20368

## ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

(Fermented soymilk from Defatted soybean)

จัดทำโดย

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. นางสาว พิมพ์พร | เบญจลักษณกุล | รหัสนักศึกษา | 44040759 |
| 2. นางสาว อรสุธี | แซ่โอว | รหัสนักศึกษา | 44040781 |

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 11 / 4 / 48

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(.....)

ปพ.
พ718ย
2548
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 95593
วัน เดือน ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์พร เบญจลักษณกุล และ อรสุธี แซ่โอว. 2548 : โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน(Fermeted soymilk from Defatted soybean). โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครูส่ง

## บทคัดย่อ

โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงมาโดยตลอด โดยเฉพาะการปรับปรุงด้านกำจัดกลิ่นถั่ว ในการทดลองนี้ได้มีการศึกษาวิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งเป็นการกำจัดกลิ่นถั่ววิธีหนึ่ง จากการทดลองพบว่า การสกัดไขมันในถั่วเหลืองด้วย hexane ที่อุณหภูมิ 75°C นาน 6 ชั่วโมง อบระเหย hexane ที่อุณหภูมิ 50°C นาน 5 ชั่วโมง เป็นวิธีการที่ได้โปรตีนสูงและไม่มีกลิ่น hexane หลงเหลืออยู่ในถั่วเหลือง ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง พบว่าการปรับสภาพน้ำนมถั่วเหลืองด้วยหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 7% เจลาติน 0.5% หมักที่อุณหภูมิ 42°C นาน 5 ชั่วโมง ให้ลักษณะตะกอนโปรตีนที่ได้มีสีขาวนวลเนื้อสัมผัสแน่นเรียบรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีคะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงที่สุด และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นจึงมีการเติมกลิ่นสตรอเบอรี่แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการเติมกลิ่นจะช่วยกลบกลิ่นถั่วที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ดี แต่ยังคงต้องปรับปรุงเรื่องรสชาติให้เปรี้ยวน้อยลงและหวานมากขึ้น นอกจากนี้ยังควรปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้อ่อนลงเพื่อให้ใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่จำหน่ายตามท้องตลาด

พิมพ์พร เบญจลักษณกุล
อรสุธี แซ่โอว.

ลายมือนักศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครูส่ง)
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

11/4/48
วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิชาปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานดังนี้

รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ช่วยตรวจแก้ไข และให้คำปรึกษาต่างๆ

สำนักงานกองทุนการสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนในด้านทุนทรัพย์เพื่อใช้จ่ายในการศึกษาปัญหาพิเศษ

ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหมีด, ผศ.ดร.อดิศร เศวตวิวัฒน์, ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับปัญหาพิเศษ

พี่ๆนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาในเรื่องเครื่องมือต่างๆ

เพื่อนๆสาขาเทคโนโลยีการหมักทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษ และ คอยให้กำลังใจตลอดมา

และสุดท้ายนี้ที่ขาดไม่ได้ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวเบญจลักษณกุล และครอบครัวแซ่โอว ที่คอยให้การสนับสนุนทุกด้านทำให้มีโอกาสทำปัญหาพิเศษนี้เสร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

8 เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | จ |
| สารบัญภาพ | ช |
| บทที่ | |
| 1.บทนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ | 1 |
| 2. ตรวจเอกสาร | 2 |
| 2.1 ถั่วเหลือง | 2 |
| 2.2 น้ำนมถั่วเหลือง | 6 |
| 2.3 การเกิดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง | 10 |
| 2.4 กรรมวิธีในการกำจัดกลิ่นถั่ว | 12 |
| 2.5 การสกัดไขมัน | 13 |
| 2.6 โยเกิร์ต | 17 |
| 2.7 โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง | 22 |
| 3.อุปกรณ์และวิธีทดลอง | 25 |
| 3.1 อุปกรณ์ | 25 |
| 3.2 วัถถุดิบ | 26 |
| 3.3 สารเคมี | 26 |
| 3.4 ขั้นตอนและวิธีทดลอง | 26 |
| 4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | 34 |
| 4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบถั่วเหลืองที่ใช้ศึกษา | 34 |
| 4.2 ผลการศึกษาวิธีการสกัดไขมันให้ได้โปรตีนสูง | 34 |
| 4.3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของโยเกิร์ต | 39 |
| 5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง | 50 |
| ข้อเสนอแนะ | 51 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | |
|---|---|
| เอกสารอ้างอิง | 52 |
| ภาคผนวก | 55 |
| การวิธีวิเคราะห์ทางเคมี | 55 |
| แบบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส | 60 |
| ประวัติผู้เขียน | 62 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สาบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 1. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองดิบ | 4 |
| 2. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง | 6 |
| 3. แสดงการเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมีของ น้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมัน | 17 |
| 4. องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา | 34 |
| 5. ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง | 35 |
| 6. ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลาต่างๆ | 37 |
| 7. ปริมาณโปรตีนและไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่ อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบระเหย hexane ออกที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง | 38 |
| 8. ปริมาณโปรตีนและไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัด ไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบ ระเหยhexane ออกที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลาต่างๆ | 38 |
| 9. ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลือง ของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จาก ถั่วสกัดไขมัน | 39 |
| 10. TS, TSS, pH และค่าความเป็นกรดของน้ำนมถั่วเหลือง ที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลืองและ น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน | 40 |
| 11. ปริมาณโปรตีน ไขมัน ในน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับ สภาวะด้วยหางนมผง 0 5 10 15% | 40 |
| 12. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ต ที่เติมหางนมผงในปริมาณ 0 5 10 15% | 41 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง(ต่อ)


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 13. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 0 5 10 15% | 41 |
| 14. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลกลูโคส แลคโตส ซูโครส | 42 |
| 15. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาล กลูโคส แลคโตส ซูโครส | 43 |
| 16. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลปริมาณ 0 3 5 7% | 43 |
| 17. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาลปริมาณ 0 3 5 7 % | 44 |
| 18. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตที่เติมเจลาตินปริมาณ 0 0.5 1.0 1.5 % | 45 |
| 19. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมเจลาตินปริมาณ 0 0.5 1.0 1.5 % | 46 |
| 20. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตที่บ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 46 | 47 |
| 21. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่บ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 46 | 47 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | หน้า |
|---|---|
| 1. กลไกการทำงานของไลพอกซีจีเนสต่อ linoleic acid | 11 |
| 2. แสดงขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้โปรตีนสูง | 28 |
| 3. แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน | 30 |
| 4.แสดงการเตรียมโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน | 33 |
| 5. ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังจากการบดก่อนที่จะนำไปสกัดไขมัน | 35 |
| 6. (ก) อุปกรณ์ในการสกัดไขมัน<br>(ข) ถั่วเหลืองบดที่ได้ภายหลังจากการสกัดไขมัน | 36 |
| 7. กราฟแสดงค่าแรงกดทะลักของโยเกิร์ตที่เติมที่มีส่วนผสมของเจลาตินในปริมาณต่างๆกัน | 45 |
| 8. โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านการเติมสีและกลิ่นเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสีและกลิ่น | 48 |
| 9. การรายงานผลด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองกลิ่นสตรอเบอรี่ | 49 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในปัจจุบันโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติและกลิ่นเฉพาะตัว อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงมากแต่ปัจจุบันวัตถุดิบหลักที่นำมาผลิตโยเกิร์ตได้มาจากแหล่งเดียวคือ น้ำนมวัว ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำนมถั่วเหลืองมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่และเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค แต่การใช้น้ำนมถั่วเหลืองแทนน้ำนมวัวนั้นผู้บริโภคอาจจะมีปัญหาในการยอมรับเรื่องกลิ่นถั่ว รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่แปลกไปจากการใช้น้ำนมวัวจึงได้มีการปรับปรุงกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่ทำมาจากน้ำนมถั่วเหลืองเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยใช้การสกัดไขมันจากเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง เป็นการปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองให้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังมีการเติมน้ำตาลและหางนมในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงรสชาติ เนื้อสัมผัสและเพิ่มปริมาณโปรตีนในโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองให้มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจากถั่วเหลืองที่สกัด ไขมัน
2. เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคในการรับประทานโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่2

## ตรวจเอกสาร

### 2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง(soy bean)จัดอยู่ในพืชตระกูลถั่วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max (L.)Merrill* ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) เอ็มบริโอ (embryo) และส่วนที่เก็บสะสมอาหารโดยที่ เอ็มบริโอ ประกอบไปด้วยโคทีเลดอน (cotyledon) 2 ส่วน ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร(Lui, 1997)

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เข้ามาสู่ประเทศไทยโดยชาวจีนอพยพเป็นผู้นำเข้ามา จนกระทั่งถั่วเหลืองกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของอาหารของคนไทยมีการนำถั่วเหลืองมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ้ว น้ำนมถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันต่ำ และราคาถูกเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ ในปัจจุบันพบว่าการบริโภคถั่วเหลืองจะมีผลดีต่อสุขภาพ และช่วยป้องกันโรคบางโรคได้ ถั่วเหลืองประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1 โปรตีน

โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าเทียบเท่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ในถั่วเหลืองมีโปรตีนอยู่ประมาณ ร้อยละ 30-50 และยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่ FAO/WHO แนะนำ

2 ไขมัน

ถั่วเหลืองมีไขมันร้อยละ 12-35 ไขมันในถั่วเหลืองประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบในถั่วเหลืองคือมีประมาณ 15 ต่อ 85 ในกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวนี้พบว่ามีไขมันที่ดีและมีประโยชน์ต่อการบริโภค (essential fatty acid ) มีอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง คือ 30-40 % ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะพวก linoleic และ linolenic

3 คาร์โบไฮเดรต

ในถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14-24 คาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลืองแบ่งเป็น 2 ประเภท

3.1 คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate) ได้แก่ disaccharide trisaccharide tetrasaccharide ส่วน pentasaccharide มีพบน้อยมาก แต่มีพบใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของแป้ง (starch) ในถั่วเหลืองเมล็ดแก่ ในถั่วเหลืองที่ยังอ่อนจะพบน้ำตาลในรูปของ monosaccharide คือ กลูโคส และน้ำตาล reducing sugar อื่นๆอยู่ในปริมาณพอสมควร

3.2 คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble carbohydrates of cotyledons)คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำส่วนที่อยู่ที่ใบเลี้ยง ส่วนใหญ่จะได้แก่สารพวกที่มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อน คือ เป็นน้ำตาลที่มีหลายโมเลกุล อันได้แก่พวก arabinan arabinogalactan และอาจรวมไปถึงสารในกลุ่มของ เพคติน

4 เถ้าและแร่ธาตุในถั่วเหลือง พบว่าแร่ธาตุส่วนใหญ่ที่พบเป็นประเภท โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และซัลเฟอร์ เป็นต้น

5 วิตามิน ถั่วเหลืองถือว่าเป็นแหล่งของวิตามินแหล่งหนึ่งของอาหาร พบว่าเป็นแหล่งของวิตามินบีรวม ที่ค่อนข้างสูง ในส่วนของวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (fat soluble vitamin) พบว่าถั่วเหลืองมีปริมาณของ betacarotene อยู่ในเมล็ดถั่วเหลืองอ่อนอยู่ 2-7 ไมโครกรัมต่อกรัม แต่ถ้าถั่วเหลืองแก่ปริมาณจะลดลงเหลืออยู่เพียง 0.2-2.4 ไมโครกรัมต่อกรัม ในกรณีของวิตามินดี ในผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลืองโดยเฉพาะในรูปของน้ำนมถั่วเหลืองพบน้อยมาก ส่วนวิตามินอีพบว่ามีอยู่ในน้ำนมถั่วเหลืองในปริมาณ 1.4 ไมโครกรัมต่อกรัม

คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเลืองแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองดิบ 35 กรัม**

| | | %Daily Value |
|---|---|---|
| **Carbohydrates** | | 1% |
| Total Carbohydrate | 3.3g | 2% |
| Dietary Fiber | 0.4g | |
| Starch | 0.0g | |
| **Fats** | | |
| Total fat | 2.3g | 4% |
| Saturated Fat | 0.3g | 2% |
| **Protein&Amino Acids** | | |
| protein | 4.6g | 9% |
| trytophan | 55.6mg | |
| threonine | 176mg | |
| isoleucine | 203mg | |
| leucine | 328mg | |
| lysine | 263mg | |
| methionine | 48.3mg | |
| cystine | 55.0mg | |
| phenylalanine | 224mg | |
| tyrosine | 167mg | |
| valine | 217mg | |
| arginine | 317mg | |
| histidine | 122mg | |
| alanine | 192mg | |
| Asepartic acid | 621mg | |
| Glutamic acid | 688mg | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| glycine | 176mg | |
| proline | 236mg | |
| serine | 228mg | |
| **Vitamins** | | |
| A | 3.9IU | 0% |
| C | 5.4mg | 9% |
| D | - | 0% |
| E | - | 0% |
| thiamin | 0.1mg | 8% |
| riboflavin | 0.0mg | 2% |
| niacin | 0.4mg | 2% |
| B6 | 0.1mg | 3% |
| folate | 660.2mg | 15% |
| B12 | - | 0% |
| Pantotheic acid | 0.3mg | 3% |
| **Minerals** | | |
| calcium | 23.4mg | 2% |
| iron | 0.7mg | 4% |
| magnesium | 25.2mg | 6% |
| phosphorus | 57.4mg | 6% |
| potassium | 169mg | 5% |
| sodium | 4.9mg | 0% |
| Zinc | 0.4mg | 3% |
| Copper | 0.1mg | 7% |
| manganese | 0.2mg | |
| selenium | 0.2mcg | |
| **Sterols** | | |
| cholesterol | 0.0mg | 0% |
| **Other** | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| alcohol | 0.0g | |
| water | 24.2g | |
| ash | 0.6g | |

ที่มา: http://www.nutritiondata.com/facts-001-02s020v.html

## 2.2 น้ำนมถั่วเหลือง

นมถั่วเหลือง (soy milk) หรือน้ำเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นน้ำนมที่สกัดไขมันจากการบดเมล็ดถั่วเหลืองผสมกับน้ำกรองและผ่านการให้ความร้อนมีลักษณะภายนอกและองค์ประกอบคล้ายคลึงกับน้ำนมวัว องค์ประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง 100 กรัม**

| Nutrient | Units | 1 cup<br>One regular cup serving<br>Per USDA data<br>245.000 g |
|---|---|---|
| **Proximates** | | |
| Water | g | 228.511 |
| Energy | kcal | 80.850 |
| Energy | kj | 338.100 |
| Protein | g | 6.737 |
| Total lipid (fat) | g | 4.679 |
| Carbohydrate, by difference | g | 4.434 |
| Fiber, total dietary | g | 3.185 |
| Ash | g | 0.662 |
| **Minerals** | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| Calcium, Ca | mg | 9.800 |
| Iron, Fe | mg | 1.421 |
| Magnesium, Mg | mg | 46.550 |
| Phosphorus, P | mg | 120.050 |
| Potassium, K | mg | 345.450 |
| Sodium, N.. | mg | 29.400 |
| Zinc, Zn | mg | 0.564 |
| Copper, Cu | mg | 0.294 |
| Manganese, Mn | mg | 0.417 |
| Selenium, Se | mcg | 3.185 |
| **Vitamins** | | |
| Vitamin C, ascorbic acid | mg | 0.000 |
| Thiamin | mg | 0.394 |
| Riboflavin | mg | 0.172 |
| Niacin | mg | 0.360 |
| Pantothenic acid | mg | 0.118 |
| Vitamin B-6 | mg | 0.100 |
| Folate | mcg | 3.675 |
| Vitamin B-12 | mcg | 0.000 |
| Vitamin A, IU | IU | 78.400 |
| Vitamin A, RE | mcg_RE | 7.350 |
| Vitamin E | mg_ATE | 0.025 |
| **Lipids** | | |
| Fatty acids, saturated | g | 0.524 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| 4:0 | g | **0.000** |
| 6:0 | g | **0.000** |
| 8:0 | g | **0.000** |
| 10:0 | g | **0.000** |
| 12:0 | g | **0.000** |
| 14:0 | g | **0.010** |
| 16:0 | g | **0.385** |
| 18:0 | g | **0.130** |
| Fatty acids, monounsaturated | g | **0.799** |
| 16:1 | g | **0.010** |
| 18:1 | g | **0.789** |
| 20:1 | g | **0.000** |
| 22:1 | g | **0.000** |
| Fatty acids, polyunsaturated | g | **2.041** |
| 18:2 | g | **1.801** |
| 18:3 | g | **0.240** |
| 18:4 | g | **0.000** |
| 20:4 | g | **0.000** |
| 20:5 | g | **0.000** |
| 22:5 | g | **0.000** |
| 22:6 | g | **0.000** |
| Cholesterol | mg | **0.000** |
| **Amino acids** | | |
| Tryptophan | g | **0.105** |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| Threonine | g | 0.277 |
| Isoleucine | g | 0.353 |
| Leucine | g | 0.590 |
| Lysine | g | 0.439 |
| Methionine | g | 0.098 |
| Cystine | - | 0.115 |
| Phenylalanine | g | 0.370 |
| Tyrosine | g | 0.274 |
| Valine | g | 0.345 |
| Arginine | g | 0.524 |
| Histidine | g | 0.174 |
| Alanine | g | 0.299 |
| Aspartic acid | g | 0.835 |
| Glutamic acid | g | 1.347 |
| Glycine | g | 0.294 |
| Proline | g | 0.397 |
| Serine | g | 0.353 |

**ที่มา: USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 13 (November 1999)**

ถั่วเหลืองมีประโยชน์ช่วยลดโคเลสเตอรอล ทำให้ลดโอกาสที่จะเป็นโรคหัวใจ โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ นมถั่วเหลืองจะดีกว่านมวัวตรงที่มีเส้นใยอาหารด้วย เส้นใยอาหารช่วยในการขับถ่ายและป้องกันโรคมะเร็งทางเดินอาหาร

ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมาสนใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้นโดยเฉพาะในเรื่องของอาหารจึงมีผู้นิยมบริโภคน้ำนมถั่วเหลืองกันอย่างแพร่หลาย โดยการบริโภคน้ำนมถั่วเหลือง 1 แก้ว (240 กรัม) จะได้โปรตีนประมาณ 6 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนที่มีในไข่ไก่ 1 ฟอง นอกจากนั้นยังมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ อีกทั้งยังปราศจากโคเลสเตอรอลจากการศึกษา พบว่าการดื่มนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ดีกว่าการได้รับโปรตีนจากนมในสัตว์ (นิรนาม 2543) นมถั่วเหลืองจึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลในอาหารและผู้ที่รับประทานนมวัวแล้วท้องเสียเนื่องจากขาดเอนไซม์ lactase ที่ใช้ย่อยน้ำตาล lactose ในนมวัว

อย่างไรก็ตามการยอมรับผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองของผู้บริโภคยังมีข้อจำกัดโดยเฉพาะผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับกลิ่นถั่ว (beany flavor) ซึ่งอาหารที่เตรียมจากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นถั่ว กลิ่นเหม็นเขียวกลบรสชาติที่ดีอย่างอื่น แต่ถ้าหากนำถั่วเหลืองมาผ่านขั้นตอนการกำจัดกลิ่นถั่วหรือลดกลิ่นถั่วให้เหลือน้อยที่สุดจะทำให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองมีมากขึ้น

**2.3 การเกิดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง**

กลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเป็นปัญหาใหญ่ที่จะนำถั่วเหลืองไปประกอบอาหาร กลิ่นและรสชาติดังกล่าวเรียกว่า green , beany , bitter (Arai และคณะ, 1997) กลิ่นถั่วเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งมีอยู่ในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส เป็นเอนไซม์ในกลุ่มออกซิโดรีดักเตส (Oxidoreductase) หรือที่เรียกว่า linoleate : Oxygen Oxidoreductase สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีพันธะคู่ 2 พันธะที่อยู่ในรูปของ cis form โดยปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่อมีออกซิเจนและน้ำจากปฏิกิริยาจะทำให้เกิดสารประกอบพวก Conjugated diene hydroperoxide ซึ่งจะสลายตัวเกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ทำให้เกิดกลิ่นถั่วขึ้นในผลิตภัณฑ์ (ทะนง ภัครัชพันธุ์ 2522 ; น้ำทิพย์ วงศ์ประทีป ; 2540) สารชนิดที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียวก็คือ เฮกซานอล (hexanal) (Lui,1997)

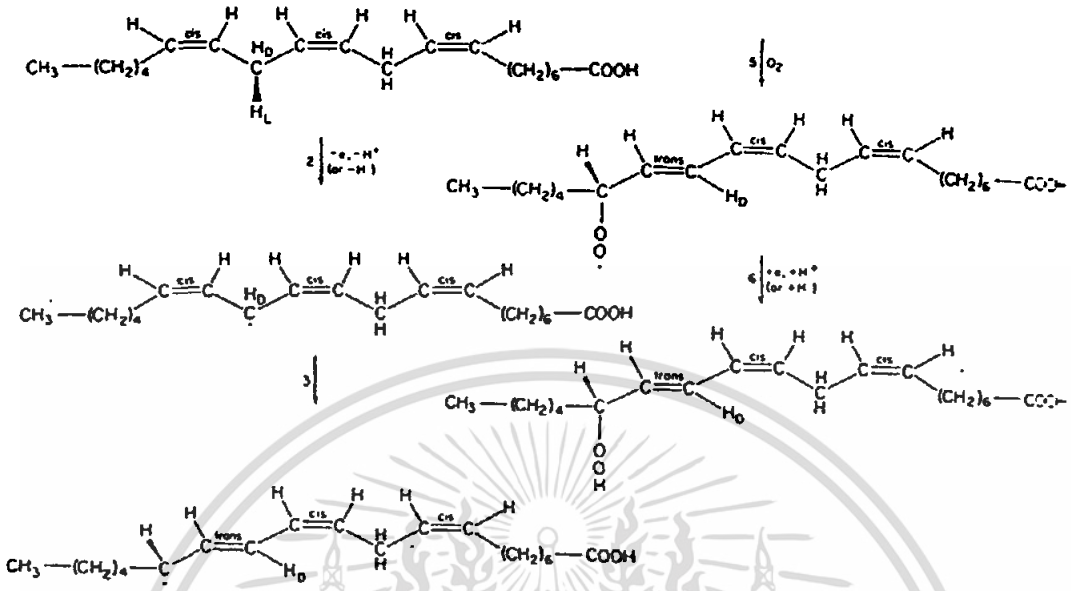
คุณสมบัติของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

1. มีมวลโมเลกุล ประมาณ 102,000 และมีค่า pK 5.4 มีค่า pH ที่เหมาะสมเท่ากับ 9
2. ความจำเพาะของไลพอกซีจีเนสต่อสับเสตรท

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอ็นไซม์ที่มีความจำเพาะต่อกรดไขมันและไขมันที่มี cis-cis penta-1,4-diene unit (-CH=CH-$CH_2$-CH=CH-) ได้แก่ กรดไขมันพวก linoeic, linolenic และ arachedonic acids มี diene unit $\geq$ 1 unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่1 : กลไกการทำงานของไลพอกซีจีเนสต่อ linoleic acid (8,11,14 eicosatrienoic acid)

ที่มา: ปราณี อ่านเปรื่อง, (2543ค)

ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นด้วยไลพอกซีจีเนส อธิบายได้ดังนี้

1. เอนไซม์และสับสเตรทซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว จับกันในลักษณะจำเพาะเป็นสารเชิงซ้อน เป็น stereospecific complex บางครั้งร่วมกับ $O_2$ เกิดเป็น EOO° ร่วมด้วย
2. เอนไซม์จะดึงอิเล็กตรอน หรือ อะตอมของไฮโดรเจน หรือทั้งสองอย่าง อย่างมี stereospecific จากตำแหน่งโอเมก้า-8 ทำให้เกิดเป็นอนุมูลกรดไขมันที่ โอเมก้า-8 นี้
3. กรดไขมันอิสระจะเปลี่ยนไอโซเมอร์ ขณะที่เกิดการเกาะกันกับเอนไซม์ กรดไขมันอิสระจะเปลี่ยนไอโซเมอร์ เพื่อให้ที่อยู่กับ unshared electron ที่โอเมก้า-6 ทำให้เกิด conjugation และ isomerization ของ double bond
4. เอนไซม์และผลผลิตจะรวมกับ $O_2$ เพื่อให้เกิด ternary complex แม้ว่าปฏิกิริยานี้จะเป็นแบบสับสเตรท 2 ตัวก็ตาม แต่ข้อมูลมีไม่เพียงพอที่จะชี้ให้เห็นว่าเมื่อไหร่ที่ $O_2$ เกาะกับสับสเตรท ดังนั้น $O_2$ ควรที่จะเกาะกับสับสเตรทเหมือนขั้นที่ 1
5. $O_2$ ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่โอเมก้า-6 ได้เป็น hydroperoxy free radical (ROO°)
6. อิเล็กตรอนแยกจากเอนไซม์ (ขั้นที่2) และโปรตีนแยกจากตัวกลาง หรืออนุมูล H° เท่านั้น ทำให้เกิด 15-hydroperoxy-8,11,13-eicosatrienoic acid ซึ่งในที่สุดจะแยกออกจากเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออีกในหนึ่งอิเล็กตรอน ($H^{\circ}$) สามารถถูกแยกจากโมเลกุลที่ 2 ของ 8,11.14-eicosatrienoic acid

การวัดแอกติวิตีของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสทำได้หลายวิธี ดังนี้ (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2543)

1. วัดปริมาณ $O_2$
2. การวัดการเกิด conjugation ของ double bond วัดได้ที่ $OD_{232}$, และค่า $E^{M}_{cm} = 2.8x10^{4}\ M^{-1}cm^{-1}$
3. วัดปริมาณ hydroperoxide ทำได้ดังนี้

3.1 วัดการเกิดออกซิเดชั่นของ $I^-$ (KI) ไปเป็น $I_2$ ในสารละลายกรด โดยทำปฏิกิริยากับ hydroperoxide (ROOH)

$$KI + H^+ + HOOR \longrightarrow I_2$$

3.2 วัดอัตราการฟอกสีของสีเหลืองของคาโรทีน ทำได้ดังนี้คือ สารละลายปฏิกิริยาประกอบด้วย linoleate , คาโรทีน และเอนไซม์ที่ pH ที่เหมาะสมจะเกิดปฏิกิริยาการฟอกสีของแคโรทีนไปเป็นสารไม่มีสี เนื่องจากเกิดอนุมูลอิสระ

**2.4 กรรมวิธีในการกำจัดกลิ่นถั่ว**

Michael (1987; US patent 4675198)ได้ทำการกำจัดกลิ่นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพืชโดยใช้ supercritical fluid หรือ liquid extraction ก๊าซที่ใช้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำโดยการสกัดในภาชนะควบคุมความดัน จากนั้นทำการแยกก๊าซกับผลิตภัณฑ์ ก๊าซที่แยกออกมาจะเอากลิ่นของผลิตภัณฑ์นั้นออกมาด้วย

การกำจัดกลิ่นถั่วโดยนำถั่วเหลืองดิบลงไปต้มในน้ำเดือดที่ใส่โซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณเล็กน้อยเป็นเวลา 5 นาที เทน้ำทิ้งแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดที่ใส่ไบคาร์บอเนตอีกครั้งนำไปบดและกรองแยกน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จะไม่มีกลิ่นถั่วเนื่องโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลยับยั้งเอนไซม์ Lipoxygenase (http://www.ag.uiuc.edu/~intsoy/soymilk.htm)

Toshiaki และคณะ (1979; US patent 4138506) กำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองได้การเติมกรดซัลฟูรัส โดยเติมในรูปโซเดียมซัลไฟต์ ลงในน้ำนมถั่วเหลืองปริมาณ 1500-4000 ppm ขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมถั่วเหลืองเมื่อทำจากถั่วเหลืองหรือเติมในปริมาณ 200-1000 ppm ขึ้นกับปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมถั่วเหลืองเมื่อทำจากถั่วเหลืองสกัดไขมันจากนั้นให้ความร้อนในอุณหภูมิสูงและใช้เวลาสั้น ทำให้เย็นลงทันที และใส่ activated carbon เพื่อไปดูดซับองค์ประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่นและซัลฟูรัสที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yamashita, N. และคณะ (1994) ระบุว่าการควบคุมการกำจัดกลิ่นของถั่วเหลืองสกัดไขมันโดยการปรับ pH ประเมินโดยประสาทสัมผัสของโดยการบดถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ pH = 3 โดยใช้ HCl , $H_3PO_4$ หรือ tartaic acid และนำไปแช่ใน 0.15M HCl เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ปรากฏว่า การบดด้วยHCl จะให้กลิ่นรสที่ผู้ชิมยอมรับไม่ได้โดยจะมีรสชาติเค็ม แต่กรดอื่นๆให้รสชาติที่ผู้ชิมยอมรับได้

Steinkraus (1985, US patent 4496599) ค้นพบการกำจัดกลิ่นถั่วโดยให้ ถั่วเหลืองที่ทำเป็นแผ่นหรือบดเป็นผงแล้วมาสกัดด้วย ethanol 95% เป็นเวลา 15นาที ถึง 2 ชั่วโมงเพื่อกำจัดกลิ่นถั่ว จากนั้นนำไปสกัดไขมันโดยใช้ hexane จะได้ไขมันอิสระออกมา นำไปกำจัด hexane ที่อุณหภูมิ 40-60องศาเซลเซียส ภายใต้สุญญากาศ

การสกัดไขมันเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในการลดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ได้มีการนำถั่วเหลืองมาสกัดไขมันออกซึ่งพบว่าเป็นวิธีการที่ช่วยปรับปรุงกลิ่นของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองให้ดีขึ้น (http://www.asa-europe.org/pdf/ussbm.pdf)

**2.5 การสกัดไขมัน**

เป็นกรรมวิธีการแยกส่วนประกอบที่ปนอยู่ในของแข็งหรือปนอยู่ในของเหลวโดยใช้ตัวทำละลายที่เป็นของเหลว การสกัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

- การสกัดของแข็ง(leaching) เป็นการใช้ตัวทำละลายไปชะส่วนประกอบที่สามารถละลายได้ออกจาก ส่วนของแข็งที่ไม่ละลาย
- การสกัดของเหลว(extraction) เป็นการแยกของเหลวที่ผสมกัน 2 ชนิดออกจากกันโดยใช้สารละลายที่เหมาะสมสำหรับของเหลวใดของเหลวหนึ่ง

การสกัดใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันมานานแล้วเนื่องจากน้ำมันจากถั่วเหลือง ข้าวโพด หรือรำข้าวไม่สามารถแยกออกมาได้โดยใช้แรงกดอัดจึงจำเป็นต้องใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย ลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของของแข็งที่เหลือจากการสกัดด้วยตัวทำละลายคือมีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงเหลืออยู่

หลักการโดยทั่วไปของการสกัด (รุ่งนภา, 2544)

1. การแพร่ เป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลต่างๆของสารประกอบชนิดหนึ่งผ่านส่วนที่ต่อเนื่องในเฟสหนึ่งหรือผ่านผิวระหว่างเฟส

ในการสกัดของแข็ง-ของเหลว ตัวทำละลายจะต้องแพร่เข้าไปในของแข็งเพื่อละลายตัว ถูกละลายออกมา และตัวถูกละลายก็ต้องแพร่ผ่านออกมาจากของแข็งที่อิ่มตัวด้วยตัวทำละลายไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟส ตัวทำละลาย ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย ยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็ก ระยะเวลาที่ของแข็งต้องอยู่ในขั้นของการสกัดยิ่งสั้น

แม้ว่าขนาดของอนุภาคของของแข็งจะมีผลต่ออัตราการสกัด คือยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็ก พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของแข็งกับของเหลวยิ่งมากทำให้อัตราการถ่ายเทขององค์ประกอบที่ละลายได้เพิ่มมากก็ตาม แต่ในกรณีที่สารเป็นอนุภาคละเอียดมาก อาจก่อให้เกิดความต้านทานหรือยับยั้งการหมุนเวียนของตัวทำละลายที่จะผ่านชั้นของของแข็งทำให้พื้นที่ผิวของการสัมผัสที่มากขึ้นก็ไม่ได้ช่วยในเรื่องอัตราการถ่ายเทมวล

2. ความสามารถในการละลาย ความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงสุดที่เป็นไปได้ในเอกซ์แทรคท์สุดท้ายที่ออกจากระบบการสกัดคือความเข้มข้นที่อิ่มตัวดังนั้นอัตราส่วนของ(ตัวทำละลาย/ของแข็ง) ต้องสูงพอที่เมื่อตัวทำละลายบริสุทธิ์สัมผัสของแข็งที่ส่งเข้าสู่เครื่องสกัดในตอนต้น สารละลายที่ได้หลังสมดุลต้องมีความเข้มข้นต่ำกว่าความเข้มข้นอิ่มตัวของตัวถูกละลาย

ในระบบที่ต้องทำการสกัดของแข็งหลายครั้งด้วยตัวทำละลายที่หมุนเวียนกลับมาใช้ ถ้าสามารถในการละลายของตัวทำละลายสูงจะช่วยลดจำนวนเที่ยวของการหมุนเวียนตัวทำละลายที่ต้องใช้ เพื่อกำจัดตัวถูกละลายออกไปในระดับที่ต้องการ

ของเหลวที่ใช้เป็นตัวทำละลายควรจะมีความหนืดต่ำเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนได้ดีโดยทั่วไป มักจะใช้ตัวทำละลายค่อนข้างบริสุทธิ์ในช่วงแรก แต่ขณะที่กระบวนการการสกัดดำเนินต่อไป ความเข้มข้นของตัวถูกละลายจะเพิ่มขึ้น และอัตราการสกัดจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างความเข้มข้นลดลงและสารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น

ในหลายกรณีอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสกัดเนื่องจากคความสามารถในการละลายของสารที่ต้องการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนดีขึ้นด้วย

3. สมดุล เมื่ออัตราส่วนของ(ตัวทำละลาย/ของแข็ง) มากพอที่จะทำให้ระดับของตัวถูกละลายที่ต้องการละลายออกมา สมดุลที่เกิดขึ้นจะเป็นสภาวะที่ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในเฟสของของแข็งและเฟสของตัวทำละลายเท่ากัน ดังนั้น ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายที่อยู่ในของแข็งจะเท่ากับในเฟสของของเหลวหรือตัวทำละลาย แต่เมื่อปริมาณของตัวทำละลายไม่เพียงพอต่อการละลายตัวถูกละลายทั้งหมดที่มีอยู่ สมดุลจะพิจารณาว่าเป็นสภาวะที่ความเข้มข้นของตัวถูกละลายไม่ มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไปในทั้งสองเฟส ไม่ว่าจะมีการสัมผัสที่นานขึ้นก็ตาม อย่างไรก็ตามเพื่อให้ สมดุลเกิดขึ้นจำเป็นต้องให้เฟสของแข็งและตัวทำละลายได้สัมผัสกันเป็นเวลาที่นานพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ควบคุมกระบวนการสกัดคือพื้นที่ที่มีการสัมผัสระหว่างกระแสทั้งสองเวลาของการสัมผัส คุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงสมดุลของการถ่ายเทองค์ประกอบในการสกัดจากของแข็ง โครงสร้างของของแข็ง อาจเป็นอุปสรรคต่อการแพร่ และการควบคุมอัตราการสกัด

เฮกเซน (http://www.anamai.moph.go.th/chemnet/chemistry.asp)

| | | |
|---|---|---|
| ชื่อทางเคมี ( Chemical ) | : | n-HEXANE |
| ชื่อทางการค้า ( Trade Name ) | : | เฮกเซน; Hexane;Hexyl hydride; ormal- |
| และ/หรือชื่ออื่นๆ | | Hexane |
| สูตรทางเคมี ( Chemical ) | : | $C_6H_{14}$ หรือ $CH_3(CH_2)4CH_3$ |
| น้ำหนักโมเลกุล | : | 86.2 |
| ( Molecular Weight ) | | |

การใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

ใช้เป็นสารทำละลายและทินเนอร์ในการผลิตยาง รองเท้า การสกัดน้ำมันพืช การผลิตยาและเครื่องสำอาง ใช้เป็นสารทำความสะอาดในอุตสาหกรรมการทอ ทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องหนัง ใช้เป็นสารประกอบของกาว สี และซีเมนต์ ใช้เป็นสารตัวกลางในการทำปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชั่น สารรีเอเจนท์ในห้องปฏิบัติการ ใช้ในการผลิตเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น

ข้อมูลทางกายภาพและเคมี

| | | |
|---|---|---|
| ลักษณะสีและกลิ่น | : | เป็นของเหลวใสไม่มีสีมีกลิ่นคล้ายปิโตรเลียม |
| จุดเดือด | : | 69 องศาเซลเซียส |
| จุดหลอมเหลว | : | - 95 องศาเซลเซียส |
| ความดันไอ | : | 124 มิลลิเมตรปรอท ที่ 20 องศาเซลเซียส |
| ความหนาแน่นไอ | : | 2.97 |
| อัตราการระเหย | : | 20 % ที่ 25 องศาเซลเซียส |
| การละลายน้ำ | : | ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้บ้างในสารทำละลาย อินทรีย์ส่วนใหญ่ |
| ความถ่วงจำเพาะ | : | 0.66 ที่ 20 องศาเซลเซียส |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีรายงานการทดลองต่างๆที่กล่าวถึงกรรมวิธีในการสกัดไขมันดังนี้

Charles and Phillip (1985; US patent 4493854) ได้ทำการสกัดไขมันจากถั่วเหลืองโดยใช้ supercritical fluid ทั้งนี้ถั่วเหลืองจะต้องมีปริมาณความชื้นมากกว่า 6.5% สกัดโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันน้อยที่สุด 690 บาร์ อุณหภูมิน้อยที่สุด 81 องศาเซลเซียส หลังจากสกัดแล้ววัดปริมาณไนโตรเจนในถั่วเหลืองได้ 60 และกิจกรรมของเอนไซม์ Lipoxygenase เข้าใกล้สูญ

Ruediger and Hellmut (2002,DE patent 10101156) รายงานวิธีการใหม่ในการสกัดน้ำมันโดยใช้ hexane โดยให้ความร้อนเพื่อให้ตัวทำละลายระเหยไปผสมกับถั่วเหลืองทำให้มีปริมาณตัวทำละลาย 15-35%โดยน้ำหนัก แล้วจึงระเหยให้ได้ตัวทำละลาย 0.3-10% Phosphatide 0.1-6% และน้ำ 0.05-1% โดยน้ำหนัก ขจัดเมือกและเติมน้ำให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 30-90องศาเซลเซียส แล้วทำการแยกโดยใช้แรงโน้มถ่วงโลกจะได้ส่วนที่เบาที่อุดมไปด้วยน้ำมันและส่วนที่หนักจะเป็นน้ำ น้ำมันและPhosphatide นำส่วนที่เบาไประเหยไล่ hexane ออก

Montanari et al., (1999) Suppercritical Carbon dioxide (SC-$CO_2$) มีประสิทธิภาพในการสกัดไขมัน ขั้นแรกทำโดยการใช้ SC-$CO_2$สกัดไขมันจากถั่วเหลืองบดแผ่นที่ความดัน 32 MPa อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นการแยก phospholipid ออกจากถั่วเหลือง ขั้นที่สอง ใส่ ethanol ลงไปในถั่วเหลืองบดแผ่นที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว ที่ความดัน 16.6-68.9MPa และอุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส

สำหรับการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันแสดงอยู่ในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่3 แสดงการเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมัน**

| องค์ประกอบ | Regular Soymilk | Lite Soymilk (reduced fat) |
|---|---|---|
| Calories (gm) | 100 | 82 |
| Protein (gm) | 7.0 | 11.8 |
| Fat (gm) | 4.0 | 0.3 |
| Carbohydrate (gm) | 8.0 | 9.6 |
| Measure | 1 cup(245 g) | 1/4 cup(25 g) |

ที่มา : http://www.nsrl.uiuc.edu/aboutsoy/soynutrition.html

**2.6 โยเกิร์ต**

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง เตรียมได้จากนมอุดมไขมันหรือพร่องไขมัน นมเข้มข้น นมคืนรูปจากนมผงขาดไขมันหรือพร่องไขมัน หรือส่วนผสมของนมดังกล่าวเข้าด้วยกัน ทั้งนี้โดยผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์หรือไม่ก็ตามแล้วฆ่าเชื้อด้วยการเสตอริไลต์หรือพาสเจอไรซ์ จากนั้นการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา,2532 ) เชื้อส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็น Lactic acid bacteria โดยแบคทีเรียจะใช้น้ำตาลในนมซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในน้ำนม เพื่อเปลี่ยนเป็นกรดแลกติกในระหว่างการหมัก นอกจากสร้างกรดแลคติกแล้วเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวยังสร้างกรดและสารอื่นๆ เช่น กรดอะซิติก กรดบิวทีริก และสารพวกแอลดีไฮด์ ซึ่งสารเหล่านี้จะทำให้โยเกิร์ตมีคุณสมบัติเฉพาะตัวเช่น pH รสชาติ กลิ่น และความหนืด เป็นต้น ( พิษณุ 2533 ) ชนิดของโยเกิร์ตแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ โดยอาศัยหลักการต่อไปนี้

1. มาตรฐานกฎหมาย ( legal standards ) ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ต ตามมาตรฐานของ FAO/WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังนี้

- Full มีปริมาณไขมัน สูงกว่า 3 %
- Medium มีปริมาณไขมันประมาณ 3.0 – 0.5 %
- Low มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93593

- Medium มีปริมาณไขมันประมาณ 3.0 – 0.5 %
- Low มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 %

2. กรรมวิธีการผลิต ขึ้นกับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน ( coagulum )

2.1 Set yogurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุสำหรับการจำหน่ายปลีก ลักษณะของ coagulum ที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกันและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว

2.2 Stirred yogurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของ coagulum ที่ได้จะแตกหรือแยกกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ

3.กลิ่นรส การเติมกลิ่นรสเข้าไปในโยเกเกิร์ตทำให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่าง ดังนี้

3.1 Natural หรือ plain yogurt เป็นโยเกิร์ตแบบดั้งเดิมมีรสชาติเปรี้ยวแหลม

3.2 Fruit yogurt เป็นโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน plain yogurt

3.3 Flavour yogurt เป็นโยเกิร์ตที่ได้จากการเติมกลิ่นรสและสี แทนส่วนของผลไม้

4. กระบวนการหลังการหมัก แบ่งออกเป็นหลายชนิด ได้แก่

4.1 Pasteurized / UHT yogurt เป็นโยเกิร์ตที่มีการผ่านกระบวนการให้ความร้อนหลังการหมัก

4.2 Concentrated / condensed yogurt เป็นโยเกิร์ตที่มีปริมาณ total solid ประมาณ 24 %

4.3 Frozen yogurt แบ่งเป็น soft และ frozen yogurt มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกับไอศกรีมมากกว่าโยเกิร์ต แต่มีองค์ประกอบทางเคมีมากกว่าเหมือนกับโยเกิร์ต และมีการใส่สารให้ความคงตัวเพื่อช่วยในการรักษาโครงสร้างของฟองอากาศในขั้นตอนการ freeze

4..4 Dried yogurt เป็นโยเกิร์ตที่มีการผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยการใช้แสงแดด Spray dry หรือ Freeze dry โดยมีลักษณะเป็นผง จากกระบวนการที่ต้องผ่านการทำแห้งทำให้โยเกิร์ตชนิดนี้มีการสูญเสียกลิ่นรส และเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนไป

วัตถุดิบสำหรับผลิตโยเกิร์ต

1. น้ำนมดิบ จะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ และไม่มีสารปฏิชีวนะเจือปนเพราะสารปฏิชีวนะเหล่านี้จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป ทำให้น้ำนมไม่แข็งตัว หรือแข็งตัวช้า น้ำนมที่ใช้ควรมีปริมาณไขมันร้อยละ 3 เพื่อให้โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะดี

2. นมผง โดยปกติแล้วน้ำนมจะมีส่วนที่เป็น Solid not fat ( SNF ) อยู่ร้อยละ 9 –10 ซึ่งเมื่อทำโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างเละ และเกิดการแยกตัว ดังนั้น สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรส โดยเฉพาะความหนืด โดยมีการเติมนมผง หรือเคซีน เวย์ผง เนยนมผง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำตาล วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาลก็เพื่อช่วยเพิ่ม SNF และรสหวานของน้ำตาล จะช่วยกลบกลิ่นเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10 % สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ ซูโครส ฟรุกโตส กลูโคส เป็นต้น

4. เชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน

5. สารให้ความคงตัว ( stabilizer ) วัตถุประสงค์ในการเติมเพื่อรักษาลักษณะเฉพาะที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น สารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น gelatin vegetable gum ( carboxymethy cellulose, locusbean และ guar )เป็นต้น

6. ผลไม้ การเติมผลไม้จะเป็นการเพิ่มรสชาติให้แก่โยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทานและเป็นการจูงใจผู้ซื้ออีกทางหนึ่ง ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สด ซึ่งทำการฆ่าเชื้อและแช่แข็งหรือผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อมที่มีการขายในท้องตลาด ความเป็นกรดด่างต้องไม่ต่ำกว่า 3 เพราะถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้น้ำในโยเกิร์ตแยกตัวออกมา

7. สีและกลิ่น อาจจะมีการใส่สีและกลิ่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นโยเกิร์ตให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น โดยพยามเน้นให้เหมือนธรรมชาติ

ลักษณะโยเกิร์ตที่ดี (ธนาคารกสิกรไทย, 2533)

1. เคิร์ดของโยเกิร์ตต้องเป็นเคิร์ดที่แข็งแรงไม่อ่อนเหลว
2. เคิร์ดของโยเกิร์ตต้องไม่หดตัวอยู่เป็นก้อนแยกตัวอยู่ต่างหาก
3. โยเกิร์ตที่ได้ต้องไม่เปรี้ยวเกินไป
4. โยเกิร์ตที่ได้ต้องมีกลิ่นอาโรมาเฉพาะ
5. โยเกิร์ตต้องไม่มีรสฝาด รสขม หรือรสอื่นใด

Toshiko and Hironori (2002, JP2002262771) รายงานว่าโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพสำหรับคนรุ่นใหม่โดยการหมักโดยใช้พืชเป็นวัตถุดิบในการหมักให้เกิดกรดแลกติกแทนที่จะใช้วัตถุดิบจากสัตว์ เช่น นมวัว การหมักใช้เชื้อ lactic acid bacterium และสามารถหมักภายใต้เงื่อนไขเดียวกับน้ำนมวัว

Trindade และคณะ (2001) โยเกิร์ตที่เตรียมโดยการหมักน้ำนมถั่วเหลืองใช้หัวเชื้อที่ประกอบด้วย *L. bularicus* และ *Strep. thermophilus* โดยน้ำนมถั่วเหลือง 9°Brix มาผ่านการ homogenized ภายใต้ความดัน 17MPa เติมน้ำตาลซูโครส 2% เติมหัวเชื้อแล้วหมักไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ให้โยเกิร์ตที่ผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสแล้วว่าดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต**

**หัวเชื้อเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อโยเกิร์ตคือ** ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ โครงสร้างลักษณะเนื้อดี และต้านทานต่อการเกิด phages และสารปฏิชีวนะ ในการสร้างกลิ่นรส (Flavor) และลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสม L. bulgaricusและเชื้อ *Strep. thermophilus* โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดในอัตราส่วนที่เท่ากัน

เชื้อ Streptococcus เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิด diacetyl และสารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของครีมเนย (creamy/buttery) ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เชื้อ Streptococci นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนมซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง pH 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสม สำหรับการเจริญของเชื้อ Lactobacilli ต่อไป

เชื้อ *L. bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้าง acetaldehyde ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีมากจะมีปริมาณ acetaldehyde อยู่ 23-41 ppm คิดเป็นสัดส่วนของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) ถึง 90 % นอกจากนี้แล้วเชื้อ Lactobacilli จะปล่อยกรดอะมิโนบางตัวที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ Streptococci อีกด้วยหลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อที่แน่นขึ้นที่เรียกว่า thickened yoghurt ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงเป็น 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดจะช้าลงมากในการสร้างสารให้กลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม พบว่าเชื้อ *Strep. thermophilus* จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมา ซึ่งเชื้อ *L. bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิคนี้ไปใช้ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสรวมทั้ง actaldehyde ออกมาด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อ *L. bulgaricus* นี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต แต่อย่างไรก็ตามเชื้อ *Strep. thermophilus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวก acetaldehyde ได้ด้วย แต่ปริมาณของ acetaldehyde ที่ได้จากเชื้อ *Strep. thermophilus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารดังกล่าวที่ได้จากเชื้อ *L. bulgaricus* เมื่อการเปลี่ยนแปลงของสารเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการหมักปกติประมาณ 40 องศาเซลเซียส (ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด, 2547)

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อสายพันธุ์ผสมจะเท่ากับ 40-42 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมินี้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผสมกันสามารถมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *L.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20368

*bulgaricus* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Strep. thermophilus*

การคัดเลือกแบคทีเรียเพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการทำโยเกิร์ต

ใช้เกณฑ์จาก อัตราการผลิตกรด ความสามารถในการผลิตสารโพลีแซคคาไรด์ ลักษณะการย่อยโปรตีน (เนื่องจากอาจทำให้เกิดสารเปปไทด์ที่มีรสขม) การผลิตสารให้กลิ่น การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามิน และให้ผลดีต่อสุขภาพ แบคทีเรียแลคติกที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมัก ที่นิยมใช้กัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. *S.thermophilus* และ *L. bulgaricus* แบคทีเรียทั้งสองไม่พบในระบบทางเดินอาหารปกติของคน ไม่ทนต่อความเป็นกรดของน้ำย่อยใน กระเพาะอาหาร และน้ำดี มีเพียง 15% ที่สามารถมีชีวิตรอดผ่าน และมีเพียง 1% ที่ไปถึงลำไส้ใหญ่ได้ มีผลต่อมนุษย์ จากผลของเอนไซม์หรือ สารบางอย่างที่แบคทีเรียเหล่านี้สร้างขึ้น

2. Bifidobacteria และ Lactobacilii พบในระบบทางเดินอาหารปกติของคน ไม่ทนต่อความเป็นกรดของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร และน้ำดี มีประมาณ 30% ที่มีชีวิตรอดไปจนถึง กระเพาะอาหารไปได้ มีความสามารถในการเกาะในทางเดินอาหาร ช่วยขัดขวางการเกาะตัวของเชื้อ โรคในลำไส้เช่นอีโคไลและแซลโมเนลลา

สรุปลักษณะของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ดังนี้(http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html)

1. เชื้อ *Strept. thermophilus* จะมีกิจกรรมสูงในการปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้นถ้าสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมักให้น้อยลง

2. สารอื่นๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ นอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรส ( aroma and flavor ) ของโยเกิร์ตซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ จึงจำเป็นต้องให้เชื้อทั้งสองชนิดนี้เจริญในสัดส่วนที่สมดุลกัน

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในหัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อให้นมมีจำนวนเชื้อแลคติก 30-40 $x10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ *Strep. thermophilus* และ *L. bulgaricus* เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเริ่มต้นจะเท่ากับ 1:1 แต่อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเชื้อ *Strep. thermophilus* เริ่มเข้าสู่การเจริญในระยะ logaritthmic phase และจะมีเพียงกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในนมเท่านั้น หลังจากนี้เชื้อ *L. bulgaricus* จะเจริญเป็นเชื้อที่เด่นขึ้นมา เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีระดับกรดแลคติกประมาณ 0.90-0.95 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนเซลล์ในหัวเชื้อจะกลับมาสมดุลอีกครั้งหนึ่ง ปริมาณเซลล์ทั้งหมด ( total colony count ) ของเชื้อแลคติกอาจเกิด 2,000 x$10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ( organoleptic quality ) นอกจากนี้หัวเชื้อที่จะถ่ายลงสู่ถังหมักยังจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องของสารปฏิชีวนะที่ตกค้าง รวมทั้งสายพันธุ์ของเชื้อที่เข้ากันไม่ได้หรือไม่สมดุลกัน

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของการหมักโยเกิร์ต แนวทางการเปลี่ยนแปลง ( metabolic pathway) ที่เกิดขึ้นในจุลินทรีย์ ประกอบด้วยปฏิกิริยาหลายชนิด ซึ่งควบคุมโดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ กัน การย่อยสลายสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และสารอื่นๆ ให้มีโมเลกุลที่เล็กลง ก็จัดว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อจึงมีส่วนสำคัญต่อการเจริญและแบ่งตัวของหัวเชื้อ *Strep. thermophilus* และ *L. bulgaricus* รวมทั้งกลิ่นรสและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นโดยหัวเชื้อทั้งสองนี้ย่อมนำไปสู่การผลิตโยเกิร์ตที่มีคุณภาพสูง ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตที่เกิดขึ้นเท่านั้น (http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html)

## 2.7 โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง

Chang et al. ( 1990 ) ได้ศึกษาผลของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนในสูตรการผลิตโยเกิร์ตโดยใช้อัตราส่วนต่างๆกัน ต่อการเจริญของ *L. acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ตัวอย่างประกอบด้วย นมวัว 100% นมวัว 50% ผสมกับนมถั่วเหลือง 50% และนมถั่วเหลือง 100% พบว่าอัตราการเจริญของ *L. acidophilus* เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น แต่จะตรงข้ามกับเชื้อ *B. Bifidum* ที่จะผลิตกรดได้ต่ำและเจริญได้น้อยในสูตรที่มีถั่วเหลืองมาก

Mital และคณะ (1974 ) ทำการทดลองศึกษาแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการใช้ Oligosaccharide ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในน้ำนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตกรด พบว่า *Strep. Thermophillus* , *L. acidophilus*, *L. Cellobiose* และ *L. platinum* มีความสามารถในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้มาก ส่วน *L. Buchneri* สามารถใช้ซูโครสจากนมถั่วเหลืองมาใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยกว่าและ*L. Bulgaricus* จะเจริญและสร้างกรดได้น้อยมากเพราะไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีในน้ำนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang และ Huang (1987;US patent 4664919) พบว่าการผลิตกรดแลคติกจากการหมักน้ำนมถั่วเหลืองโดยใช้ เชื้อจุลินทรีย์ *Strep. sojalactis* โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 4 – 6 % เติมลงในน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้การแช่ถั่วเหลืองในน้ำที่อุณหภูมิ 14-20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-20 ชั่วโมง แล้วจึงเติมน้ำก่อนนำไปปั่น และกรองแยกเอาน้ำออกมา สเตอริไรซ์ที่อุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-60 นาที แล้วไปทำให้มีอุณหภูมิลดลงถึง 30-40 องศาเซลเซียส ก่อนจึงนำไปเติมหัวเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-8 ชั่วโมง ก็จะได้โยเกิร์ต

Hiroshi et al., (1978;US patent 4066792) ทำการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง โดย นำน้ำนมจากถั่วเหลืองมาผสมกับหางนม น้ำตาลซูโครส และทำการสเตอริไรซ์ จากนั้นจึงผสมกับสารละลายเจลาตินและทำให้เย็น ใส่เชื้อผสม *L. acidophilus* สายพันธุ์ NRRLB-1910 และ NRRLB – 2092 ในอัตราส่วนที่เท่ากันบ่มที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง

Norihisa (1988; JP patent 63007743) ผลิตโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากการนำนมถั่วเหลืองผสมกับน้ำตาล หางนมผง น้ำมันพืช และวุ้นเจลาติน ให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วใส่เชื้อแบคทีเรียต่อไปนี้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือผสมกันก็ได้ ได้แก่เชื้อ *L. Acidophilus, L. bulgalicus, L. casei, L. lactis, Strep. thermophilus, B. bifidum* แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมงกระทั่งได้กรดแลคติกที่เหมาะสม

BG patent 102656 ใช้วิธีการผลิตกรดแลคติกจากการหมักน้ำนมถั่วเหลืองโดยมีสัดส่วนองค์ประกอบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้ โปรตีน 4-5.4 ไขมัน 1.7-2.8 แลคโตส 1.8-2.24 ของแข็ง 6-7.5 โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ Bulgarian lactic acid bacterium ในการหมักได้ผลผลิตเป็นกรด 30-60% ได้แคลเซียมทั้งหมด 300-350mg/kg และฟอสฟอรัส 450-502mg/kg

Kao (us patent 4714616) ทำการผลิต sweet yogurt จากน้ำนมถั่วเหลืองได้มาจากการผสม rice wine ลงไปในน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่ง rice wine ได้จากการหมักโดยเชื้อ *Saccharomycopsis sp.*และ *Rhizopus spp.* เมื่อใส่ rice wine ลงไปในน้ำนมถั่วเหลืองเชื้อใน rice wine เกิดการหมักต่อในน้ำนมถั่วเหลืองทำน้ำนมถั่วเหลืองเกิดเป็นโยเกิร์ต

ประโยชน์ของโยเกิร์ตต่อสุขภาพ (http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html)

1. แบคทีเรียแลคติกผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลกติก เหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาที่ไม่สามารถ ย่อยแลคโตสจากการบริโภคน้ำนมธรรมดาทำให้ท้องอืดและท้องเฟ้อ

2. โยเกิร์ตรักษาอาการท้องเสีย ในลำไส้มนุษย์อุดมด้วยเชื้อโรคนานาพันธุ์ เชื้อในลำไส้มีสารพัด บ้างก็เป็นประโยชน์ เช่น ช่วยสร้างวิตามินเค แต่บางชนิดก็เป็นโทษ เช่น ทำให้เกิดอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องเสีย เชื้อโรคเหล่านี้จะคุมกำลังกันอยู่ในสภาพสมดุล หากลำไส้ถูกทำให้เสียสมดุลเชื้อโรคก็จะทำให้เกิดอาการท้องเสียทันที โดยเฉพาะเชื้อ อีโคไล ในเด็กทารก และเมื่อทานโยเกิร์ตลงไป จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตจะช่วยปรับสมดุลย์ให้กลับคืนมาในเวลาอันรวดเร็ว และโยเกิร์ตยังสามารถป้องกันอาการท้องเดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก

3. โยเกิร์ตช่วยกระดับภูมิคุ้มกันโรค โยเกิร์ตไม่เพียงป้องกันและรักษาโรคได้ด้วยฤทธิ์ที่เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้น แต่ยังมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สูงขึ้นด้วย และโยเกิร์ตยังช่วยกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีและสารต้านโรคอื่น ๆ เพิ่มปริมาณอินเตอร์เฟอรอนให้เป็น 3 เท่า (อินเตอร์เฟอรอนเป็นสารเคมีที่ร่างกายสร้างโดยธรรมชาติมันจะช่วยต่อสู้กับโรคติดเชื้อหลายชนิด)

4. ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก

5. โยเกิร์ตกับแผลในกระเพาะ โยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมน ที่เรียก พรอสตาแกลนดิน อี 2 ( Prostaglandin E2 ) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะ จากสารกระตุ้นหลายตัว เช่น แอลกอฮอล์และบุหรี่ ปัจจุบันพรอสตาแกลนดิน อี 2 สังเคราะห์จำหน่ายเป็นยารักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร โยเกิร์ตสักถ้วยขณะท้องว่างย่อมเป็นประโยชน์สำหรับคนที่มีแผลในกระเพาะดีกว่าการไม่ทานอะไรเลย

6. ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด

7. ช่วยบำรุงผิวพรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# อุปกรณ์และวิธีทดลอง

## 3.1 อุปกรณ์

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | ชุด Kjeldahl apparatus | | |
| | - เครื่องย่อย | รุ่น kB 85 | ประเทศ เยอรมัน |
| | - เครื่องกลั่น | รุ่น VAP 30 | ประเทศ เยอรมัน |
| 2. | เครื่องวิเคราะห์ไขมัน | รุ่น s306AK | ประเทศ เยอรมัน |
| 3. | ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) | รุ่น 7200 TUTTLINGEN | ประเทศ เยอรมัน |
| 4. | เครื่องแยกแรงเหวี่ยง | รุ่น Universal 16 Hettich | ประเทศ เยอรมัน |
| 5. | water bath | รุ่น WB-22 | ประเทศ เยอรมัน |
| 6. | เครื่องปั่น | รุ่น Philips HR 1731/31 | ประเทศ บราซิล |
| 7. | pH-meter | รุ่น Suntex SP701 | ประเทศ ญี่ปุ่น |
| 8. | spectophotometer | รุ่น Spectro 22 | ประเทศ สหรัฐอเมริกา |
| 9. | เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง | รุ่น BP 221S | ประเทศ เยอมัน |
| 10. | เครื่องวัดเนื้อสัมผัส | รุ่น stable micro system TAXT-2 | ประเทศ อังกฤษ |
| 11. | Refractometer | รุ่น N-1 | ประเทศ ญี่ปุ่น |

12. ชุด soxhlet extraction
13. เตาแก๊ส
14. โถดูดความชื้น (descicator)
15. aluminium can
16. ช้อนตักสาร
17. กระบอกน้ำกลั่น
18. ผ้าขาวบาง
19. เทอร์โมมิเตอร์
20. ชุดเครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วัตถุดิบ

1. ถั่วเหลือง ถั่วเหลืองที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้ถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง
2. หางนมผง
3. น้ำตาลกลูโคส , ซูโครส , แลคโตส
4. เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

3.3 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.$H_2SO_4$ 93-98%) reagent grade
2. กรดบอริก (Boric acid) 2%
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.01N
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์
5. ซิลิเนียมออกไซด์ ($SeO_2$)
6. โปแทสเซียมซัลเฟต ($K_2SO_4$)
7. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
8. 0.1%Bromocresol green
9. 0.1%Methyl red
10. Alcohol 95%
11. Hexane
12. petroleum ether
13. สารละลาย tween 20
14. สารละลาย $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ความเข้มข้น 0.025 mol/l
15. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1M
16. amyl alcohol
17. กรด linoleic
18. $Na_2B_4O_7.10H_2O$

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 วิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลือง ให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง

3.4.1.1 อุณหภูมิในการสกัดไขมันในถั่วเหลือง: นำถั่วเหลืองมาบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาด 1/8 ของเมล็ดร่อนเอาผงและเปลือกออก นำถั่วเหลืองใส่ ในผ้าขาวบางจากนั้นใส่ใน thimble ทำการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันโดยใช้ hexane ที่อุณหภูมิ75 , 80 ,85, 90 เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ลินจง สุขลำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน ตามวิธีการของ AOAC 1995 หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีการของ Al-obaidy และ Siddigi, 1981 : Surry,1964 ตามลำดับ

3.4.1.2 เวลาในการสกัดไขมันในถั่วเหลือง: ทำการสกัดไขมันที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.2 เป็นเวลา 6, 7, 8, 9 ชั่วโมงจากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ลินจง สุขลำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.4.1.1

3.4.1.3 อุณหภูมิในการอบระเหย Hexane: ทำการสกัดไขมันที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.1 และเวลาที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.2 จากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 45, 50, 55, 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ลินจง สุขลำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.4.1.1

3.4.1.4 เวลาในหารอบระเหย Hexane: ทำการสกัดไขมันที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.1 และเวลาที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.2 จากนั้น อบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ3.4.1.3 เป็นเวลา 4, 5, 6 ชั่วโมง (ลินจง สุขลำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.4.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง**

**ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้โปรตีนสูง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของโยเกิร์ต**

**3.4.2.1 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

ทำการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองโดยนำถั่วเหลืองทีสกัดไขมันออกตามสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 3.4.1 มาแช่ในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นแช่ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ก่อนจะตีป่นด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียสในอัตราส่วน ถั่วเหลืองต่อปริมาตรน้ำเท่ากับ 1:10 เป็นเวลา 3 นาที นำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส อีก 15 นาที (ลินจง สุขลำภู , 2540) แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้มาวิเคราะห์ ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1995) และ ปริมาณไขมันโดยวิธี Gerber method (Standard methods for the examination of dairy product,1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

**ภาพที่ 3: แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 หางน้ำนมผงที่เหมาะสมความเข้มข้น: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากข้อ 3.4.2.1 ด้วยหางนมผงในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 5 , 10 , 15 และน้ำตาล ซูโครส ในปริมาณร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Gerhartd Kjeldahl และ ปริมาณไขมันโดยวิธี Gerber ทิ้งน้ำนมให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสเติมหัวเชื้อโยเกิร์ตในปริมาณร้อยละ5 บ่มที่อุณหภูมิ42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง นำโยเกิร์ตที่ได้มาทำการ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด, ปริมาณกรดพิจารณาในรูปของกรดแลคติก ตามวิธีการของ AOAC 1986 , ความเป็นกรดด่างโดยใช้ pH-meter , ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย refactometer และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 7 hedronic scale

3.4.2.3 ชนิดน้ำตาลที่เหมาะสม: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้วิธีข้างต้นด้วยหางนมผงในปริมาณที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.2 และน้ำตาล ซูโครส กลูโคส แลคโตส ในปริมาณร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 จากนั้นทำตามวิธีการในข้อ 3.4.2.2 แต่ไม่วิเคราะห์โปรตีนและไขมัน

3.4.2.4 ความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้วิธีข้างต้นด้วยหางนมผงในปริมาณที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.2 และน้ำตาลชนิดที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.4.2.3ในปริมาณร้อยละ 0, 3, 5, 7 และเจลาตินร้อยละ 1 จากนั้นนำมาปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.3

3.4.2.5 ความเข้มข้นของเจลาตินที่เหมาะสม: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้วิธีข้างต้นด้วยหางนมผงในปริมาณที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.2 และน้ำตาลชนิดที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.4.2.3 ในปริมาณที่ได้จาการทดลองข้อ 3.4.2.4 และเจลาตินร้อยละ 0, 0.5, 1, 1.5 จากนั้นนำมาปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.3 และทำการวัดเนื้อสัมผัสโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Stable micro system รุ่น TAXT-2 โดยใช้หัววัดแบบ Compression probe ที่มีหัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร

3.4.2.6 อุณหภูมิในการหมักที่เหมาะสม: นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะจากการทดลองในข้อ 3.4.2.2- 3.4.2.5 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งน้ำนมให้เย็นจนมี อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อโยเกิร์ตในปริมาณร้อยละ 5 บ่มที่อุณหภูมิต่างๆดังนี้ 38, 40 , 42 , 44 , 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.23

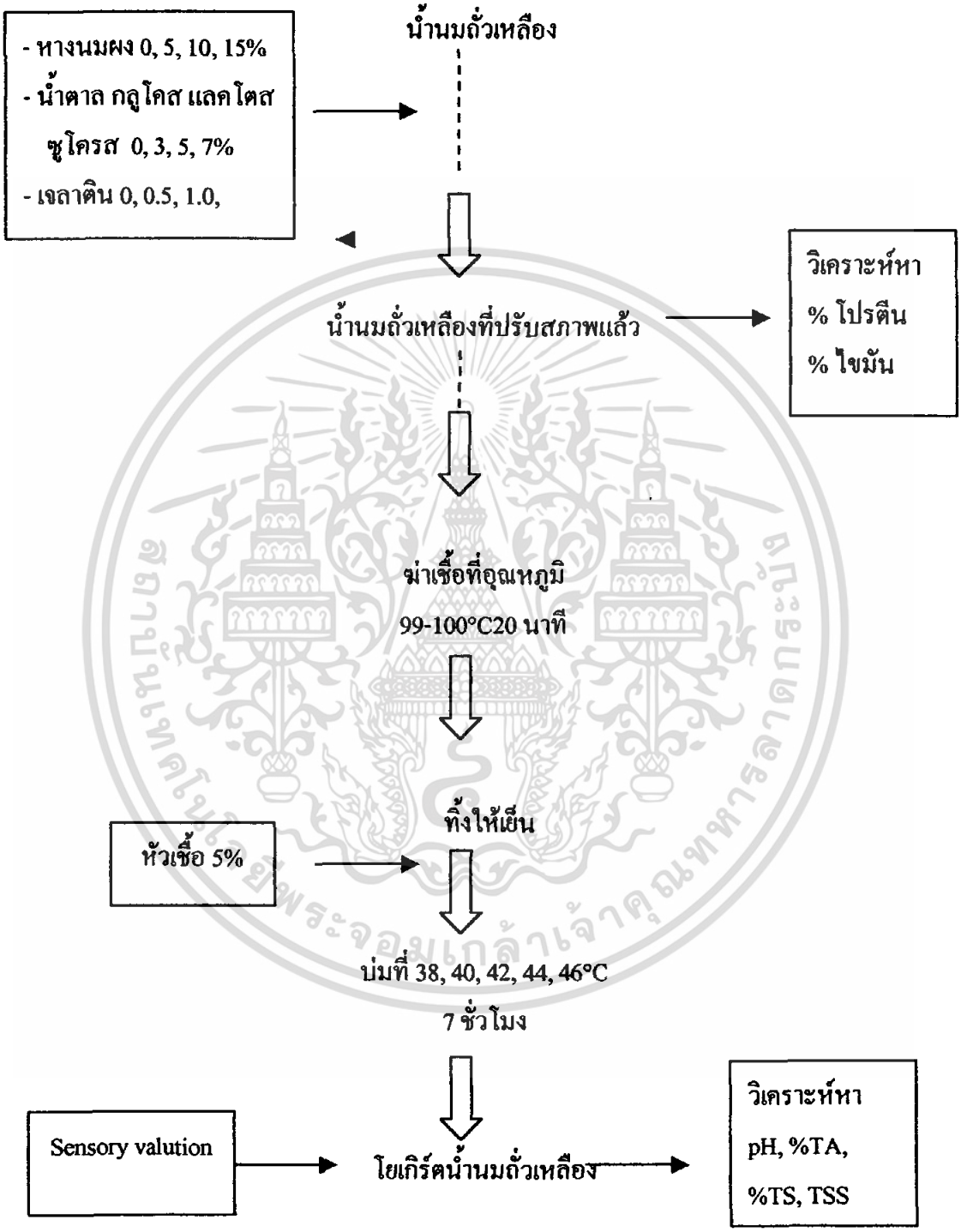
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.3 ปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถั่วเหลือง**

**3.4.3.1 นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะจากการทดลองในข้อ 3.4.2.2-3.4.2.5 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100°C นาน 20 นาที ทิ้งน้ำนมให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 45°C เติมสีแดง และกลิ่นสตรอเบอรี่ เติมหัวเชื้อโยเกิร์ตในปริมาณ 5% บ่มที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 3.4.2.6 เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4°C นานประมาณ 48 ชั่วโมง นำโยเกิร์ตที่ได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีใยแมงมุม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนการเตรียมโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**




**ภาพที่ 4: แสดงการเตรียมโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 4.1การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในตลอดการศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ได้รับจากโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งใช้ตลอดการศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูง สำหรับกรณีของปริมาณ Lypoxygenase ($\Delta$ OD/sec.) พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่พบในถั่วเหลืองโดยทั่วไปดังที่แสดงในรายงานของ Krusong and Yongsmith (2003)

**ตารางที่ 4 องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา**

| องค์ประกอบ | ปริมาณ |
|---|---|
| โปรตีน (%) | 41.2 |
| ไขมัน (%) | 9.9 |
| ความชื้น (%) | 8.1 |
| กิจกรรมของ Lipoxygenase ($\Delta$ OD/sec.) | 50.1 |

### 4.2 ผลการศึกษาวิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง

เนื่องด้วยโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นที่คุณค่าโปรตีนเป็นสำคัญ ดังนั้นในการศึกษาจึงมุ่งเน้นที่วิธีสกัดไขมันออกจากถั่วเหลืองเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนที่สูงก่อนที่จะนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองและโยเกิร์ตต่อไป

สำหรับขั้นตอนการสกัดไขมันจากเมล็ดถั่วเหลืองเริ่มด้วยการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาด 1/8 ของเมล็ด จากนั้นร่อนเอาผงและเปลือกออก ลักษณะของถั่วเหลืองผ่านการบดแล้วแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่5: ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังจากการบดก่อนที่จะนำไปสกัดไขมัน

**4.2.1อุณหภูมิในการสกัดไขมันจากถั่วเหลือง**

ผลการศึกษาการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75 80 85 และ 90°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน กิจกรรมของเอนไซม์ Lipoxygenase แล้ว แสดงในตารางที่ 2 พบว่าปริมาณโปรตีนที่ได้ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันออกไปมีปริมาณที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าโปรตีนที่มีในถั่วเหลืองที่ใช้ก่อนการสกัด (ดังแสดงในตารางที่1) ทั้งนี้ที่อุณหภูมิในการสกัดไขมันเท่ากับ 85 และ 90°C ให้ปริมาณของโปรตีนสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิในการสกัดอื่นๆ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปจึงเลือกใช้อุณหภูมิที่ 75°C ในการสกัดไขมัน

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

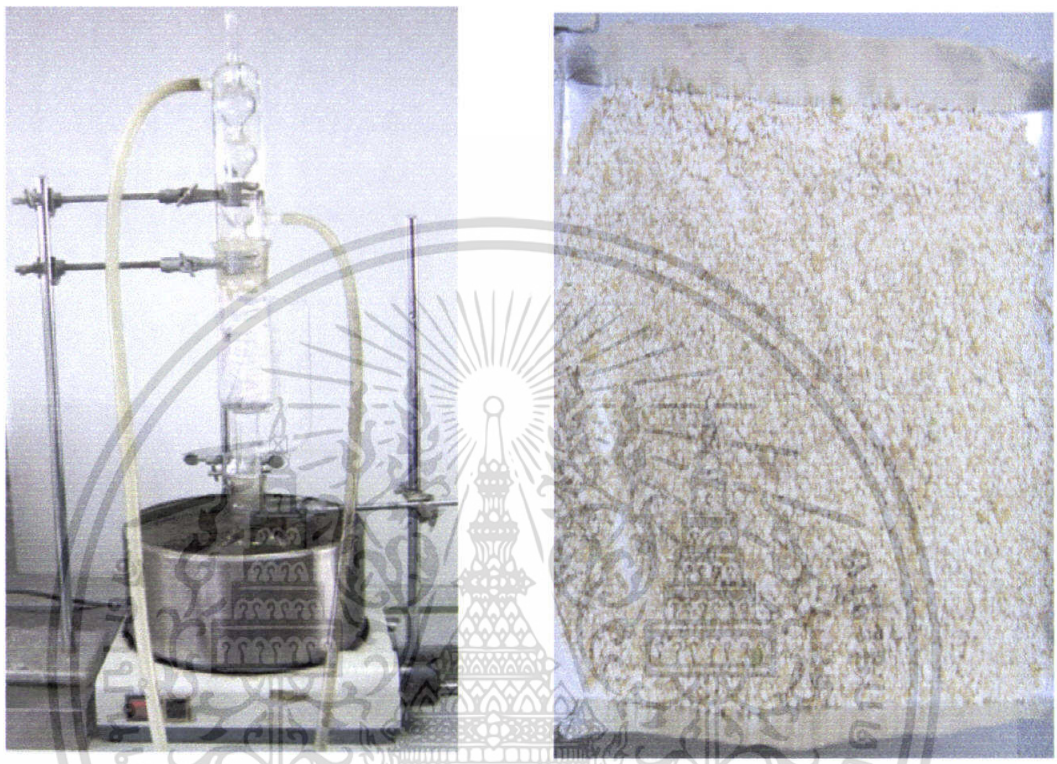
| อุณหภูมิในการสกัดไขมัน | ปริมาณโปรตีน* (%) | ปริมาณไขมัน (%) | กิจกรรมของ Lipoxygenase ($\Delta$ OD/sec.) |
|---|---|---|---|
| 75 | 48.2[a] | 1.5 | $1.0815 \times 10^{-4}$ |
| 80 | 48.8[a] | 1.2 | ND |
| 85 | 49.0[a] | 1.2 | ND |
| 90 | 49.0[a] | 1.2 | ND |

*ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาตาม DMRT; ND = ไม่สามารถวัดค่าได้

ในกรณีของการติดตามกิจกรรมของ Lipoxygenase ที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิต่างๆ พบกิจกรรมของ Lipoxygenase ในระดับที่ต่ำมากจนถึงระดับที่ไม่สามารถวัดค่าได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดซึ่งอาจทำลายโครงสร้างของเอนไซม์ Lipoxygenase จนสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพธรรมชาติและไม่แสดงกิจกรรมได้ ทั้งนี้ผลดังกล่าวแสดงถึงผลดีที่จะช่วยลดผลกระทบด้านกลิ่นถั่วที่จะเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต สำหรับภาพที่ 2(ก) แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดไขมัน และภาพที่ 2(ข) แสดงถึงลักษณะของถั่วเหลืองภายหลังจากการสกัดไขมัน



(ก) (ข)

ภาพที่ 6: อุปกรณ์ในการสกัดไขมันและถั่วเหลืองบดที่ได้ภายหลังจากการสกัดไขมัน : (ก) อุปกรณ์ในการสกัดไขมัน; (ข) ถั่วเหลืองบดที่ได้ภายหลังจากการสกัดไขมัน

**4.2.2 เวลาในการสกัดไขมันจากถั่วเหลือง**

จากที่ทำการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 6 7 8 และ 9 ชั่วโมง จากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ผลจากการศึกษาแสดงอยู่ในตารางที่ 3 พบว่า เวลาในการสกัดไขมันมีผลต่อปริมาณโปรตีนที่ได้ในถั่วเหลืองภายหลังจากการสกัด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามสถิติ พบว่า ระยะเวลาในการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 75°C ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาสกัด 5 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนที่ได้จากการสกัดในระยะเวลา 6 ถึง 9 ชั่วโมงให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงเลือกใช้ ระยะเวลาในการสกัดไขมันจากถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนึ่งในกรณีของการติดตามกิจกรรมของ Lipoxygenase ที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 - 9 ชั่วโมง พบว่า กิจกรรมของ Lipoxygenase ในระดับที่ต่ำมากจนถึงระดับที่ไม่สามารถวัดค่าได้เช่นเดียวกับที่พบในกรณีการศึกษาอุณหภูมิในการสกัดไขมันจากถั่วเหลือง

ตารางที่ 6 ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลาต่างๆ

| เวลาในการสกัดไขมัน (ชั่วโมง) | ปริมาณโปรตีน* (%) | ปริมาณไขมัน (%) | กิจกรรมของLipoxygenase ($\Delta$ OD/sec.) |
|---|---|---|---|
| 5 | 48.2[b] | 1.5 | $1.0815 \times 10^{-4}$ |
| 6 | 49.4[a] | 1.2 | ND |
| 7 | 49.5[a] | 1.1 | ND |
| 8 | 49.8[a] | 1.1 | ND |
| 9 | 49.8[a] | 1.1 | ND |

* ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาตาม DMRT; ND = ไม่สามารถวัดค่าได้

**4.2.3 อุณหภูมิในการอบระเหย hexane ในถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

ผลของการอบระเหยเอา hexane ออกจากถั่วเหลืองที่สกัดไขมันจากข้อ 3.2.2ที่อุณหภูมิ 45 50 55 และ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน ผลจากการศึกษาแสดงอยู่ในตารางที่ 7

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบระเหย hexane ที่อุณหภูมิ 60°C มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิอบระเหยอื่นๆ อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิ 45°C นั้นพบว่าเมื่อผ่านการอบระเหย hexane แล้วยังคงมีกลิ่นของ hexane เหลืออยู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิอบระเหย hexane ในถั่วเหลืองสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 50°C ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ปริมาณโปรตีนและไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบระเหย hexane ออกที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| อุณหภูมิใน การอบระเหย hexane | ปริมาณโปรตีน* (%) | ปริมาณไขมัน (%) |
|---|---|---|
| 45 | 48.4[a] | 1.2 |
| 50 | 49.0[a] | 1.2 |
| 55 | 48.5[a] | 1.2 |
| 60 | 49.8[a] | 1.2 |

* ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาตาม DMRT; ND = ไม่สามารถวัดค่าได้

**4.2.4 เวลาอบระเหย hexane ในถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

ผลจากเวลาในการอบระเหย hexane ออกที่อุณหภูมิ 50°C แสดงอยู่ในตารางที่ 8 พบว่า เวลาที่ใช้อบระเหยhexane มีผลต่อปริมาณโปรตีน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่ใช้อบระเหย hexane ที่เวลา 4 5 หรือ 6 ชั่วโมง แต่พบว่าที่เวลาในการอบระเหย hexane ที่ 4 ชั่วโมงนั้นยังคงมีกลิ่นของ hexane เหลืออยู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาอบระเหย hexane ที่ 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 8 ปริมาณโปรตีนและไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบระเหย hexane ออกที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 5 และ 6 ชั่วโมง

| เวลาในการอบระเหย hexane (ชั่วโมง) | ปริมาณโปรตีน* (%) | ปริมาณไขมัน (%) |
|---|---|---|
| 4 | 47.9[a] | 1.2 |
| 5 | 48.4[a] | 1.2 |
| 6 | 49.4[a] | 1.2 |

* ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาตาม DMRT; ND = ไม่สามารถวัดค่าได้

จากการศึกษาถึงวิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูงนั้น สรุปได้ว่าควรทำการสกัดไขมันในถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทำการอบระเหย hexane ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

**4.3.1การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมถั่วเหลือง**

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ทำการสกัดไขมันตามสภาวะที่ได้ศึกษาจากข้อที่ 3.1 โดยนำถั่วเหลืองที่ได้มาเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลืองตามวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองสกัดไขมันแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองมีค่าลดลงมากเมื่อเทียบกับถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีในการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองนั้นต้องผ่านความร้อนหลายขั้นตอน จึงทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองลดลงไป สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ pH และค่าความเป็นกรดของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมันแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 9 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน

| ชนิดของถั่วเหลือง | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) |
|---|---|---|
| ถั่วเหลืองจาก โรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง | 4.8 | 1.52 |
| ถั่วเหลืองสกัดไขมัน | 3.7 | 0.21 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ pH และค่าความเป็นกรดของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน

| ชนิดของถั่วเหลือง | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$Brix) | pH | กรดแลกติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| ถั่วเหลืองจาก โรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง | 7.9 | 8.5 | 6.30 | 0.13 |
| ถั่วเหลืองสกัดไขมัน | 5.6 | 6 | 6.64 | 0.11 |

**4.3.2ความเข้มข้นหางนมผงที่เหมาะสม**

น้ำนมถั่วเหลืองเมื่อผ่านการปรับสภาวะด้วยหางนมผง จะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากหางนมผงมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ส่วนปริมาณไขมันไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ในน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะด้วยหางนมผง 0 5 10 และ 15% น้ำตาลซูโครส 5% และเจลาติน1%

| ปริมาณหางนมผง | โปรตีน (%) | ไขมัน(%) |
|---|---|---|
| 0 | 4.71 | 0.21 |
| 5 | 6.30 | 0.29 |
| 10 | 7.77 | 0.36 |
| 15 | 9.21 | 0.43 |

เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้ไปเติมหัวเชื้อแลกติก และบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง พบว่าโยเกิร์ตที่ได้จากการปรับสภาวะด้วยหางนมผง 5% ได้ปริมาณกรดมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณหางนมผง 10 และ15% ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมหางนมผงนั้นมีปริมาณกรดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณของแข็งทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณต่างๆ และเติมน้ำตาลซูโครส 5% เจลาติน 1%

| ปริมาณหางนมผง (%) | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) | pH | ปริมาณกรดแลกติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 10.9 | 7 | 4.38 | 0.25[a] |
| 5 | 14.1 | 10 | 3.92 | 1.10[b] |
| 10 | 18.2 | 14 | 3.99 | 1 02[b] |
| 15 | 21.3 | 16.5 | 4.06 | 0.98[b] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณต่างๆดังแสดงในตารางที่13 พบว่าที่ โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว ส่วนในด้านการยอมรับโดยรวมที่ปริมาณหางนมผง 10% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับที่ 5 และ 15% อย่างไรก็ตามพบว่าที่ 0% โยเกิร์ตที่ได้นั้นมีการแยกตัวของน้ำหางนม และที่ปริมาณ 10%นั้นเนื้อของโยเกิร์ตไม่เนียน มีลักษณะหยาบเป็นเม็ด ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ปริมาณหางนมผง 5% ในการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณต่างๆ น้ำตาลซูโครส 5% เจลาติน 1% บ่มที่อุณหภูมิ 42°C 7 ชั่วโมง

| ปริมาณหางนมผง (%) | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4.50[a] | 3.25[a] | 3.55[a] | 4.10[a] | 3.50[a] |
| 5 | 4.60[a] | 4.05[ab] | 5.75[b] | 4.95[a] | 4.40[b] |
| 10 | 4.55[a] | 4.50[b] | 5.70[b] | 4.90[a] | 4.50[b] |
| 15 | 4.40[a] | 3.75[ab] | 5.15[b] | 2.95[b] | 2.05[a] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3.3ชนิดน้ำตาลที่เหมาะสม**

จากการศึกษาถึงผลของน้ำตาลแต่ละชนิดที่มีต่อการผลิตโยเกิร์ตนั้นพบว่าน้ำตาลแลคโตสให้ปริมาณกรดแลกติกมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำตาลชนิดอื่นๆ

ตารางที่14 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH และปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส 5% และเจลาติน1%

| ชนิดของน้ำตาล | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ( $^{\circ}$Brix ) | pH | ปริมาณกรดแลคติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| ซูโครส | 15.87 | 11.0 | 3.76 | 1.28[a] |
| กลูโคส | 15.69 | 11.0 | 3.74 | 1.27[a] |
| แลคโตส | 16.20 | 10.0 | 3.72 | 1.29[a] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส แสดงในตารางที่ 15 พบว่าโยเกิร์ตที่ได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว รสชาติและเนื้อสัมผัส ในด้านความเปรี้ยวนั้นน้ำตาลกลูโคสและแลคโตสมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าน้ำตาลซูโครส แต่ในด้านการยอมรับโดยรวมน้ำตาลซูโครสมีคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นจึงเลือกน้ำตาลซูโครสเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากปริมาณกรดที่ได้จากน้ำตาลแต่ละชนิดนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่น้ำตาลซูโครสได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุดและน้ำตาลซูโครสยังเป็นน้ำตาลที่มีราคาถูกกว่าน้ำตาลชนิดอื่นและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่15 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส 5% และเจลาติน1% บ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

| ชนิดน้ำตาล | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| กลูโคส | 5.0[a] | 2.40[a] | 6.40[a] | 4.80[a] | 2.70[ab] |
| แลคโตส | 4.15[a] | 2.40[a] | 6.15[a] | 4.15[a] | 2.40[a] |
| ซูโครส | 4.20[a] | 3.30[a] | 5.35[b] | 4.30[a] | 3.65[b] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรตางกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

นอกจากนี้จากตารางการทดสอบทางประสาทสัมผัสยังเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความเปรี้ยวอยู่ในเกณฑ์ที่สูง อาจเนื่องมาจากหัวเชื้อที่ใช้มี activity สูง จึงได้ลดเวลาในการบ่มโยเกิร์ตในขั้นต่อไปให้เหลือ 5 ชั่วโมง

**4.3.4ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม**

ในการศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลที่มีต่อการผลิตโยเกิร์ตนั้นพบว่าปริมาณกรดแลกติกจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น แต่พบว่าปริมาณกรดที่ได้จากน้ำตาลปริมาณต่างๆนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่16

ตารางที่ 16 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH ปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% น้ำตาลซูโครส 0 3 5 และ 7% เจลาติน 1% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| ปริมาณน้ำตาลซูโครส (%) | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) | pH | ปริมาณกรดแลคติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 10.14 | 6 | 3.95 | 1.09[a] |
| 3 | 12.45 | 9 | 3.91 | 1.11[a] |
| 5 | 13.81 | 10 | 3.89 | 1.12[a] |
| 7 | 15.53 | 13 | 3.94 | 1.09[a] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่17 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% น้ำตาลซูโครส 0 3 5 และ 7% เจลาติน 1% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| ปริมาณน้ำตาล (%) | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5.00[a] | 2.65[a] | 5.75[a] | 3.75[a] | 2.90[a] |
| 3 | 4.45[a] | 3.00[a] | 5.30[a] | 3.70[a] | 3.10[a] |
| 5 | 4.20[a] | 4.20[b] | 5.00[a] | 4.25[a] | 4.05[b] |
| 7 | 4.10[a] | 4.60[b] | 3.89[b] | 4.55[a] | 5.40[c] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาลปริมาณต่างๆ จะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว และเนื้อสัมผัส และที่ปริมาณน้ำตาล 7% มีคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด จากการที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงที่สุดดังนั้นจึงเลือกปริมาณน้ำตาล 7%เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

**4.3.5 ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม**

ผลของโยเกิร์ตที่ได้จากการปรับสภาวะน้ำนมถั่วเหลืองด้วยเจลาตินปริมาณต่างๆ แสดงในตารางที่18 จะเห็นว่าปริมาณกรดแลคติกที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.94 – 1.02 %

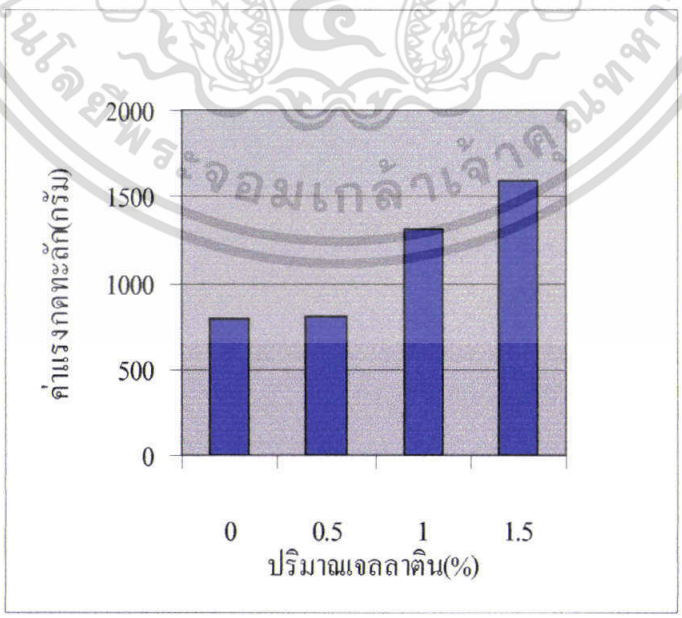
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH ปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% น้ำตาลซูโครส 7% เจลาติน 0 0.5 1 และ 1.5% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| ปริมาณเจลาติน (%) | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ( °Brix ) | pH | ปริมาณกรดแลกติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 16.06 | 11 | 3.99 | 1.02[a] |
| 0.5 | 16.85 | 11 | 4.01 | 0.98[a] |
| 1 | 17.88 | 13 | 4.00 | 0.98[a] |
| 1.5 | 17.88 | 14 | 4.10 | 0.94[a] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำโยเกิร์ตที่ได้ไปวัดค่าแรงกดทะลักพบว่าที่ปริมาณเจลาตินที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าแรงกดทะลัก เนื่องจากเจลาตินเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว จะทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความคงตัวละมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น โครงสร้างเจลที่เกิดขึ้นยังช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งผลการวัดค่าแรงกดทะลักแสดงในภาพที่7




ภาพที่ 7 ค่าแรงกดทะลักของโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมที่มีส่วนผสมของเจลาตินในปริมาณต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่19 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมด้วยหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 5% และเจลาติน 0 0.5 1.0 และ 1.5% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C 5 ชั่วโมง

| ปริมาณเจลาติน (%) | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4.55$^{a}$ | 3.85$^{a}$ | 5.20$^{ab}$ | 4.60$^{a}$ | 4.15$^{a}$ |
| 0.5 | 3.75$^{ab}$ | 4.35$^{a}$ | 5.45$^{b}$ | 5.00$^{a}$ | 4.45$^{a}$ |
| 1.0 | 3.10$^{b}$ | 4.45$^{a}$ | 4.65$^{ac}$ | 5.45$^{a}$ | 4.30$^{a}$ |
| 1.5 | 3.50$^{b}$ | 4.10$^{a}$ | 4.20$^{c}$ | 4.85$^{a}$ | 4.40$^{a}$ |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่19 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันจะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้าน รสชาติ และเนื้อสัมผัส ส่วนคะแนนการยอมรับโดยรวมของปริมาณเจลาตินต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื่องจากพบว่าโยเกิร์ตที่มีปริมาณเจลาติน 0% มีการแยกตัวของน้ำหางนม ดังนั้นจึงเลือกใช้เจลาตินที่ปริมาณ 0.5% เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

**4.3.6อุณหภูมิบ่มที่เหมาะสม**

จากการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการผลิตโยเกิร์ตนั้นพบว่าที่อุณหภูมิ 46°C ได้ปริมาณกรดสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ 38 40 42°C ดังผลที่แสดงในตารางที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH ปริมาณกรดแลกติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 5% เจลาติน 0.5% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 และ 46°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| อุณหภูมิ (°C) | ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%) | ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) | pH | ปริมาณกรดแลคติก (%) |
|---|---|---|---|---|
| 38 | 14.35 | 11 | 3.90 | 1.11[a] |
| 40 | 14.17 | 11 | 3.97 | 1.07[a] |
| 42 | 13.95 | 11 | 3.90 | 1.11[a] |
| 44 | 13.88 | 10 | 3.88 | 1.17[b] |
| 46 | 13.85 | 11 | 3.89 | 1.18[b] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส5% เจลาติน 0.5% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 และ 46°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

| อุณหภูมิ (°C) | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| 38 | 3.70[a] | 2.65[a] | 2.90[a] | 4.00[a] | 2.70[a] |
| 40 | 3.65[a] | 2.80[a] | 3.55[b] | 4.05[a] | 2.85[a] |
| 42 | 4.05[a] | 4.35[c] | 3.38[ab] | 4.30[a] | 4.50[b] |
| 44 | 3.65[a] | 3.80[bc] | 5.12[c] | 4.35[a] | 4.20[b] |
| 46 | 3.30[a] | 3.30[ab] | 5.23[c] | 4.30[a] | 2.85[a] |

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

และจากตารางที่21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันจะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว และเนื้อสัมผัส และคะแนนการยอมรับโดยรวมของอุณหภูมิ 42°C ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากการที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงที่สุด แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ 44°C และถึงแม้ว่าปริมาณกรดที่ได้ที่

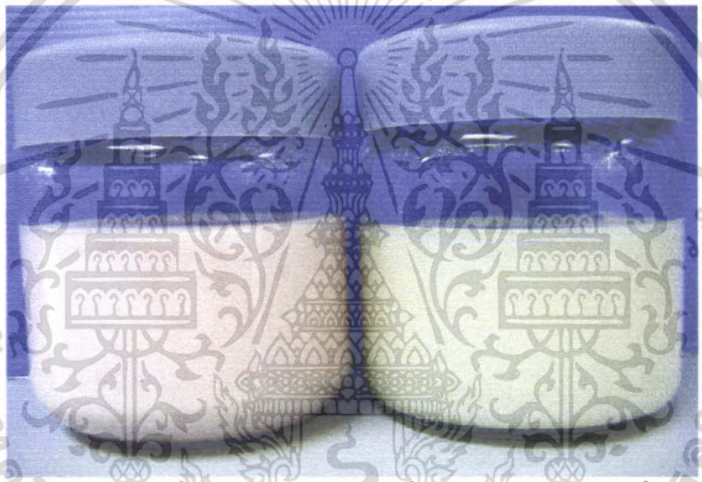
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ42°C นั้นจะมีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 46°C แต่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิ 42°C ในการบ่มโยเกิร์ต

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของโดยเกิร์ตสรุปได้ว่า ควรปรับสภาพน้ำนมถั่วเหลืองโดยใส่หางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 7% เจลาติน 0.5% แล้วบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

**4.3.7 ปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

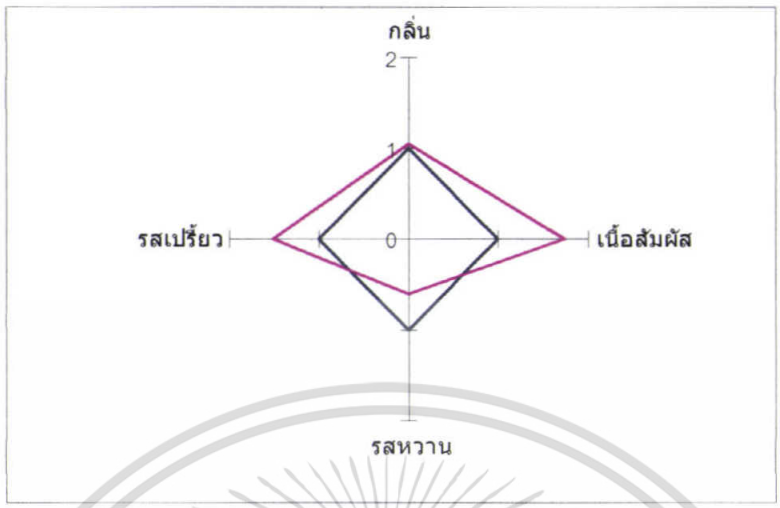
เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ปรับสภาพเหมาะสมตามที่ได้ศึกษาไปข้างต้น เมื่อนำมาเติมสีและกลิ่นสตรอเบอรี่



ภาพที่8: ภาพโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านการเติมสีและกลิ่นเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสีและกลิ่น

จากนั้นนำไปทดสอบกับผู้บริโภค พบว่าการยอมรับด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่ได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ส่วนด้านเนื้อสัมผัส และรสชาตินั้นพบว่าผู้บริโภคยังไม่ยอมรับ เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้นั้นมีลักษณะแข็งกว่าโยเกิร์ตที่มีอยู่ในท้องตลาด และมีรสเปรี้ยวมากเกินไป ดังแสดงในภาพที่9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




คือ เส้นอุดมคติ

คือ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกลิ่นสตรอเบอรี่

ภาพที่9: การรายงานผลด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองกลิ่นสตรอเบอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำนมถั่วเหลืองโดยการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปอบระเหยไล่ hexane ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เป็นการกำจัดซับสเตรทของเอนไซม์ Lipoxygenase ที่เป็นสาเหตุในการเกิดกลิ่นถั่วให้ลดลงและการสกัดไขมันออกจากถั่วเหลืองยังทำให้ถั่วเหลืองที่ได้นั้นมีปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น (ลินจง, 2540) ซึ่งมีผลต่อความหนืดและความคงตัวของโยเกิร์ต (ศศิวิมล, 2547) เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองสกัดไขมันไปปรับสภาวะด้วย หางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 7% และเจลาติน 0.5% บ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่า โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะสีขาวนวล มีเนื้อสัมผัสแน่นเรียบรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นจึงได้มีการเติมสีและกลิ่นสตรอเบอรี่ เพื่อช่วยกลบกลิ่นถั่วที่ยังเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ และเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่ายังคงต้องปรับปรุงในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสที่มีลักษณะแข็งกว่าโยเกิร์ตซึ่งมีจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง อาจมีการเติมกลิ่นรสอื่นๆนอกจากกลิ่นสตรอเบอรี่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

2. เนื่องจากโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองนั้นมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งดังนั้นอาจมีการนำไปแปรรูปเป็นนมเปรี้ยวพร้อมดื่มและเติมกลิ่นรสต่างๆ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นและยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง


1. ทนง ภัครัชพันธุ์. 2522. เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. ธนาคารกสิกรไทย. "โยเกิร์ต". เอกสารวิชาการเรื่องอาหารเสริมคุณภาพ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (2533) : 171-195
3. น้ำทิพย์ วงศ์ประทีป. 2540. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลจากโปรตีนถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ปราณี อ่านเปรื่อง . 2543 . เอนไซม์ทางอาหาร . 1,500 .พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 427 น.
5. พิษณุ วิเชียรสรรค์. 2533. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 53 น.
6. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2544 . วิศวกรรมอาหาร : หน่วยปฏิบัติการในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 272 น.
7. ลินจง สุขลำภู . 2540 . "การศึกษากรรมวิธีทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส" . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
8. วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2532 . เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม . 2,000 . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์ , 209 น.
9. ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด, 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาอาหารหมักพื้นบ้าน. สาขาเทคโนโลยีการหมัก. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
10. "การลดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง" [Online] available : http://www.asa-europe.org/pdf/ussbm.pdf, 01/03/04
11. "ถั่วเหลือง"[online] เข้าถึงได้จาก : http://www.pharm.chula.ac.th/clinic101_5/article/soy.html , 28/07/04
12. "ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองดิบ" [Online] availble : http://www.nutritiondata/facts-001-02s020v.html_, 26/02/04


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. "ตารางแสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง" [Online] available : http://www.soymilkmaker.com/nutrient.html, 26/02/04

14. "ตารางแสดงการเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมัน" [Online] available : http://www.nsrl.uiuc.edu/aboutsoy/soynutrition.html, 26/02/04

15. "โยเกิร์ต" [online] เข้าถึงได้จาก : http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html ,15/11/04

16. "เฮกเซน" [Online] avaiable : http://www.anamai.moph.go.th/chemnet/chemistry.asp, 15/11/04

17. AOAC. 1986. Offical Methodes of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.

18. AOAC. 1995. Official Methodes of Analysis 16th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

19. Arai, S., G. Koyanagi and M. Fujimaki. "Studies on Flavor of Lactic-Acid Bacteria in Soymilk 1. Growth and Acid Production". J. Milk Food Tech. 34(1971) : 30-36.

20. 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.

21. Charles, E.A. and F.J. Phillip. 1985. "Production of defatted soybean products by supercritical fluid extraction". US Patent No.4493854.

22. Hiroshi, K., W. Hwal, C.W. Hesseltine. 1987. "Method of producting soybean milk yoghurt". US Patent No.4066792.

23. Kao, A. 1986. "Preparing naturally sweet yogurt with *Saccharomycopsis sp.*and *Rhizopus spp.*" . US Patent No.4714616.

24. Krusong, W. and B. Yongsmith. 2003. Monitoring of Lipoxygenase Activity during Processing of Vitamin B12 – Enriched Fermented Soymilk. Proceedings of the 1st International Symposium on Insight into the World of Indigenous Fermented Foods for Technology Development and Food Safety. P-7, 6 pages.

25. Lui, K. 1997. Soybean: Chemistry,Technology, and Utilization. New York: Chapman & Hall.

26. Michael R.S. 1987. "Removal of textured vegetable product off-flavor by supercritical fluid or liquid extraction". US Patent No.4657198.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27. Montanari, L., P. Fantozzi, J.M. Snyder and J.W. King. 1999. "Selective extraction of phospholipids from soybeans with supercritical carbon dioxide and ethanol". Journal of Supercritical Fluids. Volume 14. Issue 2. page 87-93.

28. Norihisa, M. 1988. "Product of yogurt like-soybean milk ". JP Patent No.63007743.

29. Robert T.Marshall. 1992. Standard methods for the examination of dairy product. 16th ed. American Public Health Associatiion. Washington,DC. 325

30. Ruediger, H. and S. Helmut. 2002. "Method for obtaining crude oil from a hexane-containing oilseed extract, eg. Soya and rapeseed, involves a multistage process comprising heating, flash evaporating, removing slime, gravitiational separation, and stripping". DE Patent No.10101156.

31. Steinkraus, K. 1985. "Process for producing defatted and debittered soybean meal". US Patent No.4496599.

32. Toshiaki, E., S. Yasuhiro, S. Tomiji, Y. Chobe, N. Yutaks. 1979. "Method for deodorizing soybean milk obtained from soybeans or defatted soybean". US Patent No.4138506.

33. Toshiko,K. and K. Hironori. 2002. "Soybean milk yogurt". JP Patent No.2002262771.

34. Trindade, CS., Terzi, SC., Trugo, LC., Della Modesta, RC. and Couri, S. 2001. "Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt". Archivos Latinoamericanos De Nutricion. Volume 51. Issue 1. page 100-104.

35. Wang, P. and Y.Huang. 1987. "Method of producing lactic-acid fermented soymilk". US Patent No.4664919.

36. Yamashita, N. and Mitsunaga, T. 1994. "Control of off-flavors of soybean by pH adjustment". Bulletin of the Institute for Comprehensive Agricultural Sciences Kinki University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

## การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การสกัดไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

การสกัดไขมันโดยวิธี soxhlet extraction

1. ชั่งตัวอย่างถั่วเหลืองที่บดแล้วใส่ลงในผ้าขาวบาง
2. ใส่ผ้าขาวบางลงในชุดสกัดไขมันโดย ผ้าขาวบาง อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ด้านล่างต่อกับ round bottom flask
3. ตวง hexane ใส่ในขวดแก้วก้นกลมปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสมเพื่อให้ไอของ hexane ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างต่อเนื่องนาน 8 ชั่วโมง
4. นำกากถั่วเหลืองที่ทำการสกัดไขมันแล้วไปอบไล่ hexane ด้วย hotair oven

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC,1995)

1. ตัวอย่างเป็นของแข็งชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวปิเปตตัวอย่าง 3 ml ลงในขวด digestion vessels
2. เติม catalyst 7 กรัม
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 ml และ boiling chips
4. นำ digestion vessels ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนจนได้สารละลายสีฟ้าใส
5. รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมดควันของไอกรดก่อน
6. ดูดกรดบอริก 60 ml ใน Erlenmeyer flask 500 ml ที่แห้งและสะอาด หยดอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยด เขย่าให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย
7. นำหลอดที่หมดควันของไอกรดแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน เติมน้ำ 60 ml เติม NaOH 40% 70 ml ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ประมาณ 4-5 นาที
8. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่าน condenser ลงสู่สารละลายบอริก สีของสารละลายเปลี่ยนจากชมพูม่วงไปเป็นฟ้าอมเขียว ล้างปลาย condenser ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรตกับสารละลาย ไฮโดรคลอริก 0.01 N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นใสไม่มีสี (หรือเป็นสีชมพู แล้วหัก ml ของ HCl ออก 0.02 ml เพื่อให้เห็นชัดเจน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

$$\%\text{โปรตีน} = \frac{\text{N.HCl x ml.HCl x 14 x 6.25 x 100}}{\text{ml.ตัวอย่าง x 1000}}$$

3. การหาปริมาณไขมันในถั่วเหลือง (AOAC,1995)

1. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ไขมันที่ผ่านการอบไล่ความชื้นพร้อม boiling chip
2. นำตัวอย่างที่บดแล้วไปอบไล่ความชื้นแล้วนำมาชั่ง 3-4 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ในกระดาษกรอง แล้วห่อใส่ thimble วาง thimble ลงในบีกเกอร์ไขมัน เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 140 ml ลงในบีกเกอร์ไขมัน
3. นำเข้าเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus)
4. ทำการสกัดเป็นเวลา 2.30 ชั่วโมง
5. นำบีกเกอร์ที่สกัดไขมันเสร็จแล้วไปอบระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำบีกเกอร์ไปชั่งน้ำหนักไขมัน

การคำนวณ

$$\%\text{ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันที่สกัดได้ x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

4. การหาปริมาณไขมันในน้ำนมถั่วเหลืองโดยวิธี Gerber (Standard methods for the examination of dairy product,1992)

1. ปิเปตกรด $H_2SO_4$ 10 ml ปล่อยลงใน butyrometer โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด
2. เตรียมตัวอย่าง ผสมน้ำนมให้เข้ากันดีโดยเทกลับไปมาระหว่างภาชนะ อุณหภูมิของตัวอย่างไม่ควรเกิน 20 องศาเซลเซียส ปิเปตตัวอย่าง 10.75 ml ค่อยๆปล่อยลงใน butyrometer ช้าๆ โดยไม่ให้เลอะผนังหลอด เป่าปิเปตไล่ตัวอย่างหยดสุดท้าย
3. ปิเปต amy alcohol 2 ml โดยไม่ให้เลอะคอขวดปิดจุกให้แน่นและพยายามไม่ให้ของเหลวผสมกัน
4. เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนของสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่ ควำหลอด 1-2 ครั้งหลังจากย่อยโปรตีนหมดแล้ว
5. นำไปหมุนเหวี่ยงโดยรักษาความสมดุลย์ของน้ำหนักในเครื่อง centrifuge 1100 rpm. นาน 4 นาที หากมีจำนวนตัวอย่างไม่เพียงพอในการสมดุลน้ำหนักให้ใช้หลอด butyrometer บรรจุน้ำ 10 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แช่หลอด butyrometer โดยให้จุกอยู่ตอนล่างใน water bath นานอย่างน้อย 3 นาที ให้ระดับน้ำร้อนให้สูงกว่าระดับของไขมัน
7. อ่านปริมาณไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านควรปรับให้ขีดล่างของชั้นไขมันเลื่อนไปอยู่ในส่วนที่อ่านสเกลได้ และให้หลอด butyrometer อยู่ในแนวตั้งให้สเกลอยู่ในระดับสายตา
8. นำหลอด butyrometer กลับไปแช่ใน water bath นาน 3 นาที ก่อนนำมาอ่านปริมาณไขมันทันทีเป็นครั้งที่ 2

5. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง(pH) (ดร.บุญเทียม พันธ์เพ็ง, ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หมัก, 2546)

1. ต่อ pH electrode และ temperature probe
2. เปิดสวิทซ์
3. กดปุ่มเพื่อเลือกโหมด pH หรือ mV
4. ถ้าต้องการวัดแบบ autoread ให้กดปุ่ม AR จนปรากฏบนหน้าจอ
5. จุ่ม electrode ลงในตัวอย่างที่ต้องการวัด
6. กดปุ่ม enter
7. รอจนกระทั่ง AR หยุดกระพริบ อ่านค่าpH

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

1. นำน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า จากนั้นนำไป centrifuge ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที รินเอาของเหลวส่วนที่อยู่ด้านบนออกใช้เป็น crude enzyme extract แล้วนำมาวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer สร้างกราฟโดย plot ค่า absorbance กับเวลา คำนวณอัตราปฏิกิริยา

อัตราปฏิกิริยา Lipoxygenase = $\triangle$OD/วินาที

2. นำสารละลาย substrate มาเจือจาง 5 เท่าด้วยน้ำกลั่น ปรับ pH ให้เป็น 7 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นให้ออกซิเจนให้กับสารละลาย substrate เป็นเวลา 2 นาทีทิ้งไว้ 10 นาทีก่อนนำไปใช้ซึ่งจะทำให้ substrate มีความคงตัวดี
3. ปิเปตสารละลายLinoleate substrate จากข้อ 1 มา3ml ใส่ลงในคิวเวตของเครื่อง spectrophotometer ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) เติมเอนไซม์ lipoxygenase ที่เจือจางแล้วลงไป 0.1 ml ผสมกันอย่างรวดเร็ว วัด absorbance ที่ 234 nm และอ่านค่าที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างกราฟโดย plot ค่า absorbance กับเวลาคำนวณอัตราปฏิกิริยา

7. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 1986)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2.5-3 กรัม ใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2. นำไปให้ความร้อนด้วย steam bath เป็นเวลา 10-15 นาที

3. จากนั้นนำไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 98-100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4. ทำให้เย็นใน dessicator

5. ชั่งน้ำหนัก moisture can หลังอบแล้ว

การคำนวณ

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

8. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 1986)

คิดในรูปกรดแลคติก $CH_3CH(OH)COOH$ MW. = 90.08

8.1สารเคมี

น้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ เตรียมโดยนำน้ำกลั่นมาต้มเดือดนาน 20 นาที สารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH เตรียมจาก NaOH 4 กรัม เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร นำมาหาความเข้มข้นมาตรฐาน

การหาความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH ทำได้โดยชั่ง acid potassium phathalate (potassium hydrogen phathalate $COOH.C_6H_4.COOK$ analytical reagent) นำมาอบที่ 120°C นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นใน dessicator ชั่งอย่างละเอียด 0.3 กรัม เติมลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 90-100 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH ความเข้มข้นมาตรฐานคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นมาตรฐาน} = \frac{\text{กรัมของ } COOH.C_6H_4.COOK \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times 204.2}$$

สารละลายฟีนอฟธาลีน ชั่ง 1 กรัม ฟีนอฟธาลีนละลายในแอลกอฮอล์ 95% 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่าง 10 กรัม มาเจือจางด้วยน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอฟธาลีน 3 หยด แล้วไตรเตรทด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1N NaOH จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีชมพู ปริมาณกรดคำนวณเป็นกรดแลคติก ตามสูตร

$$\% \text{ กรด} = \frac{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times \text{N.ของ NaOH} \times 90.08}{1000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

## แบบประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส

### การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

**ผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน**

ความถี่ในการรับประทานโยเกิร์ต...../ (สัปดาห์,เดือน) เพศ.....อายุ.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็นโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตต่างๆ กรุณาชิมโยเกิร์ตที่เสริฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนคุณภาพด้านต่างๆตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

7 = มากที่สุด 5 = ปานกลาง 3 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

6 = มาก 4 = เฉยๆ 2 = น้อยมาก

| ตัวอย่าง | กลิ่นถั่ว | รสชาติ | ความเปรี้ยว | เนื้อสัมผัส | การยอมรับโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ข้อเสนอแนะ.....

หมายเหตุ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| กลิ่นถั่ว | 7 คะแนน = กลิ่นถั่วมากที่สุดและ | 1 คะแนน | = | กลิ่นถั่วน้อยที่สุด |
| รสชาติ | 7 คะแนน = ดีที่สุดและ | 1 คะแนน | = | แย่ที่สุด |
| ความเปรี้ยว | 7 คะแนน = เปรี้ยวมากที่สุดและ | 1 คะแนน | = | เปรี้ยวน้อยที่สุด |
| เนื้อสัมผัส | 7 คะแนน = เนื้อแน่นมากที่สุดและ | 1 คะแนน | = | เนื้อแน่นน้อยที่สุด |
| การยอมรับโดยรวม | 7 คะแนน = มากที่สุดและ | 1 คะแนน | = | น้อยที่สุด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ข้อมูลผู้ทดสอบ : เพศ ..... อายุ ..... ปี**

**ความถี่ในการรับประทานโยเกิร์ต ..... ครั้ง / เดือน**

**ผลิตภัณฑ์ : โยเกิร์ต**

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบกลิ่น ความรู้สึกในปาก และ รสชาติ แล้วทำเครื่องหมาย (I) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะอย่างนั้น และ ทำเครื่องหมาย(x) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผลิตภัณฑ์ที่ท่านชิม

***หมายเหตุ** กรุณาดื่มน้ำล้างปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างในการชิม

1. กลิ่น

..... _____

อ่อน แรง

..... _____

อ่อน แรง

2. ความรู้สึกในปาก

..... _____

อ่อน แข็ง

..... _____

อ่อน แข็ง

3. รสชาติ

รสหวาน

..... _____

น้อย มาก

..... _____

น้อย มาก

รสเปรี้ยว

..... _____

น้อย มาก

..... _____

น้อย มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นางสาวพิมพ์พร เบญจลักษณกุล สำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนทิวไผ่งาม พุทธศักราช 2544 ปัจจุบันศึกษาอยู่ที่โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการหมัก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

นางสาวอรสุธี แซ่โอว สำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 พุทธศักราช 2543 ปัจจุบันศึกษาอยู่ที่โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการหมัก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้