

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2549

เรื่อง

การผลิตโยเกิร์ตนมข้าวโพด

Production of Corn Milk Based Yoghurt

ผู้วิจัย

นางสาวสร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา

นายพัศกร เจียรตระกูล

RCH

TX

380

๙๓๔๖๖

เลขหมู่.....

75521

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี..... - 6 พ.ย. 2550

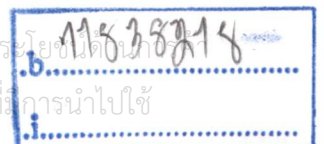
คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะอุตสาหกรรมเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

### Production of Corn Milk Based Yoghurt

สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา และ พัศกร เจียรตระกูล

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมข้าวโพดพบว่าผู้ทดสอบชื่นชอบน้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ เท่ากับ 1:3 อัตราส่วนนมผง : หางนมผง เท่ากับ 1:1 จากนั้นศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่าการเติมหัวเชื้อโยเกิร์ตจากโยเกิร์ตยี่ห้อไบโอโยเกิร์ต 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เติมน้ำให้ความคงตัว คือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยการเติมธัญพืชรวม ได้แก่ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและธัญพืชรวม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธัญพืชรวม 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้มีสีเหลืองอ่อน รสเปรี้ยวพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด มีค่าความหนืด 807 เซนติพอยส์ ค่าความเป็นกรดต่าง 4.36 ปริมาณกรดแลคติกร้อยละ 0.94 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความชื้น โปรตีนและไขมันเท่ากับร้อยละ 20, 75.25, 3.14 และ 0.3 ตามลำดับ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก และจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ  $2.4 \times 10^7$  และ  $1.6 \times 10^8$  โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม

คำสำคัญ: การผลิต น้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

#### Abstract

Study on optimal production of corn milk beverage showed that tester satisfied corn milk beverage that ratio of corn to water was 1 : 3 and milk powder to skim milk powder was 1:1. The optimal formula for corn milk based yoghurt was produced by adding corn milk beverage with starter culture from bioyoghurt 10%(w/w), stabilizer (CMC) 0.3%(w/w) and incubated at 43°C for 4 hours. Development for a more palatable yoghurt was done by adding corn milk based yoghurt with kidney bean, job's tears, corn and mixed cereal. The result showed that corn milk based yoghurt added with 10%(w/w) mixed cereal gave the best sensory scores. Corn milk based yoghurt with mixed cereal had light yellow color, just sufficient acidity and corn aroma. The product had 807 cP viscosity. The final pH was 4.36 and lactic acid yield was 0.94%. The product contained total solid, moisture, protein and fat 20, 75.25, 3.14 and 0.3, respectively. Lactic acid bacteria and total cell count were  $2.4 \times 10^7$  and  $1.6 \times 10^8$  cfu/g, respectively while yeast and mold were less than 10 cfu/g.

**Key word:** production, corn milk beverage, corn milk based yoghurt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างสูง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ รวมถึงการให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ประกอบการศึกษาวิจัย

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวจิราญ โสวัจสสตากุล นางสาวภาพิศ ปวงประซัง และนางสาวพรพัชร แผลงเดช ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมายังผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2	
วารสารปริทัศน์	2
2.1 การผลิตน้ำนมข้าวโพด	2
2.2 โยเกิร์ต	3
2.3 สารให้ความคงตัว	6
บทที่ 3	
วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 วัตถุประสงค์	11
3.2 อุปกรณ์	11
3.3 สารเคมี	11
3.4 วิธีดำเนินการทดลอง	12
-การศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ	12
-การศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงและหางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด	12
-การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	
ข้าวโพด	13
- การพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	13
-การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	14
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

4.1 ผลการศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนม ข้าวโพดที่หือ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ	15
4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณ นมผง และทางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนม ข้าวโพด	15
4.3 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อ โยเกิร์ตน้ำนม ข้าวโพด	18
4.4 ผลการพัฒนาสูตร โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	20
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	22
บทที่ 5	
สรุปผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27
ก1. แบบทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่มีจำหน่าย ตามท้องตลาด	28
ก2. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	29
ก3. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	30
ข. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี	31
ค. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ	36
ง. การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์	38

## สารบัญตาราง

### ตารางที่

1	แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของคาร์ราจีแนนแต่ละชนิด	9
2	ข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์นํ้านมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ	15
3	ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อนํ้า และปริมาณนมผงต่อคุณภาพของ นํ้านมข้าวโพด	16
4	ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด	18
5	ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด	20
6	ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพดด้าน ประสาทสัมผัส	21
7	ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณธัญพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพดด้านประสาทสัมผัส	22
8	คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของ โยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด	22

### สารบัญภาพ

### ภาพที่

1	กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่างๆ	4
2	นํ้านมข้าวโพด	24
3	โยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพดสูตรธัญพืชรวม	24

# บทที่ 1

## บทนำ

นํ้านมดิบของไทยมีราคาสูงกว่านมผงที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ และผู้บริโภคที่ไม่สามารถดื่มนมได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้พยายามลดการนำเข้าของผลิตภัณฑ์นม โดยการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทน ตัวอย่างเช่น การนำนํ้านมข้าวโพดมาแทนนม เป็นต้น ข้าวโพดจัดเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกมากในประเทศไทย และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ในปัจจุบันประเทศไทยผลิตข้าวโพดได้เกินปริมาณความต้องการใช้ภายในประเทศประเทศ จึงส่งออกไปขายยังตลาดต่างประเทศแต่ก็ประสบปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทั้งทางด้านราคา ปริมาณการส่งออก และการกีดกันทางการค้า ดังนั้นจึงมีการนำข้าวโพดมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงได้เกิดแนวคิดนำเอานํ้านมข้าวโพดมาผสมกับนมผงแล้วหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มผลิตภัณฑ์กรดแลคติก เช่น *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้โปรตีนนมตกตะกอนเกิดเป็นเคิร์ด (curd) ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวล มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติค่อนข้างเปรี้ยว เนื่องจากกรดค่อนข้างสูง และมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตในปริมาณสูง โยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมน ที่เรียก พรอสตาแกลนดิน อี 2 (Prostaglandin E2) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะ ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด บำรุงผิวพรรณ รักษาอาการท้องเสีย และยกระดับภูมิคุ้มกันโรค ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ราคาถูก นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตยังเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนํ้านมข้าวโพดและโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพดรวมทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตนํ้านมข้าวโพดและโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด

## บทที่ 2

### วารสารปริทรรศน์

#### 2.1. การผลิตน้ำมันข้าวโพด

ในปัจจุบันน้ำมันข้าวโพดเริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้น จะเห็นได้จากการวางจำหน่ายตามซูเปอร์มาร์เก็ต ซึ่งมีอยู่หลายยี่ห้อด้วยกัน เช่น น้ำมันข้าวโพดตราแม่ไก่ ไอ-คอร์น ภายใต้บริษัทมาลีสามพราน จำกัด (มหาชน) น้ำมันข้าวโพดตราเพชรภายใต้บริษัทริเวอร์แคว อินเตอร์เนชั่นแนล อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด น้ำมันข้าวโพด Royal's Corn และน้ำมันข้าวโพดตราพรชคอร์น ภายใต้บริษัทสหเจริญเอ็นเตอร์ไพรซ์ จำกัด เป็นต้น

ข้าวโพด ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม จะประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 20.4 กรัม โปรตีน 3.4 กรัม มีสารอาหารอื่นเล็กน้อย กรรมวิธีการผลิตโดยทั่วไปได้จากการนำข้าวโพดหวานที่ยังอ่อนอยู่ และมีความสดใหม่ (เพียว, 2534) มาต้มในน้ำเดือด และปั่นเพื่อสกัดน้ำออกจากเมล็ดข้าวโพด จึงกรองแยกกากออก นำน้ำข้าวโพดที่ได้ไปผสมกับส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ น้ำตาล เกลือ สารให้ความคงตัว และไขมัน จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์เพื่อให้ไขมันรวมตัวเป็นอิมัลชันที่เสถียร แต่ยังมีวิธีการผลิตที่แตกต่างออกไป ดังนี้

สมชาย และคณะ (2539) ผลิตน้ำมันข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานและซังข้าวโพด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีน และไขมัน 0.47 และ 0.02 % ตามลำดับ แต่ผลิตภัณฑ์ยังขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ โลซีนและทริปโตเฟน จึงทำการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของโปรตีนด้วยนมผงไขมันเต็ม ซึ่งทำให้น้ำมันข้าวโพดมีปริมาณกรดอะมิโนดังกล่าวสูงขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเป็น 1.35 และ 0.16 % ตามลำดับ

ชนาธิปและคณะ (2541) พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำมันข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดหวานพิเศษมากกว่าข้าวโพดข้าวเหนียว จึงนำข้าวโพดหวานมาผลิตน้ำมันข้าวโพด โดยลวกข้าวโพดด้วยไอน้ำเป็นเวลา 40 นาที เพื่อให้ได้กลิ่นรสของข้าวโพดดีที่สุด จากนั้นนำเมล็ดมาตีปั่นโดยผสมกับน้ำ 5 ส่วน กรอง น้ำมันข้าวโพดที่ได้มาปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการโดยการเติมนมผง และน้ำมันพืช

เกียรติและคณะ (2543) ศึกษาปัจจัยของวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำมันข้าวโพด พบว่าน้ำมันข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 68 วัน ได้รับการยอมรับมากกว่าน้ำมันข้าวโพดที่

ผลิตจากข้าวโพดที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 60 และ 50 วัน เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า นำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานพันธุ์ชูการ์-73 ได้รับการยอมรับสูงสุด และมีการปรับปรุงคุณภาพโดยการเติมเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส

## 2.2. โยเกิร์ต

### 2.2.1 ชนิดของโยเกิร์ต (Type of Yoghurt) วราวุฒิ และ รุ่งนภา (2532)

#### ก. มาตรฐานตามกฎหมาย (Legals Standards)

มาตรฐานตามกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น เเปอร์เซ็นต์ไขมัน (fat) หรือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid) ซึ่งเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ แต่เกณฑ์ที่นิยมใช้กันทั่วไปในการแบ่งชนิดโยเกิร์ต คือ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ โดย FAO และ WHO ได้กำหนดไว้ดังนี้

- โยเกิร์ตไขมันเต็ม (Full Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันมากกว่า 3%
- โยเกิร์ตไขมันปานกลาง (Medium Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5-3%
- โยเกิร์ตไขมันต่ำ (Low Fat Yoghurt) มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5%

#### ข. กรรมวิธีการผลิต (methods of production)

การผลิตโยเกิร์ตในอุตสาหกรรมมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ set yoghurt และ stirred yoghurt ขึ้นกับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) โดยที่ set yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ (สำหรับการจำหน่ายปลีก) ลักษณะของ coagulum ที่ได้เป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว ส่วน stirred yoghurt เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของ coagulum ที่ได้จะแตกหรือแยกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ ตัวอย่างหนึ่งของโยเกิร์ตประเภท stirred yoghurt นี้ได้แก่ นมเปรี้ยวหรือ fluid yoghurt ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11 % หรือน้อยกว่าเป็นต้น

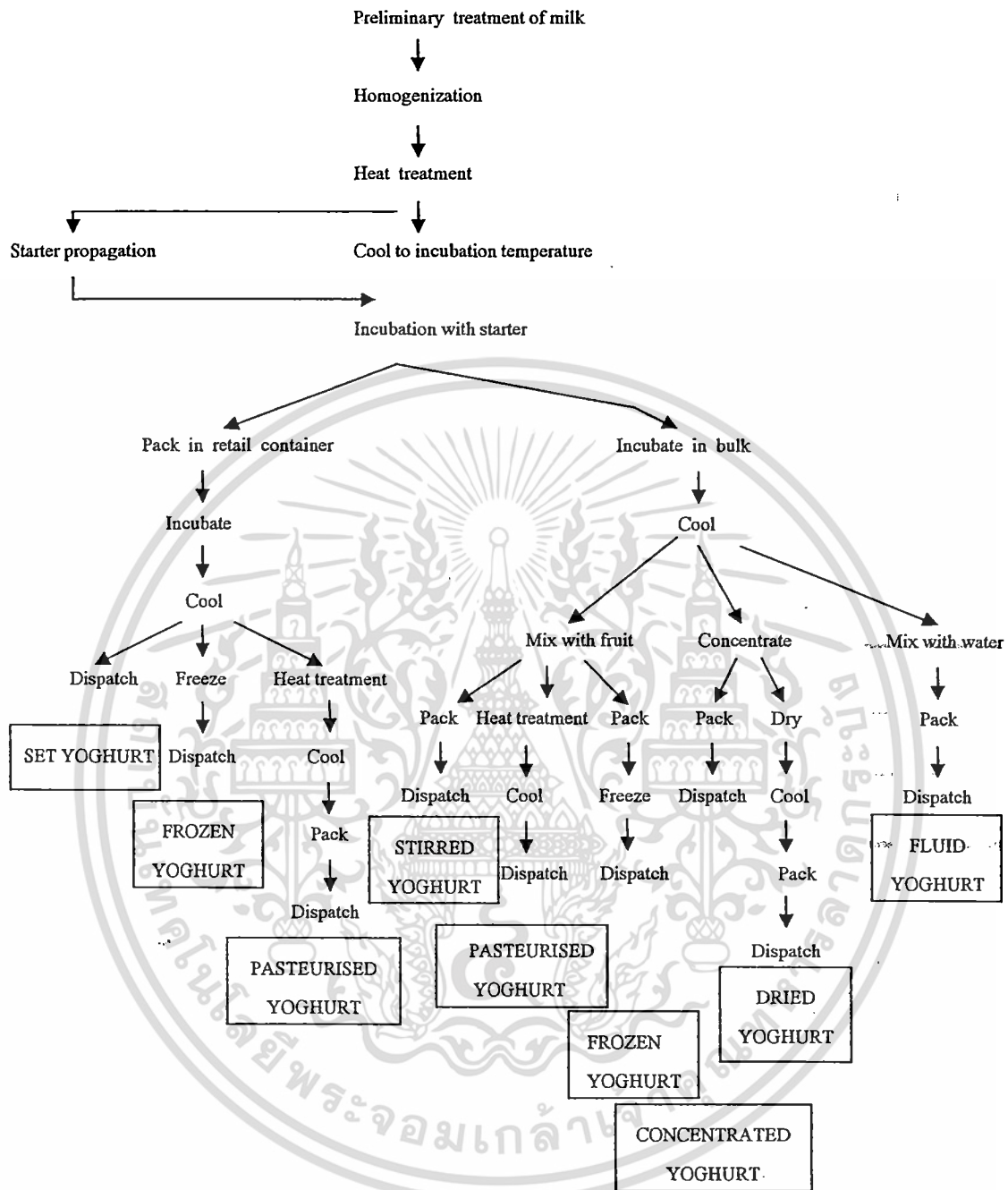
#### ค. กลิ่นรส (flavor)

การเติมกลิ่นรสเข้าไปในโยเกิร์ตทำให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ คือ natural หรือ plain yoghurt ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมมีรสชาติเปรี้ยวแหลม fruit yoghurt ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน natural yoghurt และ flavored yoghurt ได้จากการเติมกลิ่นรสและสีแทนส่วนผสมของผลไม้

#### ง. กระบวนการหลังการหมัก (post-incubation processing)

ภายหลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้น การทำแห้งหรือวิธีอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่าสารให้กลิ่นรส สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัวและสีสามารถเติมลงในผลิตภัณฑ์ใดก็ได้ และในกรณีของ fluid yoghurt จะผลิตจากนมจากไขมันที่มีปริมาณของแข็งตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่างๆ  
ที่มา : Robinson และ Tamime (1981)

### 2.2.2 คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต (www.goodhealth.co.th)

- โยเกิร์ตย่อยง่าย เพราะน้ำตาลแลคโตสเป็นตัวหลักที่ทำให้เกิดการแพ้หรือท้องเสียถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกที่ย่อยง่าย นอกจากนี้แบคทีเรียในโยเกิร์ตยังมีเอนไซม์ช่วยย่อยโปรตีนนม เค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีน ซึ่งเป็นโปรตีนย่อยยาก ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่ายขึ้น ลดปัญหาภูมิแพ้ต่อน้ำตาลแลคโตส และ โปรตีนเคซีน

- เสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยยับยั้งจุลชีพที่ไม่เป็นมิตรในลำไส้ กรดแลคติกจะช่วยต่อต้านจุลชีพที่อาจให้โทษต่อร่างกายเช่น เชื้อซัลโมเนลา (Salmonella typhidie) อี โคลไล (E. Coli) โคลินแบคทีเรีย (Corynebacteria diphtheriae) ทำให้เชื้อเหล่านี้ไม่สามารถทำอันตรายต่อร่างกายได้ เราควรจะรับประทานโยเกิร์ตอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีกลุ่มแบคทีเรียที่ดีอาศัยอยู่ในลำไส้

- เป็นแหล่งวิตามิน บี โดยเฉพาะวิตามิน บี1(ไรโบฟลาวิน) แบคทีเรียในโยเกิร์ตยังช่วยสังเคราะห์วิตามิน บีและวิตามิน เค ในลำไส้

- ช่วยรักษาโรค ท้องเสีย ท้องเดิน และแผลในกระเพาะ จากการวิจัยพบว่าผู้ป่วยเด็กหายจากอาการท้องเสียเร็วขึ้น หลังจากได้รับประทานโยเกิร์ต

- ช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น กรดแลคติกในโยเกิร์ตช่วยให้การย่อยแคลเซียมในนมดีขึ้นและทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมง่ายขึ้น

- เป็นแหล่งโปรตีนชั้นดี ในโยเกิร์ตจะมีโปรตีนมากกว่าในนม 20% และยังเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย ร่างกายสามารถดูดซึมไปได้

- ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ แลคโตบาซิลลัสช่วยควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้

- ช่วยป้องกันมะเร็ง แลคโตบาซิลลัสสามารถจับกับสารก่อมะเร็ง สามารถจับกับโลหะหนักและกรดน้ำดีซึ่งมีพิษ แลคโตบาซิลลัสช่วยยับยั้งกลุ่มแบคทีเรียในลำไส้ที่สร้างสารไนเตรทได้ (สารไนเตรทเป็นสารก่อมะเร็งตัวหนึ่ง) และแลคโตบาซิลลัสยังช่วยเปลี่ยนสารฟลาโวนอยด์จากพืชให้เป็นสารต้านมะเร็งได้

คุณค่าทางโภชนาการของนมข้าวโพดยังไม่ดีนักเมื่อเปรียบเทียบกับนมวัว เนื่องจากข้าวโพดมีโปรตีนในปริมาณน้อย และโปรตีนของข้าวโพดยังมี Lysine และ Methionine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนขั้นต่ำสุดที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำ จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพโปรตีน โดยการนำไปผสมกับนมวัวหรือนมถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนให้ดีขึ้น ดังนั้นในการทำนมน้ำข้าวโพดจึงต้องมีเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมโปรตีนของนมผงหรือนมถั่วเหลืองลงไป เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนข้าวโพดให้ดีขึ้น (สมชายและคณะ, 2539)

### 2.3. สารให้ความคงตัว นิธิยา (2545)

การผลิตโยเกิร์ตที่ตินนอกจากการทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดให้เป็นร้อยละ 16 แล้ว การเลือกสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมก็เป็นสิ่งสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน สารให้ความคงตัวที่นิยมใช้ได้แก่ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และ CMC เนื่องจากการใช้สารให้ความคงตัวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องการในโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด (viscosity / consistency) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจล และช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้ สารให้ความคงตัวยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอโดยให้เจลงในน้ำมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด syneresis ลดลง (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532)

#### 2.3.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสอีเทอร์ที่อยู่ในรูปเกลือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อาจเรียกว่าเซลลูโลสแกม (cellulose gum) หรือใช้ชื่อย่อว่า CMC เป็นพอลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ละลายได้ในน้ำ เนื่องจากการเตรียม CMC ทำได้โดยใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์มาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้เส้นใยเซลลูโลสพองตัวออกได้เป็นสารละลายเซลลูโลสในด่าง แล้วทำปฏิกิริยากับโซเดียมโมโนคลอโรอะซิเตต ได้เป็นโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ดังสมการ



สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาการแทนที่ดังกล่าวจะทำให้ได้ CMC หลายชนิด ซึ่งสมบัติของ CMC แต่ละชนิดจะผันแปรไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความสม่ำเสมอของการแทนที่ (uniformity of substitution) degree of substitution และ degree of polymerization (DP) นอกจากนี้สมบัติของ CMC แต่ละชนิดยังขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค ความสามารถในการดูดน้ำและความหนืดของสารละลายอีกด้วย

Degree of substitution เป็นจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลบนโมเลกุลของแอนไฮโดรกลูโคส (anhydroglucose) ซึ่งจะถูกแทนที่ด้วยหมู่คาร์บอกซีเมทิล โดยทางทฤษฎีโมเลกุลของแอนไฮโดรกลูโคสมีหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ ดังนั้นควรจะมี DS เป็น 3 แต่ในทางปฏิบัติปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริงๆ จะได้ DS น้อยกว่า 3 คือ มี DS อยู่ในช่วง 0.4-1.2 เท่านั้น CMC ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะมี DS ประมาณ 0.9 ทำให้ CMC ละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น

CMC ที่มี DS 0.3 หรือต่ำกว่าจะละลายได้ในด่างแต่ไม่ละลายน้ำ และจะเริ่มละลายในน้ำเมื่อมี DS ตั้งแต่ 0.45 ขึ้นไป สำหรับความหนืดของสารละลายจะขึ้นอยู่กับ DP ถ้ามี DP สูง จะทำให้ได้

สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลาย CMC ยังผันแปร ขึ้นอยู่กับชนิดของ CMC เช่น สารละลาย CMC ความเข้มข้น 2 % อาจให้ความหนืดได้ตั้งแต่ 10-50000 เซนติพอยส์ก็์ได้ และ สารละลาย CMC มีลักษณะคล้ายซูโดพลาสติก CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะได้สารละลายที่มีความหนืดต่ำและมีความเป็นซูโดพลาสติกน้อยกว่าสารละลาย CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงโดยทั่วไป สารละลาย CMC จะมีความคงตัวที่ pH ช่วงกว้าง 4-10 แต่จะให้ค่าความหนืดสูงสุด และมีความคงตัวดีที่สุดที่ pH 7-9 ความหนืดของสารละลาย CMC จะลดลงเมื่อ pH ลดลง และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ถ้า pH ต่ำกว่า 3 อาจทำให้ CMC ที่อยู่ในรูปกรดอิสระตกตะกอน และถ้า pH สูงกว่า 10 จะทำให้สารละลายมีความหนืดลดลงเล็กน้อย

ความคงตัวของ CMC ยังขึ้นอยู่กับชนิดของไอออนอีกด้วย ดังนั้น จึงมีกฎทั่วไปว่า ถ้าเป็นเกลือของ CMC ที่เกิดจากไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซ์ 1 (monovalent cation) จะละลายได้ดีในน้ำ แต่ถ้าเป็นไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซ์ 2 (divalent cation) จะได้สารละลายที่มีลักษณะขุ่นและมีความหนืดลดลง ถ้าเป็นไอออนประจุบวกที่มีเวเลนซ์ 3 (trivalent cation) จะได้สารละลายเกลือที่ไม่ละลายน้ำ

CMC ใช้เติมลงในไอศกรีมจะช่วยอุ้มน้ำ ลดการเคลื่อนตัวของน้ำ ทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อนุ่ม และเมื่อไอศกรีมแข็งตัวจะไม่เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ และยังใช้เติมลงในอาหาร เพื่อให้อาหารมีพลังงานต่ำ (low calorie food) โดยทำหน้าที่เป็น bulking agent

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสยังสามารถนำมาทำเป็นฟิล์มใส และมีความแข็งแรง โดยไม่มีผลกระทบจากน้ำมัน และตัวทำละลายอินทรีย์

คุณสมบัติของ CMC สุภากรณ์ และ อัญพล (2543)

#### ก. การละลาย

CMC สามารถละลายได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์แต่จะละลายผสมระหว่างน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่เข้ากับน้ำได้ เช่น เอทานอล อะซิโตน ปิ๊จยที่มีผลต่อความสามารถในการละลายของ CMC ได้แก่

- ขนาดของอนุภาค ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่จะทำให้ละลายได้ช้า การกระจายในน้ำจะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ อนุภาคที่มีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดมากขึ้น จะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมสารละลาย

- โครงสร้างทางเคมี ถ้ามี D.S. สูง จะสามารถละลายได้เร็วและถ้าน้ำหนักโมเลกุลต่ำอัตราการละลายจะเร็วกว่า

## ข. ความหนืด

สารละลาย CMC มีลักษณะใสและหนืด โดยมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบนอนนิวโทเนียน คือ ค่าความหนืดจะเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนอัตราเฉือน ซึ่งค่าความหนืดของสารละลายที่วัดได้นั้น จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยต่อไปนี้

- ค่า D.P. (degree of polymerization) ค่า D.P. ของเซลลูโลส โดยปกติมีค่าประมาณ 5000 ยิ่งเซลลูโลสมาก ค่า D.P. สูง ความหนืดของ CMC ก็จะมีสูงขึ้น

- ค่าความเข้มข้น
- อุณหภูมิ
- ความเป็นกรดด่าง

## ค. เสถียรภาพ (stability)

แม้ว่าสารละลาย CMC จะมีเสถียรภาพที่ดีกว่าวุ้นชนิดอื่นๆ ที่ละลายน้ำได้ แต่คุณสมบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนืดก็อาจจะถูกทำลายได้ เนื่องจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เซลลูเลส จากจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจน เป็นต้น

## ง. ความสามารถในการเกิดฟิล์ม

CMC สามารถเกิดเป็นฟิล์มใส แข็งแรงและมีความทนทานต่อน้ำมัน โดยฟิล์ม CMC จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน ไขมันและตัวละลายอินทรีย์

จ. ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตจากการศึกษาทางด้านพิษวิทยา ไม่พบว่า CMC เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ และสัตว์ รวมทั้งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาน้อยที่สุด

### 2.3.2 คาร์ราจีแนน หรือ ไอริสมอส (Irish Moss) นิธิยา (2545)

เป็นพอลิแซ็กคาไรด์อีกชนิดหนึ่งที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง คือ *Chondrus crispus* และ *Gigartina stellata* ด้วยสารละลายด่างเจือจาง โดยเฉพาะสาหร่ายทะเลสีแดงชนิดแรก ใช้ผลิตคาร์ราจีแนนเป็นการค้าในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในยุโรปใช้ทั้ง 2 ชนิด ได้เป็นเกลือไอโอดีมของคาร์ราจีแนน คาร์ราจีแนนแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ แคปป์ (kappa) ไอโอตา (iota) และ แลมบ์ดา (lambda) สาหร่ายทะเลส่วนใหญ่มีคาร์ราจีแนนอย่างน้อย 2-3 ชนิดผสมกันอยู่ ชนิด แคปป์ และ ไอโอตาเท่านั้นที่มีสมบัติเกิดเจลได้เมื่อมีโพแทสเซียมไอออน ส่วนแลมบ์ดา-คาร์ราจีแนนเกิดเจลไม่ได้

คาร์ราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์ด้วยกรดซัลฟูริกที่ตำแหน่งและระดับต่างๆ กัน เช่น แคปป์-คาร์ราจีแนน เป็นกาแลคโตส-4-ซัลเฟตที่ต่อกันด้วยพันธะ 1 → 3 และต่อกับ 3,6-แอนไฮโดร-ดี-กาแลคโตส ด้วยพันธะ 1 → 4 ใน

โมเลกุลของ 3,6-แอนไฮโดร-ดี-กาแลคโตส คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 จะถูกเอสเทอร์ไฟด์ด้วยหมู่ซัลเฟตประมาณ 20-30 % และบางส่วนของพันธะ 1 → 4 อาจเป็นกาแลคโตส-6-ซัลเฟต แทน 3,6-แอนไฮโดร-ดี-

การแกคโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของคาร์ราจีแนนแต่ละชนิด

สมบัติ	แคปปา	แลมบ์ดา	ไอโอตา
ปริมาณซัลเฟต	25%	35%	32%
หมู่ 3,6-แอนไฮโดร	28%	0%	30%
ผลของประจุบวก ชนิดของเจล	เกิดเจลกับ K+ เปราะและเกิดซินเนอริ ซิส คืบกลับด้วยความ ร้อน	ไม่เกิดเจล ไม่เกิดเจล	เกิดเจลกับ Ca+2 ยืดหยุ่นและไม่เกิด ซินเนอริซิส คืบกลับด้วยความร้อน
การละลายในน้ำเย็น	พองตัวได้ดี	ละลายได้ได้ในเกลือ	Thixotropic dispersion กับ Ca+2
การละลายใน สารละลายน้ำตาล	ละลายในสารละลายร้อน	ละลายในสารละลาย ร้อน	ละลายได้ยาก ไม่ ละลาย
การละลายในน้ำนม เมื่อเติม Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	ไม่ละลาย ความหนืดเพิ่มขึ้นหรือ อาจเกิดเจล	การเกิดเจล เพิ่มความหนืดและเกิด เจลคืบขึ้น	ความหนืดเพิ่มขึ้นหรือ อาจเกิดเจล

ที่มา : นิธิยา (2545)

การผสมคาร์ราจีแนนชนิดแคปปา-กับไอโอตา-เข้าด้วยกัน จะทำให้มีคุณสมบัติในการเกิดเจล  
ได้ดีขึ้น เจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นและเกิดซินเนอริซิสน้อยลง ในทางการค้าได้มีการผสมคาร์  
ราจีแนนทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน ทำให้คุณสมบัติในการทำหน้าที่เป็น gelling agent ดีขึ้น และ  
นำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด เช่น ใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำนม

การใช้โลคัสต์บีนกัมผสมกับ แคปปา-คาร์ราจีแนน จะช่วยเสริมให้เจลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น  
เปลี่ยนเนื้อเจลจากที่เปราะและแตกง่ายเป็นเจลที่มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และเกิดซินเนอริซิสลดลง  
อัตราส่วนที่เหมาะสมของแคปปา-คาร์ราจีแนนต่อโลคัสต์บีนกัม คือ 2 : 1 จะทำให้เกิดเจลที่มีความ  
แข็งแรงสูงสุด และที่อัตราส่วน 1 : 4 จะทำให้เกิดซินเนอริซิสอ่อนที่สุด ในการนำไปใช้กับ  
ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นต้องทำให้คาร์ราจีแนนและโลคัสต์บีนกัม ละลายให้หมดเสียก่อนที่จะเกิดเจล นิยม  
ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น fish gels

การใช้คาร์ราจีแนนผสมลงในอาหารที่มีโปรตีน หมู่ซัลเฟตในโมเลกุลของคาร์ราจีแนนจะทำ  
ปฏิกิริยากับหมู่ที่มีประจุในโมเลกุลของโปรตีนได้ ดังนั้นจึงนำคาร์ราจีแนนไปใช้ประโยชน์กับ  
ผลิตภัณฑ์นม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.3 กัมจากธัญพืช นิธิยา (2545)

ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธัญพืช คือ สตาร์ช เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติและมีการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารมากที่สุด ปริมาณการใช้มากกว่าไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นๆ รวมกัน ชนิดของสตาร์ชที่ใช้มากที่สุด คือ สตาร์ชจากแป้งข้าวโพด

สตาร์ช คือ คาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส ในโมเลกุลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อะไมโลส และอะไมโลเพกติน อะไมโลส คือ ส่วนของโมเลกุลสตาร์ชที่เป็นพอลิเมอร์ สายตรงของน้ำตาลกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ 1→4 ส่วนอะไมโลเพกตินมีสายแขนงที่แยกแขนงออกด้วยพันธะ 1→6 สมบัติในการเป็น gelling agent ของสตาร์ชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโมเลกุลที่เป็นอะไมโลสว่าสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลข้างเคียง เพื่อให้เกิดโครงสร้างเป็นตาข่าย 3 มิติได้มากน้อยเพียงใด สำหรับอะไมโลเพกตินซึ่งมีแขนงในโมเลกุลมาก ทำให้เกิดการเกาะตัวกันระหว่างโมเลกุลได้ยาก จึงไม่เกิดเป็นเจล

การเกิดเจลของสตาร์ช ทำได้โดยนำสารละลายสตาร์ชมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลาตินในเซชันเล็กน้อย หลังจากนั้นปล่อยให้สารละลายเย็นลง จะได้ gelatinized dispersion ของสตาร์ช แต่ถ้านำสตาร์ชไปใส่ในน้ำเย็นจะไม่มีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้น นอกจากอนุภาคสตาร์ชจะค่อยๆ ดูดซึมน้ำเข้าไปเท่านั้น แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงเกิน 50 องศาเซลเซียส อนุภาคสตาร์ชจะสูญเสีย birefringence โดยเฉพาะช่วงอุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส ซึ่งอนุภาคสตาร์ชจะค่อยๆ พองตัวออกอย่างช้าๆ จนอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 80-95 องศาเซลเซียส อนุภาคสตาร์ชจะพองตัวเต็มที่ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกอนุภาคสตาร์ชจะแตก แต่ถ้ารักษาอุณหภูมิให้คงที่ต่ำกว่าอุณหภูมิซึ่งสตาร์ชจะสูญเสีย birefringence ช่วงระยะเวลาหนึ่งจะเกิด annealing ของอนุภาคสตาร์ช เมื่อทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิด birefringence ช่วงอุณหภูมิของการเกิดเจลาตินในเซชันจะแคบลง 2-3 องศาเซลเซียส

การลดปริมาณน้ำหรือลดค่า  $a_w$  ในสารละลายสตาร์ชให้น้อยลง โดยการเติมน้ำตาลกลูโคส หรือซูโครส หรือใช้น้ำปริมาณลดน้อยลง จะทำให้จุดเริ่มต้นของการเกิดเจลาตินในเซชันช้าลง จนกว่าจะเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะมีผลต่อการเกิดเจลาตินในเซชันของสตาร์ชได้แตกต่างกัน และการเกิดเจลาตินใน เซชันของสตาร์ชในสารละลายของน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นต่างกันจะให้ผลต่างกัน

## บทที่ 3

### วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบ

ข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 (ATS-5) จุลินทรีย์จากโยเกิร์ตยี่ห้อ ไปโอโยเกิร์ต ผลิตภัณฑ์  
น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn ทางนมผงชนิดจืด นมผงรสวานิลลา น้ำตาลทราย แป้งข้าวโพด ลูก  
เคี้ยวและถั่วแดง

#### 3.2 อุปกรณ์

ตู้ควบคุมอุณหภูมิยี่ห้อ Memmert  
เครื่องชั่งละเอียดยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Spider 2  
เครื่องวัดความหนืดยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III  
เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ยี่ห้อ Schott  
เครื่องตีแป้งยี่ห้อ House Worth  
เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand Refractometer N1) ยี่ห้อ ATAGO  
เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตะกร้า (Basket Centrifuge) ยี่ห้อ FUNKE  
เครื่องย่อยโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-316  
ชุดกลั่นโปรตีนยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-412  
เครื่องแก้ว  
อุปกรณ์เครื่องครัว  
ผ้าขาวบาง  
ชุดไตเตรท  
เทอร์โมมิเตอร์

#### 3.3 สารเคมี

คาร์ราจีแนนชนิด Commercial Grade Type II ของ SIGMA CHEMICAL CO.  
โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส  
สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม  
สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์  
สารละลายกรดมาตรฐาน ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ (Commercial Grade)

สารละลายไทท์

กรดซัลฟูริกเข้มข้น

ไอโซมิลแอลกอฮอล์

สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 28 เปอร์เซ็นต์

กรดไฮโดรคลอริกความหนาแน่น  $1.815 \pm 0.002$  กรัม/มิลลิลิตร

สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

Standard buffer pH 4.0, pH 7.0

สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์

### 3.4 วิธีการทดลอง

#### 3.4.1 การศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ

ศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงรสชาติของน้ำนมข้าวโพด ทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม

#### 3.4.2 การศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงและหางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด

นำข้าวโพดหวาน ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 และ 1 : 3 จากนั้นนำมาผสมกับนมผงและ/หรือหางนมผง(นมผงถั่ว , นมผง : หางนมผง = 1:1, นมผง : หางนมผง = 1:2 และหางนมผงถั่ว ) ให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 16 โดยใช้น้ำตาล 3 % ได้สูตรการผลิต 8 สูตร วางแผนการทดลองเชิง Factorial Design แบบ 2x4 มีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ เมล็ดข้าวโพด : น้ำ และปัจจัยที่ 2 คือ อัตราส่วนของนมผงต่อหางนมผง ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธี Hedonic scale โดยให้คะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน คัดเลือกส่วนผสมที่ได้คะแนนการยอมรับสูง 3 อันดับแรกมาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ประกอบไปด้วยการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดและการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

#### ก. การศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design โดยใช้สูตรที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดอันดับ 1-3 จากการทดลองข้างต้น และผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn (ตัวอย่างควบคุม) มาผลิตเป็นโยเกิร์ตเพื่อศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม โดยใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และ CMC 0.5 เปอร์เซ็นต์ ใช้กล้าเชื้อจากโยเกิร์ต 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนโดยวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น จากนั้นคัดเลือกชนิดของสารให้ความคงตัวที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาศึกษาในขั้นถัดไป

#### ข. การศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

นำสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้างต้นมาทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design โดยศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัว 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ นำมาผลิตเป็นโยเกิร์ต จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนโดยวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้นเพื่อคัดเลือกปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาศึกษาในขั้นถัดไป

### 3.4.4 การพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

#### ก. การคัดเลือกชนิดธัญพืชที่เหมาะสม

นำโยเกิร์ตสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดจากข้างต้น มาเติมธัญพืช 4 ชนิด คือ ลูกเดือย ถั่วแดง ข้าวโพด และธัญพืชรวม ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design ทดสอบทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนโดยวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้นเพื่อหาชนิดของธัญพืชที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดมาศึกษาในขั้นถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ข. การศึกษาปริมาณธาตุพืชที่เหมาะสม

นำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมธาตุพืชที่เหมาะสม มาศึกษาปริมาณของธาตุพืชที่เหมาะสม 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design ทดสอบทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนโดยวิธีการเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้นเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของธาตุพืชที่สามารถผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดให้เป็นที่ยอมรับสูงที่สุด

#### 3.4.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ก. คุณลักษณะทางเคมี วัดค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ละลายน้ำ ได้ ความชื้น และโปรตีน ตามวิธีของ AOAC (2000) และปริมาณไขมัน โดย Gerber Method ตามวิธีของ AOAC (1990)

ข. คุณลักษณะทางกายภาพ ลักษณะปรากฏ (จงกลนี้, 2540) และวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์

ค. คุณลักษณะทางจุลินทรีย์ โดยทำการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์แบบที่เรียกรวดแลคติก และจำนวนยีสต์และรา

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการศึกษาข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ

ตารางที่ 2 ข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn และ Malee i Corn สูตรเจ

Fresh Corn	Malee i Corn
1. มีกลิ่นหอมของข้าวโพด	1. มีกลิ่นข้าวโพดน้อย
2. สีสวย	2. สีซีด
3. ขึ้นมากเกินไป	3. เหลวมากเกินไป
4. รสหวานพอเหมาะ	4. รสจืด

จากการทดลองทำให้เห็นแนวโน้มความต้องการของกลุ่มผู้ทดสอบ ดังนี้

1. ผู้ทดสอบชื่นชอบน้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn
2. ผู้ทดสอบมีความต้องการน้ำนมข้าวโพดที่มีกลิ่นหอมของข้าวโพดที่ชัดเจน มีสีเหลืองเข้ม มีความข้นหนืดปานกลางเพราะกลืนง่ายอีกทั้งยังทำให้รู้สึกว่ามีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบอยู่มาก และพบว่าผู้ทดสอบชอบน้ำนมข้าวโพดที่มีรสหวาน

ผู้ทำการทดสอบจึงนำข้อดีและข้อด้อยของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ยี่ห้อ มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรการผลิตน้ำนมข้าวโพดต่อไป โดยให้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเยื่อหุ้ม Fresh Corn ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบชื่นชอบมากกว่าเป็นสูตรควบคุม (control)

#### 4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดคั่ว และปริมาณนมผง และหางนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด

เนื่องจากสายพันธุ์ของข้าวโพดมีผลต่อการผลิตน้ำนมข้าวโพด เพราะส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะทางเคมีของเมล็ดข้าวโพดและน้ำนมข้าวโพดในปริมาณของของแข็งทั้งหมด น้ำตาล โปรตีน และไขมัน ผู้ทดลองได้ใช้ข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 โดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่เชื่อถือได้ (นวลนภา, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองจะใช้น้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานพันธุ์เอทีเอส-5 ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 นำมาผสมกับนมคาร์เนชั่น หางนมผง หรือส่วนผสมของนมทั้งสองในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ได้สูตรการผลิตทั้งหมด 8 สูตร แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ทดสอบที่ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสตลอดการทดลอง เพื่อคัดเลือกส่วนผสมที่ได้คะแนนการยอมรับสูงที่สุดจำนวน 3 สูตร มาผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลทางสถิติของการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผงล้วน)	3.90 <sup>a</sup> ±0.54	3.50 <sup>b</sup> ±0.50	3.00 <sup>b</sup> ±0.64	3.87 <sup>ab</sup> ±0.43	4.00 <sup>b</sup> ±0.37
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผง: หางนมผง = 1: 1)	2.07 <sup>d</sup> ±0.45	3.93 <sup>a</sup> ±0.69	2.67 <sup>c</sup> ±0.54	3.00 <sup>c</sup> ±0.37	3.87 <sup>b</sup> ±0.62
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผง: หางนมผง = 1:2)	2.87 <sup>b</sup> ±0.43	3.00 <sup>c</sup> ±0.52	3.43 <sup>a</sup> ±0.50	3.77 <sup>b</sup> ±0.62	3.90 <sup>b</sup> ±0.48
4 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, หางนมผงล้วน)	1.33 <sup>c</sup> ±0.66	1.27 <sup>c</sup> ±0.52	1.97 <sup>de</sup> ±0.61	1.40 <sup>c</sup> ±0.62	1.50 <sup>de</sup> ±0.57
5 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผงล้วน)	1.87 <sup>d</sup> ±0.77	1.50 <sup>c</sup> ±0.63	1.70 <sup>c</sup> ±0.87	1.37 <sup>c</sup> ±0.61	1.60 <sup>d</sup> ±0.62
6 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง: หางนมผง = 1:1)	3.80 <sup>a</sup> ±0.40	3.50 <sup>b</sup> ±0.50	3.37 <sup>a</sup> ±0.61	4.17 <sup>a</sup> ±0.59	4.60 <sup>a</sup> ±0.49
7 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หางนมผง = 1:2)	2.57 <sup>c</sup> ±0.67	2.47 <sup>d</sup> ±0.68	2.20 <sup>d</sup> ±0.84	2.40 <sup>d</sup> ±0.67	2.83 <sup>c</sup> ±0.59
8 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, หางนมผงล้วน)	2.03 <sup>d</sup> ±0.49	1.47 <sup>c</sup> ±0.62	1.17 <sup>f</sup> ±0.37	2.63 <sup>d</sup> ±0.71	1.27 <sup>e</sup> ±0.45

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งจะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P < 0.05$ )

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสีของน้ำนมข้าวโพดที่ใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำ และปริมาณนมผงต่างๆกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ซึ่งผู้ทดสอบชอบสีจากสูตรที่ 1 และ 6 มากที่สุด โดยสูตรที่ 1 ได้น้ำนมข้าวโพดที่มีสีเหลืองอ่อน ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:2) และนมคาร์เนชั่นล้วน ส่วนสูตรที่ 6 ได้น้ำนมข้าวโพดที่ได้จะมีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:3) และนมคาร์เนชั่น : หางนมผง (1:1) รองลงมาคือสูตรที่ 3 ได้น้ำนมข้าวโพดที่มีสีเหลืองเข้ม ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการผสมของสีเหลืองจากเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:2) และนม

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

คาร์เนชัน : ทางนมผง (1:2)

ด้านกลิ่น ผู้ทดสอบชื่นชอบกลิ่นจากสูตรที่ 2 มากที่สุด รองมาคือสูตรที่ 1 และ 6 ซึ่งไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการ ทดลองของสูตรที่ 1 และ 5 ที่มีความเข้มข้นต่างกันแต่ใช้นมคาร์เนชันล้วนเหมือนกันพบว่า นำนม ข้าวโพลด์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า (อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพลด์ : น้ำ คือ 1 : 2) ได้รับคะแนนสูงกว่านมนม ข้าวโพลด์ที่มีความเข้มข้นน้อย (อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพลด์ : น้ำ คือ 1 : 3) จึงทำให้สรุปได้ว่า อัตราส่วน เมล็ดข้าวโพลด์ : น้ำ มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผู้ทดสอบ และเมื่อพิจารณา ผลการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่าสูตรที่ใช้ทางนมผงล้วนจะได้รับคะแนนต่ำที่สุดถึงแม้ว่านมนมข้าวโพลด์ สูตรที่ 4 และ 8 นั้นจะมีความเข้มข้นแตกต่างกันจึงอาจเป็นไปได้ว่ากลิ่นของทางนมผงส่งผลต่อการ ยอมรับผลิตภัณฑ์

ด้านเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชอบสูตรที่ 3 และ 6 มากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 1 โดยสูตรที่ 3 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สรุป ได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบเนื้อสัมผัสจากสูตรที่มีส่วนผสมระหว่างนมคาร์เนชันและทางนมผง เนื่องจาก ทางนมผงละลายได้ง่ายจึงไม่จับตัวกันเป็นก้อน จึงทำให้ไม่รู้สึกรึ้นเหมือนเม็ดทรายขณะกลืนลงคอ นอกจากนี้การเติมนมผงปริมาณมากเกินไป อาจทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์ได้ คือ ทำให้นำนมข้าวโพลด์มีสีขาวมากขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบไม่ต้องการ อีกทั้งยังอาจทำให้เกิดลักษณะ เนื้อสัมผัสหยาบคล้ายแป้ง (powdery taste) (นวลนภา, 2546)

ด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชอบรสชาติของนมนมข้าวโพลด์สูตรที่ 1, 3 และ 6 โดยสูตรที่ 1 และ 6 กับสูตรที่ 1 และ 3 ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่สูตรที่ 3 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ด้านความชอบรวม ผู้ทดสอบมีความชอบรวมสูตรที่ 6 มากที่สุด ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนน รองลงมาคือสูตรที่ 1 และ 3 ซึ่งทั้งสองสูตรนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาปัจจัยทางคุณภาพด้านต่างๆจากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสและนำไป วิเคราะห์ทางสถิติสามารถสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบนมนมข้าวโพลด์สูตรที่ 1, 3 และ 6 ซึ่งเป็นสูตร ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงนำสูตรดังกล่าว มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

โยเกิร์ตนมนมข้าวโพลด์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข หรือทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

#### ก. ผลการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

จากการศึกษาสูตรการผลิตน้ำนมข้าวโพดทั้งหมด 4 สูตรเพื่อเพื่อคัดเลือกชนิดสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยใช้สูตรน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 1, 3 และ 6 ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ส่วนสูตรที่ 4 คือ สูตรควบคุม (control) ใช้ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn นำมาเติมสารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพด และ CMC 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จะได้สูตรการผลิตทั้งหมด 12 สูตร ภายหลังจากการบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ให้ปริมาณกรดสุดท้ายคงที่ จากนั้นนำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมาตรวจสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และ ความชอบรวม ผลการทดลองที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผงล้วน, คาร์ราจีแนน)	3.00 <sup>a</sup> ±0.69	2.40 <sup>d</sup> ±0.81	2.57 <sup>c</sup> ±0.68	2.50 <sup>c</sup> ±0.68	3.10 <sup>d</sup> ±0.55
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผงล้วน, แป้งข้าวโพด)	3.60 <sup>b</sup> ±0.77	2.80 <sup>bc</sup> ±0.89	3.17 <sup>c</sup> ±0.75	2.83 <sup>cd</sup> ±0.70	3.07 <sup>d</sup> ±0.64
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผงล้วน, CMC)	3.50 <sup>b</sup> ±0.68	2.87 <sup>bc</sup> ±0.63	3.50 <sup>b</sup> ±0.63	3.50 <sup>b</sup> ±0.51	3.53 <sup>b</sup> ±0.57
4 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผง : หาง นมผง = 1:2, คาร์ราจีแนน)	3.50 <sup>b</sup> ±0.63	3.13 <sup>ab</sup> ±0.73	3.10 <sup>cd</sup> ±0.55	3.17 <sup>c</sup> ±0.65	3.40 <sup>cd</sup> ±0.62
5 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผง : หาง นมผง = 1:2, แป้งข้าวโพด)	3.03 <sup>c</sup> ±0.61	3.43 <sup>a</sup> ±0.73	3.23 <sup>bc</sup> ±0.63	3.03 <sup>cd</sup> ±0.76	3.40 <sup>bc</sup> ±0.67
6 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:2, นมผง : หาง นมผง = 1:2, CMC)	3.50 <sup>b</sup> ±0.78	2.80 <sup>bc</sup> ±0.71	2.83 <sup>de</sup> ±0.46	2.47 <sup>e</sup> ±0.51	2.87 <sup>d</sup> ±0.35
7 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หาง นมผง = 1:1, คาร์ราจีแนน)	2.07 <sup>d</sup> ±0.58	2.73 <sup>cd</sup> ±0.52	2.57 <sup>c</sup> ±0.63	2.73 <sup>de</sup> ±0.58	2.87 <sup>d</sup> ±0.51
8 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หาง นมผง = 1:1, แป้งข้าวโพด)	4.27 <sup>a</sup> ±0.58	3.00 <sup>b</sup> ±0.64	3.03 <sup>cd</sup> ±0.56	2.67 <sup>e</sup> ±0.71	3.17 <sup>cd</sup> ±0.46

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
9 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หางนมผง = 1:1, CMC)	4.03 <sup>a</sup> ±0.61	3.00 <sup>b</sup> ±0.69	4.00 <sup>a</sup> ±0.64	3.93 <sup>a</sup> ±0.52	3.83 <sup>a</sup> ±0.46
10 (Control, คาร์ราจีแนน)	1.43 <sup>c</sup> ±0.73	2.80 <sup>bc</sup> ±0.55	2.03 <sup>bc</sup> ±0.56	2.53 <sup>c</sup> ±0.63	2.53 <sup>c</sup> ±0.68
11 (Control, แป้งข้าวโพด)	2.03 <sup>d</sup> ±0.61	3.00 <sup>b</sup> ±0.53	2.13 <sup>f</sup> ±0.43	2.53 <sup>c</sup> ±0.78	2.53 <sup>c</sup> ±0.57
12 (Control, CMC)	1.97 <sup>d</sup> ±0.72	2.50 <sup>cd</sup> ±0.63	1.80 <sup>e</sup> ±0.55	1.97 <sup>f</sup> ±0.61	2.00 <sup>f</sup> ±0.59

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P < 0.05$ )

จากตารางที่ 4 พบว่า สารให้ความคงตัวต่างชนิดกัน คือ คาร์ราจีแนน แป้งข้าวโพดและ CMC มีผลต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ โดยสูตรที่ 9 มีระดับคะแนนทางด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมสูงสุดแต่ทว่าระดับคะแนนทางด้านสีของสูตรที่ 8 และ 9 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และทางด้านกลิ่นสูตรที่ 9 ได้รับคะแนนมากเป็นอันดับที่ 2 รองจากสูตรที่ 5 และ ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของสูตรที่ 8, 9 และ 11 ได้ แต่การใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC เพียงชนิดเดียวอาจทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีเนื้อสัมผัสไม่ดีเท่ากับการใช้สารให้ความคงตัวหลายชนิดผสมกัน ซึ่งได้แก่ แป้ง เกลาติน และเพกติน ทั้งนี้ทำการเติมสารให้ความคงตัวก่อนการพาสเจอร์ไรซ์ และก่อนกระบวนการหมัก (ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง, 2542) ส่วนสูตรควบคุม (control) ที่นำมาเติมสารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุดอันเนื่องมาจากไม่มีการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพดให้เป็นร้อยละ 16 จึงเกิดเป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะที่ไม่ดี เนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดจะส่งผลต่อลักษณะปรากฏของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืดของ Coagulum และถ้าหากปริมาณของแข็งทั้งหมดเกินร้อยละ 25 จะทำให้ความชื้นลดลงซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อโยเกิร์ต (วารุณี และรุ่งนภา, 2532)

เมื่อพิจารณาจากคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสดังกล่าว ผู้ทดลองจึงสรุปว่าควรเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 ที่ใช้ CMC เป็นสารให้ความคงตัวซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุดต่อการนำไปศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

### ข. ผลการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

จากการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยเติมสาร CMC ในปริมาณต่างๆกัน 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการตรวจสอบคุณลักษณะของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณของสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1(ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หางนมผง = 1:1, CMC 0.3 %)	3.83 <sup>a</sup> ±0.70	4.00 <sup>a</sup> ±0.69	4.10 <sup>a</sup> ±0.66	3.93 <sup>a</sup> ±0.78	4.30 <sup>a</sup> ±0.53
2 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หางนมผง = 1:1, CMC 0.5 %)	2.50 <sup>b</sup> ±0.78	2.80 <sup>b</sup> ±0.61	2.87 <sup>b</sup> ±0.73	2.80 <sup>b</sup> ±0.61	2.83 <sup>b</sup> ±0.70
3 (ข้าวโพด : น้ำ = 1:3, นมผง : หางนมผง = 1:1, CMC 0.7 %)	2.03 <sup>c</sup> ±0.32	1.73 <sup>c</sup> ±0.52	1.43 <sup>c</sup> ±0.50	1.77 <sup>c</sup> ±0.63	1.67 <sup>c</sup> ±0.55

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P < 0.05$ )

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดซึ่งใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC ที่ 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ได้ โดยผู้ทดสอบสามารถบอกได้ว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่เติมสารให้ความคงตัว CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่มีระดับคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงสุด ดังนั้นผู้ทดลองจึงสรุปว่าการเติม CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ซึ่งจะนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

#### 4.4 ผลการพัฒนาสูตรโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

##### ก. ผลการคัดเลือกชนิดธัญพืชที่เหมาะสม

จากการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดย นำน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัว คือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ มาเติมธัญพืชชนิดต่างๆ คือ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและธัญพืชรวม 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการประเมินผลทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลทางสถิติของการศึกษาชนิดรัฐพืชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้าน  
ประสาทสัมผัส

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (ถั่วแดง)	2.37 <sup>a</sup> ±0.56	2.57 <sup>b</sup> ±0.50	1.93 <sup>d</sup> ±0.45	2.03 <sup>d</sup> ±0.41	2.07 <sup>d</sup> ±0.37
2 (ลูกเดือย)	2.80 <sup>b</sup> ±0.71	2.77 <sup>b</sup> ±0.68	2.57 <sup>c</sup> ±0.63	2.73 <sup>c</sup> ±0.52	2.63 <sup>c</sup> ±0.61
3 (ข้าวโพด)	3.00 <sup>b</sup> ±0.79	2.8 <sup>b</sup> ±0.73	3.07 <sup>b</sup> ±0.69	3.17 <sup>b</sup> ±0.65	3.13 <sup>b</sup> ±0.57
4 (รัฐพืชรวม)	4.47 <sup>a</sup> ±0.57	4.10 <sup>a</sup> ±0.66	4.43 <sup>a</sup> ±0.50	4.27 <sup>a</sup> ±0.45	4.57 <sup>a</sup> ±0.50

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P < 0.05$ )

จากการทดลองขั้นต้นได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรที่ 9 โดยใช้สารให้ความคงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุด นำมาเติมรัฐพืชชนิดต่างๆคือ ถั่วแดง ลูกเดือย ข้าวโพดและรัฐพืชรวม 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น เพราะถึงแม้ข้าวโพดจะให้แคลอรีและวิตามินเอสูงกว่ารัฐพืชอื่นๆ แต่ก็มีโปรตีนต่ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนจากข้าวโพดจะไม่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกาย การรับประทานข้าวโพดควบคู่กับถั่วจึงจะได้ไลซีนและทริปโตเฟนที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย (วุฒิชัย, 2535) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมพบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างในทุกๆด้านได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมรัฐพืชรวมมากที่สุด เนื่องจากความหวานของข้าวโพด ความเหนียวนุ่มของลูกเดือยและความอร่อยของถั่วแดงช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมีความกลมกล่อมมากยิ่งขึ้น

ข. ผลการศึกษาปริมาณรัฐพืชที่เหมาะสม

เมื่อผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดย นำน้ำนมข้าวโพดที่เติมสารให้ความคงตัวคือ CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ รัฐพืชรวมปริมาณ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นประเมินทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลทางสถิติของการศึกษาปริมาณรัฐพีชที่เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตนํานมข้าวโพด  
ด้านประสาทสัมผัส

สูตรที่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1 (รัฐพีชรวม 5 %)	2.50 <sup>c</sup> ±0.73	2.07 <sup>c</sup> ±0.58	1.90 <sup>c</sup> ±0.48	2.00 <sup>b</sup> ±0.37	2.23 <sup>c</sup> ±0.43
2 (รัฐพีชรวม 10 %)	4.43 <sup>a</sup> ±0.57	4.00 <sup>a</sup> ±0.53	4.77 <sup>a</sup> ±0.43	3.60 <sup>b</sup> ±0.67	4.27 <sup>a</sup> ±0.45
3 (รัฐพีชรวม 15 %)	3.37 <sup>b</sup> ±0.67	2.47 <sup>b</sup> ±0.68	2.40 <sup>b</sup> ±0.50	3.37 <sup>a</sup> ±0.61	2.83 <sup>b</sup> ±0.46

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $P < 0.05$ )

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่แสดงในตารางที่ 6 สรุปได้ว่าผู้ทดสอบชื่นชอบโยเกิร์ตนํานมข้าวโพดที่เติมรัฐพีชรวม 10 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เนื่องจากรัฐพีชรวม 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณรัฐพีชที่พอเหมาะโดยส่วนของรัฐพีชจะกระจายตัวแทรกอยู่ทั่วทั้งถ้วยโยเกิร์ต ซึ่งการเติมผลไม้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโดยทั่วไปนิยมเติมในปริมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเติมมากเกินไปนอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแล้วยังอาจก่อให้เกิดรอยแยกบริเวณผิวหน้าของโยเกิร์ต (cut surface) อีกทั้งยังทำให้ระดับสีของโยเกิร์ตไม่เหมาะสม และมีโครงสร้างที่ไม่อยู่ตัว (weak body) (นวลนภา, 2546)

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของโยเกิร์ตนํานมข้าวโพด

นำโยเกิร์ตนํานมข้าวโพดมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8

#### ตารางที่ 8 คุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตนํานมข้าวโพด

คุณลักษณะทางเคมี	ค่า	คุณลักษณะทางกายภาพ	ค่า	จำนวนจุลินทรีย์	ค่า
ค่า pH	4.36	ความหนืด (Cp)	807	จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	$1.6 \times 10^8$
ปริมาณกรดแลคติก (%)	0.94			แบคทีเรียกรดแลคติก (cfu/g)	$2.4 \times 10^7$
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	20.00			ยีสต์และรา (cfu/g)	< 10
ปริมาณความชื้น (%)	75.25				
ปริมาณโปรตีน (%)	3.14				
ปริมาณไขมัน (%)	0.30				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้มีสีเหลือง ชื่น เนื้อแน่นและเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด มีปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 3.14 , 0.3 , 75.25, 20 และ 0.94 ตามลำดับ ค่าความหนืด 807 เซนติพอยส์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.36 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก เท่ากับ  $1.6 \times 10^8$  และ  $2.4 \times 10^7$  cfu/g ตามลำดับ จำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่งมีค่าอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยวของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ อัตราส่วนเมล็ดข้าวโพด : น้ำ (1:3) อัตราส่วนนมคาร์เนชั่น : หางนมผง (1:1) เติมน้ำให้ความคงตัว CMC 0.3 เปอร์เซ็นต์ และเติมธัญพืชรวม 10 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตขึ้นมีสีเหลือง ข้น เนื้อแน่นและเนียน กลิ่นรสดี รสเปรี้ยวพอเหมาะ มีความหอมของข้าวโพด และมีค่าคุณลักษณะทางเคมี และจำนวนจุลินทรีย์อยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2146-2546 เรื่องนมเปรี้ยว ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2 นํ้านมข้าวโพด

ภาพที่ 3 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดสูตรธัญพืชรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

เกียรติ มีสถาน, จิตมณี ภูถาวรณ และ แสนรักษณ์ แอบู. 2543. การศึกษาปัจจัยของวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพของนมข้าวโพด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คุณประโยชน์จากโยเกิร์ต. (online). เข้าถึงได้ที่ :<http://www.goodhealth.co.th>

จงกลณี แววงษ์. 2540. ผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในวุ้นหางจระเข้ที่มีต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำโยเกิร์ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนาธิป ลอยกุลนันท์, นุชนาถ สุขมงคล และ ประมากรณ์ เกิดทรัพย์. 2541. การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมข้าวโพด. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลนภา อัครสินธว์งูร. (2546). การผลิตโยเกิร์ตนํ้านมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพยาวี เหมือนวงษ์ญาติ. 2534. น้ำสมุนไพร การเตรียมน้ำดื่มจากพืชที่มีสรรพคุณทางยาและมีคุณค่าทางอาหาร. สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย. กรุงเทพฯ 231 หน้า.

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. (2542). โยเกิร์ต. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครุส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร.

วุฒิชัย นาครัถยา. (2535). เทคโนโลยีชีวพืช. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สมชาย ประภาวัต, อุดม กาญจนปกรณ์ชัย, มาลัย บุญรัตนกรกิจ, ช่อศักดิ์ เตียงพุก, สุรีย์พันธุ์ บุญวิสุทธิ และ สมศรี ภูสีม่วง. 2539. การผลิตเครื่องดื่มนมข้าวโพดจากเมล็ดข้าวโพดหวานและซังข้าวโพด. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). นมเปรี้ยว. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 2146-2546). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

AOAC. (1990). Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.

AOAC. (2000). Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robinson, R.K. and A.Y. Tamime. 1981. Microbiology of Fermented Milks. In Dairy Microbiology of Milk Products. R.K. Robinson (Editor) Applied Science Publishers. London.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก1

## แบบทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

ชื่อ ..... วันที่ .....

คำชี้แจง ให้ผู้ชิมทำการประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำนมข้าวโพดยี่ห้อ Fresh Corn และยี่ห้อ Malee i Corn สูตรเจ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านชอบหรือไม่ชอบอย่างไร และต้องการให้น้ำนมข้าวโพดมีลักษณะอย่างไร

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง	
สี		
กลิ่น		
เนื้อสัมผัส		
รสชาติ		
ความชอบรวม		

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ก2**  
**แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส**  
**ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด**

ชื่อ ..... วันที่.....

**คำชี้แจง** ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจำนวน 12 สูตร โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกรับชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง											
สี												
กลิ่น												
เนื้อสัมผัส												
รสชาติ												
ความชอบรวม												

\*หมายเหตุ

- |   |         |             |
|---|---------|-------------|
| 1 | หมายถึง | ไม่ชอบ      |
| 2 | หมายถึง | ชอบเล็กน้อย |
| 3 | หมายถึง | ชอบปานกลาง  |
| 4 | หมายถึง | ชอบ         |
| 5 | หมายถึง | ชอบมาก      |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ก3**  
**แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส**  
**ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด**

ชื่อ ..... วันที่.....

**คำชี้แจง** ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เดิมรัฐพีชชนิดต่างๆ โดยให้ผู้ชิมให้คะแนนตามระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่าน ได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบระดับใด

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง			
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
รสชาติ				
ความชอบรวม				

\*หมายเหตุ

- |   |         |             |
|---|---------|-------------|
| 1 | หมายถึง | ไม่ชอบ      |
| 2 | หมายถึง | ชอบเล็กน้อย |
| 3 | หมายถึง | ชอบปานกลาง  |
| 4 | หมายถึง | ชอบ         |
| 5 | หมายถึง | ชอบมาก      |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

#### 1. การหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000) โดยใช้ชุดเครื่องมือ BUCHI

##### สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยละลายบรอมกลีซอลกรีน 0.2 กรัมใน แอลกอฮอล์ ร้อยละ 75 และละลายเมธิลเรด 0.2 กรัมในแอลกอฮอล์ ร้อยละ 75 แล้วนำสารละลายมา ผสมในอัตราส่วน 1 : 2 โดยปริมาตร
2. สารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยละลายกรดบอริก 40 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
3. สารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยเจือจางไฮโดรคลอริกเข้มข้น 8.2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น นำไปเทียบค่ามาตรฐานโดยไทเทรตกับโซเดียมคาร์บอเนต
4. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 32 (Commercial Grade) ซังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
5. สารคตะไลท์ เตรียมโดยชั่งคอปเปอร์ซัลเฟตผสม 1 กรัมกับไดโพลแทสเซียมซัลเฟต 9 กรัม ผสมให้เข้ากัน
6. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
7. ชุดวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjedahl systems
8. digestion flask

##### วิธีการทดลอง

1. เตรียมขวด Kjedahl ที่แห้งและสะอาด ใส่ glass beads 3 ชิ้น เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง เติมคตะไลท์ 10 กรัม และตัวอย่างโยเกิร์ต 5 กรัม ที่ซึ่งละเอียดถึง  $\pm 1$  มิลลิกรัม
2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปตั้งบนเตาเพื่อย่อยด้วยความร้อนจนกระทั่งได้เป็นสารละลายของเหลวใสสีเขียว
3. หลังจากย่อยเสร็จ ปิดสวิทช์ เครื่องย่อยแล้วทิ้งไว้ให้เย็น แต่ยังคงเปิดบั้งเพื่อดูไอกรดจนกระทั่งไอกรดหมด
4. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
5. ตวงกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดอินดิเคเตอร์ 4 หยด เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายสีชมพู นำไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งในเครื่องกลั่น แล้วปรับให้ปลายคอนเดนเซอร์จุ่มในขวดที่มีกรดบอริกอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ต่อบวด Kjeldahl เข้ากับคอนเดนเซอร์ ปิดหน้าต่างป้องกัน ตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น กดปุ่มควบคุมปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ไหลลงมาช้าๆ ปริมาตร 70 มิลลิลิตร

7. กดปุ่ม start เพื่อเริ่มการย่อย เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะได้สารละลายสีเขียวใส เปลี่ยนหน้าต่างป้องกันขึ้นเพื่อถอดขวด Kjeldahl ออก ยกปลายคอนเดนเซอร์ขึ้นและฉีดปลายด้านนอก-ในด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำสารละลายที่กลั่นได้มาไทเทรตกับสารละลายกรดมาตรฐานไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติสีชมพู

8. ทำ blank โดยใช้ น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง โยเกิร์ต

9. วิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด

$$\% \text{ ในโตรเจนทั้งหมด} = \frac{1.40 \times M(V_1 - V_0)}{W}$$

เมื่อ N = Molarity ของ HCl

$V_1$  = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

$V_0$  = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ไทเทรตกับ blank

W = น้ำหนัก (กรัมตัวอย่าง)

$$\% \text{ โปรตีน (โดยน้ำหนัก)} = \% \text{ ในโตรเจนทั้งหมด} \times 6.38$$

หมายเหตุ ความถูกต้องของการวิเคราะห์ ความเบี่ยงเบนของการทดลอง 2 ซ้ำไม่ควรมากกว่า 0.005 % ในโตรเจน

## 2. การหาปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) โดย Gerber Method

สารเคมีและอุปกรณ์

1. ไอโซอิมิตแอลกอฮอล์
2. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 28 %
3. กรดไฮโดรคลอริกความหนาแน่น  $1.815 \pm 0.002$  กรัม/มิลลิลิตร
4. Standard milk pipette ขนาด 10.75 มิลลิลิตร
5. Standard Gerber Butyrometer 7 % พร้อม Lock stopper

วิธีการทดลอง

1. ผสมโดยคนตัวอย่างแต่ไม่ควรคนแรงเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการแยกชั้นของครีมหรือเม็ดเนย อุณหภูมิโยเกิร์ตด้วยอุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ช่วยให้ผสมได้ง่ายขึ้น ผสมทันทีก่อนชั่งตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

2. ชั่งโยเกิร์ต  $5 \pm 0.01$  กรัม (20 องศาเซลเซียส) ลงในหลอด Butyrometer โดยไม่ให้ละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออยู่ติดหน้าเบาะเบาะระโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผนังหลอด

3. เติมน้ำร้อนประมาณ 6 มิลลิลิตร เพื่อเจือจางตัวอย่าง ตามด้วยกรดซัลฟูริก 10 มิลลิลิตร และไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมน้ำร้อนให้ปริมาตรของเหลวในหลอดอยู่ต่ำกว่า “บ่า” ของหลอดประมาณ 5 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่นโดยไม่ผสมของเหลวในหลอด

4. เขย่าหลอด Butyrometer จนของเหลวในหลอดผสมกันดี คว่ำหลอดไปมา 1-2 ครั้ง ขณะเขย่า

5. แช่หลอด Butyrometer ใน Water bath ( $65 \pm 2$  องศาเซลเซียส) นานไม่น้อยกว่า 10 นาที โดยจุกหลอดอยู่ด้านล่าง และให้ระดับน้ำสูงกว่าระดับของเหลวในหลอด

6. นำไปหมุนเหวี่ยงทันทีด้วยความเร็ว 1100 rpm. นาน 5 นาที

7. แช่หลอด Butyrometer ใน Water bath ( $65 \pm 2$  องศาเซลเซียส) นานไม่น้อยกว่า 3 นาที อาจจำเป็นต้องปรับจุกหลอด เพื่ออ่านเปอร์เซ็นต์ไขมันได้ง่าย

8. อ่านเปอร์เซ็นต์ไขมันทันทีที่นำหลอด Butyrometer ออกจาก Water bath ถ้าพบว่าระดับไขมันที่ติดอยู่กับส่วนของกรดไม่ชัดเจนให้ทำการทดลองเหมือนในข้อ 6 และ 7 อีกครั้ง พยายามปรับให้ส่วนกว้างที่สุดของจุกอยู่ในระดับคอหลอดก่อนนำไปหมุนเหวี่ยง

### 3. การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

#### สารเคมีและอุปกรณ์

1. อะลูมิเนียมแคนพร้อมฝา นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง

#### วิธีการทดลอง

- นำอะลูมิเนียมแคนไปชั่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- นำตัวอย่างไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำตัวอย่างไปอบซ้ำอีก ซึ่งจนได้น้ำหนักคงที่
- วิธีคำนวณปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ  $W$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคน (กรัม)

$W_1$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแคนและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

### 4. การหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สารเคมีและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

### วิธีการทดลอง

1. ชั่งกระดาษกรองที่หุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อบแล้ว จดน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งโยเกิร์ตลงบนกระดาษกรอง 5 กรัม นำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถอบแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
3. วิธีคำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมด

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{W_2 - W}{W_1 - W} \times 100$$

เมื่อ  $W$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแผ่น (กรัม)

$W_1$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแผ่นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักของอะลูมิเนียมแผ่นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

### 5. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

#### สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน เตรียมโดยละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 จำนวน 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ทีละหยด จนหยดแรกให้สีชมพู เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 มิลลิลิตร
2. สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

#### วิธีการทดลอง

1. ชั่งโยเกิร์ตจำนวน 9 กรัม ใสลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มคาร์บอนไดออกไซด์ออกแล้ว 18 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้สีชมพูอ่อนที่คงทนนาน 30 วินาที
3. วิธีคำนวณปริมาณกรดแลคติก

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

### 6. การวิเคราะห์ความเป็นกรดโดยวิธี pH meter

#### สารเคมีและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. pH meter
2. Standard buffer pH 4.0, pH 7.0

#### วิธีการทดลอง

1. Standardize เครื่อง pH meter ด้วย Standard buffer pH 4.0 และ 7.0 เตรียมโยเกิร์ตให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
2. จุ่ม probe ลงในตัวอย่าง นาน 30 วินาที จากนั้นกดปุ่ม run enter เพื่ออ่านค่า  
Error!  
Not a valid link.  
(AR จะต้องหยุดกระพริบ)

#### 7. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ สารเคมีและอุปกรณ์

1. Hand Refractometer NI

#### วิธีการทดลอง

1. นำ Hand Refractometer เปิดตรงฝาที่ปิดแผ่นหน้า หยดตัวอย่างลงไปประมาณ 2 หยด
2. อ่านค่า

ปิดฝา

## ภาคผนวก ก

## การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

## 1. การวัดค่าสี L, a และ b

## สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี Chromameter รุ่น DP 301

## วิธีการทดลอง

1. เทียบมาตรฐาน (standardize) เครื่อง โดยใช้ Standard White plate
2. วัดค่าตัวอย่างอ้างอิง และกำหนดค่าต่างๆ ของตัวอย่าง
3. นำโยเกิร์ตใส่ถ้วยแก้ว นำมาวัดค่าสี โดยค่าที่ได้จะปรากฏให้ทราบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นค่า L, a และ b

## 2. การตรวจสอบ syneresis ของโยเกิร์ต (จงกลณี, 2540)

## สารเคมีและอุปกรณ์

1. กระดาษกรอง Whatman No. 1 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร)
2. กรวยแก้ว
3. นาฬิกาจับเวลา

## วิธีการทดลอง

1. ชั่งโยเกิร์ตทั้งถ้วยและชั่งน้ำหนักขวครูปชมพู จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เทโยเกิร์ตทั้งถ้วยลงในกรวยแก้วที่มีกระดาษกรอง Whatman No. 1 (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร) ซึ่งวางอยู่บนขวครูปชมพูเพื่อรองรับน้ำที่แยกออกมา จับเวลา 1 ชั่วโมงแล้วยกกรวยออก ชั่งน้ำหนักขวครูปชมพูซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วยอีกครั้ง

## 3. วิธีคำนวณการเกิด syneresis

$$\text{การเกิด syneresis (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักที่แยกจากเนื้อโยเกิร์ต}}{\text{น้ำหนักโยเกิร์ตที่ใช้}} \times 100$$

### 3. การวัดความหนืด

#### สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่อง Brookfield Digital Viscometer รุ่น DV III

#### วิธีการทดลอง

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับเสาแกนตั้ง ปรับฟองอากาศในช่องกระจกให้อยู่ตรงกลางโดยปรับที่ล้อหมุนใต้เสาแกนตั้ง
2. นำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ให้มีปริมาณมากพอ
3. เปิดสวิทช์เครื่อง เลือกใส่หัวหมุน (spindle) ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง ทำการใส่ค่าของขนาดหัวหมุน (select spindle) และค่าความเร็วที่ใช้ (select speed) จากนั้นกด select display เครื่องจะแสดงค่าความหนืดของตัวอย่าง
4. อ่านค่าความหนืดเป็น CP Viscosity (centipoises, cp) โดยค่าที่ถูกต้อง % Viscometer Torque ควรเข้าใกล้ 100 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด เมื่อใช้หัวหมุน และความเร็วที่เหมาะสม กรณีที่บนจอภาพปรากฏ % EEE %? หรือ % - แสดงว่าใช้หัวหมุน และความเร็วไม่เหมาะสม ให้กด motor off แล้วรอให้เข็มหยุดหมุน แล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

#### 4. ลักษณะปรากฏ

##### วิธีการทดลอง

1. ดูลักษณะภายนอกของไฮดรอน้ำมันข้าวโพดในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส

## ภาคผนวก ง

### การวิเคราะห์คุณลักษณะทางจุลินทรีย์

#### 1. การวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด

##### สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS เตรียมโดย
3. เพลท
4. ปิเปต
5. หลอดทดลองพร้อมฝา
6. Vortex
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์
8. แท่งแก้วรูปตัวแอล

##### วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เทลงในจานเพาะเชื้อ นำไป dry plate
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 0.1 มิลลิลิตร ทำการ spread plate
4. บ่มที่ jar aerobic เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีสีขาวนูนล้อมรอบด้วย clear zone ที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนี/กรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

## 2. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

### สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ซั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เตรียมโดยซั่ง Tryptone 5 กรัม Yeast extract 2.5 กรัม Dextrose 1 กรัม นำไปละลายในน้ำกลั่นต้มอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากัน จากนั้นเติม agar 15 กรัม คนให้ละลาย แล้วยกลง ถ่ายใส่ขวดที่มีฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
4. เพลท
5. ปิเปต
6. หลอดทดลองพร้อมฝา
7. Vortex
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์

### วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส
3. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิค pour plate
4. คั่วเพลท แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนี/กรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา

#### สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 ชั่งโซเดียมคลอไรด์ 8.5 กรัม เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เตรียมโดยชั่ง Potato Infusion 200 กรัม Dextrose 20 กรัม และ agar 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ถ่ายใส่ขวดที่มีฝาปิด นำไปฆ่าเชื้อภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที, Potato Infusion เตรียมโดยต้มมันฝรั่งที่หั่นโดยไม่ได้ปอกเปลือกจำนวน 200 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองเอาเนื้อมันฝรั่งออก เก็บน้ำต้มมันฝรั่งไว้ใช้ละลายส่วนผสมทั้งหมด
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส
4. เพลท
5. ปิเปต
6. หลอดทดลองพร้อมฝา
7. Vortex
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์

#### วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
  2. ทำการห่อมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA แล้วทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส
  3. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ทำการห่อมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส โดยใช้เทคนิค pour plate
  4. คว่ำเพลท แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
  5. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี
- รายงานผลเป็นจำนวนยีสต์และราในรูปโคโลนี/กรัม
6. ทำการทดลอง 2 ซ้ำ