การศึกษากรรมวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส

A STUDY OF PROCESS FOR SOYBEAN YOGHURT PRODUCTION TO IMPROVE THE FLAVOR AND TEXTURE QUALITY

T 028926

นางสาวลินจง สุขลำภู

MISS LINCHONG SUKLAMPOO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 28926
วัน, เดือน, ปี 11 พ.ย. 2540

ISBN 974-621-818-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF PROCESS FOR SOYBEAN YOGHURT PRODUCTION TO IMPROVE THE FLAVOR AND TEXTURE QUALITY

LINCHONG SUKLAMPOO

THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF SCIENCE (FOOD SCIENCE)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1997

ISBN 974-621-818-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษากรรมวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส
นักศึกษา	นางสาวลินจง สุขลำภู
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
ภาควิชา	อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นถั่วเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองยังไม่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองให้มีกลิ่นถั่วน้อยที่สุด โดยใช้ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดและถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน กรรมวิธีที่ใช้มี 4 วิธีคือ วิธีที่ 1 ตีป่นถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมงด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที (CWG) วิธีที่ 2 ลวกถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมงด้วยน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียส 2 นาที ตีป่นด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส 3 นาที แล้วให้ความร้อนที่ 90-95 องศาเซลเซียส อีก 15 นาที (PH - HWG -HT) วิธีที่ 3 หลังการแช่น้ำ 8 ชั่วโมง นำถั่วเหลืองไปแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ที่ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วตีป่นด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส 3 นาที ($NaHCO_3$ - HWG) และวิธีที่ 4 ตีป่นถั่วเหลืองหลังจากแช่น้ำ 5 นาที ด้วยน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วให้ความร้อนต่อด้วยไอน้ำร้อน 100 องศาเซลเซียส 30 นาที (HWG- steam) ตลอดจนศึกษาปริมาณหางนมผงรวมทั้งชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมในการเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ผลการศึกษาพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ซึ่งแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 แล้วตีป่นด้วยน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($NaHCO_3$ - HWG) ให้โยเกิร์ตที่มีกลิ่นถั่วน้อยและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกโดยวิธีลวกถั่วเหลืองในน้ำร้อนแล้วตีปั่นด้วยน้ำร้อน และนำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อน (PH - HWG - HT) เป็นโยเกิร์ตที่มีกลิ่นถั่วที่น้อยและมีรสชาติดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากวัตถุดิบต่างๆ 4 ชนิดคือ ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยใช้วิธี $NaHCO_3$ - HWG ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกโดยวิธี PH - HWG - HT แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มและแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกพบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ -HWG ได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมจากวิธีการอื่น

ส่วนการศึกษาปริมาณหางนมผงที่ร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 และการใช้กลูโคส แลคโตส และซูโครสในปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 , 7 ร่วมกับเจลาตินร้อยละ 1 ที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองพบว่า หางนมผงที่ร้อยละ 10 โดยใช้ซูโครสร้อยละ 7 ร่วมกับเจลาตินร้อยละ 1 จะได้โยเกิร์ตที่มีเนื้อสัมผัสที่ดี เนียนละเอียด ไม่มีการแยกตัวของน้ำหางนม และมีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตพบว่า โยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 และเมื่อใช้น้ำตาลกลูโคส แลคโตส และซูโครสที่ร้อยละ 5 ร่วมกับเจลาตินร้อยละ 1 มีค่าแรงกดทะลักสูงสุดคือ 280.18 , 255.51 และ 237.68 กรัม ตามลำดับ

ดังนั้นจากการศึกษาทั้งหมดจึงพบว่า โยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG แล้วปรับด้วยการเติมหางนมผงร้อยละ 10 และซูโครสร้อยละ 7 ร่วมกับเจลาตินร้อยละ 1 จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเป็นที่ยอมรับจากการทดสอบด้วยประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title A Study of Process for Soybean Yoghurt Production to Improve the Flavor and Texture Quality

Student Miss Linchong Suklampoo

Thesis Advisor Assist.Prof. Dr. Rungnaphar Wisitudonkan

Thesis Co-advisor Assoc.Prof. Dr. Warawut Krusong

Level of Study Master of Science (Food Science)

Department Agro-Industry Department,Faculty of Agricultural Technology
King Mongkut's institute of Technology Ladkrabang

Year 1997

ABSTRACT

Soybean products have high nutrient , but their characteristic beany flavor is undesired. In this study, whole soybeans and defatted soybeans were investigated to prepare soymilk with lowest beany flavor by 4 different methods. The first method ; soybeans , soaked in water for 8 hours , were ground in ambient water for 3 minutes (CWG). The second method ; soybeans after soaked for 8 hours were preheated in the hot water for 2 minutes at 90-95 ^{o}C , ground in hot water for 3 minutes at 80-85 ^{o}C and heated for 15 minutes at 90-95 ^{o}C (PH - HWG - HT) . The third method ; soybeans after soaked for 8 hours , were soaked in 0.5 % $NaHCO_3$ for 30 minutes at 80 ^{o}C and ground with hot water for 3 minutes at 80-85 ^{o}C ($NaHCO_3$ - HWG). The final method ; soybeans after soaked in water for only 5 minutes were ground in hot water for 5 minutes at 90-95 ^{o}C and heated in steam for 30 minutes at 100 ^{o}C (HWG - steam). In addition, the level of skim milk and type with apprppriate amount of sugars for preparing soy - yoghurt were studied to provide the acceptable qualities of soy - yoghurt. The results showed that soy - yoghurt prepared from the whole soybeans soaked in 0.5 % $NaHCO_3$ and ground with hot water ($NaHCO_3$ - HWG) gave the less beany flavor with highest acceptable. The soy - yoghurt prepared from defatted soybeans with PH - HWG - HT treatment gave the less beany flavor with the best taste.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The qualities of soy - yoghurt prepared from 4 different raw materials : whole soybeans with $NaHCO_3$ - HWG method , defatted soybeans with PH - HWG -HT method , full - fat soyflour and defatted soyflour ; were compared. The results showed that soy - yoghurt prepared from whole soybeans with $NaHCO_3$ - HWG method gave the most accceptable.

For the study of suitable percentage of skim milk and type with suitable percentage of sugars for preparing soy - yoghurt . It was found that 10 % skim milk and 7 % sucrose combined with 1 % gelatin gave smooth and good texture of soy - yoghurt with no wheying off and gave the most acceptable in taste.

To study the texture of soy - yoghurt , the penetration forces studied by texture analyzer was investigated . It was found that all soy - yoghurt prepare from 10 % skim milk and 5 % sugar combined with 1 % gelatin were 280.18 , 255.51 and 237.68 for glucose , lactose or sucrose , respectively.

Therefore , in this study , soy - yoghurt prepared from whole soybeans with the $NaHCO_3$ - HWG method and fortified with 10 % skim milk , 7 % sucrose and 1 % gelatin gave the most acceptable product by sensory evaluation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และกรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง รองศาสตราจารย์ ดร. วราวุฒิ ครูส่ง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ขอกราบขอพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระติพร หาเรือนกิจ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรรณา ตั้งเจริญชัย และ ดร. กิตติชัย บรรจง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร และภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณนุจรีย์ อินอุดม คุณวริศชนม์ นิลนนท์ คุณนิรมล ปัญญ์บุศยกุล คุณประมวล ศรีกาหลง คุณมาลี ทองคำ รวมถึงพี่ๆน้องๆปริญญาโทรุ่น 2 และรุ่น 3 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบริษัท จาพาเซ็นเตอร์ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหารและให้ความสะดวกในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และความปรารถนาดีของพี่ๆที่ได้ให้การสนับสนุนและกำลังใจมาโดยตลอด

ลินจง สุขลำภู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ XIII

บทที่

1. บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 2

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง 3

กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง 7

แป้งถั่วเหลือง 10

การผลิตน้ำนมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นถั่ว 12

โยเกิร์ต 14

โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง 19

คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร 21

3. อุปกรณ์และวิธีการ 24

วัตถุดิบ 24

อุปกรณ์ในการผลิต 24

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ 24

วิธีการ 26

การวิเคราะห์วัตถุดิบ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจาก
ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด 26
การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจาก
ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก 30
การศึกษาเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลือง
ชนิดต่างๆ 32
การศึกษาปริมาณของหางนมผงและชนิดและปริมาณของ
น้ำตาลที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลือง.....35
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ 38
การวิเคราะห์วัตถุดิบ 38
การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียม
จากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด 39
การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียม
จากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก 46
การศึกษาเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองชนิดต่างๆ 52
การศึกษาปริมาณของหางนมผงและชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสม.....59
การศึกษาปริมาณของหางนมผงและกลูโคสที่เหมาะสม 60
การศึกษาปริมาณของหางนมผงและแลคโตสที่เหมาะสม 66
การศึกษาปริมาณของหางนมผงและซูโครสที่เหมาะสม 72
การคัดเลือกชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมโดยการทดสอบ
ทางด้านประสาทสัมผัส 78
5. สรุปผลการทดลอง 80
ข้อเสนอแนะ 82
บรรณานุกรม 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 87
ก วิธีวิเคราะห์ทางเคมี 88
ข สูตรอาหารในการเตรียม starter 93
ค แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลือง 94
ง ตัวอย่างกราฟแสดง penetration force ของโยเกิร์ตถั่วเหลือง 96
ประวัติผู้เขียน 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1 แสดงส่วนประกอบโดยประมาณของถั่วเหลืองและส่วนต่างๆ ของถั่วเหลือง (ร้อยละโดยน้ำหนัก).....3

2 แสดงกรดอะมิโนที่จำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง กลูเต็นของแป้งสาลี ข้าว ข้าวโพดบด Broad Bean (g/16gN) 5

3 แสดงปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลือง 6

4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองชนิดต่างๆ (คิดเป็นร้อยละ) 11

5 แสดงองค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง (ร้อยละ).....38

6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ 39

7 แสดงปริมาณของโปรตีน ไขมัน น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส และเจลาติน (ร้อยละ) 41

8 การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาพแล้ว หลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมง 42

9 แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ.....43

10 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ 45

11 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองจากการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ ด้วยถั่วเหลืองสกัดไขมันออก 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

12 แสดงปริมาณโปรตีน ไขมันน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส เจลาติน และน้ำมันพืชซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก (ร้อยละ) 48

13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองหลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ต เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก 49

14 แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสนมถั่วเหลืองที่ได้จากวิธีการต่างๆ ซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก (x 10^{-3}) 50

15 แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่ได้จากน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการต่างๆซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก 52

16 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ 53

17 แสดงปริมาณโปรตีน ไขมัน น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส เจลาติน และน้ำมันพืช (ร้อยละ) 54

18 แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาพแล้วหลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมง 55

19 แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ (x 10^{-3}) 56

20 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ 57

21 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

22 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับด้วยหางนมผง และกลูโคส 61

23 แสดงการเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนมผง และกลูโคสหลังการหมัก 63

24 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลือง ที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และกลูโคส ร้อยละ 0 , 3 , 5และ 7 65

25 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง และแลคโตส 67

26 แสดงการเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนมผง และแลคโตสหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค 69

27 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลือง ที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และแลคโตส ร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 70

28 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วย หางนมผง และซูโครส 73

29 แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนมผง และซูโครสหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค 75

30 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลือง ที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และซูโครส ปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5และ 7 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย และเป็นพืชที่ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากเป็นพืชที่มีคุณค่าทางด้านโภชนาการสูง คือ มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 42 และมีการผลิตมาก อีกทั้งยังมีราคาถูก เมล็ดถั่วเหลืองสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับที่เรียกว่ากลิ่นเหม็นเขียว หรือกลิ่นถั่ว (beany flavor) ซึ่งกลิ่นเหม็นเขียวหรือกลิ่นถั่วนี้จะปรากฏออกมาในอาหารที่เตรียมจากถั่วเหลือง และจะกลบกลิ่นหรือรสชาติที่ดีอย่างอื่น แต่ถ้าหากนำถั่วเหลืองมาผ่านขั้นตอนการกำจัดกลิ่นถั่ว หรือลดกลิ่นถั่วให้เหลือน้อยที่สุดจะทำให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองมีมากขึ้น ซึ่งได้มีรายงานการทดลองต่างๆ (Nelson และคณะ , 1976 ; Eldridge , 1977 ; Ashraf และคณะ , 1981) ได้กล่าวถึงกรรมวิธีต่างๆในการกำจัดกลิ่นถั่วจากถั่วเหลือง นอกจากนี้การหมักก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่พบว่าจะช่วยปรับปรุงกลิ่นและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองให้ดีขึ้น (Pongsawatmanit และKrusong , 1994) จึงได้มีการนำเอานมถั่วเหลืองมาผ่านการหมักเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ซึ่งนอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากถั่วเหลืองแล้วผลิตภัณฑ์ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคอีกด้วย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาถึง กรรมวิธีในการเตรียมนมถั่วเหลืองให้มีกลิ่นถั่วน้อยที่สุด กระบวนการหมักที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองให้มีกลิ่น รสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้มีการนำเอาถั่วเหลืองไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและปรับปรุงวิธีการกำจัดกลิ่นถั่วจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole soybean) และถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soybean) ให้ได้มากที่สุด

2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด และที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full fat soyflour) และแป้งถั่วเหลืองชนิดสกัดไขมัน (defatted soyflour)

3. เพื่อศึกษาปริมาณของหางนมผง ปริมาณและชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการหมักโยเกิร์ตถั่วเหลือง

4. เพื่อศึกษาสมบัติของลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของโยเกิร์ตด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันถั่วเหลือง (Glycine max. (L) Merrill) เป็นพืชเศรษฐกิจของไทย มีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมในแถบเอเชียตอนใต้หรือในประเทศจีน มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป และชื่อต่างๆ เหล่านั้นก็ตั้งกันตามคุณค่าและประโยชน์ของการใช้งานของถั่วเหลือง เช่น Mircle Golden Bean , The Golden Nugget , The Cow of China , Nugget of nutrition (วันชัย , 2522)

1. องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนและไขมันจากพืชที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ปริมาณของสารอาหารโดยประมาณดังกล่าวแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1
แสดงส่วนประกอบโดยประมาณของถั่วเหลืองและส่วนต่างๆของถั่วเหลือง
(ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)

ถั่วเหลืองและส่วนต่างๆ	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด	40.3	21.0	33.9	4.9
ใบเลี้ยง	42.8	22.8	29.4	5.0
เปลือกถั่ว	8.8	1.0	85.4	4.3
ยอดอ่อน	40.8	11.4	43.4	4.4

ที่มา : Chen (1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพบว่า ในเนื้อของถั่วเหลือง โดยเฉพาะส่วนของใบเลี้ยง (ซึ่งมีเป็นร้อยละ 90) มีปริมาณโปรตีนและไขมันรวมกันอยู่ร้อยละ 60 ของน้ำหนักถั่วทั้งหมด มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30 ซึ่งรวมถึงน้ำตาลที่มีขนาดโมเลกุลต่างๆกัน คือ สตาไคโอส (Starchyose) มีปริมาณร้อยละ 3.8 ราฟิโนส (raffinose) มีปริมาณร้อยละ 1.1 และซูโครส มีประมาณร้อยละ 5 ส่วนที่เหลือเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ นอกจากนั้นยังมีสารอาหารประเภท Phosphatide , Sterol , เถ้า เป็นต้น

1.1 โปรตีน

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน โดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 38-44 ของน้ำหนักแห้ง (Snyder และ Kwon ,1987) โปรตีนในถั่วเหลืองจะถูกสะสมอยู่ในเซลล์ของเนื้อถั่วเหลือง ที่เรียกกันว่า Protein bodies หรือ Storage Protein ซึ่งมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2-20 ไมครอน แต่ส่วนใหญ่จะมีขนาด 5-8 ไมครอน และมีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 200,000-600,000 นอกจากในเรื่องปริมาณโปรตีนที่มีอยู่สูงแล้ว ในด้านคุณภาพของโปรตีนก็อาจจะพูดได้ว่า เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีในถั่วเหลืองนั่นเอง ดังแสดงในตารางที่ 2

1.2 ไขมัน

ไขมันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญรองลงมาจากโปรตีนที่มีในถั่วเหลือง ปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยในเมล็ดมีปริมาณร้อยละ 29.6 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และพื้นที่ปลูก สำหรับถั่วเหลืองของไทยโดยเฉลี่ยแล้วจะมีไขมันอยู่ราวร้อยละ 16-18 แต่ถ้าปีใดฝนแล้งและถั่วเหลืองไม่เจริญงอกงามก็จะมีปริมาณของไขมันลดลงเหลือร้อยละ 14-15 (ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย , 2527) น้ำมันถั่วเหลืองมีความสำคัญมากต่อโภชนาการของมนุษย์ เนื่องจากคุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากสัตว์และน้ำมันเนยโดยมีปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายได้แก่ กรดลิโนลิอิคร้อยละ 45-62 กรดลิโนเลนิคร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิคร้อยละ 15-33 ในน้ำมันถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยเลคซิทินร้อยละ 3 (Smith และ Circle , 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

แสดงกรดอะมิโนที่จำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง กลูเตนของแป้งสาลี ข้าว ข้าวโพดบด Broad Bean (g/16gN)

	Soybean	wheat gluten	Rice	Milled corn	Broad bean
Isoleucine	5.1	3.9	4.1	3.7	4.5
Leucine	7.7	6.9	8.2	13.6	7.7
Lycine	6.9	1.0	3.8	2.6	7.0
Methionine	1.6	1.4	3.4	1.8	0.6
Phenylanine	5.0	3.7	6.0	5.1	4.3
Threonine	4.3	4.7	4.3	3.6	3.7
Tryptophan	1.3	0.7	1.2	0.7	-
Valine	5.4	5.3	7.2	5.3	5.2
Histidine	2.6	1.8	-	2.8	2.8

- Value missing

ที่มา : Snyder และ Kwon (1978)

1.3 คาร์โบไฮเดรต

สารคาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลืองอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (Snyder และ Kwon , 1987) คือ

ก. คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrates) ส่วนใหญ่แล้วได้แก่น้ำตาลต่างๆ เช่น Disaccharide ได้แก่ Sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Trisaccharide ได้แก่ Raffinose ($C_{18}H_{32}O_{16}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tetrasaccharide ได้แก่ Stachyose ($C_{24}H_{42}O_{21}$)

ส่วน Pentasaccharide ได้แก่ Verbascose ($C_{30}H_{52}O_{26}$) มีพบน้อยมากในรูปของแป้ง (Starch)ในถั่วเหลืองเมล็ดแก่ ส่วนในเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังอ่อนจะพบน้ำตาลในรูปของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส และน้ำตาล Reducing sugar อื่นๆ อยู่ในปริมาณพอควร แต่จะลดน้อยลงจนไม่มีเมื่อถั่วมีความแก่พอดี Chen (1980) ได้วิเคราะห์หาส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลืองไว้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

แสดงปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลือง

ส่วนประกอบ	ปริมาณโดยเฉลี่ย (% ในถั่วเหลืองทั้งเมล็ด)
Cellulose	4.0
Hemicellulose	15.0
Starchyose	3.8
Raffinose	1.1
Sucrose	5.0
Other sugars *	5.1

* มีปริมาณเล็กน้อย เช่น arabinose , glucose และ verbascose

ที่มา : Chen (1980)

ข. คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (Water insoluble carbohydrates) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำในส่วนที่เป็นใบเลี้ยง ส่วนใหญ่ได้แก่สารพวกที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนคือ เป็นน้ำตาลที่มีหลายโมเลกุล ได้แก่ Arabinan , Arabinogalactan และอาจรวมไปถึงสารในกลุ่มของ Pectin ด้วย สำหรับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นักแต่เชื่อกันว่ามีปริมาณไม่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเปลือกถั่วเหลืองซึ่งถือกันว่าเป็นส่วนที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร ส่วนใหญ่แล้วจะประกอบไปด้วยสารที่เรียกว่า เส้นใย (Fiber) ถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณเปลือกทั้งหมด

2. กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเป็นปัญหาใหญ่ที่จะนำถั่วเหลืองไปประกอบอาหาร กลิ่นและรสชาติดังกล่าวเรียกว่า green , beany หรือ bitter เป็นต้น (Arai และคณะ , 1967) ซึ่งเป็นปัจจัยที่จำกัดการบริโภคสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นเคย ดังนั้นถ้ามีการกำจัดกลิ่นและรสชาติเหล่านี้ ได้ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองมีการบริโภคมากขึ้น

ได้มีการสันนิษฐานว่า การเกิดกลิ่นถั่วที่เรียกว่า off-flavour ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเกี่ยวข้องกับสารประกอบที่ระเหยได้อันมีสาเหตุมาจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ซึ่งมีอยู่แล้วในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบเอนไซม์นี้ในพืชหลายชนิด เช่น alfalfa , peas , peanuts , potato , radishes ส่วนพืชที่มีปริมาณเอนไซม์แอคติวิตีสูง ได้แก่ soy beans , urd beans , mung beans และ green beans (Obaidy และ Siddhiqui , 1981)

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase หรือที่เรียกว่า linoleate : oxygen oxidoreductase , EC 1.13.1.13 เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี cis,cis-1-4-pentadiene ($-CH=CH-CH_2-CH=CH-$) เช่น linoleic , linolenic และ arachidonic ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น conjugated diene hydroperoxide ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งสาร conjugated diene hydroperoxide นี้จะสลายตัวต่อไปให้สารประกอบที่ระเหยได้และทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวขึ้นในผลิตภัณฑ์ สารประกอบเหล่านี้ส่วนใหญ่คือ 1-pentanol, 1-hexanol , 2-octa 3-ol hexanol และ hexanol มีมากที่สุดถึงร้อยละ 25 (Arai , 1967)

2.1 คุณสมบัติของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

มีมวลโมเลกุล 102,000 และ pK (isoelectric point) 5.4 สำหรับเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสที่สกัดได้จากถั่วเหลือง

มี pH ที่เหมาะสม = 6 - 9 แล้วแต่ตัวกลางที่ใช้ในการละลายสับสเตรท เช่น detergents หรือ organic solvents ที่ช่วยในการละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความจำเพาะของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส มีความจำเพาะต่อการออกซิเดชันของกรดไขมันและไขมัน ที่มี cis , cis penta -1,4 -diene unit (-CH=CH-CH_2-CH=CH-) อย่างสูง

กรดไขมันที่พบในธรรมชาติได้แก่ linoleic , linolenic , arachidonic acid มี cis , cis penta - 1 , 4 - diene units 1 units หรือมากกว่า

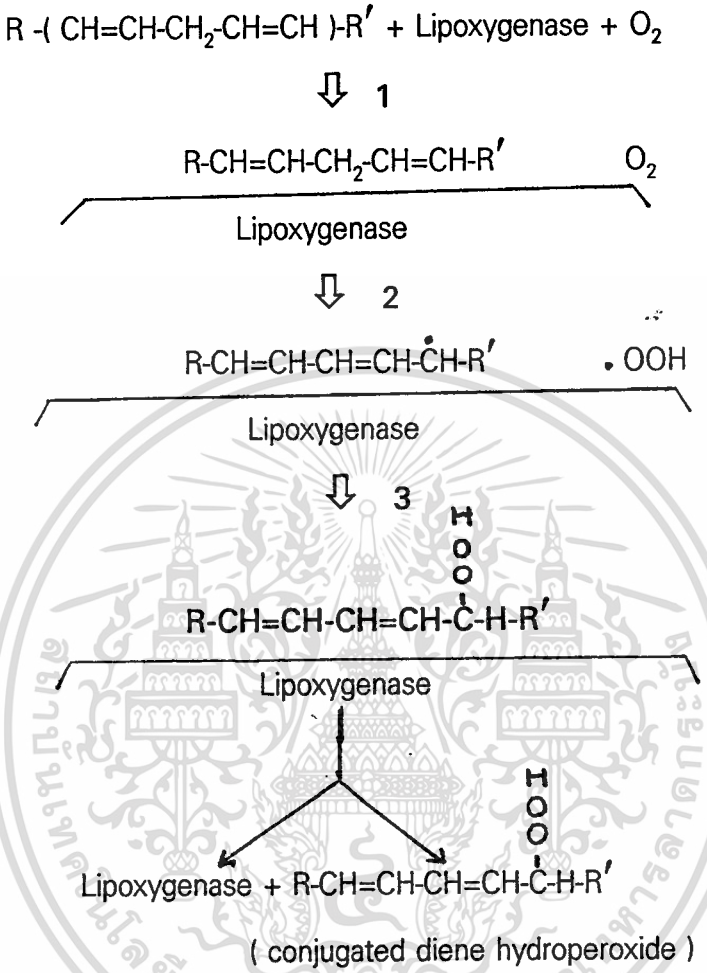
กรด linoleic มี 4 isomers และเพียง 1 isomer เท่านั้นที่เป็นสับสเตรทของเอนไซม์คือ cis , cis linoleic acid ซึ่งแสดงว่าเอนไซม์มีความจำเพาะด้าน stereospecific ที่ต้องพอดีกับบริเวณเร่งของเอนไซม์

กรด oleic มี double bond เพียง 1 คู่ และไม่เป็นสับสเตรทของเอนไซม์

ดังนั้นสรุปได้ว่า เอนไซม์ต้องการ methylene group ของ penta - 1 , 4 - diene unit เอนไซม์จะแสดงความจำเพาะด้าน terminal methyl end ของกรดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1



แสดง การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยา oxidation ของลิโนลิเอต (linoleate) โดยเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

ที่มา : Tappel และคณะ (1952)

ขั้นตอนที่ 1 substrate อยู่ที่ผิวของเอนไซม์และเริ่มทำปฏิกิริยากับ oxygen

ขั้นตอนที่ 2 เคลื่อนย้าย electron และ H^+ จาก substrate ให้แก่ oxygen เพื่อสร้าง radicle ที่ผิวของเอนไซม์

ขั้นตอนที่ 3 biradicle ทำปฏิกิริยากันให้ conjugated diene hydroperoxide และจากนั้น peroxide จะแตกตัวออกจากเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Full fat soyflour) ทำมาจากถั่วเหลืองที่ผ่านการกระเทาะเปลือกออก แล้วนำไปบดละเอียด มีโปรตีนประมาณร้อยละ 40 และไขมันอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 18 สำหรับแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มนี้ ทางสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้นำมาทำเป็นนมถั่วเหลืองเข้มข้นบรรจุกระป๋อง อาหารเสริมเด็กอ่อน โปรตีนหรือเนื้อเทียม ขนมผิงเกษตรหรือคุ๊กกี้โปรตีน บะหมี่เกษตร และก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีน

2. แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันหรือแป้งถั่วเหลืองปราศจากไขมัน (Defatted soyflour) Dictionary of nutrition food technology ได้ให้คำนิยาม defatted soyflour หมายถึง เมล็ดถั่วเหลืองที่กระเทาะเปลือก หรือไม่กระเทาะเปลือกออกและผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว แล้วนำมาผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh มีไขมันอยู่น้อยกว่าร้อยละ 1 มีโปรตีนประมาณร้อยละ 50

3. แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันน้อย (Low fat soyflour) คือแป้งถั่วเหลืองที่ทำการเติมไขมันลงไปในแป้งถั่วเหลืองปราศจากไขมัน (Refatting) ให้มีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 4.5-9

4. แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันสูง (High fat soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันแล้ว นำมาเติมไขมันให้มีปริมาณร้อยละ 15

5. แป้งถั่วเหลืองเสริมเลซิติน (Lecithinated soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันที่นำมาเติมเลซิตินลงไปในระดับต่าง ๆ อาจสูงถึงร้อยละ 15 ซึ่งมักจะนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์พิเศษ เช่น อาหารเสริมสำหรับเด็ก

6. Enzyme active soyflour หมายถึง แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็ม หรือแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันแล้ว ที่ผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนเล็กน้อย ไม่เพียงพอต่อการที่จะทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง

7. แป้งถั่วเหลืองชนิดอื่น ๆ เป็นแป้งถั่วเหลืองที่ทำขึ้นมา เพื่อให้เป็นไปตามลักษณะการใช้งานอื่น ๆ มักใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แป้งถั่วเหลืองชนิดที่มีโปรตีนสูงร้อยละ 60 ซึ่งทำมาจากการผสมระหว่างร้อยละ 70 ของโปรตีนเข้มข้น (Protein concentrate) กับแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน หรือโดยการผสม แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มกับกากถั่วเหลือง

ส่วนประกอบทางเคมีของแป้งถั่วเหลืองชนิดต่างๆจะแสดงดังตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีอาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่มีอยู่ในถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ (คิดเป็นร้อยละ)

	โปรตีน	ความชื้น	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า
ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด	42.6	11.0	20.0	5.3	5.0
แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	46.6	5.0	22.1	2.1	5.2
แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน	59.0	7.0	0.9	2.6	6.4
แป้งถั่วเหลืองเสริมเลซิติน	48.6	5.5	16.4	2.2	5.3

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2527)

ในขั้นตอนของการทำแป้งถั่วเหลืองนั้นจำเป็นจะต้องผ่านความร้อนไม่ตอนใดก็ตอนหนึ่ง เช่น การเอาเปลือกออก การอบ การบด ทั้งนี้ก็เพื่อจุดประสงค์ตามต้องการ ผลของความร้อนนี้จะมีต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ กลิ่น สี คุณค่าทางโภชนาการของแป้งถั่วเหลือง และการละลายตัวของโปรตีนในถั่ว ผลของความร้อนต่อการละลายของโปรตีนจะต่อเนื่องไปยังการนำเอาแป้งถั่วเหลืองนั้นไปใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆอีกด้วย เช่น ถ้าต้องการนำไปใช้ทำเป็นน้ำเต้าหู้ ถ้าการละลายของโปรตีนต่ำอันเนื่องจากการใช้ความร้อนก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่างไป

4 <u>การผลิตนมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นถั่ว</u>

นมถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้หรือเต้าเซียง (Tou Chang) เป็นผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันดีในสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นเวลานานหลายศตวรรษแล้ว ส่วนมากเป็นการผลิตระดับครัวเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติแล้วนมถั่วเหลืองส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบในการผลิตเต้าหู้ จนกระทั่งในปี 2491 มีการตั้งโรงงานผลิตถั่วเหลืองขนาดใหญ่ขึ้นในฮ่องกง นับเป็นก้าวแรกของการผลิตนมถั่วเหลืองขนาดใหญ่ในระดับอุตสาหกรรม ต่อมาในปี 2508 จึงเริ่มมีการตั้งโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ในกรณีของประเทศไทย นมถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและราคาถูก นอกจากนี้วิธีการเตรียมไม่ยุ่งยาก สามารถทำได้ทั้งในระดับครัวเรือนจนกระทั่งถึงระดับอุตสาหกรรม น้ำนมถั่วเหลืองที่ทำเป็นอุตสาหกรรมมีขายทั้งในลักษณะบรรจุขวด และบรรจุกล่องยูเอชที

4.1 ประเภทของน้ำนมถั่วเหลือง

น้ำนมถั่วเหลืองที่มีการผลิตออกวางจำหน่ายแบ่งออกเป็น 6 ชนิด ได้แก่

1. นมถั่วเหลืองไม่ปรุงรส นมถั่วเหลืองประเภทนี้จะประกอบด้วยถั่วเหลืองและน้ำเท่านั้นจะมีโปรตีนร้อยละ 4 ในขั้นตอนการผลิตจะต้องใช้อัตราส่วนของถั่วเหลืองและน้ำเท่ากับ 1 : 5 อย่างไรก็ตาม จะมีผู้บริโภคเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ชอบนมถั่วเหลืองประเภทนี้

2. นมถั่วเหลืองประเภทเครื่องดื่ม ได้แก่ นมถั่วเหลืองที่มีการปรุงรส โดยการเติมน้ำตาล และปรุงแต่งกลิ่น เช่น เติมกลิ่นกาแฟ น้ำผลไม้ หรือน้ำผักอื่นๆ เป็นต้น จะมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 1 อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้เท่ากับ 1 : 20

3. นมถั่วเหลืองคล้ายนมโค คือนมถั่วเหลืองที่มีการเติมสารที่ให้ความหวาน เช่น น้ำตาล เติมน้ำมันพืช เกลือ และกลิ่นนม หรือวานิลา เพื่อให้มีรสชาติคล้ายคลึงกับนมโค มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.5-3.5 อัตราส่วนของถั่วเหลืองต่อน้ำ เท่ากับ 1: 7

4. นมถั่วเหลืองเปรี้ยว ก็คล้ายกับนมเปรี้ยวที่ทำจากนมโค โดยมีการเติมจุลินทรีย์เพื่อให้เกิดการหมักประเภท Lactic Acid Fermentation

5. นมถั่วเหลืองสำหรับทารก คือ นมถั่วเหลืองที่มีการเติมเมทไธโอนิน วิตามิน และ / หรือ เกลือแร่บางชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวิตามินบี 12 และแคลเซียม เพื่อให้มีคุณค่าทางอาหารตามความต้องการของทารก

6. นมถั่วเหลืองผสม คือ นมถั่วเหลืองที่ผสมกับนมชนิดอื่นๆจากสัตว์หรือจากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากน้ำนมถั่วเหลืองมีการยอมรับค่อนข้างจำกัด เนื่องจากมีกลิ่นถั่วที่รุนแรงที่เกิดจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากเอนไซม์

ได้มีรายงานการของการทดลองต่างๆ ที่กล่าวถึงกรรมวิธีในการกำจัดกลิ่นถั่วจากถั่วเหลือง ดังเช่น Wilken และคณะ (1967) พบว่า ถ้าบดถั่วกับน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 80 ถึง 100 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมินี้ไว้ประมาณ 10นาที จะสามารถยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ และจะได้นมถั่วเหลืองที่ปราศจากกลิ่นเหม็นเขียว

Mustakas และคณะ (1969) ได้ใช้วิธีการให้ความร้อนแห้ง 100 องศาเซลเซียส แก่เนื้อถั่วเหลืองก่อนบดเป็นแป้ง พบว่า สามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่า แป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการบดนี้ได้มีปริมาณ peroxide , conjugated diene และกรดไขมันอิสระต่ำ แต่การใช้ความร้อนในการทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ดังกล่าวจะมีผลทำให้โปรตีนที่ละลายได้ลดน้อยลง (Wolf , 1975 ; Asbi และคณะ ,1980)

Che Man และคณะ (1988) พบว่าการทำลายปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสแบบไม่ย้อนกลับจะเกิดขึ้นเมื่อ treat ด้วยสารละลายที่มี pH 3 หรือต่ำกว่า อย่างน้อย 4 นาที

Baker และ Mustakas (1973) ได้ศึกษาถึงผลของการเติมสารเคมีร่วมกับการให้ความร้อนในการทำลาย Trypsin inhibitor (TI) , Lipoxygenase และ Urease ในถั่วเหลือง พบว่าคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้น เมื่อสารต่อต้านการเจริญเหล่านี้ เช่น TI ถูกทำลายไป นอกจากนี้ยังพบว่าการทำลาย Lipoxygenase จะทำให้กลิ่นรสดีขึ้นและเก็บรักษาได้นานขึ้น และยังพบว่าถ้าใช้ความร้อนอย่างเดียวนั้น จะสามารถทำลายสารต่อต้านการดูดซึมของอาหารได้ต้องใช้ เวลา 15 นาทีถึง 2 ชั่วโมง ส่วนความร้อนที่ใช้จะอยู่ในช่วง 73 -100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเติม NaOH หรือ HCl ร่วมกับการใช้ความร้อน พบว่า การเติม NaOH หรือ HCl จะไปเร่งการทำลาย Urease และ Lipoxygenase ในขณะที่ TI จะถูกเร่งในสารละลายที่เป็นด่างได้ดีกว่าสารละลายที่เป็นกรด

Che Man และคณะ (1991) ได้ศึกษาการแช่ถั่วเหลืองในกรดเจือจางที่มีผลต่อการทำงานของ lipoxygenase (LP.) , trypsin inhibitor (TI.) โดยทำการตรวจสอบอิทธิพลของเวลาที่ใช้แช่ ความเข้มข้นของกรด และ อุณหภูมิของการแช่ พบว่า การแช่ถั่วเหลืองในกรด HCl 0.3 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส หรือ 40 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง การทำงานของ LP. สิ้นสุดลงอย่างสมบูรณ์ ส่วน TI. ยังคงทำงานได้น้อยกว่าร้อยละ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติ และลูกจันทร์ (2529) พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการแช่ถั่วในน้ำร้อน ตามด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต แล้วนำมาบดในน้ำร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการทำผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองทั้งในด้าน กลิ่น สี และรส โดยน้ำนมที่ได้จะมีกลิ่นถั่วน้อย และมีสีขาว

มัณฑนา และคณะ (2529) ได้รายงานว่า การตีปั่นถั่วเหลืองในน้ำร้อนจะทำให้ได้น้ำนมที่มีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มาจากการตีปั่นในน้ำเย็น เพราะน้ำร้อนจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วเหลือง และทำปฏิกิยากับเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ง่ายและเร็วขึ้น จึงช่วยระงับปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นถั่ว

Badenhop และ Hacker (1973) พบว่าการแช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.05 จะทำให้น้ำนมที่ได้มีกลิ่นรสที่ดีกว่าการแช่ด้วยน้ำธรรมดา

Nelson และคณะ (1976) ศึกษากระบวนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองตามวิธีของ Illinois process พบว่า ถ้าแช่ถั่วค้างคืนในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 หรือในน้ำธรรมดา แล้วลวกต่อในสารละลายชนิดเดียวกันเป็นเวลา 30 นาที จะได้ถั่วที่ปราศจากกลิ่นถั่ว เนื่องจากเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสถูกทำลายจนไม่ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นถั่ว

5. โยเกิร์ต

โยเกิร์ตในทางการค้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ โยเกิร์ตจืด (plain หรือ natural yoghurt) โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (fruit yoghurt) และโยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ (flavoured yoghurt) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มนี้ได้ทำการผลิตออกมาได้ทั้งแบบไม่ต้องกวน (set yoghurt) และแบบกวน (stirred yoghurt) โดยทั่วไปแล้วแบบที่กวนเป็นชนิดที่มีความนิยมมากกว่าแบบที่ไม่ต้องกวน จากการที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต จึงทำให้เกิดโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิดได้แก่

1. โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราวและเก็บได้นาน (Pasteurized / UHT / Long-life yoghurt)

2. โยเกิร์ตชนิดย่อยแลคโตสแล้ว (Lactose hydrolysed yoghurt - LHY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โยเกิร์ตชนิดเหลว (Drinking yoghurt)

4. โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt)

5. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed or Concentrated yoghurt)

6. โยเกิร์ตชนิดอัดกาซ (Carbonated yoghurt)

7. โยเกิร์ตชนิดทำเป็นเครื่องดื่ม (Yoghurt beverages)

8. โยเกิร์ตชนิดผงชงดื่มได้ทันที (Dried or Instant yoghurt)

9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ที่ควบคุมอาหาร (Dietetic or Therapeutic yoghurt)

10. โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง (Soy milk yoghurt)

5.1 จุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโยเกิร์ต

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตส่วนใหญ่เป็นเชื้อสายพันธุ์ผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นเทอร์โมฟิลิคแลคติกแอซิคแบคทีเรีย (thermophillic lactic acid bacteria) ซึ่งเจริญร่วมกันในลักษณะซิมไบโอซิส (symbiosis)

Lactobacillus bulgaricus เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่ง เปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติก มีความสามารถทนกรดได้ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ 23 ถึง 53 องศาเซลเซียส ชอบความเป็นกรด-ด่าง ที่ pH 5

Streptococcus thermophilus เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม ทนความร้อนสูง ชอบความเป็นด่างสูง เจริญได้ดีที่ pH 6.5 หยุดเจริญที่ pH 4.2-4.4 ในการผลิตโยเกิร์ตเชื้อ *S.thermophilus* จะเจริญก่อน เมื่อ pH ลดลงพวก *L. bulgaricus* จึงจะเจริญที่หลัง

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิที่หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิในการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์ที่แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *L. bulgaricus* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *S. thermophilus* อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้สัดส่วนของหัวเชื้อทั้งสองเป็น 1 : 1 ควรจะเลือกใช้อุณหภูมิในการหมักเป็น 42 องศาเซลเซียสแม้ว่าการสร้างกรดของหัวเชื้อผสมทั้งสองจะสูงสุดที่อุณหภูมิการหมักที่ 45 องศาเซลเซียสก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตจะถูกทำให้เย็นลง เป็น 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย และที่อุณหภูมินี้แบคทีรียทั้งสองนี้ยังคงมีชีวิตอยู่ แต่มีกิจกรรมค่อนข้างจำกัดทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดช้าลงมาก (วราวุฒิ และรุ่งนภา , 2532)

5.2 สารที่ให้กลิ่นในโยเกิร์ต

เชื้อโยเกิร์ตจะสร้างสารที่ให้กลิ่นในโยเกิร์ต (aromatic compound) ซึ่งทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว สารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ตแบ่งออกได้เป็น 4 พวก (Tamine และRobinson , 1985) คือ

1. กรดที่ระเหยไม่ได้ เช่น กรดแลคติก (lactic acid) กรดไพรูวิค (pyruvic acid) กรดซัคซินิค (succinic acid) และกรดออกซาลิค (oxalic acid)

2. กรดที่ระเหยได้ เช่น กรดฟอร์มิค (formic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรพิโอนิค (propionic) และกรดบิวไทริค (butyric acid)

3. สารประกอบคาร์บอนิล เช่น อะเซทตัลดีไฮด์ (acetadehyde) อะซีโตน (acetone) อะเซทโตอีน (acetoin) และไดอะเซทตีล (diacetyl)

4. สารประกอบอื่นๆที่มีส่วนในการสร้างรสชาติและกลิ่นหอมของโยเกิร์ตทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่

4.1 กรดไขมันที่ระเหยได้ เช่น acetic acid , propionic acid , butyric acid , isovaleric acid , caproic acid , caprylic acid และ capric acid

4.2 กรดอะมิโน เช่น serine , glutamic acid , proline , valine , leucine , isoleucine และ tyrosine

4.3 จากแลคโตส เช่น furfural , furfurylalcohol , 5-methyl furfural และ 2- pentylfurane

4.4 จากโปรตีน เช่น methionine , valine และ phenylalanin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 องค์ประกอบที่นำมาผลิตโยเกิร์ต

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตนั้นองค์ประกอบที่จะนำมาผลิตโยเกิร์ตนั้นมีความสำคัญอย่างมาก ได้แก่

1. น้ำนมดิบ จะต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ และไม่มียาปฏิชีวนะเจือปนอยู่ เพราะยาปฏิชีวนะเหล่านี้จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป ทำให้น้ำนมไม่แข็งตัวหรือแข็งตัวช้า น้ำนมที่ใช้ควรมีปริมาณไขมันร้อยละ 3 เพื่อทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะดีและน่ารับประทานยิ่งขึ้น (ธนาคารกสิกรไทย , 2533)

2. นมผง โดยปกติน้ำนมจะมีส่วนที่เป็น Solid-Not-Fat (SNF) อยู่ร้อยละ 9-10 ซึ่งเมื่อทำโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างเละ และอาจจะเกิดการแยกตัว (WHEY-OFF) คือ ส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเคิร์ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีสำหรับโยเกิร์ต ดังนั้นสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ตโดยเฉพาะความหนืด (viscosity / consistency) ของ coagulum การเพิ่มปริมาณของแข็งนอกจากจะเติมนมผงแล้ว อาจจะเติมเคซีอิน , whey powder , buttermilk powder หรือโดยการให้ความร้อน เป็นต้น (วราวุฒิ และ รุ่งนภา , 2531)

3. น้ำตาล วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาล ก็เพื่อช่วยเพิ่ม SNF และในขณะเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมได้แก่ ซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส corn syrup , glucose / galactose syrup หรือพวก sorbitol และ saccharin เป็นต้น

4. เชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปหัวเชื้อที่ใช้ประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน และเมื่อใช้หัวเชื้อที่แช่แข็งในการผลิตโยเกิร์ต จะต้องบ่มหัวเชื้อเป็นเวลา 5 ชั่วโมงที่ 45 องศาเซลเซียส หรือ 11 ชั่วโมงที่ 32 องศาเซลเซียส 14-16 ชั่วโมง ที่ 29-30 องศาเซลเซียสเสียก่อน (วราวุฒิ และ รุ่งนภา ,2532)

5. สารช่วยให้คงตัว (stabilizer) วัตถุประสงค์หลักในการเติมสารคงตัวในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ทั้งนี้เพื่อรักษาให้ลักษณะเฉพาะที่ต้องการในโยเกิร์ต ให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด (viscosity / consistency) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (whey) เป็นต้นนอกจากนี้สารคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ สำหรับสารเคมีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมใช้เป็นสารคงตัวเช่น เจลาติน กัมต่างๆ (carboxymethyl cellulose , locust bean gum ,guar gum) และ seaweed gums (alginates และ carrageenan) เป็นต้น

6. ผลไม้ การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตจะเป็นการเพิ่มรสชาติให้แก่โยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทาน และเป็นการจูงใจผู้ซื้ออีกทางหนึ่ง ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สด ซึ่งทำการฆ่าเชื้อและแช่แข็ง หรือผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อมที่มีการขายในท้องตลาด ความเป็นกรดด่างต้องไม่ต่ำกว่า 3 เพราะถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้น้ำในโยเกิร์ตแยกตัวออกมา ผลไม้บางอย่างอาจมีการเติมกลิ่นของผลไม้อื่นหรือน้ำผลไม้อื่นลงไปด้วยเพื่อช่วยให้รสชาติและกลิ่นของผลไม้นั้นดีขึ้น

7. สีและกลิ่น อาจจะมีการใส่สีและกลิ่นเพื่อปรุงแต่งโยเกิร์ตให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้นโดยพยายามเน้นให้เหมือนธรรมชาติ ใช้สีธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ที่รับประทานได้ และใช้กลิ่นที่สกัดจากธรรมชาติ

5.4 ลักษณะของโยเกิร์ตที่ดี

โยเกิร์ตที่มีลักษณที่ดี พอที่จะสังเกตได้ดังต่อไปนี้ (ธนาคารกสิกรไทย , 2533)

1. เคิร์ดของนมเปรี้ยวต้องเป็นเคิร์ดที่แข็งแรงไม่อ่อนเหลว
2. เคิร์ดของนมเปรี้ยวต้องไม่หดตัวเป็นก้อนแยกตัวอยู่ต่างหาก
3. นมเปรี้ยวต้องไม่เปรี้ยวเกินไป
4. นมเปรี้ยวต้องมีกลิ่นอะโรมาเฉพาะ
5. นมเปรี้ยวต้องไม่มีรสฝาด รสขม หรือรสอื่นใด

5.5 ความบกพร่องของนมเปรี้ยว

1. บ่มครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ไม่เกิดเคิร์ดขึ้นมา ทั้งนี้เป็นเพราะ เชื้อนมเปรี้ยวอ่อนแอ หรืออุณหภูมิที่บ่มนมร้อนหรือเย็นเกินไป

2. เคิร์ดของนมเปรี้ยวเป็นเคิร์ดที่อ่อน (weak curd) ทั้งนี้เป็นเพราะนมที่นำมาผลิตเป็นนมประเภทผิดปกติ (abnormal milk) หรือการอุ่นนมใช้ความร้อนสูงหรือนานเกินไป

3. นมเปรี้ยวมีรสชาติไม่ดี ทั้งนี้เป็นเพราะนมที่นำมาผลิตนั้นเป็นนมที่มีคุณภาพไม่ดีหรือเชื้อนมเปรี้ยวไม่บริสุทธิ์

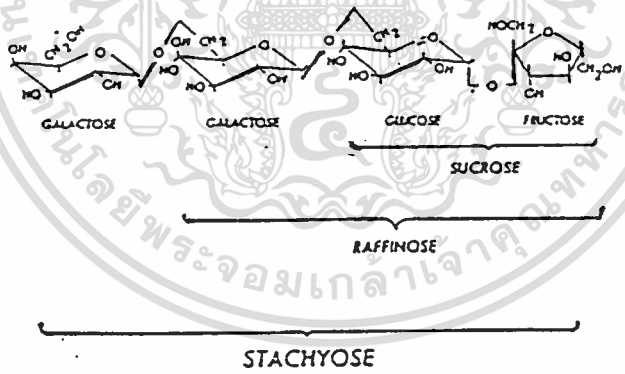
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง

เป็นที่ทราบกันแล้วว่า นมถั่วเหลืองนั้นจะมีปัญหาในเรื่องกลิ่นที่เรียกว่า beany หรือ soy flavor และมีนักวิทยาศาสตร์หลายคนได้หาวิธีที่จะกำจัดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับในระหว่างกระบวนการผลิตนมถั่วเหลือง และเชื่อกันว่ากระบวนการหมักจะช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหาร นอกจากนั้นยังช่วยปรับปรุงการยอมรับของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองอีกด้วย (Angeles และ Marth, 1971 ; Pinthong และคณะ ,1980 ; Wang และ Kraidej, 1974)

Angeles และMarth (1971) ได้รายงานว่านมถั่วเหลืองเป็นอาหารที่ดี ในการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค และประสิทธิภาพในการผลิตกรดแลคติคนั้นก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในอาหาร. ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในนมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองนี้ได้แก่ Oligosaccharide ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น ซูโครส ราฟิโนส สตาไคโอส สำหรับ สตาไคโอส จะเป็น Tetrassaccharide ที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 ชนิดคือ ฟรุกโตส กลูโคส และ กาแลคโตส

ภาพที่ 2



แสดง โครงสร้างของ Stachyose

ที่มา : Mital และ Steinkraus (1975)

Pinthong และคณะ (1980) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง พบว่าเมื่อใช้ *L. bulgaricus* กับนมถั่วเหลืองที่มีกลูโคสอยู่ร้อยละ 1 และสารสกัดจากยีสต์ ร้อยละ 0.1 จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีความเป็นกรดอย่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kanda และคณะ (1976) ได้ศึกษาการทำโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองโดยมีการกำจัดกลิ่นในนมถั่วเหลืองก่อนแล้วจึงนำมาหมักกับเชื้อ *L. acidophilus* นอกจากนั้นยังใช้กลิ่นเลมอน เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพโยเกิร์ตอีกด้วย

Pongsawatmanit และ Krusong (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของนมถั่วเหลืองและนมวัวที่หมักด้วยหัวเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากส่วนผสมระหว่างนมถั่วเหลืองและนมวัวจะได้รับการยอมรับมากที่สุด และมีกลิ่นถั่วน้อยกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองอย่างเดียว และจากการทดสอบหาความแน่นเนื้อของโยเกิร์ตโดยวัดเป็นค่าแรงกดทะลัก (penetration force) พบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากนมวัวมีค่าแรงกดทะลักสูงสุด และโยเกิร์ตที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองจะมีค่าแรงกดทะลักต่ำสุด

Chang และ Stone (1990) ได้สรุปไว้ว่าในการทำโยเกิร์ตจากนมวัวนั้น ปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนมเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา แต่สำหรับโยเกิร์ตที่ทำจากนมถั่วเหลืองนั้นพบว่านอกจากปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนมแล้วยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นด้วย เช่น ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ใช้สำหรับการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค ทั้งนี้เนื่องจาก *Lactobacilli* แต่ละสายพันธุ์ จะมีรูปแบบในการเจริญในน้ำนมถั่วเหลืองได้แตกต่างกัน ดังนั้นการปรับองค์ประกอบของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบในน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์

Mital และคณะ (1974) ทำการทดลองศึกษาแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคในการใช้ oligosaccharide ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในน้ำนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตกรด พบว่า *S.thermophilus , L. acidophilus , L. cellobiose* และ *L. platarum* มีความสามารถในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้มาก ส่วน *L.buchneri* สามารถใช้ซูโครสจากนมถั่วเหลืองมาใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยกว่า และ *L.bulgaricus* จะเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยมาก เพราะไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในนมถั่วเหลืองได้นั่นเอง

Mital และคณะ (1977) ได้ศึกษาอิทธิพลของกลูโคส ซูโครส แลคโตส และฟอสเฟต ที่มีผลต่อการสร้างกรดในน้ำนมถั่วเหลืองของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค พบว่านมถั่วเหลืองที่มีกลูโคส ซูโครส หรือแลคโตส จะทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติคได้นั้น ผลิตกรดได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าเติมสารฟอสเฟตลงไปร่วมด้วยในน้ำนมถั่วเหลือง พบว่าการผลิตกรดจะไม่เพิ่มขึ้นในทุกกรณี และเมื่อเปรียบเทียบนมเปรี้ยวที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งสกัดไขมันกับนมเปรี้ยวที่ทำมาจากนมวัว พบว่า เคิร์ดของนมเปรี้ยวจากนมถั่วเหลืองจะมีความเหนียวแน่นกว่าของนมวัว และมีรสชาติที่ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร

คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารโดยทั่วไปจะประกอบด้วย (Bourne , 1982)

1. ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) เป็นคุณภาพที่อาศัยการสัมผัสทางสายตา ได้แก่ สี รูปร่าง ขนาด

2. กลิ่นรส (Flavor) เป็นคุณภาพที่สัมผัสด้วยปาก ลิ้น และ จมูก ได้แก่ รส (taste) และกลิ่น (odor)

3. เนื้อสัมผัส (Texture) เป็นคุณภาพที่สัมผัสบางส่วนของร่างกาย เช่น ปาก ลิ้น ฟัน หรือ สัมผัสด้วยมือ โดยเนื้อสัมผัสจะมีผลต่อการกระตุ้นทางร่างกาย

4. คุณค่าทางอาหาร (Nutrition) เป็นสารอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ

ซึ่งคุณภาพ 3 ประการแรกนั้นเป็นปัจจัยรับรู้ทางประสาทสัมผัส เกี่ยวกับการยอมรับหรือไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ เพราะสามารถรับรู้ได้ทางประสาทสัมผัสโดยตรง ส่วนคุณค่าทางอาหารจะไม่จัดอยู่ในกลุ่มดังกล่าว

7.1 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

เนื้อสัมผัสเป็นสมบัติทางกายภาพเกี่ยวกับโครงสร้างของอาหารที่สัมผัสด้วยปาก มือ ลิ้น และฟัน และเป็นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ใช้เป็นตัวควบคุมคุณภาพได้อย่างหนึ่ง ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารจะมีความสำคัญต่ออาหารในระดับต่างๆกัน โดยดึงเอาอิทธิพลเนื้อสัมผัสที่มีต่อผู้บริโภคเป็นหลัก ระดับความสำคัญสามารถแบ่งได้ดังนี้ (Bourne , 1982)

1. Critical : เนื้อสัมผัสมีความสำคัญในการกำหนดคุณภาพ เช่น เนื้อสัตว์ มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ

2. Important : เนื้อสัมผัสมีความสำคัญพอๆกับลักษณะที่ปรากฏ และกลิ่นรส เช่น ผัก ผลไม้

3. Minor : เนื้อสัมผัสไม่มีส่วนในการกำหนดคุณภาพ เช่น เครื่องดื่ม

นอกจากนี้อิทธิพลของเนื้อสัมผัสของอาหารที่มีต่อมนุษย์ยังแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการกินอาหารของมนุษย์มีจิตวิทยาในการยอมรับโดยพัฒนาจากวัฒนธรรม การสอนทางสังคม และประสบการณ์ เช่น วัฒนธรรมบางแห่งยอมรับเนื้อที่มีความเหนียวและเคี้ยวยาก ในขณะที่วัฒนธรรมบางแห่งยอมรับเนื้อที่เคี้ยวได้ง่ายและเปื่อยยุ่ยได้ง่ายในปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การวัดเนื้อสัมผัสของอาหาร

วิธีการวัดเนื้อสัมผัสของอาหารอาจจำแนกได้ดังนี้

1. การทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ หรือการทดสอบแบบ subjective มี 2 แบบ คือ การสัมผัสด้วยปากหรือการชิมซึ่งจะบอกได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ และการสัมผัสด้วยมือหรือนิ้วโดยไม่ต้องให้อาหารเข้าไปในปาก

2. การทดสอบโดยใช้เครื่องมือ หรือการทดสอบแบบ objective มี 2 แบบ คือ การวัดคุณสมบัติของเนื้อสัมผัสโดยตรง เช่น ความแข็งเป็นต้น และการวัดคุณสมบัติทางกายภาพที่เป็นผลเนื่องมาจากเนื้อสัมผัส เช่น ระยะทาง การแผ่กระจาย การยุบตัว และสี เป็นต้น

7.3 เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส

เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสโดยทั่วไปจะทดสอบวัดสิ่งต่อไปนี้ (Bourne , 1982)

1. วัดแรงกระทำต่ออาหารที่สามารถวัดค่าเป็นเนื้อสัมผัส อาจใช้การทดสอบวัดต่อไปนี้

1.1 Puncture test เป็นการทดสอบแรงกดทะลุ

1.2 Compression test เป็นการทดสอบวัดแรงกดโดยไม่ถึงกับทะลุ

1.3 Shear test เป็นการทดสอบวัดแรงที่ใช้ในการเฉือนผลิตภัณฑ์

1.4 Compression - extrusion test เป็นการทดสอบวัดแรงที่ใช้กดจนอาหารไหลทะลักออกมา

1.5 Tensile test เป็นการวัดความเหนียวของผลิตภัณฑ์ว่ามีการยึดเกาะตัวได้ดีเพียงใด

1.6 Bending test เป็นการวัดความโค้งงอของผลิตภัณฑ์

2. วัดระยะทาง ใช้วัดของเหลวที่ไหลได้ โดยกดอาหารแล้วดูว่า อาหารมีการเคลื่อนที่ไปได้เพียงใด หรือวัดความสูงของไข่เพื่อวัดความสดใหม่ของไข่ เป็นต้น

3. วัดเวลา โดยการวัดความหนืด ดูเวลาในการเคลื่อนที่ของของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 การวัดเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมหมัก ซึ่งมีลักษณะอยู่ระหว่าง rennet-like custard และของเหลวที่มีลักษณะเหนียวข้น (highly viscous liquid) คุณสมบัติทางด้านเจล (gel) เป็นลักษณะหลักที่แสดงถึงคุณภาพของโยเกิร์ต โดยเฉพาะ set yoghurt (Tamine และ Robinson , 1985) เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสโยเกร์ตมีอยู่หลายแบบ เช่น prenetrometer โดยให้หัววัดกดผ่านทะลุโยเกิร์ตที่จะวัด แล้วคำนวนเวลาที่มีการผ่านทะลุจากความลึกที่กำหนดไว้ แล้วคำนวนค่าความอ่อนและความแข็ง นอกจากนั้นยังมีเครื่อง Instron ที่ใช้สกรูและมอเตอร์ในการขับเคลื่อน ความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัววัดสามารถปรับได้ ค่าแรงจะแสดงผลทางกราฟออกมาในรูปของแรงและเวลา และในปัจจุบันการศึกษาทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตยังมีการศึกษาอยู่น้อย ทั้งๆที่ความแข็งแรงของโครงสร้างของโยเกิร์ต เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1. ถั่วเหลือง
2. หางนมผง (Skim milk)
3. เจลาติน (gelatin)
4. กลูโคส (glucose) แลคโตส (lactose) และซูโครส (sucrose)
5. หัวเชื้อโยเกิร์ตผสม *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* (YC 380) ของ Chr.Hansen's Laboratorium
6. โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$)
7. แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat Soyflour)
8. แป้งถั่วเหลืองชนิดสกัดไขมัน (Defatted Soyflour)

2. อุปกรณ์ในการผลิต

1. เครื่องปั่นผสมอาหารไฟฟ้า (blender)		
2. เครื่องโฮโมจีไนเซอร์	Amfield , FT9 ,	อังกฤษ
3. Water bath		
4. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autocave)	Tomy ss-245	ญี่ปุ่น

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

1. เครื่องวัด pH	Suntex SP - 701,	ญี่ปุ่น
2. refactometer	Atago H-1	ญี่ปุ่น
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน	Buchi- 425	เยอรมัน
4. ชุดวิเคราะห์ไขมัน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องสเปกโตรมิเตอร์	Cecil 292	อังกฤษ
6. Centrifuge	Jouan , GR4.11	
7. ตู้อบเพาะเชื้อ	Memmert	เยอรมัน
8. เครื่องชั่งชนิดละเอียด	Mettler , AE 50	ญี่ปุ่น
9. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	Stable micro system , TAXT - 2	อังกฤษ

10. อุปกรณ์เครื่องแก้ว เคมีภัณฑ์ และอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>วิธีการ</u>

4.1 การวิเคราะห์วัตถุดิบ

นำถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่คัดเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน โปรตีน และความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (1986) (ภาคผนวก ก.)

4.2 การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

4.2.1 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

นำถั่วเหลืองมาเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีต่างๆ 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1) นำถั่วเหลืองมาแช่น้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เอาเปลือกออก ล้างให้สะอาด แล้วนำมาปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 นาที (CWG)

วิธีที่ 2) นำถั่วเหลืองมาแช่น้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เอาเปลือกออก ล้างให้สะอาด นำไปให้ความร้อนก่อนด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที นำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียสอีก 15 นาที (PH - HWG - HT) (Chen , 1980)

วิธีที่ 3) แช่ถั่วเหลืองในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เอาเปลือกออก แช่ถั่วเหลืองในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำไปตีปั่นด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที ($NaHCO_3$-HWG) (มัณฑนา และคณะ , 2529)

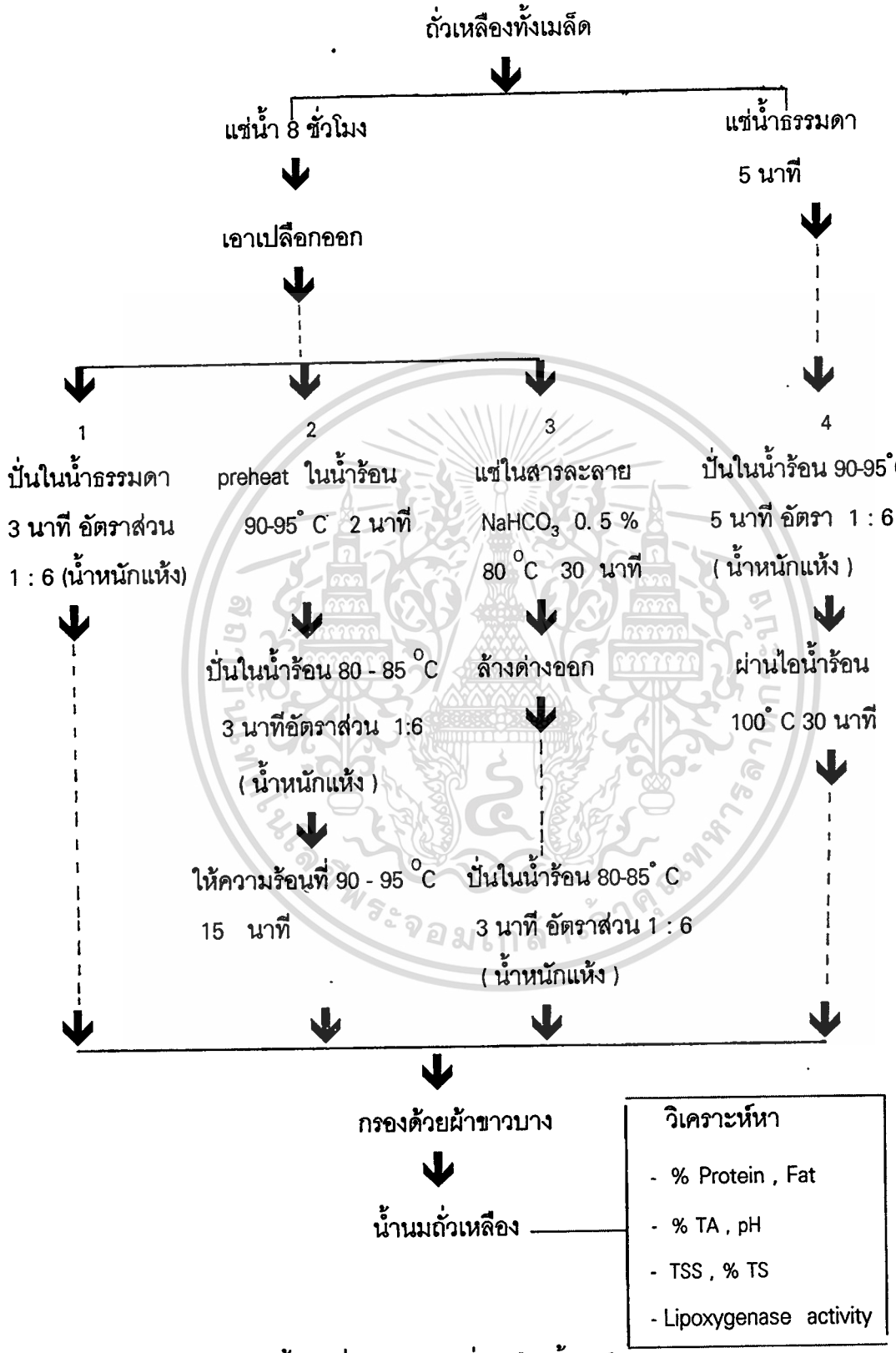
วิธีที่ 4) นำถั่วเหลืองมาล้างให้สะอาดแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5 นาที เพื่อให้เมล็ดถั่วเหลืองอ่อนตัวลงเพื่อสะดวกในการตีปั่น จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เอาส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที (HWG - steam) (Schroder และ Jackson , 1972)

ทุกวิธีใช้อัตราส่วนของถั่วเหลือง : น้ำที่ใช้ตีปั่น เป็น 1:6 (น้ำหนักแห้ง)

นำเอาส่วนผสมที่ได้จากทั้ง 4 วิธีมากรองด้วยผ้าขาวบางที่สะอาด 2 ชั้น เพื่อได้น้ำนมถั่วเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3



แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole soybean)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้หัวเชื้อผสมระหว่าง *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* (Chr.Hansen's Laboratorium) โดยใช้อัตราส่วนร้อยละ 0.1 ใน GYP broth ที่ฆ่าเชื้อแล้วที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที แล้วนำไปบ่มที่อุณภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง และใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตในอัตราส่วนร้อยละ 5 ทุกวิธีการ

4.2.3 การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลือง

น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากทั้ง 4 วิธีนำมาเติมด้วยหางนมผงในปริมาณร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ไปทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องโฮโมจีไนส์เซอร์ ที่ 1000 psi และฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 98-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที (Kanda และคณะ , 1976) หลังจากนั้นทิ้งให้น้ำนมเย็นลงจนกระทั่งมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วจึงเติมหัวเชื้อที่เตรียมไว้ร้อยละ 5 แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง วิธีการเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองดังแสดงในภาพที่ 4

4.2.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองและโยเกิร์ต

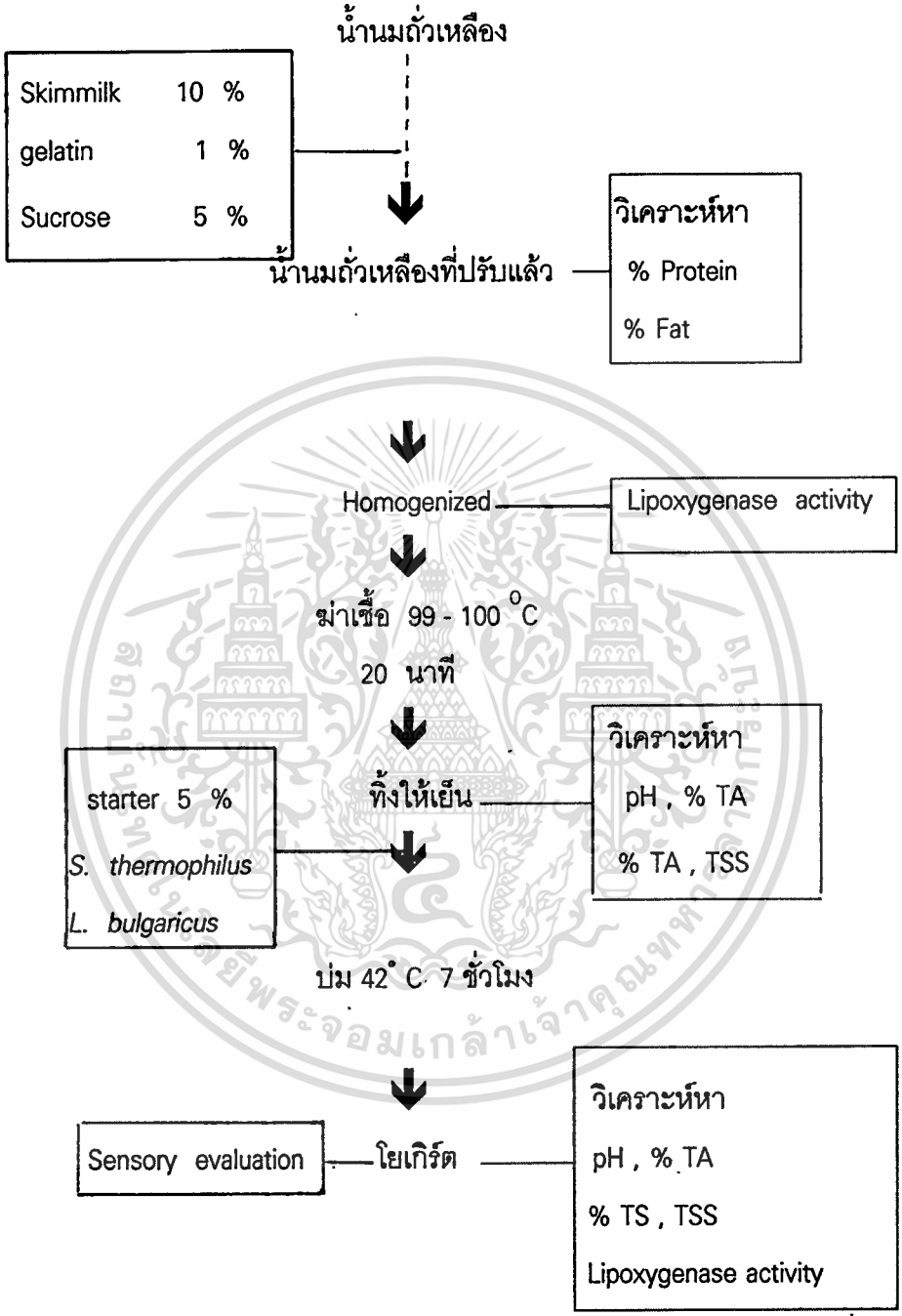
ทำการวิเคราะห์ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) (AOAC, 1986) ปริมาณกรดพิจาณาในรูปของกรดแลคติค (titratable acidity) (AOAC, 1986) ความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total soluble solid) ด้วย refactometer ปริมาณโปรตีนตามวิธี Buchi-Kjeldahl ซึ่งได้จากหาปริมาณไนโตรเจนคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25 และปริมาณไขมันโดยวิธี Gerber (ภาคผนวก ก.)

4.2.5 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ยังไม่ได้ผ่านการโฮโมจีไนส์ น้ำนมที่ผ่านการโฮโมจีไนส์ และโยเกิร์ตถั่วเหลืองมาวิเคราะห์หากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสตามวิธีการของ Al-Obaidy และ Siddiqi (1976) และ Surrey (1964)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4



แสดงวิธีตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

นำโยเกิร์ตที่ได้ทั้ง 4 วิธีมาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 12 คน โดยกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1-9 ทำการประเมินผลในด้านกลิ่นถั่ว (9 คะแนน =กลิ่นถั่วมากที่สุด , 1 คะแนน = กลิ่นถั่วน้อยที่สุด) รสชาติ (9 คะแนน = รสชาติดีที่สุด , 1 = รสชาติแย่ที่สุด) ความเปรี้ยว (9 คะแนน = เปรี้ยวมากที่สุด , 1 คะแนน = เปรี้ยวน้อยที่สุด) การยอมรับโดยรวม (9 คะแนน = มากที่สุด , 1 คะแนน = น้อยที่สุด) แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์วาเรียนซ์โดยใช้ Duncan Multiple RangTest แยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

4.3 การศึกษาการกำจัดกลิ่นน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก

4.3.1 การเตรียมถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน

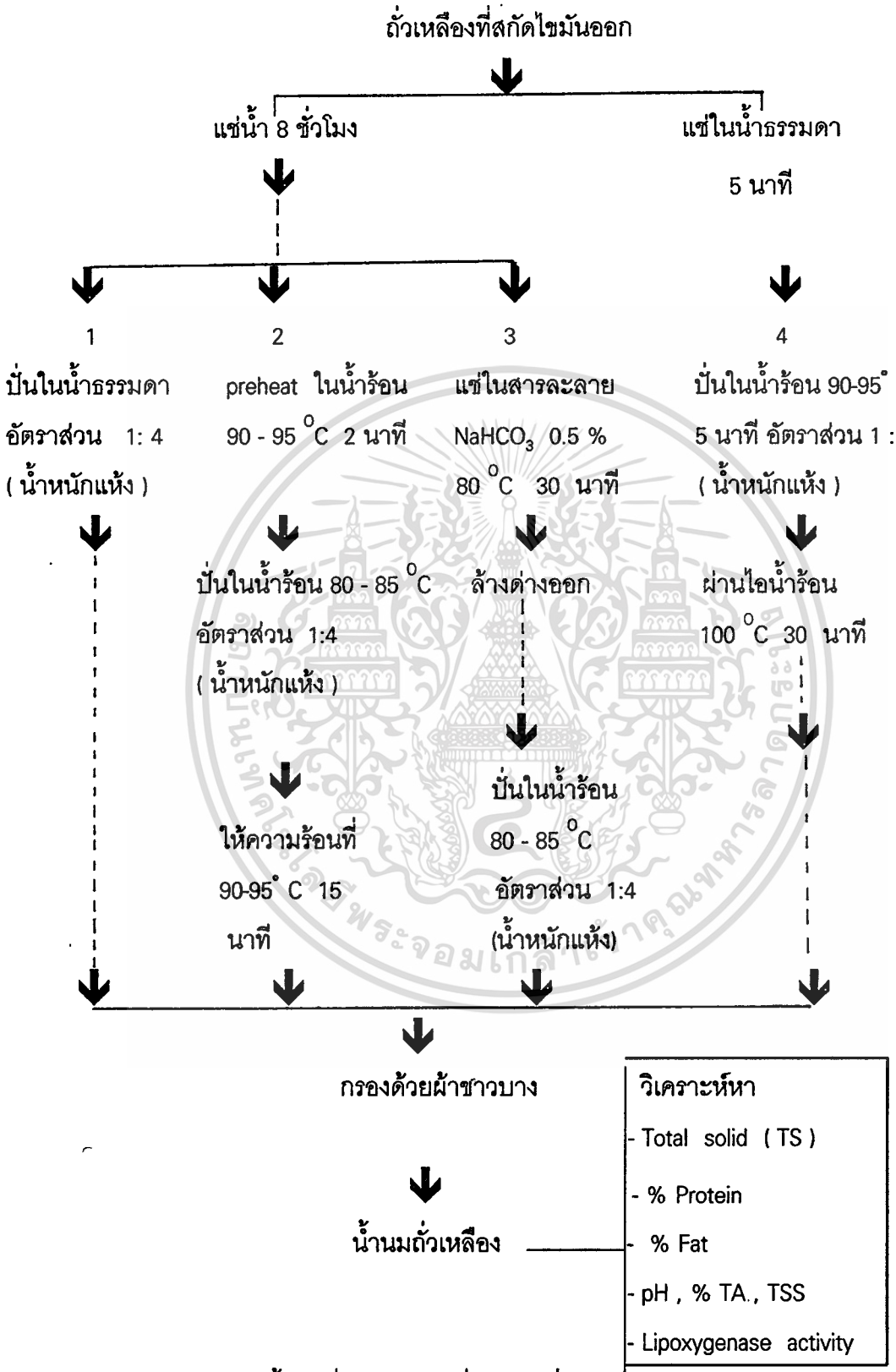
นำถั่วเหลืองคัดเมล็ดที่สมบูรณ์มาบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดประมาณ 1 / 8 ของเมล็ด ร่อนเอาผงและเปลือกออก นำถั่วเหลืองใส่ในผ้าขาวบางให้มีน้ำหนักประมาณ 40 กรัม จากนั้นใส่ใน Thimble ใช้สำลีปิดปาก Thimble ทำการสกัดไขมันโดยใช้ hexane ที่ อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำถั่วเหลืองที่ทำการสกัดไขมันออกแล้วไปอบในเครื่องอบเพื่อระเหยเอา hexane ออก โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จนแน่ใจว่า hexane ระเหยไปเกือบหมด ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โปรตีน และความชื้นตามวิธีการของ AOAC (1986)
(ภาคผนวก ก.)

4.3.2 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกแล้วนำมาเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลือง 4 วิธีเช่นเดียวกับการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด แต่อัตราส่วนของถั่วเหลือง : น้ำที่ใช้ในการตีป่นเป็น 1:4 (น้ำหนักแห้ง) ทุกวิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5



แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soybean)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลือง

วิธีการเตรียมเช่นเดียวกับข้อ 4.2.3 แต่ในขั้นตอนปรับสภาพน้ำนมจะเติมน้ำมันพืชลงไปในอัตราส่วนร้อยละ 2 เพื่อปรับปริมาณไขมันให้ใกล้เคียงกับมาตรฐานน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ดังแสดงในภาพที่ 6

4.3.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีน้ำนมถั่วเหลืองและโยเกิร์ต การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบเช่น เดียวกับข้อ 4.2.4 , 4.2.5 และ 4.2.6 ตามลำดับ

4.4 การศึกษาเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองชนิดต่างๆ

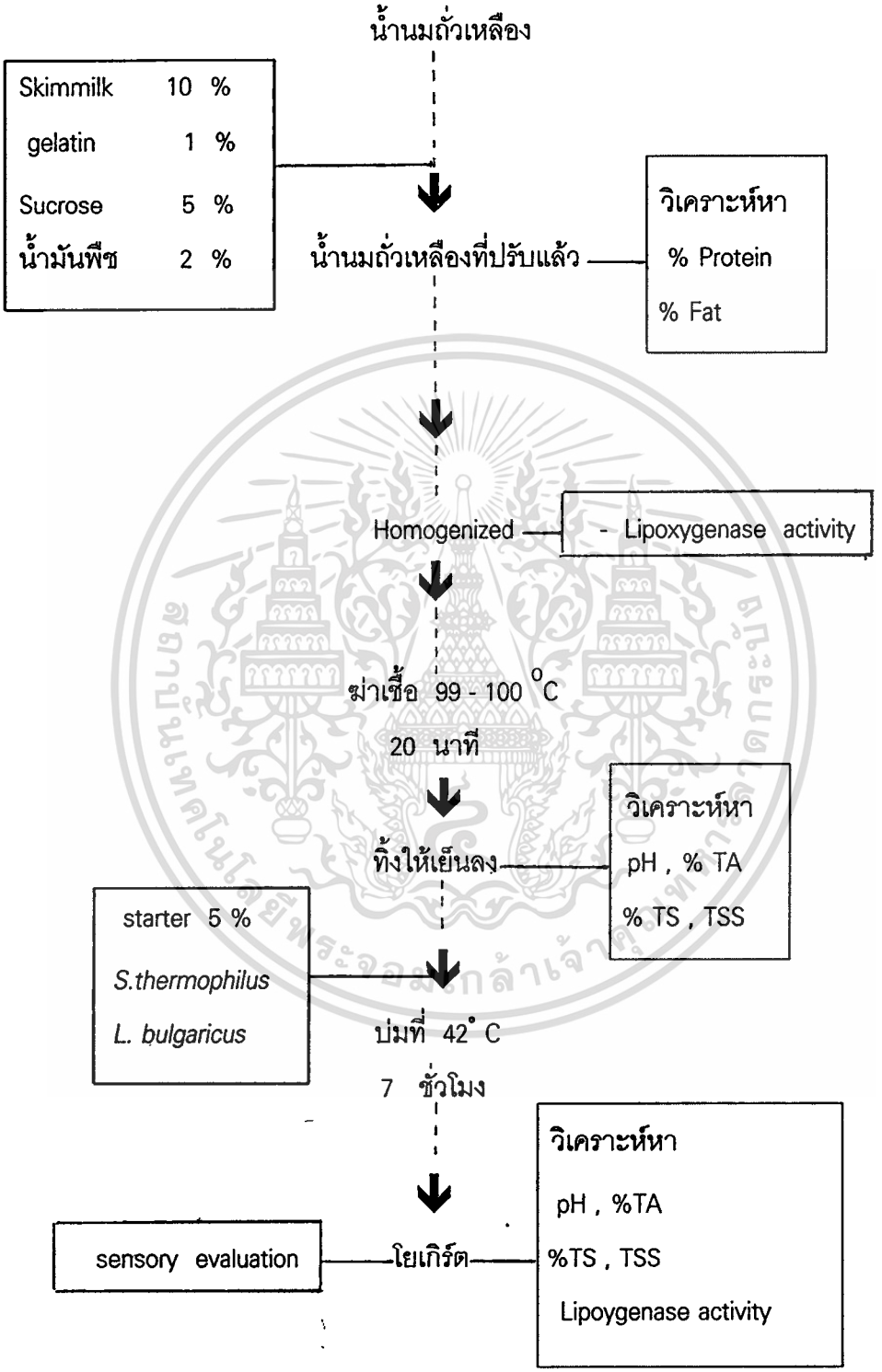
ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการต่างๆ คือ โยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการศึกษาในหัวข้อ 4.2 และ 4.3 ซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full fat soyflour) และแป้งถั่วเหลืองปราศจากไขมัน (defatted soyflour)

4.4.1 การเตรียมน้ำนม

เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด โดยนำถั่วเหลืองมาแช่น้ำ 8 ชั่วโมง เอาเปลือกออก แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และปั่นด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส ($NaHCO_3$ - HWG) และน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก โดยนำถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกมาแช่น้ำ 8 ชั่วโมง เอาเปลือกออก ลวกด้วยน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียสก่อน จากนั้นปั่น ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส 3 นาที แล้วนำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส 15 นาที (PH - HWG - HT) สำหรับการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat soyflour) (FF - soyflour) และแป้งถั่วเหลืองปราศจากไขมัน (defatted soyflour) (DF - soyflour) โดยการผสมแป้งถั่วเหลืองด้วยน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส อัตราส่วนของแป้งถั่วเหลืองต่อน้ำที่ใช้เป็น 1.5 : 8.5 แล้วปั่นส่วนผสมให้เข้ากันประมาณ 2 นาที วิธีการเตรียมน้ำนมดังแสดงในภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

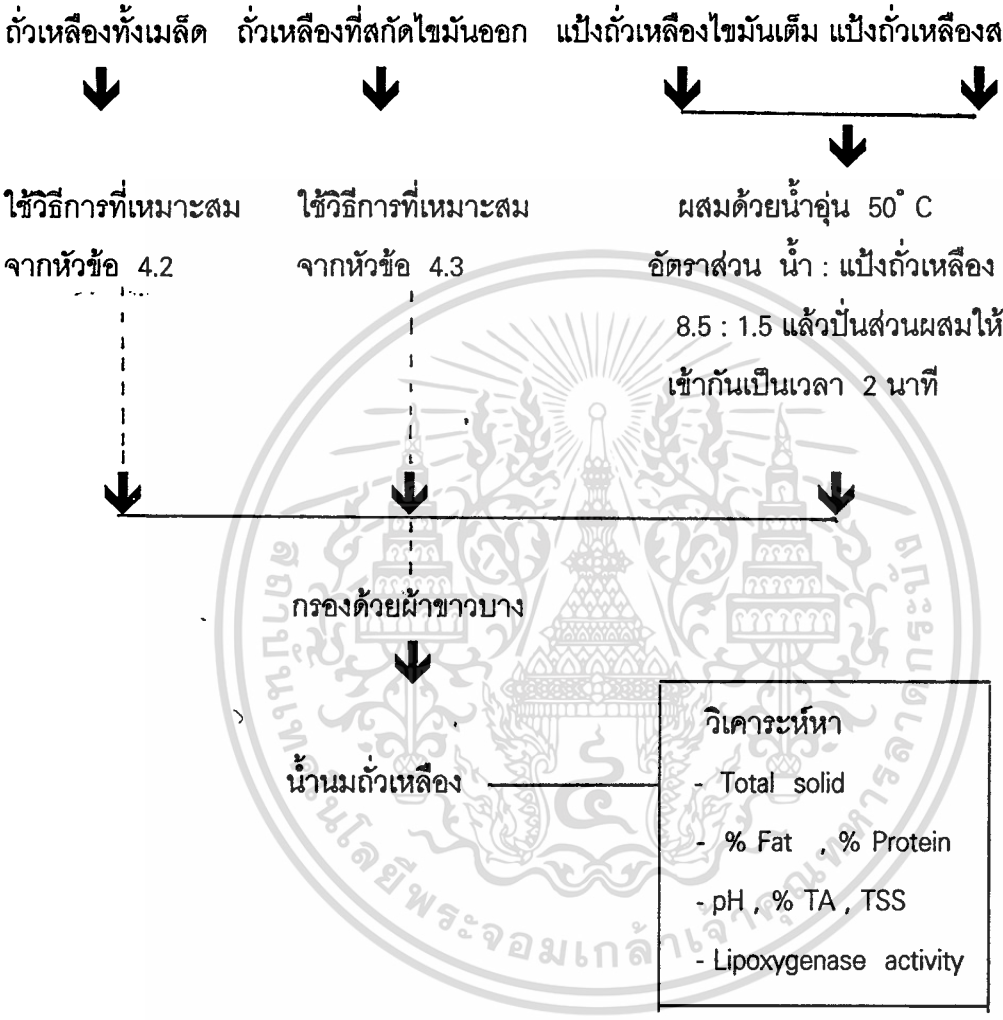
ภาพที่ 6



แสดงวิธีการเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7



แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลือง

น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเตรียมเป็นโยเกิร์ตตามวิธีของหัวข้อที่ 4.2.3 และน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันเตรียมเป็นโยเกิร์ตตามวิธีของหัวข้อ 4.3.3 สำหรับน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม นำมาเติมหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 ก่อนการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันจะเติมน้ำมันพืชร้อยละ 2.5 ดังแสดงในภาพที่ 8

4.4.3 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองและโยเกิร์ต การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการวิเคราะห์ เช่นเดียวข้อ 4.2.4 , 4.2.5 และ 4.2.6 ตามลำดับ

4.5 การศึกษาปริมาณหางนมผงและชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลือง

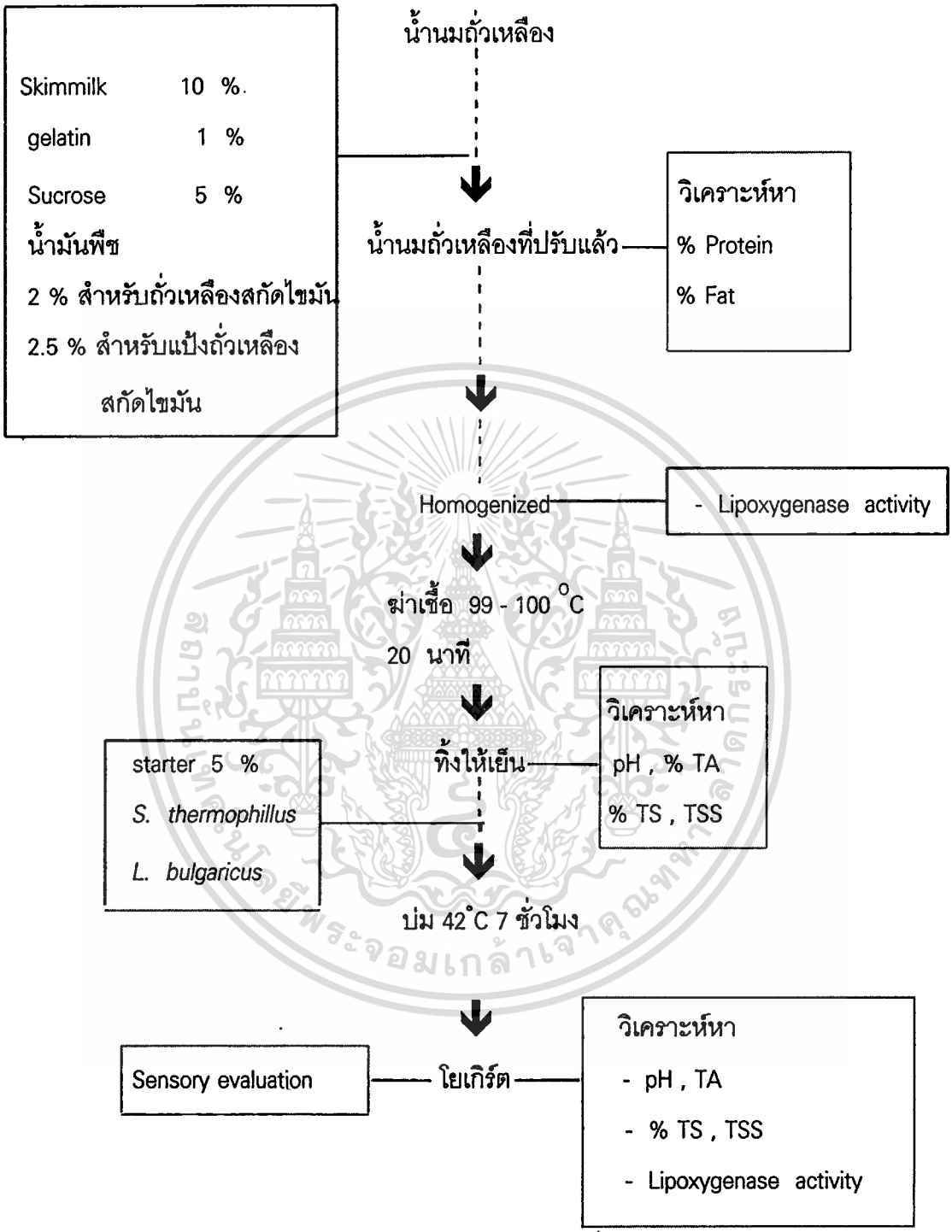
ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้วิธีที่เหมาะสมด้วยหางนมผงในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 และน้ำตาลชนิดต่างๆ คือ กลูโคส แลคโตส และซูโครสในปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 และเจลาตินร้อยละ 1 นำมาฆ่าเชื้อที่ 100 องศาเซลเซียส 20 นาที ทิ้งน้ำนมให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เตรียมไว้ใน GYP broth เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมงแล้ว ในปริมาณร้อยละ 5 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นเก็บโยเกิร์ตที่ได้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 48 ชั่วโมง

4.5.1 การวิเคราห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะแล้ว และโยเกิร์ต

ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 4.2.4 และ 4.2.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8



แสดง วิธีการเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

เลือกตัวอย่างโยเกิร์ตจาก 4.5.1 ซึ่งให้ผลของการเติมหางนมผงในปริมาณที่เหมาะสมซึ่งให้โยเกิร์ตที่มีเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำหางนม มาทดสอบปริมาณของกลูโคส แลคโตส และซูโครสที่ร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้ชิมมากที่สุด โดยกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1-9 มาประเมินคุณภาพในด้านรสชาติ ความเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์วาเรียนซ์โดยใช้ Duncan Multiple RangTest แยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

4.5.3 การวัดเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

ตัวอย่างโยเกิร์ตถ้วยเหลืองที่ใช้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใน 4.5.2 จะนำมาวัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TAXT-2) ที่มีหัววัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ความเร็ว 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางที่กดจากผิวหน้าของโยเกิร์ตเป็น 3 มิลลิเมตร ค่าแรงที่ได้อ่านเป็นกรัม

4.5.4 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่ได้จากน้ำตาลชนิดต่างๆ

ทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตหาการยอมรับมากที่สุดของผู้บริโภคต่อชนิดของน้ำตาลที่ระดับที่เหมาะสมซึ่งได้จาก 4.5.2 และ 4.5.3 เตรียมโดยการปรับสภาวะด้วยหางนมผงในปริมาณที่ทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำหางนม ซึ่งได้จาก 4.5.1 เพื่อทดสอบการยอมรับมากที่สุดของชนิดและระดับน้ำตาลที่ใช้ โดยใช้ผู้ชิม 10 คน มาประเมินทางด้าน รสชาติ ความเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์วาเรียนซ์โดยใช้ Duncan Multiple RangTest แยกความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณภาพของวัตถุดิบ

เมล็ดถั่วเหลืองมีองค์ประกอบที่เด่นกว่าเมล็ดพืชอื่นคือ มีโปรตีนและไขมันสูง ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้เมล็ดถั่วเหลืองมีคุณภาพสูง จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลืองทั้งเมล็ดและที่สกัดไขมันออก พบว่ามีความชื้น ไขมัน และโปรตีน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

แสดงองค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง (ร้อยละ)

ถั่วเหลือง	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน
ทั้งเมล็ด	8.10	20.25	40.51
สกัดไขมันออก	8.21	7.48	45.83

ปริมาณโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกพบว่าสูงกว่าถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากการสกัดเอาไขมันออกไปนั่นเอง ซึ่งโดยทั่วไปเมล็ดถั่วเหลืองจะมีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยร้อยละ 40 แต่ถ้าสกัดเอาไขมันออกไปก่อนโปรตีนจะเพิ่มขึ้นถึง ร้อยละ 60 (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2531) แต่จากการทดลองปริมาณโปรตีนที่ได้มีปริมาณต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเสียสภาพของโปรตีนในระหว่างทำการสกัดเอาไขมันออก ซึ่งจะมีการให้ความร้อนในช่วงสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง และในขั้นตอนการระเหยเอา hexane ออก ซึ่งใช้อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (Snyder และ Kwon , 1987) ส่วนปริมาณความชื้นจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักคือร้อยละ 8.10-8.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติค ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธีการต่างๆได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการ เตรียมด้วยวิธีต่างๆ

Treatment *	Total solid(%)	TSS (°Brix)	pH	TA (%)	Protein(%)	Fat(%)
CWG	10.31	10	6.49	0.21	3.95	3.3
PH-HWG-HT	10.22	10	6.53	0.19	3.41	3.1
$NaHCO_3$ - HWG	10.18	9	6.58	0.17	3.57	3.0
HWG - steam	10.11	9	6.52	0.19	3.17	2.9

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเปลือก - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อน

จากการทดลองพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดของทั้ง 4 วิธีการจะไม่แตกต่างกันมากนักโดยจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 10.11-10.31 สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้พบว่าจะมีค่าระหว่าง 9-10 โดยที่น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี CWG และ PH - HWG - HT จะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าวิธี NaHCO3 - HWG และ HWG -steam

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมที่ได้อยู่ระหว่าง 6.49-6.58 ซึ่งพบว่าน้ำนมที่เตรียมโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG จะมีค่าความเป็นด่างสูงสุด และมีปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคต่ำสุด เนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้ในการกำจัดกลิ่นถั่วก่อนการตีปั่นจะแทรกซึมอยู่ในเนื้อถั่วในขณะที่แช่เป็นเวลา 30 นาทีซึ่งจะมีผลทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มีความเป็นกรดด่าง-สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโปรตีนมีค่าระหว่างร้อยละ 3.17-3.95 โดยน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโ ดยวิธีการ CWG จะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าวิธีการอื่นๆ และน้ำนมที่ผ่านการเตรียมโดยการปั่นด้วยน้ำร้อนอื่นๆจะมีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่าในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านขั้นตอนในการผลิตที่ใช้ความร้อนหลายขั้นตอนจะมีผลต่อการละลายของโปรตีนลดลง (Wolf , 1975)

2.2 ปริมาณโปรตีนและไขมันของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วย หางนมผง ซูโครส และเจลาติน

หลังจากปรับสภาวะน้ำนมถั่วเหลืองแต่ละวิธีด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน และไขมัน ได้ผลดังตารางที่ 7

จากการทดลองพบว่าหลังจากปรับสภาวะน้ำนมถั่วเหลืองด้วยหางนมผง ปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากหางนมผงจะมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูง โดยจะพบว่าปริมาณโปรตีนของน้ำนมแต่ละวิธีจะมีค่าระหว่างร้อยละ 6.35-6.62 ส่วนปริมาณไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักเนื่องจากในหางนมผงมีไขมันเป็นองค์ประกอบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจากการทดลองพบว่ามีไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 3.2-3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงปริมาณโปรตีน ไขมัน น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส และเจลาติน (ร้อยละ)

Treatment *	โปรตีน	ไขมัน
CWG	6.62	3.2
PH - HWG - HT	6.51	3.3
NaHCO3 - HWG	6.56	3.3
HWG - steam	6.35	3.4

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเปลือก-ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค

ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำนมถั่วเหลืองที่มีการเติมหางนมผง ซูโครส และเจลาตินแล้วจะลดลง หลังการหมัก 7 ชั่วโมง ในขณะที่ปริมาณกรดซึ่งพิจารณาในรูปของกรดแลคติค จะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8

การเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาพแล้วหลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Treatment *	Total solid (%)		TSS ($^{\circ}$ Brix)		TA (%)		pH	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
CWG	25.51	19.05	25.40	18.90	0.19	0.83	6.55	4.41
PH-HWG-HT	24.92	18.96	24.80	18.80	0.16	0.79	6.61	4.45
$NaHCO_3$-HWG	24.15	19.46	24.00	19.30	0.13	0.71	6.67	4.48
HWG-steam	23.87	17.71	23.80	17.60	0.18	0.81	6.57	4.43

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเปลือก - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะลดลงทุกวิธีการหลังการหมัก เนื่องมาจากเชื้อโยเกิร์ตจะใช้น้ำตาลเป็นสารอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตในระยะแรกของการหมัก(Mital และSteinkraus ,1975) ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่จะลดลงด้วย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างก็จะลดลงเนื่องจากมีการสร้างกรดขึ้นในขณะที่เชื้อโยเกิร์ตใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำนมถั่วเหลืองในการเจริญเติบโต ในขณะที่ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ

2.4 ผลของการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization) และการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของน้ำนมที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ

นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (non-homogenized) น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenized) และโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(yoghurt) มาวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase activity) ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยของ absorbance ที่เพิ่มขึ้นต่อวินาทีจากการ plot ค่า absorbance กับเวลาที่ผ่านไปทุกๆ 30 วินาที ให้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9

แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของนมถั่วเหลือง
ที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ (x 10^{-3}) **

Treatment *	CWG	PH-HWG-HT	$NaHCO_3$-HWG	HWG-steam
non - homogenized	1.30	0.60	0.80	0.30
homogenized	2.13	1.31	1.47	1.01
yoghurt	0.24	0.14	0.18	0.06

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = pheheatด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเปลือก - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

** Lipoxygenase activity = Δ OD / วินาที

การต้มหรือการให้ความร้อนเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการทำน้ำนมถั่วเหลืองโดยที่ถั่วเหลืองจะต้องผ่านการแช่น้ำร้อนหรือต้มก่อนที่ปั่นให้เป็น slurry เพื่อป้องกันปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ไลพอกซีจีเนสกับไขมันในเมล็ดถั่ว ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นถั่ว ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้ดีเมื่อมีความชื้นหรือน้ำผสมกับเนื้อถั่วในขณะที่ตีปั่น (Nelson และคณะ ,1976) นอกจากนั้นการให้ความร้อนยังช่วยระเหยเอากลิ่นถั่วที่อาจเกิดขึ้นแล้วออกไปด้วย

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาน้ำนมที่ยังไม่ได้ผ่านการโฮโมจีไนส์พบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปั่นด้วยน้ำร้อนจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำกว่าน้ำนมที่ปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากการปั่นด้วยน้ำร้อนจะทำให้น้ำร้อนแทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วและทำลายเอ็นไซม์ได้ง่ายและเร็วขึ้น จึงช่วยระงับปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นถั่ว (Wilken และคณะ,1967)) โดยที่น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธีการ HWG-steam จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำที่สุด เนื่องจากมีขั้นตอนในการเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการให้ความร้อนสูงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานกว่าวิธีการอื่นๆ และน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธีการ CWG จะมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด

การทำให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หลังจากการหมักมีเนื้อเนียนมาก ขึ้นและช่วยลดการแยกชั้นของน้ำหางนม (wheying-off) และเป็นขั้นตอนหลังจากปรับสภาพน้ำนมถั่วเหลืองนั้น จากการทดลองพบว่า น้ำนมที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสจะเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ และน้ำนมที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสสูงกว่าน้ำนมที่ไม่ได้ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากการโฮโมจีไนส์จะทำให้น้ำนมที่ได้มีขนาดเม็ดไขมันเล็กลงซึ่งจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของเม็ดไขมัน ทำให้เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสมีโอกาสที่จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับกรดไขมันในน้ำนมถั่วเหลืองได้มากขึ้น (Holman ,1960 ; Tappel ,1963 ; Dovel และคณะ ,1967) ซึ่งมีผลทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการโฮโมจีไนส์มีกลิ่นถั่วเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการโฮโมจีไนส์

อย่างไรก็ตามจะพบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้หลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสลดลงทุกวิธีการ เนื่องจากกรดที่เกิดขึ้นหลังการหมักมีผลในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทำให้กิจกรรมของเอ็นไซม์ลดลง (Al - Obaidy และ Siddiqi , 1981) รวมทั้งขั้นตอนการนำน้ำนมถั่วเหลืองไปให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ก่อนการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคซึ่งจะมีผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเช่นเดียวกัน

2.5 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดลองพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการ CWG จะมีกลิ่นถั่วมากกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมด้วยวิธีการ PH - HWG , $NaHCO_3$ - HWG และ HWG - steam เนื่องมาจากผลของความร้อนไปยับยั้งปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ไลพอกซีจีเนส โดยที่ HWG - steam จะมีคะแนนกลิ่นถั่วน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10

แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
CWG	7.9 [a]	5.1 [a]	7.1 [a]	4.9 [b]
PH - HWG - HT	3.2 [b]	5.4 [a]	5.8 [bc]	6.9 [a]
$NaHCO_3$ - HWG	3.4 [b]	5.8 [a]	5.6 [c]	7.2 [a]
HWG - steam	2.2 [c]	4.7 [a]	6.7 [ab]	3.5 [c]
% CV	16.22	24.39	18.14	15.92

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเปลือก -ให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อน

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ถึงแม้ว่าโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการเตรียมด้วยวิธีการ HWG - steam จะมีกลิ่นถั่วและปฏิกิริยาเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสน้อยที่สุดก็ตาม แต่ก็ได้รับการยอมรับต่ำสุดเนื่องจากรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับต่ำและโยเกิร์ตที่ได้มีความเปรี้ยวมาก

โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากการปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องพบว่าจะมีกลิ่นถั่วมากที่สุด ในขณะที่โยเกิร์ตที่เตรียมด้วยวิธีการปั่นด้วยน้ำร้อนจะมีกลิ่นถั่วน้อยกว่า และถ้ามีการแช่ถั่วด้วย $NaHCO_3$ ร่วมด้วยจะพบว่าจะได้รับการยอมรับมากที่สุด

ดังนั้น ในการศึกษากำจัดกลิ่นน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดด้วยวิธีการต่างๆ จึงสรุปได้ว่า โยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG เป็นวิธีการที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วใ นน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก

3.1 คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ

หลังจากที่ได้เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการต่างๆแล้ว นำเอาน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มาหา องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11

แสดง องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองจากการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ ด้วยถั่วเหลืองสกัดไขมันออก

Treatment *	Total solid(%)	TSS(°Brix)	pH	TA(%)	Protein(%)	Fat (%)
CWG	10.03	13.0	6.43	0.14	4.16	1.2
PH - HWG - HT	9.07	12.0	6.40	0.14	3.98	1.3
$NaHCO_3$ - HWG	8.62	12.0	7.24	0.07	3.76	1.2
HWG - steam	11.43	11.0	6.48	0.12	3.50	1.4

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheatด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเมล็ด - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

จากการทดลอง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนักมีปริมาณของแข็งอยู่ระหว่างร้อยละ 8.62-11.43 โดยที่น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธีการแช่ด้วยน้ำ 8 ชั่วโมง (CWG , preheat -HWG -HT , $NaHCO_3$ - HWG) จะมีการสูญเสียปริมาณของแข็งมากกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการแช่ 8 ชั่วโมง (HWG - steam) เนื่องจากถั่วเหลืองที่นำมาเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลืองจะผ่านการกระเทาะเปลือกและสกัดไขมันออก ทำให้มีการสูญเสียปริมาณของแข็งไปในน้ำที่แช่ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สกัดได้ในน้ำนมถั่วเหลืองที่สกัดจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก กับถั่วเหลืองทั้งเมล็ดพบว่าน้ำนมที่สกัดจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดจะมีปริมาณของแข็งสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในการแช่ถั่วเหลืองทั้งเมล็ดนั้นจะยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงมีเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ ดังนั้นการสูญเสียปริมาณของของแข็งจึงเกิดขึ้นน้อยกว่า(Hackler และคณะ, 1963) ดังนั้นในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกจึงต้องลดอัตราส่วนของน้ำที่ใช้ในการสกัดเป็น 1 : 4 ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำนมถั่วเหลืองทั้ง 4 วิธีพบว่าจะมีค่าอยู่ระหว่าง 11.0 -13.0

น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG จะมีค่าความเป็นด่างสูงสุด เนื่องจากผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้แช่ถั่วเหลืองเป็นเวลา 30 นาทีซึ่งจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วจึงทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้หลังจากการตีปั่นมีค่าความเป็นด่างสูงกว่าวิธีการอื่นๆ และมีค่าปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคต่ำสุด ดังเช่นการศึกษาการกำจัดกลิ่นถั่วจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด สำหรับปริมาณโปรตีนพบว่า น้ำนมที่เตรียมโดยการปั่นด้วยน้ำที่เตรียมโดยวิธีการ CWG จะมีปริมาณโปรตีนสูงสุด และน้ำนมที่เตรียมโดยวิธีการ HWG - steam จะมีปริมาณโปรตีนต่ำสุด เนื่องจากผลของการผ่านความร้อนหลายขั้นตอนในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง ปริมาณไขมันของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมทั้ง 4 วิธี จะมีค่าระหว่าง 1.2 -1.4

3.2 ปริมาณโปรตีนและไขมันของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับส่วนผสมก่อนหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค (ด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 เจลาตินร้อยละ 1 และน้ำมันพืชร้อยละ 2)

หลังการปรับส่วนผสมน้ำนมถั่วเหลืองแต่ละวิธีด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 เจลาตินร้อยละ 1 และน้ำมันพืชร้อยละ 2 แสดงผลดังตารางที่ 12

จากผลการทดลอง ปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อปรับสภาวะด้วยหางนมผง โดยจะมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 6.42 - 6.76 ส่วนปริมาณไขมัน พบว่าหลังจากปรับสภาวะด้วยน้ำมันพืชร้อยละ 2 แล้วปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่ามีปริมาณไขมันใกล้เคียงกันคือระหว่างร้อยละ 3.1-3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

แสดงปริมาณโปรตีน ไขมัน น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส เจลาติน และน้ำมันพืช ซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก (ร้อยละ)

Treatment *	โปรตีน	ไขมัน
CWG	6.76	3.1
PH - HWG - HT	6.67	3.1
NaHCO3 - HWG	6.59	3.2
HWG - steam	6.42	3.3

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน-ปั่นด้วยน้ำร้อน-แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$ - HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเมล็ด - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค

การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่บ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมงดังแสดงในตารางที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

แสดงการเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองหลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ต เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก

Treatment *	Total solid (%)		TSS (° Brix)		TA (%)		pH	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
CWG	23.50	22.70	22.00	16.80	0.11	0.92	6.54	4.35
PH-HWG-HT	22.49	21.90	22.00	16.80	0.10	0.62	6.60	4.59
NaHCO3 - HWG	24.55	24.00	25.00	16.00	0.08	0.57	6.80	4.62
HWG - steam	26.00	25.35	25.00	17.40	0.12	0.87	6.52	4.31

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเมล็ด - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำนมถั่วเหลืองจะลดลงหลังการหมัก ในขณะที่ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้สารอาหารที่มีอยู่ในน้ำนมถั่วเหลืองในการเจริญเติบโตของหัวเชื้อโยเกิร์ตและสร้างกรดออกมา เมื่อพิจารณาปริมาณกรดที่ได้พบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมโดยวิธี $NaHCO_3$ -HWG จะมีปริมาณกรดที่น้อยที่สุดเนื่องจากความเป็นกรด - ด่างน้ำนมถั่วเหลืองเริ่มต้นสูงกว่าวิธีการอื่นๆอีก 3 วิธี

3.4 ผลของการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันและการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคต่อกิจกรรมของเอนไซมไลพอกซีจีเนสของน้ำนมที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ

จากตารางที่ 14 พบว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธีการ PH - HWG - HT , $NaHCO_3$ - HWG และ HWG - steam จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำกว่าน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธีการ CWG เนื่องจากผลของการใช้ความร้อนในขั้นตอนการเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งความร้อนจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส ทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มีกิจกรรมของเอนไซม์ต่ำกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง โดยน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยวิธี HWG - steam จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ต่ำที่สุด

ตารางที่ 14

แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของนมถั่วเหลืองที่ได้จากวิธีการต่างๆซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก ($x10^{-3}$) **

Treatment *	CWG	PH-HWG-HT	$NaHCO_3$-HWG	HWG-steam
non - homogenized	1.68	1.00	0.72	0.32
homogenized	2.80	1.60	1.50	0.95
yoghurt	0.66	0.50	0.65	0.40

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง

PH-HWG-HT = preheat ด้วยน้ำร้อน-ปั่นด้วยน้ำร้อน-แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$-HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเมล็ด - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อน

** Lipoxygenase activity = Δ OD / วินาที

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าขั้นตอนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสได้มากขึ้น ดังนั้นน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสสูงสูงกว่าน้ำนมที่ยังไม่ได้ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

อย่างไรก็ตามน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสต่ำลงเมื่อเทียบกับน้ำนมที่ไม่ได้ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค ซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของความเป็นกรด-ด่างและผลของความร้อน เช่นเดียวกับผลที่ได้จากการศึกษากำจัดกลิ่นในถั่วเหลืองทั้งเมล็ดในหัวข้อ 4.2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ในการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่ได้จากน้ำนมที่ผ่านการเตรียมด้วยกรรมวิธีต่างๆได้ผลดังแสดงในตารางที่ 15 จากการทดลองพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกยังมีกลิ่นถั่วอยู่ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ซึ่งพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านขั้นตอนการแช่น้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมงจะมีกลิ่นถั่วมากกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมโดยไม่มีขั้นตอนการแช่น้ำนาน 8 ชั่วโมง เนื่องจากถั่วเหลืองที่นำมาเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลืองจะผ่านการกระเทาะเปลือก ผ่าซีกให้มีขนาดเล็กลงแล้วนำไปสกัดไขมันออก เมื่อนำไปแช่น้ำนาน 8 ชั่วโมงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันกับเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส อย่างรวดเร็วเมื่อมีความชื้นประมาณร้อยละ 20 (Mastakas และคณะ , 1969) ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันโดยไม่ได้ผ่านการแช่น้ำนาน 8 ชั่วโมง (HWG - steam) จะมีคะแนนกลิ่นถั่วต่ำสุด ซึ่งจะให้ผลสอดคล้องกับค่าแอคติวิตี้ของเอนไซม์ของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี HWG-steam จะมีค่าต่ำสุด

โยเกิร์ตที่เตรียมจากการปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องจะมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมต่ำสุดทั้งนี้เนื่องมาจากการมีกลิ่นถั่วมากที่สุด ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมจากด้วยวิธีการ PH - HWG - HT พบว่าจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด จากการมีกลิ่นถั่วน้อยและรสชาติเป็นที่ยอมรับ ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมโดยวิธีได้รับการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าวิธี PH -HWG - HT เนื่องจากมีความเปรี้ยวน้อยคือมีค่าปริมาณกรดเท่ากับ 0.57 โยเกิร์ตที่เตรียมโดยวิธีการ HWG - steam ถึงแม้จะมีกลิ่นถั่วที่น้อยแต่ได้รับการยอมรับต่ำ เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อสัมผัสสากและแข็งจากการที่ได้รับความร้อนสูงเป็นเวลานานในการเตรียมน้ำนม

ดังนั้น ในการศึกษากำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออกจึงสรุปได้ว่า โยเกิร์ตที่เตรียมโดยวิธีการ PH - HWG - HT เป็นวิธีการที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15

แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่ได้จากน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีการต่างๆซึ่งเตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออก **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
CWG	7.00 [a]	5.09 [a]	6.18 [a]	4.73 [a]
PH - HWG - HT	5.55 [ab]	6.18 [a]	5.46 [a]	6.55 [a]
$NaHCO_3$ - HWG	6.18 [ab]	5.82 [a]	5.36 [a]	6.27 [a]
HWG - steam	5.27 [b]	5.82 [a]	5.55 [a]	5.55 [a]
%CV	27.46	31.46	34.09	34.19

* CWG = ปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำที่อุณภูมิห้อง

PH-HWG-H T = preheatด้วยน้ำร้อน - ปั่นด้วยน้ำร้อน - แช่ในน้ำร้อน

$NaHCO_3$ - HWG = แช่ด้วย $NaHCO_3$ - ปั่นด้วยน้ำร้อน

HWG-steam = ปั่นด้วยน้ำร้อนทั้งเมล็ด - ให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อน

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4. การศึกษาเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองชนิดต่างๆ

จากการศึกษากำจัดกลิ่นถั่วจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดและถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก ซึ่งพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG ได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกนั้นพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี PH - HWG - HT เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงได้นำเอาวิธีทั้งสองมาศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองสองชนิดคือ แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน(Defatted soyflour) และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (Full fat soyflour) เพื่อเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ

หลังจากที่ได้เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองด้วยวิธีต่างๆแล้ว นำเอาน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มาหาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

Treatment *	Total solid (%)	TSS(°Brix)	pH	TA (%)	Protein(%)	Fat (%)
WB - $NaHCO_3$ - HWG	9.92	11	6.71	0.13	3.68	3.2
DF - PH - HWG - HT	10.15	12	6.57	0.19	3.76	1.3
DF soyflour	12.63	10	6.58	0.25	3.56	0.8
FF soyflour	12.94	6	6.54	0.22	3.25	3.0

* WB-$NaHCO_3$ = ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole soybean)ที่แช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

DF-PH-HWG-HT = ถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน(defatted soybean)ที่ผ่านการ preheat

DF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soyflour)

FF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full-fat soyflour)

จากการทดลองพบว่า น้ำนมที่เตรียมทั้ง 4 วิธีมีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ระหว่างร้อยละ 9.92-12.94 น้ำนมที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุดทั้งๆที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูง เนื่องจากการผ่านขั้นตอนการผลิตที่มีการใช้ความร้อนซึ่งมีผลต่อความสามารถในการละลายของของแข็งที่ละลายได้ลดลง (Escueta และคณะ ,1986) น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดด้วยวิธีการ $NaHCO_3$ - HWG จะมีค่าความเป็นด่างสูง ปริมาณโปรตีนที่เตรียมจากวิธีการทั้ง 4 วิธี จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.76 - 3.26 และปริมาณไขมันที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-3.2

4.2 ปริมาณโปรตีนและไขมันของน้ำนมถั่วเหลืองต่างๆที่ปรับส่วนผสมก่อนหมัก

ปริมาณของโปรตีนและไขมันของน้ำนมถั่วเหลืองต่างๆได้แก่ เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดด้วยวิธี $NaHCO_3$ - HWG และ น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกแล้วเตรียมน้ำนมโดยวิธี PH -HWG - HT ปรับสภาวะน้ำนมถั่วเหลืองด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 เจลาตินร้อยละ 1 และน้ำมันพืชร้อยละ 2 น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันจะปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 5 เจลาตินร้อยละ 1 และน้ำมันพืชร้อยละ 2.5 ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและไขมันได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17

แสดงปริมาณโปรตีน ไขมัน น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง ซูโครส เจลาติน และน้ำมันพืช (ร้อยละ)

Treatment *	โปรตีน	ไขมัน
WB - $NaHCO_3$ - HWG	6.35	3.3
DF - PH - HWG - HT	6.40	3.2
DF - soyflour	6.48	3.0
FF - soyflour	6.34	3.1

* WB-$NaHCO_3$ = ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole soybean)ที่แช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

DF-PH-HWG-HT = ถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน(defatted soybean)ที่ผ่านการ preheat

DF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soyflour)

FF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full-fat soyflour)

จากผลการทดลองในตารางที่ 17 ปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อปรับสภาวะด้วยหางนมผง โดยจะมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 6.34 - 6.48 สำหรับปริมาณไขมัน พบว่าหลังจากปรับสภาวะน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันร้อยละ 2 และน้ำนมที่เตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันร้อยละ 2.5 แล้วปริมาณไขมันทั้ง 4 วิธีการจะไม่แตกต่างกันมากนัก คือมีปริมาณระหว่างร้อยละ 3.0-3.3

4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองหลังการหมัก

การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่บ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง จะลดลงในขณะที่ปริมาณกรดที่คิดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้สารอาหารที่มีอยู่ในน้ำนมในการเจริญเติบโตและสร้างกรด ซึ่งปริมาณกรดทั้ง 4 วิธีการมีค่าระหว่าง 0.69 -1.12 ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18

แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาพแล้วหลังจากบ่มด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นเวลา 7 ชั่วโมง

Treatment *	Total solid (%)		TSS (o Brix)		TA (%)		pH	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
WB - $NaHCO_3$ - HWG	23.46	22.67	24.20	17.00	0.27	0.80	6.70	4.48
DB - PH - HWG - HT	24.09	23.91	24.00	17.80	0.13	0.69	6.67	4.57
DF - soyflour	26.79	25.77	23.80	16.00	0.25	1.12	6.60	4.40
FF - soyflour	24.46	24.15	21.00	17.60	0.28	0.75	6.59	4.55

* WB-$NaHCO_3$-HWG = ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด(whole bean) ที่แช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

DB-PH-HWG-HT = ถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soybean) ที่ผ่านการ preheat

DF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soyflour)

FF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full fat soyflour)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันและการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสของน้ำนมที่ผ่านการเตรียมแบบต่างๆ

จากตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาน้ำนมถั่วเหลืองที่ไม่ได้ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน พบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมด้วยการแช่ถั่วทั้งเมล็ดในสารละลาย $NaHCO_3$ และ น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองสกัดไขมันออกด้วยวิธี PH - HWG - HT มีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสสูงเมื่อเทียบกับน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม

ตารางที่ 19

แสดงกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในน้ำนมถั่วเหลือง ที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ ($\times 10^{-3}$) **

Treatment *	WB-$NaHCO_3$-HWG	DB-PH-HWG-HT	DF soyflour	FF soyflour
non - homogenized	15.97	15.87	1.21	3.09
homogenized	16.29	27.19	5.85	13.38
yoghurt	0.82	0.68	1.17	6.15

* WB-$NaHCO_3$-HWG = ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด(whole bean)ที่แช่ในสารละลาย $NaHCO_3$

DB-PH-HWG-HT = ถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน(defatted soybean)ที่ผ่านการ preheat

DF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน (defatted soyflour)

FF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full-fat-soyflour)

** Lipoxygenase activity = Δ OD / วินาที

กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสที่ทดสอบในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองทั้ง 2 ชนิดมีค่าต่ำกว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากเมล็ดถั่วเหลือง เนื่องมาจากแป้งถั่วเหลืองทั้ง 2 ชนิดมีกระบวนการผลิตที่ต้องผ่านการให้ความร้อน ซึ่งมีผลในการทำลายเอนไซม์ที่จะก่อให้เกิดกลิ่นถั่ว (Mustakas และคณะ , 1969 ; Honig และคณะ , 1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ แต่หลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสจะลดลงทุกวิธีการซึ่งเป็นผลจากกรดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคและการให้ความร้อนในขั้นตอนการฆ่าเชื้อน้ำนมถั่วเหลืองก่อนการหมักซึ่งจะมีผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

4.5 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันแล้วเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธี PH - HWG - HT แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20

แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
WB - $NaHCO_3$ - HWG	6.00 ^{a}	5.68 ^{a}	6.00 ^{ab}	7.17 ^{a}
DB - PH - HWG - HT	5.08 ^{ab}	4.33 ^{a}	4.50 ^{b}	4.08 ^{b}
DF - soyflour	4.17 ^{b}	5.00 ^{a}	7.33 ^{a}	5.67 ^{ab}
FF - soyflour	4.50 ^{b}	4.08 ^{a}	4.58 ^{b}	4.33 ^{b}
% CV	32.82	37.53	37.33	37.85

* WB-$NaHCO_3$-HWG = ถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (whole bean) ที่ผ่านการแช่ใน $NaHCO_3$

DB-PH-HWG-HT = ถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก(defatted soybean)ที่ผ่านการ preheat

DF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก (defatted soyflour)

FF-soyflour = แป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม (full fat soyflour)

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG และโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกโดยวิธี PH - HWG - HT ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุดจากหัวข้อ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับและเป็นวิธีการที่ผ่านขั้นตอนในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสอันเป็นสาเหตุของกลิ่นถั่วให้ลดลงมื่อเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมโดยการปั่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง และถึงแม้ว่าน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG และ PH -HWG -HT จะทำลายกิจกรรมของเอนไซม์ได้ไม่หมดสิ้นเชิงก็ตาม แต่ก็เป็นวิธีการที่มีการปรับปรุงขึ้นและผู้บริโภคก็ให้การยอมรับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมัน และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด (WB - $NaHCO_3$ - HWG) มีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นถั่วสูงเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ แต่ก็เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงสุด เนื่องจากมีรสชาติและความเปรี้ยวเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนั้นโยเกิร์ตที่ได้จะมีสีขาว เนื้อสัมผัสเนียนละเอียด ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันโดยวิธี DB - PH - HWG - HT จะได้รับการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุดเนื่องจากมีคะแนนรสชาติต่ำและมีความเปรี้ยวน้อย คือจะมีปริมาณกรดหลังการหมักเท่ากับ 0.69 ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองจะมีกลิ่นถั่วที่น้อยเนื่องจากมีกรรมวิธีการผลิตที่ผ่านการให้ความร้อนซึ่งจะไปทำลายเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส โยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วที่สกัดไขมันจะได้รับการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเนื่องจากมีรสชาติที่เปรี้ยวมากเกินไปคือมีปริมาณกรดเท่ากับ 1.12 นอกจากนั้นโยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อสัมผัสหยาบไม่เนียนละเอียด และโยเกิร์ตที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มมีคะแนนรสชาติที่ต่ำและมีความเปรี้ยวน้อย นอกจากนั้นยังมีเนื้อสัมผัสสากไม่เนียนละเอียด

ดังนั้นในการศึกษาเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองชนิดต่างๆจึงสรุปได้ว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่เตรียมโดยอีก 3 วิธีดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นจึงได้นำเอาวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG ไปศึกษาปริมาณของหางนมผงและน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การศึกษาปริมาณของหางนมผง ชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลือง

5.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

วิธีการ	total solid (%)	TSS	pH	TA (%)	Protein (%)	Fat (%)
$NaHCO_3$ -HWG	9.15	9	6.81	0.089	3.55	3.0

จากตารางพบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 9.15 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 9 ความเป็นกรด-ด่างจะมีค่าสูงคือ 6.81 เนื่องจากผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่แทรกซึมเข้าไปในเนื้อถั่วในขณะที่แช่เป็นเวลา 30 นาที ปริมาณโปรตีนและไขมันจะมีค่าร้อยละ 3.55 และ 3.0 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผง และกลูโคส

5.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผงและกลูโคส

องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองหลังจากปรับสภาวะด้วยหางนมผงและกลูโคสดังแสดงในตารางที่ 22 พบว่า เมื่อปริมาณหางนมผงและกลูโคสในน้ำนมถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งทั้งหมด ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นด้วย และการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำหรือปริมาณความชื้นในน้ำนมลดลงด้วย

สำหรับค่าความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณกรดที่คิดในรูปของกรดแลคติคพบว่าค่าที่ได้แต่ละวิธีไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเพิ่มปริมาณหางนมผงและกลูโคส

ส่วนปริมาณโปรตีนพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณหางนมผงในนมถั่วเหลือง ปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากในหางนมผงจะมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณหางนมผงจึงเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนในนมถั่วเหลือง สำหรับปริมาณไขมันนั้นพบว่าในแต่ละวิธีการจะไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเพิ่มปริมาณหางนมผง เนื่องจากในหางนมผงจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 0.8 เท่านั้น (Tamine และDeeth, 1980) แต่การเพิ่มปริมาณกลูโคสจะไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณโปรตีนและไขมันในน้ำนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับด้วยหางนมผง และกลูโคส

Treatment *	MC (%)	Toltal solid (%)	TSS	pH	TA (%)	Protein (%)	Fat (%)
SM 0 - G 0	90.27	9.73	10.00	6.77	0.093	3.53	3.1
SM 0 - G 3	88.45	11.55	12.20	6.77	0.093	3.50	3.0
SM 0 - G 5	86.60	13.40	13.10	6.76	0.094	3.48	3.2
SM 0 - G 7	85.24	14.76	14.60	6.77	0.093	3.51	3.1
SM 5 - G 0	86.30	13.70	13.60	6.78	0.092	5.10	3.0
SM 5 - G 3	83.80	16.20	15.80	6.78	0.092	4.98	3.1
SM 5 - G 5	82.14	17.86	17.40	6.77	0.093	5.18	3.1
SM 5 - G 7	80.40	19.60	19.20	6.87	0.093	4.90	3.0
SM 10 - G 0	81.05	18.95	19.00	6.88	0.091	6.50	3.1
SM 10 - G 3	78.60	21.40	21.20	6.88	0.091	6.57	3.0
SM 10 - G 5	76.70	23.30	22.80	6.79	0.092	6.52	3.0
SM 10 - G 7	75.30	24.70	24.20	6.77	0.093	6.48	3.1
SM 15 - G 0	76.10	23.90	23.60	6.78	0.091	8.37	3.0
SM 15 - G 3	76.30	26.40	26.20	6.79	0.091	8.42	2.9
SM 15 - G 5	71.75	28.25	27.40	6.80	0.090	8.39	3.0
SM 15 - G 7	70.60	29.40	28.20	6.80	0.090	8.40	2.9

* SM = Skim milk G = Glucose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษร คือ ร้อยละของหางนมผงหรือของกลูโคสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้และความเป็นกรด-ด่างจะลดลง และปริมาณกรดที่คิดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นหลังการหมัก 7 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 23

ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณหางนมผงเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนที่มีอยู่ในหางนมผง ซึ่งเชื้อโยเกิร์ตสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและผลิตกรดขึ้นในนมถั่วเหลือง (Karlesk และ คณะ ,1991)

เมื่อเติมกลูโคสในนมถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 0 ,3 ,5 และ 7 หลังจากที่ได้ ปรับปริมาณของหางนมผงเป็นร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 และเจลาตินร้อยละ 1 พบว่า โยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมหางนมผงและกลูโคสจะมีปริมาณกรดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเนื่องจาก *S.thermophilus* สามารถใช้ซูโครสซึ่งเป็นน้ำตาลหลักในน้ำนมถั่วเหลืองเป็นแหล่งคาร์บอนได้ ส่วน *L. bulgaricus* ไม่สามารถใช้ซูโครสในการเจิญเติบโตได้ (Mital และคณะ , 1974) ดังนั้นปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจึงมีปริมาณน้อย และที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 0 และ 5 และปริมาณกลูโคสที่ร้อยละ 3 , 5 และ 7 ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น แต่ที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 10 พบว่าปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 0 , 3 และ 5 ส่วนที่ระดับน้ำตาลร้อยละ 7 พบว่าปริมาณกรดจะลดลงเล็กน้อย และที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 15 พบว่าปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณกลูโคสเพิ่มขึ้น ซึ่งการลดลงของปริมาณกรดเกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อโยเกิร์ตถูกยับยั้งการเจริญเติบโตและสร้างกรด เพราะปริมาณน้ำที่เชื้อโยเกิร์ตสามารถนำไปใช้ได้ (water activity) ลดลง จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนมถั่วเหลือง (Larsen และ Anon , 1989) เนื่องจากการเพิ่มหางนมผง และกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23

แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนม ผงและกลูโคสหลังการหมัก

Treatment *	Toltal solid (%)		TSS (^{o} Brix)		pH		TA (%)	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
SM 0 - G 0	9.42	9.19	10.22	8.80	6.75	6.24	0.095	0.200
SM 0 - G 3	11.60	11.15	12.20	10.80	6.74	5.85	0.095	0.320
SM 0 - G 5	13.34	12.36	13.00	11.20	6.75	5.52	0.094	0.380
SM 0 - G 7	14.80	13.40	14.60	12.20	6.75	5.45	0.095	0.410
SM 5 - G 0	13.66	10.56	13.40	9.00	6.75	4.72	0.095	0.610
SM 5 - G 3	16.18	12.58	15.80	10.60	6.76	4.52	0.094	0.760
SM 5 - G 5	17.80	14.00	17.20	10.60	6.75	4.42	0.095	0.810
SM 5 - G 7	19.55	15.95	19.00	13.80	6.76	4.40	0.094	0.820
SM 10 - G 0	18.90	15.50	18.80	13.80	6.77	4.61	0.093	0.710
SM 10 - G 3	21.45	17.49	21.00	14.40	6.76	4.40	0.093	0.810
SM 10 - G 5	23.26	18.96	23.00	16.00	6.76	4.20	0.094	0.860
SM 10 - G -7	24.75	20.65	24.00	17.20	6.76	4.28	0.094	0.840
SM 15 - G 0	23.86	20.41	23.40	18.20	6.77	4.50	0.093	0.770
SM 15 - G 3	26.38	23.28	26.00	21.20	6.77	4.71	0.093	0.610
SM 15 - G 5	28.20	25.20	27.20	22.60	6.78	4.82	0.091	0.580
SM 15 - G 7	29.47	26.77	28.00	23.60	6.78	4.95	0.092	0.560

* SM = Skim milk G = Glucose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือของกลูโคสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เติมหางนมผงในปริมาณร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมหางนมผงร้อยละ 10 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เนื้อเนียนละเอียดและไม่เกิดการแยกตัวของน้ำหางนม ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมหางนมผงจะมีเนื้อสัมผัสที่เหลวและมีการจับตัวของเคริ์ตเพียงเล็กน้อย และที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 5 พบว่าเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตจะมีลักษณะเนียนละเอียด แต่ค่อนข้างนิ่ม และมีการแยกตัวของน้ำหางนม ส่วนที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 15 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อหยาบ เหนียว และมีความแน่นเนื้อมาก ดังนั้นจึงได้เลือกเอาโยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 ไปหาปริมาณของกลูโคสที่เหมาะสมโดยประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสต่อไป

5.2.5 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ได้ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ปรับปริมาณหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และกลูโคสในปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 24

จากตารางพบว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว ความเปรี้ยวและเนื้อสัมผัส ในด้านรสชาติพบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากหางนมผงร้อยละ 10 และกลูโคสร้อยละ 5 จะมีคะแนนเฉลี่ยของรสชาติสูงกว่าปริมาณกลูโคสอื่นๆเนื่องจากมีความเปรี้ยวเป็นที่ยอมรับ ในด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า โยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 และกลูโคสร้อยละ 5 ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงสุด เนื่องจากมีรสชาติที่ดีและมีเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ และโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมกลูโคสจะได้รับการยอมรับโดยรวมต่ำสุด เนื่องจากมีรสชาติที่ได้รับการยอมรับต่ำ

ดังนั้นจากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผงและกลูโคสในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองจึงสรุปได้ว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากหางนมผงร้อยละ 10 และกลูโคสร้อยละ 5 เป็นปริมาณที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24

แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลือง ที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และ กลูโคสร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
SM 10 - G 0	5.50 ^{a}	4.40 ^{b}	7.10 ^{a}	5.00 ^{a}	4.50 ^{c}
SM 10 - G 3	5.30 ^{a}	4.50 ^{b}	7.80 ^{a}	5.80 ^{a}	5.40 ^{b}
SM 10 - G 5	5.00 ^{a}	5.30 ^{a}	7.50 ^{a}	5.80 ^{a}	6.30 ^{a}
SM 10 - G 7	5.10 ^{a}	5.10 ^{ab}	7.30 ^{a}	5.10 ^{a}	5.70 ^{ab}
% CV	16.73	15.41	16.05	18.46	16.42

* SM = Skim milk G = Glucose
ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือร้อยละของหางนมผงหรือกลูโคสที่เติมลงไป

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

5.2.6 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

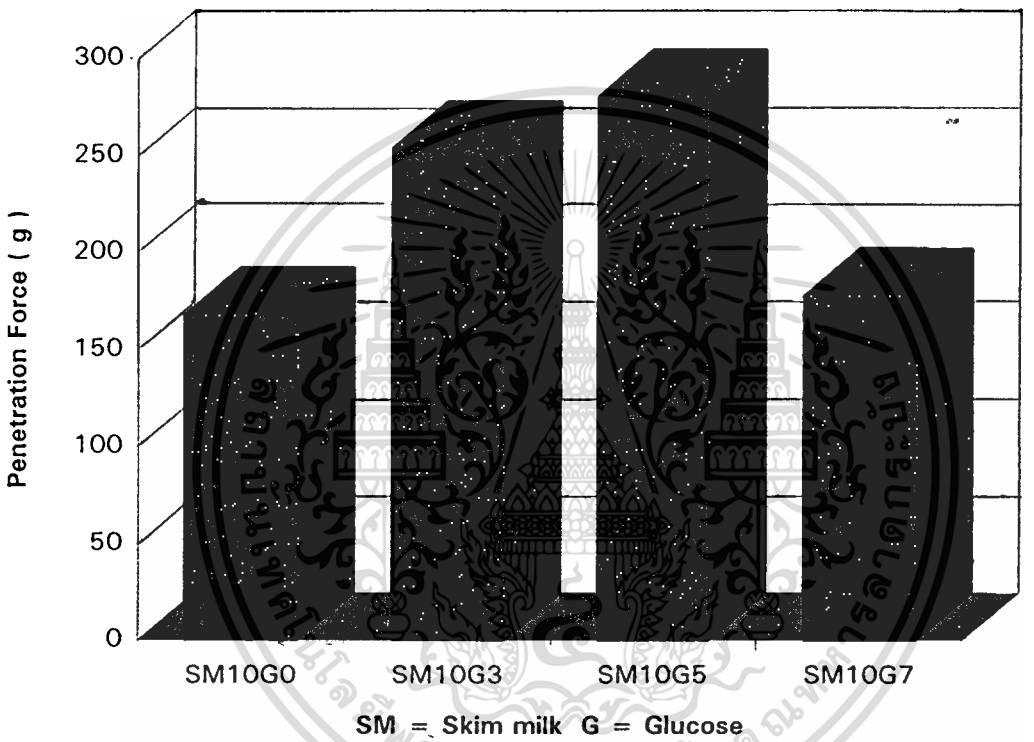
ได้ทำการศึกษาแรงกดทะลัก (penetration force) ของโยเกิร์ตที่เตรียมโดยปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และกลูโคสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 9

จากภาพที่ 9 โยเกิร์ตที่เติมกลูโคสจะมีค่าแรงกดทะลักสูงกว่าโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมกลูโครส โดยที่โยเกิร์ตที่เตรียมจากการเติมกลูโคสร้อยละ 5 จะมีค่าแรงกดทะลักสูงสุด และโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมกลูโคสจะมีแรงกดทะลักน้อยที่สุด เป็นผลมาจากปริมาณกรดที่เกิดขึ้นทำให้โปรตีนในน้ำนมซึ่งแขวนลอยในน้ำเสียสภาพธรรมชาติ และเกิดการรวมตัวและจับตัวกันเป็นกลุ่ม แล้วจะมารวมตัวเป็นเส้นใย network ในรูปของ coagulum หรือ เจล (gel) ซึ่งปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้โปรตีนนมตกตะกอนจับตัวกันแน่นขึ้น ซึ่งความแน่นเนื้อของโยเกิร์ตจะเพิ่มขึ้นถ้าปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (Kanda และคณะ , 1976) ดังนั้นจึงพบว่าโยเกิร์ตที่เติมกลูโคส ร้อยละ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีปริมาณกรดสูงสุดจึงมีความแน่นเนื้อสูงสุด และโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมกลูโคสซึ่งมีปริมาณกรดต่ำสุดจะมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด

ภาพที่ 9



การเปรียบเทียบ penetration force ของโยเกิร์ตที่ปรับด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และกลูโคสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7

5.3 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผง และแลคโตส

5.3.1 องค์ประกอบของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะ

องค์ประกอบของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผงร้อยละ 0 , 5 ,10 และ 15 แลคโตสร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 และเจลาตินร้อยละ 1 ดังแสดงในตารางที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วย

หางนมผง และแลคโตส

Treatment *	MC (%)	Toltal solid (%)	TSS (^{o}Brix)	pH	TA (%)
SM 0 - L 0	90.40	9.60	10.00	6.77	0.093
SM 0 - L 3	88.45	11.55	11.80	6.76	0.094
SM 0 - L 5	86.60	13.40	13.20	6.77	0.093
SM 0 - L 7	85.04	14.96	15.00	6.78	0.092
SM 5 - L 0	86.34	13.66	13.40	6.78	0.092
SM 5 - L 3	83.84	16.16	15.80	6.78	0.091
SM 5 - L 5	82.12	17.88	17.50	6.78	0.092
SM 5 - L 7	80.37	19.63	19.20	6.77	0.093
SM 10 - L 0	81.05	18.95	18.80	6.78	0.092
SM 10 - L 3	78.45	21.55	21.20	6.79	0.091
SM 10 - L 5	76.74	23.26	23.20	6.79	0.091
SM 10 - L 7	75.19	24.81	24.40	6.78	0.092
SM 15 - L 0	76.00	24.00	23.80	6.80	0.090
SM 15 - L 3	73.55	26.45	26.00	6.79	0.091
SM 15 - L 5	71.85	28.15	27.20	6.78	0.091
SM 15 - L 7	70.28	29.72	28.60	6.80	0.090

* SM = Skim milk L = Lactose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือร้อยละของแลคโตสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณหางนมผงและน้ำตาล ปริมาณความชื้นในน้ำนมจะลดลง โดยที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้น สำหรับค่าความเป็นกรด และปริมาณกรดที่คิดในรูปของกรดแลคติคพบว่าค่าที่ได้แต่ละวิธีไม่แตกต่างกันมากนัก คือ มีค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 6.76 - 6.80 ส่วนปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.090 - 0.094

สำหรับปริมาณโปรตีนและไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำนมนั้น เนื่องจากได้มีการปรับสภาวะของน้ำนมด้วยร้อยละของหางนมผงเหมือนกับวิธีการของกลูโคส ดังนั้นปริมาณโปรตีนและไขมันของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของหางนมผงและแลคโตสจึงไม่แตกต่างกัน

5.3.2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองหลังการหมัก

การเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองเหลังการหมัก 7 ชั่วโมง เมื่อปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงในปริมาณร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 แลคโตสปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 และเจลาตินร้อยละ 1 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 26

ปริมาณของแข็ง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง จะลดลง โดยที่ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นทุกวิธีการ หลังจากการหมักเป็นเวลา 7 ชั่วโมง

ปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณหางนมผงเพิ่มขึ้นเนื่องจากหางนมผงที่เติมเข้าไปจะเพิ่มสารอาหารในการเจริญและผลิตกรดของเชื้อโยเกิร์ต ที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 0 และ 5 นั้นพบว่า เมื่อเติมแลคโตสจากร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ปริมาณกรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติมแลคโตสจะเป็นการเพิ่มแหล่งคาร์บอนที่หัวเชื้อโยเกิร์ตใช้ในการเจริญเติบโตและผลิตกรดได้เพิ่มขึ้น ส่วนที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 10 ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมแลคโตสจากร้อยละ 0 , 3 และ 5 แต่ที่ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 7 ปริมาณกรดจะลดลงเล็กน้อย และที่ปริมาณหางนมผงร้อยละ 15 พบว่าปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณแลคโตสเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลของความเข้มข้นที่สูงขึ้นและผลจากการลดลงของ water activity จากการเพิ่มปริมาณหางนมผงและน้ำตาลซึ่งจะไปยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตเช่นเดียวกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการหมักของกลูโคสที่ปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26

แสดงการเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนมผง
และแลคโตสหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค

Treatment *	Toltal solid (%)		TSS ($^{\circ}$ Brix)		pH		TA (%)	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
SM 0 - L 0	9.58	9.37	10.00	8.80	6.75	6.25	0.094	0.200
SM 0 - L 3	11.50	11.09	12.00	10.60	6.75	5.87	0.094	0.320
SM 0 - L 5	13.30	12.30	13.00	11.00	6.74	5.56	0.094	0.390
SM 0 - L 7	14.90	13.45	14.80	12.40	6.75	5.50	0.094	0.420
SM 5 - L 0	13.62	10.62	13.40	8.80	6.76	4.74	0.093	0.600
SM 5 - L 3	16.10	12.70	15.80	10.80	6.76	4.57	0.094	0.740
SM 5 - L 5	17.82	14.08	17.40	11.00	6.75	4.48	0.095	0.800
SM 5 - L 7	19.61	15.81	19.20	12.60	6.76	4.45	0.094	0.810
SM 10 - L 0	18.96	15.56	18.60	13.60	6.76	4.63	0.094	0.710
SM 10 - L 3	21.48	17.58	21.00	14.40	6.77	4.38	0.093	0.820
SM 10 - L 5	23.15	19.15	23.00	16.20	6.77	4.20	0.092	0.840
SM 10 - L 7	24.80	20.80	24.20	17.40	6.77	4.26	0.093	0.830
SM 15 - L 0	23.92	20.49	23.60	18.40	6.76	4.49	0.094	0.774
SM 15 - L 3	26.42	23.36	26.00	21.40	6.77	4.75	0.093	0.600
SM 15 - L 5	28.00	25.20	27.00	22.60	6.77	4.92	0.093	0.560
SM 15 - L 7	29.60	26.96	28.40	24.20	6.78	5.02	0.092	0.550

* SM = Skim milk L = Lactose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือของแลคโตสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เตรียมโดยปรับปริมาณหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และแลคโตสในปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27

แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และแลคโตส ปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
SM 10 - L 0	5.60 ^{a}	4.10 ^{b}	7.00 ^{b}	5.30 ^{a}	4.60 ^{b}
SM 10 - L 3	5.30 ^{a}	4.30 ^{b}	7.60 ^{ab}	6.00 ^{a}	5.20 ^{ab}
SM 10 - L 5	5.20 ^{a}	4.50 ^{ab}	7.90 ^{a}	5.90 ^{a}	5.30 ^{ab}
SM 10 - L 7	5.30 ^{a}	5.20 ^{a}	7.30 ^{ab}	5.70 ^{a}	5.60 ^{a}
% CV	18.22	20.54	10.53	14.59	17.79

* SM = Skim milk L = Lactose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือแลคโตสที่เติมลงไป

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติด้านกลิ่นถั่วและเนื้อสัมผัส ส่วนในด้านรสชาติพบว่า โยเกิร์ตที่เติมแลคโตสร้อยละ 7 จะมีคะแนนเฉลี่ยในด้านรสชาติสูงสุด จากการที่มีคะแนนกลิ่นถั่วและความเปรี้ยวที่น้อย ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่เติมแลคโตสจะมีคะแนนรสชาติที่ต่ำสุด เนื่องจากมีคะแนนกลิ่นถั่วที่สูงและมีความแน่นเนื้อของโยเกิร์ตเป็นที่ยอมรับต่ำกว่าที่ปริมาณแลคโตสร้อยละ 3 , 5 และ 7 ในด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมโดยมีปริมาณแลคโตสร้อยละ 7 จะมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด เนื่องจากมีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภครวมทั้งมีกลิ่นถั่วที่น้อย และโยเกิร์ตที่ไม่

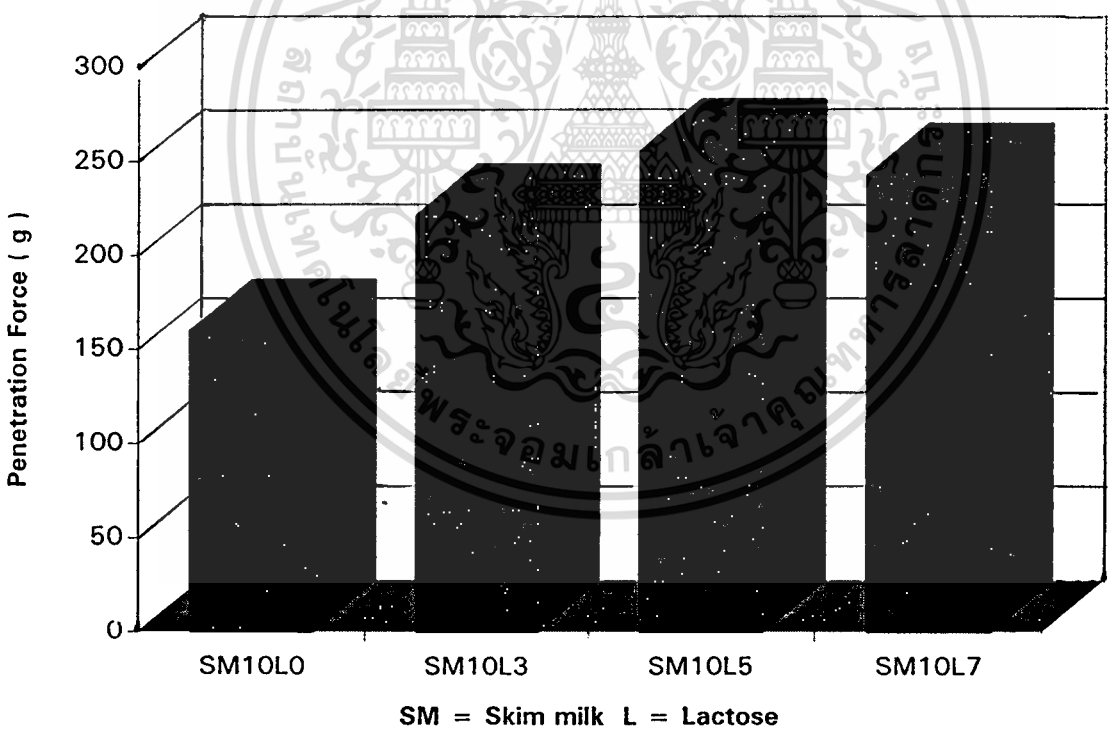
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมแลคโตสมีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำสุดเนื่องจากมีกลิ่นถั่วสูงสุดและมีรสชาติที่แย่กว่าที่เติมแลคโตส

5.3.4 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

ได้ทำการวัดคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เตรียมโดยปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และแลคโตสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 โดยวัดเป็นค่าแรงกดทะลักมีหน่วยเป็นกรัมดังแสดงในภาพที่ 10

ภาพที่ 10



การเปรียบเทียบ penetration force ของโยเกิร์ตที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และแลคโตสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตทางด้านเนื้อสัมผัสโดยคิดเป็นค่าแรงกดทะลักพบว่า โยเกิร์ตที่เติมแลคโตสจะมีค่าแรงกดทะลักสูงกว่าโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมแลคโตส โดยที่โยเกิร์ตที่เติมแลคโตสร้อยละ 5 จะมีค่าแรงกดทะลักสูงสุด และโยเกิร์ตที่ไม่เติมแลคโตสจะมีค่าแรงกดทะลักต่ำสุด เป็นผลเนื่องจากปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจะทำให้โปรตีนที่มีอยู่ในน้ำนมเกิดการตกตะกอนและจับตัวกันเป็น network และเกิดเจลขึ้นทำให้ความแน่นเนื้อของโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเติมกลูโคส

5.4 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผง และซูโครส

5.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง และซูโครส

องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผงปริมาณร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 ซูโครสปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 และเจลาตินร้อยละ 1 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 28

จากตารางที่ 28 ปริมาณความชื้นในนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะแล้วจะลดลง เมื่อปริมาณหางนมผงและน้ำตาลเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณหางนมผงและน้ำตาล ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดคิดในรูปกรดแลคติค จะไม่มีความแตกต่างกันมากนักในแต่ละวิธีการ คือจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.77-6.80 ส่วนปริมาณกรดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.090-0.093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับสภาวะด้วยหางนมผง และซูโครส

Treatment *	MC (%)	Toltal solid (%)	TSS (°Brix)	pH	TA (%)
SM 0 - S 0	90.37	9.63	9.80	6.77	0.093
SM 0 - S 3	88.40	11.60	12.20	6.78	0.092
SM 0 - S 5	86.60	13.40	13.40	6.77	0.093
SM 0 - S 7	85.10	14.90	15.00	6.77	0.093
SM 5 - S 0	86.40	13.60	13.20	6.78	0.092
SM 5 - S 3	83.85	16.15	15.40	6.78	0.092
SM 5 - S 5	82.10	17.90	17.20	6.79	0.091
SM 5 - S 7	80.45	19.55	19.20	6.80	0.090
SM 10 -S 0	81.10	18.90	18.60	6.79	0.090
SM 10 - S 3	78.68	21.32	21.20	6.80	0.090
SM 10 - S 5	76.82	23.16	23.00	6.78	0.092
SM 10 - S 7	75.24	24.76	24.20	6.79	0.090
SM 15 - S 0	76.15	23.85	23.60	6.78	0.092
SM 15 - S 3	73.60	26.40	25.80	6.80	0.090
SM 15 - S 5	72.00	28.00	27.00	6.79	0.091
SM 15 - S 7	70.55	29.45	28.20	6.80	0.090

* SM = Skim milk S = Sucrose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือของซูโครสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 การเปลี่ยนแปลงของนมถั่วเหลืองหลังการหมัก

ซูโครสเป็นน้ำตาลหลักที่มีอยู่ในนมถั่วเหลือง ดังนั้นถ้าเชื้อจุลินทรีย์สามารถนำน้ำตาล ซูโครสเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตได้ ก็จะสามารถผลิตกรดขึ้นในน้ำนมถั่วเหลือง (Mital และ Steinkraus , 1974) จากผลการทดลองจะพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และความเป็นกรด - ด่างจะลดลง ส่วนปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นหลังการหมัก 7 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 29

ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณหางนมผงเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของสารอาหารที่มีอยู่ในหางนมผงซึ่งเชื้อจุลินทรีย์นำไปใช้ในการเจริญเติบโตและผลิตกรดขึ้นในนมถั่วเหลือง ดังนั้นจึงพบว่าปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมหางนมผงจากร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 เมื่อเปรียบเทียบ กับโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมหางนมผงซึ่งจะมีปริมาณกรดเกิดขึ้นน้อยที่สุด

เมื่อศึกษาปริมาณซูโครสที่เพิ่มขึ้นพบว่า ที่ปริมาณของหางนมผง 0 และ 5 ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณซูโครสจากร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ที่ปริมาณหางนมผงเป็น ร้อยละ 10 ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นที่ระดับซูโครสจากร้อยละ 0 , 3 และ 5 ส่วนที่ร้อยละ 7 ปริมาณกรดจะลดลง และที่ปริมาณหางนมผงเป็นร้อยละ 15 พบว่า ปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับกลูโคสและแลคโตส

จากผลการทดลองจะพบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากกลูโคสและแลคโตสจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นมากกว่าซูโครส ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อโยเกิร์ตสามารถใช้กลูโคสและแลคโตสเป็นแหล่งคาร์บอนได้ดีกว่าซูโครส (Mital และคณะ ,1977) และซูโครสที่เติมลงไปในน้ำนมถั่วเหลือง ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อโยเกิร์ตมากนัก แต่จะไปมีผลทำให้เกิดความสมดุลย์ระหว่างกรดที่เกิดขึ้นและความหวานของโยเกิร์ต (Wang และคณะ , 1974)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29

แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยการปรับหางนมผงและซูโครสหลังการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติค

Treatment *	Total solid (%)		TSS (^{o} Brix)		pH		TA (%)	
	Before	After	Before	After	Milk	After	Before	After
SM 0 - S 0	9.60	9.38	9.80	8.80	6.75	6.23	0.095	0.210
SM 0 - S 3	11.55	11.16	12.00	9.40	6.75	6.05	0.095	0.300
SM 0 - S 5	13.36	12.44	13.20	11.60	6.76	5.89	0.094	0.350
SM 0 - S 7	14.86	13.76	14.80	12.80	6.76	5.78	0.094	0.390
SM 5 - S 0	13.58	10.58	13.20	8.80	6.76	4.75	0.095	0.610
SM 5 - S 3	16.20	13.00	15.40	10.60	6.75	4.68	0.095	0.660
SM 5 - S 5	17.86	14.51	17.40	12.40	6.77	4.60	0.094	0.690
SM 5 - S 7	19.50	16.14	19.00	14.00	6.76	4.63	0.094	0.690
SM 10 -S 0	18.85	15.45	18.80	13.60	6.76	4.60	0.094	0.710
SM 10 - S 3	21.36	17.94	21.00	15.40	6.77	4.51	0.093	0.760
SM 10 - S 5	23.20	19.60	23.00	17.20	6.78	4.46	0.092	0.780
SM 10 - S 7	24.70	21.20	24.00	18.20	6.76	4.52	0.093	0.760
SM 15 - S 0	23.81	20.71	23.60	19.00	6.76	4.73	0.093	0.630
SM 15 - S 3	26.36	23.66	25.80	22.00	6.76	5.06	0.093	0.550
SM 15 - S 5	28.10	25.49	27.00	23.40	6.77	5.13	0.093	0.540
SM 15 - S 7	29.55	27.09	28.20	24.80	6.78	5.26	0.092	0.510

* SM = Skim milk S = Sucrose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือของซูโครสที่เติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่เตรียมโดยปรับส่วนผสมของหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และซูโครสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 ได้ผลดังแสดงในต่างที่ 30

ตารางที่ 30

แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และ ซูโครสร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
SM 10 - S 0	5.40 ^{a}	4.60 ^{c}	6.60 ^{a}	4.80 ^{a}	5.00 ^{c}
SM 10 - S 3	5.10 ^{a}	5.40 ^{b}	7.60 ^{a}	5.40 ^{a}	6.30 ^{b}
SM 10 - S 5	5.20 ^{a}	6.90 ^{a}	7.40 ^{a}	5.60 ^{a}	6.80 ^{ab}
SM 10 - S 7	5.20 ^{a}	7.40 ^{a}	7.00 ^{a}	5.20 ^{a}	7.30 ^{a}
% CV	18.74	13.47	16.35	17.39	13.33

* SM = Skim milk S = Sucrose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือซูโครสที่เติมลงไป

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

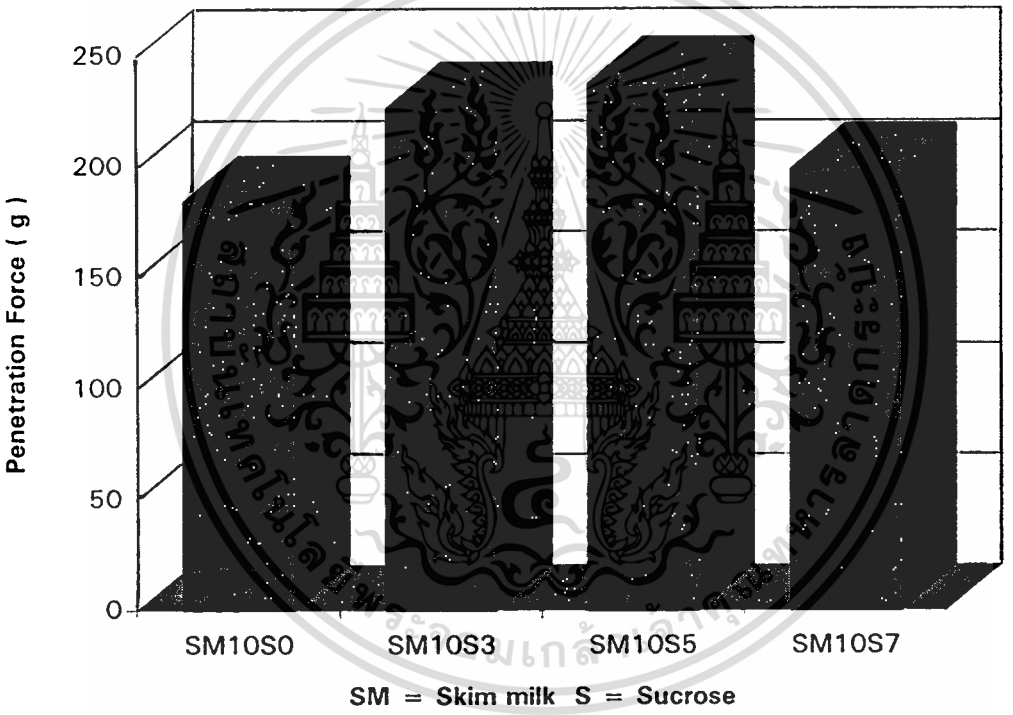
คุณภาพทางด้านกลิ่นถั่ว ความเปรี้ยวและเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตพบว่าไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ และโยเกิร์ตที่เติมซูโครสร้อยละ 7 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดจากการที่มีคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติสูงสุด เนื่องจากซูโครสเป็นน้ำตาลที่มีรสหวาน ซึ่งความหวานของซูโครสจะไปทำให้เกิดความสมดุลย์ของความเปรี้ยวที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นโยเกิร์ตที่ได้หลังจากการหมักยังมีรสชาติที่หวานไม่เปรี้ยวจนเกินไป จึงทำให้โยเกิร์ตที่เติมซูโครสร้อยละ 7 ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงสุด รองลงมาคือโยเกิร์ตที่เติมซูโครสร้อยละ 5 ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่เติมซูโครสจะมีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำสุดจากการที่มีคะแนนทางด้านรสชาติต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.4 การศึกษาทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

การศึกษาทางด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่เตรียมโดยการปรับส่วนผสมหางนมผง ร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และซูโครสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 โดยคิดเป็นค่าแรงกดทะลักมีหน่วยเป็นกรัม ดังแสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11



การเปรียบเทียบ penetration force ของโยเกิร์ตที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผง ร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 และซูโครสในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 11 พบว่าโยเกิร์ตที่เติมซูโครสจะมีค่าแรงกดทะลักสูงกว่าโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมซูโครส โดยที่โยเกิร์ตที่เติมซูโครสร้อยละ 5 จะมีค่าแรงกดทะลักสูงสุด และโยเกิร์ตที่ไม่เติมซูโครสจะมีค่าแรงกดทะลักต่ำสุด เนื่องจากปริมาณของกรดที่เกิดขึ้นไปมีผลต่อการเกิดเจลและการตกตะกอนของโปรตีนในน้ำนมเช่นเดียวกับกลูโคสและแลคโตส แต่เมื่อพิจารณาค่าแรงกดทะลักที่ได้ของซูโครสพบว่าจะมีค่าต่ำกว่าค่าแรงกดทะลักของกลูโคสและแลคโตส เนื่องจากปริมาณกรดที่เกิดขึ้นของซูโครสน้อยกว่ากลูโคสและแลคโตส ทำให้ค่าแรงกดทะลักของโยเกิร์ตเกิดขึ้นน้อยกว่า

5.5 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบโยเกิร์ตที่ได้จากน้ำตาลชนิดต่างๆ

จากการศึกษาในหัวข้อที่ 5.2 , 5.3 และ 5.4 พบว่า ปริมาณหางนมผงที่เหมาะสมที่สุดคือปริมาณร้อยละ 10 และปริมาณของกลูโคสที่เหมาะสมคือร้อยละ 5 แลคโตสที่เหมาะสมคือร้อยละ 7 และซูโครสที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 7 ดังนั้นจึงได้นำเอาโยเกิร์ตจากการเติมน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดมาศึกษาโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุดในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งจากการทดสอบได้ผลดังแสดงในตารางที่ 31

คุณภาพทางด้านกลิ่นถั่วไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ ทางด้านรสชาติพบว่าโยเกิร์ตที่เติมกลูโคสร้อยละ 5 และโยเกิร์ตที่เติมแลคโตสร้อยละ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จะพบว่าโยเกิร์ตที่เติมกลูโคสร้อยละ 5 จะมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าโยเกิร์ตที่เติมแลคโตสร้อยละ 7 เนื่องจากโยเกิร์ตที่เติมกลูโคสร้อยละ 5 มีคะแนนกลิ่นถั่วและความเปรี้ยวที่น้อยกว่า และโยเกิร์ตที่เติมซูโครสจะมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติสูงสุด เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้จะมีรสชาติหวานและไม่เปรี้ยวเกินไป ซึ่งจากตารางจะพบว่าโยเกิร์ตที่เติมกลูโคสและแลคโตสจะมีความเปรี้ยวมากกว่าซูโครส ด้านการยอมรับโดยรวมโยเกิร์ตที่เตรียมจากซูโครสจะมีคะแนนสูงสุดจากการที่มีรสชาติที่ดีและมีความเปรี้ยวไม่มากเกินไป

ดังนั้นจากการศึกษาปริมาณหางนมผงและน้ำตาลชนิดต่างๆคือ กลูโคส แลคโตส และซูโครสที่เหมาะสม จึงสามารถสรุปได้ว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยใช้วิธีการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาปั่นด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส แล้วปรับด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 และเจลาตินร้อยละ 1 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียด ไม่มีการแยกตัวของน้ำหางนมและมีรสชาติที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 31

แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองที่ปรับส่วนผสมด้วยหางนมผงร้อยละ 10 เจลาตินร้อยละ 1 กลูโคสร้อยละ 5 แลคโตสร้อยละ 7 และ ซูโครสร้อยละ 7 **

วิธีการ *	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม
SM 10 - G 5	5.20 ^{a}	5.90 ^{b}	7.80 ^{a}	6.60 ^{b}
SM 10 - L 7	5.50 ^{a}	5.60 ^{b}	7.60 ^{ab}	6.40 ^{b}
SM 10 - S 7	5.60 ^{a}	7.20 ^{a}	7.00 ^{b}	7.60 ^{a}
% CV	16.04	13.42	10.31	10.95

* SM = Skim milk G = Glucose L = Lactose S = Sucrose

ตัวเลขที่ตามหลังตัวอักษรคือ ร้อยละของหางนมผงหรือกลูโคส แลคโตส และซูโครสที่เติมลงไป

** ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การกำจัดกลิ่นน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธีการต่างๆ 4 วิธีคือ วิธีที่ 1 ตีปั่นถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมงด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง (CWG) วิธีที่ 2 preheat ถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมงด้วยน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียส 2 นาที จากนั้นตีปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส 3 นาที และนำส่วนผสมที่ได้ไปแช่น้ำร้อนที่ 90-95 องศาเซลเซียสอีก 15 นาที (PH - HWG - HT) วิธีที่ 3 แช่ถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมงในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ที่ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที แล้วตีปั่นด้วยน้ำร้อน 80-85 องศาเซลเซียส 3 นาที ($NaHCO_3$ - HWG) และวิธีการสุดท้ายคือตีปั่นถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำ 5 นาทีด้วยน้ำร้อน 90-95 องศาเซลเซียส 5 นาที แล้วนำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำร้อน 30 นาที (HWG - steam) พบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 แล้วตีปั่นด้วยน้ำร้อน เป็นวิธีที่ดีที่สุดเนื่องจากมีกลิ่นถั่วที่น้อยและรสชาติเป็นที่ยอมรับ

2. การกำจัดกลิ่นน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออก ด้วยวิธีการต่างๆ 4 วิธี เช่นเดียวกับที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดพบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธี preheat ด้วยน้ำร้อนแล้วตีปั่นในน้ำร้อน และนำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อน มีกลิ่นถั่วที่น้อยและมีรสชาติดีที่สุด

3. โยเกิร์ตที่เตรียมจากวัตถุดิบ 4 ชนิดคือ น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดโดยวิธี $NaHCO_3$ - HWG น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกโดยวิธี PH - HWG - HT น้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มและแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน ซึ่งผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียแลคติคเป็นเวลา 7 ชั่วโมงพบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ได้รับการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การศึกษาปริมาณหางนมผงและน้ำตาลที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตถั่วเหลือง

4.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผงคือร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 และกลูโคสปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากหางนมผงปริมาณร้อยละ 10 และกลูโคสร้อยละ 5 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เนียนละเอียด และไม่มีการแยกตัวของน้ำหางนมและมีรสชาติที่ดี เมื่อวัดแรงกดทะลักพบว่าโยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 และกลูโคสร้อยละ 5 จะมีค่าแรงที่วัดได้มากที่สุดคือ 280.18 กรัม ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่เกิดขึ้นมากที่สุด

4.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหางนมผง คือ ร้อยละ 0 , 5 , 10 และ 15 และแลคโตสที่ปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 พบว่า โยเกิร์ตที่เตรียมจากหางนมผงร้อยละ 10 และแลคโตส 7 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียด ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำหางนม มีรสชาติที่ดี เมื่อวัดค่าแรงกดทะลักพบว่า โยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 และแลคโตสร้อยละ 5 จะมีค่ามากที่สุดคือ 255.51 กรัม ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณกรดที่เกิดขึ้นมากที่สุดเช่นเดียวกับกลูโคส

4.3 การศึกษาปริมาณหางนมผงที่เหมาะสมคือร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 และ ซูโครสปริมาณร้อยละ 0 , 3 , 5 และ 7 พบว่าหางนมผงที่ปริมาณร้อยละ 10 และซูโครสร้อยละ 7 จะได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียด ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำหางนม และได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยโยเกิร์ตที่ได้จะมีรสชาติที่ดีคือไม่เปรี้ยวจนเกินไป และมีรสหวานของซูโครสจึงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เมื่อวัดแรงกดทะลักพบว่า โยเกิร์ตที่เติมหางนมผงร้อยละ 10 และซูโครสร้อยละ 5 จะมีค่าแรงมากที่สุดคือ 237.65 กรัม

4.4 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตที่เตรียมจากกลูโคสร้อยละ 5 แลคโตสร้อยละ 7 และซูโครสร้อยละ 7 โดยใช้หางนมผงร้อยละ 10 พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตที่เตรียมจากซูโครสร้อยละ 7 มากที่สุด เนื่องจากมีรสชาติที่ดีและมีรสหวาน ส่วนโยเกิร์ตที่เตรียมจากกลูโคสและแลคโตสจะมีรสชาติที่ด้อยกว่าเนื่องจากมีรสเปรี้ยวมากเกินไปดังนั้นจึงได้รับการยอมรับต่ำกว่าซูโครส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วเหลือง อาจมีการเติมผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น ส้ม สตอร์เบอรี่ ผลไม้รวม นอกจากนี้อาจเติมส่วนผสมของธัญญชาติ เช่น ถั่วแดง ลูกเดือย เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร หรือทำให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตชนิดใหม่ๆขึ้น

2. เนื่องจากโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นรสของนมหมักด้อยกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากนมวัว ดังนั้นอาจมีการศึกษาเพื่อเพิ่มกลิ่นรสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น เช่นการเติม citrate หรือ acetate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. กรมส่งเสริมการเกษตร . ถั่วเหลือง เอกสารวิชาการ . 2531.
2. มัณฑนา ร่วมรักษ์ วิภา คำดา และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ . " ผลของวิธีการผลิตต่อคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลือง." วารสารอาหาร ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 (2529) : 59-71.
3. ธนาคารกสิกรไทย . " โยเกิร์ต ." เอกสารวิชาการเรื่องอาหารเสริมคุณภาพ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (2533) : 171-195.
4. วันชัย สมชิต . " บทบาทและอนาคตของถั่วเหลืองในอาหาร ." วารสารอาหาร ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 (2522) : 251.
5. วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม . กรุงเทพ :โอเดียนสโตร์ , 2532.
6. สุชาติ ภูษณะดิลก และลูกจันทร์ ภัครัชพันธุ์ . การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลือง รายงานการประชุมวิชาการทางการเกษตร พ.ศ. 2525. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2527
7. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร . ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2527.
8. AL-Obaidy, H.M. and A.M. Siddhigui. " Properties of Broad Bean Lipoxygenase." J. Food Sci. 46 (1981) : 622-629 .
9. Angeles , A.G. and B.H Marth . " Growth and Activity of Lactic- Acid Bacteria in Soymilk 1. Growth and Acid Production ." J. Milk Food Tech. 34 (1971) : 30-36.
10. Arai, S., G. Koyanagi and M. Fujimaki . " Studies on Flavor Component in Soybean Part 1. Volatile Neutral Compounds ." Agr. Biol. Chem. 31 (1967) : 868-873 .
11. Asbi, B.A., L.S. Wei and M.P. Steinberg. " Kinetics of Inactivation of Soybean Lipoxygenase by Acid." Food Science and technology in Industrial Development. 1980 .
12. AOAC. Official Methodes of Analysis. 16 th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington , Virginia , 1986.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Badenhop, A.F. and L.R.Hackler. " Effects of Soaking Soybean in Sodium Hydroxide Solution as Pretreatment for Soy Milk Production." Cereal Science today : 15 (1970) : 84-88 .

14. Baker, E.C. and G.C. Mustakas . " Heat Inactivation of Trypsin Inhibitor , Lipoxygenase and Urease in Soybeans : Effect of Acid and Base Additives . " J. Am. oil chemist. 50 (1973) : 137-141 .

15. Bourne , M.C. Food Texture and Viscosity . Academic Press. 1982 .

16. Boune , M.C.,E.E. Escueta and J. Banzon. " Effect of Sodium Alkalis and Salts on pH and Flavor of Soymilk." J. Food Sci. 41 (1976) : 62-66.

17. Chang, C.Y. and M.B. Stone. "Effect of Total Soymilk Solid on Acid Production by Selected Lactobacilli." J.Food Sci. 55 (1990) : 1643-1646 .

18. Che Man, Y.B., L.S. Wei and A.L. Nelson. Inactivation of Lipoxygenase in Whole Soybeans by pH Adijustment . Food Science and Technology in Industrial development V.1 Proceeding of the Food Conference , 1988.

19. Che Man,Y.B., L.S. Wei., A.L. Nelson and N. Yamashita. "Effect of Soaking Soybeans in Dilute Acids on Biologically Active Components." J. of the American oil chemists' Society. 68 (1991) : 471-473 .

20. Chen , S. Nutrition and Production of Soymilk . Proceeding of the tenth ASEAN workshop on high protein low cost food supplement 1-7 December 1980 Bangkok Thailand ,1980.

21. Dovel , A., W,K. Rohwedder and H.J. Dutton . " Mechanism of Lipoxidase Reaction. 1. Specificity of Hydroperoxidation of linoleic acid." Lipid 2 (1967) : 28.

22. Escueta , E.E., M.C. Bourne and L.F. Hood . " Effect of boiling treatment of soymilk on the composition , yield , texture and sensory properties of tofu. J. Food sci and technol . 19 (1986) : 53-56.

23. Hackler , L.R., D.B. Hand. , K. Steinkraus and J.P. Van Buren. " A Comparision of the Nutritional valve of Protein from several Soybean Fractions." J. Nutr. 80 (1963) : 205-208.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. Holman , R.T. Enzymes and Polyunsaturated fatty acid. In Food Enzymes. Chapter 6. NewYork : Academic Press , 1960.

25. Honig , D.H. , K. Warner and J.J. Rackis . " Toasting and Haxane : Ethanol Extraction of Defatted Soy Flakes : Flavor of Flours, Concentrates and Isolates." J. Food Sci. 41 (1976) : 642-646.

26. Kanda, H., H.L. Wang., C.W. Hesseltine and K. Warner. " Yoghurt Production by Lactobacillus Fermentation of Soybean Milk." Process Biochemistry 11 (1976) : 23-25.

27. Karleskind , D.,I. Laye., E. Halpin and C.V. Morr." Improving Acid Production in Soy-Based Yoghurt by Adding cheese Whey Protein and Mineral Salts." J.Food Sci. 56 (1991) : 999-1001.

28. Larsen , R.F. and M.C. Anon. " Effect of Water Acitivity a_w of Milk on Acid Production by *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*.." J. Food Sci. 54 (1989) : 917-920.

29. Mital, B.K. and K.H. Steinkraus. " Growth of Lactic Acid Bacteria in Soy Milks." J. Food Sci. 39 (1974) : 1018-1021.

30. Mital, B.K. and K.H. Steinkraus . " Flavor Acceptability of Unferment and Lactic Fermented Soy milks." J. Milk Food Technol. 39 (1976) : 342-344.

31. Mital, B.K., R.Prasad and S. Singh. " Effect of Carbohydrate and Phosphate on Acid Production by Lactic Acid Bacteria in Soy Milk." J. Food Sci. and Technol. 14 (1977) 182-184.

32. Mital, B.K. and K.H. Steinkraus. " Utilization of Oligosaccharides by Lactic Acid Bacteria During Fermentation of Soy Milk." J. Food. Sci. 40 (1975) : 114-118.

33. Mustakas, E.C. and W.J. Albrecht, " Lipoxidase Deactivation to Improve Stability, Oder and Flavor of Full Fat Soyflours." J. Am. oil chemist. 46 (1969) : 623-625.

34. Nelson, A.I. , M.D. Steinberg and L.S. Wei . " Illinois process for preparation of soymilk." J. Food. Sci. 41 (1969) : 623-625.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. Pinthong, R., R. Macrae and J. Rothwell . " The Development of a Soya -Based Yoghurt. 1. Acid Production by Lactic Acid Bacteria." J. Food Technol. 15 (1980) : 661-667.

36. Pongsawatmanit , R. and W. Krusong. A Comparision of Lactic Acid Fermentation Quality of Soymilk and Milk. Paper Presented of World Soybean Research V , Chai Mai , 20-26 February , 1994 .

37. Schroder , D.J. and H . Jackson. " Preparation and Evaluation of Soybean Curd with Reduced Beany Flavor." J. Food Sci. 37 (1972) : 450-451.

38. Smith, A.K. and S.J Circle . Soybean : Chemistry and Technology. Volumn 1. : Protein . Westport Connecticut : The AVI. Publishing Company , 1978 .

39. Snyder, H.E. and T.W. Kwon. Soybean Utilization. NewYork : AVI. Publisher , 1987 Nostrane Reinhold Company, New York. .

40. Surry , K. " Spectrophotometer Method for Determination of Lipoxidase Activity." Plant Physiology. 39 (1964)

41. Tamine, A.Y. and R.K. Robinson. Yoghurt-Science and Technology. NewYork : Oxford Pergamon Press , 1985 .

42. Tamine, A.Y. and H.C. Deeth. " Yoghurt : Technology and Biochemistry." J. Food Protection. 43 (1980) : 939-977.

43. Tappel , A.L. Lipoxidase. In The Enzyme. Vol 8., NewYork : Acadamic Press , 1963.

44. Tapple, A.L., P. D. Boyer and W.O. Lundberg. " The Reaction Mechanism of Soybean Lipoxidase." J. Biological Chemistry. 199 (1952) : 267-281.

45. Wang, H.L. and L.Kraidej and C.W. Hesseltine . " Lactic Acid Fermentation of Soybean Milk." J. Milk Food Technol 37 (1974): 71-73 .

46. Wilken, W.F., L.R. Mattick and D.B. Hand. " Effect of Processing Method on Oxidative Off Flavor of Soybean Milk." Food Technology 21 (1967) : 86-89.

47. Wolf, W.J. " Lipoxygenase and Flavor of Soybean Protein Products." J. Agr. Food Chem. 23 (1975) : 136-140.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. **การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็ง** (AOAC , 1986)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2.5-3 กรัม ใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
2. นำไปให้ความร้อนด้วย steam bath เป็นเวลา 10-15 นาที
3. จากนั้นนำไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 98-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
4. ทำให้เย็นใน Dessicator
5. ชั่งน้ำหนัก moisture can หลังอบแล้ว

การคำนวน

$$\text{ปริมาณร้อยละของของแข็ง} = \frac{\text{น.น can พร้อมตัวอย่างหลังอบ-น.น can เปล่า}}{\text{น.น ตัวอย่าง}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (total acid)

ดัดแปลงมาจาก AOAC (1986) คิดในรูปกรดแลคติค $CH_3CH(OH)COOH$ MW. 90.08

2.1 สารเคมี

น้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ เตรียมโดยนำน้ำกลั่นมาต้มเดือดนาน 20 นาที

สารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH เตรียมจาก NaOH 4 กรัม เติมน้ำกลั่นจนปริมาณครบ 1 ลิตร เก็บในขวดแก้วที่กันคาร์บอนไดออกไซด์และเป็นแก้วที่ทนด่างก่อนนำมาใช้ นำมาหาความเข้มข้นมาตรฐานก่อน

การหาความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH ทำได้โดยชั่ง acid potassium phathalate (potassium hydrogen phathalate $COOH.C_6H_4.COOK$ analytical reagent)

อบ 2 ชั่วโมง ที่ 120 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นลงใน dessicator ชั่งอย่างละเอียด 0.3 กรัม เติมลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 90-100 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH ความเข้มข้นมาตรฐานคำนวนได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นมาตรฐาน (N) = $\frac{\text{กรัมของ } COOH.C_6H_4.COOK \times 1,000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times 204.22}$

สารละลายฟีนอฟธาลีน (phenolphthalein) ชั่ง 1 กรัม ฟีนอฟธาลีนละลายในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซนต์ 100 มิลลิลิตร

2.2 วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่าง 10 กรัม มาเจือจางด้วยน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH จนกระทั่งถึง end point (สีชมพู) ปริมาณกรดคำนวนเป็นกรดแลคติค ตามสูตร

เปอร์เซนต์กรด = $\frac{\text{มิลลิตรของ NaOH} \times \text{N ของ NaOH} \times 90.08 \times 100}{1000 \times 10}$

3. การวิเคราะห์หาโปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-systems

สารเคมี

1. กรดซัลฟุริกเข้มข้น
2. กรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.01 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์
5. Catalyst:

   ผสมซีลีเนียมไดออกไซด์ (SeO_2) 2.5 กรัม โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) 20 กรัม เข้าด้วยกัน
6. อินดิเคเตอร์ผสม

   ก. เตรียม 0.1 เปอร์เซ็นต์ Bromocresol green ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ Methyl red ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์

   ข. ผสม 10 มิลลิลิตร Bromcresol green กับ 2 มิลลิลิตร Methyl red ในขวดหยด

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่าง 3 มิลลิลิตร ลงใน digestion vessels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เติม catalyst 5 กรัม กรดซัลฟุลิกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร และ glass beads
3. นำ digestion vessels ตั้งในชุดย่อยโปรตีน ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส
4. นำหลอดที่ย่อยเสร็จแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน (Buchi) เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ประมาณ 4-5 นาที เก็บก๊าสแอมโมเนียที่ได้ในสารละลายกรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 100 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ผสมอยู่ 2-3 หยด ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริก 0.01 นอร์มัล จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นใส ไม่มีสี (หรือเป็นสีชมพู แล้วหักมิลลิลิตรของ HCl ออก 0.02 มิลลิลิตร เพื่อให้เห็นชัดเจน)

การคำนวน

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{\text{N.HCl} \times \text{ml.HCl} \times 14 \times 6.25 \times 100}{\text{ml. ตัวอย่าง} \times 1000}$$

4 การหาปริมาณไขมันในถั่วเหลือง (crude fat) (AOAC, 1986)

1. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 3-4 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน)ในกระดาษกรอง แล้วห่อใส่ทิมเบิล วางทิมเบิลลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร อบในตู้อบอุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง

2.นำออกจากตู้อบแล้วเอาสำลีอุดปากทิมเบิล แล้วนำเข้าเครื่องสกัดไขมัน(Soxhlet apparatus) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 150 มิลลิลิตรลงในฟลาสที่อบแห้งและชั่งทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว ต่อเข้ากับเครื่องกลั่น

3. ทำการสกัด 7-8 ชั่วโมงโดยอัตราการควบแน่น 4-5 หยดต่อนาที

4. ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ส่วนใหญ่ออกจากฟลาสโดยใช้เครื่องควบแน่น

5. จากนั้นทำให้แห้งโดยอบฟลาสที่มีไขมันอยู่ในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็น ชั่งน้ำหนัก คำนวนหาร้อยละของไขมันจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละของไขมัน = น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ X 100
น้ำหนักตัวอย่าง

5. การหาปริมาณไขมันในน้ำนม โดยวิธี Gerber

1. ปิเปตกรด H_2SO_4 10 มิลลิตร ปล่อยลงใน butyrometer โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด

2. เตรียมตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากันดีโดยเทกลับไปมาระหว่างภาชนะ ปิเปตตัวอย่าง 10.75 มิลลิลิตร ค่อยๆปล่อยลงในหลอด butyrometer ช้าๆ โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด

3. ปิเปต amyl alcohol 2 มิลลิลิตร โดยไม่ให้เลอะคอขวด ปิดจุกให้แน่นและพยายามไม่ให้ของเหลวผสมกัน

4. เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่ คว่ำหลอด 1-2 ครั้งหลังจากย่อยโปรตีนนมหมดแล้ว

5. นำไปหมุนเหวี่ยงในเครื่อง centrifuge 1100 rpm. นาน 4 นาที

6. แช่หลอด buterometer โดยให้จุกอยู่ตอนล่างใน water bath นานอย่างน้อย 3 นาที ให้ระดับน้ำร้อนสูงกว่าระดับของไขมัน

7. อ่านปริมาณไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านควรปรับให้ขอบล่างของชั้นไขมันเลื่อนไปอยู่ใน ส่วนที่อ่านสเกลได้ และให้หลอด buterometer อยู่ในแนวตั้ง ให้สเกลอยู่ในแนวระดับสายตา

6. **การหาปฏิกิริยา Lipoxygenase (Al-obaidy และ Siddiqi, 1981 : Surrey , 1964)**

1. สารเคมี

1.1 เตรียมสารละลาย substrate ละลาย tween 20 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ด้วย Borate buffer , pH 9.0 , 10 มิลลิลิตร เติมกรด linoleic 0.5 มิลลิลิตรลงไปทีละหยด ผสมส่วน ให้เข้ากันเป็น emulsion เติม NaOH 1 นอร์มัล ปริมาณ 1.3 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันอีกครั้ง จนกระทั่งได้สารละลายใส จากนั้นเติม Borate buffer ลงไปอีก 90 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรทั้งหมดให้เป็น 200 มิลลิลิตรด้วยน้ำ สารละลายทั้งหมดนี้มีกรด linoleic $7.5x10^{-3}$M และ linoleate และ Tween 20 ร้อยละ 0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่และลวกด้วยวิธีการต่างๆมาเจือจาง ด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า จากนั้นนำไป centrifuge ที่ความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30นาที รินเอาของเหลวส่วนที่อยู่ด้านบนออก ใช้เป็น crude enzyme extract

2. วิธีการ

2.1 นำสารละลาย substrate มาเจือจาง 5 เท่าด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH ให้ เป็น 7.0 ด้วย กรด HCl เข้มข้น ให้ Oxygen ให้กับสารละลาย substrate เป็นเวลา 2 นาที ทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนนำไปใช้ ซึ่งจะทำให้ substrate มีความคงตัวดี

2.2 ปีเปตสารละลาย linoleate substrate จาก 2.1 มา 3 มิลลิลิตร ลงใน silica cell ของ Spectrophotometer ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) เติมเอนไซม์ lipoxygenase ที่เจือจางแล้ว ลงไป 0.1 มิลลิลิตรผสมกันอย่างรวดเร็ว วัด absorbance ที่ 234 nm และอ่านค่า absorbance ที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 30 วินาที

2.3 สร้างกราฟโดย plot ค่า absorbance กับเวลา คำนวนอัตราปฏิกิริยา

<u>การคำนวน</u>

อัตราปฏิกิริยา Lipoxygenase = Δ OD / วินาที

<u>การเตรียมบอเรตบัฟเฟอร์</u> pH 9.0

สารละลาย A : ละลาย $Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$ ความเข้มข้น 0.025 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลายกรดไฮโดรคลอริค ความเข้มข้น 0.1 M

ผสมสารละลาย A กับ สารละลาย B พร้อมกับวัด pH ให้ได้ 9 ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อในการเตรียม stater (Glucose-Yeast Extract-Peptone Broth)

Glucose	1	กรัม
Yeast extract	1	กรัม
Peptone	1	กรัม
ปรับปริมาณด้วยน้ำกลั่นเป็น	100	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์.....โยเกิร์ตถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....

ท่านชอบทานโยเกิร์ตหรือไม่..... ทานบ่อยแค่ไหน.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็นโยเกิร์ตจากถั่วเหลือง ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตต่างๆกัน กรุณาชิมโยเกิร์ตที่เสริฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนคุณภาพด้านต่างๆตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

9	=	มากที่สุด	6	=	เล็กน้อย	3	= ไม่ - ปานกลาง
8	=	มาก	5	=	เฉยๆ	2	= ไม่ - มาก
7	=	ปานกลาง	4	=	ไม่ - เล็กน้อย	1	= ไม่ - มากที่สุด

ตัวอย่าง	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

<u>หมายเหตุ</u>

กลิ่นถั่ว 9 คะแนน = กลิ่นถั่วมากที่สุด และ 1 คะแนน = กลิ่นถั่วน้อยที่สุด

รสชาติ 9 คะแนน = ดีที่สุด และ 1 คะแนน = แย่ที่สุด

ความเปรี้ยว 9 คะแนน = เปรี้ยวมากที่สุด และ 1 คะแนน = เปรี้ยวน้อยที่สุด

การยอมรับโดยรวม 9 คะแนน = มากที่สุด และ 1 คะแนน = น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์.....โยเกิร์ตถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....

ท่านชอบทานโยเกิร์ตหรือไม่..... ทานบ่อยแค่ไหน.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็นโยเกิร์ตจากถั่วเหลือง ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตต่างๆกัน กรุณาชิมโยเกิร์ตที่เสริฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนคุณภาพด้านต่างๆตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

9	=	มากที่สุด	6	=	เล็กน้อย	3	=	ไม่ - ปานกลาง
8	=	มาก	5	=	เฉยๆ	2	=	ไม่ - มาก
7	=	ปานกลาง	4	=	ไม่ - เล็กน้อย	1	=	ไม่ - มากที่สุด

ตัวอย่าง	กลิ่นถั่ว	รสชาติ	ความเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

<u>หมายเหตุ</u>

กลิ่นถั่ว 9 คะแนน = กลิ่นถั่วมากที่สุด และ 1 คะแนน = กลิ่นถั่วน้อยที่สุด

รสชาติ 9 คะแนน = ดีที่สุด และ 1 คะแนน = แย่ที่สุด

ความเปรี้ยว 9 คะแนน = เปรี้ยวมากที่สุด และ 1 คะแนน = เปรี้ยวน้อยที่สุด

เนื้อสัมผัส คือ ความแข็งหรือความแน่นเนื้อของโยเกิร์ต

เนื้อสัมผัส 9 คะแนน = แน่นเนื้อมากที่สุด และ 1 คะแนน = เนื้อเละมากที่สุด

การยอมรับโดยรวม 9 คะแนน = มากที่สุด และ 1 คะแนน = น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างกราฟแสดง Penetration Force ของโยเกิร์ตที่ปรับด้วยหางนมผงร้อยละ 10 ซูโครสร้อยละ 7 และเจลาตินร้อยละ 1

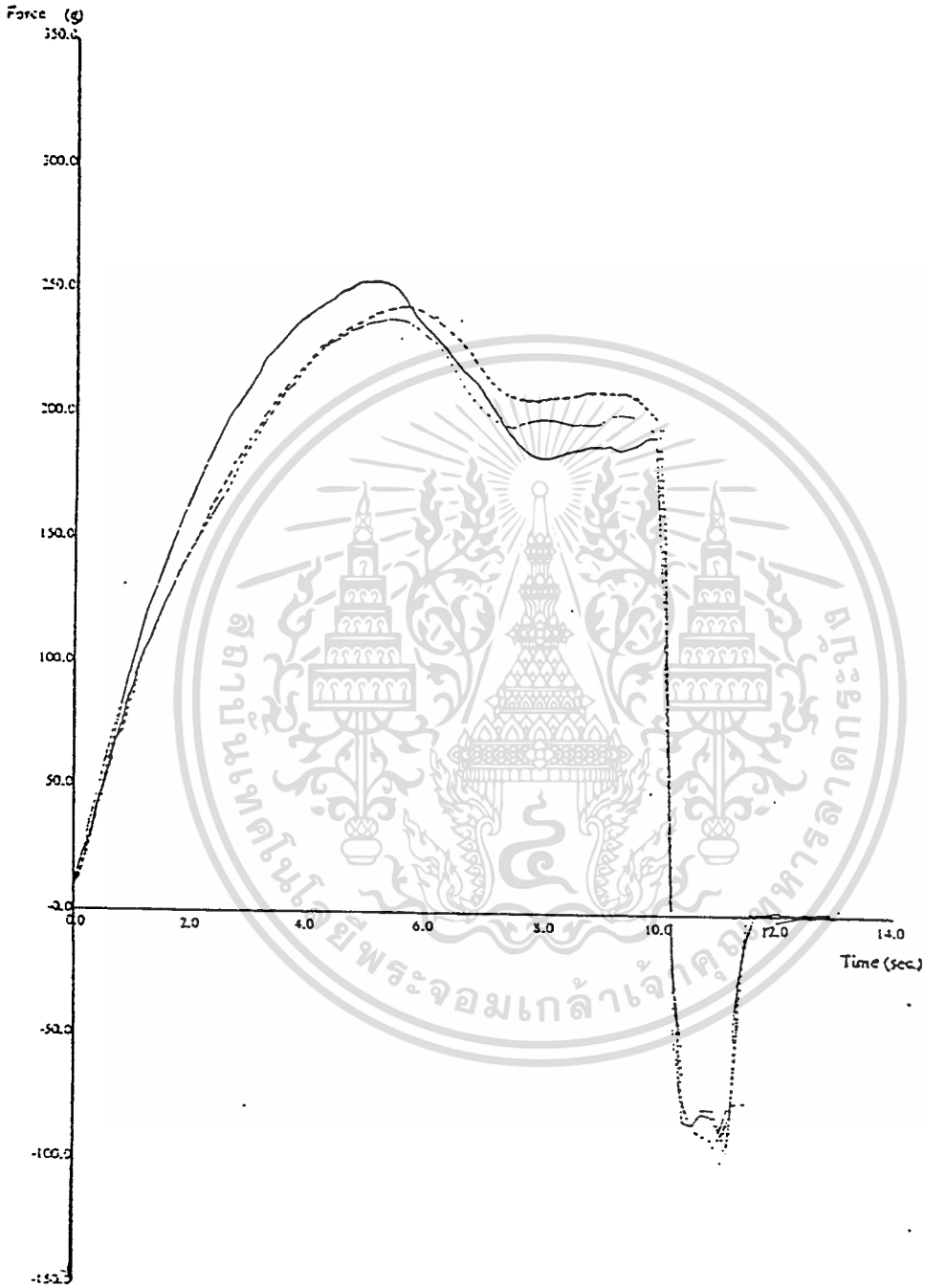
Stable Micro Systems - Texture Expert

FILE NAME	MODE	OPTION	PRE-SPEED	SPEED	POST-SPEED	FORCE	DISTANCE	TIME	COUNT	TRIGGER	PPS
S_7001.XRC	Force/Comp.	Return to Start	1.0mm/s	1.0mm/s	10.0mm/s	Unknown	10.0mm	Unknown	Unknown	10g	200.00
S_7002.XRC	Force/Comp.	Return to Start	1.0mm/s	1.0mm/s	10.0mm/s	Unknown	10.0mm	Unknown	Unknown	10g	200.00
S_7003.XRC	Force/Comp.	Return to Start	1.0mm/s	1.0mm/s	10.0mm/s	Unknown	10.0mm	Unknown	Unknown	10g	200.00

FILE NAME	PROBE		LOAD CELL	TEMPERATURE	AREA	HEIGHT	WIDTH	LENGTH
S_7001.XRC	A/BE35	BACK EXTRUSION RIG 35mm	25 - 1	0.0 °C	962.110 mm²	0.000 mm	0.000 mm	0.000 mm
S_7002.XRC	A/BE35	BACK EXTRUSION RIG 35mm	25 - 1	0.0 °C	962.110 mm²	0.000 mm	0.000 mm	0.000 mm
S_7003.XRC	A/BE35	BACK EXTRUSION RIG 35mm	25 - 1	0.0 °C	962.110 mm²	0.000 mm	0.000 mm	0.000 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stable Micro Systems - Texture Expert



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวลินจง สุขลำภู เกิดวันที่ 25 พฤษภาคม 2505 ที่จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก (ปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็นมหาวิทยาลัยนเรศวร) ปีการศึกษา 2528 และเข้ารับราชการในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 3 สังกัดภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังตั้งแต่ พ.ศ. 2534 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 4 สังกัดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ทบวงมหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้