซีที	1.56	1.56	1.56	1.56
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	12.34	12.34	12.34	12.34
4. ใยอาหารจากข้าวกล้อง	0.55	0.80	1.05	1.30
5. เติมน้ำจนครบ	100			

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรตามตารางที่ 9 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (สูตร P1-P4) แสดงในตารางที่ 10-12 และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ (สูตร S1-S4) แสดงในตารางที่ 13-16

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ทุกสูตร (สูตรP1, P2, P3 และ P4) ที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80, 1.05 และ 1.30 ที่เวลาเริ่มต้น มีการตกตะกอนแยกชั้นและเด่นชัดมากขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน แต่มีความหนืดอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ไม่เกิน 170 เซนติพอยด์) อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (มากกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสม (ไม่ต่ำกว่า 5.00)

สูตร P4 ซึ่งมีใยอาหารจากข้าวกล้องมากที่สุดคือร้อยละ 1.30 มีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีการแยกชั้นและตกตะกอนน้อยที่สุด การพองตัวของใยอาหารจากข้าวกล้องทำให้สูตร P4 มีค่าความหนืดสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งช่วยแขวนลอยตะกอนได้ดี แต่อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของสูตรอาหาร P4 ช้ากว่าสูตร P1, P2 และ P3 ที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ดังนั้นสูตร P4 จึงเหมาะสมในการนำไปปรับปรุงความคงตัวต่อไป

ตารางที่ 10 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง และผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
P1	0.55	แยกเป็น 2 ชั้น ไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีม เขย่าแล้วกระจายตัวได้ดี กลิ่นหอมถั่วเหลือง	++	5.37 (0.16)[a]	16.38 (0.14)[a]	7.03 (0.06)[a]
P2	0.80	เหมือนสูตร P1	++	9.12 (0.10)[b]	15.79 (0.19)[b]	7.01 (0.05)[a]
P3	1.05	เหมือนสูตร P1	++	11.44 (0.10)[c]	15.06 (0.04)[b]	7.08 (0.04)[a]
P4	1.30	เหมือนสูตร P1	++	13.70 (0.12)[d]	14.43 (0.17)[c]	7.12 (0.03)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
P1	0.55	แยกเป็น 2 ชั้น เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีมจับตัวเป็นก้อนแข็ง เขย่าแล้วกระจายตัวยาก มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	++++	5.25 (0.17)[a]	16.40 (0.05)[a]	6.89 (0.03)[a]
P2	0.80	เหมือนสูตร P1	++++	8.65 (0.18)[b]	15.83 (0.08)[b]	6.84 (0.05)[a]
P3	1.05	แยกเป็น 2 ชั้น ไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีมจับตัวเป็นก้อน เมื่อเขย่าจะกระจายตัวดีกว่าสูตร P1 และ P2 มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	++++	11.21 (0.12)[c]	15.18 (0.06)[b]	6.89 (0.03)[a]
P4	1.30	แยกเป็น 2 ชั้น ไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีมจับตัวหลวมๆ เขย่าแล้วกระจายตัวดีกว่าสูตร P1, P2 และ P3 มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+++	13.64 (0.17)[d]	14.40 (0.05)[d]	6.92 (0.04)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง +++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 12 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
P1	0.55	เหมือนวันที่ 3	++++	4.89 (0.11)[a]	16.48 (0.07)[a]	6.75 (0.00)[a]
P2	0.80	เหมือนวันที่ 3	++++	8.52 (0.16)[b]	15.91 (0.07)[b]	6.73 (0.03)[a]
P3	1.05	เหมือนวันที่ 3	++++	11.19 (0.07)[c]	15.21 (0.03)[b]	6.76 (0.04)[a]
P4	1.30	เหมือนวันที่ 3	+++	13.45 (0.18)[d]	14.46 (0.07)[d]	6.79 (0.06)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ทุกสูตรได้แก่ สูตรที่ S1, S2, S3 และ S4 ที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80, 1.05 และ 1.30 ที่เวลาเริ่มต้น และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน ให้ผลที่สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ทุกสูตร (สูตร S1, S2, S3 และ S4) มีการตกตะกอนแยกชั้นที่เวลาเริ่มต้นและเด่นชัดมากขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน แต่มีความหนืดอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ไม่เกิน 170 เซนติพอยด์) อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (มากกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสม (ไม่ต่ำกว่า 5.00)

สูตร S4 ซึ่งมีใยอาหารจากข้าวกล้องมากที่สุดคือร้อยละ 1.30 มีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีการแยกชั้นและตกตะกอนน้อยที่สุด การพองตัวของใยอาหารจากข้าวกล้องทำให้สูตร S4 มีค่าความหนืดสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งช่วยแขวนลอยตะกอนได้ดี แต่ทำให้อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของสูตรอาหาร S4 ช้ากว่าสูตร S1, S2 และ S3 ที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ดังนั้นสูตร S4 จึงเหมาะสมในการนำไปปรับปรุงความคงตัวต่อไป

ตารางที่ 13 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
S1	0.55	แยกเป็น 2 ชั้น ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีน้ำตาลอ่อน มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นหอมถั่วเหลือง	++	7.55 (0.01)[a]	16.18 (0.14)[a]	6.99 (0.03)[a]
S2	0.80	เหมือนสูตร S1	++	10.53 (0.03)[b]	13.62 (0.33)[b]	7.01 (0.05)[a]
S3	1.05	เหมือนสูตร S1	++	11.89 (0.02)[c]	13.08 (0.09)[c]	7.05 (0.05)[a]
S4	1.30	เหมือนสูตร S1	++	12.52 (0.03)[d]	12.57 (0.07)[d]	7.08 (0.08)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 14 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
S1	0.55	แยกเป็น 2 ชั้น ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีน้ำตาลอ่อนจับตัวแน่น มีคราบสีเหลืองลอยที่ผิวหน้าชัดเจน เขย่าแล้วกระจายตัวยาก กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	++++	6.11 (0.02)[a]	16.55 (0.19)[a]	6.78 (0.03)[a]
S2	0.80	เหมือนสูตร S1	++++	10.50 (0.00)[b]	14.12 (0.09)[b]	6.80 (0.04)[a]
S3	1.05	แยกเป็น 2 ชั้น ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีน้ำตาลอ่อนจับตัวหลวมๆ มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย เขย่าแล้วกระจายตัวดีกว่าสูตร S1 และ S2 กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+++	11.81 (0.02)[c]	13.43 (0.11)[c]	6.82 (0.23)[a]
S4	1.30	แยกเป็น 2 ชั้นไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลว สีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีน้ำตาลอ่อน จับตัวหลวมๆ มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย เขย่าแล้วกระจายตัวดีกว่าสูตร S1, S2 และ S3 กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+++	12.44 (0.01)[d]	12.62 (0.05)[d]	6.84 (0.03)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง +++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd]เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
S1	0.55	เหมือนวันที่ 7	++++	5.99 (0.11)[a]	16.62 (0.08)[a]	6.51 (0.06)[a]
S2	0.80	เหมือนวันที่ 7	++++	9.31 (0.02)[b]	14.37 (0.05)[b]	6.57 (0.02)[a]
S3	1.05	เหมือนวันที่ 7	+++	9.85 (0.06)[c]	13.51 (0.06)[c]	6.54 (0.01)[a]
S4	1.30	เหมือนวันที่ 7	+++	11.23 (0.06)[d]	13.16 (0.06)[d]	6.60 (0.07)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 16 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองที่เสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

สูตรอาหาร	ใยอาหารจากข้าวกล้อง (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
S1	0.55	เหมือนวันที่ 7 และ 15	++++	5.58 (0.02)[a]	16.02 (0.08)[a]	6.24 (0.03)[a]
S2	0.80	เหมือนวันที่ 7 และ 15	++++	8.99 (0.00)[b]	15.32 (0.05)[b]	6.27 (0.02)[a]
S3	1.05	เหมือนวันที่ 7 และ 15	+++	9.41 (0.06)[c]	14.94 (0.06)[c]	6.30 (0.05)[a]
S4	1.30	เหมือนวันที่ 7 และ 15	+++	10.88 (0.06)[d]	14.13 (0.06)[d]	6.26 (0.02)[a]

[1]การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3 การศึกษาปรับปรุงความคงตัว ลดการแยกชั้นและการตกตะกอนของแป้งถั่วเหลืองโดยการเติมวัตถุเจือปนอาหาร

จากผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์สูตร P4 และ S4 ซึ่งประกอบด้วยใยอาหารร้อยละ 1.30 ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่ดีที่สุด แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ยังพบว่าเกิดตะกอนและการแยกชั้นของไขมัน ดังนั้นจึงทดลองใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอย คือ แป้งข้าวโพด ปริมาณร้อยละ 0.50-2.00 เพื่อช่วยแขวนตะกอนและลดการตกตะกอนของสูตรอาหาร แล้วเลือกสูตรที่มีการตกตะกอนน้อยที่สุดมาเติมอิมัลซิไฟเออร์ คือ เลซิติน ปริมาณร้อยละ 0.10-0.70 เพื่อลดการแยกชั้นของไขมัน และเลือกสูตรอาหารที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุด ได้แก่ สี กลิ่นและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพื่อปรับปรุงรสชาติต่อไป

4.3.1 การปรับปรุงความคงตัวของสูตรอาหาร โดยการเติมแป้งข้าวโพด เพื่อเป็นสารแขวนลอย

สูตรอาหาร P4 ที่ประกอบด้วยใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 ซึ่งผ่านการ ฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ได้ทดลองเติมแป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 มีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีการแยกชั้นและตกตะกอนน้อย มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม (ตารางที่ 17-19) เมื่อเติมแป้งข้าวโพดปริมาณมากขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดมากขึ้น สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 2.00 จะมีความหนืดสูงกว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50, 1.00 และ 1.50 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีก้อนแป้งจับตัวลอยที่ผิวหน้าเกิดการอุดตันของสายให้อาหารตั้งแต่วันเริ่มต้นจึงไม่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาสูตรอาหารต่อไป ในขณะที่สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50 เกิดการตกตะกอนแยกชั้นตั้งแต่วันเริ่มต้น และชัดเจนมากขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน ส่วนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.00 เกิดการตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และชัดเจนมากขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 7 วัน ดังนั้นสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 จึงเหมาะสมในการนำไปปรับปรุงความคงตัว

ตารางที่ 17 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12[2] (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.50	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน มีคราบสีเหลืองอ่อนที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นหอมถั่วเหลือง	+	28.39 (0.05)[a]	13.47 (0.06)[a]	6.96 (0.04)[a]
1.00	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50	0	34.04 (0.04)[b]	11.40 (0.22)[b]	6.99 (0.01)[a]
1.50	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50	0	48.07 (0.04)[c]	9.34 (0.11)[c]	7.00 (0.04)[a]
2.00	ของเหลวสีครีม มีก้อนแป้งและคราบสีเหลืองลอยที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	74.07 (0.05)[d]	0	7.04 (0.06)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

[2] การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12

0 = อุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 18 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12[2] (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.50	แยกชั้นเป็น 2 ชั้น เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีมจับตัวหลวมๆ เขย่าแล้วกระจายตัวได้ดี มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	++	28.40 (0.02)[a]	13.63 (0.11)[a]	6.92 (0.03)[a]
1.00	แยกชั้นเป็น 2 ชั้น ไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีครีมจับตัวหลวมๆ เขย่าแล้วกระจายตัวได้ดี มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+	35.04 (0.04)[b]	12.11 (0.12)[b]	6.92 (0.02)[a]
1.50	เหมือนวันเริ่มต้น	0	49.07 (0.06)[c]	9.24 (0.21)[c]	6.96 (0.02)[a]
2.00	เหมือนวันเริ่มต้น	0	76.05 (0.05)[d]	0	6.96 (0.04)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

[2] การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12

0 = อุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 19 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12[2] (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.50	เหมือนวันที่ 3	++	28.02 (0.02)[a]	13.63 (0.07)[a]	6.83 (0.01)[a]
1.00	เหมือนวันที่ 3	+	35.44 (0.01)[b]	11.91 (0.12)[b]	6.85 (0.04)[a]
1.50	เหมือนวันเริ่มต้น	0	49.44 (0.06)[c]	8.89 (0.24)[c]	6.87 (0.05)[b]
2.00	เหมือนวันเริ่มต้น	0	75.60 (0.08)[d]	0	6.91 (0.03)[b]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

[2] การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12

0 = อุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สูตรอาหาร S4 ที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ได้ทำการเติมแป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พบว่าสูตรอาหารทั้ง 4 สูตรไม่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาสูตรอาหารต่อไป เนื่องจากสูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50 เป็นสูตรอาหารที่มีความหนืดต่ำ และมีการตกตะกอนแยกชั้นและมีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ในขณะที่สูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.00 มีลักษณะเป็นของเหลวสีครีม มีก้อนแป้งจับตัวลอยที่ผิวหน้าและมีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย เมื่อทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 เกิดการอุดตันของสายให้อาหาร ส่วนสูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และ 2.00 มีลักษณะเป็นของกึ่งแข็ง ไม่สามารถวัดความหนืด และทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ได้ ดังนั้นสูตรอาหารทั้ง 4 สูตรในข้างต้น จึงไม่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาสูตรอาหารต่อไป (ตารางที่ 20 และ21)

จึงปรับปริมาณแป้งข้าวโพดให้อยู่ในระหว่างร้อยละ 0.50-1.00 ได้แก่ ร้อยละ 0.60, 0.75 และ 0.90 พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่ตกตะกอน แต่มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7, 15 และ 30 วัน ไม่มีการอุดตันเมื่อทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.60 และ 0.75 ตกตะกอนแยกชั้นและมีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อยเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7,15 และ 30 วัน มีความหนืดต่ำกว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และมีอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเร็วกว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกัน(ตารางที่ 22-25) ดังนั้นสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 จึงเหมาะสมในการนำไปปรับปรุงความคงตัวโดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์

ตารางที่ 20 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)[2*]	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12[2] (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.50	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน มีตราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	40.27 (0.19)[a]	10.46 (0.12)[a]	6.97 (0.02)[a]
1.00	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50	0	55.32 (0.16)[b]	8.89 (0.06)[b]	7.00 (0.06)[a]
1.50	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50	0	68.81 (0.07)[c]	7.86 (0.08)[c]	7.02 (0.09)[a]
2.00	เป็นของกึ่งแข็ง มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	0	90.87 (0.12)[d]	0	7.00 (0.08)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

[2] การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12

0 = อุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 21 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)[2*]	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.50	แยกเป็น 2 ชั้นไม่เด่นชัด ชั้นบนเป็นของเหลวสีขาวน้ำนม ชั้นล่างเป็นตะกอนสีน้ำตาลอ่อน มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า เขย่าแล้วกระจายตัวได้ดี กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+	41.20 (0.06)[a]	10.61 (0.12)	6.70 (0.05)[a]
1.00	ของเหลวสีครีม มีก้อนแป้งจับตัวกันลอยที่ผิวหน้า มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	0	0	0	6.70 (0.08)[a]
1.50	เป็นของกึ่งแข็ง มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้า กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	0	0	0	6.76 (0.06)[a]
2.00	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50	0	0	0	6.72 (0.08)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

[2] การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12

0 = อุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 22 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.60	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	44.07 (0.26)[b]	10.77 (0.09)[b]	7.00 (0.03)[a]
0.75	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.60	0	48.75 (0.15)[c]	9.43 (0.12)[c]	6.98 (0.02)[a]
0.90	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.60	0	52.02 (0.06)[d]	8.88 (0.06)[d]	6.97 (0.03)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 23 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.60	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ตกตะกอนแยกชั้นเล็กน้อย มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	+	43.58 (0.17)[b]	10.79 (0.09)[b]	6.74 (0.10)[a]
0.75	เหมือนสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.60	+	48.50 (0.05)[c]	9.50 (0.14)[c]	6.77 (0.07)[a]
0.90	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นเหมือนตอนเริ่มต้น	0	51.75 (0.13)[d]	8.90 (0.03)[d]	6.80 (0.06)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 24 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.60	เหมือนวันที่ 7	+	43.49 (0.08)[a]	10.78 (0.15)[a]	6.77 (0.01)[a]
0.75	เหมือนวันที่ 7	+	48.42 (0.05)[b]	9.60 (0.14)[b]	6.76 (0.02)[a]
0.90	เหมือนวันที่ 7	0	51.60 (0.06)[c]	8.93 (0.04)[c]	6.76 (0.02)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 25 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.60	เหมือนวันที่ 7 และ 15	+	43.38 (0.02)[a]	10.79 (0.12)[a]	6.26 (0.07)[a]
0.75	เหมือนวันที่ 7 และ 15	+	48.32 (0.03)[b]	9.69 (0.04)[b]	6.29 (0.05)[a]
0.90	เหมือนวันที่ 7 และ 15	0	51.49 (0.04)[c]	8.98 (0.03)[c]	6.33 (0.06)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3.2 การปรับปรุงความคงตัวของสูตรอาหาร โดยการเติมเลซิตินเพื่อเป็นอิมัลซิไฟเออร์

นำสูตรอาหารที่ดีที่สุดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ คือ สูตรที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 และแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และสูตรอาหารที่ดีที่สุดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ คือ สูตรที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 และแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 มาเติมเลซิติน เพื่อลดการแยกชั้นของไขมัน

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เติมเลซิติน ร้อยละ 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 และ 0.50 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีสเตอริไรส์ เติมเลซิตินร้อยละ 0.30, 0.50 และ 0.70 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่าน การฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ต้องผ่านความร้อนสูง จึงมีการตกตะกอนและการแยกชั้นของไขมันมากกว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ สูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์จึงมีแนวโน้มที่ควรเติมเลซิตินในปริมาณที่สูงกว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์

ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ พบว่าสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.50 คือสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ดี เป็นของเหลว สีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการตกตะกอนแยกชั้น มีกลิ่นหอมถั่วเหลือง ตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนกระทั่งเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 7 วัน มีค่าความหนืดอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10, 0.20, 0.30 และ 0.40 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จะเกิดการแยกชั้นของไขมันเล็กน้อย มีคราบสีเหลืองลอยที่ผิวหน้า (ตารางที่ 26-28) ดังนั้นสูตรอาหารที่ดีที่สุดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ คือ สูตรที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 ปรับปรุงความคงตัวด้วยแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเลซิตินร้อยละ 0.50 จึงนำไปปรับปรุงรสชาติโดยใช้น้ำตาลซูโครสและประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ปรับปรุงกลิ่นและประเมินผลทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาต่อไป

ตารางที่ 26 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.10	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	53.96 (0.03)[a]	11.81 (0.15)[a]	7.01 (0.03)[a]
0.20	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	0	54.08 (0.01)[a]	11.35 (0.26)[a]	7.00 (0.00)[a]
0.30	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	0	55.06 (0.03)[b]	11.17 (0.13)[a]	7.01 (0.03)[a]
0.40	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	0	55.18 (0.01)[b]	10.58 (0.06)[b]	6.99 (0.01)[a]
0.50	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	0	55.44 (0.01)[b]	10.02 (0.05)[b]	7.02 (0.03)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 27 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.10	เหมือนวันเริ่มต้น	+	54.34 (0.11)[a]	11.51 (0.02)[a]	6.94 (0.05)[a]
0.20	เหมือนวันเริ่มต้น	+	54.18 (0.08)[a]	11.29 (0.08)[a]	6.97 (0.03)[a]
0.30	เหมือนวันเริ่มต้น	+	55.40 (0.01)[b]	11.10 (0.11)[a]	6.96 (0.02)[a]
0.40	เหมือนวันเริ่มต้น	+	56.02 (0.02)[c]	10.20 (0.06)[b]	6.97 (0.03)[a]
0.50	เหมือนวันเริ่มต้น	0	56.48 (0.01)[e]	9.54 (0.01)[c]	6.94 (0.03)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 28 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในร้อยละ 1.50 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.10	ของเหลวสีครีม มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย เขย่าแล้วกระจายตัวได้ดี	+	54.24 (0.11)[a]	10.97 (0.09)[a]	6.86 (0.03)[a]
0.20	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	+	54.53 (0.08)[a]	11.05 (0.04)[a]	6.86 (0.03)[a]
0.30	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10	+	54.68 (0.02)[a]	10.84 (0.06)[a]	6.85 (0.11)[a]
0.40	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10 แต่มีคราบสีเหลืองน้อยกว่าสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10, 0.20 และ 0.30	+	55.07 (0.03)[b]	10.03 (0.02)[b]	6.88 (0.06)[a]
0.50	เหมือนวันเริ่มต้นและวันที่ 3	0	55.59 (0.04)[b]	9.33 (0.02)[b]	6.87 (0.06)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีสเตอริไรส์ พบว่าสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.50 และ 0.70 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีลักษณะเป็นของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการตกตะกอนแยกชั้น มีกลิ่นหอมถั่วเหลือง ตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 30 วัน มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมเลซิติน ร้อยละ 0.30 มีการแยกชั้นของไขมัน โดยมีน้ำใสๆสีเหลืองลอยที่ผิวหน้าเล็กน้อยเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน (ผลแสดงในตารางที่ 29-32) จึงเลือกสูตรที่มี การเติมเลซิตินร้อยละ 0.50 ซึ่งใช้เลซิตินในปริมาณน้อยกว่า ดังนั้นสูตรอาหารที่ดีที่สุดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ คือ สูตรที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 ปรับปรุงความคงตัวด้วยแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเลซิตินร้อยละ 0.50 เพื่อนำไปปรับปรุงรสชาติโดยใช้น้ำตาลซูโครสและประเมินความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ปรับปรุงกลิ่นและประเมินผลทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาต่อไป

ตารางที่ 29 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.30	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	54.15 (0.14)[a]	9.33 (0.11)[a]	6.96 (0.04)[a]
0.50	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.30	0	56.66 (0.11)[b]	9.04 (0.09)[b]	6.98 (0.03)[a]
0.70	เหมือนสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.30	0	57.70 (0.06)[b]	8.89 (0.06)[b]	7.02 (0.02)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 30 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.30	เหมือนวันเริ่มต้น	0	54.19 (0.08)[a]	9.30 (0.10)[a]	6.74 (0.04)[a]
0.50	เหมือนวันเริ่มต้น	0	56.67 (0.18)[b]	9.01 (0.07)[a]	6.75 (0.02)[a]
0.70	เหมือนวันเริ่มต้น	0	57.71 (0.06)[b]	8.87 (0.04)[a]	6.81 (0.03)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 31 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองที่เสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.30	ของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการตกตะกอนแยกชั้น มีคราบสีเหลืองที่ผิวหน้าเล็กน้อย กลิ่นหอมถั่วเหลือง	0	54.21 (0.09)[a]	9.33 (0.12)[a]	6.51 (0.03)[a]
0.50	เหมือนวันเริ่มต้นและวันที่ 7	0	56.69 (0.19)[b]	9.00 (0.09)[b]	6.52 (0.02)[a]
0.70	เหมือนวันเริ่มต้นและวันที่ 7	0	57.72 (0.06)[b]	8.81 (0.09)[b]	6.55 (0.02)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 32 ลักษณะทางกายภาพของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 เติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการสเตอริไรส์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน

เลซิติน (ร้อยละ)	สีกลิ่นและลักษณะที่ปรากฏภายนอก	การตกตะกอน[1]	ความหนืด (เซนติพอยต์)*	การไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 (มิลลิลิตรต่อนาที)*	pH*
0.30	เหมือนวันที่ 15	0	54.15 (0.01)[a]	9.35 (0.11)[a]	6.22 (0.04)[a]
0.50	เหมือนวันเริ่มต้น, วันที่ 7 และวันที่ 15	0	56.64 (0.03)[b]	9.08 (0.10)[b]	6.25 (0.03)[a]
0.70	เหมือนวันเริ่มต้น, วันที่ 7 และวันที่ 15	0	57.68 (0.02)[b]	8.87 (0.10)[b]	6.28 (0.02)[a]

[1] การตกตะกอน

0 = ไม่พบตะกอน + = พบตะกอนเล็กน้อย ++ = พบตะกอนปานกลาง

+++ = พบตะกอนมาก ++++ = พบตะกอนมาก จับตัวกันแน่น

* ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และค่าในวงเล็บคือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่ง โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4 การปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

นำอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งประกอบด้วยใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 แป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเลซิตินร้อยละ 0.50 และอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ซึ่งประกอบด้วยใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 แป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และ เลซิตินร้อยละ 0.50 มาปรับปรุงรสชาติให้มีความหวาน โดยปรับอัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อซูโครส เท่ากับ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 โดยน้ำหนัก และนำมาประเมินความชอบในรสชาติ (แบบประเมินแสดงในภาคผนวก ง) เมื่อให้อาสาสมัคร 10 คน ชิมอาหารทางการแพทย์ที่ปรับปรุงรสชาติแล้ว ให้คะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 33 และ 34

ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ทั้งชนิดที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ และสเตอริไรส์ สูตรที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตริน:ซูโครส เท่ากับ 60:40 ได้รับคะแนนความชอบในรสชาติมากที่สุด แต่ในทางสถิติมีคะแนนความชอบในรสชาติไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตริน:ซูโครส เท่ากับ 70:30 (ส่วนประกอบแสดงในตารางที่ 35)

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีอัตราส่วนซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

	ค่าเฉลี่ยของคะแนน*				
มอลโตเด็กซ์ตริน:ซูโครส	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40
รสชาติ	1.80 (0.79)^{a}	2.20 (0.63)^{ab}	2.80 (0.63)^{bc}	3.30 (0.82)^{cd}	3.90 (0.88)^{d}

*คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่คะแนนไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{abcd}เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีอัตราส่วนซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

	ค่าเฉลี่ยของคะแนน*				
มอลโตเด็กซ์ตริน:ซูโครส	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40
รสชาติ	1.70 (0.68)[a]	2.30 (0.48)[b]	2.90 (0.74)[c]	3.80 (0.63)[d]	4.00 (0.67)[d]

*คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่คะแนนไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[abcd]เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 35 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ได้รับคะแนนความพอใจในรสชาติมากที่สุด

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร)	
	ผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์	ผลิตภัณฑ์สเตอริไรส์
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	8.47	8.47
2. น้ำมันเอ็มซีที	1.56	1.56
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	6.59	6.95
4. ใยอาหารจากข้าวกล้อง	1.30	1.30
5. แป้งข้าวโพด	1.50	0.90
6. เลซิติน	0.50	0.50
7. ซูโครส	4.39	4.63
เติมน้ำจนครบ	100	100

4.5 การปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์

นำสูตรอาหารที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์และสเตอริไรส์ตามตารางที่ 36 มาปรับปรุงกลิ่น ได้แก่ กลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอม โดยการเติมสารแต่งกลิ่นสังเคราะห์ในปริมาณร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

เมื่อให้อาสาสมัคร 10 คนชิมผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับปรุงรสชาติและกลิ่นแล้ว จึงทำการศึกษาความชอบในด้าน สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสขณะรับประทานและความชอบโดยรวม โดยใช้แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการประเมินของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์แสดงในตารางที่ 36 และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์แสดงในตารางที่ 37

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ คะแนนความชอบต่อสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่น กลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลา มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นกล้วยหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่น กล้วยหอม มีค่าน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่น กลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลามีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นกล้วยหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 36 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์

ความชอบ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน		
	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	4.00 (0.94)[a]	4.20 (0.48)[a]	4.30 (0.82)[a]
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	3.50 (0.71)[a]	4.30 (0.68)[b]	3.00 (1.05)[a]
รสชาติของผลิตภัณฑ์	3.90 (0.88)[a]	4.50 (0.53)[a]	3.00 (0.82)[b]
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	4.00 (0.82)[a]	3.70 (0.68)[a]	3.70 (0.68)[a]
ความชอบโดยรวม	3.90 (0.74)[a]	4.70 (0.48)[b]	3.30 (0.82)[a]

[*]คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่คะแนนไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ab] เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ คะแนนความชอบต่อสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่น กลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลา มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นกล้วยหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นกล้วยหอม มีค่าน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่น กลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลา มีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่แต่งกลิ่นและผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นกล้วยหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 37 คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริม ใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์

ความชอบ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน		
	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	4.10 (0.88)[a]	4.20 (0.63)[a]	4.00 (0.82)[a]
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	3.60 (0.70)[a]	4.40 (0.70)[b]	3.10 (1.00)[a]
รสชาติของผลิตภัณฑ์	4.10 (0.88)[a]	4.30 (0.68)[a]	2.90 (0.74)[b]
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	3.90 (0.74)[a]	3.80 (0.63)[a]	3.60 (0.70)[a]
ความชอบโดยรวม	3.80 (0.63)[a]	4.60 (0.52)[b]	3.20 (0.79)[a]

[*]คะแนนความชอบจัดลำดับจาก 1-5 ตั้งแต่คะแนนไม่ชอบมากที่สุดถึงชอบมากที่สุด ค่าในวงเล็บแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ab]เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนตามแนวนอน โดยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กากใยอาหาร (crude fiber) และใยอาหาร (dietary fiber) ร้อยละ 76.87, 3.68, 3.31, 13.66 , 1.44, 1.04, 1.21 ตามลำดับและมีการกระจายพลังงานจากโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 14.84, 30.05 และ 55.11 ตามลำดับ ความเข้มข้นของพลังงานเท่ากับ 0.99 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร อัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 147 กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน ส่วนอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า กากใยอาหารและใยอาหาร ร้อยละ 76.49, 3.72, 3.38, 13.37, 1.49, 0.96 และ 1.06 ตามลำดับ และมีการกระจายพลังงานจากโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.06, 30.80 และ 54.14 ตามลำดับ ความเข้มข้นของพลังงานเท่ากับ 0.99 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร อัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 146 กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน ผลแสดงในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์

องค์ประกอบ	ผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์		ผลิตภัณฑ์สเตอริไรส์	
	ปริมาณ (ร้อยละ)[1]	พลังงาน (ร้อยละ)[2]	ปริมาณ (ร้อยละ)[1]	พลังงาน (ร้อยละ)[2]
ความชื้น	76.87 (0.30)*	-	76.49 (0.34)*	-
โปรตีน	3.68 (0.04)*	14.84	3.72 (0.11)*	15.06
ไขมัน	3.31 (0.03)*	30.05	3.38 (0.08)*	30.80
คาร์โบไฮเดรต	13.66 (0.23)*	55.11	13.37 (0.32)	54.14
เถ้า	1.44 (0.18)*	-	1.49 (0.13)*	-
กากใยอาหาร	1.04 (0.63)*	-	0.96 (0.74)*	-
ใยอาหาร	1.21 (0.06)*	-	1.06 (0.11)*	-
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	99.15		98.78	
ความเข้มข้นของพลังงานต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (กิโลแคลอรี)	0.99		0.99	
อัตราส่วนพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจน (กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน)	147		146	

[1]ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 6 ครั้ง ค่าในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2]การกระจายพลังงานของสารอาหารที่ให้พลังงานที่เหมาะสมคือ พลังงานจากโปรตีนร้อยละ 10-35 ไขมันร้อยละ 20-35 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-65

4.7 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ในวันเริ่มต้น และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน แต่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ 23 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (CFU/ml) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ไม่พบยีสต์และรา *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* แต่พบเชื้อแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (MPN/ml) ณ วันเริ่มต้นและเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน แสดงผลในตารางที่ 39

ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ในวันเริ่มต้น และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน แต่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ 37 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (CFU/ml) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ไม่พบยีสต์และรา *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* แต่พบเชื้อแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (MPN/ml) ณ วันเริ่มต้นและเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน แสดงผลในตารางที่ 40

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2–8 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา			
	วันเริ่มต้น	3 วัน	5 วัน	7 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (cfu /ml)[1]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	23
จำนวนยีสต์และรา (cfu /ml)[1]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN /100 ml)[2]	< 2	< 2	< 2	< 2
จำนวน *E.coli*	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวน *S.aureus* (cfu /0.1 ml)[3]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

[1] cfu / ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

[2] MPN / 100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

[3] cfu / 100 ml = colony forming unit ต่ออาหาร 0.1 มิลลิลิตร

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลาต่างๆ

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	ระยะเวลา			
	วันเริ่มต้น	7 วัน	15 วัน	30 วัน
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (cfu/ml)[1]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	37
จำนวนยีสต์และรา (cfu/ml)[1]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100 ml)[2]	< 2	< 2	< 2	< 2
จำนวน *E.coli*	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
จำนวน S.aureus (cfu/0.1 ml)[3]	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

[1] cfu / ml = colony forming unit ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร

[2] MPN / 100 ml = Most Probable Number ต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร

[3] cfu / 0.1 ml = colony forming unit ต่ออาหาร 0.1 มิลลิลิตร

บทที่ 5

อภิปรายและข้อเสนอแนะ

อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องสูตรที่ดีที่สุดที่ได้จากการวิจัยนี้ ประกอบด้วย แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soy flour) เป็นแหล่งของโปรตีนในสูตรอาหาร มอลโตเด็กซ์ตรินและน้ำตาลทราย เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ให้ความหวานและช่วยปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ น้ำมันเอ็มซีที เป็นแหล่งของไขมัน ใยอาหารจากข้าวกล้อง เป็นแหล่งของใยอาหาร เติมแป้งข้าวโพดและเลซิตินเพื่อปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาหารและแต่งกลิ่นวานิลลา

แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม เป็นแหล่งของโปรตีนที่ดี มีกรดไขมันจำเป็นในปริมาณสูงและมีใยอาหาร โดยเตรียมตามกรรมวิธีของดวงหทัย ติณสูลานนท์ (2545) ที่นำถั่วเหลืองกระเทาะเปลือกที่ผ่านการนึ่งที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อบในตู้อบไฟฟ้า ที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที บดและผ่านแร่งจนได้แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม เนื้อแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่เนียนละเอียดและมีอนุภาคเล็กลงด้วยการใช้เครื่องปั่นผสมที่มีประสิทธิภาพสูงหรือทำการผ่านแร่งที่มีความละเอียดมากขึ้น ขั้นตอนในการผ่านความร้อน ได้แก่ การนึ่งและอบถั่วเหลืองจะช่วยทำลาย trypsin inhibitor ซึ่งเป็นสารยับยั้งการดูดซึมสารอาหารในร่างกายได้ประมาณร้อยละ 90 และช่วยลดกลิ่นที่อาจเป็นที่ไม่ยอมรับของผู้บริโภคได้ (Liu, 2005) การศึกษาของดุจหทัย เชาวะวณิช (2537) พบว่าเมื่อนำถั่วเหลืองไปต้มเป็นเวลา 5 นาที จะทำให้ปริมาณ trypsin inhibitor ลดลงจาก 194.04 trypsin units inhibited ต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งเหลือเพียง 2.16 trypsin units inhibited

ใยอาหารจากข้าวกล้องเตรียมตามวิธี Alcohol Insoluble Solids (AIS) ของ Thibault, Renard และ Guillon. (1994) ซึ่งเป็นการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ หลายๆครั้งเพื่อกำจัดโปรตีน แป้งและไขมันออก โดยข้าวกล้องดิบ 100 กรัม จะได้ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ 5.08 กรัม ในขณะที่ข้าวกล้องสุก 100 กรัม จะได้ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ 5.51 กรัม ใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องสุกพองตัวในน้ำได้ดีและตกตะกอนน้อยกว่าใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้องดิบ การสกัดใยอาหารวิธี AIS เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ใช้อุปกรณ์น้อย แต่อาจได้ใยอาหารที่มีส่วนของโปรตีนและแป้งหลงเหลือบ้าง เนื่องจากข้าวกล้องมีแป้งสูง จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายปริมาณมาก ดังนั้นในทางปฏิบัติอาจสกัดใยอาหารด้วยตัวทำละลายอื่น เช่น โซเดียมดีออกซีโคเลต (sodium deoxycholate) ฟีนอล (phenol) และกรดอะซิติก (acetic acid) ซึ่งสามารถกำจัดโปรตีนและแป้งออกได้ดีและได้ใยอาหารที่บริสุทธิ์กว่าเอทิลแอลกอฮอล์ แต่กรรมวิธีจะซับซ้อนและใช้อุปกรณ์มาก (Selvendran, 1985) การศึกษาของกรรณิกา พัฒนพิกุล และคณะ (2542) ทำการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรสมดุลเสริมใยอาหารจากตำลึง ซึ่งสกัดโดยตัวทำละลายเฮกเซนและอะซิโตน พบว่าได้ใยอาหารเส้นเล็ก

สีเขียว ละเอียด วิธีนี้จะสามารถสกัดใยอาหารได้ดีเช่นกัน อย่างไรก็ตามเอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายที่ปลอดภัย แต่ควรควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 75 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการพุ่งเดือดของแอลกอฮอล์ (จุดเดือดของเอทิลแอลกอฮอล์เท่ากับ 78.4 องศาเซลเซียส) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2545) วิธีนี้ใช้แอลกอฮอล์ในปริมาณมาก จึงควรกลั่นแอลกอฮอล์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งช่วยประหยัดตัวทำละลายได้ (วินัย พากเพียรกิจ, ชฎาพร ปิยะพันธ์สุทธิ และนันทพร สุวรรนาวุธ, 2543) ในขั้นตอนการสกัดใยอาหารมีการใช้อะซิโตนซึ่งอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัยได้ เนื่องจากอาหารที่มีส่วนประกอบของอะซิโตนอาจก่อให้เกิดความระคายเคืองทางเดินอาหารและคลื่นไส้ อาเจียน การได้รับในระยะยาวอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งตับ ไตและเม็ดเลือดขาว จึงอาจไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนการล้างใยอาหารด้วยอะซิโตน ที่เป็นเพียงการช่วยให้ใยอาหารตกตะกอนเท่านั้น (World Health Organization, 1998)

นอกจากนี้การพองตัวของใยอาหารอาจใช้การวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหาร (water holding capacity) ซึ่งวัดโดยการนำใยอาหารไปพองตัวในน้ำที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างๆ (Sowbhagya และคณะ, 2007) จากการศึกษาพบว่าใยอาหารจากพืชที่มีใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำในปริมาณมาก เช่น แอปเปิ้ล ส้ม หน่อไม้ฝรั่ง จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมากกว่า 11 กรัมต่อใยอาหารแห้ง 1 กรัม ในขณะที่ใยอาหารจากพืชที่มีใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำในปริมาณมาก เช่น รำข้าวสาลีและรำข้าวโอ๊ต จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยกว่า 4 กรัมต่อใยอาหารแห้ง 1 กรัม (Grigelmo-Miguel และ Martin-Belloso, 1999)

น้ำมันเอ็มซีทีเป็นแหล่งของพลังงานที่ดี ถูกไฮโดรไลซ์และดูดซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสเลือดและผ่านไปยังตับได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ไลเปสจากตับอ่อนและน้ำดี และไม่จับกับไคโลไมครอน (chylomicron) จึงไม่ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือดสูงขึ้น (Bach and Babayan, 1982)

มอลโตเด็กซ์ตริน นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารทางการแพทย์ เนื่องจากละลายน้ำได้ดี และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง จึงช่วยลดค่าออสโมแลลิตี้ในอาหารได้ (Nickerson และคณะ, 2006; Sanger, 2001)

ในการพัฒนาสูตรอาหารทางการแพทย์ในงานวิจัยนี้จะนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (ให้ความร้อน 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที) และวิธีสเตอริไรส์ (ให้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที) เนื่องจากการให้ความร้อนแตกต่างกันจึงมีผลต่อผลิตภัณฑ์ต่างกัน

งานวิจัยนี้พบว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ทุกสูตรมีความหนืดที่เหมาะสม (ไม่เกิน 170 เซนติพอยต์) มีการไหลผ่านสายให้อาหารได้สะดวกไม่ติดขัด (มากกว่า 5.91 มิลลิลิตรต่อนาที) (Hearne และคณะ, 1984) และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม (ไม่ต่ำกว่า 5.0) ซึ่งพีเอชที่ต่ำกว่า 5.0 มีผลทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อน ทำให้อุดตันสายให้อาหารได้ (Powell และ

คณะ, 1993) (ตารางที่ 10-12) สูตรที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุดคือ สูตรที่มีปริมาณใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 (P4) จะแยกชั้นและตกตะกอนนอนก้นน้อยกว่าสูตรอาหารที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80 และ 1.05 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน (ตารางที่ 11 และ 12)เนื่องจากใยอาหารจากข้าวกล้องมีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบหลักจะพองตัวและดูดซับน้ำได้ดี เมื่อนำมาเติมในอาหารจะทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น ช่วยให้อาหารมีความคงตัว ช่วยแขวนลอยตะกอนของอาหารและเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านเนื้อสัมผัส (Blenford, 1992) เนื่องจากยังมีตะกอนและส่วนไขมันแยกชั้น จึงปรับปรุงความคงตัวของสูตรอาหาร โดยการเติมสารแขวนลอยและอิมัลซิไฟเออร์ สารแขวนลอยที่ใช้คือ แป้งข้าวโพดเป็นสารที่ทำให้เกิดความหนืด (thickener) สารทำให้เกิดเจล (gelling agent) bulking agent และ water retention agent จึงนิยมใช้แป้งข้าวโพดช่วยให้อาหารมีความข้นหนืดมากขึ้น ช่วยแขวนลอยส่วนประกอบในอาหาร ลดการตกตะกอนแยกชั้นของอาหาร และช่วยทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารดีขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวโพดประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน จึงมีคุณสมบัติชอบน้ำ เม็ดของแป้งข้าวโพดจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อได้รับความร้อนพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง ทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำและพองตัว โมเลกุลของน้ำอิสระที่อยู่รอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งจึงเคลื่อนไหวได้ยากขึ้น จึงมีความหนืดและใสขึ้น หรือเรียกว่าการเกิดปรากฏการณ์เจลาติไนเซชัน (gelatinization) และเมื่อให้ความร้อนต่อไป เม็ดแป้งจะพองตัวจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่ ส่งผลให้โมเลกุลของอะไมโลสแตกออก ความหนืดของแป้งจึงลดลง และเมื่อปล่อยให้เย็นตัว โมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะจัดเรียงตัวใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นโครงสร้างแบบร่างแหสามมิติที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเพิ่ม ทำให้มีความหนืดที่คงตัวมากขึ้น (Bennion และ Scheule, 2000)

เมื่อนำสูตรอาหารที่ประกอบด้วยใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (P4) มาเติมแป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 มีลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุด มีการแยกชั้นและตกตะกอนน้อย มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโพดเป็นร้อยละ 2.00 ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดมากขึ้น และมีก้อนแป้งจับตัวลอยที่ผิวหน้าเกิดการอุดตันของสายให้อาหารตั้งแต่วันเริ่มต้น ในขณะที่สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50 และ 0.10 ตกตะกอนแยกชั้นตังแต่วันเริ่มต้น และชัดเจนมากขึ้นเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 7 วัน

สูตรอาหารที่ปรับปรุงความคงตัวด้วยแป้งข้าวโพดยังคงมีการแยกชั้นของไขมัน จึงเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ คือ เลซิติน เพื่อเพิ่มความคงตัวของอนุภาคไขมัน ลดการแยกชั้นของไขมัน (Sanger, 2001) เลซิตินเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีความปลอดภัยสูงและไม่มีการจำกัดปริมาณในการใช้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2547) การเติมเลซิตินร้อยละ 0.3-0.5

ในอาหารทารกที่อยู่ในรูปอิมัลชัน ช่วยให้อาหารมีความคงตัว ลดการแยกชั้นของไขมัน เมื่อผ่านความร้อน 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที (Mcsweeney et al., 2007) พบว่าสูตรที่มีการเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 เลซิตินร้อยละ 0.50 ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ คือสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีลักษณะเป็นของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการตกตะกอนแยกชั้น มีกลิ่นหอมถั่วเหลือง ตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนเก็บผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลา 7 วัน มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.10, 0.20, 0.30 และ 0.40 เกิดการตกตะกอนและการแยกชั้นของไขมันเล็กน้อย มีคราบฝ้าสีเหลืองที่ผิวหน้า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน (ตารางที่ 26-28)

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เมื่อเติมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80, 1.05 และ 1.30 จะให้ผลสอดคล้องกับสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ โดยสูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรที่มีปริมาณใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 (S4) จะแยกชั้นและตกตะกอนนอนก้นน้อยกว่าสูตรอาหารที่มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55, 0.80 และ 1.05 (S1, S2 และ S3) (ตารางที่ 29-32) จึงนำสูตรที่มีใยอาหารร้อยละ 1.30 ไปเติมแป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 พบว่าสูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.50 มีความหนืดต่ำและตกตะกอนแยกชั้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน สูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.00 มีลักษณะเป็นของเหลวสีครีมและมีก้อนแป้งจับตัวลอยที่ผิวหน้า และอุดตันสายให้อาหารเบอร์ 12 ส่วนสูตรอาหารที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และ 2.00 มีลักษณะเป็นของกึ่งแข็ง ไม่สามารถวัดความหนืด และทดสอบการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ได้ จากลักษณะทางกายภาพที่เป็นของกึ่งแข็ง อาจนำสูตรอาหารชนิดนี้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่อยู่ในรูปแบบพุดดิ้งบรรจุถ้วย ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาอาหารทางการแพทย์ที่อยู่ในรูปแบบใหม่ๆต่อไป

จึงนำสูตรอาหาร S4 ปรับปริมาณแป้งข้าวโพด เป็นร้อยละ 0.60, 0.75 และ 0.90 พบว่าสูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 คือสูตรที่ดีที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่ดี มีการแยกชั้นและตกตะกอนน้อยที่สุด มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.60 และ 0.75 มีการตกตะกอนแยกชั้นอย่างชัดเจนเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 และ 30 วัน การที่อาหารผ่านความร้อนสูงแป้งถั่วเหลืองและแป้งข้าวโพดจะพองตัวมากขึ้นทำให้มีความข้นหนืดมากขึ้น ดังนั้นสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์จึงใช้แป้งข้าวโพดปริมาณน้อยกว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (van den Einde, 2004)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ต้องผ่านความร้อนสูง จึงอาจมีการตกตะกอนและการแยกชั้นของไขมันมากกว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ซึ่ง

อาจต้องเติมเลซิตินในปริมาณที่สูงกว่าสูตรอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ (Thakur และคณะ, 2007) ในการศึกษานี้จึงนำสูตรอาหารที่ดีที่สุดของการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ซึ่งมีใยอาหารจากข้าวกล้อง ร้อยละ 1.30 แป้งข้าวโพด ร้อยละ 0.90 มาเติมเลซิตินร้อยละ 0.30, 0.50 และ 0.70 พบว่าสูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.50 และ 0.70 เป็นสูตรที่ดีที่สุด มีลักษณะทางกายภาพดี เป็นของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ตกตะกอนแยกชั้น มีกลิ่นหอมถั่วเหลือง ตั้งแต่ระยะเวลาเริ่มต้นจนเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน มีค่าความหนืด อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 และมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม ในขณะที่สูตรที่เติมเลซิตินร้อยละ 0.30 มีการแยกชั้นของไขมันเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 และ 30 วัน (ตารางที่ 29-32) จึงเลือกสูตรที่เติมเลซิตินในปริมาณน้อยกว่าคือร้อยละ 0.50

นำอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องสูตรที่ดีที่สุดของการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ และสเตอริไรส์ มาปรับปรุงรสชาติให้มีความหวาน โดยปรับอัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อซูโครส เท่ากับ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 พบว่าสูตรที่มีอัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อซูโครส เท่ากับ 60:40 ได้รับคะแนนความพอใจในรสชาติมากที่สุด แต่ในทางสถิติมีคะแนนความชอบในรสชาติไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตริน:ซูโครส เท่ากับ 70:30 (ตารางที่ 33-34) ซึ่งคล้ายกับผลของกุลวดี (2534), อรอนงค์ (2538) และดวงหทัย (2545) ซึ่งทำการพัฒนาอาหารทางการแพทย์โดยใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 65:35, 70:30 และ 70:30 ตามลำดับ ซึ่งความชอบในกลิ่นของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ดังนั้นหากมีการศึกษาต่อไปอาจมีการเพิ่มจำนวนผู้ทำการทดสอบให้มากขึ้น

นำผลิตภัณฑ์ที่มีอัตรส่วนมอลโตเด็กซ์ตรินต่อน้ำตาลทราย เท่ากับ 60:40 มาปรับปรุงกลิ่นโดยการแต่งกลิ่นวานิลลา และกลิ่นกล้วยหอมปริมาณร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่าผลิตภัณฑ์ที่แต่งกลิ่นวานิลลา ได้รับการยอมรับมากที่สุด (ตารางที่ 36 และ 37)

คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ (ตารางที่ 38) อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่ร่างกายควรได้รับ ซึ่งควรได้รับพลังงานจากโปรตีนร้อยละ 10-35 ไขมันร้อยละ 20-35 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-65 อัตราส่วนของพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 150 :1 หรือ 24 กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน (Food and Nutrition Board [FNB], 2002) และได้รับใยอาหารประมาณ 20-35 กรัมต่อวัน (Eduard และคณะ, 2004) ซึ่งการบริโภคสูตรอาหารนี้ 2,000 มิลลิลิตร จะได้รับใยอาหาร 24 และ 21 กรัม ตามลำดับ

อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในงานวิจัยนี้มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น Jevity® ซึ่งประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหาร ร้อยละ 80.00, 4.00, 3.40,

12.20, 1.66 และ 1.32 ตามลำดับ (Abbott Laboratories, Ltd, 2001) และ Ensure® with Fiber ที่ประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหารร้อยละ 76.00, 3.40, 2.40, 15.30, 1.80 และ 1.10 ตามลำดับ (United States Department of Agriculture[USDA], 2007) ผลการเปรียบเทียบแสดงในภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา พบว่าอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ยังคงมีจุลินทรีย์บางส่วนอยู่ในอาหาร แต่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 39) ต้องเก็บอาหารไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และสามารถเก็บได้ 3-7 วัน หลังการผลิต (Fellow, 2000a) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาตามวิธีในภาคผนวก ค ในวันเริ่มต้นและเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส) ในวันเริ่มต้นและเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน แต่พบ 23 โคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร เมื่อเก็บเป็นเวลา 7 วัน ซึ่งปริมาณที่กำหนดโดย Parenteral and Enteral Nutrition Group of British Dietetic Association คือ มีได้ไม่เกิน 100 โคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (Anderton และคณะ,1986) และประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 144 เรื่องอาหารที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท คือ ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (กระทรวงสาธารณสุข, 2535) จึงยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่พบยีสต์ รา *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร แสดงว่าอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เก็บไม่เกิน 7 วัน จึงนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ได้อย่างปลอดภัย

ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์โดยใช้เครื่องนึ่งอัดไอ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ซึ่งวิธีนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เติบโตได้ในสภาวะที่เหมาะสม แต่อาจยังมีสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้มากกว่าหลงเหลืออยู่ ซึ่งสามารถทำลายได้หากใช้การทำให้ปราศจากเชื้อที่อุณหภูมิสูงมาก (Fellow, 2000b) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ที่เวลาเริ่มต้น และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 15 วัน ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดชนิดมีโซไฟล์ (เชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส) ในวันเริ่มต้นและเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 และ 15 วัน แต่พบ 37 โคโลนีต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร เมื่อเก็บเป็นเวลา 30 วัน(ตารางที่ 40) ซึ่งไม่เกินปริมาณที่กำหนด แต่ไม่พบยีสต์ รา *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* และพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่ออาหาร 1 มิลลิลิตรดังนั้นหากเก็บผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 30 วัน สามารถนำผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้ได้อย่างปลอดภัย

การเตรียมอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องนี้ เลือกใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในประเทศไทย มีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยสูตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ มีต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ 58 บาท ต่ออาหาร 2,000 มิลลิลิตร และสูตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์มีต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบ 58.22 บาท ต่ออาหาร 2,000 มิลลิลิตร (ตารางในภาคผนวก ซ) อาหารทางการแพทย์นี้อาจเป็นแนวทางในการผลิตระดับอุตสาหกรรมต่อไป โดยอาจต้องปรับปรุงวิธีการฆ่าเชื้อ เนื่องจากการใช้เครื่องนึ่งอัดไอในกรรมวิธีการสเตอริไรส์ อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีสี กลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนแปลงไป ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์จะมีการตกตะกอน การแยกชั้นของไขมัน และมีสีเข้มกว่าสูตรอาหารที่ฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ดังนั้นจึงอาจใช้วิธี ยู. เอช. ที. (UHT: Ultra High Temperature) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140-150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วินาที และบรรจุในสภาวะที่ปลอดเชื้อ กระบวนการนี้สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ รวมถึงสปอร์ของจุลินทรีย์ สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ เนื่องจากวิธีนี้ใช้ความร้อนสูงในเวลาสั้น จึงช่วยลดการเปลี่ยนสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ (Matser และคณะ, 2004)

อย่างไรก็ตามการพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องนี้มุ่งหวังที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมอาหารให้มีสัดส่วนของสารอาหารและให้พลังงานและใยอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งทำให้อายุการเก็บนานขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ซึ่งโดยทั่วไปในทางปฏิบัติจริง ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในอุณหภูมิห้องได้เกิน 30 วัน ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป นอกจากนี้อาจต้องศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นถ้านำไปใช้ในผู้ป่วย เช่น ศึกษาการเสริมวิตามินและเกลือแร่เพื่อให้ได้อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหาร ที่มีคุณสมบัติที่ดียิ่งขึ้น

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้พัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง 1,000 มิลลิลิตร ให้พลังงาน 1,000 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	
	ผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์	ผลิตภัณฑ์สเตอริไรส์
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	84.70	84.70
2. น้ำมันเอ็มซีที	15.60	15.60
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	65.90	69.50
4. ใยอาหารจากข้าวกล้อง	13.00	13.00
5. แป้งข้าวโพด	15.00	9.00
6. เลซิติน	5.00	5.00
7. น้ำตาลซูโครส	43.90	46.30
8. กลิ่นวานิลลา	0.50	0.50
9. เติมน้ำจนครบ	1000 มิลลิลิตร	1000 มิลลิลิตร
ความหนืด* (เซนติพอยด์)	55.20 (0.12)	56.66 (0.11)
อัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12* (มิลลิลิตรต่อนาที)	10.05 (0.33)	9.20 (0.10)
pH*	7.02 (0.02)	7.00 (0.01)

*ค่าที่วัด ณ วันเริ่มต้น ได้จากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง ค่าในวงเล็บคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ เป็นสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ในปริมาณที่เหมาะสม มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี เป็นของเหลวสีครีมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความหนืดและความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม สามารถไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ได้อย่างสะดวก โดยไม่มีการอุดตันของสายให้อาหาร มีกลิ่นและรสชาติที่ดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การบริโภคอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง 2,000 มิลลิลิตรต่อวัน จะได้รับใยอาหาร 20-25 กรัม ซึ่งเหมาะกับผู้ป่วยที่ต้องให้อาหารทางสายอาหารเป็นเวลานาน ซึ่งอาจได้รับใยอาหารที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดปกติของ

ระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องผูกและท้องเสีย เป็นต้น และลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียการทำงานของระบบทางเดินอาหาร

การฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไรส์ในการศึกษานี้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์และสามารถเก็บได้นานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ ได้นาน 7 วัน ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีการสเตอริไรส์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน 1 เดือนที่อุณหภูมิห้อง

อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องนี้ใช้วัตถุดิบในประเทศที่มีราคาถูก และสามารถเตรียมได้ง่าย มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับอาหารทางการแพทย์สูตรเสริมใยอาหารที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตในระดับอุตสาหกรรม หรือนำไปใช้ในระดับชุมชนได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงสาธารณสุข. 2535. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 144) พ.ศ. 2535 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/ food ntfmoph/ntf144. htm. [26 May 2007].

กุลวดี ภูมิสวัสดิ์. 2534. การตั้งตำรับและประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ของอาหารทางการแพทย์ชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วาณิชย์บัญชา. 2540. การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรรณิกา พัฒนพิกุล, ดาวัลย์ สุรชัยกุลวัฒนา และ ศารกิจ โรจน์วัฒนเมธี. 2542. การพัฒนาอาหารทางการแพทย์สูตรสมดุลเสริมเส้นใยอาหาร. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาเภสัชภัณฑ์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2533. ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงสาธารณสุข.

เฉลิมวุฒิ สฤษดิกุล. 2549. ข้าวกล้องสด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พีเพิล มีเดีย.

ดวงหทัย ติณสูลานนท์. 2545. การพัฒนาอาหารทางการแพทย์พลังงานต่ำชนิดผงสูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดุจฤทัย เชาวะวณิช. 2537. ผลของการปรุงอาหารต่อปริมาณสารยับยั้งเอนไซม์ทริปซินในพืชที่ใช้เป็นอาหารบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐ เทพหัตถี, ยุทธสิทธิ์ ต้นตระจักร์ และ ปฏิรูป ขอสกุลไพศาล. 2543. การแปรรูปยอดสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจบ ชุณหสวัสดิกุล และ จิรพรรณ มัธยมจันทร์, 2543. คุณค่าถั่วเหลืองกับสุขภาพไทย พร้อมเมนูจานถั่ว. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์รวมทรรศน์.

ประสงค์ เทียนบุญ. 2540. โภชนบำบัดระบบทางเดินอาหารและหลอดเลือดดำ. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร: ชมรมผู้ให้อาหารทางหลอดเลือดดำและทางเดินอาหารแห่งประเทศไทย.

ผกาวดี นารอง. 2543. เส้นใยอาหาร (Dietary fiber): บทบาทสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม. วารสารศูนย์บริการวิชาการ 8 (มกราคม-มีนาคม): 23-25.

ยุวดี จอมพิทักษ์. 2544. ถั่วเหลืองโภชนาการสูง ธัญพืชที่เป็นยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

รพีพร ภาโนมัย. 2545. ใยอาหารกับการควบคุมน้ำหนัก. วารสารศูนย์บริการวิชาการ 10 (มกราคม-มีนาคม): 62-65.

รุจิรา สัมมะสุต, 2541. อาหารปั่นผสม: การดัดแปลงเป็นอาหารเฉพาะโรค. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเรื่อง โภชนบำบัด ภายใต้วิกฤติเศรษฐกิจ. หน้า 87-97. (26-27 พฤศจิกายน ณ ห้องประชุม พล.อ.อ.ประพันธ์ ธูปะเตมีย์ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช).

วันดี กฤษณพันธ์. 2545. เกร็ดความรู้สมุนไพร . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เมดิคัล มีเดีย.

วินัย พากเพียรกิจ, ชฎาพร ปิยะพันธ์สุทธิ และ นันทพร สุวรรนาวุธ. 2543. การพัฒนาสูตรตำรับอาหารทางการแพทย์ชนิดเหลวเสริมเส้นใยอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน. ปริญญานิพนธ์ สาขาวิจัยและพัฒนาเภสัชภัณฑ์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีสมัย วิบูลยานนท์. 2541. การให้อาหารทางสายให้อาหาร. เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่องโภชนบำบัด ภายใต้วิกฤติเศรษฐกิจ, หน้า 82-86. (26-27 พฤศจิกายน ณ ห้องประชุม พล.อ.อ. ประพันธ์ ธูปะเตมีย์ โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช).

ศศิวิมล ตามไท. 2542. การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคข้าวกล้องของประชาชนในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารบำบัดโรค. นนทบุรี : (ม.ป.ท.).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545. เอทานอล. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

อรอนงค์ กังสดาลอำไพ, ธิติรัตน์ ปานม่วง และ พูนทรัพย์ แดงรุ่งโรจน์. 2538. อาหารทางการแพทย์สูตรโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. ไทยเภสัชสาร. 22: 109-118.

ภาษาอังกฤษ

Abd El-Gawad, I. A. El-Sayed, E. M., Hafez, S. A., El-Zeini, H. M. and Saleh, F. A. 2005. The hypocholesterolaemic effect of milk yoghurt and soy-yoghurt containing bifidobacteria in rats fed on a cholesterol-enriched diet. International Dairy Journal. 15(1): 37-44.

Aedin, C. 2003. Potential risk and benefits of phytoestrogen rich diets. International Journal for Vitamin and Nutrition Research . 73(2): 120-126.

Aller, R., et al. 2004. Effect of soluble fiber intake in lipid and glucose levels in healthy subjects: a randomized clinical trial. Diabetes Research and Clinical Practice**.** 65(1): 7-11.

Akrabawi, S. S., Mobarhan, S., Stoltz, R. R. and Ferguson, P. W. 1996. Gastric emptying, pulmonary function, gas exchange, and respiratory quotient after feeding a moderate versus high fat enteral formula meal in chronic obstructive pulmonary disease patients. Nutrition**.** 12(4): 260-265.

Al-Shagrawi, R., Al-Ojayan, M. O., Al-Sadek, M. A., Al-Shayeb, I. E. and Al-Ruqaie, I. M. 1998. Effects of alkaline, hydrogen peroxide-treated fibers on nutrient digestibility, blood sugar and lipid profiles in rats. Food Chemistry. 65: 213-218.

American Dietetic Association. 2002. Position of the American Dietetic Association: Health implication of dietary fiber. Journal of the American Dietetic Association . 102: 993-1000.

Anderson, J. W., Jonestone, B. M., and Cook-Newell, M. E. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake from serum lipids. The New England Journal of Medicine. 333: 276-282.

Anderton, A., Howard, J. P. and Scott, D. W. 1986. Microbiological control in enteral feeding: Summary of a guidance document prepared on behalf of the Committee of the Parenteral and Enteral Nutrition Group of the British Dietetic Association. Human Nutrition: Applied Nutrition. 40A: 163-167.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Method of Analysis of the Association of official analytical chemists. 17th edition, Maryland.

Bach, A.C. and Babayan, V. K. 1982. Medium-chain triglycerides-An update. American Journal of Clinical Nutrition. 10: 950-962.

Bayer, P. L. 2000. Medical nutrition therapy for lower gastrointestinal tract disorders. In L.K. Mahan, and S. Escott-Stump (eds.), Krause's Food, Nutrition & Diet therapy. 10th edition, Pennsylvania : W.S. Saunders.

Beau, P., Tallineau, C., Barbieux, J, P., Ingrand, and Matuchansky, C. 1991. Cholesterol-lowering effect of continuous enteral nutrition in man. Clinical Nutrition. 10(5):279-283.

Behall, K. M., Scholfield, D. J. and Hallfrisch, J. G. 2006. Barley β-glucan reduces plasma glucose and insulin responses compared with resistant starch in men. Nutrition Research**.** 26(12): 644-650.

Bennion, M. and Scheule, B. 2000. Starch. In Introductory Foods. 11th ed. New Jersey: Prentice-Hall.

Binnert, C., Pechiaudi, C., Beylot, M.,Hans, D., Vandermander, J. and Chantre, P. 1998. Influence of human obesity on the metabolic fate of dietary long and medium-chain triacylglycerols. American Journal of Clinical Nutrition. 67: 595-601.

Borges, V. C. 2003. Specialized enteral formula for diabetic patients. Nutrition**.** 19(2): 196-198.

Bradley, C., Borlase, S. J., Bell, G. L. and Blackburn, R. A. 1994. Enteral nutrition. New York: Chapman & Hall.

Cai, B., et al. 2003 Effect of Supplementing a High-Fat, Low-Carbohydrate Enteral Formula in COPD Patients. Nutrition. 19(3): 229-232.

Caliari, S., et al. 1996. Medium-chain triglyceride absorption in patients with pancreatic insufficiency. Scandinavian Journal of Gastroenterology. 31: 90–94.

Calvalho, M. L. R., Moris, T. B., Amaral, D. F., and Sigulem, D. M. 2000. Hazard analysis and critical control point system approach in evaluation of environment and procedural sources of contamination of enteral feeding in three hospital. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 24: 296-303.

Casini, M. L., et al. 2006. Psychological assessment of the effects of treatment with phytoestrogens on postmenopausal women: a randomized, double-blind, crossover, placebo-controlled study. Fertility and Sterility. 85(4): 972-978.

Campbell, M. K. and Farrell, S. O. 2006. Biochemistry. 5th international student ed. Belmont, CA: Brooks/Cole.

Cho, H. L., Shiow, L. P, Jih, H. G and Che, M. T. 2004. Genistein inversely affects tubulin-binding agent-induced apoptosis in human breast cancer cells. Biochemical Pharmacology. 67(11): 2031-2038.

Choudhary, P. 2004. Review of dietary recommendations for diabetes mellitus. Diabetes Research and Clinical Practice. 65(1Suppl): S9-S15.

Cortés-Prieto, J. and Juez-Martel, P. 2007. Incidences of breast cancer throughout long-term hormone replacement therapy. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 104 (3-5): 180-189.

Eduard, C. 2004. Fiber supplementation of enteral formula-diets: a look to the evidence. Clinical Nutrition. (1suppl): 63-71.

Ensminger, A. H., Ensminger, M. E., Konlande, J. E. and Robson, J. R. K. 1995. Soybean. In The concise encyclopedic of foods & nutrition. pp. 969-975. London: CRC Press.

Ettinger, S. 2000. Macronutrient: Carbohydrates, proteins and lipids. In L. K. Mahan and S. Escott-Stump (eds.), Krause's Food, Nutrition & Diet therapy. 10th ed., pp. 31-66. Pennsylvania: W.S. Saunders.

Fabricatore, A. N. 2007. Behavior therapy and cognitive-behavioral therapy of obesity: Is There a Difference? Journal of the American Dietetic Association. 107(1): 92-99.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1991. Protein quality evaluation report of joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper. 51.

Ferguson, L. R. 2005. Does a diet rich in dietary fibre really reduce the risk of colon cancer**?** Digestive and Liver Disease**.** 37(3): 139-141.

Fellow, P. 2000a. Pasturization. In Food processing technology: principles and practices. 2nd ed., pp. 241-249. Cornwall: CRC Press and Woodhead Publishing.

Fellow, P. 2000a. Heat sterilization. In Food processing technology: principles and practices. 2nd ed., pp. 250-277. Cornwall: CRC Press and Woodhead Publishing.

Food and Drug Administration. 1992. Bacteriological Analytical Manual. 7th edition. USA: AOAC International.

Food and Drug Administration. 1999. Food labeling: health claims: soy protein and coronary heart disease. 21 CFR part 101. Federal Register Index. 64: 57700-57733.

Food and Nutrition Board. 2002. Dietary Reference Intakes: Macronutrients. Washington D.C.: National Academy Press.

Frankenfield, D. C., and Beyer P. L. 1989. Soy-polysaccharide fiber effect on diarrhea in tube-fed, head-injured patients. American Journal of Clinical Nutrition. 50**:** 533-538.

Ganry, O. 2005. Phytoestrogens and prostate cancer risk. Preventive Medicine 41(1): 1-6.

Gill, J. M. R. and Hardman, A. E. 2003. Exercise and postprandial lipid metabolism: an update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets **(**review). The Journal of Nutritional Biochemistry. 14(3): 122-132.

Gramlich, L., et al. 2004. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. Nutrition. 20: 843– 848.

Green, C. J. 2001. Fiber in enteral nutrition. Clinical Nutrition**.** 20(1 Suppl): 23-39.

Greendale, G. A., et al. 2002. Dietary soy isoflavones and bone mineral density: results from the study of women's health across the nation. American Journal of Epidemiology. 15(8): 746-754.

Greim, H. A. 2004. The endocrine and reproductive system: adverse effects of hormonally active substances. Pediatrics. 113(4 Suppl):1070-1075.

Grigelmo-Miguel, N. and Martin-Belloso, O. 1999. Comparison of dietary fiber from by-products of processing fruits and green and from cereals. Lebensm.-Wiss. u. Technol. 32: 503-508.

Haddad, R. Y. and Thomas, D. R. 2002. Enteral nutrition and enteral tube feeding. Clinics in Geriatric Medicine. 18(4): 67-881.

Hearne, B. E., Besser, P. M., Groshen, S. and Daly, J. M. 1984. In vitro flow rates of enteral solutions through nasogastric tubes. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 8(4): 456-459.

Ho, S. C., Woo, J., Lam, S., Chen, Y., Sham, A, Lau, J. 2003. Soy protein consumption and bone mass in early postmenopausal Chinese women. Osteoporos Int. 14(10):835-842.

Homann, H. H., Kemen, M., Fuessenich, C., Senkal, M., and Zumtobel, V. 1994 Reduction in diarrhea incidence by soluble fiber in patients receiving total or supplemental enteral nutrition. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 18**:** 486–490.

Jiménez-Escrig, A. and Sánchez-Muniz, F. J. 2000. Dietary fiber from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. Nutrition Research**.** 20(4):585-598.

Kangsadalampai, K., and Sungpuan, P. 1984. Proximate analysis: Techniques use at INMU. Laboratory manual for food analysis. pp. 28-62. Bangkok: Prayurawong.

Kapadia, S. A., Raimundo, A. H., and Silk, D. B. A. 1993. The effect of a fiber free and fiber supplemented polymeric enteral diet on normal human bowel function. Clinical Nutrition. 12: 272–276.

Kattelmann, K. K., et al. 2006. Preliminary Evidence for a medical nutrition therapy protocol: enteral feedings for critically ill patients. Journal of the American Dietetic Association. 106: 1226-1241.

Kelly, D. E. 2003. Sugar and starch in the nutritional management of diabetes metllitus. American Journal of Clinical Nutrition 78(suppl): 858S-864S.

Kenny, K. A. and Skelly, J. M. 2001. Dietary fiber for constipation in older adults: a systematic review. Clinical Effectiveness in Nursing. 5(3): 120-128.

Liebl, B. H., Fischer, M. H., Van Calcar, S. C. and Marlett, J. A. 1990. Dietary fiber and long-term large bowel response in enterally nourished nonambulatory profoundly retarded youth. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 14:371–375.

Liu, K. 2005. Soybeans as functional foods and ingredients. Champaign: AOCS press.

Lochs, H., et al. 2006. Introductory to the ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Terminology, Definitions and General Topics. Clinical Nutrition. 25(2): 180-186.

Makoto, N., et al. 2002. Usefulness of soluble dietary fiber for the treatment of diarrhea during enteral nutrition in elderly patients**.** Journal of Nutrition. 18: 35-39.

Maria, D. C. C., et al. 2003. Effect of an enteral formula for diabetes : comparison with standard formulas in patients with type 1 diabetes. Clinical Nutrition. 22(5): 483-487.

Marie, S. 1993. Food additive user's handbook. pp. 57-67. London:BlackieAcademic&Professional.

Matser, A. M., Krebbers, B., Van den berg, R.W. and Bartels, P.V. 2004. Advantages of high pressure sterization on quality of food products. Trends in Food Science & Technology. 15: 79-85.

McKee, R. 2006. Artificial nutrition and nutritional support in hospital. Medicine. 34(12): 543 -547.

McKibbin, B., Cresci, G., Hawkins, M. 2003. Nutrition support for the patient with an open abdomen after major abdominal trauma. Nutrition. 19(6): 563-566.

Mcsweeney, S. L., Healy, R. and Mulvihill, D. M. 2007. Effect of lecithin and monoglyceride on the heat stability of a model infant formula emulsion. Food Hydrocolloids. 10(16): 1-11.

Meilgaard, M., Civilee, G. V., and Carr, B. T. 1987. Affective test: Consumer test and in-house panel acceptance tests. Sensory evaluation technique, pp. 143-462. Florida: CRC press.

Merz-Demlow, B. 2000. Soy isoflavones improve plasma lipids in noncholestrolemic premenopausal women. American Journal of Clinical Nutrition. 71: 1462-1469.

Mesomyam W. 1995. Effect of sweet basil seed extract treatment in obese woman. Thesis of Doctor of Science (Nutrition).Faculty of graduate studies, Mahidol University.

Messina, M. J. 1999. Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. American Journal of Clinical Nutrition. 70(3 Suppl): 439s-250s.

Miyoshi, H., Okuda, T., Okuda, K. and Koishi, H. 1987. Effects of brown rice on apparent digestibility and balance of nutrients in young men. Journal of Nutritional Science and Vitaminology. 33: 207-218.

Murat, K., et al. 2003. Fiber enriched diets and radiation induced injury of the gut. Nutrition Reseach. 23: 77-83.

Muster, W., Albertini, S. Chételat, A., Miller, B. and Gocke, E. 1997. Mutagenicity evaluation of Genistein, an anticarcinogenic isoflavone present in soybeans. Mutation Research Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. 379(1suppl): S170.

Nahas, E. P., Neto, J. N., Traiman, P., Pontes, A., and Dalben, I. 2004. Benefits of soy germ isoflavones in postmenopausal women with contraindication for conventional hormone replacement therapy. Maturitas. 48(4): 372-380.

Nickerson, M. T., et al. 2006. Some physical properties of crosslinked gelatin–maltodextrin hydrogels. Food Hydrocolloids. 20(7): 1072-1079.

Pennington, N. L. and Baker, C. W. 1990. Sugar: a user's guide to sucrose. New York: Van Nostrand Reinhold.

Plauth, M., et al. 2006. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Liver disease. Clinical Nutrition. 25(2): 285-294.

Powell, S. K., Marcuard, S. P., Farrior, E. S. and Gallagher, M. L. 1993. Aspirating gastric residuals causes occlusion of small-bore feeding tubes. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 17(3): 243-246.

Prittie, J. and Barton, L. 2004. Route of nutrient delivery. Clinical Techniques in Small Animal Practice. 19(1): 6-8.

Rolandelli, R. H., Bankhead, R., Boullata, J. I., Compher, C. W. 2005. Clinical nutrition: enteral and tube feeding. Philadelphia: Saunders.

Sanger, L. 2001. Lecithin [online]. Available from: http//en.wikipwdia.org. [2007, Feb 15]

Sanger, L. 2001. Maltodextrin [online]. Available from: http//en.wikipwdia.org. [2007, Feb 15]

Selvendran, R. R., Steven, B. J. H. and O' Neill, M. A. 1985. Developments in the isolation and analysis of cell wall form edible Plants. In. Biochemistry of plant cell walls. Society for Experimental Biology, Seminar Series 28., pp 39-78. Cambridge University Press, Cambridge.

Seri, S. and D'Alessandro, A. Effects of defined formula diets with and without fiber on ultratrace mineral serum levels in rats. 1994. Clinical Nutrition. 13(3): 166-170.

Silk, D. B. A. 1999. Formulation of enteral diet. Journal of Nutrition. 15: 626-632.

Silk, D. B. A., Walters, E. R., Duncan, H. D., and Green, C. J. 2001. The effect of a polymeric enteral formula supplemented with a mixture of six fibers on normal human bowel function and colonic motility. Clinical Nutrition. 20(1): 49-58.

Skipper, A. 1998. Dietitian's handbook of enteral and parenteral nutrition. 2nd edition, Gaithersburg, Md.:Aspen Publishers.

Slavin, J. 2003. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. Journal of Food Composition and Analysis. 16(3): 287-291.

Sowbhagya, H. B., Florence Suma, P., Mahadevamma, S., Tharanathan, R. N. 2007. Spent residue from cumin-a potential source of dietary fiber. Food Chemistry 104: 1220-1225.

Spapen, H., et al. 2001. Soluble fiber reduces the incidence of diarrhea in septic patients receiving total enteral nutrition a prospective, double-blind, randomized, and controlled trial. Clinical Nutrition. 20: 301–305.

Swain, J. H., Alekel, D. L., Dent, S. B., Peterson, C. T. and Reddy, M. B. 2002. Iron indexes and total antioxidant status in response to soy protein intake in perimenopausal woman. American Journal of Clinical Nutrition. 76: 165-171.

Tang, W. K. 1994. The climacteric of Chinese factory workers. Maturitas 19(3): 177-182.

Talbot, J. M. 1991. Guidelines for scientific review of enteral food products for special medical purposes. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 15(3suppl.): 99s-174s.

Teixeira, S. R., Potter, M. S., Weigel, R., Hannan, S., Erdman, J. W. and Hasler, C. M. 2000. Effect of feeding 4 levels of soy protein for 3 and 6 week on blood lipids and apolipoprotein in moderately hypercholesterolemic men. American Journal of Clinical Nutrition. 71 :1077-1084.

Thibault, J. F., Renard, C. M. G. C. and Guillon, F. 1994. In Vegetables and vegetable products., pp 23-54. Berlin: Springer-Verlag.

Thakur, R. K., Villette, C., Aubry, J. M. and Delaplace, G. 2007 Formulation-composition map of a lecithin based emulsion. In Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. In Press, Accepted Manuscript, Available online 5 June 2007,

The American Dietetic Association. 2002. Position of the American Dietetic Association: Health implication of dietary fiber. Journal of the American Dietetic Association. 102: 993-1000.

Wang, H. and Jiang, Z. 2003. The impact of slow release starch containing enteral nutrition on blood glucose/insulin responses in type 2 diabetic patients-randomized, controlled, multi-center clinical study. Clinical Nutrition. 22(1suppl): S15-S16.

Wantanee Worawongtud.1991. Development of formulative tube feeding for patients with intact gastrointestinal function. Master's Thesis, Department of Nutrition, Graduate Studies. Mahidol University.

Weimann, A., et al. 2006. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Surgery including Organ Transplantation. Clinical Nutrition. 25(2): 224-244.

World Health Organization. 1998. Acetone. Geneva: The Oraganization.

Van Bennekum, A. M., Nguyen, D. V., Schulthess, G., Hauser, H., Phillips, M. C. 2005. Mechanisms of cholesterol-lowering effects of dietary insoluble fibers: relationships with intestinal and hepatic cholesterol parameters. The British Journal of Nutrition. 94(3): 331-337.

Van den Einde, R. M., Akkermans, C., Van der Goot, A. J. and Boom, R. M. 2004. Molecular breakdown of corn starch by thermal and mechanical effects. Carbohydrate Polymers. 56 (4): 415-422.

Xu, X., Wang, H., Murphy, P. A. and Hendrich, S. 2000. Neither background diet nor type of food affects short-term isoflavone bioavailability in women. Journal of Nutrition. 130: 798-801.

Yoon, G. A. and Hwang H. J. 2006. Effect of soy protein animal protein ratio on calcium metabolism of the rat. Nutrition. 22(4): 414-418.

Zarasaga, A., et al. 2001. Nutritional support in chronic renal failure: systematic review. Clinical Nutrition. 20(4): 291-299.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์

กำหนดให้อาหารทางการแพทย์มีความเข้มข้นของพลังงาน เท่ากับ 1 กิโลแคลอรีต่อมิลลิลิตร ดังนั้นอาหารทางการแพทย์ 100 มิลลิลิตร มีพลังงาน เท่ากับ 100 กิโลแคลอรี มีการกระจายพลังงานต่อวันดังนี้

- พลังงานจากโปรตีน ร้อยละ 10 -35
- พลังงานจากไขมัน ร้อยละ 20 -35
- พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 45 -65
- เส้นใยอาหาร 1.00-1.75 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร

พลังงานจากโปรตีนร้อยละ 15 ได้จากอาหาร $\frac{100 \times 15}{4 \times 100}$ = 3.75 กรัม

พลังงานจากไขมันร้อยละ 30 ได้จากอาหาร $\frac{100 \times 30}{9 \times 100}$ = 3.33 กรัม

พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 55 ได้จากอาหาร $\frac{100 \times 55}{4 \times 100}$ = 13.75 กรัม

ต้องการโปรตีน 3.75 กรัม จากแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม
แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม 100 กรัม มีโปรตีน 44.27 กรัม
ถ้าต้องการโปรตีน 3.75 กรัม จะต้องใช้แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม $\frac{100 \times 3.75}{44.27}$ = 8.47 กรัม

แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม 8.47 กรัม ประกอบด้วย โปรตีน 3.75 กรัม ไขมัน 1.77 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.41 กรัม เส้นใยอาหาร 0.45 กรัม

ต้องการไขมันเพิ่ม 3.33 – 1.77 = 1.56 กรัม จากน้ำมันเอ็มซีที

ต้องการคาร์โบไฮเดรตเพิ่ม 13.75 – 1.41 = 12.34 กรัม จากมอลโตเด็กซ์ตริน

ต้องการเส้นใยอาหารเพิ่มจากใยอาหารที่สกัดจากข้าวกล้อง

- สูตรที่ 1 (ปริมาณเส้นใยอาหาร 1.00 กรัม/ 100 ml) = 1 - 0.45 = 0.55 กรัม
- สูตรที่ 2 (ปริมาณเส้นใยอาหาร 1.25 กรัม/ 100 ml) = 1.25 - 0.45 = 0.80 กรัม
- สูตรที่ 3 (ปริมาณเส้นใยอาหาร 1.50 กรัม/ 100 ml) = 1.50 - 0.45 = 1.05 กรัม
- สูตรที่ 4 (ปริมาณเส้นใยอาหาร 1.75 กรัม/ 100 ml) = 1.75 – 0.45 = 1.30 กรัม

ได้สูตรอาหารพื้นฐานก่อนการปรับปรุงความคงตัว รสชาติและกลิ่น เป็นสูตรอาหารที่ 1, 2, 3 และ 4 (แสดงในตารางผนวกที่ ก-1) ซึ่งมีพลังงานการกระจายพลังงานของอาหารที่ได้จากการคำนวณ (แสดงในตารางผนวกที่ ก-2)

ตารางผนวกที่ ก-1 ส่วนประกอบของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องจากการคำนวณ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	8.47	8.47	8.47	8.47
2. น้ำมันเอ็มซีที	1.56	1.56	1.56	1.56
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	12.34	12.34	12.34	12.34
4. เส้นใยอาหารจากข้าวกล้อง	0.55	0.80	1.05	1.30
5. เติมน้ำจนครบ	100 มิลลิลิตร			

ตารางผนวกที่ ก-2 พลังงานและการกระจายพลังงานของอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ได้จากการคำนวณ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	8.47	3.75	1.77	1.41
2. น้ำมันเอ็มซีที	1.56	-	1.56	-
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	12.34	-	-	12.34
ปริมาณรวม (มิลลิลิตร)	100	3.75	3.33	13.75
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	100	15	30	55
พลังงาน (ร้อยละ)	-	15	30	55

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในอาหารโดยการอบแห้งในตู้ไฟฟ้า (hot air oven method) (Kangsadalampai และ Sungpuag, 1984 ; AOAC, 2000)

1.1. อบภาชนะสำหรับอบแห้งในตู้อบไฟฟ้า (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ครั้งละประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำมาทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง (dessicator) ชั่งน้ำหนักและทำซ้ำจนน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม

1.2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนในภาชนะอบแห้ง

1.3. นำเข้าตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

1.4. นำออกจากตู้อบไฟฟ้า ทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก

1.5. อบต่อไปเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำซ้ำจนน้ำหนักคงที่ (น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม)

คำนวณหาปริมาณความชื้น โดย

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปหลังการอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนการอบแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี soxhlet extraction (Kangsadalampai และ Sungpuag, 1984; AOAC, 2000)

2.1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งจนได้น้ำหนักคงที่ ประมาณ 5 กรัม

2.2. นำมาสกัดไขมันด้วย ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether, A.R. Grade, บริษัท J. T Baker) เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง soxhlet

2.3. ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมันที่สกัดได้

2.4. อบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่

คำนวณปริมาณไขมัน โดย

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี macro kjedahl (AOAC, 2000)

3.1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ใส่หลอดทดลอง

3.2. เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟต 10 กรัมและคอปเปอร์ซัลเฟต 4 กรัม ลงในหลอดทดลอง

3.3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (sulfuric acid nitrogen free, A.R. grade, บริษัท E. Merck) 25 มิลลิลิตร

3.4. นำหลอดทดลองใส่ในเครื่องย่อยสลาย ในตู้ควัน ปรับความร้อนอยู่ที่เลข 3-7 ตามความเหมาะสม เมื่อแน่ใจว่าไม่เกิดฟองล้นออกมานอกหลอดทดลองให้ปรับปุ่มความร้อนไปที่หมายเลข 10 ย่อยสลายตัวอย่างจนได้สารละลายใส แล้วย่อยสลายต่อเป็นเวลา 20-30 นาที เพื่อให้เกิดการย่อยอย่างสมบูรณ์ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

3.5. นำสารละลายในหลอด kjedahl จากข้อ 3.4 มาวางในเครื่องกลั่น Buchi 322

3.6. ตวงสารละลาย กรดบอริก (boric acid, A.R. grade, บริษัท E. Merck) ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 140 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่

3.7. เติมโมดิฟายด์เมทิลเรดอินดิเคเตอร์ (modified methyl red indicator) ลงไป 2-3 หยด นำไปวางใต้เครื่องควบแน่นของเครื่องกลั่น Buchi 322 โดยให้สายยางแอมโมเนียจมอยู่ใต้สารละลายกรดบอริก

3.8. ปรับปุ่มที่เติมน้ำและด่างของเครื่องกลั่น โดยเติมน้ำ 100 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 140 แล้วเริ่มกลั่น ใช้เวลาประมาณ 4 นาที

3.9. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานของกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

คำนวณหาปริมาณโปรตีน โดย

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) = ร้อยละของไนโตรเจนทั้งหมด × Empirical factor

= [0.014 × N × V × 100/ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)] × factor

N = นอร์มอลลิตี้ของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไทเทรต

V = จำนวนมิลลิลิตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไทเทรต

Empirical factor = 6.25 (อาหารทั่วไป)

5.71 (ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง)

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยการเผาในเตาเผาเถ้า (Kangsadalampai และ Sungpuag, 1984 ; AOAC, 2000)

4.1 อบภาชนะสำหรับหาเถ้า (porcelain crucible) ในเตาเผาที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง เป็นเวลา 20 นาที ชั่งน้ำหนักและทำซ้ำจนน้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม

4.2 นำตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักแน่นอนใส่ลงในภาชนะสำหรับหาเถ้า นำไปเผาด้วยเตาไฟฟ้าจนหมดควัน

4.3 นำไปเข้าเตาเผา อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง หรือจนเป็นเถ้าสีขาว นำตัวอย่างออกจากเตาเผา นำมาทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้

4.4 ทำซ้ำในข้อ 4.3 จนกระทั่งน้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม และคำนวณปริมาณเถ้าได้ ดังนี้

คำนวณหาปริมาณเถ้า โดย

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง(กรัม)}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณกากใยอาหาร (Crude fiber) โดยการย่อยด้วยกรดและด่างอ่อน (Kangsadalampai และ Sungpuag, 1984 ; AOAC, 2000)

5.1 ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 2-5 กรัม ใส่ในภาชนะสำหรับย่อย ประกอบเข้ากับเครื่องหาใยอาหาร

5.2 เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที

5.3 กรองและล้างส่วนที่เหลือด้วยน้ำเดือดครั้งละ 30 มิลลิลิตร จนหมดความเป็นกรด (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส)

5.4 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที

5.5 กรองและล้างส่วนที่เหลือด้วยน้ำเดือดครั้งละ 30 มิลลิลิตร จนหมดความเป็นด่าง (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส) แล้วล้างด้วยเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 ประมาณ 15 มิลลิลิตร

5.6 นำใยอาหารที่ได้ไปอบให้แห้งด้วยตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

5.7 ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง นำไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปจะเป็นน้ำหนักของใยอาหาร

คำนวณหาปริมาณกากใยอาหาร โดย

$$\text{ปริมาณกากใยอาหาร (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักใยอาหาร (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

6. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Dietary fiber) โดยการย่อยด้วยเอนไซม์ (AOAC, 2000)

ให้ทำ blank เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อน ที่อาจเกิดขึ้น

6.1 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ลงบีกเกอร์ทรงสูง ความจุ 400 มิลลิลิตร (น้ำหนักตัวอย่างทั้ง 2 ไม่ควรต่างกันเกิน 0.02 กรัม)

6.2 เติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer) pH 6.0 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ ให้ได้ pH ประมาณ 6.0 ± 0.2

6.3 เติมสารละลายเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α-amylase solution) 0.1 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยด์

6.4 อุ่นในเครื่องอังน้ำ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เขย่าบีกเกอร์เบาๆ ทุกช่วง 5 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

6.5 ปรับ pH ให้เป็น 7.5 ± 0.2 โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.275 นอร์มอล 10 มิลลิลิตร

6.6 เติมเอนไซม์โปรตีเอส (protease enzyme) 5 มิลลิกรัม ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยด์

6.7 บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เขย่าผสมอย่างต่อเนื่อง ทำให้เย็นลง

6.8 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.325 โมลาร์ 10 มิลลิลิตร ให้ pH อยู่ระหว่าง 4.0-4.6

6.9 เติมเอนไซม์อะไมโลกลูโคสิเดส (amyloglucosidase enzyme) ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พร้อมเขย่าผสมอย่างต่อเนื่อง

6.10 เติมเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ที่ปรับอุณหภูมิให้อยู่ที่ประมาณ 60 องศาเซลเซียส ปริมาณ 280 มิลลิลิตร

6.11 ปล่อยให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที

6.12 เตรียมภาชนะสำหรับอบแห้ง 2 ใบ (เป็นภาชนะ A กับ B) เติมสารซีไลท์ (celite) ให้ทั่วพื้นด้านล่างภาชนะ โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 78 ชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

6.13 รองตะกอนที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ผ่าน vacuum pump

6.14 ล้างกากส่วนที่เหลือด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 78 ครั้งละ 20 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง และล้างต่อด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 2 ครั้ง และล้างด้วยอะซิโตน จำนวน 2 ครั้ง

6.15 นำกากใส่ภาชนะที่มีน้ำหนักคงที่ซึ่งเตรียมไว้ในข้อ 6.12 และอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่ 105 องศาเซลเซียส

6.16 ทำให้เย็นลงในโถทำแห้งและชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) หักออกด้วยน้ำหนักสารซีไลท์ จะได้น้ำหนักตัวอย่างคงเหลือ

6.17 นำส่วนที่เหลือจากภาชนะ A มาวิเคราะห์หาโปรตีนตามวิธี macro kjedahl เช่นเดียวกับวิธีในข้อ 3 และนำส่วนที่เหลือจากภาชนะ B มาวิเคราะห์หาเถ้าโดยการเผาในเต้าเผาเถ้า เช่นเดียวกับวิธีในข้อ 4

การคำนวณ

น้ำหนัก blank (กรัม) = น้ำหนักตัวอย่างคงเหลือ (กรัม)-น้ำหนักโปรตีน (กรัม)-น้ำหนักเถ้า(กรัม)

ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ) = [น้ำหนักตัวอย่างคงเหลือ (กรัม)-น้ำหนักโปรตีน (กรัม)-น้ำหนักเถ้า (กรัม)-น้ำหนัก blank (กรัม)] × 100 / น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก ค

การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ตารางผนวกที่ ค- 1 การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องกับ Jevity® และ Ensure® with Fiber

ปริมาณสารอาหาร (ร้อยละ)	อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง		Jevity®	Ensure® with Fiber
	พาสเจอร์ไรส์	สเตอริไรส์		
ความชื้น	76.87	76.49	80.00	76.00
โปรตีน	3.68	3.72	4.00	3.40
ไขมัน	3.31	3.38	3.40	2.40
ใยอาหาร	**1.21**	**1.06**	**1.32**	**1.10**
คาร์โบไฮเดรต	13.09	13.37	12.20	15.30
พลังงานทั้งหมด	96.87	98.78	97.00	97.00
ความเข้มข้นของพลังงานต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร (กิโลแคลอรี)	0.97	0.99	1.06	0.97
อัตราส่วนพลังงานที่ไม่ได้มาจากโปรตีนต่อไนโตรเจน (กิโลแคลอรีต่อกรัมไนโตรเจน)	146:1	146:1	124:1	144:1

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (Food and Drug Administration, 1998)

การวิเคราะห์ทำในลักษณะที่ปราศจากเชื้อ (aseptic technique) เตรียมจานเพาะเชื้อ (Petri dishes) ชนิดแก้ว ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร โดยนำไปอบฆ่าเชื้อในตู้อบไฟฟ้า (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

1.1 เจือจางตัวอย่าง ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างความเจือจางเท่ากับ 1:10 (10^{-1})

1.2 ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางเป็น 1:10 จากข้อ 1.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างความเจือจางเท่ากับ 1:100 (10^{-2})

1.3 ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางเป็น 1:100 จากข้อ 1.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างความเจือจางเท่ากับ 1:1000 (10^{-3})

1.4 ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางเป็น 1:1000 จากข้อ 1.3 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างความเจือจางเท่ากับ 1:10000 (10^{-4})

1.5 ปิเปตตัวอย่างที่ถูกเจือจางเป็นความเจือจางต่างๆ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อความเจือจางละ 2 จาน

1.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อเพลตเคาต์ อะการ์ (plate count agar) ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45-55 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15-20 มิลลิลิตร แล้วหมุนจานไปในทิศทางที่เป็นรูปหมายเลขแปด เพื่อให้ตัวอย่างผสมกับอาหารและกระจายไปทั่วจาน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แข็ง

1.7 กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48ชั่วโมง

1.8 นับโคโลนีในจานเพาะเชื้อโดยเลือกจานที่มีโคโลนีประมาณ 30-300 โคโลนี

1.9 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ คูณด้วย dilution factor แล้วรายงานผล โดยรายงานเป็นจำนวนโคโลนี/ มิลลิลิตร หรือ colony forming unit (CFU/ml) ของตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา (yeast and mold count)

วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้อ 1 แต่เปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อจาก เพลตเคาท์อะการ์ เป็น ซาโบรัวเดกซ์โทรสอะการ์ (sabouraud dextrose agar) หรือ มอลต์อะการ์ (malt agar) หรือ โปเตโตเดกซ์โทรสอะการ์ (potato dextrose agar) ที่ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 3.5 นำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีใน 1 จาน และคำนวณค่า CFU ต่อมิลลิลิตร

3. การวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform) และ *Escherichia coli*

3.1. <u>การทดสอบขั้นต้น (presumptive coliform)</u>

3.1.1 ปิเปตตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร, 1 มิลลิลิตร และตัวอย่างที่มีความเจือจาง 1:10 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแล็กโทสบรอท (lactose broth) ที่มีหลอดดักก๊าช (durham tube) วางคว่ำอยู่ ตัวอย่างละ 5 หลอด

3.1.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส

3.1.3 อ่านผลการทดลองหลังจากบ่มเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเจริญจากความขุ่นและและมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ

3.1.4 บ่มหลอดที่ไม่ให้ผลบวกต่อไปเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอ่านผลเช่นเดียวกันอีกครั้ง

3.2 <u>การทดสอบขั้นยืนยัน (confirm test)</u>

3.2.1 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแล็กโทสบรอท ที่ให้ผลบวกลงในหลอดอาหารเพาะเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแล็กโทสไบล์บรอท (brilliant green lactose bile broth) ที่มีหลอดดักก๊าซอยู่หลอดต่อหลอด

3.2.2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลอดอาหารที่อ่านผลเป็นบวก อาหารเพาะเชื้อจะขุ่นและมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ

3.2.3 นำค่าหลอดที่ให้ผลบวกจากทุกความเจือจางไปอ่านค่าปริมาณโคลิฟอร์มจากตารางเอ็มพีเอ็น จะได้ค่าเอ็มพีเอ็นของโคลิฟอร์มต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.3 <u>การทดสอบขั้นสมบูรณ์ของการวิเคราะห์ *E. coli*</u>

3.3.1 นำหลอดอาหารเพาะเชื้อบริลลิแอนต์กรีนแล็กโทสไบล์บรอท ที่ให้ผลบวกแต่ละหลอดมา steak ลงบนอาหารเพาะเชื้ออีเอ็มบีอะการ์ (eosin methylene blue agar, EMB agar)

3.3.2 บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3.3 สังเกตลักษณะโคโลนีของ *E. coli* มีวาวโลหะออกสีเขียวเมื่อสะท้อนแสง (metallic sheen) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของ *E.coli*

3.3.4 เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *E.coli* บนอาหารเพาะเชื้อ EMB นำไปทดสอบด้วยชุด IMVIC ดังนี้

3.1.4.1 การทดสอบอินโดล (Indole test)

เพาะโคโลนีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อทริปโตนบรอท ความเข้มข้นร้อยละ 1 (1% tryptose broth) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมสารละลายโคแวคส์ ปริมาณ 0.2-0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอด เขย่าเบาๆ ผลของ *E.coli* คือเกิดชั้นสีแดงด้านบนของอาหารเลี้ยงเชื้อ (ผลบวก)

3.1.4.2 การทดสอบเอ็มอาร์ (methyl red test)

เพาะโคโลนีลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อเอ็มอาร์-วีพีบรอท (MR-VP broth) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วเติมสารละลายเมธิลเรดจำนวน 5 หยด ลงในหลอด เขย่าแรงๆ ผลของ *E.coli* คืออาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีแดง (ผลบวก)

3.1.4.3 การทดสอยวีพี (voges-proskauer test)

เพาะโคโลนีลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อเอ็มอาร์-วีพีบรอท (MR-VP broth) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วเติมสารละลายแอลฟาแนฟทอลปริมาณ 0.6 มิลลิลิตร และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาณ 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอด เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผลของ *E.coli* คืออาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนเป็นสีแดง (ผลลบ)

3.1.4.4 การทดสอบการใช้ซิเตรต (citrate test)

เพาะโคโลนีลงในอาหารเลี้ยงเชื้อซิมมอนส์ซิเตรต อะการ์ Simmon's citrate agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลของ *E.coli* คืออาหารเลี้ยงเชื้อมีสีเขียวเช่นเดิม (ผลลบ)

5. การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus*

5.1. ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) จุ่มลงในตัวอย่าง แล้วนำมา steak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ mannitol salt egg yolk (MS-EY) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

5.2. สังเกตโคโลนีที่มีสีเหลืองล้อมด้วยโซนสีขุ่นขาวซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของ *S.aureus* หากโคโลนีที่เกิดขึ้น ไม่สามารถบ่งบอกชัดเจนได้ ให้ใช้ loop ถ่ายเชื้อลงในหลอดแก้วที่บรรจุพลาสมาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 0.5 มิลลิลิตร นำไปแช่

ในเครื่องอังน้ำ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ถ้าพลาสมาไม่มีการจับตัวเป็นก้อน หลังเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง จนถึง 24 ชั่วโมง แสดงว่าไม่มี *S.aureus* ชนิด coagulase positive

ส่วนประกอบและวิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. <u>เพลตเคาต์อะการ์ (plate count agar)</u> ประกอบด้วย

tryptone	5.0	กรัม
yeast extract	2.5	กรัม
dextrose	1.0	กรัม
agar	15.0	กรัม

เตรียมโดยการชั่งเพลตเคาต์อะการ์ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายหมด ปรับปริมาตเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ภาชนะที่เหมาะสม และนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. <u>ซาโบรัว เด็กซ์โทรส อะการ์ (sabauraud dextrose agar)</u> ประกอบด้วย

peptone	10.0	กรัม
dextrose	40.0	กรัม
agar	15.0	กรัม

เตรียมโดยการชั่งซาโบรัว เดกซ์โทรส อะการ์ 65 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ต้มจนละลายหมดและปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ภาชนะที่เหมาะสม ฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. <u>แล็กโทสบรอท (lactose broth)</u> ประกอบด้วย

beef extract	3.0	กรัม
peptone	5.0	กรัม
lactose	5.0	กรัม

เตรียมโดยการชั่งแลกโทสบรอท 13 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ในหลอดแก้วขนาด 16 × 150 มิลลิลิตร หลอดละ 10 มิลลิลิตร และใส่หลอดดักก๊าซ 1 หลอด ในลักษณะคว่ำหลอด นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

4. บริลลิแอนต์กรีนแลคโทสไบล์บรอท (brilliant green lactose bile broth) ประกอบด้วย

peptone	10.0	กรัม
lactose	10.0	กรัม
ox gall	20.0	กรัม
brilliant green	0.0133	กรัม

เตรียมโดยการละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ในหลอดแก้วขนาด 16 × 150 มิลลิลิตร หลอดละ 10 มิลลิลิตร และใส่หลอดดักก๊าซ 1 หลอด ในลักษณะคว่ำหลอด นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

5. อีเอ็มบีอะการ์ (eosin methylene blue, EMB agar) ประกอบด้วย

peptone	10.0	กรัม
lactose	5.0	กรัม
sucrose	5.0	กรัม
dipotassium hydrogen phosphate	2.0	กรัม
eosin Y	0.4	กรัม
methylene blue	0.065	กรัม
agar	15.0	กรัม

เตรียมโดยการละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น ต้มให้ละลายหมด ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ภาชนะที่เหมาะสม นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที เขย่าให้เข้ากันและเทใส่จานเพาะเชื้อ

6. ทริปโตนบรอทความเข้มข้นร้อยละ 1 (1% tryptone broth) ประกอบด้วย

เตรียมโดยการละลายทริปโตน 10 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ในหลอดแก้วขนาด 13 × 100 มิลลิลิตร หลอดละ 3 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

7. เอ็มอาร์-วีพีบรอท (MR-VP broth) ประกอบด้วย

peptone	5.0	กรัม
glucose	5.0	กรัม
dipotassium hydrogen phosphate	5.0	กรัม

เตรียมโดยการละลายทริปโตน 10 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ในหลอดแก้วขนาด 13 × 100 มิลลิลิตร หลอดละ 3 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

8. ซิมมอนส์ซิเตรต อะการ์ (Simmon's citrate agar) ประกอบด้วย

sodium chloride	5.0	กรัม
magnesium sulphated heptahydrate	0.2	กรัม
ammonium dihydrogen phosphate	1.0	กรัม
sodium citrate	5.0	กรัม
bromthymol blue	0.08	กรัม
agar	15.0	กรัม

เตรียมโดยการละลายทริปโตน 10 กรัมในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร เทใส่ในหลอดแก้วขนาด 13 × 100 มิลลิลิตร หลอดละ 3 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในเครื่องนึ่งอัดไอ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ตารางภาคผนวกที่ ค-1 ตารางแปรผลปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม วัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น โดยการ เจือจาง 5 หลอด เมื่อเพาะตัวอย่าง 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อ (Hleyn และคณะ, 1999)

Combination	MPN Index			Combination	MPN Index		
Of Positive	100 ml	Lower	Upper	Of Positive	100 ml	Lower	Upper
0-0-0	< 2	-	-	4-3-0	27	12	67
0-0-1	3	1.0	10	4-3-1	33	15	77
0-1-0	3	1.0	10	4-4-0	34	16	80
0-2-0	4	1.0	13	5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	10	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	70	30	180
2-0-0	4	1.0	17	5-2-0	50	20	170
2-0-1	7	2.0	20	5-2-1	70	30	210
2-1-0	7	2.0	21	5-2-2	90	40	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-0	80	30	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-1	110	40	300
2-3-0	12	5.0	29	5-3-2	140	60	360
3-0-0	8	3.0	24	5-3-3	170	80	410
3-0-1	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-0	11	4.0	29	5-4-1	170	70	480
3-1-1	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-0	14	6.0	35	5-4-3	280	120	690
3-2-3	17	7.0	40	5-4-4	350	160	820
4-0-0	13	5.0	38	5-5-0	240	100	940
4-0-1	17	7.0	45	5-5-1	300	100	1300
4-1-0	17	7.0	46	5-5-2	500	200	2000
4-1-1	21	9.0	55	5-5-3	900	300	2900
4-1-2	26	12.	63	5-5-4	1600	600	5300
4-2-0	22	9.0	56	5-5-5	≥1600	-	-
4-2-1	26	12.	65				

ภาคผนวก จ

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

กรุณาทดสอบอาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่จัดให้ และระบุความชอบในแต่ละคุณลักษณะที่ระบุไว้โดยทำเครื่องหมายถูกในช่องว่าง ซึ่งเรียงลำดับความชอบมากที่สุดทางด้านซ้ายมือ (หมายเลข 5) ถึงไม่ชอบมากที่สุดทางด้านขวามือ (หมายเลข1) และดื่มน้ำกลั้วคอก่อนการทดสอบถัดไปทุกครั้ง

1. สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก

รหัสผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด ⟶ ไม่ชอบมากที่สุด				
	5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กลิ่นของผลิตภัณฑ์

รหัสผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด ⟶ ไม่ชอบมากที่สุด				
	5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. รสชาติของผลิตภัณฑ์

รหัสผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด ⟶ ไม่ชอบมากที่สุด				
	5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน (ความสากลิ้น ความหนืด และอื่นๆ)

รหัสผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด ⟶ ไม่ชอบมากที่สุด				
	5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. ความชอบโดยรวม (ลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยรวม สีและลักษณะที่ปรากฏภายนอก กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส)

รหัสผลิตภัณฑ์	ชอบมากที่สุด ⟶ ไม่ชอบมากที่สุด				
	5	4	3	2	1

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....
.....
.....
.....

☺❀ ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ❀☺

ภาคผนวก ฉ

ผลการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-1 ความถี่ของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

	ความถี่ของคะแนน*				
อัตราส่วนซูโครส:มอลโตเด็กซ์ตริน	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60
5 (ชอบมากที่สุด)					2 (20)
4 (ชอบ)			1 (10)	5 (50)	6 (60)
3 (เฉยๆ)	2 (20)	3 (30)	6 (60)	3 (30)	1 (10)
2 (ไม่ชอบ)	4 (40)	6 (60)	3 (30)	2 (20)	1 (10)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	4 (40)	1 (10)			

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-2 ความถี่ของคะแนนความพอใจในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอกที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	4 (40)	3 (30)	5 (50)
4 (ชอบ)	2 (20)	6 (60)	3 (30)
3 (เฉยๆ)	4 (40)	1 (10)	2 (20)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	0
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-3 ความถี่ของคะแนนความพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	1 (10)	4 (40)	1 (10)
4 (ชอบ)	3 (30)	5 (40)	2 (20)
3 (เฉยๆ)	6 (60)	1 (20)	3 (30)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	4 (40)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-4 ความถี่ของคะแนนความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
รสชาติของผลิตภัณฑ์	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	3 (30)	5 (50)	0
4 (ชอบ)	3 (30)	5 (50)	3 (30)
3 (เฉยๆ)	4 (40)	0	4 (40)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	3 (30)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-5 ความถี่ของคะแนนความพอใจในเนื้อสัมผัสขณะรับประทาน ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	3 (30)	1 (10)	1 (10)
4 (ชอบ)	4 (40)	5 (50)	5 (50)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	4 (40)	4 (40)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	0
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-6 ความถี่ของคะแนนความชอบโดยรวม ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
ความชอบโดยรวม	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	2 (20)	7 (70)	0
4 (ชอบ)	5 (50)	3 (30)	5 (50)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	0	3 (30)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	2 (20)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-7 ความถี่ของคะแนนความชอบในด้านรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีอัตราส่วนน้ำตาลซูโครสต่อมอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

	ความถี่ของคะแนน*				
อัตราส่วนซูโครส:มอลโตเด็กซ์ตริน	0:100	10:90	20:80	30:70	40:60
5 (ชอบมากที่สุด)				1 (10)	2 (20)
4 (ชอบ)			2 (20)	6 (60)	6 (60)
3 (เฉยๆ)	1 (10)	3 (30)	5 (50)	3 (30)	2 (20)
2 (ไม่ชอบ)	5 (50)	7 (70)	3 (30)		
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	4 (40)				

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-8 ความถี่ของคะแนนความพอใจในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธี สเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	4 (40)	3 (30)	3 (30)
4 (ชอบ)	3 (30)	6 (60)	4 (40)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	1 (10)	3 (30)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	0
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-9 ความถี่ของคะแนนความพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	1 (10)	5 (50)	1 (10)
4 (ชอบ)	4 (40)	4 (40)	2 (20)
3 (เฉยๆ)	5 (50)	1 (10)	4 (40)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	3 (30)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-10 ความถี่ของคะแนนความพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
รสชาติของผลิตภัณฑ์	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	4 (40)	4 (40)	0
4 (ชอบ)	3 (30)	5 (50)	2 (20)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	1 (10)	5 (50)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	3 (30)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-11 ความถี่ของคะแนนความพอใจในเนื้อสัมผัสขณะรับประทาน ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	2 (20)	1 (10)	1 (10)
4 (ชอบ)	5 (50)	6 (60)	4 (40)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	3 (30)	5 (50)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	0
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ตารางภาคผนวกที่ ฉ-12 ความถี่ของคะแนนความชอบโดยรวม ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆ

	ความถี่ของคะแนน*		
ความชอบโดยรวม	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
5 (ชอบมากที่สุด)	1 (10)	6 (60)	0
4 (ชอบ)	6 (60)	4 (40)	4 (40)
3 (เฉยๆ)	3 (30)	0	4 (40)
2 (ไม่ชอบ)	0	0	2 (20)
1 (ไม่ชอบมากที่สุด)	0	0	0

*ค่าในวงเล็บแสดงร้อยละของความถี่

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ช- 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	113.762	3	37.921	2463.713	.000*
Within Groups	.123	8	.015		
Total	113.885	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	5.37	9.12	11.44	13.70

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	6.524	3	2.175	97.805	.000*
Within Groups	.178	8	.022		
Total	113.885	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	16.38	15.79	15.06	14.43

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.023	3	.008	3.415	.073*
Within Groups	.018	8	.002		
Total	.040	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	7.03	7.01	7.08	7.12

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 4</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	109.118	3	36.373	1389.602	.000*
Within Groups	.209	8	.026		
Total	109.328	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	5.25	8.65	11.21	13.64

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	6.680	3	2.227	633.209	.000*
Within Groups	.028	8	.004		
Total	6.708	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	16.40	15.83	15.18	14.40

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 6</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.010	3	.003	2.042	.187*
Within Groups	.013	8	.002		
Total	.022	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	6.89	6.84	6.89	6.92

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 7</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	185.386	3	61.795	3316.765	.000*
Within Groups	.224	12	.019		
Total	185.610	15			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	4.89	8.52	11.19	13.45

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 8</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	7.099	3	2.366	564.561	.000*
Within Groups	.034	8	.004		
Total	7.133	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	16.48	<u>15.91</u>	<u>15.21</u>	14.46

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 9</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.004	3	.001	1.116	.398*
Within Groups	.011	8	.001		
Total	.015	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	P1	P2	P3	P4
	6.75	6.73	6.76	6.79

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร P1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร P2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร P3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร P4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 10</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	43.930	3	14.643	22528.051	.000*
Within Groups	.005	8	.001		
Total	43.935	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	7.55	10.53	11.89	12.52

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 11</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	23.102	3	7.701	209.020	.000*
Within Groups	.295	8	.037		
Total	23.397	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	16.18	13.62	13.08	12.57

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.013	3	.004	1.510	.285*
Within Groups	.022	8	.003		
Total	.035	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	6.99	7.01	7.05	7.08

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 13</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	74.570	3	24.857	93212.708	.000*
Within Groups	.002	8	.000		
Total	74.572	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	6.11	10.50	11.81	12.44

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 14</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	25.945	3	8.648	599.185	.000*
Within Groups	.115	8	.014		
Total	26.060	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	16.55	14.12	13.43	12.62

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.008	3	.003	3.094	.089*
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.015	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	6.78	6.80	6.82	6.84

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 16</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	43.296	3	14.432	91149.105	.000*
Within Groups	.001	8	.000		
Total	43.297	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	5.99	9.31	9.85	11.23

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 17</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	21.750	3	7.250	1768.306	.000*
Within Groups	.033	8	.004		
Total	21.783	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	16.62	14.37	13.51	13.16

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.010	3	.003	1.655	.253*
Within Groups	.017	8	.002		
Total	.027	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	6.51	6.57	6.54	6.60

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 19</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	44.207	3	14.736	196477.444	.000*
Within Groups	.001	8	.000		
Total	44.208	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	5.58	8.99	9.41	10.88

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

<u>ตารางภาคผนวกที่ ช- 20</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.587	3	1.862	375.603	.000*
Within Groups	.040	8	.005		
Total	5.627	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	16.02	15.32	14.94	14.13

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55
สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80
สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05
สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.006	3	.002	2.036	.187*
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.013	11			

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

สูตร**	S1	S2	S3	S4
	6.24	6.27	6.30	6.26

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** สูตร S1 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.55

สูตร S2 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 0.80

สูตร S3 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.05

สูตร S4 มีใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30

ตารางภาคผนวกที่ ช- 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	3733.245	3	1244.415	604574.111	.000*
Within Groups	.016	8	.002		
Total	3733.262	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	28.39	34.04	48.07	74.07

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	25.668	2	12.834	604.744	.000*
Within Groups	.127	6	.021		
Total	25.795	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	13.47	11.40	9.34	0

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.012	3	.004	2.447	.139*
Within Groups	.013	8	.002		
Total	.024	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	6.96	6.99	7.00	7.04

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	4015.693	3	1338.564	692360.862	.000*
Within Groups	.015	8	.002		
Total	4015.708	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	28.40	35.04	49.07	76.05

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	3.155	2	1.578	37.635	.000
Within Groups	.252	6	.042		
Total	3.407	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	13.63	12.11	9.24	0

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.004	3	.001	2.008	.192*
Within Groups	.006	8	.001		
Total	.010	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	6.92	6.92	6.96	6.96

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	3953.027	3	1317.676	864049.610	.000*
Within Groups	.012	8	.002		
Total	3953.039	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	28.02	35.44	49.44	75.60

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	3.155	2	1.578	37.635	.000*
Within Groups	.252	6	.042		
Total	3.407	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	13.63	11.91	8.89	0

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.009	3	.003	2.444	.139*
Within Groups	.010	8	.001		
Total	.018	11			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณแป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.50	1.00	1.50	2.00
	6.84	6.86	6.88	6.91

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	95.714	2	47.857	1543.215	.000*
Within Groups	.186	6	.031		
Total	95.900	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	44.07	48.75	52.02

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.681	2	2.840	355.545	.000*
Within Groups	.048	6	.008		
Total	5.729	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	10.77	9.43	8.88

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.001	2	.001	.945	.440*
Within Groups	.004	6	.001		
Total	.005	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	7.00	6.98	6.97

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	101.431	2	50.715	3143.509	.000*
Within Groups	.097	6	.016		
Total	101.527	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	43.58	48.50	51.75

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.617	2	2.809	306.405	.000*
Within Groups	.055	6	.009		
Total	5.672	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	10.79	9.50	8.90

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.005	2	.002	.385	.696*
Within Groups	.038	6	.006		
Total	.003	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	6.74	6.77	6.80

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	100.213	2	50.106	12596.584	.000*
Within Groups	.024	6	.004		
Total	100.237	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	43.49	48.42	51.60

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.260	2	2.630	180.014	.000*
Within Groups	.088	6	.015		
Total	5.348	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	10.78	9.60	8.93

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.005	2	.002	.672	.545*
Within Groups	.022	6	.004		
Total	.027	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	6.55	6.57	6.61

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	98.419	2	49.209	39543.250	.000*
Within Groups	.007	6	.001		
Total	98.426	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	43.38	48.32	51.49

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	4.951	2	2.476	477.124	.000*
Within Groups	.031	6	.005		
Total	4.983	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	10.69	9.69	8.98

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.006	2	.003	.863	.468*
Within Groups	.021	6	.004		
Total	.028	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

แป้งข้าวโพด (ร้อยละ)	0.60	0.75	0.90
	6.26	6.29	6.32

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.495	4	1.374	4040.216	.024*
Within Groups	.003	10	.000		
Total	5.498	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	53.96	54.08	55.06	55.18	55.44

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	5.818	4	1.454	152.783	.000*
Within Groups	.095	10	.010		
Total	5.913	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	11.81	11.35	11.17	10.58	10.02

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.002	4	.000	.926	.486*
Within Groups	.004	10	.000		
Total	.006	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	7.01	7.00	7.01	6.99	7.02

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	12.327	4	3.082	802.548	.000*
Within Groups	.038	10	.004		
Total	12.366	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	54.34	54.18	55.40	56.02	56.48

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	8.217	4	2.054	473.335	.000*
Within Groups	.043	10	.004		
Total	8.260	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	11.51	11.29	11.10	10.20	9.54

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.002	4	.001	.697	.611*
Within Groups	.008	10	.001		
Total	.032	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	6.94	6.97	6.96	6.97	6.94

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	3.279	4	.820	191.540	.000*
Within Groups	.043	10	.004		
Total	3.322	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	54.24	54.53	54.68	55.07	55.59

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	6.611	4	1.653	613.626	.000*
Within Groups	.027	10	.003		
Total	6.638	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	10.97	11.05	10.84	10.03	9.33

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 1.50 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ เก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.002	4	.001	.134	.966*
Within Groups	.041	10	.004		
Total	.043	14			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
	6.86	6.86	6.85	6.88	6.87

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	19.963	2	9.982	830.274	.000*
Within Groups	.072	6	.012		
Total	20.036	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	54.15	56.66	57.70

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.302	2	.151	20.041	.002*
Within Groups	.045	6	.008		
Total	.347	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	9.33	9.04	8.89

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง ณ วันเริ่มต้น

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.005	2	.003	2.793	.139*
Within Groups	.005	6	.001		
Total	.011	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	6.96	6.98	7.02

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 55 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	21.279	2	10.640	2455.292	.000*
Within Groups	.026	6	.004		
Total	21.305	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	54.19	56.67	57.71

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.282	2	.141	27.176	.001*
Within Groups	.031	6	.005		
Total	.313	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	9.30	9.01	8.87

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 57 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.007	2	.003	3.640	.092*
Within Groups	.006	6	.001		
Total	.013	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	6.75	6.76	6.81

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	19.552	2	9.776	643.631	.000*
Within Groups	.091	6	.015		
Total	19.643	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	54.21	56.69	57.72

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 59 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.423	2	.211	21.784	.002*
Within Groups	.058	6	.010		
Total	.481	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	9.33	9.00	8.81

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.002	2	.001	2.512	.161*
Within Groups	.003	6	.000		
Total	.005	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	6.51	6.52	6.55

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 61 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	19.672	2	9.836	21591.293	.000*
Within Groups	.003	6	.000		
Total	19.675	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความหนืดของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	54.15	56.64	57.68

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 62 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าอัตราการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.347	2	.174	15.839	.004*
Within Groups	.066	6	.011		
Total	.413	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการไหลผ่านสายให้อาหารเบอร์ 12 ของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	9.35	9.08	8.87

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางภาคผนวกที่ ช- 63 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องร้อยละ 1.30 เติมแป้งข้าวโพดร้อยละ 0.90 และเติมเลซิตินในปริมาณต่างๆ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน

แหล่งของความแปรปรวน	ค่าผลบวกกำลังสอง (SS)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง (MS)	F	P
Between Groups	.005	2	.002	2.782	.140*
Within Groups	.005	6	.001		
Total	.010	8			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การทดสอบ Duncan's Multiple Range Test

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของอาหารทางการแพทย์สูตรต่างๆ*

ปริมาณเลซิติน (ร้อยละ)	0.30	0.50	0.70
	6.23	6.25	6.28

*ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ระหว่างคู่ แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางผนวกที่ ช- 64 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านรสชาติที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ หลังจากปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำตาลซูโครส (N =10)

การประเมินทางประสาทสัมผัส	F	P
รสชาติของผลิตภัณฑ์	12.297	0.000*

*ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ **แตกต่าง** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่มีอัตราส่วนของมอลโตเด็กซ์ตรินต่อน้ำตาลซูโครสต่างๆกัน

อัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตริน : ซูโครส	**100:0**	**90:10**	**80:20**	**70:30**	**60:40**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**1.80**	**2.20**	**2.80**	**3.30**	**3.90**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

ตารางผนวกที่ ช- 65 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านรสชาติที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ หลังจากปรับปรุงรสชาติด้วยน้ำตาลซูโครส (N = 10)

การประเมินทางประสาทสัมผัส	F	P
รสชาติของผลิตภัณฑ์	22.933	0.000*

*ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ **แตกต่าง** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง ที่มีอัตราส่วนของมอลโตเด็กซ์ตรินต่อน้ำตาลซูโครสต่างๆกัน

อัตราส่วนมอลโตเด็กซ์ตริน : ซูโครส	**100:0**	**90:10**	**80:20**	**70:30**	**60:40**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**1.70**	**2.30**	**2.90**	**3.80**	**4.00**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

ตารางผนวกที่ ช-66 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ หลังจากปรับปรุงกลิ่น (N =10)

การประเมินทางประสาทสัมผัส	F	P
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	0.570	0.572*
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	6.559	0.005*
รสชาติของผลิตภัณฑ์	9.994	0.001*
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	1.500	0.241*
ความชอบโดยรวม	4.762	0.017*

*ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ **แตกต่าง** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**ไม่แต่งกลิ่น**	**วานิลลา**	**กล้วยหอม**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**4.00**	**4.20**	**4.30**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**ไม่แต่งกลิ่น**	**กล้วยหอม**	**วานิลลา**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**3.50**	**3.00**	**4.30**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**ไม่แต่งกลิ่น**	**วานิลลา**	**กล้วยหอม**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**3.90**	**4.50**	**3.00**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในเนื้อสัมผัสขณะรับประทาน ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**ไม่แต่งกลิ่น**	**วานิลลา**	**กล้วยหอม**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**4.00**	**3.70**	**3.70**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวม ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**วานิลลา**	**ไม่แต่งกลิ่น**	**กล้วยหอม**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**4.70**	**3.90**	**3.30**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

ตารางผนวกที่ ช-67 การวิเคราะห์การแจกแจงของคะแนนความชอบในด้านต่างๆที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ หลังจากปรับปรุงกลิ่น (N =10)

การประเมินทางประสาทสัมผัส	F	P
สีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก	0.356	0.704*
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	6.559	0.005*
รสชาติของผลิตภัณฑ์	9.736	0.001*
เนื้อสัมผัสขณะรับประทาน	0.164	0.850*
ความชอบโดยรวม	11.483	0.000*

*ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติ **แตกต่าง** อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในสีและลักษณะที่ปรากฏให้เห็นภายนอก ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	**ไม่แต่งกลิ่น**	**วานิลลา**	**กล้วยหอม**
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	**4.10**	**4.20**	**4.00**

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	ไม่แต่งกลิ่น	กล้วยหอม	วานิลลา
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	3.60	3.10	4.40

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในรสชาติของผลิตภัณฑ์ ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	4.10	4.30	2.90

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในเนื้อสัมผัสขณะรับประทาน ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	ไม่แต่งกลิ่น	วานิลลา	กล้วยหอม
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	3.90	3.80	3.60

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวม ที่ผู้ชิมให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้องผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีสเตอริไรส์ ที่มีการแต่งกลิ่นต่างๆกัน

กลิ่น	ไม่แต่งกลิ่น	กล้วยหอม	วานิลลา
ค่าเฉลี่ยคะแนน**	3.80	3.20	4.60

****ค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นใต้ต่อกันคือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95**

ภาคผนวก ซ

การคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์

ตารางผนวกที่ ซ- 1 การคำนวณราคาต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์อาหารทางการแพทย์สูตรถั่วเหลืองเสริมใยอาหารจากข้าวกล้อง 2,000 มิลลิลิตร

ส่วนประกอบ	ผลิตภัณฑ์พาสเจอร์ไรส์		ผลิตภัณฑ์สเตอริไรส์	
	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)
1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	169.40	6.80	169.40	6.80
2. น้ำมันเอ็มซีที	31.20	10.40	31.20	10.40
3. มอลโตเด็กซ์ตริน	131.80	17.28	139.50	18.20
4. ใยอาหารจากข้าวกล้อง	26.00	9.46	26.00	9.46
5. แป้งข้าวโพด	30.00	2.00	18.00	1.20
6. เลซิติน	10.00	10.40	10.00	10.40
7. น้ำตาลซูโครส	97.80	1.60	92.60	1.70
8. กลิ่นวานิลลา	1.00	0.06	1.00	0.06
รวม		58.00		58.22

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนงนภัส เลาหวิจิตร เกิดวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2524 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาเภสัชศาสตรบัณฑิต จากคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2546 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเภสัชศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2548