การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสด *Glycine max* (L.) Merrill.บรรจุกระป๋อง

นางสาวสุวิมล กะตากูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0669-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18 ก.ย. 2545

I19968787

DEVELOPMENT OF CANNED VEGETABLE SOYBEAN *Glycine max* (L.) Merrill.

Miss Suwimon Katakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-0669-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสด *Glycine max* (L.) Merrill. บรรจุกระป๋อง
โดย	นางสาวสุวิมล กะตากูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง)

สุวิมล กะตากูล : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสด *Glycine max* (L.) Merrill. บรรจุกระป๋อง
DEVELOPMENT OF CANNED VEGETABLE SOYBEAN *Glycine max* (L.) Merrill.
อ. ที่ปรึกษา: รศ.ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล, 151 หน้า. ISBN 974-13-0669-5.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือ และซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง โดยในขั้นตอนแรก วิเคราะห์ปัจจัยเกี่ยวกับความแก่อ่อนและองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองฝักสด พบว่า มีปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ 12.04% ความชื้น 69.39% โปรตีน 13.22% ไขมัน 7.21% คาร์โบไฮเดรต 6.75% เส้นใย 1.54% และเถ้า 1.89% แล้วศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลวกถั่วเหลืองฝักสดหลังการแกะเปลือกโดยใช้ไอน้ำ พบว่า การลวก 2 นาที สามารถยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ จากนั้นศึกษากระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง โดยศึกษาความคงตัวของสีเขียวของถั่วเหลืองฝักสดหลังบรรจุกระป๋อง โดยแช่ถั่วเหลืองฝักสดในสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% (w/w) เป็นเวลา 60 นาที พบว่า การแช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ต่อมาศึกษาเปรียบเทียบผลของการแช่ และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ โดยพบว่า การเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ในน้ำเกลือทำให้ถั่วมีความแน่นเนื้อ และคะแนนการยอมรับรวมมากกว่าถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ โดยเติมแคลเซียมคลอไรด์ ระดับ 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5% (w/w) ในน้ำเกลือ โดยพบว่า ที่ระดับ 0.5% ทำให้ถั่วมีความใสของน้ำเกลือและมีความแน่นเนื้อมากที่สุด ($p \leq 0.05$) และที่ระดับ 0.3 มีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด

สำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง เริ่มคัดเลือกสูตรต้นแบบที่ดีที่สุดหนึ่งสูตรจากสูตรซอสมะเขือเทศ 5 สูตร โดยใช้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ นำสูตรต้นแบบมาปรับปรุงรสชาติ โดยแปรน้ำตาล 2-10% น้ำส้มสายชู 5-10% เกลือ 2-3% (w/w) คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัส ต่อมาศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมโดยใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรที่ระดับ 0, 0.7, 1.0, 1.4 และ 1.7% (w/w) พบว่าที่ระดับ 1.7% ทำให้ซอสมะเขือเทศ มีความหนืดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ส่วนที่ระดับ 1.0% มีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด สูตรมะเขือเทศที่ดีที่สุดประกอบด้วย มะเขือเทศเข้มข้น 13% น้ำตาลทราย 9.3% น้ำส้มสายชู 10% เกลือ 2% แป้งข้าวโพดดัดแปร 1.0% น้ำ 65% และเครื่องเทศ 0.2% (ของส่วนผสมทั้งหมด)

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องคือ 121°C เวลา 15 นาที ส่วนถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องจะฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เวลา 60 นาที โดยมีค่า Fo ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ ประมาณ 8 นาที และ 6 นาที ตามลำดับ

สำหรับอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เก็บรักษาไว้ 4 เดือน พบว่า สีเขียวของเมล็ดถั่วจะลดลง แต่ความแน่นเนื้อจะไม่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่เก็บรักษา และคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส การยอมรับรวมเริ่มลดลงเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน ส่วนผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่เก็บรักษาไว้ 5 เดือน พบว่า ความหนืดของซอสมะเขือเทศจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ส่วนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนลักษณะปรากฏและการยอมรับรวมจะไม่แตกต่างกันตลอดช่วงเวลาเก็บรักษา

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4072440423 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : CANNED / VEGETABLE SOY BEAN / MODIFIED WAXY MAIZE STARCH / THERMAL PROCESSING

SUWIMON KATAKUL: DEVELOPMENT OF CANNED VEGETABLE SOYBEAN *Glycine max* (L.) merrill.

THESIS ADVISOR : ASSOC,PROF.CHAIYUTE THUNPITHAYAKUL,Ph.D.151 pp. ISBN 974-13-0669-5.

This research involved studies on processing and development of canned vegetable soybean in brine and tomato sauce. Initial experiments were conducted on determination of maturity properties and chemical composition of vegetable soybean. It contained 12.04% alcohol insoluble solid, 69.39% moisture, 13.22% protein, 7.21% fat, 6.75% carbohydrate, 1.54% fiber and 1.89% ash. After that, appropriate condition for steam blanching of depodded vegetable soybean was determined. Blanching for 2 minutes was found sufficient to inactivate peroxidase enzyme. Then study was done on color retention of canned vegetable soybean in brine by soaking vegetable soybean for 60 minutes in 0.5% (w/w) of sodium carbonate, calcium hydroxide, magnesium hydroxide and calcium chloride. It was found that products soaked with calcium chloride had the highest total chlorophyll and overall acceptable sensory score. Comparison between the effect of soaking vegetable soybean and addition of 0.5%(w/w) calcium chloride brine prior to thermal processing indicated that firmness and overall acceptable sensory score were higher in the latter case. To study the effect of concentration of calcium chloride solution, 6 levels of concentration i.e.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5%(w/w) brine were used. The results showed that 0.5% calcium chloride gave a product with highest brine transparency and firmness of bean ($p \leq 0.05$) while the 0.3% samples received the highest overall acceptable sensory score.

For canned vegetable soybean in tomato sauce, the study began with the selection of the best formula of tomato sauce from altogether 5 recipes by sensory evaluation. The selected formula was further improved by varying sugar 2-10%, vinegar 5-10% and salt 2-3%(w/w). The best tomato sauce formula was then chosen by sensory tests. Next, experimental trials were conducted on determination of optimum concentration of stabilizer in tomato sauce using modified waxy maize starch at 0, 0.7, 1.0, 1.4 and 1.7%(w/w). The product with 1.7% modified waxy maize starch was found to have the highest viscosity while that of 1.0% received the highest overall acceptable sensory score. The best tomato sauce formula finally selected composed of tomato paste 13%, sugar 9.3%, vinegar 10%, salt 2%, modified waxy maize starch 1.0%, spice mix 0.2% (of the total mixed solution) and water 65%.

The temperature and time for thermal processing were 121°C for 15 minutes and 121 °C for 60 minutes for canned vegetable soybean in brine and canned vegetable soybean in tomato sauce respectively. The Fo for both products was found to be about 8 minutes and 6 minutes respectively. Storage test results from samples kept at room temperature for 4-5 months showed that there was a decrease in green color but no change in firmness was evident throughout the storage test. Most sensory attributes decreased gradually but slightly during the storage period; however, the overall acceptable sensory score remained fairly constant. For canned vegetable soybean in tomato sauce, the viscosity of tomato sauce remained almost unchanged for the first 4 months but decreased slightly after 5 months. The visual appearance and overall acceptable sensory score were not significantly different for the entire storage period.

Department Food Technology

Field of study Food Technology

Academic year 2000

Student' s signature S. Katakul

Advisor's signature C Thunl

Co-advisor' s signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์มากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ และรองศาสตราจารย์ ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง ที่สละเวลาในการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์และเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ให้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ กรมปศุสัตว์ ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texturometer)

ขอขอบพระคุณ คุณเกษม คล้ายสถาพร ที่อนุเคราะห์สถานที่ปลูกถั่วเหลือง เพื่อใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความร่วมมือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในรุ่นเดียวกับผู้วิจัย ที่เป็นกำลังใจให้กันและกัน และให้ความช่วยเหลือกันมาตลอด

ขอขอบคุณสถาบันราชภัฏกาญจนบุรีที่ให้โอกาสและทุนสนับสนุนตลอดการศึกษา

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา – มารดา พี่ชาย พี่สะใภ้ และหลาน ๆ ที่ได้ให้กำลังใจ ช่วยเหลือสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุวิมล กะตากูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญภาพ.....ฌ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. วารสารปริทัศน์.....3
3. การทดลอง.....25
4. ผลการทดลอง.....45
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....86
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....99
รายการอ้างอิง.....101
ภาคผนวก.....109
ภาคผนวก ก.....110
ภาคผนวก ข.....113
ภาคผนวก ค.....121
ภาคผนวก ง.....124
ภาคผนวก จ.....127
ภาคผนวก ฉ.....143
ประวัติผู้เขียน.....151

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองฝักสดและถั่วชนิดอื่น ในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม.....6

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันหลังออกดอกกับคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด.....8

2.3 ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อปริมาณน้ำตาลของถั่วเหลืองฝักสด..... ...8

2.4 ค่า Fo ของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป.....16

3.1 สูตรซอสมะเขือเทศต้นแบบ.....40

3.2 ปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ ที่แปรโดย Mixture design.....41

3.3 สูตรซอสมะเขือเทศที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ โดยใช้ Mixture design.....42

4.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความแก่อ่อนของเมล็ดถั่ว.....46

4.2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองฝักสด.....47

4.3 ผลการทดสอบแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส.....47

4.4 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆต่อค่าพีเอช และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของ ถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋อง.....48

4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอช และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของ ถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่างๆ.....49

4.6 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆ ต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋อง.....49

4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่างๆ.....50

4.8 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆ ต่อค่าสี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสด บรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่างๆ.....51

4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสด บรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่างๆ.....51

4.10 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆ ต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง 52

ตารางที่ หน้า

4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่างๆ..... 52
4.12 ผลของการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าสี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....53
4.13 ผลการทดสอบ T-test ของค่า (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เปรียบเทียบการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์..... ...54
4.14 ผลของการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และ ความใสของน้ำเกลือของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....54
4.15 ผลการทดสอบ T-test ของค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และ ความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เปรียบเทียบการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์.....55
4.16 ผลของการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ ต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....55
4.17 ผลการทดสอบ T-test คะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ที่เปรียบเทียบการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์.....56
4.18 ผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าสี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....57
4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าลี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....57
4.20 ผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....58
4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ.....58

ตารางที่ หน้า

4.22 ผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....59
4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ.....60
4.24 เวลาที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรและข้อมูลที่ได้จาก Heat penetration curve ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง โดยกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 121 °C และ Fo เท่ากับ 6 นาที.....61
4.25 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....62
4.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง เมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ.....62
4.27 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....63
4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง เมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ.....63
4.29 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า พีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง.....64
4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง เมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่าง ๆ.....64
4.31 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง 65
4.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง เมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ.....65
4.33 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อ Total plate count, Flat sour, Thermophilic anaerobe และ Putrefactive anaerobe.....66
4.34 ค่าลี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสด ในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....67

ตารางที่ หน้า

4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....67
4.36 ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืด ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....68
4.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืดของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....68
4.38 ผลการทดสอบทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องสูตรต้นแบบ 5 สูตร.....69
4.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องสูตรต้นแบบ 5 สูตร.....70
4.40 ค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือหลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....72
4.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือหลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....73
4.42 ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือหลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....73
4.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืด ของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือหลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....74
4.44 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ.....74
4.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ 75

ตารางที่ หน้า

4.46 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อค่าสี (L, a, b) ของถั่วเหลืองฝักสด ในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....76
4.47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อค่าสี (L, a, b) ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศ.....76
4.48 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืด ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....77
4.49 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืด ของถั่วเหลืองฝักสดใน ซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....77
4.50 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....78
4.51 การวิเคราห์ความแปรปรวนผลของปริมาณสารที่ให้ความคงตัวต่อคะแนนเฉลี่ย คุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง..... 78
4.52 เวลาที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรและข้อมูลที่ได้จาก Heat penetration curve ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง โดยกำหนดอุณหภูมิ ในการฆ่าเชื้อ 121 °C และ Fo เท่ากับ 6 นาที.....80
4.53 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี (L,a,b) ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศ บรรจุกระป๋อง.....81
4.54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี (L,a,b) ของถั่วเหลือง ฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....81
4.55 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืด ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....82
4.56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืดของถั่วเหลืองฝักสด ในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....82
4.57 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของถั่วเหลืองฝักสด ในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....83

ตารางที่ หน้า

4.58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....83
4.59 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....84
4.60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลระยะเวลาเก็บรักษาต่อคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....84
4.61 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อ Total plate count, Flat sour Thermophilic anaerobe และ Putrefactive anaerobe ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....85

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์เอ และ คลอโรฟิลล์บี 18
2.2 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ไปเป็นฟีโอฟติน.....19
3.1 กระบวนการผลิตซอสมะเขือเทศ.....38
3.2 กระบวนการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง.....39
3.3 การแปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ ด้วย Mixture design.....41
4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดใน
ซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องในสูตรต้นแบบ.....71