สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดงพันธุ์ *Hylocereus polyrhizus*

มานิดา แย้มสังข์
เรณุลักษณ์ ไชยกาล

วพ.
ว.4521
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83741
วัน,เดือน,ปี.....15 ต.ค. 2551

b.....11983474
i.....

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Production of Drinking Yoghurt from Soymilk Fortified with Red Dragon (*Hylocereus polyrhizus*)

Manida Yamsung

Reanulux Chaiyakan

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดง พันธุ์ *Hylocereus polyrhizus*

นักศึกษา นางสาวมานิดา แย้มสังข์ รหัสนักศึกษา 47050524

นางสาวเรณุลักษณ์ ไชยกาล รหัสนักศึกษา 47050525

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ลินจง สุขลำภู

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ รศ. สุขใจ ชูจันทร์	
กรรมการ ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์	
กรรมการ ผศ. ลินจง สุขลำภู	

.....

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดง พันธุ์ *Hylocereus polyrhizus*		
นักศึกษา	นางสาวมานิดา	แย้มสังข์	รหัสนักศึกษา 47050524
	นางสาวเรณุลักษณ์	ไชยกาล	รหัสนักศึกษา 47050525
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์		
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม		
ปีการศึกษา	2550		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ลินจง สุขลำภู		

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดง และประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา จากการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยแปรความเข้มข้นของแก้วมังกรเป็นร้อยละ 0 2 4 6 และ 8 โดยปริมาตร จากการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพพบว่า เมื่อความเข้มข้นของแก้วมังกรเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลง ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($p\leq0.05$) ค่าสี CIE L*a*b* แสดงให้เห็นว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) ผลของการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ 6 ให้คุณลักษณะที่ดีในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น โดยผลิตภัณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.83) จากการประเมินความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ 6 เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย) โดยแปรความเข้มข้นของเพคตินที่ร้อยละ 0.5 1 1.5 และ 2 โดยปริมาตร พบว่า การเติมเพคตินที่ร้อยละ 1.5 โดยปริมาตร ให้ค่าความข้นหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้ามากที่สุด รวมทั้งมีคะแนนความชอบจากผู้ชิมมากที่สุด และเมื่อนำโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 มาประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดและค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง ($p\leq0.05$) การตรวจสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่า a* มีแนวโน้มลดลง ($p\leq0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นจำนวนแบคทีเรียโยเกิร์ตมีแนวโน้มลดลง และตรวจพบยีสต์รา ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Production of Drinking Yoghurt from Soymilk Fortified with Red Dragon (*Hylocereus polyrhizus*)	
Student	Manida Yamsung	Student ID. 47050524
	Reanulux Chaiyakan	Student ID. 47050525
Department	Applied Biology	
Program	Microbiology	
Academic Year	2007	
Special Project Advisor	Assist. Prof. Linchong Suklumpoo	

ABSTRACT

The purpose of this study was to produce drinking yoghurt from soymilk adding with red dragon fruit and evaluate the quality during storage. The suitable red dragon fruit concentration for drinking yoghurt production was carried on by varying the concentration at 0, 2, 4, 6 and 8 % (v/v). The physico-chemical analysis revealed that as the concentration of red dragon fruit increased, total solids was decreased while pH was slightly increased ($p \leq 0.05$). The CIE L*a*b* parameter showed that lightness (L*) and yellowness (b*) of the products decreased according to the increase of red dragon fruit concentration whereas the redness (a*) value was significantly increased ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation resulted that drinking yoghurt adding 6 % (v/v) red dragon fruit gave better qualities on colour, odour, flavour, texture and overall preference, compared with other concentration. The overall preference score of the product was moderate to superior (7.83). Pectin was added to evaluate the appropriate viscosity of drinking yoghurt adding 6 % (v/v) red dragon fruit by comparision with commercial drinking yoghurt (Activia® brand). The concentration of pectin was 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 % (w/v). It was found that best result was obtained with 1.5 % (w/v) of pectin addition, leading to the product, that its viscosity closed to the commercial product and it got the highest overall preference score in sensory evaluations. Quality changes of drinking yoghurt contained 6 % (v/v) red dragon fruit and 1.5 % (w/v) pectin were examined during storage at 7±2 °C for 15 days. It was found that total acidity (lactic acid) was increased whereas total solid and pH were decreased ($p \leq 0.05$) with storage time increased. The colour test showed that redness (a*) slightly decreased during storage. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

contents of yoghurt bacteria also decreased with increasing storage time. For yeast and mold, their were found after 15 day storage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้จะสำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากบุคคลหลายท่านให้ความช่วยเหลือคือ ผศ. ลินจง สุขลำภู ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ รศ. สุขใจ ชูจันทร์และ ดร. วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการโครงงานพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการแนะนำและสนับสนุนอุปกรณ์สำหรับการทดลง ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณบิดา และมารดา รวมถึงบุคคลในครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจเคียงข้างตลอดมา

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์ สารเคมี และนายเทอดศักดิ์ ขจรบุญ รวมถึงเพื่อนๆอีกหลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

คณะผู้จัดทำใคร่ขอถือโอกาสนี้ขอบคุณทุกท่านทั้งที่ได้กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามหากโครงงานพิเศษนี้มีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ทั้งหมด ส่วนคุณความดีที่ปรากฏในโครงงานพิเศษฉบับนี้ ขอยกให้เป็นคุณความดีของผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำให้โครงงานพิเศษนี้ลุล่วงไปด้วยดี

นางสาวมานิดา แย้มสังข์
นางสาวเรณุลักษณ์ ไชยกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	3
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	5
2.1 โยเกิร์ต (Yoghurt)	5
2.1.1 แบคทีเรียในโยเกิร์ต	6
2.1.2 ชนิดของโยเกิร์ต	7
2.1.3 วัตถุดิบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต	8
2.1.4 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	10
2.1.5 ประโยชน์ของโยเกิร์ต	15
2.2 ถั่วเหลือง (Soy bean)	16
2.2.1 พันธุ์ถั่วเหลือง	18
2.2.2 องค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง	18
2.3 โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง	22
2.4 มาตรฐานนมเปรี้ยว	24
2.5 แก้วมังกร (Dragon fruit)	25
2.5.1 พันธุ์และลักษณะของต้นแก้วมังกรสกุล Hylocereus	25
2.5.2 คุณสมบัติพิเศษของต้นแก้วมังกร	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 เบทาเลน (Betalain)	29
2.6.1 การสังเคราะห์เบทาแซนทินและเบทาไซยานิน	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	34
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	34
3.1.1 วัตถุดิบ	34
3.1.2 อุปกรณ์	34
3.2 วิธีการทดลอง	35
3.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของถั่วเหลือง	35
3.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อแก้วมังกร	35
3.2.3 การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต	35
3.2.4 การเตรียมนมถั่วเหลือง	35
3.2.5 การเตรียมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง	35
3.2.6 การเตรียมส่วนผสมของน้ำเชื่อม	36
3.2.7 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	36
3.2.8 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองพร้อมดื่ม	37
3.2.9 การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตถั่วเหลืองพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา	37
3.2.10 การวางแผนการทดลอง	37
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	38
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบ	38
4.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลือง	38
4.1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแก้วมังกร	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	40
4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ	40
4.2.2 การวิเคราะห์สีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ	41
4.2.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ	42
4.3 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม	44
4.3.1 การวัดความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินในปริมาณต่างๆ	44
4.3.2 การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินในปริมาณต่างๆ	45
4.4 การศึกษาคุณภาพโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษา	46
4.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกร	46
4.4.2 การวิเคราะห์สีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน	47
4.4.3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน	48
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผลการทดลอง	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก ก	56
ภาคผนวก ข	61
ภาคผนวก ค	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ความผิดปกติที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต 15

2.2 คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองเป็นกรัม ต่อ 100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้ 19

2.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลือง 20

2.4 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองกับเนื้อสัตว์ต่างๆเป็นกรัม ของส่วนที่รับประทานได้ 22

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลือง 38

4.2 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแก้วมังกร 39

4.3 คุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ 40

4.4 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ 41

4.5 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกร ในปริมาณต่างๆ 43

4.6 ความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ปริมาณเพคตินต่างๆเปรียบเทียบกับโยเกิร์ต พร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย) 44

4.7 ค่าเฉลี่ยความชอบในด้านความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินใน ปริมาณต่างๆโดยเปรียบเทียบกับ โยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย) 45

4.8 คุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคติน ร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน 46

4.9 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และ เพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน 47

4 .10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียแลคติกและปริมาณยีสต์และราในระหว่าง การเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 โครงสร้างของสตาชิโอส 21
2.2 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose. 26
2.3 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus costaricensis* (Weber) Britt. & Rose. 27
2.4 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus escuintlensis* Kimnach. 27
2.5 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose. 28
2.6 โครงสร้างของเบทาไซยานินและเบทาแซนทิน 30
2.7 โครงสร้างของเบทานิน วัลกาแซนทิน-1 และวัลกาแซนทิน-2 30
2.8 วัฏจักรการสังเคราะห์เบทาไซยานินและเบทาแซนทิน 32
4.1 น้ำแก้วมังกร 39
4.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 0 2 4 6 และ 8 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์นมหมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานกันมากโดยเฉพาะโยเกิร์ต เนื่องจากประชาชนหันมาสนใจอาหารเพื่อสุขภาพซึ่งมีประโยชน์ทางด้านโภชนาการสูง หลายคนที่รับประทานโยเกิร์ตเป็นประจำเชื่อว่าโยเกิร์ตช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายที่เคยมีปัญหาดีขึ้นได้ โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จากการเติมเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นพวกที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophilic temperature) อยู่กันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) การรับประทานโยเกิร์ตจะช่วยเพิ่มแบคทีเรียชนิดดี ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มแลคติก การสร้างกรดแลคติก เมธานอลและอะซีโตน สามารถช่วยยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. *Shigella* และ *Pseudomonas* spp. ได้ ทำให้เกิดความสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ช่วยทำให้ระบบทางเดินอาหารมีสุขภาพดี ช่วยย่อยสลายและดูดซับสารอาหารในนม เช่น แคลเซียมฟอสเฟตได้สูง เป็นต้น

โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (นมเปรี้ยว) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการนำเอาโยเกิร์ตรสธรรมชาติมาผสมกับน้ำเชื่อมเติมสี กลิ่น รส และทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homoginize) นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็น บรรจุในถุงพลาสติกฟอยล์และขวดพลาสติก (http://swu.ac.th/royal/book 2/b2c11t4.html)

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Glycin max (L) Merr* ซึ่งเป็นพืชตระกูล Leguminosae มีชื่อภาษาอังกฤษว่า soja bean หรือ soybean มีการนำเอาถั่วเหลืองมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ ถั่วงอก ถั่วเน่า เทมเป้ ซอสถั่วเหลือง เต้าเจี้ยว เนื้อเทียม ปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆขึ้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในหลายๆประเทศเพื่อเป็นการขยายตลาด เช่นไอศกรีม และ โยเกิร์ตถั่วเหลือง ซึ่งประโยชน์ของถั่วเหลือง คือ บำรุงม้าม ขับแห้ง สลายน้ำ ขับร้อน ถอนพิษ แก้ปวด ใช้บำบัดอาการลำไส้ทำงานไม่ปกติ โรคบิด แน่นท้อง ผอมแห้ง แผลเปื่อย อีกทั้งมีโปรตีน เลซิทิน กรดอะมิโน แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ไนอะซิน วิตามินบี1 และบี2 วิตามินเอและอี ซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของกระดูก ป้องกันการขาดแคลเซียมในกระดูก และบำรุงระบบประสาทในสมอง (อารีย์, 2545) ได้มีรายงานว่า ถั่วเหลืองมีสารประกอบฟีโนลิกซึ่งมีคุณสมบัติต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Murakami และคณะ, 1984) ก่อนหน้านี้มีการพิสูจน์การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากถั่วหมัก เช่น มิโส นัตโต และเทมเป้ พบว่าสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีกว่าถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก (Murakami และคณะ, 1984; Esaki และคณะ, 1994; Berghofer และคณะ, 1998; Sheih และคณะ, 2000)

Kellogg (1934) เป็นผู้ริเริ่มการใช้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการหมักนมถั่วเหลืองเพื่อทำเนยแข็งโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ต่อมา Gehrke และ Weiser (1947) ได้ค้นพบว่านมถั่วเหลืองนั้นจัดเป็นอาหารที่ดีของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก แต่ปริมาณกรดที่ได้จะมีน้อยกว่าการใช้นมโค Mital และ Steinkraus (1974) ทำการทดลองแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการใช้น้ำตาลพวกโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตกรดพบว่า *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* มีความสามารถในการเจริญและการสร้างกรดอย่างนัยสำคัญ สำหรับ *Lactobacillus bulgaricus* นั้นการเจริญและการสร้างกรดเกิดขึ้นน้อยมากเนื่องจากไม่มีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตของนมถั่วเหลืองได้

คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตถั่วเหลืองใน 100 กรัมประกอบด้วย น้ำ 89.0 กรัม พลังงาน 59 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 4.7 กรัม ไขมัน (total lipid) 2.7 กรัม กรดไขมันอิ่มตัว 0.5 กรัม กรดไขมัน(mono-unsaturated) 0.6 กรัม กรดไขมัน (poly-unsaturated) 1.6 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.2 กรัม ใยอาหาร 0.2 กรัม โซเดียม 0.0 กรัม โคเลสเตอรอล 0.0 กรัม (http://www.soya.be/nutritional-values-of-soy-yogurt.php)

แก้วมังกร (Dragon Fruit) เป็นพืชในตระกูลกระบองเพชร มีถิ่นกำเนิดในป่าเขตร้อนของเม็กซิโกและอเมริกากลางและใต้ (Mizrahi และ Nerd, 1997) และมีปลูกแพร่หลายในประเทศเวียดนามมานาน หลังจากนั้นจึงได้รับความสนใจจากประเทศอื่นๆ เช่น อิสราเอล ออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Hylocereus* sp. ชื่อสามัญของแก้วมังกรตาม International Journal คือ Pitaya ส่วน Dragon fruit เป็นชื่อสามัญที่นิยมกันในฝั่งเอเชียโดยเฉพาะอย่างยิ่งเอเชียตะวันออก (จีน ญี่ปุ่น เกาหลีเหนือ-ใต้ ไต้หวัน) บางประเทศในยุโรป เรียกแก้วมังกรว่า Pitahaya เปลือกมีสีชมพูหรือเหลือง ไม่มีหนาม เนื้อผลภายในฉ่ำน้ำมีทั้งสีขาวและแดงขึ้นอยู่กับพันธุ์ เนื้อสัมผัสลักษณะเป็นมิวซิเลจ (mucilage) มีเมล็ดสีดำอยู่กระจายอยู่ในเนื้อผล (Merten, 2004) ประโยชน์ของแก้วมังกร คือ มีสารกลุ่มฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructooligosaccharide) ในปริมาณสูง มีคุณสมบัติเป็นสาร Prebiotic ที่ช่วยปรับสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้ได้ ช่วยแก้ปัญหาการขับถ่ายต่างๆได้ เมล็ดของแก้วมังกรเป็นสารคลอโรฟิลล์ มีไขมันไม่อิ่มตัวสามารถต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ในสตรีจะช่วยกระตุ้นต่อมน้ำนม ใช้เป็นผลไม้เสริมสุขภาพ บำรุงผิวพรรณและความงาม มีแคลอรี่ต่ำ กากใยสูง เนื่องจากเป็นผลไม้ที่ให้ปริมาณเนื้อเยอะ มีน้ำตาลน้อยจึงเหมาะกับผู้ที่ต้องการลดความอ้วน หรือต้องการควบคุมน้ำหนัก ใยอาหารในส่วนเนื้อมีสารที่เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า Complex Polysaccharides เป็นตัวที่ช่วยลดการดูดซึมของไขมันประเภทไตรกลีเซอไรด์ ช่วยลดโคเลสเตอรอลในเลือด ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคท้องผูกและโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้อีกด้วย (http://www.centerresort.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=329687) นอกจากนี้ยังพบว่าแก้วมังกรที่เนื้อในมีสีแดงประกอบด้วยสารเบทาเลน(Betalain) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ส้ม แดงและม่วง พบอยู่ในดอกไม้ ผลไม้และบางกรณีก็พบได้จากเนื้อเยื่อเจริญของพืชในลำดับ Caryophyllales มีคุณสมบัติในการเป็นต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Vaillant และคณะ, 2004) เช่นเดียวกับที่พบในหัวบีทแดง (Red Beet) (MacDougall, 2002)

จากข้อมูลดังกล่าวโครงงานพิเศษนี้จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมถั่วเหลืองและทดลองเติมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงในปริมาณต่างๆ เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมโดยการประเมินคุณภาพในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่ได้ รวมทั้งศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในระหว่างการเก็บรักษา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1.2.1 ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองและทดลองหาปริมาณที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองพร้อมดื่ม

1.2.2 ศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผลิตจากน้ำนมถั่วเหลืองผสมเนื้อแก้วมังกรในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตนมถั่วเหลืองพร้อมดื่มที่ผสมเนื้อแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ รวมทั้งศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ตรวจเอกสารเพิ่มเติม เตรียมอุปกรณ์ สารเคมีและเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับใช้ในงานวิจัย

1.4.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของถั่วเหลืองและแก้วมังกร

1.4.3 ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสม โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้

1.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

1.4.6 จัดทำรายงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นการใช้สารสีธรรมชาติจากผลแก้วมังกรซึ่งมีสารสีแดงที่มีคุณสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนท์ มาทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ รวมทั้งเนื้อแก้วมังกรมีสารกลุ่มฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในปริมาณสูงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

1.5.2 เพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์นมหมักโดยการใช้น้ำนมถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์

1.5.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจากการเกษตร โดยนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 โยเกิร์ต (Yoghurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ในคาบสมุทรบอลข่านเขตตะวันออกกลางโดยรู้จักกันในลักษณะที่เป็นโยเกิร์ตไม่ได้เสริมแต่งกลิ่นรส (natural yoghurt หรือ plain unsweetened yoghurt) ซึ่งเป็นชนิดที่นิยมบริโภคกันมากเป็นอันดับหนึ่ง เช่น ในประเทศบัลกาเรียบริโภคกันมากถึง 315 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (Tamine และ Robinson, 1985) โยเกิร์ตจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สำคัญของประชากรในเขตนี้ คือนอกจากจะใช้ดื่มเพื่อแก้กระหายแล้วโยเกิร์ตยังถูกนำไปปรุงเป็นอาหารต่างๆได้อีกมากมาย เช่น ซุป เครื่องสกัด และขนมต่างๆ

ก่อนปี ค.ศ. 1950 โยเกิร์ตยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศยุโรปตะวันตกและอเมริกาเหนือเท่าใดนัก เนื่องจากโยเกิร์ตแบบจืดนั้นมีกรดสูง เปรี้ยวจัดเกินไป อีกทั้งโยเกิร์ตก็ไม่ได้เป็นอาหารหลักที่สำคัญของประเทศในเขตนี้ การนำเอาโยเกิร์ตมาปรุงเป็นอาหารต่างๆก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายจึงไม่สามารถแข่งขันกับเนยแข็งได้ (สุมณฑา, 2545) จนกระทั่งปี ค.ศ. 1960 ได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมการทำโยเกิร์ตขึ้นในประเทศในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ โดยการทำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตออกมาสู่ท้องตลาดในหลายลักษณะ เช่น โยเกิร์ตผสมผลไม้ (fruit flaovoured yoghurt) และโยเกิร์ตชนิดหวาน (sweeted yoghurt) เป็นต้น ตั้งแต่นั้นมาโยเกิร์ตจึงเป็นที่นิยมบริโภคและแพร่หลายไปสู่ประเทศต่างๆทั่วโลก และปริมาณการบริโภคก็เพิ่มมากขึ้นทุกๆปี เนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น มีการโฆษณาให้ผู้บริโภคทราบถึงคุณค่าทางอาหารที่จะได้รับ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีมากมายหลายชนิดซึ่งผู้บริโภคสามารถเลือกได้ เช่น โยเกิร์ตชนิดมีพลังงานต่ำ ชนิดที่มีการไฮโดรไลซ์แลคโตสและชนิดแช่แข็ง เป็นต้น รวมทั้งการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตโยเกิร์ตอย่างต่อเนื่อง จึงเท่ากับเป็นการปลูกฝังความนิยมให้กว้างขวางยิ่งขึ้น (Ariyama, 1963)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีการเติมเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ 2 ชนิดในอัตราส่วนที่เท่ากัน เพื่อทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้น ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* (ณิชญา, 2542) แบคทีเรียทั้งสองชนิดเป็นพวกชอบอุณหภูมิสูง (Thermophilic temperature) อยู่อาศัยแบบพึ่งพากัน (symbiosis) เจริญร่วมกันในสภาวะที่ควบคุม ถ้าอุณหภูมิการหมักที่ 40 องศาเซลเซียส *Streptococcus thermophilus* จะเจริญขึ้นมาอย่างรวดเร็วย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสซึ่งมีอยู่ในนมตามธรรมชาติให้เป็นกรดแลคติก และยังช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนม ทำให้สภาวะการหมักเป็นไมโครแอโรฟิลิก (microaerophilic condition) นอกจากนี้ยังสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารให้กลิ่นบางชนิดและสารอื่นๆที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเมื่อเจริญเติบโตจะสร้างกรดแลคติกและยังสร้างสารให้กลิ่นรสเช่นเดียวกับ *Streptococcus thermophilus* แต่สร้างสารในปริมาตรที่มากกว่า สารให้กลิ่นรสที่แบคทีเรียในโยเกิร์ตสร้างขึ้นได้แก่ อะซีทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ไดอะเซทิล (diacetyl) อะซีโตอิน (acetoin) เป็นต้น (Angeles และ Marth, 1971) นอกจากนี้ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยสลายโปรตีนในนมให้เป็นกรดอะมิโนซึ่งเป็นพรีเคอร์เซอร์ (precursor) ในการผลิตสารให้กลิ่นรสต่างๆในโยเกิร์ตและกรดอะมิโนบางตัวมีผลต่อการเจริญที่ดีของ *Streptococcus thermophilus* การเปลี่ยนแปลงน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติกนั้น เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสผ่านวิธี Embden-meyerhoff-parnas (EMP) จนกระทั่งได้กรดแลคติกเป็นผลผลิตสุดท้าย กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของกระบวนการหมัก สารอาหารในนมดังกล่าวจะทำหน้าที่ย่อยสลายและตกตะกอนโปรตีนในนม ทำให้นมมีลักษณะเป็นลิ่มคล้ายเต้าฮวย ซึ่งเป็นลักษณะของโยเกิร์ตนั่นเอง นอกจากนี้กรดแลคติกและสารให้กลิ่นรสที่เชื้อทั้งสองสร้างขึ้นยังทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นเฉพาะตัวอีกด้วย (Robinson และ Tamine, 1985)

2.1.1 แบคทีเรียในโยเกิร์ต

แบคทีเรียหลักที่นิยมใช้เป็นเชื้อเริ่มต้น (mother culture) ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* โดยในการใช้แบคทีเรียทั้งสอง เพื่อย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในนมจะใช้ร่วมกัน เนื่องจากทำให้เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนของโปรตีนในนมเร็วขึ้นกว่าการใช้เพียงตัวใดตัวหนึ่ง โดยการผลิตกรดแลคติกมิได้เกิดจากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรง หากเกิดจากแบคทีเรีย *Lactobacillus bulgaricus* ผลิตเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส (β-Galactosidase) เพื่อไฮโดรไลซ์โปรตีนนมให้ได้กรดอะมิโน เช่น ฮิสติดีน (histidine) ไกลซีน (glycine) และวาลีน (valine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่สำคัญต่อการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ในขณะเดียวกันการเจริญของ *Streptococcus thermophilus* ก็จะมีการสร้างกรดฟอร์มิค (formic acid) เป็นผลให้พีเอช (pH) ของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็นพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของตัวมันเอง การสร้างกรดแลคติกของ *Lactobacillus bulgaricus* ทำให้ระดับพีเอชลดลงอีกจนถึง 4.0-4.5 ซึ่งใกล้เคียงกับ Isoelectric point (IP) ของเคซีนในนม (พีเอชประมาณ 4.6-4.7) ทำให้เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติ (denature) จับตัวตกตะกอนลงมา จึงกล่าวได้ว่าการอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียทั้งสองเป็นความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiosis) การเจริญร่วมกันดังกล่าวทำให้การสร้างกรดแลคติกของแบคทีเรียเป็นไปได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตกรดแลคติกของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้ จะอยู่ในรูป L(+) – Lactic acid ซึ่งผลิตโดย *Streptococcus* และ D(-) – Lactic acid ที่เกิดขึ้นจะมีร้อยละ 50-70 และส่วนที่เหลือจะเป็น D(-) – Lactic acid นอกจากนี้แบคทีเรียทั้งสองชนิดยังสร้างสารอื่นๆซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตเป็นอย่างมาก ได้แก่ อะซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อะซิโตน (acetone) นอกจากนี้ยังสร้างสารพวก volatile acids เช่น กรดฟอร์มิค กรดบิวทิริค กรดอะซิติก ฯลฯ

จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียมีความสำคัญอย่างมากในการผลิตโยเกิร์ต เนื่องจากเป็นตัวสร้างกรดแลคติกและสร้างสารที่ทำให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะตัวของโยเกิร์ต ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวคือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* นอกจากแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้แล้วก็ยังมีแบคทีเรียตัวอื่นๆ ที่มีความสามารถในการสร้างกรดแลคติกได้เช่นกัน แต่สาเหตุที่ไม่เป็นที่นิยมในการใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตทั่วไป เนื่องจากสร้างกรดชนิดอื่นๆที่ไม่ต้องการและอาจทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในโยเกิร์ต นอกจากนี้แบคทีเรียบางชนิดยังสร้างกรดมากจนเกินความจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ *L. jugurti L. lactis L. acidophilus* เป็นต้น ในการผลิตโยเกิร์ตจึงควรที่จะต้องทำการคัดเลือกหัวเชื้อ (culture) ที่สามารถให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดและปริมาณของหัวเชื้อที่จะใช้ด้วย ซึ่งในทางปฏิบัติเราอาจจะใช้โยเกิร์ตชนิด plain yoghurt เป็นหัวเชื้อแทนได้เพราะเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้ยังคงมีเชื้อที่สามารถดำเนินกิจกรรมได้อยู่และก็เป็นเชื้อที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว และต้องใช้ในปริมาณร้อยละที่สูงกว่าการใช้หัวเชื้อผง (dried culture) เพราะเนื่องจากใน plain yoghurt นั้นอาจจะมีการเติมน้ำตาลเพื่อการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ทำให้ความสามารถของหัวเชื้อลดลงปริมาณของ plain yoghurt ที่ใช้คือประมาณร้อยละ 5-10 ของปริมาณน้ำนมที่เป็นวัตถุดิบ (สุชาดา, 2538)

2.1.2 ชนิดของโยเกิร์ต (Tamime และ Deeth, 1980)

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภค ทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีหลายชนิด สามารถแบ่งชนิดโดยอาศัยหลักการต่อไปนี้

2.1.2.1 กรรมวิธีการผลิต

การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะ คือ เซทโยเกิร์ต (set yoghurt) และสเตอโยเกิร์ต (stirred yoghurt) โดยที่เซทโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุทำให้ตะกอนนม (coagulum) มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนสเตอโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักที่เกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อย แล้วทำให้ตะกอนนมมีลักษณะแตกหรือแยกออกจากกันก่อนให้ความเย็นหรือบรรจุ เช่น นมเปรี้ยว หรือ fluid yoghurt ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียงร้อยละ 11 หรือน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 กลิ่นและการปรุงแต่ง

(1) plain หรือ natural yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตตามวิธีดั้งเดิม มีรสเปรี้ยว ไม่มีการเติมกลิ่นรสหรือผลไม้

(2) fruit หรือ flavoured yoghurt โยเกิร์ตชนิดนี้ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานลงใน natural yoghurt ส่วน flavoured yoghurt ได้จากการเติมกลิ่นรสและสีแทนส่วนของผลไม้ โยเกิร์ตประเภทนี้แบ่งเป็นสองแบบ คือ แบบสวิส (swiss style) เนื้อผลไม้ผสมรวมกระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต มีการปรุงแต่งรสชาติและสี อีกแบบคือ แบบซันเด (sundae yoghurt) เนื้อผลไม้อยู่บริเวณก้นภาชนะ เช่น สับปะรด สตรอเบอรี่ เป็นต้น เวลารับประทานต้องคนให้เนื้อผลไม้และโยเกิร์ตเข้ากันเสียก่อน

(3) sweetened yoghurt เป็นโยเกิร์ตชนิดที่มีน้ำตาลผสมอยู่ด้วยเพื่อให้มีรสหวาน

(4) drinking yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ได้จากการนำ natural yoghurt ผสมกับน้ำผลไม้อัตราส่วน 1:1 แล้วผ่านการฆ่าเชื้อ โยเกิร์ตชนิดนี้มีรสเปรี้ยวตามธรรมชาติ ส่วนสี และกลิ่นขึ้นกับน้ำผลไม้ที่ใช้ผสม

2.1.2.3 กระบวนการหลังการหมัก

เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน (pasteurize yoghurt, U.H.T) การแช่แข็ง (frozen yoghurt) การทำแห้ง (powder dried yoghurt) หรือวิธีอื่นๆและสามารถเติมสารให้ความคงตัว สารให้กลิ่น สี และสารให้ความหวานลงในผลิตภัณฑ์

2.1.2.4 องค์ประกอบทางเคมี

ชนิดของโยเกิร์ตอาจขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณไขมัน (fat) ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (solid-not-fat : SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid : TS) ตามมาตรฐาน FAC/WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน ดังนี้

full yoghurt	หมายถึง	มีปริมาณไขมันสูงกว่าร้อยละ 3.0
medium yoghurt	หมายถึง	มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 0.5-3.0
low yoghurt	หมายถึง	มีปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 0.5

2.1.3 วัตถุดิบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต

2.1.3.1 น้ำนมดิบ

น้ำนมจะต้องมีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นผิดปกติ ควรมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3 และมีค่าความเป็นกรดที่พีเอช 6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 นมผง

โดยทั่วไปน้ำนมจะมีอยู่ปริมาณของแข็งที่ปราศจากไขมันประมาณร้อยละ 9-10 ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นโยเกิร์ตแล้วจะมีลักษณะเละ และอาจเกิดปรากฏการณ์แยกตัวของเวย์ (wheying off) คือส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นลิ่ม อันเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต ปัญหานี้แก้ไขได้โดยเติมนมผงขาดมันเนยเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันให้ถึงร้อยละ 14 โดยทั่วไปในการค้านิยมใช้หางนมผง อัตราส่วนที่ผสมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 1-6 แต่ระดับที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 3-4 เพราะการใช้หางนมมากเกินไปจะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะของเนื้อสัมผัสเป็นแป้งหรือผง

2.1.3.3 น้ำตาล

วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาลก็เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ในขณะเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดขึ้นจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป

2.1.3.4 เชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้มักเป็นส่วนผสมของเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus*

2.1.3.5 สเตบิไลเซอร์ (stabilizer)

เป็นส่วนที่ช่วยให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดและคงตัว เนื่องจากสเตบิไลเซอร์เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolliod) ซึ่งแขวนลอยในน้ำนมโดยยึดเกาะกับผิวเม็ดไขมันนมด้วยไฮโดรโฟบิค (hydrophobic group) และหมู่ไฮโดรฟิลิค (hydrophilic) จะยึดเกาะกับส่วนที่เป็นน้ำ การยึดเกาะระหว่างเฟส (phase) ทำให้เกิดการอุ้มน้ำและเกิดไฮโดรชั่น กระบวนการโฮโมจีไนเซชั่น (homogenization) ระหว่างการผลิตจะช่วยให้การอุ้มน้ำดีขึ้น (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2531)

2.1.3.6 ผลไม้

การเติมผลไม้ลงโยเกิร์ตเป็นการช่วยเพิ่มรสชาติของโยเกิร์ต ทำให้น่ารับประทานและช่วยจูงใจให้ผู้ซื้อ

2.1.3.7 สีและกลิ่น

ใส่เพื่อปรุงแต่งโยเกิร์ตให้ชวนรับประทานมากขึ้น โดยพยายามให้เหมือนกับธรรมชาติโดยใช้สารหรือกลิ่นที่ได้จากธรรมชาติ หรือจากการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต

ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต ประกอบด้วย

2.1.4.1 การเตรียมส่วนผสม

วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ตคือ น้ำนมและเชื้อเริ่มต้น น้ำนมคุณภาพดีจะต้องไม่มีหรือมีจุลินทรีย์ในปริมาณต่ำ ปราศจากเอนไซม์ สารเคมี ยาปฏิชีวนะ และฟาจ (phage) เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำนมจากสัตว์ชนิดต่างๆแตกต่างกัน และมีความแปรผันตามระยะการให้นมและฤดูกาล จึงจำเป็นต้องปรับคุณภาพของน้ำนมก่อนการหมักเพื่อให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีคุณภาพ

(1) การปรับปริมาณไขมันในน้ำนม

ไขมันนมมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของโยเกิร์ตในแง่ของความรู้สึก เมื่อรับประทาน วิธีการปรับมาตรฐานปริมาณไขมันในน้ำนมทำได้โดยการกำจัดไขมันออกบางส่วน การเติมครีมหรือนมไขมันเต็มหรือการผสมน้ำนมไขมันเต็มกับหางนมผงโดยอาศัยหลักการของเพียสันส์สแควร์ (pearson's square method) ในการคำนวณส่วนผสม

(2) การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (solid-not-fat : SNF)

ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในน้ำนม ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีน และเกลือแร่จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความหนืดและความสม่ำเสมอของตะกอนนมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของแข็งในน้ำนม โยเกิร์ตที่ผลิตจากส่วนผสมที่มีปริมาณของแข็งสูงจะมีความหนืดสูงด้วย โยเกิร์ตคุณภาพดีควรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14-15 ซึ่งได้จากน้ำนมที่มีของแข็งทั้งหมดร้อยละ 15-16 อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาณของแข็งในส่วนผสมมากกว่าร้อยละ 25 จะทำให้ปริมาณความชื้นในส่วนผสมลดลงและมีผลต่อเชื้อเริ่มต้น การเพิ่มปริมาณของแข็งในส่วนผสมสำหรับโยเกิร์ตทำได้โดยการทำให้เข้มข้นโดยใช้ความร้อนในการระเหยน้ำ การใช้เมมเบรนแยกน้ำออกจากน้ำนม การเติมนมผงเคซีน เนยผง เวย์ผง เป็นต้น

(3) การเติมสารคงตัว (stabilizer)

การเตรียมสารคงตัวในการเตรียมส่วนผสมสำหรับผลิตโยเกิร์ตมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของตะกอนนมและป้องกันการแยกชั้นของเวย์ สารคงตัวที่ดีต้องไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพในช่วงระดับความเป็นกรด-ด่างต่ำ กระจายตัวได้ดีที่อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนม สารคงตัวที่นิยมใช้ได้แก่ เจลาติน อัลจิเนต คาราจีแนน คาร์บอกซีเมซิลเซลลูโลส เดรกซ์แตรน แซนแทน เป็นต้น ปกติปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 0-0.5 ขึ้นกับชนิดของสารคงตัวและปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันนี้ได้มีการสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมากขึ้น เช่น จากการทดลองของชุณห์ และคณะ (2539) ได้ศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตจากถั่วเหลือง พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วนการหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จะให้โยเกิร์ตที่ยอมรับมากที่สุด และเมื่อใช้สารช่วยทำให้คงตัวปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการใช้เจลาติน คาราจีแนนและ ซีเอ็มซี พบว่าใช้เจลาตินร้อยละ 0.75 จะให้โยเกิร์ตที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

(4) การเติมสารให้ความหวาน

การเติมสารให้ความหวานมีจุดประสงค์เพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ตชนิดที่มีการเติมผลไม้หรือปรุงแต่งกลิ่นรสซึ่งต้องคำนึงถึงชนิดของสารให้ความหวานและผลไม้ ความชอบของผู้บริโภค โดยปกติปริมาณน้ำตาลที่เติมในส่วนผสมโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10 เนื่องจากความหวานในผลิตภัณฑ์มาจากน้ำตาลในน้ำนมที่เหลือจากการหมัก น้ำตาลที่มีในผลไม้และน้ำตาลที่เติมในส่วนผสม ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไปอาจมีผลในการยับยั้งเชื้อเริ่มต้น เนื่องจากผลของ adverse osmotic ของสารให้ความหวานในน้ำนมและผลของน้ำอิสระ (water activity, a_w) สารให้ความหวานที่นิยมใช้ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส เป็นต้น

2.1.4.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization)

หลังจากการปรับส่วนผสมแล้ว นำนมที่ได้มาผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ โดยทั่วไปจะใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่มีความเร็ว 1 ระดับที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส การนำส่วนผสมไปผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนการหมักจะทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้าหรือการแยกชั้นของน้ำหางนม

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในน้ำนมที่ผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Farrow, 1980)

<u>ลักษณะที่เพิ่มขึ้น</u>

1.) ความหนืด

เกิดการลดขนาดของเม็ดไขมันเพราะเพิ่มการดูดซับกับอนุภาคของโปรตีนเคซีน ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณอนุภาคแขวนลอย (suspended matter)

2.) เอนไซม์แซนทริน ออกซิเดส (xanthine oxidase enzyme)

เนื่องจากเกิดการถูกทำลายของเยื่อหุ้มของเม็ดไขมันซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ชนิดนี้อยู่ประมาณครึ่งหนึ่งที่พบในน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) สี (ขาวขึ้น)

ปริมาณของเม็ดไขมันที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการสะท้อนและการกระจายของแสง

4.) ลิโพไลซิส (lipolysis)

เนื่องจากพื้นที่ผิวของไขมันที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์ไลเปสเพิ่มขึ้น โดยเยื่อหุ้มของไขมันที่ถูกทำลายส่งผลให้เกิดการแตกสลายของไขมันโดยหัวเชื้อมากขึ้น

5.) การจับตัวรวมกัน

โดยเฉพาะน้ำนมที่มีนมผงเป็นส่วนผสม

6.) ฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนย

ปริมาณของฟอสโฟลิปิดที่มีอยู่ที่เยื่อหุ้มเม็ดไขมันจะกระจายตัวอยู่ในนมผงขาดมันเนยมากขึ้น เนื่องจากแรงกระทำที่เกิดขึ้นในการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

7.) การเกิดฟอง

เป็นผลจากปริมาณของฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนยเพิ่มขึ้นทำให้โยเกิร์ตที่นำมาบ่มเกิดฟองง่าย

<u>ลักษณะที่ลดลง</u>

1.) ขนาดของเม็ดไขมัน

ช่วยป้องกันการเกิดชั้นครีมในโยเกิร์ตระหว่างการบ่ม

2.) oxidased flavour

เนื่องจากปริมาณฟอสโฟไลปิดเพิ่มขึ้นในส่วนของนมผงขาดมันเนย ประกอบกับการเกิดสารประกอบจำพวกซัลไฟด์ดิล (sulphydryl) ซึ่งเป็นแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) สารประกอบซัลไฟด์ดิลเกิดจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนในนมผงขาดมันเนย

3.) เสถียรภาพของโปรตีน

การเปลี่ยนแปลงแรงปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับโปรตีนมีผลจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนและสมดุลเกลือ

4.) การรวมตัวและผลต่อการลอยตัว

เนื่องจากการดูดซับเม็ดไขมันด้วยโปรตีนเคซีนส่งผลให้การรวมตัวกันของไขมันลดลง

5.) เคซีน (casein) ในชั้นนมผงขาดมันเนย

เกิดการเคลื่อนย้ายของโปรตีนบางส่วนจากนมผงขาดมันเนย และจับตัวกับเยื่อหุ้มเม็ดไขมันเล็กๆที่เกิดขึ้นจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) ซินเนอรีซีส (syncresis)

การเพิ่มความสามารถในการสร้างพันธะกับน้ำ เนื่องจากแรงปฏิกิริยาของเคซีนที่เยื่อหุ้มของเม็ดไขมันและแรงปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับโปรตีน

2.1.4.3 การให้ความร้อน (heat trearment)

การให้ความร้อนแก่ส่วนผสมน้ำนมเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต นอกจากจะมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนมแล้วยังมีผลต่อปัจจัยอื่น ได้แก่

(1) ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่นที่ไม่ต้องการระดับความร้อนที่ให้แก่น้ำนมสำหรับการผลิตโยเกิร์ต คือ อุณหภูมิ 85-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำนมดิบเป็นส่วนใหญ่ แต่สปอร์หรือเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนยังเหลืออยู่

(2) ผลิตสารกระตุ้น/สารยับยั้ง การให้ความร้อนแก่น้ำนมมีผลในการปลดปล่อยเคซีนซึ่งสามารถกระตุ้นหรือยับยั้งกิจกรรมของเชื้อเริ่มต้นขึ้นกับระดับอุณหภูมิและเวลา

(3) ผลของความร้อนจะช่วยกำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม ทำให้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกต้องการอากาศในปริมาณเพียงเล็กน้อย

(4) คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำนมเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำให้โปรตีนที่มีอยู่ในน้ำนม ได้แก่ อัลบูมิน(albumin) และโกลบูลิน(globulin) เสียสภาพธรรมชาติแล้วตกตะกอน และโมเลกุลเคซีนเกิดการรวมตัวกันเป็นร่างแหในลักษณะสามมิติ โดยร่างแหนี้จะจับกับโปรตีนเวย์ทำให้ความหนืดของโยเกิร์ตมากกว่าเดิม (Smith และ Circle, 1978)

(5) มีผลให้น้ำนมมีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ซึ่งมีกิจกรรมหมักที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส

2.1.4.4 กระบวนการหมักโยเกิร์ต

นมที่ผ่านการให้ความร้อน จะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 40-45 องศาเซลเซียส การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในส่วนผสมจะต้องทำด้วยวิธีการปลอดเชื้อ โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อจากหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 5-10 หัวเชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วย หัวเชื้อผสมของ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน

ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากได้มาจากการบ่มเชื้อโยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาด (commercial plain yoghurt) ซึ่งประสิทธิภาพจะลดลงจากเชื้อบริสุทธิ์ (pure culture) นอกจากนี้ สาเหตุที่ต้องใช้หัวเชื้อเริ่มต้นในปริมาณสูงก็เนื่องมาจากองค์ประกอบของส่วนผสม คือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 8-20 จะเพิ่มความดันออสโมติกทำให้อัตราการเจริญของเชื้อลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ คือ 40-45 องศาเซลเซียส การบ่มจะมี 2 วิธี คือ บ่มระยะสั้น เป็นการบ่มที่ 40-45 องศาเซลเซียส นาน 2-8 ชั่วโมง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อที่ใช้ด้วย สำหรับอีกวิธีหนึ่งเป็นการบ่มที่ระยะเวลานาน ใช้เวลาประมาณ 16-18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า จนได้ปริมาณกรดที่ต้องการ

ในช่วงการบ่มนี้ แบคทีเรียจะทำการย่อยน้ำตาลแลคโตสในส่วนผสมและสร้างกรดแลคติกขึ้น ทำให้โมเลกุลของเคซีน เกิดการรวมตัวกันและเกิดเป็นเคิร์ด (curd) ขึ้นที่พีเอช 4.6 -4.7 ซึ่งเป็นจุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) ของน้ำนม หลังจากนั้นจะบ่มต่อเพื่อให้พีเอชลดลงอีกประมาณ 4.2-4.4 โดยใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง ลักษณะเคิร์ดที่ดีจะเรียบเนียน ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำเวย์ออกมา

2.1.4.5 การทำความเย็น (cooling)

การทำให้โยเกิร์ตเย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์ การให้ความเย็นแก่ผลิตภัณฑ์จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรดตามต้องการ คือ ประมาณพีเอช 4.6 หรือ มีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.9 ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของโยเกิร์ต วิธีการให้ความเย็นและประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อน การทำให้เย็นทำได้โดยทำให้โยเกิร์ตเย็นลงจากอุณหภูมิ 30-45 องศาเซลเซียส เป็นต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส)

2.1.4.6 การเติมองค์ประกอบที่ให้สารกลิ่นรสและสี

การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสีในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความนิยมให้แก่ผู้บริโภค ขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการ องค์ประกอบที่นิยมใช้ ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่นรส สี และสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผึ้ง มะเขือเทศ กาแฟ และถั่วต่างๆ เป็นต้น โดยการทำให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส แล้วนำไปผสมกับผลไม้หรือสารให้กลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุและเก็บในห้องเย็นเพื่อรอจำหน่าย

2.1.4.7 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

จะต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส (ประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะเก็บไว้ได้นาน 14-28 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสุขลักษณะในการผลิต เทคนิคการผลิต ชนิดของภาชนะบรรจุ อุณหภูมิที่เก็บ และการใช้สารกันเสีย ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บประมาณ 10 วันที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ต ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไป และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลาย และโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้นของเคิร์ด และเวย์ มีผลให้จุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้หากมีความผิดพลาดในกระบวนการการผลิต ก็อาจก่อให้เกิดความผิดปกติต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความผิดปกติที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต

กลิ่นรสที่ผิดปกติ	ทางแก้ไข
กลิ่นรสจืดชืด (insipid)	ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง เพิ่มเวลาในการบ่มหัวเชื้อ
กลิ่นที่ไม่สะอาด (unclean)	เพิ่มปริมาณหัวเชื้อ ลดเวลาในการบ่ม
กลิ่นรสขมและกลิ่นรสที่เปรี้ยวแหลม	ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง
กลิ่นเหม็นหืน	ตรวจดูคุณภาพของนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ที่มา : Robinson และ Tamine (1985)

2.1.5 ประโยชน์ของโยเกิร์ต (ณิชญา , 2542)

2.1.5.1 เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่มีอาการแลคโตส อินโทเลอแรนซ์ (lactose intolerance) ในคนที่มีอาการนี้เมื่อบริโภคนมหรือผลิตภัณฑ์นมเข้าไป น้ำตาลในนมไม่ถูกย่อย แต่ถูกหมักโดยจุลินทรีย์ต่างๆ ในลำไส้ใหญ่แทน ได้ก๊าซและกรดอินทรีย์ ทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้น คือ ปวดท้อง ท้องอืด และท้องเสีย เหตุนี้จึงทำให้ผู้ที่มีอาการนี้ไม่สามารถบริโภคนมสดได้ ทำให้สูญเสียโอกาสที่จะได้รับสารอาหารที่สำคัญ เช่น โปรตีน แคลเซียม และวิตามินจากนม แต่หากบริโภคโยเกิร์ตจะไม่พบปัญหาดังกล่าวเนื่องจากจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตได้ทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลแลคโตสแล้ว

2.1.5.2 ช่วยทำให้อายุยืนยาวกว่าอายุประชากรโดยเฉลี่ยทั่วไป เนื่องจากจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตช่วยรักษาสมดุลร่างกายทำให้สุขภาพร่างกายดี

2.1.5.3 ช่วยเรียกสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้กลับคืนมา

2.1.5.4 ร่างกายจะผลิตแกรมมาอินเตอร์ฟีรอนเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมภูมิคุ้มกันของร่างกายให้แข็งแรงขึ้น

2.1.5.5 ช่วยต่อต้านมะเร็ง

2.1.5.6 ช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถั่วเหลือง (Soy bean)

ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glysine max* (C) Mewill มีชื่อสามัญเรียกกันไปต่างๆ เช่น soya bean Chinese bean Manchurian bean และ soy bean ซึ่งชื่อ soy bean เป็นที่รู้จัก และยอมรับมากที่สุด ถั่วเหลืองจัดอยู่ในวงศ์ Leguminowar วงศ์ย่อย Papilionoideae พืชในสกุลนี้ยังแบ่งออกได้อีกหลายชนิด ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก (annual) มีอายุเพียงฤดูปลูกเดียวมีการผสมเกสรโดยตัวเอง (self pollination crop) ถั่วเหลืองเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออก (east asia) และเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทย เป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากและใช้เวลาอันสั้นในการปลูก เสียค่าใช้จ่ายน้อย ถั่วเหลืองถูกนำเข้ามาในไทยโดยชาวจีนที่อพยพมาซึ่งอาหารจากถั่วเหลืองที่คนไทยนิยมบริโภคได้แก่ นมถั่วเหลือง (soy bean milk) เต้าหู้ (tofu หรือ soy bean curd) เต้าฮวย (soft bean curd) ฟองเต้าหู้ (yuba) ซีอิ๊ว (soy sauce) ซอสปรุงรส (flavored sauce) และใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำมันถั่วเหลือง (soy bean oil) กากถั่วเหลืองใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (สมชาย, 2534)

องค์ประกอบที่สำคัญของเมล็ดถั่วเหลือง ได้แก่ โปรตีนและน้ำมัน ตามปกติ พันธุ์ถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงจะมีโปรตีนในเมล็ดประมาณร้อยละ 40-42 และมีน้ำมันประมาณร้อยละ 20-22 โดยคิดเทียบจากน้ำหนักแห้ง โปรตีนจากถั่วเหลืองนับว่าเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นของมนุษย์ (essential amino acid) ค่อนข้างสูง ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ สำหรับโปรตีนในถั่วเหลืองนั้น พบว่า กรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบ เช่น เมทไธโอนีน (methionine) และซิสเตอีน (cystine) จะมีความเข้มข้นในระดับต่ำ ในทางตรงข้ามไลซีน (lysine) และลิวซีน (leusine) จะมีความเข้มข้นสูง ในขณะที่โปรตีนจากธัญพืชจะอยู่ในลักษณะตรงข้าม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการผสมธัญพืชและถั่วเหลืองในการประกอบอาหารจะทำให้มนุษย์ได้รับโปรตีนที่สมดุลและมีคุณภาพดีอีกด้วย

แป้งถั่วเหลืองที่อยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตมีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส สตาชิโอสที่ละลายได้และราฟฟิโนส สำหรับราฟฟิโนสและสตาชิโอสที่ละลายได้นั้น จัดเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) และจะไม่ย่อยหรือถูกดูดซึมเข้าไปยังลำไส้เล็ก ในทางตรงข้ามทั้งราฟฟิโนสและสตาชิโอสจะเคลื่อนผ่านลำไส้ใหญ่และจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียจนทำให้เกิดลมและการผายลม ลักษณะอาการเช่นนี้จะไม่เป็นปัญหาสำหรับผู้ซึ่งบริโภคถั่วเหลืองเป็นประจำ การแปรรูปถั่วเหลืองจะทำให้การเกิดลมดังกล่าวลดลงไปได้ ดังนั้น ถั่วงอก ซีอิ๊ว ซุปเต้าหู้ และนมเปรี้ยวที่ผลิตจากถั่วเหลืองจึงไม่ทำให้เกิดอาการท้องอืด หรือการผายลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารอื่นๆ ถั่วเหลืองเป็นพืชที่นำมาประกอบอาหารแล้วจะให้โปรตีนและพลังงานที่สูงแก่มนุษย์เป็นอย่างยิ่ง อาหารจากถั่วเหลืองจะให้แร่ธาตุหลายชนิด ซึ่งถึงแม้จะเป็นแร่ธาตุที่ในบางครั้งจะไม่เป็นประโยชน์เหมือนเช่นในเมล็ดพืชอื่นๆ เนื่องจากสารประกอบบางชนิด เช่น กรดไฟติก (phytic acid) เชื่อมต่อกับไดวาเลนท์เคชั่น (divalent cation) เช่น แคลเซียม (Ca) เหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) ดังนั้นในการที่ผู้ใดจะบริโภคผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานานๆ ก็สมควรจะรับประทานแร่ธาตุ เช่น แคลเซียมและสังกะสี เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม สำหรับเหล็กนั้นในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจากถั่วเหลืองมีมากมายอยู่แล้ว

ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองนั้นมีปริมาณวิตามินบีรวม (B-complex) ค่อนข้างสูง ยกเว้นวิตามินบี12 ในเมล็ดถั่วเหลืองแก่จะขาดเบต้าแคโรทีน (provitamin A) และกรดแอสคอบิก (vitamin C) และเช่นเดียวกับแคลเซียมและสังกะสี ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กทารก ควรจะรับประทานวิตามินซี และเบต้าแคโรทีนเสริมอีกด้วย

ในบางครั้งคุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองอาจจะลดลงได้หากมีสารเคมีบางชนิดรบกวนการใช้ประโยชน์ของโปรตีนถั่วเหลือง สิ่งที่กล่าวถึงนี้มักจะเกิดขึ้นในพืชหลายชนิดที่มีสารเคมีบางประเภท เช่น สารยับยั้งโปรติเอส (protease inhibitors) เลคติน (lectins) โอลิโกแซคคาไรด์ ไฟเตท (phytates) สารต้านวิตามิน (antivitamins) และอื่นๆ การรบกวนการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในพืชโดยสารเหล่านี้จะหายไปได้หากมีการหุงต้ม

สารประกอบอีกชนิดหนึ่งได้แก่ กรดไฟติก หรือไฟเตท กรดไฟติกนั้นมีความสำคัญยิ่งเพราะเชื่อมกับแคลเซียม เหล็ก และสังกะสี เพื่อทำให้เกิด protein-phytic acid mineral complex ดังนั้นจึงทำให้การใช้ประโยชน์ของแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม สังกะสี และเหล็ก ในอาหารจากถั่วเหลืองลดน้อยลง กรดไฟติกไม่สามารถถูกทำลายลงได้ แต่ในขณะเดียวกัน ก็พบว่ากรดไฟติกไม่ได้ยับยั้งการใช้ประโยชน์ทางชีวเคมีของแร่ธาตุเหล่านี้มากนัก ในการนำแป้งถั่วเหลืองมาผสมทำเป็นขนมปัง กรดไฟติกจะทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยมียีสต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

สิ่งที่อาจทำให้เกิดปัญหาในบางครั้งของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง ได้แก่ กลิ่นถั่ว กลิ่นถั่วนี้เกิดขึ้นจากการที่เอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lypoxygenases complex) ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันในกระบวนการออกซิเดชั่น จากปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิด แต่หากเมล็ดถั่วเหลืองถูกทำให้สุกโดยความร้อนประมาณ 3 นาที หรือในการประกอบอาหาร และหากมีกระบวนการปั่นเข้ามาช่วยก็จะทำให้เอนไซม์ไลพอกซีจีเนสหายไป และกลิ่นถั่วก็หายไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83741

2.2.1 พันธุ์ถั่วเหลือง (สมชาย, 2534)

พันธุ์ถั่วเหลืองแบ่งออกได้ดังนี้

2.2.1.1 พันธุ์ สจ.1พันธุ์ที่มีเมล็ดค่อนข้างเล็กมักเรียกว่าพันธุ์ตาดำ หรือพันธุ์ยอดลั่น เมล็ดสีเหลือง ตาสีดำ อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน เหมาะสำหรับปลูกในฤดูฝน ไม่เหมาะสมที่จะปลูกในแหล่งที่มีโรคราสนิมระบาด

2.2.1.2 พันธุ์ สจ.2 เมล็ดมีหนวดเล็กกว่าพันธุ์ สจ.1 มักเรียกว่าพันธุ์ตาแดง เมล็ดสีเหลือง ตาสีน้ำตาลแดง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 100 วัน เหมาะสำหรับปลูกช่วงปลายฤดูฝนหรือฤดูแล้ง ไม่เหมาะสมที่จะปลูกในแหล่งที่มีโรคราสนิมระบาด

2.2.1.3 พันธุ์ สจ.4 เมล็ดสีเหลือง ตาสีน้ำตาลอ่อน อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 95 วัน ปลูกได้ดี ทั่วไปในฤดูฝนและฤดูแล้ง ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์ สจ.1 และพันธุ์ สจ.2 เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราสนิมได้ปานกลาง

2.2.1.4 พันธุ์ สจ.5 เป็นพันธุ์ที่ค้นพบล่าสุด คล้ายพันธุ์ สจ.4 เมล็ดมีขนาดโต คุณภาพดีปลูกได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ให้ผลผลิตสูงในฤดูฝน มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ทนต่อโรคราสนิมดีกว่าพันธุ์ สจ.4

2.2.2 องค์ประกอบของเมล็ดถั่วเหลือง

2.2.2.1 โปรตีนของถั่วเหลือง

ถั่วเหลือง จัดว่าเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีสารอาหารครบถ้วนซึ่งได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 โดยเฉพาะอย่างยิ่งถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีนในช่วงร้อยละ 35-40 โดยโปรตีนในถั่วเหลืองถือว่าเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองเป็นกรัม ต่อ 100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	10.00
พลังงาน (แคลอรี / 100 กรัม)	4.18
ไขมัน	18.94
โปรตีน	36.00
คาร์โบไฮเดรต	25.88
เส้นใย	4.87
เถ้า	4.31

ที่มา : สมชาย (2534)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองกับโปรตีนอาหารอื่นๆ พบว่าถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 1.5 เท่าของโปรตีนจากเนยแข็ง 2 เท่าของโปรตีนที่ได้จากไข่หรือแป้งสาลี และพบว่าแป้งถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนเท่ากับเนื้อวัว 2.4 กิโลกรัม หรือไข่ไก่ 67 ฟอง หรือ นมวัว 13 ลิตร แต่โปรตีนจากถั่วเหลืองก็ยังเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพไม่สมบูรณ์ คือ ปริมาณของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น เมทไธโอนิน ซีสเตอีน ยังมีปริมาณที่น้อยกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ แต่ถั่วเหลืองก็ยังมีกรดอะมิโนบางตัวที่สูง เช่น ไลซีน

2.2.2.2 ไขมันของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองประกอบด้วยไขมันร้อยละ 17-20 ซึ่งมีปริมาณไขมันเท่ากับ 2 เท่าของน้ำมันในไข่และ 5 เท่าของน้ำนม น้ำมันถั่วเหลืองมีความสำคัญต่อโภชนาการของมนุษย์ คุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองสูงกว่าน้ำมันจากสัตว์และน้ำมันเนย องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายคน เช่น กรดไลโนเลอิค (linoleic) ร้อยละ 25.0 - 64.8 และกรดกรดไลโนเลนิค (linolenic) ร้อยละ 0.3 – 12.1 ในน้ำมันถั่วเหลืองมีเลคซิทิน (lecithin) ร้อยละ3 ซึ่งมีความสำคัญต่อร่างกายและถั่วเหลืองมีเลคซิทินในปริมาณที่พอในอาหารของมนุษย์ ประโยชน์ของเลคซิทิน เช่น ใช้เสริมสร้างระบบประสาท บำรุงต่อมไร้ท่อต่างๆ ทำให้โคเรสเตอรอลกระจายออกไปจากที่เกาะอยู่ตามอวัยวะสำคัญ ช่วยดูดซึมและขนส่งไขมันเข้าสู่โลหิต เป็นส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเยื่อหุ้มสมอง เซลล์ประสาทและอื่นๆ ประโยชน์ด้านอาหารต่อผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้เป็นอิมัลซิฟายเออร์ในการทำขนมปัง ชอทเทนนิ่ง (shotenning) และไอศกรีม

2.2.2.3 คาร์โบไฮเดรตของถั่วเหลือง

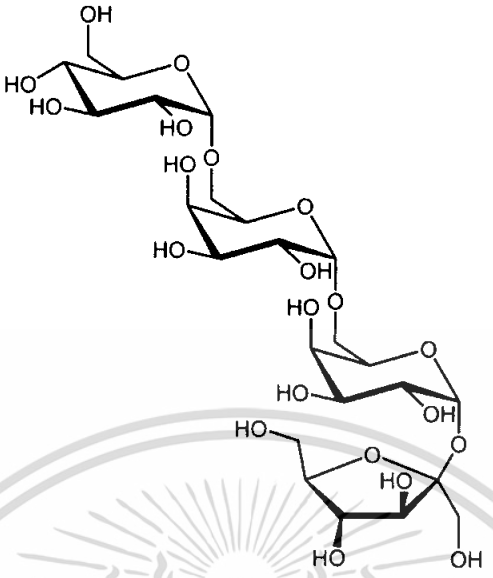
ถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 34 ส่วนใหญ่เป็นพวกกาแลคแทน (galactans) เพนโทแซน (pentosans) และเฮมิเซลลูโลส (ตารางที่ 2.3) ซึ่งร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียงร้อยละ 40 ของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถั่วเหลืองนั้นต่างจากลิวกืน (legeunes) ตรงที่มีแป้งน้อยมาก ทำให้เหมาะสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวาน ส่วนน้ำตาลอิสระซึ่งละลายในน้ำได้แก่ ซูโครส แรฟฟีโนส และสตาชิโอส (รูปที่ 2.1) เป็นพวกไดแซคคาไรด์ (disaccharide) ไตรแซคคาไรด์ (trisaccharide) เตตระแซคคาไรด์ (tetrasaccharide) ตามลำดับ มีปริมาณน้อยมาก

ตารางที่ 2.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในถั่วเหลือง

องค์ประกอบ	ปริมาณเฉลี่ยที่พบในถั่วเหลือง (ร้อยละ)
เซลลูโลส	4.0
เฮมิเซลลูโลส	15.0
สตาชิโอส	3.8
ราฟฟีเนส	1.1
ซูโครส	5.0
น้ำตาลอื่นๆ	5.1

ที่มา : ประเสริฐ (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของสตาชิโอส

ที่มา : http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Stachyose_structure.svg

2.2.2.4 เกลือแร่และวิตามิน

ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแร่ธาตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโปแตสเซียม สำหรับแคลเซียมนั้นเป็นธาตุที่สำคัญซึ่งมักจะขาดแคลนในอาหารที่มีราคาถูก ร่างกายของคนเราต้องการโปแตสซียมในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อและทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมอง แคลเซียมสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาของกระดูกในร่างกาย และธาตุเหล็กสำคัญในการบำรุงโลหิต นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังเป็นแหล่งของวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ บี1 บี2 และดี การนำถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์จะเลือกเมล็ดที่แก่จัด ทั้งนี้เพราะในเมล็ดถั่วเหลืองแก่ จะมีสารอาหารต่างๆ ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 35 โปรตีนร้อยละ 50 ไขมันร้อยละ 20 และในไขมันประกอบด้วยกรดไขมันต่างๆ เช่น ไลโนเลอิกร้อยละ 50 โอเลอิก (olieic) ร้อยละ 30 ไลโนเลนิกร้อยละ 7 และปาล์มิติก (plamitic) กับสเตียริก (stearic) ร้อยละ 14 (คำนวณจากน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินเอ บี บี1 บี2 บี6 บี12 ซี ดี และอี (http://www.geocities.com/ruammitra/lady-nut.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองกับเนื้อสัตว์ต่างๆเป็นกรัมของส่วนที่รับประทานได้

ชนิดอาหาร	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	พลังงาน
ปลาช่อน	20.5	3.8	-	116
กุ้ง (น้ำจืด)	19.4	1.7	5.4	115
ปู	19.8	4.0	-	115
เนื้อหมู	14.1	35.0	-	331
เนื้อไก่	20.2	12.6	-	192
เนื้อวัว	22.2	6.1	-	144
ถั่วเหลือง	36.5	19.9	22.8	516
ถั่วเขียว	24.4	1.2	72.2	379

ที่มา : สมชาย (2534)

2.3 โยเกิร์ตนมถั่วเหลือง

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

Angeles และ Math (1971) ได้รายงานว่านมถั่วเหลืองเป็นอาหารที่ดีในการเจริญของแบคทีเรียและผลิตกรดแลคติก และประสิทธิภาพในการผลิตกรดแลคติกนั้นก็จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในนมถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองนี้ ได้แก่ โอลิโกแซคคาไรด์ที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3 ชนิด คือ ฟรุกโตส กลูโคส และกาแลคโตส

Pinthong และคณะ (1980) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากนมถั่วเหลือง พบว่าเมื่อใช้ *Lactobacillus bulgaricus* กับนมถั่วเหลืองที่มีกลูโคสร้อยละ 1 และสารสกัดจากยีสต์ร้อยละ 0.1 จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีความเป็นกรดอย่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kanda และคณะ (1976) ได้ศึกษาการทำโยเกิร์ตจากถั่วเหลืองโดยมีการกำจัดกลิ่นในนมถั่วเหลืองก่อนแล้วจึงนำมาหมักกับเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* นอกจากนั้นยังใช้กลิ่นเลมอนเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพโยเกิร์ตอีกด้วย

Pongsawatmanit และ Krusong (1994) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของนมถั่วเหลืองและนมวัวที่หมักด้วยหัวเชื้อผสมระหว่าง *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากส่วนผสมระหว่างนมถั่วเหลืองและนมวัวจะได้รับการยอมรับมากที่สุดและมีกลิ่นถั่วน้อยกว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองอย่างเดียว และจากการทดสอบหาความแน่นเนื้อของโยเกิร์ต โดยวัดเป็นค่าแรงกดทะลัก (penetration force) พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากนมวัวมีค่าแรงกดทะลักสูงสุด และโยเกิร์ตที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองจะมีค่าแรงกดทะลักต่ำสุด

Chang และ Stone (1990) ได้สรุปไว้ว่าในการทำโยเกิร์ตจากนมวัวนั้น ปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนมเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา แต่สำหรับโยเกิร์ตที่ทำจากนมถั่วเหลืองนั้นพบว่านอกจากปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนมแล้วยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นด้วย เช่น ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ใช้สำหรับการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ทั้งนี้เนื่องจาก Lactobacilli แต่ละสายพันธุ์จะมีรูปแบบในการเจริญในน้ำนมถั่วเหลืองได้แตกต่างกัน ดังนั้น การปรับองค์ประกอบของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นองค์ประกอบในน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์

Mital และ Steinkraus (1974) ทำการทดลองศึกษาแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกในการใช้โอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตในน้ำนมถั่วเหลืองที่ใช้ในการผลิตกรด พบว่า *Streptococcus thermophilus* *Lactobacillus acidophilus* *Lactobacillus cellobiose* *Lactobacillus platarum* มีความสามารถในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้มาก ส่วน *Lactobacillus buchneri* สามารถใช้ซูโครสจากนมถั่วเหลืองมาใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยกว่า และ *Lactobacillus bulgaricus* จะเจริญเติบโตและสร้างกรดได้น้อยมากเพราะไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในนมถั่วเหลืองได้นั่นเอง

Mital และคณะ (1977) ได้ศึกษาอิทธิพลของกลูโคส ซูโครส แลคโตส และฟอสเฟต ที่มีผลต่อการสร้างกรดในน้ำนมถั่วเหลืองของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก พบว่านมถั่วเหลืองที่มีกลูโคส ซูโครส หรือแลคโตส จะทำให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้นั้นผลิตกรดได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าเติมสารฟอสเฟตลงไปร่วมด้วยในน้ำนมถั่วเหลือง พบว่าการผลิตกรดจะไม่เพิ่มขึ้นในทุกกรณี และเมื่อเปรียบเทียบนมเปรี้ยวที่เตรียมจากนมถั่วเหลืองที่เตรียมจากแป้งสกัดไขมันกับนมเปรี้ยวที่ทำมาจากนมวัว พบว่าเคิร์ดของนมเปรี้ยวจากนมถั่วเหลืองจะมีความเหนียวแน่นกว่าของนมวัวและมีรสชาติที่ดีอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang และคณะ (2006) ได้ศึกษากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของนมถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อ Lactic acid bacteria *และ Bifidobacteria* ทั้งแบบเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม โดยทำการตรวจสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งการยับยั้งปฏิกิริยาแอสคอเบท ออทอคซิเดชั่น (ascorbate autoxidation) การรับอิเล็กตรอน และการกำจัดออกซิเจนอิสระ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะกระบวนการหมักนมถั่วเหลือง เมื่อทำการตรวจสอบจะพบว่าการทำแห้งด้วยวิธีสเปรย์ดราย (spray dry) และฟรีส ดราย (freeze dry) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ในนมถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักจะพบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ใช้สามารถยับยั้งปฏิกิริยาแอสคอเบท ออทอคซิเดชั่น (ascorbate autoxidation) การรับอิเล็กตรอน และการกำจัดออกซิเจนอิสระได้ โดยทั่วไปในนมถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อ Lactic acid bacteria *และ Bifidobacteria* จะมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการหมักที่ใช้เชื้อใดเชื้อหนึ่งเพียงชนิดเดียว โดยที่กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจะมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก การทำแห้งโดยวิธีฟรีสดรายเป็นสาเหตุที่ทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะลดลงมากกว่าการทำแห้งด้วยวิธีสเปรย์ดราย ถ้าไม่คำนึงถึงวิธีการทำแห้งและหัวเชื้อที่ใช้ในการหมักแล้ว พบว่าการทำแห้งนมถั่วเหลืองที่ผ่านการหมักมีค่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระลดลง แต่ยังมีค่าสูงกว่าการทำแห้งนมถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก

2.4 มาตรฐานนมเปรี้ยว

นมเปรี้ยว (Fermented milk) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมและ/หรือผลิตภัณฑ์นมซึ่งเกิดจากการหมักบ่มด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรดแลคติกเป็นหลัก เช่น *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus Streptococcus thermophilus Bifidobacterium Lactobacillus acidophilus* และ/หรือจุลินทรีย์อื่นที่ใช้ในการผลิตนมเปรี้ยว ทั้งนี้จะมีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่หรือไม่ก็ได้

นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (Fermented milk drink / Drinking yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ผ่านการเจือจางและปรุงแต่งกลิ่นรส สี หรือวัตถุอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง เป็นต้น สำหรับดื่มโดยตรง และมีจุลินทรีย์ใช้ในการหมักบ่มที่มีชีวิตคงเหลืออยู่ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว มอก.2146-2546 ฉบับที่ 3209, 2547)

นมเปรี้ยวที่ปรุงแต่งต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนัก กรณีที่นมเปรี้ยวผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังนี้

(1) มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5

(2) มีความเป็นกรดไม่น้อยกว่า ร้อยละ 0.6 (คำนวณเป็นกรดแลคติก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) มีจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เกิดกรดไม่น้อยกว่า 10^7 โคโลนีต่อกรัมหรือโคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว) (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว มอก.2146-2546 ฉบับที่ 3209, 2547)

(4) มีกลิ่นรสตามลักษณะของนมเปรี้ยวนั้น

(5) ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

(6) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(7) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อนมเปรี้ยว 1 กรัม โดยวิธีเอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(8) ตรวจพบยีสต์และราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 289, 2548)

2.5 แก้วมังกร (Dragon fruit)

ผลแก้วมังกรหรือ Dragon fruit หรือ Pitaya fruit เป็นผลของพืชในตระกูลกระบองเพชร มีถิ่นกำเนิดในป่าเขตร้อนของเม็กซิโกและอเมริกากลางและใต้ (Mizrahi และ Nerd, 1997) ในปัจจุบันได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้นทุกๆปี สำหรับการเพาะปลูกในประเทศไทยกำลังมีการขยายตัวไปยังส่วนต่างๆ ของประเทศและคาดว่าผลแก้วมังกรจะเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากผลแก้วมังกรอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยอาหารและมีแคลอรี่ต่ำ ดังนั้นแก้วมังกรจึงจัดเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพที่ควรมีการส่งเสริมการเพาะปลูกและบริโภค นอกจากนี้แก้วมังกรสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพทุกพื้นที่แม้แต่พื้นที่แห้งแล้งดินทรายเมื่อเทียบกับไม้ผลชนิดอื่น สำหรับการเข้าสู่ประเทศไทยของผลแก้วมังกรพบว่าผ่านมาทางประเทศเวียดนาม ซึ่งประเทศเวียดนามเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ในแถบเอเชียและเป็นไม้ผลที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุดในเวียดนาม ประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย จีน ฮ่องกง ไต้หวัน ญี่ปุ่น และประเทศในแถบยุโรป (http://www.kmutt.ac.th/rippc/pitya.htm)

2.5.1 พันธุ์และลักษณะของต้นแก้วมังกรสกุล Hylocereus (สุรพงษ์, 2545)

2.5.1.1 *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose.

มีถิ่นกำเนิดจากทวีปอเมริกาเขตร้อน เป็นพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง ผลทรงกลมรีหรือทรงไข่ ผิวสีแดงบานเย็น บางส่วนปกคลุมด้วยกลีบผลสีเขียวเรียวยาว 2.5 เซนติเมตร เนื้อผลมีสีขาว ในเนื้อมีเมล็ดคล้ายงาหรือแมงลักฝังกระจายอยู่ทั่วไป ผลอาจมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus undatus* (Haw.) Britt. & Rose.
ที่มา : Mizrahi และคณะ (2002)

ดอกยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตรและกว้างประมาณ 15-25 เซนติเมตร ลักษณะคล้ายแตร เมื่อดอกบานตอนกลางคืนจะมีกลิ่นอ่อนมาก กลีบดอกวงนอกออกสีตองอ่อน ซึ่งทั้งหมดจะโค้งออกจากกลางดอก ส่วนกลีบดอกวงในมีสีขาว กลีบดอกกว้างและซ้อนกัน กลีบรวมซึ่งหมายถึงกลีบดอกและกลีบเลี้ยงติดกัน มีสีขาว เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก ก้านชูเกสรตัวผู้เรียวเล็กมีสีครีม แต่อับเกสรตัวผู้สีเข้มกว่าเล็กน้อย ปลายเกสรตัวเมียเป็นแฉกๆ อาจมีถึง 24 แฉก มีสีครีม ส่วนก้านชูเกสรตัวเมียอ้วนล่ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 มิลลิเมตร มีสีครีม ลำต้นเป็นท่อนๆ หรือข้อยาวสีเขียว มี 3 แฉกเป็นส่วนใหญ่ ลำต้นมีขนาดใหญ่กว้างประมาณ 4.0-7.5 เซนติเมตร สันของแฉกแข็งและเป็นหยัก ระหว่างหยักห่างกัน 3-5 เซนติเมตร ตรงหยักมีโหนก ส่วนโคนโหนกของหยักเป็นแอ่งและมีกลุ่มปุยขนสีขาวล้อมรอบหนามแข็งและแหลมซึ่งเป็นรูปกรวยสีน้ำตาลเทาขนาดเล็ก จำนวน 1-3 หนาม โดยแต่ละหนามยาว 3-6 มิลลิเมตร ที่จุดเกิดหนามนอกจากทำหน้าที่คล้ายตาข้างแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นเนื้อเยื่อเจริญ กล่าวคือ สามารถให้กำเนิดดอกและกิ่งใหม่ได้

2.5.1.2 *Hylocereus costaricensis* (Weber) Britt. & Rose.

เป็นคนละชนิดสปีชีส์กับ *Hylocereus undatus* แต่อยู่ในสกุลเดียวกัน มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศคอสตาริก้า เป็นพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง ผลมีขนาด 10 เซนติเมตร ทรงไข่สีแดงเลือดหมู ดอกตูมมี สีม่วงแซมแดง ดอกยาว 30 เซนติเมตร เมื่อดอกบานตอนกลางคืนมีกลิ่นหอมเย็นไกลระยะ 5-6 เมตร กลีบรวมด้านนอกแคบ เจือสีแดง กลีบรวมด้านในมีสีขาว ลำต้น 3 แฉก อ้วนล่ำเส้นผ่าศูนย์กลาง ลำต้นประมาณ 5-10 เซนติเมตร มีสีเทาอมน้ำเงิน สันของแฉกไม่แข็งมักจะตรงหรือหยักตื้นๆ มีหนามอ้วนสั้นสีน้ำตาล จำนวน 2-4 หนาม โดยมีขนที่หลุดง่าย 2 เส้น มีความหวานมากกว่าเนื้อสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus costaricensis* (Weber) Britt. & Rose.
ที่มา : สุรพงษ์ (2545)

2.5.1.3 *Hylocereus escuintlensis* Kimnach.

พบในกัวเตมาลา เป็นเป็นพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง คล้าย *H. costaricensis* ผลทรงไข่ สีแดงม่วง ขนาด 9 × 6.5 เซนติเมตร มีกลีบงอกลับ เมื่อดอกบานจะมีขนาด 28-31 × 24-36 เซนติเมตร กลีบดอกแคบคล้ายสามเหลี่ยม กลีบรวมด้านนอกมีสีเขียวเหลือง บางครั้งเจือสีเลือดนกอมน้ำตาล กลีบรวมด้านในมีสีขาวครีม ปลายเกสรตัวเมียมีลักษณะ 3 แฉก ออกดอกง่ายกว่าชนิดอื่นๆ ลำต้นสีเขียวเข้ม ขอบแข็งและลำต้นยาวได้มากกว่า 5 เมตร ยอดอ่อนอาจมีสีม่วงแดง ลำต้นเป็นท่อนยาวประมาณ 10-30 เมตรและกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตรโดยเฉลี่ย

รูปที่ 2.4 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus escuintlensis* Kimnach.
ที่มา : สุรพงษ์ (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 *Hylocereus monacanthus* (Lem.) Britt. & Rose.

พบในโคลัมเบียและปานามา เป็นเป็นพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง เมื่อดอกบานจะมีขนาด 28 × 17 เซนติเมตร กลีบรวมด้านนอก เจือสีเขียว ด้านในสีขาว ปลายเกสรตัวเมียบางครั้งเป็น 3 แฉก ออกดอกกกว่า *H. escuintlensis* แต่ติดผลยาก แอ่งที่มีหนามห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร หนามขนาดเล็ก ลักษณะแหลมคม จำนวน 1-2 หนาม กลีบผลมีขนาดใหญ่

2.5.1.5 *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose.

พบในปานามาตลอดจนถึงเอกัวดอร์ เป็นเป็นพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง ผลทรงไข่ สีแดงเลือดหมู ขนาด 10 เซนติเมตร ดอกตูมมีสีม่วง เมื่อดอกบานมีกลิ่นหอม ดอกยาวประมาณ 25-30 เซนติเมตร กลีบรูปไข่โดยขอบมีสีแดงหรือม่วง กลีบรวมด้านนอกสีแดง ด้านในเกือบขาว ปลายเกสรตัวเมียไม่เป็นแฉก มีลำต้นเรียว 3 แฉก เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร ต้นอ่อนสีออกขาวต่อมาเป็นสีเขียว ขอบลำต้นเกือบตรง ไม่แข็ง มีหนามสีน้ำตาลยาว 2-4 มิลลิเมตร จำนวนหนาม 2-4 หนาม และมีหนามดูดล้ายขนหลุดได้ง่ายอีก 2 เส้น

รูปที่ 2.5 ลักษณะผลแก้วมังกรพันธุ์ *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britt. & Rose.
ที่มา : http://www.griyokulo.tv/BUNGA%20NAGA%20merah.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางอาหารของแก้วมังกรเนื้อสีแดงใน 100 กรัมประกอบด้วยความชื้น 82.5 - 83 กรัม โปรตีน 0.159 - 0.229 กรัม ไขมัน 0.21 - 0.61 กรัม เถ้า 0.28 กรัม แคโรทีน 0.005 -0.012 มิลลิกรัม แคลเซียม 6.3 - 8.8 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 30.2 - 36.1 มิลลิกรัม เหล็ก 0.55 - 0.65 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.28 - 0.043 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.043 - 0.045 มิลลิกรัม วิตามินบี 3 0.297 - 0.43 มิลลิกรัม วิตามินซี 8 - 9 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.043 - 0.044 มิลลิกรัม ไนอะซิน 1.297 - 1.300 มิลลิกรัม และไทอะมีน 0.28 - 0.30 มิลลิกรัม (http://www.ilovepitaya.com/nutritionqwe.htm; http://www.xuvn.com/foodofvietnam/Health%20benefit%20of%20fruits.htm)

2.5.2 คุณสมบัติพิเศษของต้นแก้วมังกร

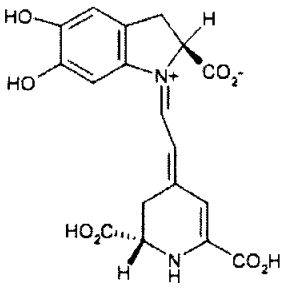
ลำต้นสะสมน้ำได้มาก เพราะมีแวคิวโอลขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเซลล์ ทำให้สามารถทนความแล้งได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น เป็นพืชที่มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนแปลงกรดคล้ายกับพืชในวงศ์ Crassulacean (Crassulacean Acid Metabolism) เรียกพืชพวกนี้แบบย่อว่า พืชแคม (CAM) ซึ่งปากใบเปิดตอนกลางคืน ปิดตอนกลางวันทำให้แลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี จึงสูญเสียน้ำน้อยกว่าพืชอื่นๆ 5-10 เท่าตัว ตอนกลางวันจะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และการสะสมกรด เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงต่อไป (สุรพงษ์, 2545)

2.6 เบทาเลน (Betalain)

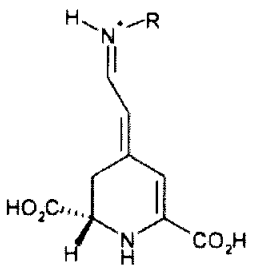
เบทาเลนเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ส้ม แดงและม่วง พบอยู่ในดอกไม้ ผลไม้และบางกรณีก็พบได้จากเนื้อเยื่อเจริญของพืชในลำดับ Caryophyllales ตัวอย่างพืชที่พบสารเบทาเลน เช่น หัวบีทแดง (red beet) ชาร์ด (chard) แคคตัส (cactus fruit) และ pokeberries เป็นต้น (MacDougall, 2002)

เบทาเลนเป็นรงควัตถุกลุ่ม water-soluble nitrogenous เคยมีชื่อเรียกว่า nitrogenous anthocyanins ลักษณะเป็นโครงสร้างวงแหวนประกอบด้วยไนโตรเจนและไกลโคไซด์ (glycoside) แต่ในปัจจุบันได้แยกกลุ่มออกมาและสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มเบทาไซยานิน (Betacyanin) (รูปที่ 2.6) ให้สีม่วงแดงซึ่งมีประมาณ 50 ตัว เช่น เบทานิน (betanin) (รูปที่ 2.7) และกลุ่มเบทาแซนทิน (Betaxanthin) (รูปที่ 2.6) ให้สีเหลืองซึ่งมีประมาณ 20 ตัว เช่น วัลกาแซนทิน (vulgaxanthin) 1และ 2 (รูปที่ 2.7) โดยส่วนใหญ่เบทาแซนทินจะมีส่วนหาง ซึ่งอาจปิดเป็นวงแหวนบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้ (MacDougall, 2002; Christinet และคณะ, 2004; http://coursewares.mju.ac.th/sec tion2/pt331/pdf/6.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



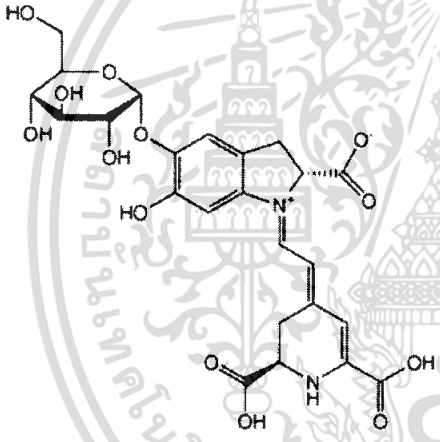
Betacyanin



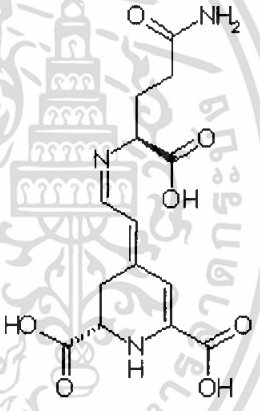
Betaxanthin

รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเบทาไซยานิน (ซ้าย) และเบทาแซนทิน (ขวา)

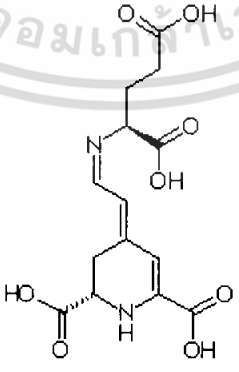
ที่มา : Christinet และคณะ (2004)



Betanin



Vulgaxanthin-I



Vulgaxanthin-2

รูปที่ 2.7 โครงสร้างของเบทานิน (บนซ้าย) วัลกาแซนทิน-1 (บนขวา) และ วัลกาแซนทิน-2 (ล่าง)

ที่มา : http://www.food-info.net/uk/colour/beetroot.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

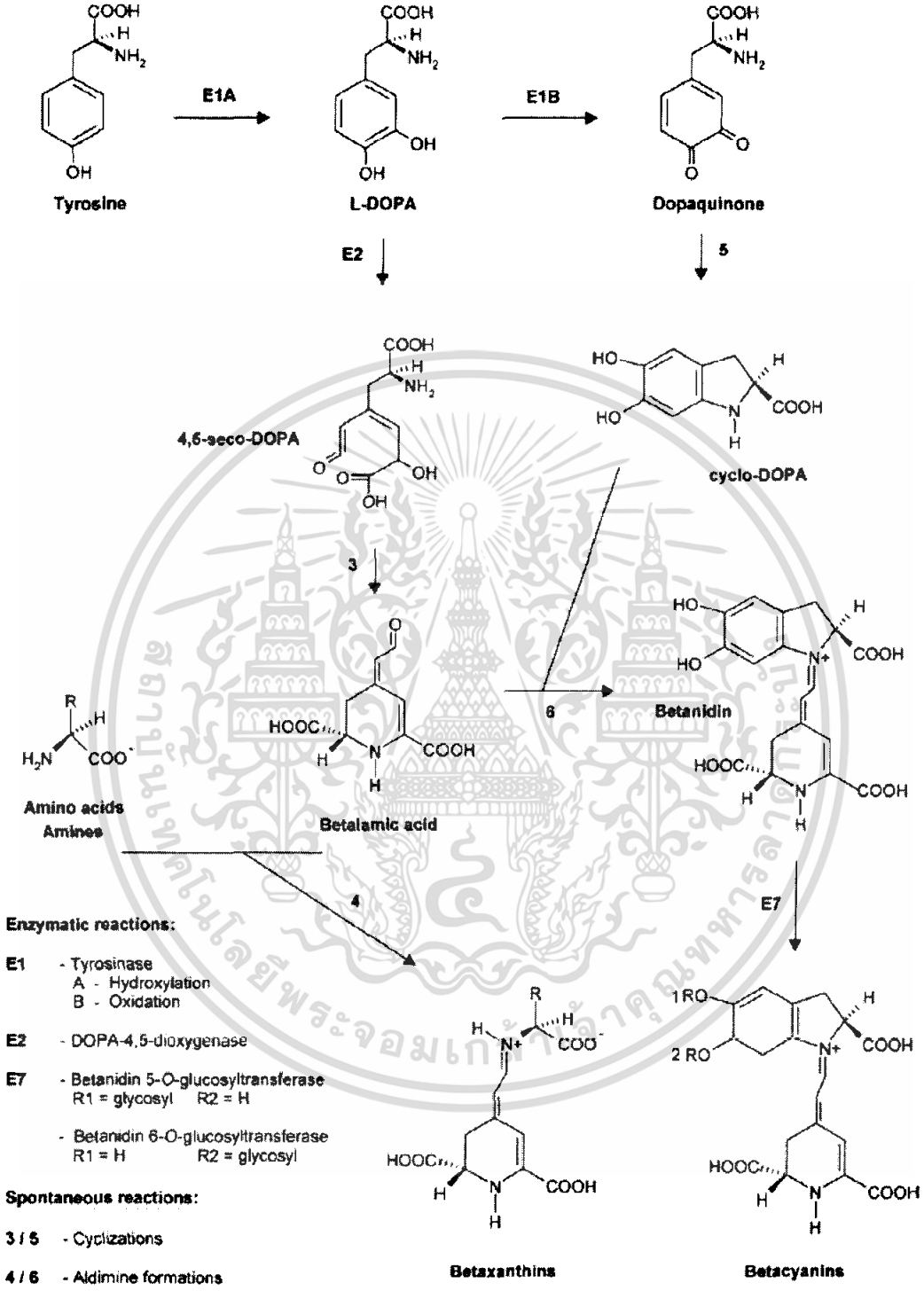
เบทาเลนมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าแอนโทไซยานินในกรณีที่พีเอชมีการเปลี่ยนแปลง โลหะหนัก เช่น เหล็ก คอปเปอร์ อะลูมิเนียม ก็มีผลทำให้เบทาเลนซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงถูกทำลาย น้ำอิสระ (Water Activity) มีผลต่อความเสถียรของเบทาเลนและผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเบทาเลน อีกทั้งความร้อนก็เป็นปัจจัยแรกๆที่ทำให้เกิดปฏิกิยาการย่อยสลายเบทาเลน โดยที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียสจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายเป็น 2 เท่า เมื่อลดพีเอชจาก 6.2 เป็น 3.3 ฉะนั้นสามารถหากลดการสัมผัสเบทาเลนกับแสง ออกซิเจนและความชื้นได้ก็จะทำให้เบทาเลนมีความเสถียรอยู่

ได้มีการศึกษาโดยนำสารเบทาเลนไปทดสอบทางด้านพิษวิทยาโดยใช้เบทานินผสมลงไปในอาหารของหนูทดลอง พบว่า เบทานินไม่ส่งผลกระทบทางด้านพิษวิทยาต่อหนูทดลอง ดังนั้นเบทาเลนจึงเป็นรงควัตถุที่มีความปลอดภัยเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (MacDougall, 2002)

2.6.1 การสังเคราะห์เบทาแซนทินและเบทาไซยานิน

การสังเคราะห์เบทาแซนทินเริ่มจากอะมิโนไทโลซีน มีการเติมหมู่ไฮดรอกซีที่ตำแหน่งที่ 3 ได้เป็น 3,4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีน (L-DOPA) จากนั้นจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์โดปา-4,5-ไดออกซีจีเนส ได้เป็นโมเลกุลของเซโค-โดปา (4,5- seco-DOPA) ซึ่งไม่เสถียร จึงเปลี่ยนโครงสร้างเป็นกรดเบทาลามิค เมื่อรวมตัวกับกรดอะมิโนหรือเอมีนได้เป็นเบทาแซนทิน ในขณะที่เบทาไซยานินจะถูกสังเคราะห์ได้จากการออกซิเดชั่น 3,4-ไดไฮดรอกซีฟีนิลอะลานีน (L-DOPA) ให้กลายเป็นโดปาควิโนนด้วยเอนไซม์ไทโรซีเนส เกิดปฏิกิริยาไซคลิเซชั่นได้เป็นไซโคล-โดปา จากนั้นจึงรวมตัวกับกรดเบทาลามิกเป็นเบทานิดิน ซึ่งเป็นโมเลกุลพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างเบทาไซยานินตัวอื่นๆ ดังรูปที่ 2.8 (http://coursewares.mju.ac.th/section2/pt331/pdf/6.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วัฏจักรการสังเคราะห์เบทาไซยานินและเบทาแซนทิน

ที่มา : Christinet และคณะ (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vaillant และคณะ (2004) ศึกษาคุณสมบัติการใช้เป็นสารสีและฤทธิ์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของแก้วมังกรเนื้อแดงม่วง โดยทำการตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด ปริมาณเบทาไซยานินทั้งหมด วิตามินซีและฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระโดยวิธี ORAC (oxygen radical absorbance capacity) พบว่าเฉพาะเนื้อของแก้วมังกรที่ไม่มีเมล็ดมีปริมาณวิตามินซีต่ำ ในขณะที่มีปริมาณเบทาไซยานินและสารประกอบฟีโนลิกสูง จึงทำให้มีฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระสูง อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเสถียรภาพต่อความร้อนจึงสอดคล้องกับการนำไปใช้ประโยชน์เป็นสารสีในอุตสาหกรรมอาหาร

Wu และคณะ (2006) ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งการแบ่งตัวของเมลาโนม่าเซลล์ (Melanoma Cell) ของแก้วมังกรเนื้อแดง พบว่าปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดทั้งส่วนของเนื้อและเปลือกอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนความเข้มข้นของเบทาไซยานินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากการตรวจวัดด้วยวิธี DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, radical scavenging activity) สามารถพบได้ที่ส่วนของเปลือกมากกว่าส่วนของเนื้อ และยังพบอีกว่าทั้งเนื้อและเปลือกของแก้วมังกรสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเมลาโนม่าเซลล์ ซึ่งเป็นเซลล์มะเร็งได้ ถึงแม้ว่าส่วนของเปลือกจะเป็นตัวยับยั้งที่ดีกว่าส่วนของเนื้อก็ตาม แต่ก็ถือได้ว่าทั้งสองส่วนนี้มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน

Kanjana และคณะ (2006) ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณใยอาหารของผลไม้เขตร้อนที่เจริญในฟลอริดาที่เลือกมา 14 ชนิด ได้แก่ ฝรั่งขาว (white guava) ฝรั่งแดง (red guava) มะเฟือง (carambola) แก้วมังกรเนื้อแดง (red pitaya) แก้วมังกรเนื้อขาว (white pitaya) mamey sapote ละมุด (sapodilla) ลิ้นจี่ (lychee) ลำไย (longan) มะม่วงดิบ (green mango) มะม่วงสุก (ripe mango) มะละกอดิบ (green papaya) และมะละกอสุก (ripe papaya) โดยทำการตรวจวัดปริมาณฟีโนลิกที่ละลายได้ทั้งหมด กรดแอสคอบิกทั้งหมด ใยอาหารทั้งหมด เพคตินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีวิธี ORAC และ DPPH พบว่าฝรั่งแดงมีปริมาณฟีนอลิกที่ละลายได้ทั้งหมดมากที่สุด แก้วมังกรเนื้อแดงอยู่ในอันดับที่ 4 ฝรั่งขาวมีปริมาณกรดแอสคอบิกทั้งหมดมากที่สุด แก้วมังกรเนื้อแดงอยู่ในอันดับ ที่ 7 ฝรั่งแดงมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและเพคตินมากที่สุด แก้วมังกรเนื้อแดงอยู่ในอันดับที่ 5 และ 10 ตามลำดับ และจากการทดสอบด้วยวิธี ORAC ฝรั่งแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด แก้วมังกรเนื้อแดงอยู่ในอันดับที่ 4 ส่วนวิธี DPPH มะเฟืองมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด แก้วมังกรเนื้อแดงอยู่ในอันดับที่ 6 แต่ทั้งนี้ก็แสดงให้เห็นว่าผลไม้ทุกชนิดที่เลือกมาศึกษานั้นมีประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งเป็นสารธรรมชาติที่สามารถต้านอนุมูลอิสระ มีใยอาหารช่วยป้องกันการเสียหายของเซลล์ ในขณะเดียวกันก็จะส่งเสริมระบบย่อยอาหารและรักษาระดับน้ำตาลในเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ถั่วเหลืองซีก ตราไร่ทิพย์

3.1.1.2 แก้วมังกรเนื้อแดงพันธุ์ *Hylocereus polyrhizus*

3.1.1.3 เชื้อโยเกิร์ตชนิดฟรีสดราย (freeze dried) (YC-380) ซึ่งผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* (Chr. Hansen's Labaratorium)

3.1.1.4 นมผงขาดมันเนย ตราแอนลีน

3.1.1.5 เพคติน ชนิด high-methoxyl (HM)

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.1.2.2 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) รุ่น HA-300 MZV

3.1.2.3 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Sartorius)

3.1.2.4 เครื่องวิเคราะห์สี (Colorimeter) Minolta CR-300

3.1.2.5 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) บริษัท Cyberscan 200

3.1.2.6 โฮโมจิไนส์เซอร์ (Homoginiser) Armfield รุ่น FT9

3.1.2.7 รีแฟลกโตมิเตอร์ (refractometer) บริษัท Atago

3.1.2.8 ตู้เขี่ยเชื้อ (Lamina air flow)

3.1.2.9 ตู้บ่มอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส

3.1.2.10 เครื่องผสมอาหาร (Blender)

3.1.2.11 เครื่องสกัดไขมัน (Soxtherm apparatus) BUCHI 810

3.1.2.12 เครื่องกลั่นไนโตรเจน (Gerhardt) รุ่น Vapodest 30

3.1.2.13 เตาเผา (Muffle fernace)

3.1.2.14 เครื่องวิเคราะห์ความหนืด (Brookfield viscommeter) รุ่น DV+ II

3.1.2.15 เครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของถั่วเหลือง

นำถั่วเหลืองซีกที่คัดเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ มาบดให้ละเอียด จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด เถ้าและความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2000)

3.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อแก้วมังกร

นำผลแก้วมังกรมาปอกเปลือก เพื่อให้ได้เฉพาะส่วนเนื้อสีแดง จากนั้นนำเนื้อแก้วมังกรมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปคั้นและกรองด้วยผ้าขาวบางที่สะอาดหนา 1 ชั้น เพื่อแยกเอาเมล็ดออก จากนั้นนำน้ำแก้วมังกรสีแดงที่ได้ไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงบรรจุใส่ภาชนะที่มีฝาปิดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

นำน้ำแก้วมังกรสีแดงมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด เถ้า ความชื้น (AOAC, 2000) ความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total soluble solid) ด้วย refractometer และวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสีในระบบ CIE L*a*b* โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta CR-300

3.2.3 การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต

ละลายนมผงขาดมันเนยในน้ำสะอาดในปริมาณร้อยละ 10 โดยปริมาตร จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้ส่วนผสมของนมเย็นลงประมาณ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมเชื้อโยเกิร์ตผสมชนิดฟรีสดราย (YC-380) ลงไปในน้ำนมในปริมาณร้อยละ 0.1 (1 กรัมต่อลิตร)เขย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

3.2.4 การเตรียมนมถั่วเหลือง

นำถั่วเหลืองแช่น้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ล้างถั่วเหลืองให้สะอาด นำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที นำมาตีป่นด้วยเบลนเดอร์ (blender) โดยใช้อัตราส่วนถั่วเหลือง : น้ำร้อน (อุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 1 : 6 (น้ำหนักเปียก) เป็นเวลา 3 นาที โดยใช้ความเร็วสูงสุดของเครื่อง จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบางที่สะอาดหนา 2 ชั้น เพื่อแยกกากออก

3.2.5 การเตรียมโยเกิร์ตนมถั่วเหลือง

นำนมถั่วเหลืองที่ได้จาก 3.2.4 มาปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดให้ได้ร้อยละ 18 โดยใช้นมผงขาดมันเนย นำส่วนผสมมาฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสมมีอุณหภูมิลดลงประมาณ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เตรียมไว้ร้อยละ 5 โดยปริมาตร คนผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42±1 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ค่าพีเอชประมาณ 4.2 แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 7 ± 2 องศาเซลเซียส

3.2.6 การเตรียมส่วนผสมของน้ำเชื่อม

โดยผสมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 15 โดยปริมาตรในน้ำที่สะอาด ให้ความร้อนและคนจนน้ำตาลละลายหมด จากนั้นจึงค่อยๆเติมเพคตินร้อยละ 2.0 โดยปริมาตรลงไป ในส่วนผสมของน้ำเชื่อม คนให้ส่วนผสมละลายเข้ากัน ให้ความร้อน 65 องศาเซลเซียสต่ออีก เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้ส่วนผสมมีอุณหภูมิลดลง แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 7 ± 2 องศาเซลเซียส

3.2.7 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

นำโยเกิร์ตที่ได้จากข้อ 3.2.5 มาผสมกับน้ำเชื่อมที่ได้จากข้อ 3.2.6 เพื่อให้ได้โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 19 พีเอช 4.2 จากนั้นเติมแก้วมังกรลงในส่วนผสมของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 และ 8 โดยปริมาตรของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม ปั่นส่วนผสมให้เข้ากันโดยใช้เบลนเดอร์ที่ความเร็วสูงสุดของเครื่องเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำไปทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้โฮโมจิไนส์เซอร์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาให้ความร้อน 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นก่อนนำมาประเมินคุณภาพ ดังนี้

3.2.7.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่

(1) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid)

(2) วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter

(3) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total soluble solid) ด้วย refractometer

3.2.7.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

(1) วิเคราะห์สีในระบบ L*a*b* ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR-300

(2) วิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที หัวเข็มเบอร์ 2

3.2.7.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส มาประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน คือ นักศึกษาภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทนผู้ชิมจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความข้นหนืด เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมถั่วเหลืองพร้อมดื่มผสมแก้วมังกร

เตรียมส่วนผสมของน้ำเชื่อมตามข้อ 3.2.6 โดยแปรปริมาณเพคตินเป็นร้อยละ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 โดยปริมาตร นำส่วนผสมของน้ำเชื่อมแต่ละความเข้มข้นมาปั่นผสมกับโยเกิร์ตและแก้วมังกรที่มีปริมาณที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.7 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ความหนืดและการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตทางการค้าชนิดข้น (แอคทีเวีย)

3.2.9 การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตถั่วเหลืองพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรและเพคตินในปริมาณที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.8 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส แล้วทำการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน ดังนี้

3.2.9.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็ง ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก

3.2.9.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ สี

3.2.9.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณ Total Lactic Acid Bacteria และปริมาณยีสต์และรา

3.2.10 การวางแผนการทดลอง

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ทำการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ สำหรับการประเมินความชอบทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Ducan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบ

4.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลือง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของถั่วเหลืองที่นำมาศึกษา (ตารางที่ 4.1) พบว่าตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 8.62 ไขมันร้อยละ 17.44 โปรตีนร้อยละ 34.10 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ91.38 และเถ้าร้อยละ 8.78 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลทางโภชนาการของถั่วเหลืองที่มีค่าความชื้นร้อยละ 10 ไขมันร้อยละ 17.7 และโปรตีนร้อยละ 31.0 (http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowlage/ARTICLE/ArtileP.htm) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ถั่วเหลืองที่นำมาศึกษามีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำไปใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์นมหมัก

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลือง

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	8.62
ไขมัน	17.44
โปรตีน	34.10
ปริมาณของแข็งทั้งหมด	91.38
เถ้า	8.78

4.1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแก้วมังกร

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแก้วมังกร ดังตารางที่ 4.2 พบว่าตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 87.63 เนื่องจากเนื้อแก้วมังกรมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 82-88 (Merten, 2004) ดังนั้นแก้วมังกรจึงมีค่าความชื้นค่อนข้างสูง และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 12.38 เถ้าร้อยละ 3.63 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 11° Brix ความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.4 และจากการวัดค่าสีของแก้วมังกรเนื้อแดงพบว่าค่า L* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีขาวเท่ากับ 36.29 ค่า a* เป็นค่าแสดงสีแดงเท่ากับ 10.70 และค่า b* เป็นค่าแสดงสีเหลืองมีค่าเท่ากับ -5.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเนื้อและน้ำแก้วมังกร

องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ	ค่าที่ได้
ความชื้น (ร้อยละ)	87.63
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	12.38
เถ้า (ร้อยละ)	3.63
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	11
ความเป็นกรด-ด่าง	4.4
ค่าสี CIE L* a* b*	
L*	36.29
a*	10.70
b*	-5.70

หมายเหตุ L* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดความสว่าง (+ หมายถึงสีขาว – หมายถึงสีดำ)
a* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีแดง/สีเขียว (+ หมายถึงสีแดง – หมายถึงสีเขียว)
b* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ หมายถึงสีเหลือง – หมายถึงสีน้ำเงิน)

รูปที่ 4.1 น้ำแก้วมังกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

จากการนำโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 11 มาทดลองเติมน้ำแก้วมังกรลงในส่วนผสมของโยเกิร์ตพร้อมดื่มในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 โดยปริมาตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

ปริมาณของแก้วมังกร (ร้อยละ)	องค์ประกอบทางเคมี		
	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o}Brix)^{ns}	ความเป็นกรด-ด่าง
0	18.88^{a}	16^{a}	4.30^{d}
2	18.84^{a}	16^{a}	4.31^{d}
4	18.35^{ab}	16^{a}	4.33^{c}
6	18.16^{ab}	16^{a}	4.35^{b}
8	17.54^{b}	16^{a}	4.37^{a}

หมายเหตุ $^{a-d}$ คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณของน้ำแก้วมังกรที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดและความ เป็นกรดด่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ไม่เติมแก้วมังกรมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 18.88 และเมื่อเพิ่มปริมาณแก้วมังกรเป็นร้อยละ 2 4 6 และ 8 พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 18.84 18.35 18.16 และ 17.54 ตามลำดับ การที่ปริมาณของแข็งที่ลดลงนั้นอาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของแก้วมังกรส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัมประกอบไปด้วยน้ำถึงร้อยละ 85.38 ซึ่งถือว่ามีปริมาณมาก (http://www.centerresort.com /index.php?lay=show&ac=article&Id=329687) ดังนั้นเมื่อผสมแก้วมังกรลงไปในโยเกิร์ตพร้อมดื่มในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงเล็กน้อย ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของทุกตัวอย่างพบว่าไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 16 °Brix ส่วนค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแก้วมังกรในส่วนผสมของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ไม่มีการเติมแก้วมังกรมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.14 และเมื่อเพิ่มปริมาณแก้วมังกรเป็นร้อยละ 2 4 6 และ 8 พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.31 4.33 4.35 และ 4.37 ตามลำดับ

4.2.2 การวิเคราะห์สีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

จากการนำโยเกิร์ตพร้อมดื่ม มาผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 จากนั้นทำการวัดสีด้วยเครื่องวัดสีในระบบ CIE L* a* b* เพื่อวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มเมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

ปริมาณของแก้วมังกร (ร้อยละ)	ค่าของสี CIE L* a* b*		
	L*	a*	b*
0	78.14[a]	-2.88[e]	6.34[a]
2	64.96[b]	17.82[d]	-4.20[b]
4	57.48[c]	29.39[c]	-9.12[c]
6	53.31[d]	34.48[b]	-11.03[d]
8	49.85[e]	39.25[a]	-12.53[e]

หมายเหตุ [a-e] คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
L* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดความสว่าง (+ หมายถึงสีขาว – หมายถึงสีดำ)
a* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีแดง/สีเขียว (+ หมายถึงสีแดง – หมายถึงสีเขียว)
b* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ หมายถึงสีเหลือง – หมายถึงสีน้ำเงิน)

จากการทดลองพบว่าเมื่อผสมแก้วมังกรลงในโยเกิร์ตพร้อมดื่มในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ค่า L* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีขาวและค่า b*ซึ่งเป็นค่าแสดงสีเหลือง มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$)ส่วนค่า a* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีแดงพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ไม่เติมแก้วมังกรมีค่า L* เท่ากับ 78.14 เมื่อเพิ่มปริมาณของแก้วมังกรเป็นร้อยละ 2 4 6 และ 8 พบว่าค่า L* มีค่าเท่ากับ 64.96 57.48 53.31 และ 49.85 ตามลำดับ และค่า b* ของโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมแก้วมังกรมีค่าเท่ากับ 6.34 เมื่อเพิ่มปริมาณแก้วมังกรเป็นร้อยละ 2 4 6 และ 8 พบว่าค่า b* มีค่าเท่ากับ -4.20 -9.12 -11.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ -12.53 ตามลำดับ สำหรับค่า a* ในโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมแก้วมังกร มีค่าเท่ากับ -2.88 และเมื่อเพิ่มปริมาณแก้วมังกรเป็นร้อยละ 2 4 6 และ 8 พบว่าค่า a*มีค่าเท่ากับ 17.82 29.39 34.48 และ 39.25 ตามลำดับ ค่า L*ที่มีค่าลดลงและค่า a* ที่มีค่าเพิ่มขึ้นนั้นอาจเนื่องมาจากเนื้อของแก้วมังกรมีรงควัตถุได้แก่ Betalain (Stintzing และคณะ, 2002) Betacyanins (Slawomir และคณะ, 2001) และ Betaxanthins (Gibson และ Nobel, 1986) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีแดง ดังนั้นเมื่อใส่ในปริมาณที่มากขึ้นจึงมีความเข้มของสีแดงเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่า L* จึงลดลงตามไปด้วย

รูปที่ 4.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 0 2 4 6 และ 8

4.2.3 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

จากการนำโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 ภายหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง มาประเมินความชอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ 9- point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน ให้คะแนนความชอบทางด้านสี กลิ่นรส ความข้นหนืด รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณต่างๆ

ปริมาณของแก้วมังกร (ร้อยละ)	คุณลักษณะ					
	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	ความข้นหนืด	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
2	6.47	6.10	6.07	5.93	6.27	6.10
4	7.20	6.63	7.07	6.57	6.57	6.97
6	7.77	6.77	7.77	7.07	7.30	7.83
8	7.40	6.47	7.60	6.97	7.23	7.30

หมายเหตุ $^{a-c}$ คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการประเมินความชอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรในปริมาณเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มได้คะแนนความชอบด้านสีมากขึ้น แสดงว่าผู้ชิมชอบสีแดงของแก้วมังกรที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะการเติมแก้วมังกรร้อยละ 6 ส่วนที่ร้อยละ 8 ความชอบลดลงเล็กน้อยเนื่องจากสีแดงที่เข้มเกินไปจนไม่น่ารับประทาน ทางด้านกลิ่นรสพบว่า เมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.10 6.63 6.77 และ 6.47 ตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 6 มีระดับคะแนนความชอบมากที่สุด ทางด้านรสชาติพบว่า เมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.07 7.07 7.77 และ 7.60 ตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบมากที่สุด อาจเนื่องมาจาก แก้วมังกรมีรสชาติค่อนข้างเปรี้ยว เมื่อใส่ในปริมาณมากจึงส่งผลให้รสชาติของโยเกิร์ตพร้อมดื่มมีรสเปรี้ยวขึ้นด้วย ทางด้านความข้นหนืดพบว่า เมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 5.93 6.57 7.07 และ 6.97 ตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบมากที่สุด เนื่องจากแก้วมังกรมีองค์ประกอบของน้ำถึงร้อยละ 85.38 (http://www.centerresort.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=329687) ถ้าผสมแก้วมังกรลงไปในโยเกิร์ตพร้อมดื่มปริมาณมากก็จะส่งผลถึงความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ได้ ทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.27 6.57 7.30 และ 7.23 ตามลำดับโดยที่ร้อยละ 6 มีระดับคะแนนความชอบมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อใส่แก้วมังกรมากขึ้น จะทำให้โยเกิร์ตพร้อมดื่มมีความเนียนน้อยลง เนื่องจากแก้วมังกรมีส่วนประกอบของใยอาหารในปริมาณมากทำให้ผู้ชิมไม่ชอบ ส่วนทางด้านการยอมรับโดยรวมพบว่า เมื่อผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 มี

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบเท่ากับ 6.10 6.97 7.83 และ 7.30 ตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 6 มีระดับคะแนนความชอบมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมปริมาณแก้วมังกรร้อยละ 6 เพื่อใช้ในการศึกษาในหัวข้อต่อไป

4.3 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

4.3.1 การวัดความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินในปริมาณต่างๆ

จากการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (หัวข้อ 3.2.7) ได้ทำการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มโดยใช้ปริมาณเพคตินที่ร้อยละ 2 พบว่าการเติมเนื้อแก้วมังกรในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้าชนิดข้นยี่ห้อแอคทีเวียได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ปริมาณเพคตินต่างๆเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย)

ปริมาณของเพคติน (ร้อยละ)	ค่าความข้นหนืด (เซนติพอยท์)
แอคทีเวีย	4.93^{b}
0.5	4.16^{c}
1.0	4.29^{d}
1.5	4.50^{c}
2.0	6.70^{a}

หมายเหตุ $^{a-c}$ คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้ามีความข้นหนืดเท่ากับ 4.93 เซนติพอยท์ โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่เติมปริมาณเพคตินร้อยละ 1.5 โดยปริมาตรมีค่าความข้นหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตทางการค้ามากที่สุด คือมีค่าความหนืดเท่ากับ 4.5 เซนติพอยท์ รองลงมาได้แก่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่เติมเพคตินร้อยละ 1 และ 0.5 ซึ่งมีค่าความข้นหนืดเท่ากับ 4.29 และ 4.16 ตามลำดับ ส่วนโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีการเติมเพคตินในปริมาณร้อยละ 2.0 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความข้นหนืดเท่ากับ 6.70 เซนติพอยท์ ซึ่งค่าความข้นหนืดที่ได้มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้าที่มีค่าความข้นหนืดเท่ากับ 4.93 เซนติพอยท์

4.3.2 การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินในปริมาณต่างๆ

จากการนำโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ 6 มาผสมกับเพคตินในปริมาณร้อยละ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 จากนั้นนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความข้นหนืดโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน และให้คะแนนความชอบเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความชอบในด้านความข้นหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมเพคตินในปริมาณต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย)

ปริมาณของเพคติน (ร้อยละ)	คะแนนเฉลี่ยของความชอบ
แอคทีเวีย	7.30^{a}
0.5	5.70^{c}
1.0	6.45^{b}
1.5	7.10^{a}
2.0	6.85^{ab}

หมายเหตุ $^{a-c}$ คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้ามีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.30 โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่เติมปริมาณเพคตินร้อยละ 1.5 โดยปริมาตรมีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับโยเกิร์ตทางการค้ามากที่สุด คือมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.10 รองลงมาได้แก่โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่เติมเพคตินร้อยละ 2.0 และ 1.0 ซึ่งมีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.85 และ 6.45 ตามลำดับ ส่วนโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีการเติมเพคตินในปริมาณร้อยละ 0.5 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนความชอบเท่ากับ 5.70 ซึ่งคะแนนที่ได้มีค่าค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้าที่มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.30 จึงทำให้สรุปได้ว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีการเติมเพคตินร้อยละ 1.5 เป็นปริมาณที่มีความเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการเติมลงไปในโยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์ และเลือกอัตราส่วนนี้เพื่อใช้ในการศึกษาคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาคุณภาพโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษา

4.4.1 คุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในระหว่างการเก็บรักษา

จากการนำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรและเพคตินในปริมาณที่เหมาะสม ได้แก่ ผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินปริมาณร้อยละ 1.5 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วทำการประเมินคุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 3 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	คุณภาพทางเคมี*		
	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง
0	18.50[a]	0.84[c]	4.19[a]
3	18.20[b]	0.91[b]	4.15[b]
6	18.11[c]	0.94[b]	4.14[b]
9	17.89[d]	0.95[b]	4.12[c]
12	17.68[e]	1.05[a]	4.09[d]
15	17.28[f]	1.07[a]	4.04[e]

หมายเหตุ [a-e] คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลงเล็กน้อย แต่ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบคทีเรียโยเกิร์ตที่ใช้ในกระบวนการหมัก ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophillus* ยังคงมีชีวิตอยู่และใช้สารอาหารที่มีอยู่ในส่วนผสมของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม คือ น้ำตาลแลคโตส ในการเจริญ ส่งผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลงเล็กน้อย นอกจากนั้นหัวเชื้อโยเกิร์ตมีการใช้น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลคโตสในการเจริญเติบโตจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติก ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่วัดได้มีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย (Robinson และ Tamine, 1985) ค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า มีค่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากน้ำตาลแลคโตสถูกหัวเชื้อโยเกิร์ตใช้ในการเจริญเติบโตและถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก จึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง

4.4.2 ค่าสีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

จากการนำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน และทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 3วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และเพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา(วัน)	ค่าของสี CIE L* a* b*		
	L*	a*	b*
0	67.92^{f}	17.09^{a}	1.39^{e}
3	68.69^{e}	16.16^{b}	2.28^{d}
6	70.17^{d}	13.27^{c}	3.35^{a}
9	70.24^{c}	13.26^{c}	3.18^{ab}
12	70.40^{b}	13.26^{c}	2.80^{c}
15	71.41^{a}	12.86^{d}	2.96^{bc}

หมายเหตุ $^{a-e}$ คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

L* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดความสว่าง (+ หมายถึงสีขาว – หมายถึงสีดำ)

a* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีแดง/สีเขียว (+ หมายถึงสีแดง – หมายถึงสีเขียว)

b* = เป็นค่าที่ใช้กำหนดสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ หมายถึงสีเหลือง – หมายถึงสีน้ำเงิน)

จากตารางที่ 4.9 พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ค่า L* ซึ่งเป็นค่าแสดงความสว่างมีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีแดงพบว่ามีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจมีผลมาจาก เบทาเลน (Betalain) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงในเนื้อแก้วมังกรมีความไวต่อการถูกทำลายโดย แสงสว่าง ความร้อน และโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว อลูมิเนียม (MacDougall, 2002) ด้วย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุนี้จึงทำให้เบทาเลนซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีแดงเสื่อมสภาพลง ค่า a* ซึ่งเป็นค่าแสดงสีแดงที่วัดได้จึงมีค่าลดลงด้วย

4.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรปริมาณร้อยละ 6 และ เพคตินร้อยละ 1.5 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

จากการนำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกร มาทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิต และปริมาณยีสต์รา ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4 .10 ปริมาณแบคทีเรียแลคติกและปริมาณยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตพร้อมดื่มเป็นเวลา 15 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	
	จำนวนแบคทีเรียแลคติก (10^6 CFU/g)	จำนวนยีสต์และรา (CFU/g)
0	3.3	น้อยกว่า 10
3	3.0	น้อยกว่า 10
6	2.8	น้อยกว่า 10
9	2.6	น้อยกว่า 10
12	2.5	น้อยกว่า 10
15	2.2	3.0×10^2

จากตารางที่ 4.10 พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณแบคทีเรียแลคติกมีแนวโน้มลดลงจาก 3.3×10^6 CFU/g เมื่อเวลาผ่านไป 3 6 9 12 และ 15 วัน พบว่ามีจำนวนแบคทีเรียแลคติกเท่ากับ 3.3 2.8 2.6 2.5 2.2 (10^6 CFU/g) ตามลำดับ การลดลงมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของหัวเชื้อมีการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติก ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้หัวเชื้อแบคทีเรียถูกทำลายลง ส่วนปริมาณยีสต์และราเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจนถึง 12 วันพบว่ามีจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/g แต่เมื่อเก็บรักษานาน 15 วันพบว่ามีจำนวนยีสต์และราเท่ากับ 3.0×10^2 CFU/g ซึ่งเกินจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดคุณลักษณะด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไว้โดยให้ตรวจพบยีสต์และราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยว 1 กรัม ทั้งนี้เนื่องมาจากโดยปกติ โยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ต ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไป และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลายและโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้นมีผลทำให้จุลินทรีย์อื่นๆ เช่นยีสต์และราเจริญได้ (Tamime และ Deeth, 1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแก้วมังกรในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยแปรความเข้มข้นของแก้วมังกรเป็นร้อยละ 0 2 4 6 และ8 โดยปริมาตร จากการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพพบว่า เมื่อความเข้มข้นของแก้วมังกรเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าลดลง ในขณะที่ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($p \leq 0.05$) ค่าสี CIE L*a*b*แสดงให้เห็นว่า ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ผลของการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ 6 ให้คุณลักษณะที่ดีในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น โดยผลิตภัณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.83) จากการประเมินความเข้มข้นที่เหมาะสมของเพคตินในโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ผสมแก้วมังกรร้อยละ6 เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้า (แอคทีเวีย) โดยแปรความเข้มข้นของเพคตินที่ร้อยละ 0.5 1 1.5 และ 2 โดยปริมาตร พบว่า การเติมเพคตินที่ร้อยละ 1.5 โดยปริมาตรให้ค่าความข้นหนืดใกล้เคียงกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มทางการค้ามากที่สุด รวมทั้งมีคะแนนความชอบจากผู้ชิมมากที่สุด และเมื่อนำโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมแก้วมังกรในปริมาณร้อยละ 6 และ เพคตินร้อยละ 1.5 มาประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดและค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) การตรวจสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่า a* มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นจำนวนแบคทีเรียโยเกิร์ตมีแนวโน้มลดลง และตรวจพบยีสต์ราในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาในการนำเอานมถั่วเหลืองมาใช้ผสมกับนมสดขาดมันเนยเพื่อผลิตโยเกิร์ตคือเรื่องกลิ่นของถั่วเหลือง ถ้าหากกำจัดกลิ่นของถั่วเหลืองก่อนที่จะนำมาผสมกับนมสดขาดมันเนยโดยวิธีการที่เหมาะสมแล้วจะทำให้มีโอกาสทำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณลักษณะที่ดีใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมสดขาดมันเนยล้วน

2. สามารถนำแก้วมังกรเนื้อแดงมาใส่ในผลิตภัณฑ์อื่นๆได้ เพื่อเพิ่มสีสันและเพิ่มปริมาณใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์

3. การดัดแปลงโยเกิร์ตให้เป็นโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (drinking yoghurt) มีแนวโน้มทางการตลาดที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแบบข้น (set yoghurt) และยังสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยซึ่งมีอากาศค่อนข้างร้อน การผลิตอาหารประเภทเครื่องดื่มจะมีโอกาสจำหน่ายได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชุณห์ ห่อโนทยาน, เรขา ศรีสมบูรณ์ และสุพัตรา กาญจโนภาส. 2539. การศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตจากถั่วเหลือง. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี โครงการอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณิชญา เปรื่องสุข. 2542. โยเกิร์ตเพื่อสุขภาพ. ว. วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 27(4) : 340-344.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 289. 2548. [Online]. Available :http://www.qmaker.com/fda/new/images/cms/top_upload/1141801039_ntf289-2548.pdf

ประเสริฐ สายสิน. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สยามคอฟเซ็ท.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมเปรี้ยว มอก.2146-2546 ฉบับที่ 3209. 2547. [Online]. Available : http://www.wvo.thaigov.net/tisi/fulltext/TIS2146-2546.pdf

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์. 2531. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกร พืชเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

สมชาย ประภาวัต. 2534. การทำเนื้อเทียมจากถั่วเหลือง. ว. อาหาร 21 : 161-172.

สุชาดา สังขพันธุ์. 2538. ไอศกรีมโยเกิร์ตเคลือบชิ้นด้วยเชอร์เบท. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อารีย์ แดงปัน. 2545. ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. [Online].Available : http://www.school.net.th/library/create-web/10000/technology/10000-5734.html

Angeles, A.C. and Marth, E.H. 1971. Growth and activity of lactic acid bacteria in soymilk. *J. Milk Food Technol.* 34 : 30-36.

AOAC. Official Methodes of Analysis of AOAC international. 17th ed. 2000. Garthersburg, Maryland : The Association of Official Analytical Chemists.

Ariyama, H. 1963. Process for the manufacture of synthetic yoghut from soybean. Washington DC : Patent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Berghofer, E., Grzeskowiak, B., Mundigler, N., Sentall, W.B. and Walcak, J.J. 1998. Antioxidative properties of faba bean-, soybean- and oat tempeh. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 49 : 45–54.

Chang, C.Y. and Stone, M.B. 1990. Effect of total soymilk solid on acid production by selected lactobacilli. *J. Food Sci.* 55 : 1643-1646.

Christinet, L., Burdet, X.F., Zaiko, M., Hinz, U. and Zrÿd, J.P. 2004. Characterization and functional identification of a novel plant extradiol 4,5-dioxygenase involved in betalain pigment biosynthesis in *Portulaca grandiflora*. *Plant Physiol.* 134(1) : 265-274.

Esaki, H., Onozaki, H. and Osawa, T. 1994. Antioxidative activity of fermented soybean products. In: Huang, M.T., Osawa, T., Ho, C.T. and Rosen, R.T. Editor. *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I. fruits and vegetables*. Washington DC : American Chemical Society.

Farrow, J.A.E. 1980. Lactose hydrolyzing enzyme in *Streptococcus lactis* and *Streptococcus cremoris* and also in some other species Streptococcus. *J. Appl. Bacteriol.* 49 : 493.

Gehrke, C. and Weiser, H.H. 1947. Comparative studies on growth and biochemical features of microorganisms grown in cow's and soybean milk. *J. Food Resarch* 12 : 360-366.

Gibson, A.C. and Nobel, P.S. 1986. The Cactus Primer. Cambridge : Harvard Univ. Press.

Kanjana, M., John, A.M., Gary, L., Stephen, T.T., Kevin, G. and Elizabeth, A.B. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select florida-grown tropical fruits. *J. agric. food chem.* 54(19) : 7355-7363.

Kanda, H., Wang, H.L., Hesseltine, C.W. and Warner, K. 1976. Yoghurt production by lactobacillus fermentation of soybean milk. *Process Biochem.* 11 : 23-25.

Kellogg, J.H. 1934. Method of making acidophilus milk. London : Woodhead.

MacDougall, D. B. 2002. Colour in Food : Improving Quality. Cambridge : Woodhead.

Merten, S. 2004. A review of Hylocereus production in the United States. In: WANATCA Yearbook 27 [Online].Available : http://www.wanatca.org.au/Q-Yearbook/Y27all.pdf

Mital, B.K. and Steinkraus, K.H. 1974. Growth of lactic acid bacteria in soymilks. *J. Food Sci.* 39 : 1018-1022.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mizrahi, Y. and Nerd, A., 1997. Reproductive Biology of Cactus Fruit Crops. *Horticultural. Reviews*. 18 :321-346.

Mizrahi, Y., Nerd, A. and Sitrit, Y. 2002. New fruits for arid climates. In: Janick J. and Whipkey A. (eds.), Trends in new crops and new uses. Alexandria : ASHS Press.

Murakami, H., Asakawa, T., Terao, J. and Matsushita, S. 1984. Antioxidative stability of tempeh and liberation of isoflavones by fermentation, *Agric. Biol. Chem.* 48 : 2971–2975.

Pinthong, R., Macrae, R. and Rothwell, J. 1980. The development of a soya-based yoghurt. 1. acid production by lactic acid bacteria. *J. Food Technol.* 15 : 661-667.

Pongsawatmanit, R. and Krusong, W. 1994. A comparison of lactic acid fermentation quality of soymilk and milk. *Paper Presented of World Soybean Research V*, Chaing Mai, 20-26 February.

Robinson, R.K. and Tamine, A.Y. 1985. Yoghut Science and Technology. Oxford : Pergamon Press.

Sheih, I.C., Wu, H.Y., Lai, Y.J. and Lin, C.F. 2000. Preparation of high free radical scavenging tempeh by a newly isolated *Phizopus* sp. R-96 from Indonesia, *Food Sci. Agric. Chem.* 2 : 35–40.

Slawomir, W., Platzner, I., Geresh, S., Gottlieb, H.E., Haimberg, M., Mogilnitzki, M. and Mizrahi, Y. 2001. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus. Phytochem.* (58) : 1209-1212.

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

Smith, A.K. and Circle, S.J. 1978. The biochemical of fermentation world review of nutration and dietetics. London : Woodhead.

Stintzing, F.C., Schieber, A. and Carle, R. 2002. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. *Food Chem.* 77(1) : 101-106.

Tamime, A.Y. and Deeth, H.C. 1980. Yoghurt : nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot.* 44(1) : 78-79.

Tamine, A.Y. and Robinson, R.K. 1985. Yoghut Science and Technology 2. London : Woodhead.

Vaillant, F., Perez, A., Davila, I., Dornier, M. and Reynes, M. 2004. Colorant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). *Fruits* 2005 60 : 3-12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang, H.L., Kraidej, L. and Hesseltine, C.W. 1974. Lactic acid fermentation of soybean milk. *J. Milk Food Technol.* 37 : 71-73.

Wang, Y.C., Yu, R.C. and Chou, C.C. 2006. Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Food Micro.* 23 : 128-135.

Wu, L.C., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu, C.C., Lin, Y.I. and Ho, J.A. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chem.* 95(2) : 319-327.

http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Stachyose_structure.svg

http://coursewares.mju.ac.th/section2/pt331/pdf/6.pdf

http://swu.ac.th/royal/book2/b2c11t4.html

http://www.geocities.com/ruammitra/lady-nut.html

http://www.centerresort.com/index.php?lay=show&ac= article&Id=329687

http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowlage/ARTICLE/ArtileP.htm

http://www.food-info.net/uk/colour/beetroot.htm

http://www.griyokulo.tv/BUNGA%20NAGA%20merah.html

http://www.ilovepitaya.com/nutritionqwe.htm

http://www.kmutt.ac.th/rippc/pitaya.htm

http://www.soya.be/nutritional-values-of-soy-yogurt.php

http://www.xuvn.com/foodofvietnam/Health%20benefit%20of%20fruits.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. เดซิเคเตอร์
3. ภาชนะอลูมิเนียม
4. ปากคีบ
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1. อบภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝา ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. นำไปใส่ในเดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมพร้อมฝา จดบันทึกน้ำหนักไว้
4. นำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
5. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียม
6. นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
7. ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
8. นำไปอบซ้ำอีก 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยที่น้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดกันมีน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 3-5 มิลลิกรัม

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละความชื้นในตัวอย่างอาหาร} = \frac{(A-B) \times 100}{C}$$

A คือ น้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนอบ เป็นกรัม

B คือ น้ำหนักของภาชนะอลูมิเนียมกับน้ำหนักตัวอย่างอาหารหลังอบ เป็นกรัม

C คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนอบ เป็นกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm apparatus
2. ทิมเบิล
3. กระดาษกรอง
4. บีกเกอร์ของชุด Soxtherm
5. ตู้อบลมร้อน
6. ปากคีบ
7. เดซิเคเตอร์
8. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. ล้างทำความสะอาดบีกเกอร์ แล้วอบประมาณ 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
2. นำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
3. ใช้ตัวอย่างอาหารที่ผ่านการวิเคราะห์ความชื้นมาแล้ว 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในกระดาษกรองเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่างแล้วบรรจุลงในทิมเบิล ปิดทิมเบิลด้วยสำลีที่ปราศจากไขมัน
4. นำทิมเบิลใส่ลงใน Soxhlet tube
5. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณมากเกินพอลงในบีกเกอร์
6. นำชุดบีกเกอร์ไปประกอบเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน
7. ในการสกัดต้องให้ความร้อนแก่ Soxhlet tube โดยปรับความร้อนจนปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยเป็นไอและควบแน่นหยดลงตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อสกัดเสร็จแล้วให้ระเหยตัวทำละลายออก
8. นำบีกเกอร์ที่มีสารสกัดไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักของบีกเกอร์อีกครั้ง แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณไขมัน} = \frac{(B-A) \times 100}{W}$$

A คือ น้ำหนักของบีกเกอร์ เป็นกรัม

B คือ น้ำหนักของบีกเกอร์และไขมัน เป็นกรัม

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

3. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ครูซิเบิล
2. ปากคีบ
3. เตาเผา
4. เดซิเคเตอร์
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
6. กระดาษกรองชนิดไร้เถ้า
7. ตู้อบลมร้อน
8. Hood
9. Hot plate

วิธีการวิเคราะห์

1. นำครูซิเบิลไปอบในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก แล้วจดบันทึกน้ำหนักไว้

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักแน่นอน) ใส่ในกระดาษกรองไร้เถ้า ใส่ลงในครูซิเบิล

3. นำครูซิเบิลที่มีตัวอย่างไปเผาบน Hot plate ใน Hood จนหมดควัน

4. นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา (ก่อนเอาออกจากเตาเผาควรให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 130 องศาเซลเซียส) ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึก

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{W_2-W_1 \times 100}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหาร เป็นกรัม

W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิล เป็นกรัม

W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิลและเถ้า เป็นกรัม

4. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

วิธีวิเคราะห์

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว หยดฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด เขย่าให้เข้ากันไทเทรทด้วยสารละลายมาตราฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติได้เป็นสารละลายสีชมพูอ่อน คำนวนตามสูตร

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{N \times V_1 \times 90.08 \times 100}{1000 \times V_2}$$

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตราฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มัล)

V_1 คือ ปริมาณของสารละลายมาตราฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V_2 คือ ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

5. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. หลอดย่อยและกลั่นโปรตีน
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
4. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร (Erlenmeyer flask)

6. Glasses beads

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

2. สารละลายกรดบอริกร้อยละ 4

3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.0138 gN/ml

4. คะตะลิสต์ผสม

5. อินดิเคเตอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด

2. เติมคะตะลิสต์ 7 กรัม กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และ Gkasses beads ลงไป

3. นำ Kjeldahl flask ใส่ในชุดย่อยโปรตีน ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส ทิ้งให้เย็น

4. ใส่สารละลายกรดบอริกร้อยละ 4 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงใน Erlenmeyer flask ที่หยดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด แล้วนำไปวางไว้ใต้เครื่องกลั่น

5. นำ Kjeldahl flask ที่ย่อยเสร็จแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่นในตัวอย่างประมาณ 30 มิลลิลิตร (ตั้งโปรแกรมจากเครื่อง) ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ 5-7 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนียที่ได้ในสารละลายกรดบอริกร้อยละ 4 กลั่นจนได้สารละลายสีฟ้าใสใน Erlenmeyer flask ประมาณ 200 มิลลิลิตร

6. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ คือ สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าใสเป็นชมพูอ่อน

7. ทำการทดลองกับแบลงค์เหมือนกับตัวอย่าง โดยแบลงค์ใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่แทนตัวอย่าง

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = \frac{(A-B) \times C \times 6.25 \times 100}{D}$$

A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง เป็นมิลลิลิตร

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์ เป็นมิลลิลิตร

C คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

D คือ น้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ deMan Rogosa Sharpe (MRS) Agar

ส่วนประกอบ

1. deMan Rogosa Sharpe (MRS) broth
2. วุ้นผง
3. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียม

ใส่ MRS broth ร้อยละ 5.5 ผสมกับวุ้นผงร้อยละ 1.5 ลงในน้ำกลั่น จากนั้นคนให้เข้ากันจนอาหารและวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (ถ้าไม่ละลายให้นำไปเข้าไมโครเวฟที่ความร้อนสูงสุดประมาณ 5 นาที) จากนั้นเทใส่ภาชนะ ปิดฝาแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ส่วนประกอบ

1. Potato infusion
2. Dextrose
3. วุ้นผง
4. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียม

เตรียม potato infusion โดยหั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็กๆ ไม่ต้องปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักมันฝรั่ง 200 กรัมใส่ในภาชนะ เติมน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้ม 30 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง น้ำมันฝรั่งที่กรองได้คือ potato infusion เติมวุ้นและ dextrose ลงไป ต้มจนวุ้นละลาย บรรจุขวดหรือหลอดทดลอง นำนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที พีเอชสุดท้าย 5.6 ± 0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบรายงานผลการทดสอบ

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดง วันที่ .....

ผู้ทดสอบ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอและให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ กรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>

9 คะแนน = ชอบมากที่สุด 8 คะแนน = ชอบมาก 7 คะแนน = ชอบปานกลาง

6 คะแนน = ชอบเล็กน้อย 5 คะแนน = เฉยๆ (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ)

4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง 2 คะแนน = ไม่ชอบมาก

1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	คุณลักษณะ/คุณภาพ					
	สี	กลิ่นรส	ความข้นหนืด	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
562						
395						
461						
841						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรายงานผลการทดสอบ

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมถั่วเหลืองผสมแก้วมังกรเนื้อสีแดง วันที่ .....

ผู้ทดสอบ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่เสนอและให้คะแนนความชอบคุณลักษณะความข้นหนืดให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ โดยทำเครื่องหมายถูกในช่องว่าง กรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

<u>เกณฑ์การให้คะแนน</u>	<u>รหัสของผลิตภัณฑ์</u>				
	Control	562	395	461	841
9 คะแนน = ชอบมากที่สุด	.....	.....	.....	.....	.....
8 คะแนน = ชอบมาก	.....	.....	.....	.....	.....
7 คะแนน = ชอบปานกลาง	.....	.....	.....	.....	.....
6 คะแนน = ชอบเล็กน้อย	.....	.....	.....	.....	.....
5 คะแนน = เฉยๆ	.....	.....	.....	.....	.....
4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย	.....	.....	.....	.....	.....
3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง	.....	.....	.....	.....	.....
2 คะแนน = ไม่ชอบมาก	.....	.....	.....	.....	.....
1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้