18408

โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม

(Producing Calcium-Fortified Soy Yogurt)

T097126

นางสาวนัยนา	จิตรฐาน	รหัสประจำตัว 41044410
นางสาวศศิปภา	บุญมีประเสริฐ	รหัสประจำตัว 41044431
นางสาวมัณฑนา	กลิ่นจันทน์	รหัสประจำตัว 41044544

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แบบแห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2545

ปพ.
ท435ย
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97126
วัน เดือน ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม

(Producing Calcium-Fortified Soy Yogurt)

โดย

นางสาวนัยนา	**จิตรฐาน**	**รหัสประจำตัว 41044410**
นางสาวศศิปภา	**บุญมีประเสริฐ**	**รหัสประจำตัว 41044431**
นางสาวมัณฑนา	**กลิ่นจันทน์**	**รหัสประจำตัว 41044544**

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

---/---/--- **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยนา จิตรฐาน, มัณฑนา กลิ่นจันทน์ และ ศศิปภา บุญมีประเสริฐ 2545 : โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม (Producing Calcium-Fortified Soy Yogurt) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมเพื่อแก้ไขปัญหาการเกิดรสเฝื่อนในนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ใช้ปริมาณแคลเซียมแลคเตท 0.35 เปอร์เซ็นต์ (ปริยาพร, 2543) โดยการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติของโยเกิร์ตด้วยเจลาตินและแยมมาร์มาเลดรสส้ม พบว่าปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคยอมรับอยู่ที่ 0.9-1.0 เปอรเซ็นต์ และปริมาณแยมที่ผู้บริโภคยอมรับสามารถเติมได้ 15-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำโยเกิร์ตที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คือ ค่าความเป็นกรด ได้เท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์, ค่าพีเอช ได้เท่ากับ4.22 และ ค่าความหนืดได้เท่ากับ 4.5 เซนติเมตร และเมื่อเก็บรักษาโยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ค่าความเป็นกรด เพิ่มขึ้น, ค่าพีเอช ลดลง และ ค่าความหนืด ลดลง

ศศิปภา บุญมีประเสริฐ

มัณฑนา กลิ่นจันทน์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

ลายมือชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม(Producing Calcium-Fortified Soy Yogurt) สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่าน ดร. ยุพร พืชกมุทร ผู้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โดยกรุณาสละเวลามาคอยให้คำแนะนำและความรู้ต่างๆ ทั้งในด้านเนื้อหาการทดลอง และการนำเสนอข้อมูลแก่คณะวิจัยทำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆและบุคลากรทุกท่านในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำงานวิจัย ทั้งด้านกำลังใจ และความร่วมมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ผลการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสุดท้ายคือขอขอบคุณ คุณมัลลิกา กลิ่นจันทน์ และ ผู้ปกครองทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนการศึกษา จนมีงานวิจัยนี้ขึ้น

คณะวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญตาราง ช

สารบัญภาพ ซ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

วัตถุประสงค์ 1

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 2

2.1 โยเกิร์ต 2

2.2 โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง 8

2.3 แคลเซียม 9

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 12

3.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม 12

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 12

3.3 อุปกรณ์ 12

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 13

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส 13

3.6 สถานที่ทำการทดลอง 13

3.7 วิธีการทดลอง 14

3.7.1 ศึกษาปริมาณของเจลาตินและแยมว่ามีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสหรือไม่ 14

3.7.2 ศึกษาระดับปริมาณเจลาตินที่ให้เนื้อสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลือง เสริมแคลเซียมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ 18

3.7.3 ศึกษาระดับปริมาณแยมที่ให้โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม ที่ผู้บริโภคยอมรับ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.7.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ---------- 19
3.7.4.1 การวัดค่าพีเอช ---------- 19
3.7.4.2 การวัดค่าความเป็นกรด ---------- 19
3.7.4.3 การวัดค่าความหนืด ---------- 20
3.7.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตเสริมแคลเซียม ---------- 20
บทที่ 4 ผลการทดลอง ---------- 21
4.1 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินและแยมที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต ---------- 21
4.2 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ---------- 22
4.3 ผลการศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ---------- 23
4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และอายุการเก็บรักษา ---------- 25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ---------- 26
- สรุปผลการทดลอง ---------- 26
- ข้อเสนอแนะ ---------- 27
เอกสารอ้างอิง ---------- 28
ภาคผนวก ---------- 29
ภาคผนวก ก. แบบประเมินผล 7-points Hedonic scale เพื่อศึกษาปริมาณเจลาติน ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ---------- 30
ภาคผนวก ข. แบบประเมินผล 7-points Hedonic scale เพื่อศึกษาปริมาณแยม ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ---------- 31
ภาคผนวก ค. แผนการทดลองแบบ RCBD ---------- 32
ภาคผนวก ง. รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อค ---------- 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณแคลเซียมที่มีในอาหารประเภทต่างๆ ---------- 10
ตารางที่ 1.2 ความต้องการปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการต่อวัน ---------- 11
ตารางที่ 4.1 แสดงระยะทางที่โยเกิร์ตไหลได้ในเวลา 30 วินาที ---------- 21
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณของเจลาตินกับแยมที่มีต่อเนื้อสัมผัสโยเกิร์ต ($P \leq 0.05$) ---- 22
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลือง
เสริมแคลเซียมที่เติมเจลาติน 0.7 , 0.9 , 1.0 เปอร์เซ็นต์ ---------- 22
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลือง
เสริมแคลเซียมที่เติมแยม 10 , 15 , 20 เปอร์เซ็นต์ ---------- 24
ตารางที่ 4.5 แสดงค่า pH , ความเป็นกรด , ความหนืด เปรียบเทียบระหว่างโยเกิร์ตที่ผลิตใหม่กับ
ที่เก็บรักษาไว้ 7 วัน ---------- 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำน้ำนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม ---- 16
ภาพที่ 3.2 การเติมเจลาตินโดยใช้magnetic hot stirrer ---- 16
ภาพที่ 3.3 เครื่องHomogenizer ---- 16
ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการเตรียมโยเกิร์ต ---- 17
ภาพที่ 3.5 ชุดบ่มโยเกิร์ต ---- 17
ภาพที่ 3.6 การวัดค่าความหนืดด้วนเครื่องมือวัดความหนืด Botswick ---- 20
ภาพที่ 4.1 ลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมเจลาติน 3 ระดับ คือ 0.7, 0.9, และ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ---- 23
ภาพที่ 4.2 ลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมแยม 3 ระดับ คือ 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์โดย น้ำหนักต่อปริมาตร ---- 24
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบลักษณะโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน และ 7 วัน ---- 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่นิยมนำมาบริโภค ซึ่งอาจบริโภคในลักษณะที่เป็นถั่วเหลืองทั้งเมล็ดหรือนำมาดัดแปลงเป็นอาหารอื่น เช่น นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และถั่วเน่า เป็นต้น ถั่วเหลืองนอกจากจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือเป็นแหล่งที่ดีของไขมันและโปรตีนแล้ว ในปัจจุบันยังพบว่า การบริโภคถั่วเหลืองจะมีผลดีต่อสุขภาพและช่วยป้องกันโรคบางโรคได้ ดังนั้นทางคณะวิจัยจึง เลือกทำการศึกษา ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่นิยมการบริโภคผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

จากการศึกษากระบวนการการผลิตและคุณสมบัติของน้ำนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม (ปริยาพร, 2543) พบว่าเมื่อเติมแคลเซียมในปริมาณมากที่สุดที่ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้คือที่ปริมาณแคลเซียมแลคเตท 0.35% โดยที่ลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลืองไม่เกิดการตกตะกอน แต่พบปัญหาคือมีรสเฝื่อน จึงได้มีการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งพบว่าการทำโยเกิร์ตนั้นสามารถลดปัญหาการเกิดรสเฝื่อนในนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมได้ คณะวิจัยจึงได้ทำการศึกษา และ ปรับปรุงคุณภาพของโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมเพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสและรสชาติเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ผู้บริโภคยอมรับ
2. ศึกษาปริมาณแยมที่เหมาะสมเพื่อให้ได้กลิ่นรสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ผู้บริโภคยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 โยเกิร์ต

ผู้ที่ได้ศึกษาและตระหนักถึงบทบาทของจุลินทรีย์ในนมเปรียวเป็นคนแรก ในปี พ.ศ. 2411 ก็คือ เม็ทชนิคอฟ(Metchnicoff) โดยเล็งเห็นว่าชาวบอลข่านเป็นชนชาติที่มีสุขภาพดีและอายุยืน เนื่องจากการดื่มนมเปรี้ยวเป็นประจำ แบคทีเรียในนมเปรี้ยวของชาวบอลข่านคือ แลคโตบาซิลลัส บุลคาริคัส (*Lactobacillus bulgaricus*) เม็ทชนิคอฟ พบว่า มนุษย์ไม่สบาย มีสาเหตุจากสารพิษต่างที่เกิดจากจุลินทรีย์ต่างๆในลำไส้ แต่ถ้าหากสิ่งเป็นพิษถูกกำจัดออกไป มนุษย์ก็จะมีอายุยืนนานขึ้น นอกจากนี้ การรับประทานนมเปรี้ยวเป็นประจำเชื่อว่าสามารถป้องกันโรคเส้นโลหิตตีบ

ภายหลังจากการค้นพบของเม็ทชนิคอฟ ก็มีผู้ทำการศึกษาแบคทีเรียแลคติค และปรับปรุงนมเปรี้ยวเรื่อยมา ทั้งด้านเทคนิคและวิธีการใหม่ๆ รวมทั้งปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น เพื่อจูงใจ ผู้บริโภค น้ำนมเปรี้ยว เป็นที่รู้จักในสหรัฐอเมริกาและแคนนาดาเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2483 ต่อจากนั้นจึงมีผู้คิดค้น แบคทีเรียแลคติคอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อการผลิตนมเปรี้ยวได้เช่นกัน รูปแบบของนมเปรี้ยว แต่เดิมมาจะเป็นครีมข้นใช้ช้อนตักรับประทาน จนกระทั่งบริษัทยาคูลท์ของญี่ปุ่นเล็งเห็นแนวโน้มของตลาด จึงคิดเทคนิคผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มโดยใส่จุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส สายพันธุ์พิเศษ คือ *Lactobacillus savar shirota* ทำให้ปัจจุบัน ตลาดโยเกิร์ตพร้อมดื่มตื่นตัวอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนิยมใช้จุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ แลคโตบาซิลลัส บุลคาริคัส (*Lactobacillus bulgaricus*)และสเตรปโตค็อกคัส เทอร์โมฟีลัส (*Streptococcus thermophillus*)

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 46 (พ.ศ. 2523) เรื่องนมเปรี้ยว กำหนดว่า นมเปรี้ยว (Cultured milk) หมายถึงนม หรือผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากนมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค หรือไม่ทำให้เกิดพิษ และจุลินทรีย์ดังกล่าวจะยังคงมีชีวิตเหลืออยู่จากกรรมวิธีการหมักนั้น อาจจะเติมวัตถุอื่นๆที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต หรืออาจปรุงแต่ง สี กลิ่น รส ด้วยได้

การผลิตนมเปรี้ยวนี้ มีในทุกประเทศที่ดื่มนมเป็นอาหารหลัก บางชนิดก็เป็นของพื้นบ้าน บางชนิดเป็นของสากล แต่ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ที่รู้จักกันเป็นอย่างดีคือ โยเกิร์ต (Yoghurt) ซึ่งเป็นนมเปรี้ยวที่มีการผลิตมาตั้งแต่สมัยโบราณแถบประเทศบัลกาเรีย โยเกิร์ตเป็นภาษาพื้นเมืองของภูมิภาคนี้ มีความหมายว่า ยาอายุวัฒนะ

นมเปรี้ยวต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ1.5 ของน้ำหนัก
2. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด E.coli ในอาหาร 0.1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไม่มีวัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล
4. ไม่มีวัตถุกันเสีย
5. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2.1.1 ชนิดของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตในทางการค้าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โยเกิร์ตจืด (plain หรือ natural yoghurt) โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (fruit yoghurt) และโยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ (flavoured yoghurt) ซึ่งทั้งสามกลุ่มนี้ ได้ทำการผลิตออกมาได้ทั้งแบบไม่ต้องกวน(set yoghurt) และแบบกวน(stirred yoghurt) โดยทั่วไปแล้ว แบบที่กวนเป็นชนิดที่มีความนิยมมากกว่าแบบที่ไม่ต้องกวน จากการที่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต จึงทำให้เกิดโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาดมีมากมายหลายชนิดได้แก่

1) โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราว และเก็บได้นาน(Pasteurized / UHT / Long-life yoghurt)
2) โยเกิร์ตชนิดย่อยแลคโตสแล้ว (Lactose hydrolysed yoghurt – LHY)
3) โยเกิร์ตชนิดเหลว(Drinking yoghurt)
4) โยเกิร์ตแช่แข็ง(Frozen yoghurt)
5) โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น(Condensed or Concentrated yoghurt)
6) โยเกิร์ตชนิดอัดก๊าซ(Carbonated yoghurt)
7) โยเกิร์ตชนิดทำเป็นเครื่องดื่ม(Yoghurt beverages)
8) โยเกิร์ตชนิดผงชงดื่มได้ทันที(Dried or Instant yoghurt)
9) โยเกิร์ตสำหรับผู้ที่ควบคุมอาหาร(Dietetic or Therapeutic yoghurt)
10) โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง(Soy milk yoghurt)

2.1.2 จุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโยเกิร์ต

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตส่วนใหญ่เป็นเชื้อสายพันธุ์ผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน ซึ่งทั้งสองชนิดนี้เป็นเทอร์โมฟิลิคแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (thermophillic lactic acid bacteria) ซึ่งเจริญร่วมกันในลักษณะซิมไบโอซิส (symbiosis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Streptococcus thermophillus เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม ทนความร้อนสูง ชอบความเป็นด่างสูง เจริญได้ดีที่ pH 6.5 หยุดเจริญที่ pH4.2-4.4 ในการผลิตโยเกิร์ต เชื้อ *S. thermophillus* จะเจริญก่อน เมื่อpH ลดลง พวก *L. bulgaricus* จึงเจริญทีหลัง

2.1.3 การเจริญแบบพึ่งพาอาศัยของจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ในโยเกิร์ต

โดยทั่วไป หัวเชื้อที่ใช้ประกอบด้วยเชื้อสายพันธ์ผสมของ ของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน แบคทีเรียเหล่านี้มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากันเมื่อใช้ร่วมกัน เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะให้เชื้อทั้งสองเจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีสมดุลที่ถูกต้อง

ลักษณะการพึ่งพาอาศัยของหัวเชื้อทั้งสองนี้อาจพิจารณาจากการสร้างกรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นมาก ในระหว่างการผลิตโยเกิร์ต เมื่อใช้สายพันธุ์ผสมของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* เปรียบเทียบกับหัวเชื้อที่มีสายพันธุ์เดี่ยว นอกจากนี้จำนวนเซลล์ที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา ของหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม จะเพิ่มขึ้นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับหัวเชื่อที่มีสายพันธุ์เดี่ยว ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis relationship) นั่นเอง

ในความเป็นจริงแล้วในหัวเชื้อผสมนี้ จำนวนเชื้อ *Streptococcus thermophillus* จะมีการเพิ่มจำนวนมากกว่า *Lactobacillus bulgaricus* เนื่องมาจากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยโปรตีนแล้วให้กรดอะมิโนพวก valine glycine และ histidine ออกมาในนมซึ่งเป็นสารอาหารที่ จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อ *Streptococcus thermophillus* อีกต่อหนึ่ง

ในการสร้างสารให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตโดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม พบว่าเชื้อ *Streptococcus thermophillus* จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมา ซึ่งเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิคนี้ไปใช้สร้างสารให้กลิ่นรสออกมา ดังนั้นจะเห็นได้ว่า เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต แต่อย่างไรก็ตาม เชื้อ *Streptococcus thermophillus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวก acetaldehyde ได้ด้วย แต่ปริมาณของกลิ่นรสที่ได้จะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณที่ได้จากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus*

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมินี้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Lactobacillus bulgaricus* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสมสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Streptococcus thermophillus*

หลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อแน่นขึ้นที่เรียกว่า Thickened yoghurt ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงเป็น 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัวและสร้างกรดช้าลงมาก

2.1.4 สารให้กลิ่นในโยเกิร์ต

เชื้อโยเกิร์ตจะสร้างสารให้กลิ่นโยเกิร์ต (aromatic compound) ซึ่งทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นหอม เฉพาะตัวสารให้กลิ่นหอมในโยเกิร์ตแบ่งออกได้เป็น 4 พวก (Tamine และRobinson , 1985) คือ

1) กรดที่ระเหยไม่ได้ เช่น กรดแลคติค (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 อะเซทตัลดิไฮด์(acetadehyde) อะซิโตน(acetone) อะเซทโตอีน(acetoin) และไดอะเซตีล(diacetyl)

4) สารประกอบอื่นๆที่มีส่วนในการสร้างรสชาติและกลิ่นหอมของโยเกิร์ตทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่

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

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

4.3 จากแลคโตส เช่น furfural, furfurylalclhol, 5-methyl furfural และ 2-pentylfurane จากโปรตีน เช่น methionine, valine และ phenylalanin

2.1.5 องค์ประกอบที่นำมาผลิตโยเกิร์ต

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตนั้น องค์ประกอบที่จะนำมาผลิตโยเกิร์ตนั้นมีความสำคัญอย่างมาก ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) น้ำนมดิบ จะต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ และไม่มียาปฏิชีวนะเจือปนอยู่ เพราะยาปฏิชีวนะเหล่านี้ จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป ทำให้น้ำนมไม่แข็งตัว หรือแข็งตัวช้า น้ำนมที่ใช้ควรมีปริมาณไขมันร้อยละ 3 เพื่อทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะดีและน่ารับประทานยิ่งขึ้น (ธนาคารกสิกรไทย, 2533)

2) นมผง โดยปกติแล้วน้ำนมจะมีส่วนที่เป็น Solid-Not-Fat (SNF) อยู่ร้อยละ 9-10 ซึ่งเมื่อทำโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างเละ และเกิดการแยกตัว(WHAY OFF) คือ ส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเคิร์ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีสำหรับโยเกิร์ต ดังนั้นสัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืด (viscosity / consistency) ของ coagulum การเพิ่มปริมาณของแข็ง นอกจากจะเติมนมผงแล้ว อาจจะเติมเคซีอีน, whay powder, buttermilk powder หรือโดยการให้ความร้อนเป็นต้น (วราวุฒิ และรุ่งนภา,2531)

3) น้ำตาล วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาล ก็เพื่อช่วยเพิ่ม SNF และในขณะเดียวกัน รสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบกลิ่นเปรียวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ ซูโครส, ฟรุคโตส, กลูโคส, corn syrup, glucose/galactose syrup หรือพวก sorbitol และ sacharin เป็นต้น

4) เชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปหัวเชื้อที่ใช้ประกอบด้วยสายพันธุ์ของ ระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน และเมื่อใช้หัวเชื้อที่แช่แข็งในการผลิตโยเกิร์ต จะต้องบ่มหัวเชื้อเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ที่45 องศาเซลเซียส หรือ 11 ชั่วโมง ที่ 32 องศาเซลเซียส 14-16 ชั่วโมง ที่ 29-30 องศาเซลเซียส เสียก่อน (วราวุฒิ และรุ่งนภา,2532)

5) สารช่วยให้คงตัว(stabilizer) วัตถุประสงค์หลักในการเติมสารคงตัวในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ทั้งนี้เพื่อรักษาละกษณะเฉพาะที่ต้องการในโยเกิร์ต ให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส(body and texture) ความหนืด(viscosity/consistency) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (whey) เป็นต้น นอกจากนี้สารคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บ และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น เจลาติน กัมต่างๆ(carboxymethyl cellulose, locust bean gum, guar gum) และ seaweed gums (alginates และ carrageenan)เป็นต้น

6) ผลไม้ การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ต จะเป็นการเพิ่มรสชาติให้แก่โยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทาน และเป็นการจูงใจผู้ซื้ออีกทางหนึ่ง ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สด ซึ่งการฆ่าเชื้อและแช่แข็ง หรือผลไม้ในน้ำเชื่อมที่มีขายในท้องตลาด ความเป็นกรดเป็นด่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 3 เพราะถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้น้ำในโยเกิร์ตแยกตัวออกมาผลไม้บางอย่าง อาจมีการเติมกลิ่นของผลไม้อื่น หรือน้ำผลไม้อื่นลงไปด้วยเพื่อช่วยให้รสชาติและกลิ่นของผลไม้นั้นดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) สีและกลิ่น อาจมีการใส่สีละกลิ่น เพื่อปรุงแต่งให้โยเกิร์ตน่ารับประทานมากขึ้นโดยพยายามเน้นให้เหมือนธรรมชาติ ใช้สีธรรมชาติ หรือสีสังเคราะห์ที่รับประทานได้ และใช้กลิ่นที่สกัดจากธรรมชาติ

2.1.6 ลักษณะโยเกิร์ตที่ดี

โยเกิร์ตที่มีลักษณะที่ดี พอที่จะสังเกตได้ดังต่อไปนี้(ธนาคารกสิกรไทย,2533)

1) เคิร์ดของนมเปรี้ยวต้องเป็นเคิร์ดที่แข็งแรงไม่อ่อนเหลว
2) เคิร์ดของนมเปรี้ยวต้องไม่หดตัวอยู่เป็นก้อนแยกตัวอยู่ต่างหาก
3) นมเปรี้ยวต้องไม่เปรี้ยวเกินไป
4) นมเปรี้ยวต้องมีกลิ่นอะโรมาเฉพาะ
5) นมเปรี้ยว ต้องไม่มีรสฝาด รสขม หรือรสอื่นใด

2.1.7 ความบกพร่องของนมเปรี้ยว

1) บ่มครบตามกำหนดเวลาแล้วไม่เกิดเคิร์ดขึ้นมา ทั้งนี้เป็นเพราะ เชื้อนมเปรี้ยวอ่อนแอหรืออุณหภูมิที่บ่มนมร้อนหรือเย็นเกินไป

2) เคิร์ดของนมเปรี้ยวเป็นเคิร์ดที่อ่อน (weak curd) ทั้งนี้เป็นเพราะนมที่นำมาผลิต เป็นนมที่ผิดปกติ(abnormal milk) หรือการอุ่นนมใช้ความร้อนสูงหรือนานเกินไป

3) นมเปรี้ยวมีรสชาติไม่ดี ทั้งนี้เป็นเพราะนมที่นำมาผลิตนั้นเป็นนมที่มีคุณภาพไม่ดี หรือเชื้อนมเปรี้ยวไม่บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง

เนื่องจากถั่วเหลืองมีกลิ่นที่รุนแรง เมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำนมถั่วเหลืองจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงได้มีความพยายาม ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำนมถั่วเหลือง โดยการนำน้ำนมถั่วเหลืองมาผลิตเป็นโยเกิร์ต เพราะการหมักจะช่วยปรับปรุงกลิ่นรสทำให้กลิ่นถั่วลดลงและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองดีขึ้น โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองหรือที่เรียกว่า โซเกิร์ต ถูกเตรียมขึ้นโดยการนำน้ำนมถั่วเหลืองมาหมักโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus*

นมถั่วเหลืองเต็มไปด้วยคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ กลูโคส ซูโครส และแลคโตส ทำให้การผลิตกรดเพิ่มขึ้น สำหรับซูโครสนั้น ไม่มีผลต่อเชื้อ ใส่เพื่อเพิ่มความหวาน และเป็นอาหารของเชื้อในการบ่มผลิตภัณฑ์ แต่จะทำให้ค่า titrable acidity (%กรดแลคติค) มีค่าต่ำ และการเพิ่มหางนมวัวในน้ำนมถั่วเหลืองจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับมากขึ้น แต่การเพิ่มหางนมมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้รูปร่างของ ผลิตภัณฑ์อ่อนลง

นอกจากนี้ในการผลิตโยเกิร์ตอาจจะเติมการใช้ gelatin เพื่อทำหน้าที่เป็นสเตบิไลซ์เซอร์ เพื่อป้องกันการแยกชั้นของwhay ทำให้โซเกิร์ตมีลักษณะคล้ายโยเกิร์ตมากขึ้น แต่หากใช้มากเกินไปจะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะแข็งและหนัก นิยมใช้ 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ gelatin โดยขึ้นกับระดับของโปรตีน และสามารถใส่กลิ่นวานิลา ส้ม สตอเบอรี่หรือมะนาวตามต้องการ โดยใส่ก่อนบ่ม พบว่ากลิ่นมะนาวจะทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นที่ดี

Mital และ steinkraus รายงานว่า นมหมักที่เตรียมได้จากถั่วเหลืองมีกลิ่นที่ยอมรับได้ และมีเนื้อสัมผัสคล้ายกับโยเกิร์ต แต่การผลิตกรดในผลิตภัณฑ์นั้นน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการใช้น้ำนมวัวมาหมัก ซึ่งเป็นข้อเสียเปรียบที่สามารถยอมรับได้

โซเกิร์ตมีกลิ่นถั่วปานกลาง กลิ่นคล้ายอุ่นแห้งในโยเกิร์ตจะรุนแรงน้อยกว่าในโยเกิร์ตที่ ($P<0.05$) (Wang *et al*) โซเกิร์ตเปรี้ยวน้อยกว่าโยเกิร์ต โซเกิร์ตให้ความรู้สึกในปากไม่แตกต่างจากโยเกิร์ต โยเกิร์ตมีลักษณะเป็นทรายเล็กน้อยถึงปานกลาง ในขณะที่โยเกิร์ตมีลักษณะเรียบ

โยเกิร์ตมี pH สูงกว่าโยเกิร์ต แต่เปอร์เซ็นต์TA ต่ำกว่าที่ ($P<0.05$) โยเกิร์ตคงตัวสูง อาจเกิดจากอิทธิพลของเอนไซม์ Proteolytic จากยีสต์ ซึ่งสามารถตัดพันธะ Polypeptide ให้สั้นลง ดังนั้นมีผลทำให้โปรตีนยึดติดกันเป็นก้อนแข็งแรง

ผลของปริมาณโปรตีนที่พบในนมถั่วเหลืองที่ใช้ทำโยเกิร์ต

protein content เป็นปฏิภาคกับน้ำที่ใช้ในการสกัดdry bean จากการศึกษาโยเกิร์ตที่ได้จากถั่วเหลืองจะมีค่า protein content ประมาณ 2.8-4.5 เปอร์เซ็นต์ มีหลักฐานแสดงว่า ปริมาณโปรตีน 3.6-4.5 จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสตามต้องการ ถ้าต่ำกว่านี้ จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนลง เช่นเดียวกับค่า acidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แคลเซียม

แคลเซียมเป็นโภชนะอินทรีย์(inorganic nutrient) ชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่มีอยู่ทั่วไปในอาหาร แม้เป็นสิ่งที่ร่างกายต้องการปริมาณไม่มาก แต่ถ้าร่างกายขาดไปจะก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บทันที บางครั้งมีผลถึงกับเสียชีวิตได้ จึงเรียกสารอาหารกลุ่มนี้ว่า จุลโภชนะ (micro nutrient) ช่วยเสริมสร้างส่วนประกอบของร่างกายให้อยู่ในสัดส่วนที่สมดุลตามธรรมชาติด้วยอาหารที่บริโภคเข้าไปนั่นเอง

2.3.1 แคลเซียมกับความสำคัญในทางโภชนาการ

แคลเซียมเป็นเกลือแร่ที่มีมากที่สุดในร่างกาย ในทารกแรกเกิดมีถึง 25 กรัม และในผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม จะมีแคลเซียม 1,200 กรัม(จารุวรรณ์, 2544) แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ร่างกายต้องการเป็นประจำ ทำให้ร่างกายแข็งแรงและมีสุขภาพดีอยู่เสมอ

แคลเซียมอยู่ในกระดูกและฟันมากถึง 99 เปอร์เซ็นต์ และอีก 1 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในเนื้อเยื่อและของเหลวของร่างกาย แคลเซียมอยู่ในกระดูกในรูปของเกลือเชิงซ้อน ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตในสัดส่วนที่เฉพาะ กระดูกเป็นคลังแคลเซียมของร่างกาย แคลเซียมในกระดูกจะถ่ายเทเข้าไปในของเหลวและเนื้อเยื่อของร่างกสนอยู่เสมอ แคลเซียมที่ถูกนำไปใช้ได้ง่ายที่สุด มีอยู่ในส่วนที่เป็น trabecular ของกระดูก (กรมอนามัย, 2532) โดยปกติ ร่างกายเราจะเริ่มสร้างกระดูกเมื่อเป็นทารกที่อยู่ในครรภ์มารดาเดือนที่2 ฟันจะเริ่มสร้างเมื่ออายุครรภ์เข้าเดือนที่4 การได้รับแคลเซียมอย่างเพียงพอในช่วงที่ร่างกายกำลังเจริญเติบโตจะทำให้เนื้อกระดูกมีความแข็งแรงที่สุดหรือมีมวลเพิ่มสูงสุด(Peak Bone Mass, PBM) แต่จะมีผลในช่วง 20-35 ปีเท่านั้น เพราะหลังจากนั้นความหนาแน่นของกระดูกจะเริ่มลดลงโดยเฉพาะในหญิงเริ่มหมดประจำเดือน ความหนาแน่นของกระดูกจะลดลงเร็วมากเนื่องจากขาดฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งช่วยปกป้องการสูญเสียเนื้อกระดูก (สถาบันวิจัยโภชนาการ, 2540;Prentice, 1998) ดังนั้นการรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมมากอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่วัยเด็กจึงมีความสำคัญในการสร้างกระดูกและฟัน แล้วจะคงความแข็งแรงของกระดูกและฟันไว้ ภาวะที่ร่างกายได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ ต่อมพาราไทรอยด์กับวิตะมินดีจะทำให้มีการสลายแคลเซียมจากกระดูก

2.3.2 แคลเซียมในอาหาร

แคลเซียมมีในอาหารหลายชนิด แหล่งที่มีปริมาณมาก หาง่าย และร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ คือแหล่งของผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ต นมเปรี้ยว เนยแข็ง เป็นต้น เนื่องจากอาหารดังกล่าว ประกอบด้วยโปรตีนที่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบส่วน มีไขมันเพียงพอ และเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งอุดมด้วยแคลเซียม (จารุวรรณ์, 2534;สถาบันวิจัยโภชนาการ, 2540) เมื่อบริโภคนมและผลิตภัณฑ์นม น้ำตาลแลคโตสซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีเฉพาะในนม ช่วยส่งเสริมการนำแคลเซียมไปใช้ภายในร่างกาย ทำให้การดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น ไม่เพียงแต่มีปัจจัยการส่งเสริมการดูดซึมเท่านั้น นมและผลิตภัณฑ์นมไม่มีปัจจัยขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมอีกด้วย แล้วยังมีฟอสฟอรัสในปริมาณที่พอเหมาะอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับแคลเซียม ซึ่งช่วยในเรื่องการดูดซึมที่ดี ไม่เพิ่มการขับแคลเซียมออกทางไต อาหารที่มีแคลเซียมยังมีอีกหลายชนิด เช่น ปลาเล็กปลาน้อยที่รับประทานได้ทั้งกระดูก กุ้งแห้ง ปลาซาร์ดีนกระป๋อง พืชผักที่มีสีเขียว เช่น ผักคะน้า ใบชะพลู ผักโขม หรือกลุ่มถั่วเมล็ดแห้ง เต้าหู้หลอด งา

เนื่องจากในอาหารที่เป็นแหล่งแคลเซียมบางแหล่ง เช่น พืชผักที่มีสีเขียวเข้ม มีปัจจัยขัดขวางการดูดซึมแคลเซียม เช่น กรดออกซาลิก หรือ กรดไฟติก ซึ่งสารเหล่านี้จะไปจับกับแคลเซียมในร่างกาย กลายสภาพเป็นเกลือแคลเซียมออกซาเลต หรือ แคลเซียมไฟเตด ทำให้การสูดซึมแคลเซียมลดลง สมดุลของแคลเซียมในร่างกายก็เสียไปจึงอาจพบได้ในผู้ที่บริโภคมังสวิรัติ หรือพืชผักเป็นเวลานาน ดังนั้น การได้รับแคลเซียมจากอาหารจึงไม่ใช้ปริมาณที่แท้จริงที่ร่างกายดูดซึมไปใช้ได้

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณแคลเซียมที่มีในอาหารประเภทต่างๆ

อาหาร	ปริมาณแคลเซียม* มก./100ก.	ปริมาณอาหารที่บริโภคต่อครั้ง**	ปริมาณแคลเซียมที่ได้รับ มก./ครั้ง
กุ้งแห้ง	2,305	1 ช้อนโต๊ะ(6 ก.)	138
กะปิ	1,565	1 ช้อนชา(5 ก.)	78
งาดำคั่ว	1,452	1 ช้อนชา(3 ก.)	43
ใบชะพลู	601	10 ใบ (10 ก.)	60
ยอดแค	395	5 ช้อนโต๊ะ(15 ก.)	59
ผักโขม	341	5 ช้อนโต๊ะ(25 ก.)	85
เต้าหู้ขาวแข็ง,แคลเซียมสูง	250	ครึ่งแผ่น (75 ก.)	237
ผักคะน้า	245	5 ช้อนโต๊ะ(45 ก.)	110
ปลาไส้ตัน,แห้ง	905	5 ช้อนโต๊ะ(25ก.)	226
นมสด	118	1 แก้ว(250 มล.)	295
เนยแข็ง	630	1 แผ่น(22.7 ก.)	143

ที่มา : ประไพศรี(2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ความต้องการแคลเซียม

ร่างกายมีความต้องการแคลเซียมในปริมาณแตกต่างกันตามสภาวะของร่างกาย เช่นในวัยเด็กต้องการแคลเซียมเพื่อใช้ในการเสริมสร้างโครงร่างกระดูก หญิงมีครรภ์หรือให้นมบุตรต้องการแคลเซียมมากกว่าภาวะปกติประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นต้น ดังนั้นปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการต่อวันจึงแตกต่างกันไป ในปัจจุบันภาวะทางโภชนาการของแคลเซียมยังไม่เด่นชัดมากนัก โดยเฉพาะในด้านการบริโภคและการใช้ประโยชน์จากอาหารบางประเภท นอกจากนี้การเกิดโรคกระดูกอ่อนในเด็กและผู้ใหญ่ หรือโรคกระดูกพรุนในผู้ใหญ่ก็ยังมีความไม่แน่ชัดอันมาจากสาเหตุการขาดสารอาหารโดยตรงหรือสาเหตุเกี่ยวข้องอื่นๆ เพื่อประกันความปลอดภัยสำหรับคนไทย ไม่ให้ขาดแคลเซียมในวันข้างหน้า คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างการควรได้รับของประชาชนชาวไทย (กรมอนามัย, 2532) จึงกำหนดความต้องการปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการต่อวัน ซึ่งแต่ละบุคคลก็จะมีความต้องการไม่เท่ากันดังนี้

ตารางที่ 1.2 ความต้องการปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการต่อวัน

วัย	ปริมาณแคลเซียม(มก.)
ทารก อายุ 3-11 เดือน	360-480
เด็ก อายุ 1-10 เดือน	800
เด็ก อายุ 10-18 เดือน	1,200
ผู้ใหญ่	800
หญิงมีครรภ์และให้นมบุตร	1,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

แยมมาร์มาเลด รสส้ม

โยเกิร์ตรสธรรมชาติ ยี่ห้อ Richess

Calcium lactate (food grade)

Calcium carbonate (food grade)

Sodium hexametaphosphate (food grade)

Gelatin (food grade)

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolpthalein)

Sodium hydroxide (NaOH)

Buffer pH 4.00 กับ 7.00

3.3 อุปกรณ์

เครื่องโม่แยกเปลือกถั่วเหลือง

เครื่องปั่นผสมอาหาร (blender)

เครื่องชั่งชนิดหยาบ

เครื่องชั่งชนิดละเอียด

โฮโมจิไนเซอร์

แผงให้ความร้อน (hot plate stirrer)

แท่งแม่เหล็ก (magnetig bar)

ช้อนตักสาร

ผ้าขาวบาง

กระชอน

กะละมัง

เทอร์โมมิเตอร์

รีแฟรคโตมิเตอร์ N-1E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกตวง ขนาด 500 มิลลิลิตร

บีกเกอร์ ขนาด 1000 มิลลิลิตร

บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร

กระบอกน้ำกลั่น

ชุดบ่มโยเกิร์ต

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter)

เครื่องวัดความหนืด (bostwick)

นาฬิกาจับเวลา

บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

ขวดรูปชมพู่ (erlenmayer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

กระบอกตวง ขนาด 20 มิลลิลิตร

กระบอกน้ำกลั่น

3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ถ้วยพลาสติก

แก้วพลาสติก

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 วิธีการทดลอง

3.7.1 ศึกษาปริมาณของเจลาตินและแยมว่ามีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสหรือไม่

3.7.1.1 เตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

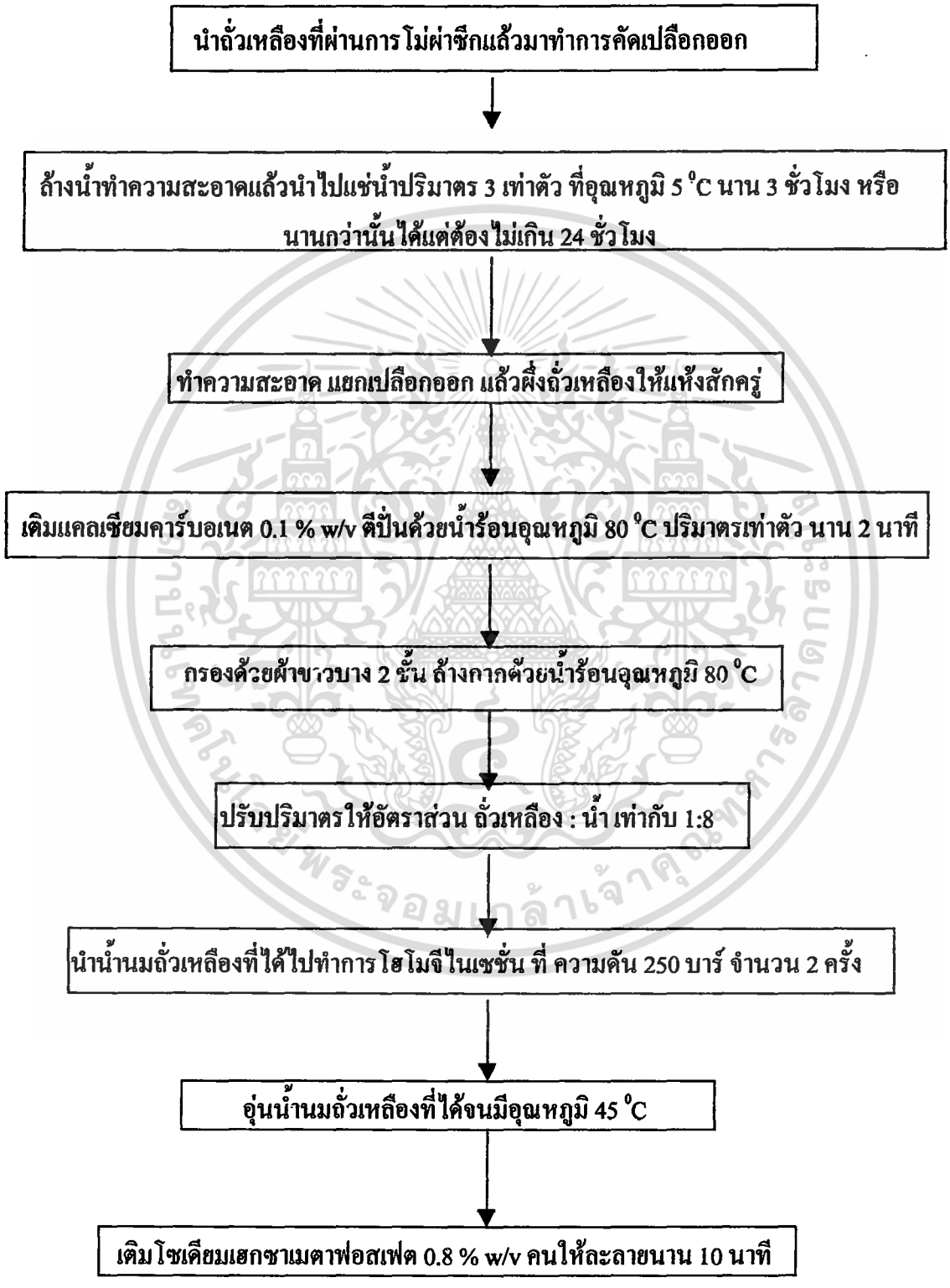
- นำถั่วเหลืองที่ผ่านการโม่ผ่าซีกแล้วมาทำการคัดเปลือกออก ล้างน้ำทำความสะอาดแล้วแช่น้ำปริมาตร 3 เท่าตัว ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นทำความสะอาด แยกเปลือกออก แล้วผึ่งถั่วเหลืองให้แห้งสักครู่ นำใส่เครื่องตีปั่นเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตีปั่นด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาตรเท่าตัว นาน 2 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น ล้างกากด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปรับปริมาตรให้อัตราส่วน ถั่วเหลือง ต่อ น้ำ เท่ากับ 1 ต่อ 8
- นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้ไปทำการโฮโมจีไนเซชั่น ที่ ความดัน 250 บาร์ 2 ครั้ง แล้วอุ่นน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จนมีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต 0.8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร คนให้ละลายนาน 10 นาที นำแคลเซียมแลคเตต 0.35 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมลงในน้ำนมถั่วเหลือง คนให้ละลายนาน 15 นาที
- เติมเจลาตินโดยการแบ่งน้ำนมถั่วเหลือง 1 ใน 3 ส่วน มาเติมเจลาตินที่ 45 ^{0}C คนให้ละลาย โดยใช้ magnetic hot stirrer จากนั้นจึงเติมน้ำนมถั่วเหลืองที่เหลือ ลงไปคนให้เข้ากัน (การทดลองนี้เลือกศึกษาระดับเจลาติน 3 ระดับด้วยกัน คือ 0.7, 0.9 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
- นำน้ำนมถั่วเหลืองมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที่

3.7.1.2 การเตรียมโยเกิร์ตเพื่อศึกษาผลของปริมาณจลาตินและแยมที่มีต่อเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

- นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 ตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิประมาณ 42 องศาเซลเซียส
- บรรจุแยมปริมาณ 10, 15, 20 เปอร์เซ็นต์ ลงในภาชนะที่จะใช้ในการบ่มน้ำนมถั่วเหลืองที่เติมปริมาณ เจลาตินทั้ง 3 ระดับ(0.7, 0.9, 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
- เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ลงในน้ำนมถั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลืองคนให้เข้ากันแล้วบรรจุในภาชนะที่ใช้ในการบ่มที่เตรียมแยมระดับต่างๆไว้แล้ว บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นนำโยเกิร์ตที่ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



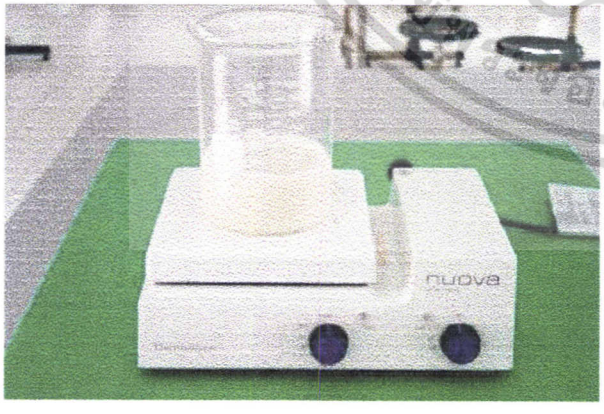
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำแคลเซียมแลคเตต 0.35 % ผสมกับน้ำตาลซูโครส 10 % แล้วเติมลงในน้ำนมถั่วเหลือง คนให้ละลายนาน 15 นาที

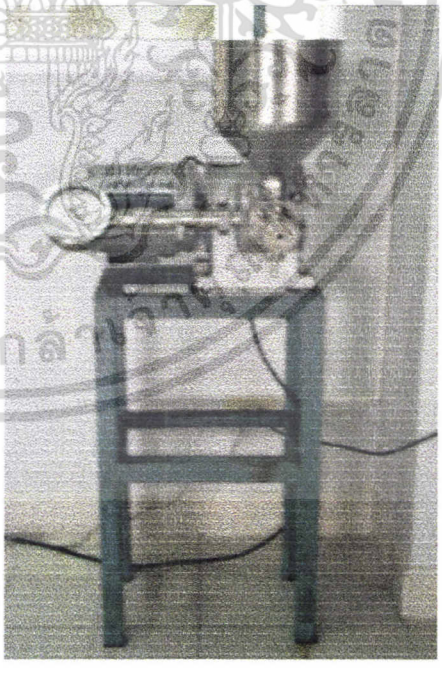
เติมเจลาตินโดยการแบ่งน้ำนมถั่วเหลือง 1 ใน 3 ส่วน มาเติมเจลาตินที่ 45 ^{0}C คนให้ละลาย โดยใช้ magnetic hot stirrer จากนั้นจึงเติมน้ำนมถั่วเหลืองที่เหลือ ลงไปคนให้เข้ากัน
*การทดลองนี้เลือกศึกษาระดับเจลาติน 3 ระดับด้วยกัน คือ 0.7, 0.9 และ 1 %

นำน้ำนมถั่วเหลืองมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 75 ^{0}Cนาน 15 วินาที

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำน้ำนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม
ที่มา : ดัดแปลงขั้นตอนจาก การศึกษากระบวนการผลิตและคุณสมบัติของน้ำนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม (ปริยาพร, 2543)



ภาพที่ 3.2 การเติมเจลาตินโดยใช้magnetic hot stirrer



ภาพที่ 3.3 เครื่องHomogenizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 42^{0}C

↓

บรรจุแยม ลงในภาชนะที่จะใช้ในการบ่มน้ำนมถั่วเหลือง
*การทดลองนี้เลือกศึกษาระดับแยม 3 ระดับด้วยกัน คือ 10, 15 และ 20 %

↓

เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติปริมาณ 5% v/v ลงในน้ำนมถั่วเหลือง คนให้เข้ากันแล้วใส่ในภาชนะที่ใช้ในการบ่มที่มีการเตรียมแยมระดับต่างๆไว้แล้ว บ่มที่อุณหภูมิ 42^{0}C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

↓

นำโยเกิร์ตที่ได้เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C

ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการเตรียมโยเกิร์ต

ที่มา : ดัดแปลงขั้นตอนจากการศึกษาวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส (ลินจง, 2540)

ภาพที่ 3.5 ชุดบ่มโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97126

3.7.1.3 การทดสอบผลของปริมาณเจลาตินและแยมที่มีต่อเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

เตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตที่ได้ในแต่ละระดับ จำนวน 20 ml. บรรจุลงในเครื่องวัดความหนืด Botswick ดังหัวข้อ 3.7.4.3 ทำการบันทึกระยะทางที่วัดได้ แล้วนำไปคำนวณผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อศึกษาว่าปริมาณเจลาตินและแยมมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมหรือไม่

3.7.2 ศึกษาระดับปริมาณเจลาตินที่เนื้อสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมผู้บริโภคให้การยอมรับ

3.7.2.1 การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมเพื่อศึกษาระดับเจลาตินที่เป็นที่ยอมรับ

เตรียมน้ำนมถั่วเหลือง ตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 โดยใช้ปริมาณเจลาติน 3 ระดับ คือ 0.7, 0.9 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และทำการเตรียมโยเกิร์ต ตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.4 โดยใช้ปริมาณแยม 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

*ใช้ระดับแยมที่ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เนื่องจาก ปริมาณแยมระดับนี้เป็นปริมาณระดับกลางที่ใช้ในการทดลอง และ ในการศึกษาระดับเจลตินที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสนี้ ไม่ได้ต้องการเน้นที่รสชาติของโยเกิร์ต

นำโยเกิร์ตที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคยอมรับ

3.7.2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

- ทดสอบโดย ใช้ การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ที่ไม่เคยผ่านการฝึกฝนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม จำนวน 3 ตัวอย่าง คือ ที่ปริมาณเจลาติน 0.7, 0.9, 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ควบคุมระดับแยมไว้ที่ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD โดยทำการเสิร์ฟตัวอย่างแบบสุ่ม และประเมินผล แบบ 7-points hedonic scale โดยทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 ศึกษาระดับปริมาณแยมที่ให้โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ผู้บริโภคยอมรับ

3.7.3.1 การเตรียมโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมเพื่อศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคยอมรับ

เตรียมน้ำนมถั่วเหลือง ตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 โดยน้ำนมถั่วเหลืองมีการเติมเจลาตินในปริมาณที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส ดังหัวข้อ 4.2 และทำการเตรียมโยเกิร์ต ตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.4 โดยใช้ปริมาณแยม 3 ระดับ คือ 10 , 15 , 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำโยเกิร์ตที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคยอมรับ

เมื่อได้โยเกิร์ตที่มีปริมาณเจลาติน และ ปริมาณแยมเป็นที่ยอมรับ ดังหัวข้อ 4.3 ไปทำการทดสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพ และศึกษาอายุการเก็บรักษา ดังหัวข้อที่ 3.7.4 และ3.7.5

3.7.3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

ทดสอบโดย ใช้ การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ที่ไม่เคยผ่านการฝึกฝนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม จำนวน 3 ตัวอย่าง คือ ที่ปริมาณแยม 10, 15, 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD โดยทำการเสิร์ฟตัวอย่างแบบสุ่ม และประเมินผล แบบ 7-points hedonic scale โดยทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม

3.7.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี

เมื่อได้โยเกิร์ตที่ผู้บริโภคให้การยอมรับแล้ว นำโยเกิร์ตมาทดสอบคุณภาพ ดังนี้

3.7.4.1 การวัดค่าพีเอช

ทำการstandardize เครื่องpH- meter ด้วยการใช้ buffer pH 4.00 และ pH 7.00ตามลำดับจากนั้นวัดค่าpH ของสารละลายตัวอย่างในบีกเกอร์ขนาด 50 มล.บันทึกค่าที่ได้ แล้วทำการวัดซ้ำอีกครั้ง

3.7.4.2 การหาค่าความเป็นกรด

1) ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ละลายในน้ำแล้วใส่ในขวดวัดปริมาตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดวัดปริมาตร ถ้ามีกากควรนำไปกรองก่อน

2) ดูดสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ 5 มล. ใส่ใน erlenmayer flask ขนาด 250 มล. หยด phenolpthalein 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3) นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N จนเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการหาค่าความเป็นกรดซ้ำอีกครั้ง

5) คำนวณค่าความเป็นกรด ดังนี้

$$\% \text{ acidity} = \frac{\text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ x normality ของ NaOH x Equivalent wt. Lactic acid x 100}}{\text{ml (or gm) sample x 1000}}$$

Equivalent weigth Lactic acid = 90

3.7.4.3 การวัดค่าความหนืด

เตรียมตัวอย่างโยเกิร์ต จำนวน 20 ml. บรรจุลงในเครื่องวัดความหนืด Botswick ทำการวัดโดยการ วัดระยะทาง(เซนติเมตร) ที่ตัวอย่างโยเกิร์ตสามารถเคลื่อนที่ไปได้ภายในระยะเวลา 30 วินาที ทำการบันทึกระยะทางที่วัดได้แล้วทดลองซ้ำอีกครั้ง

* ถ้าตัวอย่างโยเกิร์ตเคลื่อนที่ได้ในระยะทางมาก แสดงว่า มีความหนืดน้อย

ถ้าตัวอย่างโยเกิร์ตเคลื่อนที่ได้ในระยะทางน้อย แสดงว่า มีความหนืดมาก

ภาพที่ 3.6 การวัดค่าความหนืดด้วนเครื่องมือวัดความหนืด Botswick

3.7.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม

นำโยเกิร์ตที่เตรียมได้ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน มาทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ดังข้อที่ 3.7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18408

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินและแยมที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

จากการที่นำโยเกิร์ตมาวัดความหนืด โดยวัดระยะทางการไหลของโยเกิร์ต ด้วยเครื่องวัดความหนืดBotswick ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะทางที่โยเกิร์ตไหลได้ในเวลา 30 วินาที

ปริมาณแยม (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณเจลาติน (เปอร์เซ็นต์)		
	0.7	0.9	1.0
10	4.0	3.75	3.75
	4.2	4.0	3.6
	4.4	4.2	3.9
15	4.5	4.0	4.0
	4.1	4.3	3.8
	4.3	4.1	3.9
20	4.2	3.6	3.75
	3.9	3.8	4.3
	3.7	4.0	4.5

จากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเจลาติน ระยะทางที่โยเกิร์ตเคลื่อนที่ได้จะลดลง แสดงว่าความหนืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มปริมาณแยมที่ระดับเจลาตินเดียวกันพบว่า ความหนืดมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน

นำผลของระยะทางที่โยเกิร์ตไหลได้มาคำนวณหาความสัมพันธ์ (correlation)ระหว่างเจลาตินและแยม ได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.2 จากตารางพบว่า ปริมาณแยมกับเจลาตินไม่มีผลร่วมกัน(Interaction) ต่อเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต ดังนั้นในการทดลองต่อไป จึงแยกศึกษาผลของเจลาตินและแยม โดยทำการศึกษาหาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม เพื่อให้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตดีก่อนที่จะนำไปปรับปรุงกลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณของเจลาตินกับแยมที่มีต่อเนื้อสัมผัสโยเกิร์ต ($P \leq 0.05$)

Sov.	d.f.	SS	MS	f
Gelatin	2	0.212	0.106	1.325
Yam	2	0.112	0.050	0.625
Gelatin*Yam	4	0.561	0.140	1.750*
Error	18	1.443	0.080	
total	26	1.767		

4.2 ผลการศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่เติมเจลาตินปริมาณ 0.7 , 0.9 , 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ได้ผลดังตารางที่ 4.3

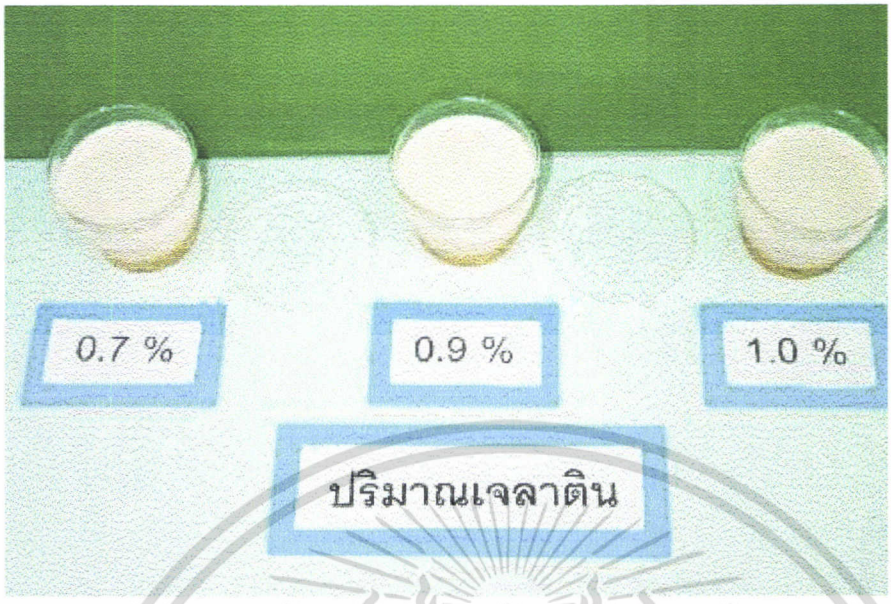
จากตารางพบว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างทางด้านลักษณะปรากฏ รสชาติและการยอมรับรวม ทางด้านเนื้อสัมผัส โยเกิร์ตที่มีการเติมเจลาติน 0.9 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกัน จึงสามารถใช้เจลาตินได้ที่ระดับ 0.9-1.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ลักษณะโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณwhey ที่แยกชั้นออกมา น้อยกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 0.9 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 1.0 มาทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่เติมเจลาติน 0.7 , 0.9 , 1.0 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณเจลาติน	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
0.7	4.20^{a}	4.10^{a}	3.90^{b}	4.15^{a}
0.9	4.05^{a}	4.45^{a}	4.45^{a}	4.60^{a}
1.0	4.40^{a}	4.60^{a}	4.55^{a}	4.55^{a}

* อักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมเจลาติน 3 ระดับ คือ 0.7, 0.9, และ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

4.3 ผลการศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ระดับแยม 10 , 15 , 20 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลดังตารางที่ 4.4

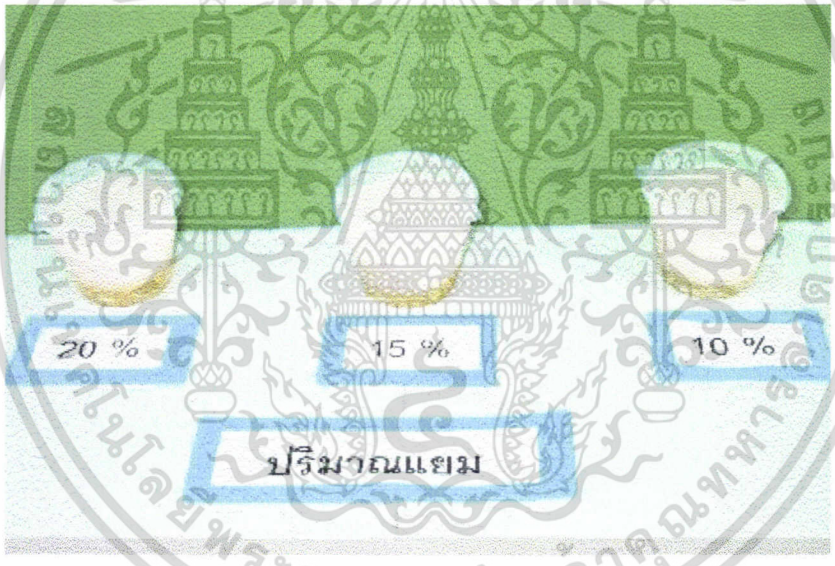
จากตารางพบว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะปรากฏ , รสชาติ , เนื้อสัมผัส , การยอมรับรวม โยเกิร์ตที่มีการเติมแยม 20 กับ 15เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นสามารถเลือกที่จะเติมแยมได้ทั้ง 2 ระดับ แต่ทางด้านกลิ่นมีความแตกต่างกันระหว่างโยเกิร์ตที่เติมแยม 20 เปอร์เซ็นต์กับโยเกิร์ตที่เติมแยมที่ระดับอื่นโดยจะมีคะแนนสูงกว่า จึงเลือกระดับแยมที่ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ไปทำการทดสอบคุณภาพด้านเคมีและกายภาพดังหัวข้อที่ 3.7.4 และ 3.7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่เติมแยม 10 , 15 , 20 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณแยม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
10	4.35[a]	3.80[a]	3.90[a]	3.30[a]	3.85[a]
15	4.35[a]	3.95[a]	4.30[ab]	4.05[b]	4.25[ab]
20	3.80[a]	4.60[b]	4.65[b]	4.00[b]	4.65[b]

* อักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 4.2 ลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมแยม 3 ระดับ คือ 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

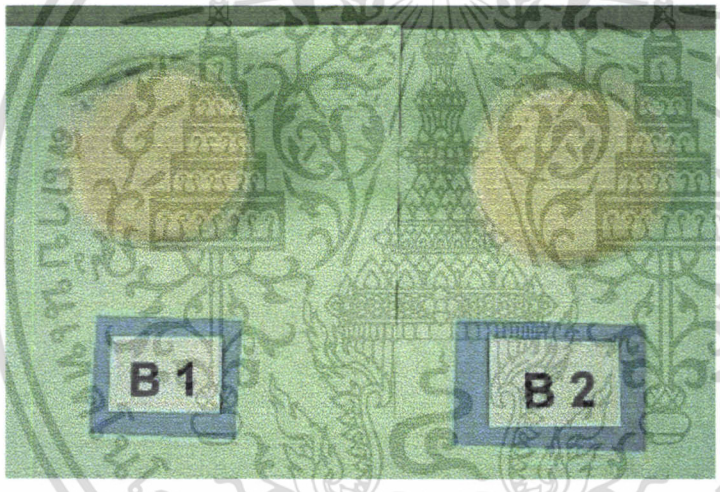
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และอายุการเก็บรักษา

จากการนำโยเกิร์ตมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง , ค่าความเป็นกรด , ความหนืด โดยทำการวัดโยเกิร์ตที่ผลิตใหม่กับที่ทำการเก็บรักษาไว้ 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า pH , ความเป็นกรด , ความหนืด เปรียบเทียบระหว่างโยเกิร์ตที่ผลิตใหม่กับที่เก็บรักษาไว้ 7 วัน

	pH	Acidity	ความหนืด
โยเกิร์ตผลิตใหม่	4.22	0.71	4.5
โยเกิร์ตเก็บรักษา 7 วัน	4.11	0.77	7.0



ภาพที่ 4.3 B1 คือลักษณะโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน
B2 คือลักษณะโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน

เมื่อเก็บโยเกิร์ตไว้เป็นเวลา 7 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความหนืดของโยเกิร์ต ลดลง อาจเป็นผลมาจาก อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ไม่คงที่ทำให้โครงสร้างโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ผันกลับ ทำให้ความหนืดของโยเกิร์ตลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

5.1 จากการทดลองศึกษาปริมาณเจลาตินและแยมว่ามีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสหรือไม่ เมื่อนำค่าความหนืดของโยเกิร์ตที่มีเจลาติน และแยม ระดับต่างๆ มาคำนวณผลของเจลาตินกับแยมที่มีต่อเนื้อสัมผัสโยเกิร์ต ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณเจลาตินกับแยมไม่มีผลร่วมกัน ดังนั้นสามารถแยกศึกษาปริมาณเจลาตินกับแยมได้

5.2 จากการศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ เนื่องจากต้องการได้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่ดี จึงเลือกพิจารณาปัจจัยทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่เติมเจลาติน 0.9 กับ1.0 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงสามารถเลือกเติมเจลาตินได้ทั้ง 2 ระดับ แต่ลักษณะโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณwhey ที่แยกชั้นออกมา น้อยกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 0.9 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกโยเกิร์ตที่เตรียมโดยเติมเจลาติน 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มาทำการทดลองต่อไป

5.3 จากการศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ เลือกพิจารณาปัจจัยทางด้านรสชาติ , เนื้อสัมผัส , การยอมรับโดยรวม พบว่า โยเกิร์ตที่เติมแยม 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นสามารถเลือกเติมแยมได้ทั้ง 2 ระดับ แต่จากการพิจารณาปัจจัยทางด้านกลิ่น โยเกิร์ตที่เติมแยม 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรมีค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส มาก ต่างจากโยเกิร์ตที่เติมแยมในระดับอื่น จึงเลือกโยเกิร์ตที่เติมแยม 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรมาทำการทดลองต่อไป

สามารถสรุปได้ว่า โยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ผู้บริโภคยอมรับ สามารถเติมเจลาตินได้ที่ระดับ 0.9-1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และสามารถเติมแยมมาร์มาเลดรสส้มได้ที่ระดับ 15-20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

5.4 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษา เมื่อนำโยเกิร์ตที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันกับโยเกิร์ตที่ผลิตใหม่ มาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีและกายภาพพบว่า โยเกิร์ตที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 7 วัน จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ,ค่า acidity เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีความหนืดลดลงจากเดิม ซึ่งถ้านำโยเกิร์ตมาเปรียบเทียบลักษณะปรากฏด้วยตาเปล่า ไม่สามารถสังเกตเห็นได้

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลิตโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมที่ผ่านมา พบว่าผู้บริโภคให้ความเห็นว่ารสชาติของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมเปรี้ยวมากเกินไป และ เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองเสริมแคลเซียมที่ได้ไม่มีความคงตัวเท่าที่ควร

การทดลองในครั้งต่อไป จึงควรจะทำการแก้ไขข้อบกพร่องนี้ โดยอาจจะทำการศึกษาปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เหมาะสม ควบคู่ไปกับการศึกษาจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมในการบ่มโยเกิร์ต หรืออาจศึกษาการใช้ Stabilizer ตัวอื่นๆที่เหมาะสม นอกเหนือจากเจลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ์ ศิริพรรณพร. 2544 แคลเซียม:จุลโภชนะที่สำคัญ. อาหาร.31(1):1-8

ปริยาพร เขียวขำ. 2543 วิทยานิพนธ์เรื่องการศึกษากระบวนการการผลิตและคุณสมบัติของน้ำนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. (2543):9-37

ลินจง สุขลำภู. 2540 วิทยานิพนธ์เรื่องการศึกษาวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. (2540):1-28

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2535 เอกสารประกอบการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. (2535):63-66

F. Yazici, V.B. Alvarez and P.M.T. Sansen. 1997 Fermentation and Properties of calcium-fortified Soy milk yogurt. Journal of Food Science.62(3):457-460

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบประเมินผล 7-points Hedonic scale test

เพื่อศึกษาปริมาณเจลาตินที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

ผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม

ชื่อผู้ทดสอบ_____ **เพศ**_____ **อายุ**___**ปี**

วันที่ทดสอบ_____

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามลำดับดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก

2 = ชอบเล็กน้อย

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบ

5 = ชอบมาก

หมายเหตุ วิธีการให้คะแนนขึ้นอยู่กับความชอบของท่านว่าจะยอมรับในผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด

ทดสอบ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
ลักษณะปรากฏ รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส การยอมรับรวม			

ข้อเสนอแนะ_____

_____

_____

_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผล 7-points Hedonic scale test
เพื่อศึกษาปริมาณแยมที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

ผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองเสริมแคลเซียม
ชื่อผู้ทดสอบ_____ **เพศ**_____ **อายุ**___**ปี**
วันที่ทดสอบ_____

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามลำดับดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก
2 = ชอบเล็กน้อย
3 = ชอบปานกลาง
4 = ชอบ
5 = ชอบมาก

หมายเหตุ วิธีการให้คะแนนขึ้นอยู่กับความชอบของท่านว่าจะยอมรับในผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด

ทดสอบ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
ลักษณะปรากฏ			
กลิ่น			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
การยอมรับรวม			

ข้อเสนอแนะ_____
_____
_____
_____
_____
_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

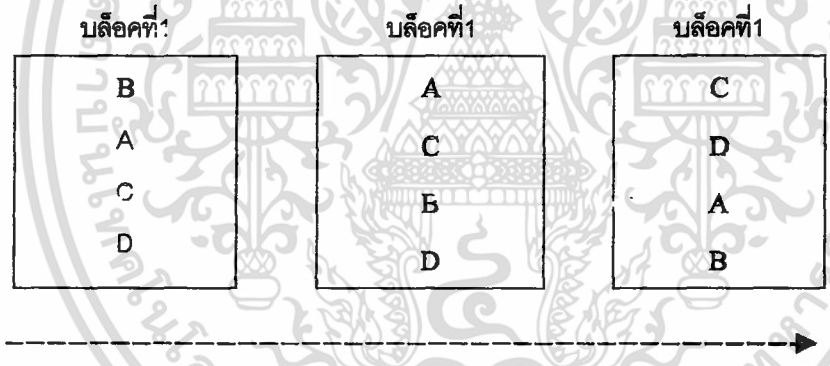
แผนการทดลองแบบ RCBD

ลักษณะของแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อค

1. สามารถแบ่งกลุ่มหน่วยทดลองให้เป็นบล็อค หรือกลุ่ม โดยภายในบล็อคเดียวกัน จะมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกันมากที่สุด และความแตกต่างในบล็อคมีน้อยที่สุด เพื่อลดความแปรผันที่เกิดจากการทดลอง
2. แต่ละบล็อคต้องเป็นบล็อคสมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าทุกทรีตเมนต์จะต้องปรากฏในแต่ละบล็อค
3. การจัดหน่วยทดลองให้กับทรีตเมนต์ หรือจัดทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองจะต้องทำโดยสุ่มภายในแต่ละบล็อค

ผังการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อค

สมมติว่ามีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดต่างกัน 4 พันธุ์ คือ A, B, C และ D ซึ่งจะทำการทดลองปลูกในสถานีทดลองแห่งหนึ่ง ถ้าผู้ทดลองทราบว่าพื้นที่ที่ทำการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับธาตุอาหารในดินตามแนวระดับ ผู้ทดลองจึงควรจัดผังการทดลองดังรูป



มีความแตกต่างของดินตามแนวระดับ

แสดงผังการทดลองของแผนการทดลองแบบ RCBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปแบบเชิงเส้นตรงของแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อค

รูปแบบเชิงเส้นตรงที่ใช้แทนข้อมูลสำหรับแผนการทดลองแบบนี้ คือ

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad ; \quad i = 1,2,...,t \qquad j = 1,2,...,r$$

y_{ij} หมายถึง ข้อมูลจากหน่วยทดลองในบล็อคที่ j ได้รับทรีตเมนต์ที่ i

μ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของประชากร

τ_i หมายถึง อิทธิพลของทรีตเมนต์ที่ i

β_j หมายถึง อิทธิพลของบล็อคที่ j

ε_{ij} หมายถึง เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่มจากหน่วยทดลองที่ i , j

Treatment	Block				Treatment total
	1	2.....	i.....	r	
1	Y_{11}	Y_{21}.....	Y_{i1}	Y_{r1}	$Y_{.1}$
2	Y_{12}	Y_{22}.....	Y_{i2}.....	Y_{r2}	$Y_{.2}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
j	Y_{1j}	Y_{2j}.....	Y_{ij}.....	Y_{rj}	$Y_{.j}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
t	Y_{1t}	Y_{2t}.....	Y_{it}.....	Y_{rt}	$Y_{.t}$
Block total	$Y_{1.}$	$Y_{2.}$	$Y_{I.}$	$Y_{r.}$	$Y..$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis of variance

Source	d.f.	S.S.	M.S.	F_0
Block	(r-1)	$\frac{\sum_i Y_{i.}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr} = (2)$	$\frac{(2)}{r-1} = MSB$	
Treatment	(t-1)	$\frac{\sum_j Y_{.j}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr} = (3)$	$\frac{(3)}{t-1} = MST$	MSE
Error	(t-1)(r-1)	(1) – (2) – (3) = (4)	$\frac{(4)}{(t-1)(r-1)} = MSE$	$\frac{MST}{MSE}$
Total	Tr-1	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr} = (1)$		

นำค่า F จากการคำนวณ เปรียบเทียบกับค่า F จากตาราง จะ reject H เมื่อ

$F_0 > F_\alpha(r-1),(r-1)(t-1)$.....กรณีของblock

$F_0 > F_\alpha(t-1),(r-1)(t-1)$.....กรณีของtreatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้