



ใบรับรองปัญหาพิเศษ



T096593

เรื่อง

โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน
(Fermented soymilk from Defatted soybean)

จัดทำโดย

- | | | | |
|-------------------|---------------|--------------|----------|
| 1. นางสาว พิมพ์พร | เบญจลักษณ์กุล | รหัสนักศึกษา | 44040759 |
| 2. นางสาว อรสุรี | แซ่โอว | รหัสนักศึกษา | 44040781 |

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....
(Signature)

..... 11 / 4 / ๕8

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(Signature)

ปพ.
พ ๖18๘
๒548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
เลขที่..... ๒๕๕๙๓

พิมพ์พร เบญจลักษณ์กุล และ อรสุธี แซ่โอว. 2548 : โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัด
ไขมัน(Fermented soymilk from Defatted soybean). โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครุส่ง

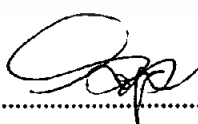
บทคัดย่อ

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

พิมพ์พร เบญจลักษณ์กุล

อรสุธี แซ่โอว

ลายมือนักศึกษา



(รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครุส่ง)

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

11/4/48

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวិชาปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลและหน่วยงานดังนี้

รศ.ดร.วราวุฒิ ครุสงฆ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ช่วยตรวจแก้ไข และให้คำปรึกษาต่างๆ

สำนักงานกองทุนการสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนในด้านทุนทรัพย์เพื่อใช้จ่ายในการศึกษาปัญหาพิเศษ

ดร.ศศิวิมล ชื่นอ้อม อาเหม็ด, ผศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์, ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรคม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับปัญหาพิเศษ

พี่นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาในเรื่องเครื่องมือต่างๆ

เพื่อนๆสาขาเทคโนโลยีการหมักทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษ และ คอยให้กำลังใจตลอดมา

และสุดท้ายนี้ที่ขาดไม่ได้ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวเบญจลักษณ์กุล และครอบครัวแซ่โอว ที่คอยให้การสนับสนุนทุกด้านทำให้มีโอกาสทำปัญหาพิเศษนี้เสร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

8 เมษายน 2548

สารบัญ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	55
การวิเคราะห์เคราะห์ทางเคมี	55
แบบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส	60
ประวัติผู้เขียน	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองดิบ	4
2. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลือง	6
3. แสดงการเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมีของ น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมัน	17
4. องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา	34
5. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง	35
6. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลาต่างๆ	37
7. ปริมาณ โปรตีนและ ไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่ อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบระเหย hexane ออกที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง	38
8. ปริมาณ โปรตีนและ ไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัด ไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอบ ระเหยhexane ออกที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลาต่างๆ	38
9. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ของน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลือง ของโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จาก ถั่วสกัดไขมัน	39
10. TS, TSS, pH และค่าความเป็นกรดของน้ำมันถั่วเหลือง ที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลืองและ น้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน	40
11. ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ในน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับ สภาวะด้วยหางนมผง 0 5 10 15%	40
12. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต ที่เติมหางนมผงในปริมาณ 0 5 10 15%	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 0 5 10 15%	41
14. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต ที่เติมน้ำตาลกดูโคส แลคโตส ซูโครส	42
15. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาล กดูโคส แลคโตส ซูโครส	43
16. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต ที่เติมน้ำตาลปริมาณ 0 3 5 7%	43
17. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาลปริมาณ 0 3 5 7%	44
18. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต ที่เติมเจลาตินปริมาณ 0 0.5 1.0 1.5 %	45
19. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมเจลาตินปริมาณ 0 0.5 1.0 1.5 %	46
20. TS, TSS, pH และปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต ที่บ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 46	47
21. แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่บ่มที่อุณหภูมิ 38 40 42 44 46	47

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. กลไกการทำงานของไลพอกซีจีเนสต่อ linoleic acid	11
2. แสดงขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้โปรตีนสูง	28
3. แสดงวิธีการเตรียมน้ำมันถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	30
4. แสดงการเตรียมโยเกิร์ตน้ำมันถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	33
5. ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังจากการบดก่อนที่จะนำไปสกัดไขมัน	35
6. (ก) อุปกรณ์ในการสกัดไขมัน	
(ข) ถั่วเหลืองบดที่ได้ภายหลังจากการสกัดไขมัน	36
7. กราฟแสดงค่าแรงกดทะลิกของโยเกิร์ตที่เติมที่มีส่วน ผสมของเจลาตินในปริมาณต่างๆกัน	45
8. โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านการเติมสีและกลิ่น เปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสีและกลิ่น	48
9. การรายงานผลด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำมันถั่วเหลืองกลิ่นสตรอเบอร์รี่	49

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติและกลิ่นเฉพาะตัว อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงมากแต่ปัจจุบันวัตถุดิบหลักที่นำมาผลิตโยเกิร์ตได้มาจากแหล่งเดียวคือ น้่านมวัว ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำน้ำนมถั่วเหลืองมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่และเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค แต่การใช้น้ำนมถั่วเหลืองแทนน้ำนมวัวนั้นผู้บริโภคอาจจะมีปัญหาในการยอมรับเรื่องกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสที่แปลกไปจากการใช้น้ำนมวัวจึงได้มีการปรับปรุงกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่ทำมาจากน้ำนมถั่วเหลืองเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยใช้การสกัดไขมันจากเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง เป็นการปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเติมน้ำตาลและหางนมในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงรสชาติ เนื้อสัมผัสและเพิ่มปริมาณโปรตีนในโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองให้มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจากถั่วเหลืองที่สกัด ไขมัน
2. เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคในการรับประทานโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง(soy bean)จัดอยู่ในพืชตระกูลถั่วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max (L.)Merrill* ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) เอ็มบริโอ (embryo) และส่วนที่เก็บสะสมอาหาร โดยที่ เอ็มบริโอ ประกอบด้วยโคทิลีดอน (cotyledon) 2 ส่วน ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร(Lui, 1997)

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เข้ามาสู่ประเทศไทยโดยชาวจีนอพยพเป็นผู้นำเข้ามา จนกระทั่งถั่วเหลืองกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของอาหารของคนไทยมีการนำถั่วเหลืองมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว นํ้านมถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันต่ำ และราคาถูกเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ ในปัจจุบันพบว่าการบริโภคถั่วเหลืองจะมีผลดีต่อสุขภาพ และช่วยป้องกันโรคบางโรคได้ ถั่วเหลืองประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1 โปรตีน

โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าเทียบเท่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ในถั่วเหลืองมีโปรตีนอยู่ประมาณ ร้อยละ 30-50 และยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่ FAO/WHO แนะนำ

2 ไขมัน

ถั่วเหลืองมีไขมันร้อยละ 12-35 ไขมันในถั่วเหลืองประกอบด้วย กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

3.2 คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble carbohydrates of cotyledons) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำส่วนที่อยู่ในใบเลี้ยง 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 ในผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง โดยเฉพาะในรูปของน้ำมันถั่วเหลืองพบน้อยมาก ส่วนวิตามินอีพบว่ามีอยู่ในน้ำมันถั่วเหลืองในปริมาณ 1.4 ไมโครกรัมต่อกรัม

คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของตัวเหลืองดิบ 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%
tryptophan	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	
Aspartic acid	621mg	
Glutamic acid	688mg	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

alcohol	0.0g	
water	24.2g	
ash	0.6g	

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

2.2 นำนมถั่วเหลือง

นมถั่วเหลือง (soy milk) หรือน้ำเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เป็นน้ำนมที่สกัดไขมันจากการบดเมล็ดถั่วเหลืองผสมกับน้ำกรองและผ่านการให้ความร้อนมีลักษณะภายนอกและองค์ประกอบคล้ายคลึงกับน้ำนมวัว องค์ประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมถั่วเหลือง 100 กรัม

Nutrient	Units	1 cup
One regular cup serving		245.000 g
Per USDA data		
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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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, Na	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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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)

ถั่วเหลืองมีประ โยชน์ช่วยลด โคลเลสเตอรอล ทำให้ลดโอกาสที่จะเป็นโรคหัวใจ โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็น โปรตีนที่สมบูรณ์ นมถั่วเหลืองจะดีกว่านมวัวตรงที่มีเส้นใยอาหารด้วย เส้นใยอาหารช่วยในการขับถ่ายและป้องกันโรคมะเร็งทางเดินอาหาร

ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมาสนใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องของอาหารจึงมีผู้นิยมบริโภคนํ้านมถั่วเหลืองกันอย่างแพร่หลาย โดยการบริโภคนํ้านมถั่วเหลือง 1 แก้ว (240 กรัม) จะได้โปรตีนประมาณ 6 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนที่มีในไข่ไก่ 1 ฟอง นอกจากนั้นยังมีวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ อีกทั้งยังปราศจากโคเลสเตอรอลจากการศึกษา พบว่าการดื่มนมถั่วเหลืองเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจได้ดีกว่าการได้รับโปรตีนจากนมในสัตว์ (นิรนาม 2543) นมถั่วเหลืองจึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลในอาหารและผู้ที่ได้รับประทานนมวัวแล้วต้องเสียเนื่องจากขาดเอนไซม์ lactase ที่ใช้ย่อยน้ำตาล lactose ในนมวัว

อย่างไรก็ตามการยอมรับผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองของผู้บริโภคยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับกลิ่นถั่ว (beany flavor) ซึ่งอาหารที่เตรียมจากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นถั่ว กลิ่นเหม็นเขียวกลบรสชาติที่ดีอย่างอื่น แต่ถ้าหากนำถั่วเหลืองมาผ่านขั้นตอนการกำจัดกลิ่นถั่วหรือลดกลิ่นถั่วให้เหลือน้อยที่สุดจะทำให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองมีมากขึ้น

2.3 การเกิดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง

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

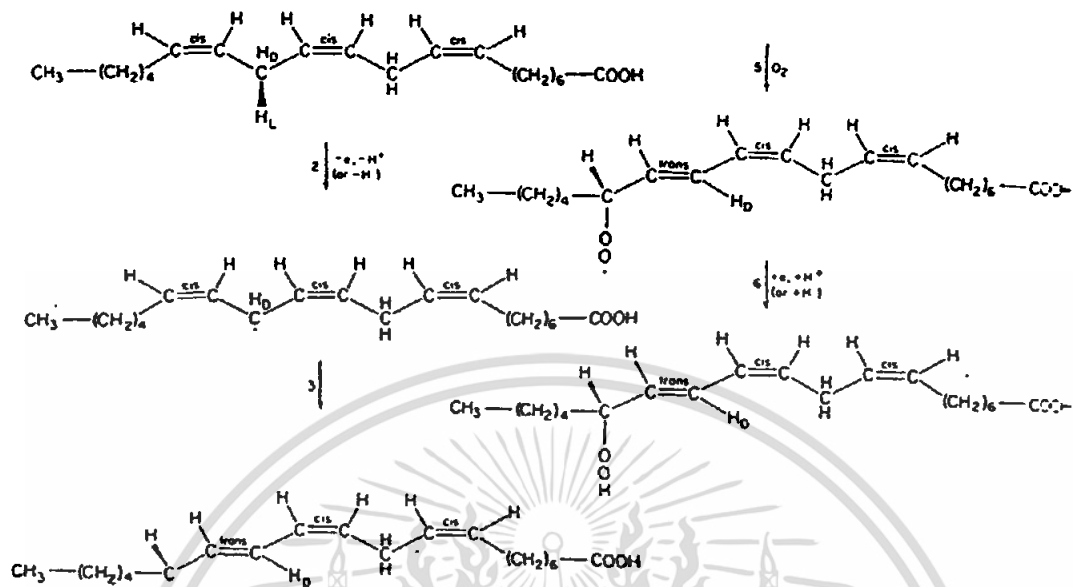
เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส เป็นเอนไซม์ในกลุ่มออกซิโดรีดักเตส (Oxidoreductase) หรือที่เรียกว่า linoleate : Oxygen Oxidoreductase สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งมีพันธะคู่ 2 พันธะที่อยู่ในรูปของ cis form โดยปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่อมีออกซิเจนและน้ำจากปฏิกิริยาจะทำให้เกิดสารประกอบพวก Conjugated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

คุณสมบัติของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส

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

เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอนไซม์ที่มีความจำเพาะต่อกรดไขมันและไขมันที่มี cis-cis penta-1,4-diene unit (-CH=CH-CH₂-CH=CH-) ได้แก่ กรดไขมันพวก linoleic, linolenic และ arachidonic acids มี diene unit ≥ 1 unit

กลไกการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : กลไกการทำงานของไลพอกซีจีเนสต่อ linoleic acid (8,11,14 eicosatrienoic acid)

ที่มา: ปรานี อานปรืออง, (2543๗)

ขั้นตอนการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยไลพอกซีจีเนส อธิบายได้ดังนี้

1. เอนไซม์และสับสเตรทซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว จับกันในลักษณะจำเพาะเป็นสารเชิงซ้อน เป็น stereospecific complex บางครั้งร่วมกับ O_2 เกิดเป็น EEO^\bullet ร่วมด้วย
2. เอนไซม์จะดึงอิเล็กตรอน หรือ อะตอมของ ไฮโดรเจน หรือทั้งสองอย่าง อย่างมี stereospecific จากตำแหน่งไอเมก้า-8 ทำให้เกิดเป็นอนุมูลกรดไขมันที่ ไอเมก้า-8 นี้
3. กรดไขมันอิสระจะเปลี่ยน ไอโซเมอร์ ขณะที่เกิดการเกาะกันกับเอนไซม์ กรดไขมันอิสระจะเปลี่ยน ไอโซเมอร์ เพื่อให้ที่อยู่กับ unshared electron ที่ ไอเมก้า-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 ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่ ไอเมก้า-6 ได้เป็น hydroperoxy free radical (ROO^\bullet)
6. อิเล็กตรอนแยกจากเอนไซม์ (ขั้นที่2) และ โปรตีนแยกจากตัวกลาง หรืออนุมูล H^\bullet เท่านั้น ทำให้เกิด 15-hydroperoxy-8,11,13-eicosatrienoic acid ซึ่งในที่สุดจะแยกออกจากเอนไซม์

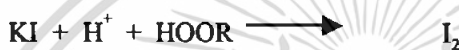
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรืออีกในหนึ่งอิเล็กตรอน (H^\bullet) 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_{2325} และค่า $E_{cm}^M = 2.8 \times 10^4 M^{-1} cm^{-1}$
3. วัดปริมาณ hydroperoxide ทำได้ดังนี้

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



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

การกำจัดกลิ่นถั่ว โดยนำถั่วเหลืองดิบลงไปต้มในน้ำเดือดที่ใส่โซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณเล็กน้อยเป็นเวลา 5 นาที เทน้ำทิ้งแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดที่ใส่ไบคาร์บอเนตอีกครั้งนำไปบดและกรองแยกน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จะไม่มีกลิ่นถั่วเนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลยับยั้งเอนไซม์ Lipoxygenase (<http://www.ag.uiuc.edu/~intsoy/soymilk.htm>)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yamashita, N. และคณะ (1994) ระบุว่า การควบคุมการกำจัดกลิ่นของถั่วเหลืองสกัดไขมัน โดยการปรับ pH ประเมิน โดยประสาทสัมผัสของ โดยการบดถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ pH = 3 โดยใช้ HCl, H₃PO₄ หรือ tartaric acid และนำไปแช่ใน 0.15M HCl เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ปรากฏว่า การบดด้วย HCl จะให้กลิ่นรสที่ผู้ชิมยอมรับไม่ได้โดยจะมีรสชาติเค็ม แต่กรดอื่นๆ ให้รสชาติที่ผู้ชิมยอมรับได้

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

การสกัดไขมันเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการลดกลิ่นในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง 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

หลักการ โดยทั่วไปของการสกัด (รุ่งนภา, 2544)

1. การแพร่ เป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลต่างๆของสารประกอบชนิดหนึ่งผ่านส่วนที่ต่อเนื่องในเฟสหนึ่งหรือผ่านผิวระหว่างเฟส

ในการสกัดของแข็ง-ของเหลว ตัวทำละลายจะต้องแพร่เข้าไปในของแข็งเพื่อละลายตัว ถูกละลายออกมา และตัวถูกละลายก็ต้องแพร่ผ่านออกมาจากของแข็งที่อิ่มตัวด้วยตัวทำละลายไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟส ตัวทำละลาย ในการสกัดด้วยตัวทำละลาย ยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็ก ระยะเวลาที่ของแข็งต้องอยู่ใน
ขั้นของการสกัดยิ่งสั้น

แม้ว่าขนาดของอนุภาคของของแข็งจะมีผลต่ออัตราการสกัด คือยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็ก พื้นที่
ผิวสัมผัสระหว่างของแข็งกับของเหลวยิ่งมากทำให้อัตราการถ่ายเทขององค์ประกอบที่ละลายได้
เพิ่มมากขึ้นตาม แต่ในกรณีที่สารเป็นอนุภาคละเอียดมาก อาจก่อให้เกิดความต้านทานหรือยับยั้งการ
หมุนเวียนของตัวทำละลายที่จะผ่านชั้นของของแข็งทำให้พื้นที่ผิวของการสัมผัสที่มากขึ้นก็ไม่ได้
ช่วยในเรื่องอัตราการถ่ายเทมวล

2. ความสามารถในการละลาย ความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงสุดที่เป็นไปได้ในเอกซ์
แทรคท์สุดท้ายที่ออกจากกระบวนการสกัดคือความเข้มข้นที่อิ่มตัว ดังนั้นอัตราส่วนของ(ตัวทำละลาย/
ของแข็ง) ต้องสูงพอที่เมื่อตัวทำละลายบริสุทธิ์สัมผัสของแข็งที่ส่งเข้าสู่เครื่องสกัด ในตอนต้น สาร
ละลายที่ได้หลังสมดุลต้องมีความเข้มข้นต่ำกว่าความเข้มข้นอิ่มตัวของตัวถูกละลาย

ในระบบที่ต้องทำการสกัดของแข็งหลายครั้งด้วยตัวทำละลายที่หมุนเวียนกลับมาใช้ ถ้า
สามารถในการละลายของตัวทำละลายสูงจะช่วยลดจำนวนเที่ยวของการหมุนเวียนตัวทำละลายที่
ต้องใช้ เพื่อกำจัดตัวถูกละลายออกไปในระดับที่ต้องการ

ของเหลวที่ใช้เป็นตัวทำละลายควรจะมีคุณสมบัติทำให้เกิดการหมุนเวียนได้ดี โดยทั่วไป
มักจะใช้ตัวทำละลายค่อนข้างบริสุทธิ์ในช่วงแรก แต่ขณะที่กระบวนการการสกัดดำเนินต่อไป
ความเข้มข้นของตัวถูกละลายจะเพิ่มขึ้น และอัตราการสกัดจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจาก
ความแตกต่างความเข้มข้นลดลงและสารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น

ในหลายกรณีอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสกัดเนื่องจากความสามารถในการละลายของสาร
ที่ต้องการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนดีขึ้นด้วย

3. สมดุล เมื่ออัตราส่วนของ(ตัวทำละลาย/ของแข็ง) มากพอที่จะทำให้ระดับของตัวถูกละ
ลายที่ต้องการละลายออกมา สมดุลที่เกิดขึ้นจะเป็นสภาวะที่ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในเฟส
ของของแข็งและเฟสของตัวทำละลายเท่ากัน ดังนั้น ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารละลายที่
อยู่ในของแข็งจะเท่ากับในเฟสของของเหลวหรือตัวทำละลาย แต่เมื่อปริมาณของตัวทำละลายไม่
เพียงพอต่อการละลายตัวถูกละลายทั้งหมดที่มีอยู่ สมดุลจะพิจารณาว่าเป็นสภาวะที่ความเข้มข้นของ
ตัวถูกละลายไม่ มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไปในทั้งสองเฟส ไม่ว่าจะมีการสัมผัสที่นานขึ้นก็ตาม
อย่างไรก็ตามเพื่อให้ สมดุลเกิดขึ้นจำเป็นต้องให้เฟสของแข็งและตัวทำละลายได้สัมผัสกันเป็น
เวลาที่นานพอ

ปัจจัยที่ควบคุมกระบวนการสกัดคือพื้นที่ที่มีการสัมผัสระหว่างกระแสทั้งสองเวลาของการสัมผัส คุณสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงสมดุลของการถ่ายเทองค์ประกอบในการสกัด จากของแข็ง 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
สูตรทางเคมี (Chemical)	:	C_6H_{14} หรือ $CH_3(CH_2)_4CH_3$
น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight)	:	86.2

การใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

ใช้เป็นสารทำละลายและทินเนอร์ในการผลิตยาง รองเท้า การสกัดน้ำมันพืช การผลิตยาและเครื่องสำอาง ใช้เป็นสารทำความสะอาดในอุตสาหกรรมการทอ ทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องหนัง ใช้เป็นสารประกอบของกาว ติ และซีเมนต์ ใช้เป็นสารตัวกลางในการทำปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชัน สารรีเอเจนท์ในห้องปฏิบัติการ ใช้ในการผลิตเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น

ข้อมูลทางกายภาพและเคมี

ลักษณะสีและกลิ่น	:	เป็นของเหลวใส ไม่มีสีมีกลิ่นคล้าย ปิโตรเลียม
จุดเดือด	:	69 องศาเซลเซียส
จุดหลอมเหลว	:	- 95 องศาเซลเซียส
ความดันไอ	:	124 มิลลิเมตรปรอท ที่ 20 องศาเซลเซียส
ความหนาแน่นไอ	:	2.97
อัตราการระเหย	:	20 % ที่ 25 องศาเซลเซียส
การละลายน้ำ	:	ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้บ้างในสารทำ ละลาย อินทรีย์ส่วนใหญ่
ความถ่วงจำเพาะ	:	0.66 ที่ 20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีรายงานการทดลองต่างๆที่กล่าวถึงกรรมวิธีในการสกัดไขมันดังนี้

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

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 30-90 องศาเซลเซียส แล้วทำการแยกโดยใช้แรงโน้มถ่วงโลกจะได้ส่วนที่เบาที่อุดมไปด้วยน้ำมันและส่วนที่หนักจะเป็นน้ำ น้ำมัน และ Phosphatide นำส่วนที่เบาไประเหยไล่ hexane ออก

Montanari et al., (1999) Supercritical Carbon dioxide (SC-CO₂) มีประสิทธิภาพในการสกัดไขมัน ขั้นแรกทำโดยการใช้ SC-CO₂ สกัดไขมันจากถั่วเหลืองบดแผ่นที่ความดัน 32 MPa อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นการแยก phospholipid ออกจากถั่วเหลือง ขั้นที่สองใส่ ethanol ลงไปในถั่วเหลืองบดแผ่นที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว ที่ความดัน 16.6-68.9 MPa และอุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส

สำหรับการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันแสดงอยู่ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 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 ทั้งนี้โดยผ่านกระบวนการไฮโมจิไนซ์หรือไม่ก็คั้นแล้วฆ่าเชื้อด้วยการสเตอริไลต์หรือพาสเจอร์ไรซ์ จากนั้นการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532) เชื้อส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็น Lactic acid bacteria โดยแบคทีเรียจะใช้น้ำตาลในนมซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในน้ำนม เพื่อเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในระหว่างการหมัก นอกจากสร้างกรดแลคติกแล้วเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวยังสร้างกรดและสารอื่นๆ เช่น กรดอะซิติก กรดบิวทีริก และสารพวกแอลดีไฮด์ ซึ่งสารเหล่านี้จะทำให้โยเกิร์ตมีคุณสมบัติเฉพาะตัวเช่น pH รสชาติ กลิ่น และความหนืด เป็นต้น (พิชญ 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2. กรรมวิธีการผลิต ขึ้นกับระบบการผลิตและ โครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum)

2.1 Set yogurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุสำหรับการจำหน่ายปลีก ลักษณะของ coagulum ที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกันและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว

2.2 Stirred yogurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของ coagulum ที่ได้จะแตกหรือแยกกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ

3. กลิ่นรส การเติมกลิ่นรสเข้าไปใน โยเกิร์ตทำให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่าง ดังนี้

3.1 Natural หรือ plain yogurt เป็น โยเกิร์ตแบบดั้งเดิมมีรสชาติเปรี้ยวแหลม

3.2 Fruit yogurt เป็น โยเกิร์ตที่ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน plain yogurt

3.3 Flavour yogurt เป็น โยเกิร์ตที่ได้จากการเติมกลิ่นรสและสี แทนส่วนของผลไม้

4. กระบวนการหลังการหมัก แบ่งออกเป็นหลายชนิด ได้แก่

4.1 Pasteurized / UHT yogurt เป็น โยเกิร์ตที่มีการผ่านกระบวนการให้ความร้อนหลังการหมัก

4.2 Concentrated / condensed yogurt เป็น โยเกิร์ตที่มีปริมาณ total solid ประมาณ 24 %

4.3 Frozen yogurt แบ่งเป็น soft และ frozen yogurt มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกับ ไอศกรีมมากกว่า โยเกิร์ต แต่มีองค์ประกอบทางเคมีมากกว่าเหมือนกับ โยเกิร์ต และมีการใส่สารให้ความคงตัวเพื่อช่วยในการรักษาโครงสร้างของฟองอากาศในขั้นตอนการ freeze

4.4 Dried yogurt เป็น โยเกิร์ตที่มีการผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยการใช้แสงแดด Spray dry หรือ Freeze dry โดยมีลักษณะเป็นผง จากกระบวนการที่ต้องผ่านการทำแห้งทำให้โยเกิร์ตชนิดนี้มีการสูญเสียกลิ่นรส และเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนไป

วัตถุดิบสำหรับผลิต โยเกิร์ต

1. น้่านมดิบ จะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ และไม่มีสารปฏิชีวนะเจือปนเพราะสารปฏิชีวนะเหล่านี้จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป ทำให้น้่านมไม่แข็งตัว หรือแข็งตัวช้า น้่านมที่ใช้ควรมีปริมาณ ไขมันร้อยละ 3 เพื่อให้โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะดี

2. นมผง โดยปกติแล้วน้่านมจะมีส่วนที่เป็น Solid not fat (SNF) อยู่ร้อยละ 9 –10 ซึ่งเมื่อทำโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างละเอียด และเกิดการแยกตัว ดังนั้น สัดส่วนของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตจะมีผล โดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรส โดยเฉพาะความหนืด โดยมีการเติมนมผง หรือเคซีน เวย์ผง เนยนมผง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

6. ผลไม้ การเติมผลไม้จะเป็นการเพิ่มรสชาติให้แก่โยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทานและเป็นการจูงใจผู้ซื้ออีกทางหนึ่ง ผลไม้ที่ใช้อาจเป็นผลไม้สด ซึ่งทำการมาเชื่อมและแช่แข็งหรือผลไม้บรรจุในน้ำเชื่อมที่มีการขายในท้องตลาด ความเป็นกรดค้างต้องไม่ต่ำกว่า 3 เพราะถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้น้ำในโยเกิร์ตแยกตัวออกมา

7. สีและกลิ่น อาจจะมีการใส่สีและกลิ่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่น โยเกิร์ตให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น โดยพยายามเน้นให้เหมือนธรรมชาติ

ลักษณะ โยเกิร์ตที่ดี (ธนาคารกสิกร ไทย, 2533)

1. เคิร์ดของโยเกิร์ตต้องเป็นเคิร์ดที่แข็งแรงไม่อ่อนเหลว
2. เคิร์ดของโยเกิร์ตต้องไม่หคตัวอยู่เป็นก้อนแยกตัวอยู่ต่างหาก
3. โยเกิร์ตที่ได้ต้องไม่เปรี้ยวเกินไป
4. โยเกิร์ตที่ได้ต้องมีกลิ่นออโรมาเฉพาะ
5. โยเกิร์ตต้องไม่มีรสฝาด รสขม หรือรสอื่นใด

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

Trindade และคณะ (2001) โยเกิร์ตที่เตรียมโดยการหมักน้ำนมถั่วเหลืองใช้หัวเชื้อที่ประกอบด้วย *L. bulgaricus* และ *Strep. thermophilus* โดยน้ำนมถั่วเหลือง 9°Brix มาผ่านการ homogenized ภายใต้อุณหภูมิ 17MPa เติมน้ำตาลซูโครส 2% เติมหั้วเชื้อแล้วหมักไว้เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ให้โยเกิร์ตที่ผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัสแล้วว่าเป็นที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

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

เชื้อ *Streptococcus* เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิด diacetyl และสารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของครีมเนย (creamy/buttery) ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เชื้อ *Streptococci* นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนมซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง pH 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสม สำหรับการเจริญของเชื้อ *Lactobacilli* ต่อไป

เชื้อ *L. bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้าง acetaldehyde ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีจะมีปริมาณ 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 อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดจะช้าลงมากในการสร้างสารให้กลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสม พบว่าเชื้อ *Strep. thermophilus* จะสร้างกรดฟอร์มิกออกมา ซึ่งเชื้อ *L. bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิกนี้ไปใช้ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสรวมทั้ง acetaldehyde ออกมาด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อ *L. bulgaricus* นี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต แต่อย่างไรก็ตามเชื้อ *Strep. thermophilus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวก acetaldehyde ได้ด้วย แต่ปริมาณของ acetaldehyde ที่ได้จากเชื้อ *Strep. thermophilus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารดังกล่าวที่ได้จากเชื้อ *L. bulgaricus* เมื่อการเปลี่ยนแปลงของสารเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการหมักปกติประมาณ 40 องศาเซลเซียส (ศศิวิมล ชื่นอิม อาเหม็ด, 2547)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bulgaricus และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *Strep. thermophilus*

การคัดเลือกแบคทีเรียเพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการทำโยเกิร์ต

ใช้เกณฑ์จาก อัตราการผลิตกรด ความสามารถในการผลิตสาร โพลีแซคคาไรด์ ลักษณะการย่อยโปรตีน (เนื่องจากอาจทำให้เกิดสารเปปไทด์ที่มีรสขม) การผลิตสารให้กลิ่น การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามิน และให้ผลดีต่อสุขภาพ แบคทีเรียแลคติกที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมักที่นิยมใช้กัน 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 Lactobacilli พบในระบบทางเดินอาหารปกติของคน ไม่ทนต่อความเป็นกรดของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร และน้ำดี มีประมาณ 30% ที่มีชีวิตรอดไปจนถึง กระเพาะอาหาร ไปได้ มีความสามารถในการเกาะในทางเดินอาหาร ช่วยขัดขวางการเกาะตัวของเชื้อ โรคในลำไส้เช่นอีโคไลและแซลโมเนลลา

สรุปลักษณะของหัวเชื้อ โยเกิร์ต ได้ดังนี้(<http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html>)

1. เชื้อ *Strept. thermophilus* จะมีกิจกรรมสูงในการปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้นถ้าสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมักให้น้อยลง

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

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในหัวเชื้อ โยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อ โดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อให้หมักมีจำนวนเชื้อแลคติก $30-40 \times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ *Strep. thermophilus* และ *L. bulgaricus* เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

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

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 โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง

Chang et al. (1990) ได้ศึกษาผลของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนในสูตรการผลิตโยเกิร์ตโดยใช้อัตราส่วนต่างๆ กัน 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 ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตกรด พบว่า *Strep. Thermophilus*, *L. acidophilus*, *L. Cellobiose* และ *L. platinum* มีความสามารถในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้มาก ส่วน *L. Buchneri* สามารถใช้ซูโครสจากนมถั่วเหลืองมาใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยกว่าและ *L. Bulgaricus* จะเจริญและสร้างกรดได้น้อยมากเพราะไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีในนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang และ Huang (1987;US patent 4664919) พบว่าการผลิตกรดแลคติกจากการหมักนํ้านมถั่วเหลืองโดยใช้ เชื้อจุลินทรีย์ *Strep. sojilactis* โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อ 4 – 6 % เดิมลงในนํ้านมถั่วเหลืองที่เตรียมได้ การแช่หัวเชื้อในนํ้าที่อุณหภูมิ 14-20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-20 ชั่วโมง แล้วจึงเติมนํ้าก่อนนำไปปั่น และกรองแยกเอานํ้าออกมา 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) ทำการผลิตโยเกิร์ตนํ้านมถั่วเหลือง โดย นํ้านมจากถั่วเหลืองมาผสมกับหางนม นํ้าตาลซูโครส และทำการสเตอริไรซ์ จากนั้นจึงผสมกับสารละลายเจลาตินและทำให้เย็น ใส่เชื้อผสม *L. acidophilus* สายพันธุ์ NRRLB-1910 และ NRRLB – 2092 ในอัตราส่วนที่เท่ากันบ่มที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-24 ชั่วโมง

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

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

Kao (us patent 4714616) ทำการผลิต sweet yogurt จากนํ้านมถั่วเหลืองได้มาจากการผสม rice wine ลงไปในนํ้านมถั่วเหลือง ซึ่ง rice wine ได้จากการหมักโดยเชื้อ *Saccharomycopsis sp.* และ *Rhizopus spp.* เมื่อใส่ rice wine ลงไปในนํ้านมถั่วเหลืองเชื้อใน rice wine เกิดการหมักต่อในนํ้านมถั่วเหลืองทำนํ้านมถั่วเหลืองเกิดเป็น โยเกิร์ต

ประ โยชน์ของ โยเกิร์ตต่อสุขภาพ (<http://www.thaidairy.org/how/yoghurt.html>)

1. แบคทีเรียแลคติกผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยนํ้าตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก เหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาที่ไม่สามารถย่อยแลคโตสจากการบริโภคนํ้านมธรรมดาทำให้ท้องอืดและท้องเฟ้อ

2. โยเกิร์ตรักษาอาการท้องเสีย ในลำไส้มนุษย์อุดมด้วยเชื้อโรคนานาพันธุ์ เชื้อในลำไส้มีสารพัด บ้างก็เป็นประโยชน์ เช่น ช่วยสร้างวิตามินเค แต่บางชนิดก็เป็นโทษ เช่น ทำให้เกิดอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องเสีย เชื้อโรคเหล่านี้จะคุมกำลังกันอยู่ในสภาพสมดุล หากกล้าได้ถูกทำให้เสียสมดุลเชื้อโรคก็จะทำให้เกิดอาการท้องเสียทันที โดยเฉพาะเชื้อ อีโคไล ในเด็กทารก และเมื่อทานโยเกิร์ตลงไป จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตจะช่วยปรับสมดุลย์ให้กลับคืนมาในเวลาอันรวดเร็ว และ โยเกิร์ตยังสามารถป้องกันอาการท้องเดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก

3. โยเกิร์ตช่วยยกระดับภูมิคุ้มกันโรค โยเกิร์ตไม่เพียงป้องกันและรักษาโรคได้ด้วยฤทธิ์ที่เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้น แต่ยังมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สูงขึ้นด้วย และ โยเกิร์ตยังช่วยกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีและสารต้านโรคอื่น ๆ เพิ่มปริมาณอินเตอร์เฟอรอนให้เป็น 3 เท่า (อินเตอร์เฟอรอนเป็นสารเคมีที่ร่างกายสร้าง โดยธรรมชาติมันจะช่วยต่อสู้กับโรคติดเชื้อหลายชนิด)

4. ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก

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

6. ช่วยลดระดับ โคลเลสเตอรอลในเลือด

7. ช่วยบำรุงผิวพรรณ

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. spectrophotometer	รุ่น Spectro 22	ประเทศ สหรัฐอเมริกา
9. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	รุ่น BP 221S	ประเทศ เยอรมัน
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 (desiccator)		
15. aluminium can		
16. ช้อนตักสาร		
17. กระบอกน้ำกลั่น		
18. ผ้าขาวบาง		
19. เทอร์โมมิเตอร์		
20. ชุดเครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์ทางเคมี		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วัสดุคืบ

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

3.3 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc.H₂SO₄ 93-98%) reagent grade
2. กรดบอริก (Boric acid) 2%
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.01N
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์
5. ซิลิเนียมออกไซด์ (SeO₂)
6. โพแทสเซียมซัลเฟต (K₂SO₄)
7. คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO₄.5H₂O)
8. 0.1%Bromocresol green
9. 0.1%Methyl red
10. Alcohol 95%
11. Hexane
12. petroleum ether
13. สารละลาย tween 20
14. สารละลาย Na₂B₄O₇.10H₂O ความเข้มข้น 0.025 mol/l
15. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1M
16. amyl alcohol
17. กรด linoleic
18. Na₂B₄O₇.10H₂O

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 วิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลือง ให้ได้ปริมาณ โปรตีนสูง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันโดยใช้ hexane ที่อุณหภูมิ 75 , 80 ,85, 90 เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ลินจง สุขคำภู, 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 ชั่วโมง จากนั้นอบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ลินจง สุขคำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.4.1.1

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

3.4.1.4 เวลาในการอบระเหย Hexane: ทำการสกัดไขมันที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.1 และเวลาที่ ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.2 จากนั้น อบระเหยเอา hexane ออกที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.1.3 เป็นเวลา 4, 5, 6 ชั่วโมง (ลินจง สุขคำภู, 2540) นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน หาปฏิกิริยาของเอนไซม์ lipoxygenase ตามวิธีที่ระบุในข้อ 3.4.1.1

ขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง



ภาพที่ 2: แสดงขั้นตอนการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้โปรตีนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของ โยเกิร์ต

3.4.2.1 การเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

ทำการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง โดยนำถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกตามสถานะที่เหมาะสมในข้อ 3.4.1 มาแช่ในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นแช่ด้วยน้ำ ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ก่อนจะตีปั่นด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียสในอัตราส่วน ถั่วเหลืองต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 1:10 เป็นเวลา 3 นาที นำส่วนผสมที่ได้ไปให้ความร้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส อีก 15 นาที (ลินจง ตูขด่าง, 2540) แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำนมถั่วเหลืองที่เตรียมได้มาวิเคราะห์ ปริมาณ โปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 1995) และ ปริมาณไขมัน โดยวิธี Gerber method (Standard methods for the examination of dairy product, 1992)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน



ภาพที่ 3: แสดงวิธีการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 หางนมผงที่เหมาะสมความเข้มข้น: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากข้อ 3.4.2.1 ด้วยหางนมผงในปริมาณต่างๆคือร้อยละ 0 , 5 , 10 , 15 และน้ำตาล ซูโครส ในปริมาณร้อยละ 5 และเจลาตินร้อยละ 1 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีนตามวิธี Gerhardt Kjeldahl และ ปริมาณไขมัน โดยวิธี Gerber ทิ้งนํ้านมให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสเติมหัวเชื้อ โยเกิร์ตในปริมาณร้อยละ 5 บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง นำโยเกิร์ตที่ได้มาทำการ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด, ปริมาณกรดพิจารณาในรูปของกรดแลคติก ตามวิธีการของ AOAC 1986 , ความเป็นกรดต่าง โดยใช้ pH-meter , ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วย refractometer และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ 7 hedronic scale

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

3.4.2.4 ความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม: ทำการปรับสภาวะนมถั่วเหลืองที่เตรียมโดยใช้วิธีข้างต้นด้วยหางนมผงในปริมาณที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.2 และน้ำตาลชนิดที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.4.2.3 ในปริมาณร้อยละ 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 ในปริมาณที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.4 และเจลาตินร้อยละ 0, 0.5, 1, 1.5 จากนั้นนำมาปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.3 และทำการวัดเนื้อสัมผัส โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Stable micro system รุ่น TAXT-2 โดยใช้หัววัดแบบ Compression probe ที่มีหัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร

3.4.2.6 อุณหภูมิในการหมักที่เหมาะสม: นำนํ้านมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะจากการทดลองในข้อ 3.4.2.2- 3.4.2.5 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งนํ้านมให้เย็นจนมี อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อ โยเกิร์ตในปริมาณร้อยละ 5 บ่มที่อุณหภูมิต่างๆดังนี้ 38, 40 , 42 , 44 , 46 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.3

3.4.3 ปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตถ้วยเหลือง

3.4.3.1 นำน้ำนมถ้วยเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะจากการทดลองในข้อ 3.4.2.2-3.4.2.5 นำมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100°C นาน 20 นาที ทิ้งน้ำนมให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 45°C เติมสีเคียง และกลิ่นสตรอเบอร์รี่ เติมหิวเชื้อโยเกิร์ตในปริมาณ 5% บ่มที่อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 3.4.2.6 เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4°C นานประมาณ 48 ชั่วโมง นำโยเกิร์ตที่ได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีโงเมงมูม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในตลอดการศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ได้รับจากโรงงานผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งใช้ตลอดการศึกษา ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูง สำหรับกรณีของปริมาณ Lipoxygenase (Δ OD/sec.) พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่พบในถั่วเหลืองโดยทั่วไปดังที่แสดงในรายงานของ Krusong and Yongsmith (2003)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา

องค์ประกอบ	ปริมาณ
โปรตีน (%)	41.2
ไขมัน (%)	9.9
ความชื้น (%)	8.1
กิจกรรมของ Lipoxygenase (Δ OD/sec.)	50.1

4.2 ผลการศึกษาวิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณโปรตีนสูง

เนื่องด้วยโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นที่คุณค่าโปรตีนเป็นสำคัญ ดังนั้นในการศึกษาจึงมุ่งเน้นที่วิธีสกัดไขมันออกจากถั่วเหลืองเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนที่สูงก่อนที่จะนำไปผ่านขั้นตอนการเตรียมน้ำมันถั่วเหลืองและโยเกิร์ตต่อไป

สำหรับขั้นตอนการสกัดไขมันจากเมล็ดถั่วเหลืองเริ่มด้วยการนำเมล็ดถั่วเหลืองมาบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาด 1/8 ของเมล็ด จากนั้นร่อนเอาผงและเปลือกออก ลักษณะของถั่วเหลืองผ่านการบดแล้วแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่5: ลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองหลังจากการบดก่อนที่จะนำไปสกัดไขมัน

4.2.1 อุณหภูมิในการสกัดไขมันจากถั่วเหลือง

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

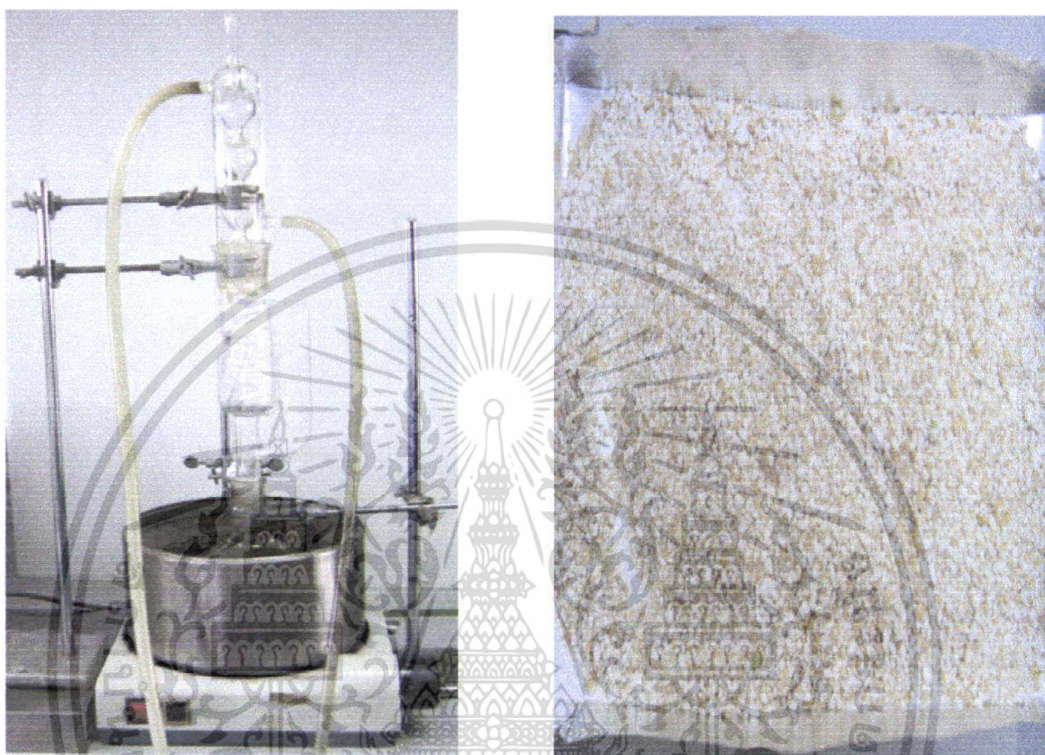
ตารางที่ 5 ปริมาณ โปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

อุณหภูมิในการสกัดไขมัน	ปริมาณโปรตีน* (%)	ปริมาณไขมัน (%)	กิจกรรมของ Lipoxygenase (Δ OD/sec.)
75	48.2 ^a	1.5	1.0815×10^{-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

สภาพธรรมชาติและไม่แสดงกิจกรรมได้ ทั้งนี้ผลดังกล่าวแสดงถึงผลดีที่จะช่วยลดผลกระทบด้านกลิ่นฉุนที่จะเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต 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 เวลาในการสกัดไขมันมีผลต่อปริมาณ โปรตีนที่ได้ในถั่วเหลืองภายหลังจากการสกัด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามสถิติ พบว่า ระยะเวลาในการสกัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 75°C ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาสกัด 5 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ปริมาณ โปรตีนที่ได้จากการสกัดในระยะเวลา 6 ถึง 9 ชั่วโมงให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงเลือกใช้ ระยะเวลาในการสกัดไขมันจากถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 6 ปริมาณ โปรตีน ไขมัน และ กิจกรรมของ Lipoxygenase ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลาต่างๆ

เวลาในการสกัดไขมัน (ชั่วโมง)	ปริมาณโปรตีน* (%)	ปริมาณไขมัน (%)	กิจกรรมของLipoxygenase (Δ OD/sec.)
5	48.2 ^b	1.5	1.0815x10 ⁻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 ออกจากถั่วเหลืองที่สกัด ไขมันจากข้อ 3.2.2 ที่อุณหภูมิ 45 50 55 และ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ผลจากการศึกษาแสดงอยู่ในตารางที่ 7

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบระเหย hexane ที่อุณหภูมิ 60°C มีปริมาณ โปรตีนสูงที่สุด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิอบระเหยอื่นๆ อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิ 45°C นั้นพบว่าเมื่อผ่านการอบระเหย hexane แล้ว ยังคงมีกลิ่นของ hexane เหลืออยู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิอบระเหย hexane ในถั่วเหลืองสกัด ไขมันที่อุณหภูมิ 50°C ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 7 ปริมาณ โปรตีนและไขมัน ในถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัด ไขมันที่อุณหภูมิ 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 เวลาที่ใช้อบระเหย hexane มีผลต่อปริมาณ โปรตีน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่ใช้ออบระเหย hexane ที่เวลา 4 5 หรือ 6 ชั่วโมง แต่พบว่าที่เวลาในการอบระเหย hexane ที่ 4 ชั่วโมงนั้นยังคงมีกลิ่นของ hexane เหลืออยู่ ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาอบระเหย hexane ที่ 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 8 ปริมาณ โปรตีนและ ไขมัน 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

จากการศึกษาถึงวิธีการสกัดไขมันในถั่วเหลืองให้ได้ปริมาณ โปรตีนสูงนั้น สรุปได้ว่าควรทำการสกัด ไขมันในถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทำการอบระเหย hexane ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

4.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของนํ้านมถั่วเหลือง

เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตนํ้านมถั่วเหลือง และจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ทำการสกัดไขมันตามสภาวะที่ได้ศึกษาจากข้อที่ 3.1 โดยนำถั่วเหลืองที่ได้มาเตรียมเป็นนํ้านมถั่วเหลืองตามวิธีการเตรียมนํ้านมถั่วเหลือง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตนํ้านมถั่วเหลือง และนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองสกัดไขมันแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าปริมาณโปรตีนในนํ้านมถั่วเหลืองมีค่าลดลงมากเมื่อเทียบกับถั่วเหลืองทั้งเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีในการเตรียมนํ้านมถั่วเหลืองนั้นต้องผ่านความร้อนหลายขั้นตอน จึงทำให้โปรตีนในนํ้านมถั่วเหลืองลดลงไปสำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ pH และค่าความเป็นกรดของนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตนํ้านมถั่วเหลือง และนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมันแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 9 ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ของนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตนํ้านมถั่วเหลือง และนํ้านมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน

ชนิดของถั่วเหลือง	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
ถั่วเหลืองจาก โรงงานผลิต นํ้านมถั่วเหลือง	4.8	1.52
ถั่วเหลืองสกัดไขมัน	3.7	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายได้ pH และค่าความเป็นกรดของน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองของโรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง และน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วสกัดไขมัน

ชนิดของถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	pH	กรดแลคติก (%)
ถั่วเหลืองจาก โรงงานผลิตน้ำนมถั่วเหลือง	7.9	8.5	6.30	0.13
ถั่วเหลืองสกัดไขมัน	5.6	6	6.64	0.11

4.3.2 ความเข้มข้นหางนมผงที่เหมาะสม

น้ำนมถั่วเหลืองเมื่อผ่านการปรับสภาวะด้วยหางนมผง จะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากหางนมผงมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง ส่วนปริมาณไขมัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ในน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการปรับสภาวะด้วยหางนมผง 0 5 10 และ 15% น้ำตาลซูโครส 5% และเจลาติน 1%

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

เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองที่ได้ไปเติมหัวเชื้อแลคติก และบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง พบว่าโยเกิร์ตที่ได้จากการปรับสภาวะด้วยหางนมผง 5% ได้ปริมาณกรดมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณหางนมผง 10 และ 15% ส่วน โยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมหางนมผงนั้นมีปริมาณกรดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่น ถั่ว ส่วนในด้านการยอมรับโดยรวมที่ปริมาณหางนมผง 10% มีคะแนนการยอมรับ โดยรวมสูงที่สุด 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ชนิดน้ำตาลที่เหมาะสม

จากการศึกษาถึงผลของน้ำตาลแต่ละชนิดที่มีต่อการผลิต โยเกิร์ต นั้นพบว่าน้ำตาลแลคโตสให้ปริมาณกรดแลคติกมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำตาลชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH และปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส 5% และเจลาติน 1%

ชนิดของน้ำตาล	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°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 ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส แสดงในตารางที่ 15 พบว่าโยเกิร์ตที่ได้นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ในด้านความเปรี้ยว นั้นน้ำตาลกลูโคสและแลคโตสมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าน้ำตาลซูโครส แต่ในด้านการยอมรับโดยรวม น้ำตาลซูโครสมีคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นจึงเลือกน้ำตาลซูโครสเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป เนื่องจากปริมาณกรดที่ได้จากน้ำตาลแต่ละชนิดนั้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่น้ำตาลซูโครสได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุดและน้ำตาลซูโครสยังเป็นน้ำตาลที่มีราคาถูกกว่าน้ำตาลชนิดอื่นและหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส แลคโตส 5% และเจลาติน 1% บ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 7 ชั่วโมง

ชนิดน้ำตาล	กลิ่นฉ่ำ	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

*ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

นอกจากนี้จากตารางการทดสอบทางประสาทสัมผัสยังเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านความเปรี้ยวอยู่ในเกณฑ์ที่สูง อาจเนื่องมาจากหัวเชื้อที่ใช้มี activity สูง จึงได้ลดเวลาในการบ่ม โยเกิร์ตในขั้นต่อไปให้เหลือ 5 ชั่วโมง

4.3.4 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

ในการศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลที่มีต่อการผลิต โยเกิร์ต นั้นพบว่าปริมาณกรดแลคติกจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น แต่พบว่าปริมาณกรดที่ได้จากน้ำตาลปริมาณต่าง ๆ นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH ปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% น้ำตาลซูโครส 0.35 และ 7% เจลาติน 1% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ปริมาณน้ำตาล (%)	กลิ่นฉ่ำ	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 ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมน้ำตาลปริมาณต่างๆ จะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นฉ่ำ และเนื้อสัมผัส และที่ปริมาณน้ำตาล 7% มีคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับ โดยรวมสูงที่สุด จากการที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงที่สุดดังนั้นจึงเลือกปริมาณน้ำตาล 7% เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3.5 ปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม

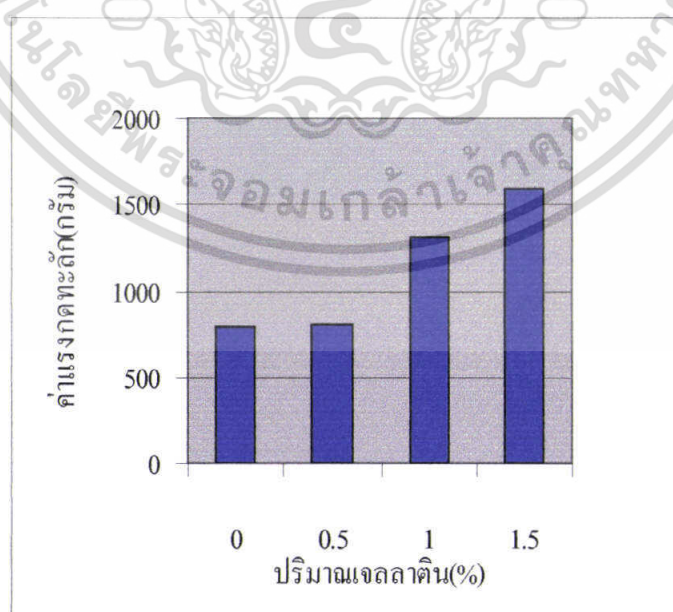
ผลของ โยเกิร์ตที่ได้จากการปรับสภาพนํ้านมถั่วเหลืองด้วยเจลาตินปริมาณต่างๆ แสดงในตารางที่ 18 จะเห็นว่าปริมาณกรดแลคติกที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.94 – 1.02 %

ตารางที่ 18 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH ปริมาณกรดแลกติกใน โยเกิร์ต จากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผงในปริมาณ 5% น้ำตาลซูโครส 7% เจลาติน 0.05 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 ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำโยเกิร์ตที่ได้ไปวัดค่าแรงกดทะลกลักพบว่าที่ปริมาณเจลาตินที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าแรงกดทะลกลัก เนื่องจากเจลาตินเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว จะทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความคงตัวและมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น โครงสร้างเจลที่เกิดขึ้นยังช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งผลการวัดค่าแรงกดทะลกลักแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ค่าแรงกดทะลกลักของโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมที่มีส่วนผสมของเจลาตินในปริมาณต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมด้วยหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 5% และเจลาติน 0.5 1.0 และ 1.5% ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 42°C 5 ชั่วโมง

ปริมาณเจลาติน (%)	กลิ่นฉ่ำ	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 ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 19 การทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันจะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้าน รสชาติ และเนื้อสัมผัส ส่วนคะแนนการยอมรับโดยรวมของปริมาณเจลาตินต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื่องจากพบว่าโยเกิร์ตที่มีปริมาณเจลาติน 0% มีการแยกตัวของน้ำหางนม ดังนั้นจึงเลือกใช้เจลาตินที่ปริมาณ 0.5% เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3.6 อุณหภูมิบ่มที่เหมาะสม

จากการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการผลิต โยเกิร์ตนั้นพบว่าที่อุณหภูมิ 46°C ได้ปริมาณกรดสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ 38 40 42°C ดังผลที่แสดงในตารางที่ 20

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

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	pH	ปริมาณกรดแลกติก (%)
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 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมหางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 5% 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 ($P \leq 0.05$)

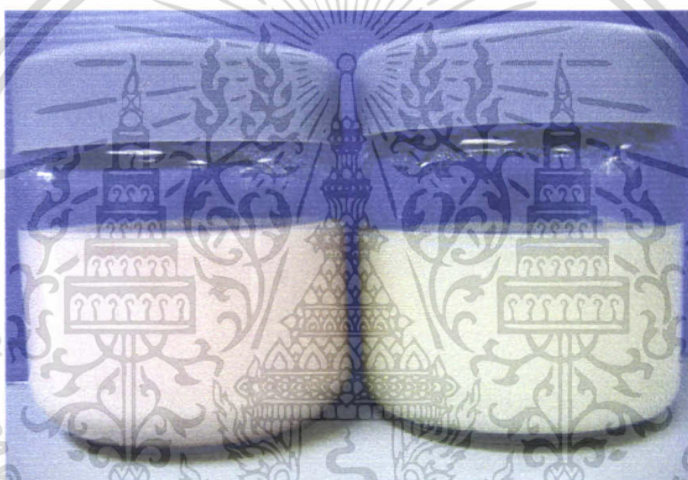
และจากตารางที่ 21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันจะเห็นว่า โยเกิร์ตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านกลิ่นถั่ว และเนื้อสัมผัส และคะแนนการยอมรับโดยรวมของอุณหภูมิ 42°C ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากการที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติสูงที่สุด แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิ 44°C และถึงแม้ว่าปริมาณกรดที่ได้ที่

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

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

4.3.7 ปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

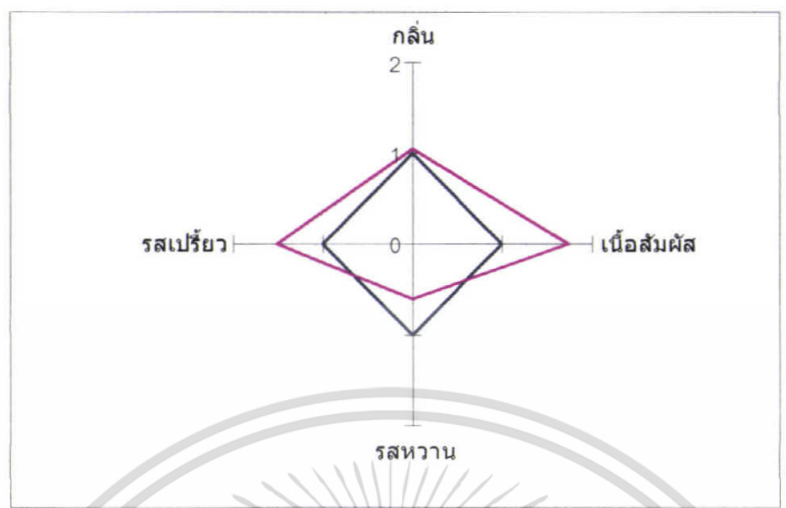
เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ปรับสภาพเหมาะสมตามที่ได้ศึกษาไปข้างต้น เมื่อนำมาเติมสีและกลิ่นสตอเบอร์รี่



ภาพที่ 8: ภาพโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านการเติมสีและกลิ่นเปรียบเทียบกับที่ไม่เติมสีและกลิ่น

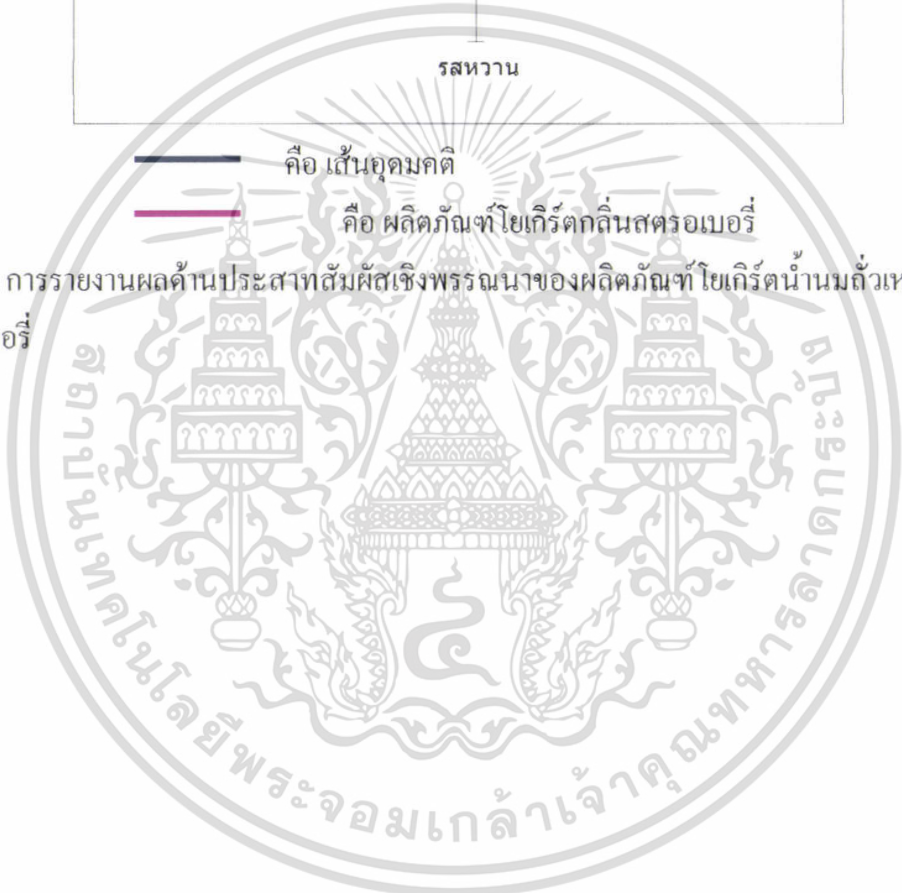
จากนั้นนำไปทดสอบกับผู้บริโภค พบว่าการยอมรับด้านกลิ่นของโยเกิร์ตที่ได้นั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ส่วนด้านเนื้อสัมผัส และรสชาตินั้นพบว่าผู้บริโภคยังไม่ยอมรับ เนื่องจากโยเกิร์ตที่ได้นั้นมีลักษณะแข็งกว่าโยเกิร์ตที่มีอยู่ในท้องตลาด และมีรสเปรี้ยวมากเกินไป ดังแสดงในภาพที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



— คือ เส้นอุดมคติ
 — คือ ผลึกภัณฑ์โยเกิร์ตกลั่นสตรอร์เบอร์รี่

ภาพที่9: การรายงานผลด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของผลึกภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองกลั่นสตรอร์เบอร์รี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การกำจัดกลิ่นถั่วในน้ำมันถั่วเหลือง โดยการสกัดไขมันที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปอบระเหยได้ hexane ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เป็นการกำจัดยับยั้งของเอนไซม์ Lipoxygenase ที่เป็นสาเหตุในการเกิดกลิ่นถั่วให้ลดลงและการสกัดไขมันออกจากถั่วเหลืองยังทำให้ถั่วเหลืองที่ได้นั้นมีปริมาณ โปรตีนเพิ่มสูงขึ้น (ลินจง, 2540) ซึ่งมีผลต่อความหนืดและความคงตัวของโยเกิร์ต (ศศิวิมล, 2547) เมื่อนำน้ำมันถั่วเหลืองที่ได้จากถั่วเหลืองสกัดไขมันไปปรับสภาวะด้วย หางนมผง 5% น้ำตาลซูโครส 7% และเจลาติน 0.5% บ่มที่อุณหภูมิ 42°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่า โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะสีขาวนวล มีเนื้อสัมผัสแน่นเรียบรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้นจึงได้มีการเติมสีและกลิ่นสตรอปเบอร์ เพื่อช่วยกลบกลิ่นถั่วที่ยังเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ และเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่ายังคงต้องปรับปรุงในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสที่มีลักษณะแข็งกว่าโยเกิร์ตซึ่งมีจำหน่าย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง อาจมีการเติมกลิ่นรสอื่นๆนอกจากกลิ่นสตอเบอรี่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์
2. เนื่องจากโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองนั้นมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งดังนั้นอาจมีการนำไปแปรรูปเป็นนมเปรี้ยวพร้อมดื่มและเติมกลิ่นรสต่างๆ เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นและยังเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ทนง ภัครัชพันธุ์. 2522. เอนไซม์ในอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. ธนาคารกสิกรไทย. “โยเกิร์ต”. เอกสารวิชาการเรื่องอาหารเสริมคุณภาพ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (2533) : 171-195
3. น้าทิพย์ วงศ์ประทีป. 2540. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลจากโปรตีนถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. ปราณี อ่านเปรื่อง . 2543 . เอนไซม์ทางอาหาร . 1,500 .พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 427 น.
5. พิชณ วิเชียรสรณ์. 2533. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 53 น.
6. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2544 . วิศวกรรมอาหาร : หน่วยปฏิบัติการในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 272 น.
7. ลินจง สุขล้าภู . 2540 . “การศึกษารวมวิธีทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
8. วราวุฒิ ครุส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต . 2532 . เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม . 2,000 . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร : โอเคียนสโตร์ , 209 น.
9. ศศิวิมล ชื่นอ้อม 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] available :
<http://www.nutritiondata/facts-001-02s020v.html>, 26/02/04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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] available : <http://www.anamai.moph.go.th/chemnet/chemistry.asp>, 15/11/04
17. AOAC. 1986. Official 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 producing 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 Association. 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, gravitational 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*.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี

1. การสกัดไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 1995)

การสกัดไขมัน โดยวิธี soxhlet extraction

1. ชั่งตัวอย่างถั่วเหลืองที่บดแล้วใส่ลงในผ้าขาวบาง
2. ใส่ผ้าขาวบางลงในชุดสกัดไขมัน โดย ผ้าขาวบาง อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ด้านล่างต่อกับ round bottom flask
3. ตวง hexane ใส่ในขวดแก้วก้นกลมปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสมเพื่อให้ไอของ hexane ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างต่อเนื่องนาน 8 ชั่วโมง
4. นำกากถั่วเหลืองที่ทำการสกัดไขมันแล้ว ไปอบไล่ hexane ด้วย hot air oven

2. การวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน (AOAC, 1995)

1. ตัวอย่างเป็นของแข็งชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวเปิดตัวอย่าง 3 ml ลงในขวด digestion vessels
2. เติม catalyst 7 กรัม
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 ml และ boiling chips
4. นำ digestion vessels ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนจนได้สารละลายสีฟ้าใส
5. รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมักควินของไอกรดก่อน
6. ดูดกรดบอริก 60 ml ใน Erlenmeyer flask 500 ml ที่แห้งและสะอาด หยดอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยด เขย่าให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่น โดยให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย
7. นำหลอดที่หมักควินของ ไอกรดแล้ว ไปใส่ในเครื่องกลั่น โปรตีน เติมน้ำ 60 ml เติม NaOH 40% 70 ml ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ประมาณ 4-5 นาที
8. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่าน condenser ลงสู่สารละลายบอริก สีของสารละลายเปลี่ยนจากชมพูม่วงไปเป็นฟ้าอมเขียว ล้างปลาย condenser ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาคำเนินต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรดกับสารละลาย ไฮโดรคลอริก 0.01 N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นใส ไม่มีสี (หรือเป็นสีชมพู แล้วหัก ml ของ HCl ออก 0.02 ml เพื่อให้เห็นชัดเจน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

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

3. การหาปริมาณไขมันในถั่วเหลือง (AOAC,1995)

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

การคำนวณ

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

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

1. บีเปิดกรด H_2SO_4 10 ml ปล่อยให้ลงใน butyrometer โดยไม่ให้ละอองแห้งหลุด
2. เตรียมตัวอย่าง ผสมน้ำมันให้เข้ากันดีโดยเทกลับไปมาระหว่างภาชนะ อุณหภูมิของตัวอย่างไม่ควรเกิน 20 องศาเซลเซียส บีเปิดตัวอย่าง 10.75 ml ค่อยๆปล่อยให้ลงใน butyrometer ช้าๆ โดยไม่ให้ละอองแห้งหลุด เป่าบีเปิดไล่ตัวอย่างหยดสุดท้าย
3. บีเปิด amy alcohol 2 ml โดยไม่ให้ละอองขจัดปิดจุกให้แน่นและพยายามไม่ให้ของเหลวผสมกัน
4. เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนของสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่ คว่ำหลอด 1-2 ครั้งหลังจากย่อยโปรตีนหมดแล้ว
5. นำไปหมุนเหวี่ยงโดยรักษาความสมดุลของน้ำหนักในเครื่อง centrifuge 1100 rpm. นาน 4 นาที หากมีจำนวนตัวอย่างไม่เพียงพอในการสมดุลน้ำหนักให้ใช้หลอด butyrometer บรรจุน้ำ 10 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แช่หลอด butyrometer โดยให้จุกอยู่ตอนล่างใน water bath นานอย่างน้อย 3 นาที ให้ระดับน้ำร้อนให้สูงกว่าระดับของไขมัน
7. อ่านปริมาณ ไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านควรปรับให้ขีดกลางของชั้น ไขมันเลื่อนไปอยู่ในส่วนที่อ่านสเกล ได้ และให้หลอด butyrometer อยู่ในแนวตั้งให้สเกลอยู่ในระดับสายตา
8. นำหลอด butyrometer กลับไปแช่ใน water bath นาน 3 นาที ก่อนนำมาอ่านปริมาณไขมันทันทีเป็นครั้งที่ 2

5. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดค่า(pH) (ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง, ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หมัก, 2546)

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

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

1. นำน้ำมันถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมันมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า จากนั้นนำไป centrifuge ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที รินเอาของเหลวส่วนที่อยู่ด้านบนออก ใช้ เป็น crude enzyme extract แล้วนำมาวัด ค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer สร้างกราฟโดย plot ค่า absorbance กับเวลา คำนวณอัตราปฏิกิริยา

$$\text{อัตราปฏิกิริยา Lipoxygenase} = \Delta \text{OD/วินาที}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

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

8. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (คัดแปลงมาจาก AOAC, 1986)

คิดในรูปกรดแลคติก $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ MW. = 90.08

8.1 สารเคมี

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 phthalate (potassium hydrogen phthalate $\text{COOH.C}_6\text{H}_4\text{.COOK}$ analytical reagent) นำมาอบที่ 120°C นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นใน dessicator ชั่งอย่างละเอียด 0.3 กรัม เติมลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 90-100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย

ฟีนอล์ฟธาลีน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH ความเข้มข้นมาตรฐานคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นมาตรฐาน} = \frac{\text{กรัมของ } \text{COOH.C}_6\text{H}_4\text{.COOK} \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times 204.2}$$

สารละลายฟีนอล์ฟธาลีน ชั่ง 1 กรัม ฟีนอล์ฟธาลีนละลายในแอลกอฮอล์ 95% 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่าง 10 กรัม มาเจือจางด้วยน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอล์ฟธาติน 3 หยด แล้วไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1N NaOH จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีชมพู ปริมาณกรดคำนวณเป็นกรดแลคติก ตามสูตร

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

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

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็น โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตต่างๆ กรุณาชิม โยเกิร์ตที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ 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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลผู้ทดสอบ : เพศ อายุ ปี

ความถี่ในการรับประทานโยเกิร์ต ครั้ง / เดือน

ผลิตภัณฑ์ : โยเกิร์ต

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

*หมายเหตุ กรุณาเคี้ยวน้ำล้างปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างในการชิม

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
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพิมพ์พร เบญจลักษณะกุล สำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนทิวไผ่งาม พุทธศักราช 2544 ปัจจุบันศึกษาอยู่ที่โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการหมัก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

นางสาวอรุณี แซ่โอว สำเร็จการศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 พุทธศักราช 2543 ปัจจุบันศึกษาอยู่ที่โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเทคโนโลยีการหมัก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้