

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปี งบประมาณ 2545

ชุดโครงการวิจัยอาหารเสริมสุขภาพจากสมุนไพร



ดร. ศศิวิมล ชื่นอ้อม อาเหม็ด

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การพัฒนาโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร โดยศึกษาชนิดและปริมาณของสมุนไพรที่เหมาะสมรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางสู่การผลิตในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพรในการทดลองนี้ประกอบด้วยโยเกิร์ตพร้อมดื่มเนยรสธรรมชาติและน้ำสมุนไพร ในอัตราส่วน 1:1 (โดยปริมาตร) และมีน้ำตาล 12 % ชนิดของสมุนไพรที่นำมาศึกษาได้แก่ ชิง ตะไคร้ ชาเขียวใบหม่อน ใบเตยหอม กระเจี๊ยบแดง และส้มแขก จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ชนิดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด 4 อันดับแรก คือ รสชิง รสชาเขียวใบหม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก โดยปริมาณของสมุนไพรที่ใช้ในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม 100 มิลลิลิตร มีดังนี้คือ ชิง 11.25 กรัม ตะไคร้ 30 กรัม ชาเขียวใบหม่อน 3.0 กรัม และส้มแขก 0.75 กรัม จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด โดยพิจารณาจากคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 26 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพรมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีกลิ่นรสของสมุนไพรลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา จากผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ไม่พบแบคทีเรียโคลีฟอร์มในทุกผลิตภัณฑ์ และพบว่ามีปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในผลิตภัณฑ์มากกว่า  $10^8$  cfu/ml ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 26 วัน นอกจากนี้พบว่าผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนจากยีสต์และราเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 0.5 log cfu/ml) ในวันแรกของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามชนิดของสมุนไพรที่ใช้มีผลอย่างมากต่อการเจริญของยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา กล่าวคือผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกและรสชาเขียวใบหม่อนมีปริมาณยีสต์และราเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งมีค่าประมาณ 5 log cfu/ml ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชิงและรสตะไคร้เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีค่าประมาณ 2 log cfu/ml ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษาแสดงว่าในชิงและตะไคร้อาจมีสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และราได้ ดังนั้นปริมาณยีสต์และราจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร

RCH  
SF  
275

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 54604  
วันเดือนปี..... 21 ส.ค. 2548

b. 11415379  
i.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Abstract

### Development of Herbal Drinking Yoghurt

In this research, the development of herbal drinking yoghurt was studied, which places an emphasis on the evaluation of type and amount of herbs, and factors affecting the product shelf life, to be used for the pilot plant scale production. The herbal drinking yogurt product consisted of natural low fat yoghurt and herbal drink (1:1 by volume) and 12% sugar. The type of herbs used included ginger, lemon grass, green mulberry tea leaves, pandan leaves, roselle and garcinia. The results of sensory evaluation showed that the best four types of herbal drinking yoghurt were ginger, green mulberry tea leaves, lemon grass, and garcinia. The acceptable amount of herbs used in 100 ml of drinking yoghurt were as follows; 11.25 g of fresh ginger, 3 g of green mulberry tea leaves, 30 g of fresh lemon grass, and 0.75g of dried garcinia. Factors affecting the product shelf life of herbal drinking yoghurt were determined on the basis of organoleptic characteristics, as well as chemical and microbiological quality during cold storage at 4°C for 26 days. There was a slight increase in the titratable acidity and a small reduction of herbal flavour during storage. Coliform bacteria were not detected in any of these products. In addition, the number of viable lactic acid bacteria was maintained above  $10^8$  cfu/ml during 26 days of storage. There were a very small number of yeasts and moulds contaminated (approx. 0.5 log cfu/ml) at the beginning of storage. However, growth of yeasts and moulds in the products depended largely on the type of herbs used. The results show that the number of yeasts and moulds in garcinia flavoured and green mulberry tea flavoured products increased rapidly to approximately 5 log cfu/ml in the day 26. However, the number of yeasts and moulds in ginger flavoured and lemon grass flavoured products increased slowly to about 2 log cfu/ml in the day 26. This result indicated that some antimicrobial compounds in ginger and lemon grass may help inhibit growth of yeasts and moulds, and thus extend the product shelf life. Therefore, the shelf life of herbal drinking yoghurt products was specified on the basis of yeast and mould content.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณประจำปี 2545 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดาที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือ-อุปกรณ์ รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์นมที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	i
Abstract.....	ii
กิตติกรรมประกาศ.....	iii
สารบัญ.....	iv
สารบัญตาราง.....	vi
สารบัญรูป.....	viii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1. โยเกิร์ต.....	3
2.2. ประเภทของโยเกิร์ต.....	3
2.3. จุลินทรีย์โยเกิร์ต.....	7
2.4. โภชนาการและโภชนบำบัดของโยเกิร์ต.....	9
2.5. กระบวนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม.....	12
2.6. คุณภาพและอายุการเก็บรักษาโยเกิร์ต.....	15
2.7. สมุนไพร.....	19
2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย.....	26
3.1. อุปกรณ์และสารเคมี.....	26
3.2. ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	28
3.2.1. การศึกษาปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมในการเตรียม โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร.....	28
3.2.2. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร ในระหว่างการเก็บรักษา.....	31
3.2.3. การทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรใน โรงงานทดลองขนาดเล็ก.....	31

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	34
4.1. การศึกษาปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิต โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร.....	34
4.1.1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Preference test.....	34
4.1.2. การเรียงลำดับความชอบ (Ranking for Preference).....	38
4.2. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร ในระหว่างการเก็บรักษา.....	39
4.2.1. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	39
4.2.2. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic test).....	39
4.2.3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์.....	43
4.3. การทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระดับ โรงงานทดลองขนาดเล็ก.....	47
4.3.1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร ในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก.....	47
4.3.2. ศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร ในระหว่างการเก็บรักษา.....	54
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	65
เอกสารอ้างอิง.....	67
ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ .....	70
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์.....	73

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสมุนไพรที่ใช้ในการเตรียมน้ำสมุนไพร	29
ตารางที่ 3.2 ร้อยละของปริมาณสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	30
ตารางที่ 4.1ก คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาหม่อน	34
ตารางที่ 4.1ข คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง	35
ตารางที่ 4.1ค คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสใบเตยหอม	36
ตารางที่ 4.1ง คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้	36
ตารางที่ 4.1จ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขก	37
ตารางที่ 4.1ฉ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสกระเจี๊ยบ	37
ตารางที่ 4.2ก ลำดับความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาหม่อน รสขิง รสใบเตยหอม และรสตะไคร้	38
ตารางที่ 4.2ข ลำดับความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกและรสกระเจี๊ยบ	38
ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	42
ตารางที่ 4.4 ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	46
ตารางที่ 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	48
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน	55
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน	57
ตารางที่ 4.8ก คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส	60

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.8ข คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส	61
ตารางที่ 4.8ค คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อนในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส	62
ตารางที่ 4.8ง คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส	63



## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	40
รูปที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด (%Acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	41
รูปที่ 4.3 จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและรสส้มแขกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	44
รูปที่ 4.4 จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อนและรสตะไคร้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	44
รูปที่ 4.5ก-ข ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในโรงงานทดลองขนาดเล็ก	50-53
รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน	58
รูปที่ 4.7 ค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน	58

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันคนจำนวนมากหันมาให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพและเริ่มเปลี่ยนนิสัยการบริโภคให้ใกล้ชิดกับธรรมชาติมากขึ้น สมุนไพรนับเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์สูงและมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์หลายชนชาติ ทั้งประโยชน์ในแง่ที่เป็นอาหารและยา ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตสมุนไพรที่สำคัญหลายชนิด ดังนั้นการใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรไทย

การพัฒนาโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพรน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากสมุนไพรที่ผลิตได้ในประเทศไทย โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตถูกจัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีไขมันต่ำซึ่งนอกเหนือจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและให้พลังงานต่ำแล้ว โยเกิร์ตที่มีแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตยังสามารถเสริมประโยชน์ด้านโภชนาบำบัดแก่ผู้บริโภคอีกด้วยหากได้รับในปริมาณที่มากพอ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตมีแนวโน้มสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพของผู้บริโภค (Birolo et al., 2000; Walstra et al., 1999)

การพัฒนาโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรนอกจากจะเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตให้มีความหลากหลายในรสชาติแล้ว ยังอาจเป็นการสนับสนุนการบริโภคสมุนไพรโดยการเพิ่มรสชาติการบริโภคสมุนไพรด้วยโยเกิร์ตเพื่อให้มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับได้ง่ายขึ้น รวมถึงได้รับทั้งคุณค่าทางโภชนาการจากโยเกิร์ตโดยเฉพาะแคลเซียม และประโยชน์ทางเภสัชวิทยาจากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตและสมุนไพรเป็นผลพลอยได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยสนับสนุนการแปรรูปน้ำนมโคไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นและเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำนมโคดิบล้นตลาด

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้สมุนไพรที่เป็นที่รู้จักดี ปลูกได้ในประเทศและราคาไม่แพงมาช่วยเติมแต่งรสชาติของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยศึกษาชนิดและปริมาณของสมุนไพรที่นำมาใช้เพื่อให้ได้กลิ่นรสที่เหมาะสมและไม่ทำลายจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีคุณประโยชน์ในระหว่างอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (product shelf life) รวมทั้งศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ที่อาจส่งผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กต่อไป

## 1.2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร รวมถึงศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

## 1.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เป็นแนวทางในการนำพืชสมุนไพรในประเทศมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม
- 2) เป็นแนวทางในการสนับสนุนการบริโภคสมุนไพรและโยเกิร์ตเพื่อผลพลอยได้ทางการแพทย์
- 3) เป็นแนวทางในการขยายตลาดสู่ผู้บริโภคต่างประเทศได้



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1. โยเกิร์ต (Yoghurt/Yogurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เกิดจากการเติมจุลินทรีย์ลงไป (Cultured milk) มีถิ่นกำเนิดในแถบประเทศเอเชียตะวันออก คำว่า โยเกิร์ต ซึ่งเป็นภาษาพื้นเมืองของบัลกาเรียมีความหมายว่า “ยาอายุวัฒนะ” โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่รู้จักกันดีทั่วโลก ในประเทศยุโรปโดยเฉพาะในแถบสแกนดิเนเวียมีผลิตภัณฑ์นมหมักจุลินทรีย์หลากหลายชนิด ทั้งที่อยู่ในรูปของเครื่องดื่มและอยู่ในรูปแข็งตัวหรือกึ่งเหลว สำหรับประเทศไทยมีการผลิตออกจำหน่ายในรูปของ โยเกิร์ต และโยเกิร์ตพร้อมดื่มหรือนมเปรี้ยว (drinking yoghurt)

โยเกิร์ตเกิดจากโปรตีนเคซีนในนมตกตะกอนจนมีลักษณะข้นเป็นลิ่มนุ่มๆ (Soft curd) โดยจุลินทรีย์ที่เติมลงไปจะใช้น้ำตาลแลคโตสในนมแล้วเกิดเป็นกรดแลคติกซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนมลดลงจนเป็นผลให้โปรตีนตกตะกอน มีเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีสีขาวหรือขาวนวล และมีกลิ่นรสเฉพาะตัวที่เกิดจากสารประกอบ volatile หรือ aromatic compounds ที่จุลินทรีย์โยเกิร์ตสร้างขึ้น

#### 2.2. ประเภทของโยเกิร์ต (Types of yoghurt)

โดยทั่วไปการแบ่งประเภทของโยเกิร์ตมีหลักเกณฑ์การจำแนกโดยอาศัย องค์ประกอบทางเคมี (เช่น ปริมาณไขมัน) วิธีการผลิต กลิ่นรส และกระบวนการหลังการหมัก (Robinson and Tamime, 1999) หรืออาจแบ่งตามลักษณะทางกายภาพ (physical state) ของโยเกิร์ตซึ่งได้แก่ ของเหลวหนืด กึ่งแข็งกึ่งเหลว ของแข็ง และผง (Tamime and Deeth, 1980) เป็นต้น

##### 2.2.1. การจำแนกตามปริมาณไขมัน

การแบ่งประเภทโยเกิร์ตโดยใช้ปริมาณไขมันเป็นเกณฑ์ตามมาตรฐานของ FAO/WHO กำหนดดังนี้ คือ “Full fat” (มีปริมาณไขมันสูงกว่า 3.0%) “Medium fat” (มีปริมาณไขมันประมาณ 0.5-3.0%) และ “Low fat” (มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5%) อย่างไรก็ตามมาตรฐานของปริมาณไขมันในโยเกิร์ตจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ (ตารางที่ 2.1) โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

- (1) โยเกิร์ตประเภทไขมันต่ำมาก (Very low fat yoghurt) กำหนดให้มีปริมาณไขมันได้ไม่เกินร้อยละ 0.5 โยเกิร์ตประเภทนี้อาจมีชื่อเรียกอื่น ๆ เช่น Skimmed milk yoghurt หรือ Non-fat yoghurt
- (2) โยเกิร์ตประเภทไขมันต่ำ (Low fat/Half fat yoghurt) โดยทั่วไปกำหนดให้มีปริมาณไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 0.5 – 2 เช่น Semi-skimmed yoghurt
- (3) โยเกิร์ตประเภทไขมันปกติ (Yoghurt) หรืออาจเรียกว่า Whole milk yoghurt หรือ Full fat yoghurt จะมีการกำหนดปริมาณไขมันตามกฎหมายของแต่ละประเทศ เช่น มากกว่าร้อยละ 2.0 หรือ มากกว่าร้อยละ 3.0 เป็นต้น หรือ อาจจะไม่กำหนดเลยก็ได้ เช่น ในสหราชอาณาจักร เป็นต้น
- (4) โยเกิร์ตประเภทไขมันสูง (High fat yoghurt) โยเกิร์ตประเภทนี้จะมีปริมาณไขมันสูงประเทศส่วนใหญ่ไม่ได้กำหนดปริมาณไขมัน ยกเว้นประเทศเยอรมันซึ่งกำหนดให้โยเกิร์ตประเภทนี้มีปริมาณไขมันสูงกว่าร้อยละ 10 และอาจมีชื่อเรียกอื่น ๆ เช่น Cream yoghurt เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 การจำแนกประเภทของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน (ปราณี และ สมพิศ, 2541)

ประเภท	สหราชอาณาจักร	เยอรมัน	สหรัฐอเมริกา	ออสเตรเลีย
ประเภทไขมันต่ำมาก	< 0.5% ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	< 0.3 %	< 0.5 % (ไม่รวมผลไม้)	0.2%
ประเภทไขมันต่ำ	ระหว่าง 0.5-2 % ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	ระหว่าง 1.5-1.8 %	ระหว่าง 0.5-2 % (ไม่รวมผลไม้)	ระหว่าง 0.7-1.3 %
ประเภทไขมันปกติ	ไม่กำหนด	≥ 3.5 %	> 3.25 % (ไม่รวมผลไม้)	≥ 2.0 %
ประเภทไขมันสูง	ไม่กำหนด	≥ 10 %	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด

ที่มา : Dairy Trade Federation Code of Practice, 1983;

Lebensmittelrecht, Walter Zipfel Vetleg, C.H. Beek, Munchen;

FDA, HHS, ZICFR, ch1 (4-1-86 Edition);

Australian National Health and Medical Research Council Food Standard Code, 1986.

## 2.2.2. ลักษณะการคงตัวของผลิตภัณฑ์

สามารถแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามลักษณะการคงตัวของผลิตภัณฑ์ได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

### 2.2.2.1. โยเกิร์ตชนิดกึ่งแข็งกึ่งเหลว

มีลักษณะคล้ายครีมข้น กึ่งแข็งกึ่งเหลว ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามกรรมวิธีการผลิต (Method of production) คือ Set yoghurt และ Stirred yoghurt โดยขึ้นกับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (Coagulum)

(1) Set yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตได้จากการหมักที่เกิดขึ้นในภาชนะบรรจุที่จะจัดจำหน่าย โดยบรรจุนมและเชื้อจุลินทรีย์ลงในภาชนะบรรจุและปมให้ปฏิริยาการหมักเกิดขึ้นโดยไม่มีการคนแต่อย่างใด ลักษณะของ coagulum ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว

(2) Stirred yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผลิตโดยให้มีปฏิริยาการหมักเกิดขึ้นในถังหมักแล้วจึงแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะที่จะจัดจำหน่าย ดังนั้นลักษณะของ coagulum ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแตกออกจากกันก่อนกระบวนการทำให้เย็นและการบรรจุ

### 2.2.2.2. โยเกิร์ตพร้อมดื่มหรือนมเปรี้ยว (Drinking yoghurt)

จัดเป็นผลิตภัณฑ์ stirred yoghurt ที่มีความหนืดต่ำ คือมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 11% หรือน้อยกว่า (Robinson and Tamime, 1999) ได้จากการนำโยเกิร์ตที่ปมจนได้ปริมาณกรดตามต้องการมาผสมกับน้ำผลไม้หรือน้ำเชื่อมในอัตราส่วนเท่าๆกัน แล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยผ่านการโฮโมจีไนเซชัน (Homogenization) สำหรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งต่ำกว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มทั่วไปอาจจัดอยู่ในกลุ่ม Diluted yoghurt drinks (Tamime, 2002) โยเกิร์ตพร้อมดื่มสามารถถูกจำแนกได้เป็น 3 ประเภทตามอายุการเก็บรักษา คือ

(1) อายุการเก็บรักษาสั้น (Short shelf life)

เป็นนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อใดๆ หลังจากกระบวนการหมัก ผู้บริโภคจึงได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่ อย่างไรก็ตามนมเปรี้ยวประเภทนี้มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น สามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้ประมาณ 2 – 3 สัปดาห์

(2) อายุการเก็บรักษาปานกลาง (Medium shelf life)

หลังจากการผสมโยเกิร์ตกับน้ำตาลไม้หรือน้ำเชื่อมและผ่านการโฮมจิไนซ์แล้ว นมเปรี้ยวที่ได้จะผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์เพื่อเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมาในผลิตภัณฑ์แล้วจึงบรรจุขวด ดังนั้นผู้บริโภคจึงไม่ได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เนื่องจากเชื้อจะถูกทำลายด้วยความร้อนในระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์ นมเปรี้ยวประเภทนี้จึงสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้หลายสัปดาห์หรือนานกว่า 1 เดือน

(3) อายุการเก็บรักษานาน (Long shelf life)

เป็นนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยระบบยูเอชที (UHT) ซึ่งใช้ความร้อนสูงจึงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด ดังนั้นผู้บริโภคจึงไม่ได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต นมเปรี้ยวประเภทนี้มีอายุการเก็บรักษาได้หลายเดือน (ไม่น้อยกว่า 6 เดือน) ที่อุณหภูมิห้อง

### 2.2.3. กลิ่นรส

สามารถแบ่งประเภทของโยเกิร์ตตามการเติมกลิ่นรส ดังนี้

(1) Natural/Plain yoghurt

เป็นโยเกิร์ตธรรมชาติ ที่มีรสเปรี้ยวแหลม ไม่มีการเติมแต่งกลิ่นรสใดๆ

(2) Fruit yoghurt

ได้จากการเติมน้ำผลไม้และน้ำตาลลงใน Natural yoghurt โดยอาจบรรจุผลไม้ไว้ที่ก้นภาชนะบรรจุ หรือให้ผลไม้กระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ตก็ได้

(3) Flavoured yoghurt

เป็นโยเกิร์ตที่มีการเติมแต่งสี กลิ่นรสผลไม้ และน้ำตาล

#### 2.2.4. กระบวนการหลังการหมัก (Post-incubation processing)

หลังจากกระบวนการหมัก โยเกิร์ตที่ได้อาจผ่านกระบวนการต่างๆ ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่แตกต่างกัน เช่น

- (1) Frozen yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการแช่แข็ง
- (2) Carbonated yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการอัดก๊าซ
- (3) Dried or instant yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการทำแห้งเป็นต้น

#### 2.3. จุลินทรีย์โยเกิร์ต (Vedamuthu, 1991 Part II)

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตต้องสามารถหมัก (ferment) น้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติกได้ เรียกว่า แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) อีกทั้งยังต้องสามารถสังเคราะห์สารระเหยที่ให้กลิ่นรสเฉพาะตัวและเนื้อสัมผัสที่ดีแก่โยเกิร์ตและปลอดภัยต่อการบริโภคด้วย ลักษณะทั่วไปของแบคทีเรียแลคติกคือ ย้อมติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างกลม (cocci) แท่ง (rod) หรือกิ่งแท่งกิ่งกลม (short rod) ส่วนใหญ่ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนไซม์ catalase และ oxidase

แบคทีเรียแลคติกที่นิยมใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยใช้เป็นหัวเชื้อผสม (Mixed culture) ในอัตราส่วน 1:1 แบคทีเรียแลคติกทั้งสองนี้จะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากัน (Symbiosis) โดยทำกิจกรรมร่วมกันในการหมักน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลคติกซึ่งทำให้นมมี pH เปลี่ยนจากประมาณ 6.5 – 6.7 เป็น pH ต่ำกว่า 4.6 ซึ่งใกล้เคียงกับค่า Isoelectric point (pI) ของโปรตีนเคซีนในนม ทำให้โปรตีนเคซีนสูญเสียสภาพ (denatured) และจับตัวตกตะกอนเกิดเป็นลิ่ม (curd) ที่มีความคงตัว มีกลิ่นรสเฉพาะตัวรวมทั้งให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตด้วย

ในระหว่างกระบวนการหมัก *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* จะช่วยกระตุ้นการเจริญซึ่งกันและกัน โดยเริ่มแรกแบคทีเรีย *L. bulgaricus* จะสร้างเอนไซม์ย่อยโปรตีนนมให้เป็นกรดอะมิโน เช่น histidine glycine และ valine ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญของ *S. thermophilus* ในขณะเดียวกัน *S. thermophilus* จะเจริญและสร้างกรดฟอร์มิกและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลให้ pH ของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0-5.5 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของ *L. bulgaricus* ต่อไป โดยจะเจริญและสร้างกรดแลคติกเป็นผลให้ pH ของนมลดต่ำลงอีกจนเกิดเป็นเคิร์ดที่คงตัวซึ่งมีค่า pH ประมาณ 4.1-4.2 นอก

จากนี้การเจริญของ *S. thermophilus* ยังช่วยกำจัดออกซิเจนในนมซึ่งหากมีเหลืออยู่อาจก่อให้เกิด hydrogen peroxide ได้

กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตเกิดจากการสร้างสารประกอบ acetaldehyde ของ *L. bulgaricus* เป็นหลัก ส่วน *S. thermophilus* จะสร้างสารประกอบ diacetyl และสารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของครีมเนย (creamy/buttery flavour) ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้แบคทีเรียแลคติกทั้งสองยังสร้างสารอื่นๆ ที่มีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ต ได้แก่ acetone และ volatile acids เช่น butyric acid และ acetic acid เป็นต้น

นอกจาก *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* แล้วยังมีแบคทีเรียแลคติกอื่นๆ ที่อาจนำมาใช้ในการผลิตโยเกิร์ตได้ แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากแบคทีเรียแลคติกเหล่านี้อาจสร้างกรดและสารประกอบอื่นๆ ที่ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่เป็นที่ต้องการในโยเกิร์ต จึงต้องมีการคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อที่จะนำมาใช้เพื่อให้ได้กลิ่นรสและลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ดีที่สุด

คุณภาพของสายพันธุ์แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตมีความสำคัญมาก ในทางปฏิบัติอาจใช้โยเกิร์ตชนิด Natural/Plain yoghurt เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นได้หากเชื้อที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตนั้นเป็นเชื้อที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว โดยจะต้องมีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีชีวิตอยู่ในปริมาณสูง และควรใช้โยเกิร์ตที่ผลิตใหม่ๆ เนื่องจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตจะมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ในขณะที่การปนเปื้อนของยีสต์และราจะมีแนวโน้มสูงขึ้น (Con et al., 1996) ดังนั้นจึงอาจต้องใช้ในปริมาณที่สูงกว่าการใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์ นอกจากนี้การเติมน้ำตาลเพื่อเพิ่มความหวานในโยเกิร์ตจะทำให้เซลล์เกิดแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) และเป็นผลให้ความสามารถในการเจริญและดำเนินกิจกรรมของเชื้อลดลง

การต่อเชื้อ (sub-culture) บ่อยๆ ซึ่งนิยมทำกันในการผลิตระดับเล็กเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงเนื่องจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาเชื้อที่ไม่เหมาะสม เช่น ในตู้เย็นหรือแม้แต่การแช่แข็งแบบปกติ (-18 ถึง -20°C) อาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียของเชื้อตั้งต้นได้ ปัจจุบันได้มีการผลิตเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตเข้มข้นแบบ lyophilised ทำให้สะดวกทั้งในด้านการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเก็บหรือขนส่งที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (-40 ถึง -80°C) อีกทั้งเชื้อจะมีความคงตัวสูง ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย และมีกิจกรรมสูงเมื่อทำให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญอีกครั้ง

ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตอยู่มีแนวโน้มเป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกบางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์และช่วยในระบบการย่อยอาหารทำให้มีสุขภาพดี เรียกจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า โปรไบโอติก (Alander et al., 1999) ตัวอย่างเช่น

*Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium bifidum* ซึ่งใช้ในการผลิตนมหมักที่เรียกว่า Acidophilus milk และผลิตภัณฑ์นมหมักที่คล้ายโยเกิร์ต (Yoghurt-like products)

2.4. โภชนาการและโภชนบำบัดของโยเกิร์ต (Deeth and Tamime, 1981; Walstra และคณะ, 1999; วิเชียร, 2542)

#### 2.4.1. องค์ประกอบ/ปริมาณสารอาหาร

(1) ปริมาณน้ำตาลแลคโตส (lactose content)

โดยทั่วไปในโยเกิร์ตมีสัดส่วนของน้ำตาลแลคโตสน้อยกว่าในนมสด ประมาณ 40% เนื่องจากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์โยเกิร์ตซึ่งย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสเป็นกลูโคสและกาแลคโตส แต่จุลินทรีย์โยเกิร์ตส่วนใหญ่จะใช้กลูโคสในการเจริญเท่านั้น

(2) ปริมาณวิตามิน (vitamin content)

สัดส่วนของวิตามินในโยเกิร์ตมักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในนมสด เนื่องจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตต้องการวิตามินในการเจริญ โดยเฉพาะวิตามินบี อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์โยเกิร์ตก็สามารถสร้างวิตามินอื่นๆ และกรดโฟลิกได้ นอกจากนี้พบว่า ปริมาณของวิตามินอาจลดลงในระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างขั้นตอนการให้ความร้อนแก่นมก่อนกระบวนการหมัก (Pretreatment of milk) พบว่ามีผลทำให้ปริมาณวิตามินบี1 บี12 วิตามินซี และกรดโฟลิกลดลง

(3) การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ที่เป็นผลมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์โยเกิร์ตพบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในนมสดอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับนมสดพบว่าโยเกิร์ตมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเนื่องจากในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตต้องทำการปรับปริมาณของแข็งในนมให้สูงขึ้น นอกจากนี้พบว่าผลที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์โยเกิร์ตทำให้โยเกิร์ตมีปริมาณกรดอะมิโนอิสระมากกว่าในนมสดอีกด้วย

(4) องค์ประกอบในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตอาจแตกต่างกันไปตามขั้นตอนและกระบวนการผลิตที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการปรับมาตรฐานนม การเติมหางนมผง การเติมผลไม้ เป็นต้น

## 2.4.2. ด้านโภชนาการ

### (1) พลังงาน (Edible energy)

กระบวนการหมักนมไม่มีผลทำให้ค่าพลังงานของนมเปลี่ยนแปลงมากนัก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกทำให้ค่าพลังงานของโยเกิร์ตต่ำกว่านมสดเล็กน้อย นอกจากนี้ค่าพลังงานจากไขมันยังขึ้นอยู่กับประเภทของโยเกิร์ตว่าผลิตจากนมสด นมพร่องมันเนย หรือนมไขมันต่ำ

### (2) ความสามารถในการย่อย (Digestibility)

- โปรตีนและไขมันส่วนใหญ่ในโยเกิร์ตจะถูกย่อยแล้วบางส่วน (predigestion) โดยเอนไซม์ที่สร้างโดยแบคทีเรียแลคติก ดังนั้นเมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นกรดสูงในกระเพาะอาหารจึงเกิดเป็นตะกอนโปรตีนที่มีขนาดเล็กมากทำให้ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย
- น้ำตาลแลคโตส เนื่องจากปริมาณน้ำตาลแลคโตสในโยเกิร์ตมีน้อยกว่าในนมสดดังกล่าวข้างต้น โยเกิร์ตจึงเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้แพ้นมหรือร่างกายขาดเอนไซม์แลคเตสที่จะย่อยน้ำตาลแลคโตสในนม (lactose intolerance) ซึ่งเมื่อบริโภคนมแล้วทำให้เกิดอาการท้องเสีย การบริโภคโยเกิร์ตจะทำให้ร่างกายมีกิจกรรมการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสโดยเอนไซม์แลคเตสจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่ รวมทั้งทำให้เกิดการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์แลคเตสในลำไส้เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากลักษณะที่เป็นลิ้มของโยเกิร์ตทำให้การกระจายตัวของแลคโตสเข้าสู่ผนังลำไส้ได้อย่างช้าๆ จึงมีโอกาสสัมผัสกับเอนไซม์แลคเตสได้นานขึ้นและเป็นผลให้ร่างกายย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสได้ดีขึ้น

### (3) การปรับระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH adjustment)

การบริโภคโยเกิร์ตเป็นผลให้สถานะความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะอาหารสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยและยังคงสถานะความเป็นกรดอยู่ จึงช่วยลดความเสี่ยงต่อการอยู่รอดของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen)

### (4) กิจกรรมยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น (Antimicrobial action)

จากงานวิจัยในห้องทดลองพบว่าแบคทีเรียแลคติกสามารถสร้างสารประกอบอื่นนอกเหนือจากกรดอินทรีย์ ที่มีสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่นได้ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค

(5) การดูดซึมเกลือแร่ (Absorption of minerals)

เนื่องจากโยเกิร์ตมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่านมสดจึงเป็นผลให้เกลือแร่ต่างๆ สามารถละลายได้ดีกว่าในนมสด ซึ่งเชื่อว่าการบริโภคโยเกิร์ตอาจเป็นผลให้การดูดซึมเกลือแร่ของร่างกายเกิดขึ้นได้ดีกว่าการบริโภคนมสด อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาว่า การดูดซึมของแร่ธาตุบางชนิด เช่น แมกนีเซียมและสังกะสี จะดีขึ้นในสภาวะที่มีน้ำตาลแลคโตสอยู่ด้วย แต่พบว่าการดูดซึมของธาตุฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อให้สัตว์ทดลองบริโภคโยเกิร์ตพร้อมด้วย นอกจากนี้พบว่าแคลเซียมในโยเกิร์ตสามารถถูกดูดซึมไปใช้ได้ดีกว่าในรูปอื่น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณกรดแลคติกในกระเพาะอาหารจะช่วยให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมได้ดีขึ้น

2.4.3. ด้านโภชนาบำบัด (IDF, 1988a; Nakasawa and Hosono, 1992; Wood, 1992)

(1) ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ (Balance of Intestinal flora)

การบริโภคโยเกิร์ตที่มีจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีชีวิตอยู่นั้นเชื่อว่ามีผลดีต่อการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีประโยชน์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* *Latobacillus salivarius* และ *Bifidobacterium bifudum* ซึ่งจะช่วยต้านทานการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค อย่างไรก็ตามพบว่าจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตทั่วไปสามารถรอดชีวิตจากสภาวะในระบบทางเดินอาหารได้แต่ไม่สามารถเกาะกลุ่มอยู่ในลำไส้ใหญ่ได้

(2) ลดระดับโคเลสเตอรอล (Reduced cholesterol level)

ได้มีงานวิจัยกับสัตว์ทดลองพบว่า การบริโภคโยเกิร์ตมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ เนื่องจากจุลินทรีย์โยเกิร์ต *Lactobacillus* สามารถสร้างสาร hydroxy methylglutarate ซึ่งมีสมบัติยับยั้งการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลได้ (วิเชียร, 2542) นอกจากนี้การบริโภคโยเกิร์ตยังมีผลทำให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเพิ่มขึ้นจึงอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งในลำไส้ได้ ได้มีรายงานว่าสารประกอบที่แยกได้จากโยเกิร์ตที่ไม่ใช่กรดแลคติกมีผลยับยั้งการเจริญของมะเร็ง

ในระยะเริ่มต้น (Ayebo et al., 1981; Reddy et al., 1983 อ้างโดย วิเชียร, 2542)

## 2.5. กระบวนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Robinson and Tamime, 1999)

โยเกิร์ตพร้อมดื่มหรือนมเปรี้ยวจัดเป็น stirred yoghurt ประเภทหนึ่งที่มีความหนืดต่ำ ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11% หรือน้อยกว่า เตรียมได้จากการผสมโยเกิร์ตกับน้ำเชื่อมในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน อาจมีการปรุงแต่งกลิ่นรสโดยการเติมน้ำผลไม้ (fruit juice) หรือ สารแต่งกลิ่นรสลงไป ลักษณะของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ดีต้องมีเนื้อเนียน (smooth) มีความมันเงา (silky body) และเนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้ายนมผสมไอศกรีม (milk shake) การที่จะทำได้โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีลักษณะที่ดีตามต้องการนั้นนอกจากจะขึ้นกับคุณภาพที่ดีของโยเกิร์ตแล้วจะต้องมีการเลือกใช้สารให้ความคงตัว (stabilizer) ที่เหมาะสมด้วย ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มโดยทั่วไป มีดังนี้

### 2.5.1. การเตรียมวัตถุดิบ

คุณภาพของนมที่ใช้สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของโยเกิร์ตที่ผลิตได้ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้คุณภาพของโยเกิร์ตที่ได้ต่างกันด้วย โดยทั่วไปน้ำนมจะปริมาณของแข็งไม่รวมไขมัน (Solids Not Fat หรือ SNF) ประมาณร้อยละ 9-10 ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นโยเกิร์ตจะได้เคิร์ดที่มีลักษณะอ่อนเหลว ไม่คงตัว และอาจเกิดการแยกตัวของน้ำหางนมหรือเวย์ (Wheying off) กล่าวคือ ส่วนที่เป็นน้ำใสแยกออกจากส่วนที่เป็นลิม ซึ่ง เป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต ดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ตจึงต้องมีการเติมนมผงขาดมันเนยลงในน้ำนมเพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งคือ โปรตีนซึ่งจะมีผลต่อความคงตัวของโยเกิร์ต ในขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับมาตรฐานองค์ประกอบของน้ำนมที่จะใช้ผลิตโยเกิร์ตโดยขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ และปรับปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ในน้ำนมให้ได้ประมาณ 15-18 เปอร์เซ็นต์ โดยการเติมนมผงขาดมันเนยหรือหางนมผง หรืออาจใช้วิธีการระเหยเอาน้ำออกก็ได้

### 2.5.2. การให้ความร้อนแก่นม (Heat treatment of milk/High pasteurisation)

ขั้นตอนการให้ความร้อนแก่นมก่อนการหมักนอกจากจะเป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในนมและวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์หลักอีกประการหนึ่งคือ

ความร้อนจะทำให้เวย์โปรตีนหรือเซรัมโปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติและตกตะกอนพร้อมกับเคซีนในขั้นตอนการหมักนมซึ่งเป็นผลให้เคิร์ดของโยเกิร์ตที่ได้แข็งขึ้น มีเนื้อเนียนและอุ้มน้ำได้ดีขึ้น โดยทั่วไปการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมของนํ้านมจะใช้อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรเซชัน (85 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 5-10 นาที) หรืออาจใช้อุณหภูมิระดับบูเอชท์ (133 องศาเซลเซียส นาน 1 วินาที) โดยใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate Heat exchanger)

### 2.5.3. การทำให้เย็น

หลังจากขั้นตอนการให้ความร้อนแล้ว ต้องทำส่วนผสมนมให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมพร้อมในการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

### 2.5.4. การเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

วิธีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับรูปแบบของเชื้อที่ใช้ ปกติจะเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ทั้งสองแยกกันในอาหารเลี้ยงเชื้อให้ได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์แล้วจึงนำมาผสมกันให้มีอัตราส่วนของจำนวนเชื้อทั้งสองเท่ากับ 1:1 ก่อนเติมลงในถังหมัก โดยใช้หัวเชื้อผสมประมาณร้อยละ 2-5 ของปริมาณนม ถ้าเป็นเชื้อบริสุทธิ์ผสมแบบพร้อมใช้ (Ready to use) ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบ lyophilised จะต้องคนหรือผสมเชื้อในนํ้านมอุ่นๆ เพื่อช่วยการกระจายตัวของเชื้อก่อนเติมลงในถังหมัก

### 2.5.5. การหมักนม

การหมักนมจะทำที่อุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4-6 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้เคิร์ดของโยเกิร์ตที่แข็งแรงและคงตัว ซึ่งมีค่า pH ประมาณ 4.2-4.4

### 2.5.6. การกวนลิม

ขั้นตอนการกวนลิมของโยเกิร์ตให้แตกออกจะทำหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการหมักนม โดยใช้ใบพัดกวนด้วยความเร็วปานกลาง จนได้โยเกิร์ตที่มีความข้นเนียน การกวนลิมอาจทำร่วมกับการลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตลงเล็กน้อย (ประมาณ 15 – 20 องศาเซลเซียส) เพื่อช่วยยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์โยเกิร์ตทำให้สร้างกรดช้าลงและลดปัญหาของการหมักนานเกินไป (over-fermentation) อย่างไรก็ตามการลดอุณหภูมิโยเกิร์ตลงเร็วเกินไปอาจทำให้เกิดการ

แยกของน้ำเวย์เนื่องจากโปรตีนนมหดตัวเร็วเกินไปซึ่งมีผลกระทบต่อสมบัติการคั่งน้ำของโปรตีน

### 2.5.7. การเติมน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้

ผลมโยเกิร์ตกับน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้ในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน กวนส่วนผสมให้เข้ากันดีจนได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียน

ในขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อมจะมีการเติมสารเพิ่มความคงตัว (Stabiliser) ซึ่งเป็นสารพวก hydrocolloid ที่สามารถแขวนลอยในน้ำนมโดยยึดเกาะกับผิวเม็ดไขมันนมด้วยหมู่ hydrophobic และยึดเกาะกับน้ำด้วยหมู่ hydrophilic การยึดเกาะระหว่าง phase นี้ทำให้เกิดการคั่งน้ำและเกิด hydration ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มมีความคงตัวและมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น และโครงสร้างเจลที่เกิดขึ้นยังช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ด้วย สารเพิ่มความคงตัวที่ดีควรมีสมบัติดังนี้ คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ และกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต สารที่นิยมใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ได้แก่ เจลาติน (gelatin) อัลจีเนต (alginate) เพคติน (pectin) แป้ง (starch) วัณ (agar) คาราจีแนน (carrageenan) และ กัม (gum) เป็นต้น (Vedamuthu, 1991 Part IV) นอกจากนี้การเติมสารเพิ่มความคงตัวยังมีผลต่อความมันและรสชาติในปาก ทำให้สามารถใช้ทดแทนไขมันนมเพื่อลดปริมาณแคลอรีโดยไม่ทำให้สูญเสียคุณภาพและลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (Vedamuthu, 1991 Part V) อย่างไรก็ตามสารเพิ่มความคงตัวจะให้ผลดีเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และอาจช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้

### 2.5.8. โฮโมจีไนเซชัน (Homogenisation)

โฮโมจีไนเซชันเป็นขั้นตอนที่ทำให้ไขมันนมมีขนาดเล็กลงเท่าๆกันซึ่งเป็นผลให้อนุภาคของไขมันสามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำนมในสภาพของอิมัลชันที่มีความคงตัวและไม่แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ การโฮโมจีไนเซชันร่วมกับการใช้สารเพิ่มความคงตัวจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ได้มีความเนียนขึ้นและช่วยลดการเกิดการแยกชั้นของน้ำหางนมด้วย

### 2.5.9. การทำให้เย็น หรือการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ

โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ได้จะถูกทำให้เย็นลง (< 5 องศาเซลเซียส) ก่อนการบรรจุ หรืออาจผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและทำให้เย็นก่อนการบรรจุ

#### 2.5.10. การบรรจุ

บรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มลงในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ได้จะถูกนำเข้าสู่ห้องเย็น 2 - 5 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บรักษาก่อนส่งจำหน่าย

### 2.6. คุณภาพและอายุการเก็บรักษาโยเกิร์ต

#### 2.6.1. ความบกพร่องด้านกลิ่นรส

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณภาพด้านกลิ่นรสของโยเกิร์ตที่อาจมีผลต่ออายุการเก็บรักษา คือ ความเปรี้ยวซึ่งมีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นทั้งในระหว่างการขนส่งและรอจำหน่ายที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส (Post acidification) โดยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดสูงเกินไปก่อนถึงมือผู้บริโภค (Walstra et al., 1999) ซึ่งมักขึ้นกับสายพันธุ์ของจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ใช้ วิธีการควบคุมการเกิด post acidification อาจทำได้โดย การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิประมาณ 2 องศาเซลเซียส การเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำให้เย็น (cooling) และเพิ่มอัตราเร็วในการบรรจุ การลดอัตราส่วนของแบคทีเรีย *Lactobacilli* หรืออาจเลือกใช้แบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ที่ไม่สามารถสร้างกรดที่สภาวะ pH 4.4 - 4.6 เป็นต้น (Tamime, 2002)

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตอาจมีกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา เช่น รสขมที่เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) ที่มากเกินไปของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่และสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิตู้เย็น (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อที่ใช้) นอกจากนี้ความบกพร่องด้านกลิ่นรสของโยเกิร์ตอาจเกิดจากคุณภาพของนมและวัตถุดิบที่ใช้ผลิตโยเกิร์ต เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ไม่บริสุทธิ์หรือมีสัดส่วนไม่เหมาะสม รวมทั้งกลิ่นรสที่ไม่ดี (off-flavours) ที่เกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์พวกยีสต์และรา ปริมาณยีสต์และราประมาณ  $10^4$  cfu/ml ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีแก่ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตได้แก่กลิ่นยีสต์ รสขมและบางครั้งอาจก่อให้เกิดกลิ่นหืนได้ (Walstra et al., 1999)

#### 2.6.2. มาตรฐานของโยเกิร์ต

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 99 (พ.ศ. 2529) ได้ให้ความหมายของโยเกิร์ตหรือนมเปรี้ยว (Cultured milk) ไว้ว่าหมายถึง นมหรือผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากนมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรือไม่ทำให้เกิดพิษ อาจเติมวัตถุอื่นที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิต หรือ ปรุงแต่งสี กลิ่น รส ด้วยก็ได้

สำหรับนมเปรี้ยวที่ใช้จุลินทรีย์ในกรรมวิธีการหมักและยังมีชีวิตหลงเหลืออยู่ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียสและระยะเวลาจำหน่ายต้องไม่เกิน 7 วันนับตั้งแต่วันที่บรรจุ

ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานดังนี้ คือ

- 1) มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก
- 2) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.1 กรัม
- 3) ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
- 4) ไม่มีวัตถุกันเสีย
- 5) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- 6) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

### 2.6.3. คุณภาพทางจุลินทรีย์ของโยเกิร์ต

#### 2.6.3.1. การเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ปนเปื้อน (Vedamuthu, 1991 part VI)

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับคุณภาพทางจุลินทรีย์ซึ่งมักสัมพันธ์โดยตรงกับคุณสมบัติของกระบวนการผลิต โดยทั่วไปโยเกิร์ตมักมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 3-4 สัปดาห์ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจะแตกต่างจากจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ เนื่องจากโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดค่อนข้างสูง (High acid food) และมี pH ค่อนข้างต่ำ คือประมาณ 3.8 – 4.2 (Adams and Moss, 1995) จึงมีสมบัติเป็น preservative ในตัวเองซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ (Gram-negative psychrotrophic) ได้

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดปัญหาในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจึงมักเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง ซึ่งก็คือ ยีสต์และรา การเสื่อมเสียสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วแม้ว่าจะมีการปนเปื้อนของยีสต์และราเริ่มต้นเพียงจำนวนเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมีทั้งน้ำตาลซูโครสและแลคโตสซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ดี เชื้อราสามารถทนกรดได้ดีกว่ายีสต์และแบคทีเรียและยังสามารถใช้กรดแลคติกเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในการเจริญได้ นอกจากนี้ยีสต์และรายังจัดเป็นพวก psychrotrophic จึงสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำด้วย

การปนเปื้อนของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตส่วนใหญ่มักเกิดจาก การปนเปื้อนมากับหัวเชื้อเริ่มต้น (Starter) การปนเปื้อนในขั้นตอนการบรรจุจากเครื่องบรรจุโยเกิร์ต

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาชนะบรรจุและฝาปิดที่ไม่สะอาด รวมทั้งอาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ เช่น น้ำเชื่อม น้ำผึ้ง และผลไม้ นอกจากนี้อาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่ไม่ดีของโรงงานผลิต เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโดยการตรวจนับจำนวนยีสต์/รา จึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขภาพของกระบวนการผลิตได้ดีนอกเหนือจากการตรวจนับจำนวนโคลีฟอร์มแบคทีเรีย

การเสื่อมเสียที่เกิดจากเชื้อราสามารถสังเกตได้โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต เนื่องจากราสามารถใช้กรดแลคติกในการเจริญเป็นผลให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ค่อยๆ สูงขึ้นจนกระทั่งเข้าใกล้ pH ที่เป็นกลาง และมีความเป็นกรดลดลงจนทำให้แบคทีเรียอื่นที่อาจปนเปื้อนอยู่เจริญได้ โดยเฉพาะพวก psychrotropic Gram-negative rods และ *Bacillus* ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยโปรตีนและไขมัน เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว การเสื่อมเสียจากรามักสังเกตเห็นเฉพาะบริเวณผิวหน้าของโยเกิร์ตและที่บริเวณด้านในของฝาปิดภาชนะบรรจุ เนื่องจากราจำเป็นต้องใช้อากาศในการเจริญ การเสื่อมเสียจากราอาจเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเปลี่ยนไปตามสีของเชื้อรา มีกลิ่นเหม็นและมีรสขม ซึ่งเป็นผลมาจากเอนไซม์ที่เชื้อราสร้างขึ้นดังกล่าวข้างต้น

โดยทั่วไปการเสื่อมเสียที่เป็นผลจากการเจริญของยีสต์สามารถสังเกตได้จากกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะกลิ่นยีสต์และแอลกอฮอล์ รวมถึงการเกิดฟอง (frothing) จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ยีสต์สร้างขึ้นซึ่งถ้ามีปริมาณมากอาจทำให้เกิดการแยกตัวของเคิร์ดได้ ยีสต์ที่มักพบปนเปื้อน คือ *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ใช้น้ำตาลแลคโตสในการเจริญ โดยมักพบปนเปื้อนอยู่ตามพื้นผิวปฏิบัติงานในโรงงานผลิต ส่วนยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* มักพบปนเปื้อนมากับผลไม้เชื่อมหรือแยมที่ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์ การเสื่อมเสียที่เกิดจากกิจกรรมของยีสต์ในปริมาณมากจะสามารถสังเกตได้จากปรากฏการณ์ "Doming" กล่าวคือ เป็นลักษณะการโป่งพองของฝาอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้ปิดปากถ้วยหรือขวดบรรจุผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซึ่งเป็นผลมาจากก๊าซที่ยีสต์สร้างขึ้น และได้มีการเสนอว่าโยเกิร์ตที่วางขายไม่ควรมีปริมาณยีสต์ปนเปื้อนมากกว่า 100 cfu/ml และไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีปริมาณยีสต์ปนเปื้อนมากกว่า 1000 cfu/ml (Davis et al., 1971 อ้างโดย Robinson and Tamime, 1999)

นอกจากนี้ได้มีการเสนอมาตรฐานของปริมาณยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ตดังนี้ (Barnes et al., 1979 อ้างโดย Robinson and Tamime, 1999)

เป้าหมาย	< 10	cfu/g
ยอมรับได้	10 – 50	cfu/g
ยอมรับได้แต่ต้องมีการปรับปรุง	50 – 100	cfu/g
ไม่ยอมรับ	> 100	cfu/g

โดยทั่วไปในทางปฏิบัติพบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมักมีการปนเปื้อนของยีสต์และราในปริมาณ 500–1000 cells/ml ซึ่งสูงเกินกว่ามาตรฐาน จากการสำรวจพบว่า 80% ของตัวอย่างโยเกิร์ตที่สุ่มในวันแรกของการเก็บรักษามีการปนเปื้อนของยีสต์และราเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด คือน้อยกว่า 10 cfu/g และเมื่ออายุการเก็บรักษานาน 12-14 วัน พบว่ามีมากกว่า 50% ของตัวอย่างโยเกิร์ตที่มีปริมาณการปนเปื้อนของยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ นอกเหนือจากความแตกต่างในแง่ของโรงงานและประเทศที่ผลิตโยเกิร์ต (site of manufacture) ยังพบว่าปริมาณยีสต์และราที่พบปนเปื้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ที่ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตและระยะเวลาการเก็บรักษา (Tamime et al., 1987 อ้างโดย Robinson and Tamime, 1999)

### 2.6.3.2. ปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิต

เนื่องจากปริมาณของแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตมีแนวโน้มสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพของผู้บริโภค (Birolo et al., 2000) กล่าวคือ โยเกิร์ตที่มีแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตสามารถเสริมประโยชน์ด้านโภชนาบำบัดแก่ผู้บริโภคหากได้รับในปริมาณที่มากพอ ดังนั้นในหลายประเทศจึงกำหนดมาตรฐานของปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในระหว่างอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซึ่งแตกต่างกันไปดังนี้

ฝรั่งเศสและสเปน	> $5 \times 10^8$	cfu/ml
สวิสเซอร์แลนด์และอิตาลี	> $10^6$	cfu/ml
ญี่ปุ่นและอาร์เจนตินา	> $10^7$	cfu/g
โปรตุเกส	> $10^8$	cfu/g

## 2.7. สมุนไพร

### 2.7.1. ตะไคร้ (สุพจน์, 2543; [www.Samunpri.com](http://www.Samunpri.com) , 2543)

ตะไคร้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนชื้นแถบหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ประเทศไทยมีการปลูกตะไคร้มานานนับร้อยๆ ปี จนกลายเป็นพืชพื้นบ้านของไทย (เมฆ, 2543) พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยคือ West Indian Lemongrass และพบว่าปลูกมากในจังหวัดกำแพงเพชร นครราชสีมา และสมุทรปราการ

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Cymbopogon citratus</i>
ชื่อวงศ์	Gramineae
ชื่ออังกฤษ	Lapine, Lemon grass
ชื่อท้องถิ่น	คาหอม, ไคร, จะไคร, เข็ดเกรย, หัวสิงโค, เหลอะเกรย

#### คุณสมบัติ

##### (1) ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้

น้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ คือ menthol cineole, camphor , linalool จึงลดอาการแน่นจุกเสียด

##### (2) ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

ตะไคร้มีสารประกอบหลักที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย คือ citral ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 65-85 นอกจากนี้ยังมีสาร citronellol, geraneol และ cineole สารเหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rizopus* เป็นต้น โดยพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของราได้ดีกว่าแบคทีเรียและยีสต์ (บัญญัติ, 2518) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสาร citral สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* ได้ดีตามลำดับ และสารสกัดจากตะไคร้ด้วย n-peptane สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *E. coli*, *Pseudomonas aertuginosa*, *Klebsiella pneumoniae* ได้ (บุษกร, 2538)

##### (3) สารสำคัญในการออกฤทธิ์ขับลม

สารเคมีในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ ช่วยขับลมจึงลดอาการแน่นจุกเสียด และมี menthol, camphor และ linalool ช่วยขับลม

(4) การทดสอบความเป็นพิษ

- เมื่อให้หนูกินน้ำยาขงตะไคร้เป็นเวลา 2 เดือน ในขนาดมากกว่าคน 20 เท่า ไม่พบอันตราย
- ให้คนใช้กินยาขงจากตะไคร้ครั้งเดียวหรือทุกวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเคมีในเลือด ปลอดภัยต่อตับและไต

(5) มีรายงานจากการวิจัยตะไคร้ที่ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่พบว่า สารสกัดจากตะไคร้มีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าใบและรากตะไคร้มีสารที่มีฤทธิ์คล้ายอินซูลิน (ธวัช 2543)

2.7.2. ส้มแขก (ไตรรัตน์, 2541)

เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ทางฝั่งตะวันตกของอินเดียตอนใต้ ในประเทศไทยนิยมใช้ส้มแขกเป็นเครื่องปรุงอาหารให้มีรสเปรี้ยว โดยเฉพาะอาหารพื้นเมืองทางภาคใต้ สารสำคัญจากผลและเปลือกของส้มแขก คือ hydroxycitric acid หรือ HCA

ชื่อวิทยาศาสตร์	Garcinia cambogia
ชื่อวงศ์	Guttiferae
ชื่อท้องถิ่น	ส้มมะวาน ส้มพะงูน

จากผลการวิจัยพบว่า สาร HCA ในส้มแขกสามารถยับยั้งเอนไซม์ ATP citrate lyase ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยน citrate ให้เป็น acetyl CoA ในการสังเคราะห์กรดไขมัน ด้วยเหตุนี้ HCA จึงสามารถลดไขมันซึ่งเป็นส่วนเกินของร่างกายได้ โดยมีคุณสมบัติในการสกัดกั้นการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตหรืออาหารกลุ่มแป้งและน้ำตาลเป็นไขมัน และจากการประเมินผลความปลอดภัยของการใช้พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่ของตับและไต รวมถึงไม่เปลี่ยนแปลงระดับความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือด

สารสกัดจากผลส้มแขกไทยมีความเข้มข้นของ HCA สูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ และเป็นสารที่ละลายน้ำได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ร่างกายสามารถนำ HCA ไปใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และไม่เกิดผลข้างเคียงในระยะยาว สารสกัด HCA ช่วยยับยั้งการสร้างไขมันสะสม และช่วยลดปริมาณการรับประทานอาหารเนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างไขมันและโคเลสเตอรอล

เตอรอลได้จึงทำให้ระดับไกลโคเจนที่ตับมีมากขึ้น จนส่งสัญญาณไปที่สมองส่วนควบคุมความอยากอาหารว่าอิ่มแล้ว และยังช่วยเร่งเผาผลาญไขมันสะสมเดิมให้เป็นพลังงานเมื่อมีการออกกำลังกายควบคู่ไปกับการควบคุมปริมาณอาหาร ส่งผลให้ไขมันที่สะสมตามส่วนต่างๆ ของร่างกายหมดไป โดยที่ไม่เกิดอาการอ่อนเพลีย

#### คุณสมบัติของสารสกัดจากผลส้มแขก

- 1) ลดการสร้างไขมันและเพิ่มการสร้างไกลโคเจนทำให้ลดความอยากอาหาร
- 2) เป็น Cholesterol Lowering Agent โดยเป็นตัวเสริมสร้างไขมันส่วนดี HDL (High Density Lipoprotein)
- 3) ช่วยลดไขมันส่วนไม่ดี LDL (Low Density Lipoprotein) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดในตับ
- 4) ช่วยปรับระดับความดันในเลือด
- 5) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง Antioxidant
- 6) ช่วยป้องกันโรคอ้วนที่เกิดการบริโภคแป้งและน้ำตาลมากเกินไปตามความต้องการ
- 7) ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง
- 8) ช่วยป้องกันความเสื่อมของเซลล์อันเนื่องมาจากสารต้านอนุมูลอิสระ

#### 2.7.3. ชาเขียวใบหม่อน (กรมวิชาการเกษตร, 2541; www.Samunpri.com , 2543)

ชื่อวิทยาศาสตร์ Morus alba. Linn

ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการนวดหรือหมัก เมื่อเด็ดยอดอ่อนมาแล้วจะต้องรีบนำไปอบหรือคั่วทันที ใบชาจึงยังมีสีเขียวและสารต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในใบชายังไม่ถูกทำลายไป ทำให้เชื่อว่า ชาเขียวเป็นชาที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากที่สุด นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่า ชาเขียวมีแร่ธาตุและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายโดยรวมสูงกว่าใบชาอาทิ แคลเซียม เหล็ก โปแตสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม สังกะสี วิตามินเอ วิตามินบี1 และบี2 และ วิตามินซี

กรมวิชาการเกษตรได้ร่วมมือกับภาคเอกชนทำการศึกษาการผลิตชาเขียวใบหม่อนซึ่งพบได้ทั่วไปในประเทศไทย ชาเขียวที่ทำจากใบหม่อน มีรสชาติเฉพาะตัว มีรสฝาดน้อยกว่าชาเขียวที่ทำจากใบชาทั่วไป น้ำชาที่มีสีเขียวอ่อนปนน้ำตาล ชาเขียวใบหม่อนได้ผ่านการตรวจสอบคุณลักษณะที่ต้องการของชาแล้วจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ว่ามีกลิ่น สี รสชาติ และการละลายน้ำร้อนได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใบชา คาเฟอีนในใบหม่อนมีปริมาณน้อยกว่าใบชาถึง 200 เท่า คือพบเพียง 0.01% หรือบางครั้งไม่พบเลยจึงเหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการดื่มชาที่ไม่มีคาเฟอีน

จากการทดลองในประเทศญี่ปุ่น สหรัฐฯ อังกฤษ โรมานี และอินเดีย พบว่าใบหม่อนมีสาร กาบ้า (GABA = gamma amino butyric acid) ที่มีคุณสมบัติในการลดความดันโลหิต และมีสารฟายโตสเตอรอล (Phytosterol) ที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ยังมีสารที่เรียกว่า ดีออกซิโนจิริมัยซิน (Deoxynojirimycin) สารนี้มีผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสัตว์ทดลอง เช่น หนู และกระต่าย ในห้องทดลองปฏิบัติการสารสกัดจากใบหม่อนมีผลยับยั้งสูงต่อการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของสารก่อมะเร็งที่มีต่อเซลล์หนู ถึงแม้จะยังไม่มีการทดลองทางด้านการแพทย์ต่อมนุษย์อย่างจริงจัง แต่ตำราสมุนไพรจีนก็มีการกล่าวถึงการใช้ใบหม่อนต้มดื่มแก้ความดันโลหิตสูง หรือใช้ใบหม่อนคั่วแล้วเติมน้ำเดือด ต้มเป็นประจำเหมือนน้ำชาแก้เหงื่อออกตอนหลับ เป็นต้น

#### ประโยชน์ของชาเขียวใบหม่อน

- 1) ปรับความดันโลหิตให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยสารที่มีฤทธิ์ด้านความดันโลหิตซึ่งเป็นสารพวกฟลาโวนอยด์
- 2) สามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอล
- 3) ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำร้อนและเอทานอลของใบหม่อนแห้งมีฤทธิ์ในการลดน้ำตาลในเลือดของสัตว์ทดลองปกติและสัตว์ทดลองที่เหนียวนำไปเป็นเบาหวาน
- 4) ลดอาการกระดูกผุ
- 5) ลดอัตราเสี่ยงและอันตรายจากมะเร็งในตับ
- 6) ลดการเกิดลิ่มเลือด ซึ่งทำให้เส้นเลือดอุดตัน
- 7) เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตและของเหลวในร่างกาย
- 8) ลดอาการปวดเมื่อย เป็นตะคริว

#### 2.7.4. ขิง (โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร, 2524; ไตรรัตน์, 2541)

เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สายพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยได้แก่ ขิงใหญ่หรือขิงหยวกหรือขิงขาว มีรสไม่เผ็ดจัด เหมาะสำหรับรับประทานเป็นขิงอ่อนหรือขิงดอง และพันธุ์ขิงเล็กหรือขิงเผ็ดซึ่งนิยมใช้ทำยาสมุนไพรและทำขิงแห้ง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zingiber officinale* Roscoe.

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

ชื่ออังกฤษ Ginger

ชื่อท้องถิ่น ขิงแกลง, ขิงแดง, ขิงเผือก

ในเหง้าขิงสดมีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.25-3.0 ซึ่งประกอบด้วย zingiberol, zingiberene, phellandrene, camphene, citral, linalool, methylheptenone, nonyl aldehyde และ borneol เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสาร gingerol ซึ่งย่อยแล้วได้สารที่มีรสเผ็ด เรียกว่า shogaol และผลึกสารที่มีรสเผ็ด เรียกว่า zingerone และ zingiberone

#### คุณสมบัติ

- 1) ฤทธิ์ในการยับยั้งอาการคลื่นไส้อาเจียน
- 2) ฤทธิ์ขับลม

ขิงสามารถลดอาการจุกเสียดได้ดี เนื่องจากมีน้ำมันหอมระเหยซึ่งช่วยขับลม สารที่ออกฤทธิ์คือ menthol cineole shogaol และ gingerol

- 3) ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

สารที่มีความเผ็ดร้อนในขิงที่เรียกว่า shogaol และ zingerone มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ได้มีรายงานว่าน้ำแช่สกัดจากเหง้าขิงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichophyton violaceum* และเชื้อโปรโตซัว *Trichomonas* ได้ นอกจากนี้มีรายงานว่าสารที่ได้จากการสกัดแห้งขิงด้วยแอลกอฮอล์ 50% มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *Salmonella* และ *Shigella* ได้ (อ้อมบุญ, 2537)

4) สารสำคัญในการออกฤทธิ์ขี้บ่น้ำดี

สารซึ่งมีฤทธิ์ขี้บ่น้ำดีได้แก่ borneol fenchone 6-gingerol และ 10-gingerol

5) ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้

น้ำมันหอมระเหยจากรากสามารถลดการบีบตัวของลำไส้เล็ก ส่วนสารสกัดด้วยน้ำของขิง

6) ด้านการเกิดแผลในกระเพาะ

ขิงมีฤทธิ์ด้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหารในหนูทดลองโดยไปลดการหลั่งกรด จากการทดลองให้หนูขาวกิน zingiberine และ 6-gingerol ในขนาด 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าลดการเกิดแผลในกระเพาะอาหารของหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดแผลด้วยกรดร่วมกับ ethanol และพบว่า 6-gingesulfonic acid, ginger glycolipid A, B และ C มีฤทธิ์ด้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร

7) ลดคอเลสเตอรอล

สารสกัดขิงด้วยเอธานอล 50% มีผลลดคอเลสเตอรอล และ LDL โดยพบว่า สารสกัดขิงทำให้มีการขับถ่ายคอเลสเตอรอลทางอุจจาระเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นไปได้ว่า สารสกัดขิงสามารถลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล (จุลสารข้อมูลสมุนไพร, 2540)

2.7.5. ใบเตยหอม

ชื่อวิทยาศาสตร์

*Pandanus amaryllifolius* Roxb.

ชื่อสามัญ

Pandan

วงศ์

Pandanaceae

ชื่ออื่นๆ

ปาแม่ะออริง (มลายู) หวานข้าวไหม้ พังลั้ง (จีน)

ประโยชน์

- 1) แก้ไข้ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ
- 2) ลดระดับน้ำตาลในเลือด
- 3) ขับปัสสาวะ

## 2.7.6. กระเจี๊ยบแดง (สุพจน์, 2543)

เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก นิยมปลูกตามสวนและเป็นพืชส่งออกที่สำคัญ

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Hibiscus sabdariffa</i> Linn.
ชื่อสามัญ	Roselle
วงศ์	Malvaceae
ชื่ออื่นๆ	กระเจี๊ยบ ส้มแก้งเค็ง ส้มปู้

สารสำคัญที่พบในกลีบเลี้ยงและกลีบประดับ คือ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีสีแดง นอกจากนี้ในยอดอ่อนและกลีบเลี้ยงยังประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายชนิดที่ให้รสเปรี้ยว

### ประโยชน์

- 1) ช่วยขับปัสสาวะ รักษาอาการอักเสบของทางเดินปัสสาวะ รักษาโรคนี้่ว
- 2) กรดอินทรีย์ในกลีบเลี้ยงและกลีบประดับ ช่วยขับเสมหะ ลดความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหารประเภทไขมัน ลดไขมันในเลือด แก้กระหายน้ำ ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน และช่วยลดอุณหภูมิในร่างกาย

## 2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชานนท์ (2538) ได้ศึกษาการผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มผสมน้ำผึ้งและรอยัลเยลลี่ พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับนมเปรี้ยวผสมน้ำผึ้งกลิ่นลำไยมากที่สุดและปริมาณรอยัลเยลลี่ที่เหมาะสมที่สุดคือ ร้อยละ 7 และเพคตินร้อยละ 0.1

จงกลนี้ (2540) ได้ศึกษาผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในวุ้นหางจระเข้ต่อการเจริญของแบคทีเรียแลคติกในการผลิตโยเกิร์ต โดยการเติมวุ้นหางจระเข้ในรูปของวุ้นและในรูปของน้ำเชื่อมพบว่าวุ้นหางจระเข้ไม่มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียแลคติก

ปิยรัตน์ (2541) ได้พัฒนาโยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพรสแครอท พบว่าปริมาณหางนมผงที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตเพื่อให้เนื้อสัมผัสที่ดี คือ ร้อยละ 4 และความหวานของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมคือ 25 องศาบริกซ์

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

- (1) นมโคสดพ่องมันเนยพาสเจอร์ไรส์ (ตราโฟร์โมสต์ และโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา)
- (2) หางนมผง
- (3) น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
- (4) ตะไคร้
- (5) ส้มแขก
- (6) ชาเขียวใบหม่อน
- (7) ขิง
- (8) กระจับปแดง
- (9) ใบเตยหอม
- (10) จุลินทรีย์โยเกิร์ต YC-350 (เป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์ผสม *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* จาก บริษัท อีสเอเซียติกส์ จำกัด)
- (11) โยเกิร์ตธรรมชาติ (ตรา ริชเชส)
- (12) เพคติน (ยี่ห้อ Genu Type JMJ จาก บริษัท ฟู้ดแอนด์คอสเมติกส์ จำกัด)

##### 3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

- (1) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (% Acidity)
  - ฟีนอล์ฟทาลีน
  - โซเดียมไฮดรอกไซด์
  - โพแทสเซียมพาทาเลต
- (2) สารเคมีสำหรับใช้ในการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)
  - บัฟเฟอร์ พีเอช 4.0
  - บัฟเฟอร์ พีเอช 7.0

(3) อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- LST broth (Lauryl Sulfate Tryptose broth)
- EC broth (Esherichia Coli broth)
- BGLB (Brilliant Green Lactose Bile Broth)
- MRS agar (Man , Rogasa and Sharpe agar)
- PDA (Potato Dextrose Agar)
- 0.1% Peptone
- 10% Lactic acid

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.3.1 เครื่องมือ

- (1) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (ยี่ห้อ Jouan ผลิต south korea)
- (2) เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave) (ยี่ห้อ Hirayama ผลิต Japan)
- (3) ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (ยี่ห้อ Memmert ผลิต Germany)
- (4) พีเอชมิเตอร์ (pH meter) (ยี่ห้อ inolab ผลิต Germany)
- (5) เครื่องบรรจุขวด (ยี่ห้อ FIPACILGS-500/44 ผลิต Thailand)
- (6) Homogenizer (ยี่ห้อ APV RANNIE 22.51 ผลิต Denmark)
- (7) ถังบ่มและพาสเจอร์ไรส์ (ยี่ห้อ .Kolding Gruppen ผลิต Denmrak)
- (8) เครื่องปั่นผสม (Blender)
- (9) เครื่องบ่มโยเกิร์ต (Yoghurt Automatic Maker)
- (10) เครื่องชั่ง

3.1.3.2 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

- 1) ปีกเกอร์
- 2) หลอดทดลอง
- 3) หลอดดัดก้ำขา
- 4) กระบอกตวง
- 5) เทอร์โมมิเตอร์

- 6) บิวเรต
- 7) ขวดวัดปริมาตร
- 8) ปิเปต
- 9) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 10) แพงแก้วรูปตัว L
- 11) จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)
- 12) Candle jar
- 13) ขวดบรรจุโยเกิร์ต พร้อมฝาฟอยล์

### 3.2. ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.2.1. การศึกษาปริมาณสมุนไพรมะสมในการเตรียมโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรมะสม

เลือกสมุนไพรมะสมที่หาง่าย ราคาไม่แพง และเป็นที่ยอมรับ 6 ชนิดได้แก่ ขิง ตะไคร้ กระเจี๊ยบ ส้มแขก ใบเตยหอม และ ชาห่มอน มาเตรียมน้ำสมุนไพรมะสมเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรมะสมชนิดละ 3 สูตร โดยน้ำสมุนไพรมะสมสูตรที่ 1 มีปริมาณสมุนไพรมะสมสำหรับการทำน้ำสมุนไพรมะสมพร้อมดื่มทั่วไป ส่วนสูตรที่ 2 และ 3 ในการทดลองนี้ได้มีการปรับปริมาณสมุนไพรมะสมเป็น 3 เท่า และ 9 เท่าของปริมาณสมุนไพรมะสมในสูตรที่ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

##### 3.2.1.1. ขั้นตอนการเตรียมน้ำสมุนไพรมะสม

- (1) นำสมุนไพรมะสมมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่ง (สำหรับขิงและตะไคร้ให้บุหยาบๆ) และหั่นให้เป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 นิ้ว
- (2) ชั่งสมุนไพรมะสมที่ได้ตามสัดส่วนดังแสดงในตาราง นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 10 นาที แล้วกรองเอากากออกด้วยผ้าขาวบาง
- (3) กรณีของการเตรียมน้ำใบเตยเพื่อให้ได้สีเขียวสดของใบเตย ให้แบ่งใบเตยออกเป็นสองส่วนโดยส่วนที่หนึ่งนำไปต้มเช่นเดียวกับในข้อ (2) และส่วนที่สองให้นำไปปั่นกับน้ำสะอาดที่ต้มแล้วให้ละเอียด จากนั้นกรองเอาแต่น้ำที่ได้เติมลงในส่วนแรก
- (4) เติมน้ำตาลทรายและเพคตินโดยคำนวณให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของน้ำตาลและเพคตินในโยเกิร์ตพร้อมดื่มเท่ากับร้อยละ 12 และ 0.3 ตามลำดับ
- (5) บรรจุใส่ขวดที่สะอาด และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสมุนไพรที่ใช้ในการเตรียมน้ำสมุนไพร

สมุนไพร	ปริมาณสมุนไพรที่ใช้ (กรัม) ต่อ น้ำ 240 กรัม		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ขิง	90 <sup>1</sup>	270	810
ตะไคร้	240 <sup>1</sup>	720	2160
กระเจียว	40 <sup>1</sup>	120	360
ส้มแขก	2 <sup>2</sup>	6	18
ใบเตยหอม	25 <sup>1</sup>	75	225
ชาหม่อน	12	36	108

<sup>1</sup> จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2541)

<sup>2</sup> จากเพียว (2539)

<sup>1</sup> จากธรรมชาติ (2541)

3.2.1.2. ขั้นตอนการเตรียมโยเกิร์ต

- (1) นำนมสดพรีออร์แกนิกเนยพาสเจอร์ไรส์มาเติมหางนมผงเพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 18 และอุ่นให้ร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- (2) ลดอุณหภูมิของนมลงให้ได้ประมาณ 42 องศาเซลเซียส
- (3) เติมโยเกิร์ตธรรมชาติเพื่อใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในปริมาณร้อยละ 5
- (4) บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ในเครื่องบ่มโยเกิร์ตนาน 5-6 ชั่วโมงจนได้เคิร์ดของโยเกิร์ต ซึ่งวัดค่า pH ได้ประมาณ 4.1-4.2
- (5) เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

3.2.1.3. ขั้นตอนการเตรียมโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร

- (1) ผสมโยเกิร์ตและน้ำสมุนไพรที่เตรียมไว้เข้าด้วยกัน ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ในเครื่องปั่นผสมด้วยความเร็วสูงนาน 5 นาที โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้มีส่วนประกอบของ โยเกิร์ต น้ำตาล และเพคติน เท่ากับร้อยละ 50 12 และ 0.3 ตามลำดับ และมีความเข้มข้นของสมุนไพร ดังแสดงในตารางที่ 3.2

- (2) บรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้ลงในขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว
- (3) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไป

ตารางที่ 3.2 ร้อยละของปริมาณสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร

สมุนไพร	ปริมาณสมุนไพรที่ใช้ (กรัม) ต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่ม 100 มล.		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ขิง	11.25	33.75	101.25
ตะไคร้	30	90	270
กระเจี๊ยบ	5	15	45
ส้มแขก	0.25	0.75	2.25
ใบเตยหอม	3.125	9.375	28.125
ชาหม่อน	1.5	4.5	13.5

#### 3.2.1.4. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังนี้

##### (1) ทดสอบความชอบ (Preference Test)

ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน โดยทดสอบความชอบด้านสี กลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร ความหวาน ความเปรี้ยว (หรือ ความขม หรือ ความเผ็ดร้อน) ใช้ระดับสเกล 1-5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

##### (2) การเรียงลำดับความชอบ (Ranking for Preference)

จัดเรียงลำดับความชอบของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 6 ชนิดโดยนำสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรแต่ละชนิดที่ได้จากการทดสอบความชอบในข้อ (1) มาจัดลำดับความชอบโดยวิธี Ranking

Test โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน และแบ่งโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสขิง รสตะไคร้ รสใบเตย และรสชาห์มอน และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสกระเจี๊ยบและรสส้มแขก

### 3.2.2. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

#### 3.2.2.1. การทดสอบคุณภาพโดยประสาทสัมผัส (organoleptic test)

สังเกตการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่นรส และลักษณะปรากฏทั่วไปของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 18 วัน

#### 3.2.2.2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter และค่าความเป็นกรด (%acidity) (ภาคผนวก) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 18 วัน

#### 3.2.2.3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีชีวิตและปริมาณยีสต์/รา (ภาคผนวก) ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 4 วัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์

### 3.2.3. การทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในโรงงานทดลองขนาดเล็กของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

คัดเลือกโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด 4 สูตร มาทำการทดลองผลิตในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก โดยในการทดลองครั้งนี้ได้ผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรสูตรละ 60 ลิตร และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้

#### 3.2.3.1. การเตรียมน้ำสมุนไพร

ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1.

### 3.2.3.2. การเตรียมโยเกิร์ต

- (1) เทนมสดพอร์มั้นเนยพาสเจอร์ไรส์ 30 ลิตรลงในถังกวน เติมหางนมผงเพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 18 พร้อมทั้งเพิ่มอุณหภูมิของนมให้ร้อนประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- (2) ลดอุณหภูมิของนมลงให้ได้ประมาณ 42 องศาเซลเซียส
- (3) แบ่งนมที่ได้มาประมาณ 500 มล. ใส่ในภาชนะที่ฆ่าเชื้อแล้ว เติมหีสโกลินทรีย์โยเกิร์ต YC-350 ร้อยละ 0.025 ของปริมาณนมทั้งหมด คนจนเชื้อกระจายตัวดี ไม่เป็นก้อน
- (4) เติมหีสโกลินทรีย์ที่เตรียมไว้ลงในนม
- (5) ปั่นที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส จนได้เคิร์ดของโยเกิร์ตซึ่งวัดค่า pH ได้ประมาณ 4.1-4.2
- (6) ลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตลงให้ได้ประมาณ 25 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งกวนให้เคิร์ดของโยเกิร์ตแตกออก เพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมัก

### 3.2.3.3. การเตรียมโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมพร

- (1) ผสมโยเกิร์ตที่ได้และน้ำผสมนมพรในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- (2) โฮโมจีไนส์ส่วนผสม ที่ความดัน 1500 psi
- (3) บรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมพรที่ได้ลงในขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว
- (4) เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

### 3.2.3.4. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมพรในระหว่างการเก็บรักษา

วิเคราะห์คุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 3-4 วัน เป็นเวลา 26 วัน ดังนี้

- (1) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic test)
  - สังเกตการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่นรส ลักษณะปรากฏทั่วไป
  - ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยเก็บรักษาโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมนมพรในกระบอกตวงขนาด 50 ml. ที่ฆ่าเชื้อแล้วที่อุณหภูมิ 4

องศาเซลเซียส วัดปริมาตรของส่วนใสที่แยกชั้น ในระหว่างการเก็บรักษา

(2) การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเป็นกรด (%acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

(3) การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ต แบบที่เรียโคดีฟอร์ม และยีสต์และรา (ภาคผนวก) ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา



## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1. การศึกษาปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร

##### 4.1.1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Preference Test

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสชาห์หม่อน รสชิ่ง รสใบเตยหอม รสตะไคร้ รสส้มแขก และรสกระเจี๊ยบ โดยวิธี Preference Test ซึ่งเป็นการทดสอบความชอบด้านสี กลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร ความหวาน และความขม (หรือความเปรี้ยว หรือ ความเผ็ดร้อน) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1ก-จ

จากตารางที่ 4.1ก พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร ความหวาน และความขม ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อนทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยของรสสมุนไพรมากที่สุด แต่สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านความขมมากกว่าสูตรที่ 2 และ 3 อีกทั้งคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของสูตรที่ 1 มีค่ามากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1ก คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสชาห์หม่อน

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความขม
1	3.73 <sup>b</sup>	3.47	3.60	3.63	3.57
2	3.47 <sup>ab</sup>	3.43	3.77	3.73	3.43
3	3.07 <sup>a</sup>	3.33	3.60	3.27	3.43

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1ข พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสมุนไพรของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสซิง ทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี รสสมุนไพร ความหวาน และความเผ็ดร้อน ของสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านความหวาน ของสูตรที่ 1 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้แม้ว่าทุกสูตรมีปริมาณน้ำตาลเท่ากันแต่ความเผ็ดร้อนของซิงที่มากขึ้นอาจมีผลต่อการรับรสหวานที่ลดลง จึงสรุปได้ว่าสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1ข คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสซิง

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความเผ็ดร้อน
1	4.07 <sup>b</sup>	3.47	3.57 <sup>b</sup>	3.87 <sup>b</sup>	3.37 <sup>b</sup>
2	3.83 <sup>ab</sup>	3.47	3.20 <sup>ab</sup>	3.23 <sup>a</sup>	3.00 <sup>b</sup>
3	3.70 <sup>a</sup>	3.53	2.70 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>	2.30 <sup>a</sup>

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1ค พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร และความขม ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสใบเตยหอมทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของสูตรที่ 1 มีค่ามากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความหวานของสูตรที่ 1 มีค่ามากกว่าสูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ และสูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านรสสมุนไพรสูงที่สุด จึงสรุปได้ว่าสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1ค คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรสไบเคยหอม

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความขม
1	4.20 <sup>a</sup>	3.63	3.73	3.83 <sup>b</sup>	4.20
2	4.10 <sup>a</sup>	3.63	3.67	3.40 <sup>a</sup>	3.90
3	3.87 <sup>b</sup>	3.77	3.70	3.83 <sup>b</sup>	4.10

อักษรกำกับ a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1ง พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร ความหวานและความเผ็ดร้อนของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้ทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีของสูตรที่ 2 มีค่ามากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านรสสมุนไพร ความหวาน และ ความเผ็ดร้อน ของสูตรที่ 1 มีค่ามากกว่าสูตรที่ 2 จึงสรุปว่าเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1ง คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรสไบเคยหอมรสตะไคร้

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความเผ็ดร้อน
1	3.83 <sup>ab</sup>	3.37	3.77	3.73	3.50
2	4.10 <sup>b</sup>	3.63	3.53	3.57	3.23
3	3.63 <sup>a</sup>	3.60	3.53	3.50	3.50

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1จ พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร และความหวาน ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแซกทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความเปรี้ยวของสูตรที่ 2 มีค่ามากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปว่าสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1จ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสส้มแซก

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความเปรี้ยว
1	4.07	3.40	3.50	3.63	3.47 <sup>a</sup>
2	4.17	3.47	3.73	3.93	4.07 <sup>b</sup>
3	4.13	3.53	3.73	3.57	3.50 <sup>a</sup>

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1ข พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสมุนไพรของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสกระเจี๊ยบทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี รสสมุนไพร และความเปรี้ยวของสูตรที่ 2 มีค่ามากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญจึงสรุปว่าสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.1ข คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสกระเจี๊ยบ

สูตร	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบความชอบด้าน				
	สี	กลิ่นสมุนไพร	รสสมุนไพร	ความหวาน	ความเปรี้ยว
1	3.33 <sup>b</sup>	3.33	3.17 <sup>ab</sup>	3.73 <sup>b</sup>	3.57 <sup>b</sup>
2	3.37 <sup>b</sup>	3.40	3.40 <sup>b</sup>	3.73 <sup>b</sup>	3.73 <sup>b</sup>
3	1.80 <sup>a</sup>	3.33	2.80 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ไม่มีอักษรกำกับ หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

#### 4.1.2. การเรียงลำดับความชอบ (Ranking for Preference)

คัดเลือกโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด 6 สูตร จากข้อ 4.1.1. มาจัดลำดับความชอบ โดยแบ่งชนิดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะเด่นของรสชาติ ซึ่งกลุ่มที่ 1 ได้แก่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อน รสขิง รสใบเตยหอม และรสตะไคร้ และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขก และ รสกระเจี๊ยบ โดยให้ผู้ทดสอบเรียงลำดับความชอบในแต่ละกลุ่ม ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.2ก และ 4.2ข ดังนี้

ตารางที่ 4.2ก ลำดับความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อน รสขิง รสใบเตยหอม และรสตะไคร้

โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	ผลรวมของลำดับ
รสชาห์หม่อน	57 <sup>a</sup>
รสขิง	61 <sup>a</sup>
รสใบเตยหอม	28 <sup>b</sup>
รสตะไคร้	54 <sup>a</sup>

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 4.2ข ลำดับความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกและรสกระเจี๊ยบ

โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	ผลรวมของลำดับ
รสส้มแขก	36 <sup>a</sup>
รสกระเจี๊ยบ	24 <sup>b</sup>

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากผลการทดสอบการจัดลำดับความชอบของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรโดยวิธี Ranking พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาห์หม่อน รสขิง และรสตะไคร้ มากกว่ารสใบเตยหอม โดยมีผลรวมของลำดับการยอมรับของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงมากที่สุด รองลงมาคือ รสชาห์หม่อน และรสตะไคร้ ตามลำดับ และพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกมากกว่ารสกระเจี๊ยบ ดังนั้นจึงได้เลือกสูตรโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสชาห์หม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก มาศึกษาต่อไป

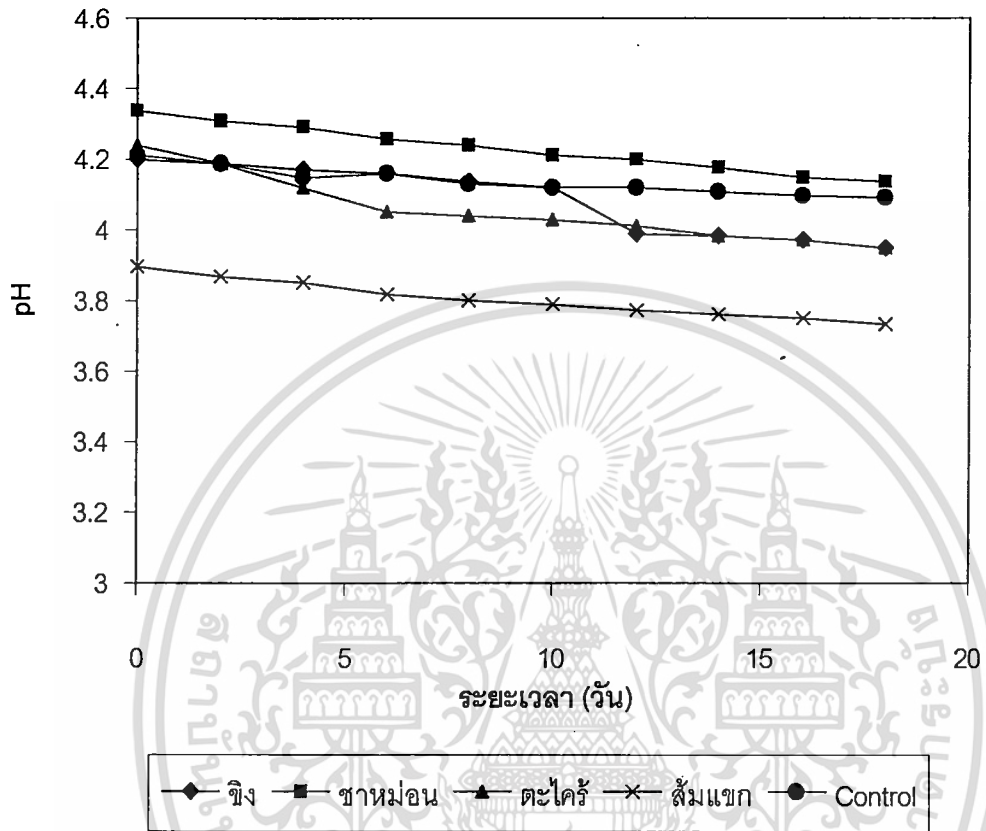
## 4.2. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

### 4.2.1. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

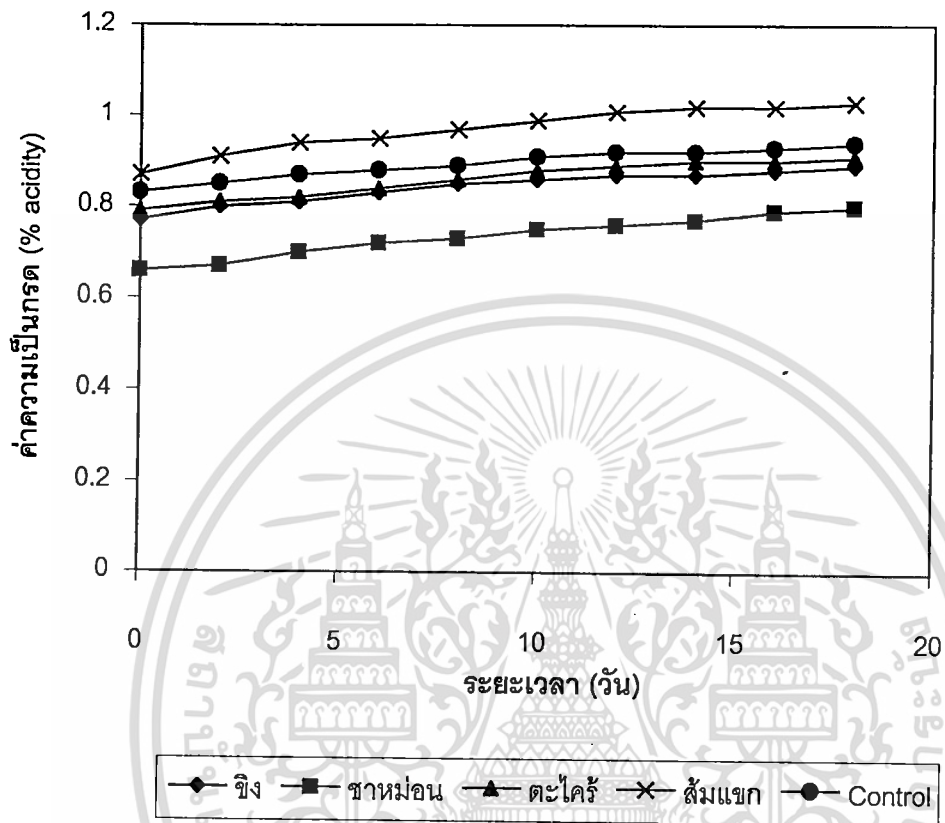
ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเป็นกรด (% acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด 4 สูตร ได้แก่ รสขิง รสชาห์หม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 18 วัน เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสธรรมชาติ (ไม่มีส่วนผสมของสมุนไพร) เป็นสูตรควบคุม (Control) พบว่า pH เริ่มต้นของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสตะไคร้ และสูตรควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 4.2 ในขณะที่โยเกิร์ตรสส้มแขกและรสชาห์หม่อนมีค่า pH ต่ำกว่าและสูงกว่าเล็กน้อย คือประมาณ 3.9 และ 4.3 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่า pH ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด (Acidity) กล่าวคือ โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสตะไคร้ และสูตรควบคุมมีค่าความเป็นกรดเริ่มต้นประมาณ 0.80 ในขณะที่โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกและรสชาห์หม่อนมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าและต่ำกว่าเล็กน้อย กล่าวคือ ประมาณ 0.87 และ 0.66 ตามลำดับ และค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เช่นกัน โดยเฉพาะในช่วงสัปดาห์แรกพบว่า ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นมากกว่าในระยะหลังของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.2) ค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถดำเนินกิจกรรมและสร้างกรดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งจนไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ทำให้ค่าความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและค่อนข้างคงที่ในที่สุด

### 4.2.2. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic test)

สังเกตการเปลี่ยนแปลงด้าน สี กลิ่นรสของสมุนไพร และลักษณะปรากฏทั่วไปของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 18 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่า โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรเหล่านี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นรสและการแยกชั้นในช่วงระยะเวลา 12-16 วัน ของการเก็บรักษา กล่าวคือ โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและรสตะไคร้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสและเริ่มแยกชั้นเล็กน้อยในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา ในขณะที่โยเกิร์ต



รูปที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด (%Acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	โยเกิร์ตพร้อมดื่ม			
	รสขิง	รสชาห์หม่อน	รสตะไคร้	รสส้มแขก
0	มีสีขาวนวล มีกลิ่นรสของโยเกิร์ตและขิง เนื้อเนียน	มีสีขาวปนสีชาจางๆ มีกลิ่นชาอ่อนๆ และกลิ่นรสของโยเกิร์ต มีเนื้อเนียน	มีสีขาวนวล มีกลิ่นรสของโยเกิร์ตและตะไคร้ เนื้อเนียน	มีสีขาว มีกลิ่นรสของโยเกิร์ตและรสเปรี้ยวของส้มแขก เนื้อเนียน
2	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0
4	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0
6	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0
8	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0
10	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0
12	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เหมือนวันที่ 0	เริ่มสังเกตเห็นการแยกชั้น
14	เหมือนวันที่ 0	เริ่มมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเริ่มสังเกตเห็นการแยกชั้น	เหมือนวันที่ 0	เห็นการแยกชั้นมากขึ้น
16	เริ่มสังเกตเห็นการแยกชั้น	เห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจน	เริ่มมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเริ่มสังเกตเห็นการแยกชั้น	เริ่มมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและเห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจน
18	เริ่มมีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงและมีเห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจน	เหมือนวันที่ 16	เห็นการแยกชั้นอย่างชัดเจน	เหมือนวันที่ 16

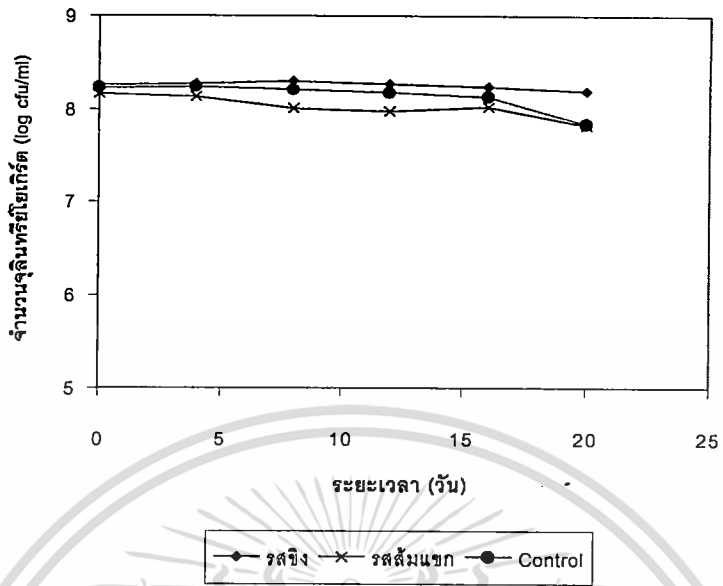
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมดีมรสสัมแขกและรชชาหม่อนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสและการแยกชั้นในวันที่ 12 และ 14 ของการเก็บรักษา การแยกชั้นหรือการแยกตัวของน้ำเวย์ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากวิธีการผสมโยเกิร์ตและน้ำสุมุนไพรรในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการซึ่งใช้เครื่องปั่นผสมที่ใช้ในครัวเรือนทั่วไป จึงอาจมีประสิทธิภาพไม่ดีพอเท่าเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ค่า pH ที่ค่อนข้างต่ำและค่าความเป็นกรดที่ค่อนข้างสูงอาจมีผลทำให้โยเกิร์ตพร้อมดีมรสสัมแขกเริ่มแยกชั้นเร็วกว่าโยเกิร์ตพร้อมดีมรสสุมุนไพรรอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากโยเกิร์ตที่มีค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) น้อยกว่า 4.0 อาจมีผลให้เกิดการแยกตัวของน้ำเวย์ (syneresis) ได้ง่าย (Walstra, 1999)

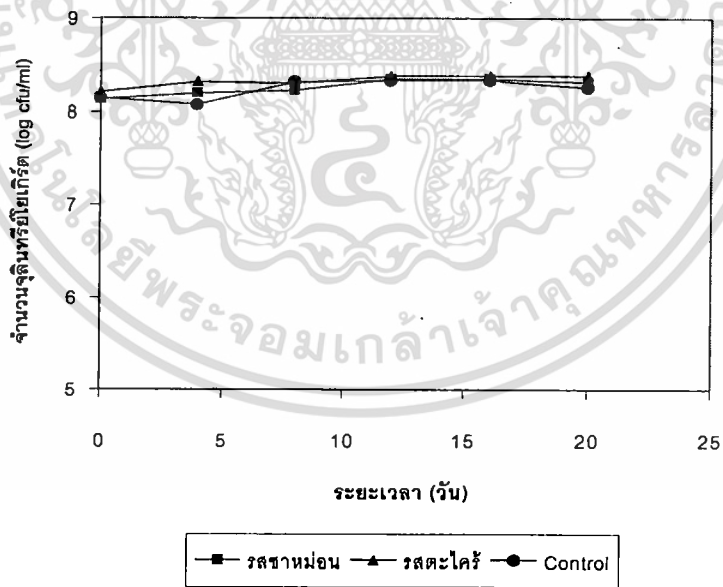
#### 4.2.3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

##### 4.2.3.1. ปริมาณจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่มีชีวิต

จากผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ต (แบคทีเรียแลคติก) ในโยเกิร์ตพร้อมดีมรสสุมุนไพรรสขิง รชชาหม่อน รสตะไคร้ และรสสัมแขก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 4 วัน เป็นเวลา 20 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดีมรสสุมุนไพรรทั้ง 4 ชนิด มีค่ามากกว่า 8 log cfu/ml และมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.3 และ 4.4) แม้ว่าปริมาณจุลินทรีย์โยเกิร์ตในโยเกิร์ตพร้อมดีมรสสัมแขกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยโดยเฉพาะในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.3) แต่ให้ผลคล้ายกันกับตัวอย่างสูตรควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมสุมุนไพรร และเนื่องจากปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในโยเกิร์ตพร้อมดีมรสสุมุนไพรรทุกสูตรยังอยู่ในช่วงประมาณ  $10^8$  cfu/ml (8 log cfu/ml) ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานของหลายประเทศที่กำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตมากกว่า  $10^6$ - $10^8$  cfu/ml ตลอดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (Biorollo et al., 2000) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าปริมาณของสุมุนไพรรที่ใช้เป็นส่วนประกอบในโยเกิร์ตพร้อมดีมทั้ง 4 ชนิดนี้ ไม่มีผลยับยั้งจุลินทรีย์โยเกิร์ตตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.3 จำนวนจุลินทรีย์แอโรบิกทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและรสส้มแขกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.4 จำนวนจุลินทรีย์แอโรบิกทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาหมอนและรสตะไคร้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

#### 4.2.3.2. ปริมาณยีสต์และรา

จากผลการตรวจนับจำนวนยีสต์และราที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกๆ 3-4 วัน เป็นเวลา 26 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า มียีสต์และราปนเปื้อนในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย คือ ประมาณ 0.5 log cfu/ml แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา โดยจำนวนยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาติหม่อนและรสส้มแขกเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ใน 12 วันแรกของการเก็บรักษาและหลังจากนั้นจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว คือ มีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 5.37 และ 5.45 log cfu/ml ตามลำดับ ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา ในขณะที่จำนวนยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและตะไคร้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 1.52 และ 1.92 log cfu/ml ตามลำดับ ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนยีสต์และราที่ตรวจพบในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสธรรมชาติที่ไม่มีการเติมสมุนไพรพบว่ามีความเข้มข้นของจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นคล้ายกับในกรณีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาติหม่อนและรสส้มแขก แสดงว่ายีสต์และรานี้อาจปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบและ/หรือในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งโดยทั่วไปยีสต์และราสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรดสูงและ pH ต่ำและมักเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มี pH อยู่ในช่วง 3.8 – 4.2 (Adams and Moss, 1995) อย่างไรก็ตามพบว่ายีสต์และราที่ปนเปื้อนมาไม่สามารถเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและตะไคร้ แสดงว่าในขิงและตะไคร้อาจมีสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และราได้ ซึ่งผลการทดลองที่ได้สนับสนุนสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีรายงานว่าสารที่มีความเผ็ดร้อนในขิงที่เรียกว่า shogaol และ zingerone มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และน้ำแช่สกัดจากเหง้าขิงมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichophyton violaceum* และเชื้อโปรโตซัว *Trichomonas* ได้ (อ้อมบุญ, 2537) ในทำนองเดียวกันได้มีรายงานว่าสาร citral citronellol geraneol และ cineole ในตะไคร้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของราได้ดีกว่าแบคทีเรียและยีสต์ (บัญญัติ, 2518) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสาร citral สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli* ได้ดีตามลำดับ และสารสกัดจากตะไคร้ด้วย n-peptane สามารถยับยั้งการเจริญ

ของ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *E. coli*,  
*Pseudomonas aertuginosa*, *Klebsiella pneumoniae* ได้ (บุษกร, 2538)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	ค่าเฉลี่ยของจำนวนยีสต์และรา (log cfu/ml)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	1	5	8	12	15	19	22	26
รสชিং	0.52	0.52	0.52	0.82	1.00	1.40	1.30	1.52
รสชาหม่อน	0.52	0.52	1.12	1.37	2.93	4.69	4.93	5.37
รสตะไคร้	0.52	0.52	0.82	0.82	1.00	1.12	1.30	1.92
รสส้มแขก	0.52	0.82	1.42	1.73	3.00	4.73	4.96	5.45
รสธรรมชาติ	0.52	0.52	1.12	1.70	2.70	4.51	4.83	5.35

#### 4.3. การทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก

ก่อนการทดลองผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก ได้ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสชาห์หม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก อีกครั้งหนึ่งโดยในครั้งนี้ได้เน้นการทดสอบความชอบด้านกลิ่นรสของสมุนไพรเป็นหลัก โดยในการทดลองนี้กำหนดให้โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรสูตรที่ 1 คือสูตรที่มีปริมาณสมุนไพรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากผลการทดลองในข้อ 4.1 และสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีปริมาณสมุนไพรเพิ่มเป็น 2 เท่าของสูตรที่ 1 ของแต่ละสมุนไพร ดังนี้ คือ ขิง 11.25 และ 22.50 กรัม ชาเขียวใบหม่อน 1.5 และ 3 กรัม ตะไคร้ 30 และ 60 กรัม และส้มแขก 0.75 และ 1.5 กรัม (ในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม 100 มล.) ใช้ผู้ทดสอบ 15 คน ทดสอบความชอบด้าน กลิ่นสมุนไพร รสสมุนไพร และความขม (หรือความเผ็ดร้อน หรือความเปรี้ยว) ใช้ระดับสเกล 1-5 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่มีปริมาณขิง ตะไคร้ และส้มแขก เท่ากับ 11.25% 30% และ 0.75% ตามลำดับ เช่นเดียวกับผลการทดสอบในข้อ 4.1 ในขณะที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่มีปริมาณชาเขียวใบหม่อน 1.5% และ 3% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.5) ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณชาเขียวใบหม่อนเท่ากับ 3% ในการทดลองต่อไป

##### 4.3.1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก

ทดลองขยายขนาดการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด จากระดับห้องปฏิบัติการสู่ระดับโรงงานทดลองขนาดเล็กของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา โดยทำการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรครั้งละ 60 ลิตร นอกเหนือจากอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีกำลังการผลิตสูงขึ้นแล้วขั้นตอนการผลิตโดยส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ ยกเว้นในขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตซึ่งเป็นการใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมที่อยู่ในรูป lyophilised และขั้นตอนการผสมโยเกิร์ตกับน้ำสมุนไพรโดยการโฮโมจีไนเซชัน รวมทั้งขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยสามารถสรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

ตารางที่ 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพรีอิมมูเนชั่นไฟร

ความชอบ ด้าน	คะแนนเฉลี่ยของโยเกิร์ตพรีอิมมูเนชั่น									
	รสขิง		รสชาหมอน		รสตะไคร้		รสส้มแขก			
	สูตร 1 (11.25%)	สูตร 2 (22.5%)	สูตร 1 (1.5%)	สูตร 2 (3%)	สูตร 1 (30%)	สูตร 2 (60%)	สูตร 1 (0.75%)	สูตร 2 (1.5%)		
กลิ่นสมุนไพร	3.50	3.40	3.55	3.60	3.05 <sup>a</sup>	2.85 <sup>b</sup>	4.05	3.85		
รสสมุนไพร	3.60 <sup>a</sup>	2.75 <sup>b</sup>	3.75	3.65	3.50	3.15	4.20 <sup>a</sup>	3.75 <sup>b</sup>		
ความเผ็ดร้อน	3.40 <sup>a</sup>	2.55 <sup>b</sup>	-	-	3.50	3.35	-	-		
ความขม	-	-	3.75	3.70	-	-	-	-		
ความเปรี้ยว	-	-	-	-	-	-	4.25 <sup>a</sup>	2.98 <sup>b</sup>		

a และ b มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวระนาบเดียวกันของแต่ละสูตรไฟรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )  
ไม่มีอิทธิพลกับ นมยถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

- (1) การปรับมาตรฐานของแข็งในน้ำนมและการให้ความร้อน  
เทนมสดพร้อมมันเนยพาสเจอร์ไรส์ 30 ลิตร ลงในถังพาสเจอร์ไรส์และเพิ่มอุณหภูมิ  
นมให้ได้ประมาณ 85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พร้อมทั้งเติมหางนมผง เพื่อปรับ  
ปริมาณของแข็งทั้งหมดในนมให้ได้ 18 % (รูปที่ 4.5ก) หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงให้ได้  
ประมาณ 42 องศาเซลเซียส
- (2) การเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต  
แบ่งนมที่ได้มาประมาณ 500 มล. ใสลงในภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เติมเชื้อจุ  
ลินทรีย์โยเกิร์ต YC-350 และตีให้เชื้อกระจายตัว อย่าให้จับเป็นก้อน (รูปที่ 4.5ข)
- (3) การหมักนม  
เติมหัวเชื้อที่เตรียมไว้ลงในถังหมักและกวนผสมให้เชื้อกระจายสม่ำเสมอ จากนั้น  
ป่มที่ 42 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เคิร์ดของโยเกิร์ต ซึ่งวัดค่า pH ได้ประมาณ 4.1-4.2
- (4) การกวนเคิร์ดโยเกิร์ต  
ลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตลงเล็กน้อยให้ได้ประมาณ 25 องศาเซลเซียส เพื่อหยุด  
ปฏิบัติการหมักพร้อมทั้งกวนเคิร์ดของโยเกิร์ตให้แตกออกซ้าๆ จนได้โยเกิร์ตที่ชั้นเนียน  
(รูปที่ 4.5ค)
- (5) การผสม  
เติมน้ำสมุนไพรที่เตรียมไว้ปริมาตร 30 ลิตร ลงในถังโยเกิร์ตและกวนผสมให้เข้า  
กัน (รูปที่ 4.5ง) จากนั้นนำส่วนผสมของโยเกิร์ตและน้ำสมุนไพรที่ได้เข้าเครื่องโฮโมจีไน  
เซอร์ที่ความดัน 1500 psi กัน (รูปที่ 4.5จ)
- (6) การบรรจุ  
บรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้ลงในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (รูปที่ 4.5ฉ-ช)
- (7) เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิต  
ภัณฑ์ต่อไป

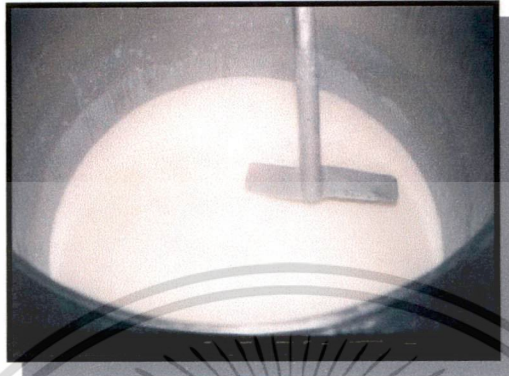


รูปที่ 4.5 ก ขั้นตอนการเพิ่มอุณหภูมิในถังพาสเจอร์ไรส์และปรับมาตรฐานของแข็งในน้ำนมโดยการเติมหางนมผง

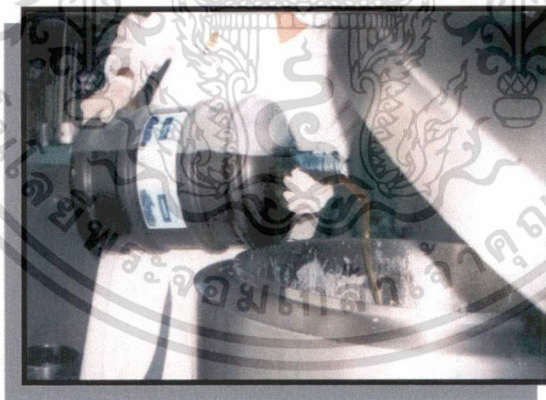


รูปที่ 4.5 ข ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตจาก Lyophilised culture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ค ขั้นตอนการคนลิมและลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก



รูปที่ 4.5 ง ขั้นตอนการผสมน้ำสมุนไพรและโยเกิร์ตในอัตราส่วน 1:1



รูปที่ 4.5 จ ขั้นตอนการไฮโมจีในเซชันส่วนผสมของโยเกิร์ตและน้ำสมุนไพร



รูปที่ 4.5 ฉ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ซ ขั้นตอนการบรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร



รูปที่ 4.5 ซ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.2. ศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา

สุ่มตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มาตัวอย่างละ 3 ขวด ในวันที่ 1 5 8 12 15 19 22 และ 26 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาตามระยะเวลาดังกล่าวเป็นเวลา 26 วัน

##### 4.3.2.1. คุณภาพทางจุลินทรีย์

###### (1) ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria)

แบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่บ่งชี้ถึงสุขลักษณะของกระบวนการผลิตอาหาร เนื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้มีแหล่งอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของสัตว์เลือดอุ่นและมักปนเปื้อนอยู่ในอุจจาระ ดิน และน้ำสกปรก ดังนั้นการตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มในอาหารจึงแสดงว่าอาหารนั้นไม่ปลอดภัยและอาจมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดว่าต้องไม่พบแบคทีเรีย *E. coli* ในอาหาร 0.1 กรัม แบคทีเรียโคลิฟอร์มมีความสำคัญในอุตสาหกรรมนมเนื่องจากสามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในการเจริญได้ อย่างไรก็ตามแบคทีเรียกลุ่มนี้ไม่ทนอุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์และไม่สามารถเจริญที่สภาวะเป็นกรด จึงมักไม่ก่อปัญหาแก่อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (High acid food) เช่น โยเกิร์ต อย่างไรก็ตามโยเกิร์ตพร้อมดื่มประเภทที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังกระบวนการหมักอาจมีโอกาสปนเปื้อนจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้ มาตรฐานทั่วไปกำหนดให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตควรมี  $< 1 \text{ coliform g}^{-1}$  (Adams and Moss, 1995)

จากผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา ปรากฏว่าไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 26 วัน แสดงว่าขั้นตอนในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรนี้มีสุขลักษณะที่ดี

###### (2) ปริมาณจุลินทรีย์โยเกิร์ต (แบคทีเรียแลคติก) ที่มีชีวิต

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชিং รสชาห์มอน รสตะไคร้ และรสส้มแขก ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณแบคทีเรียแลคติกเริ่มต้นในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ประมาณ  $9 \log \text{ cfu/ml}$ . และมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา

โดยมีค่าลดลงประมาณ 1 ช่วง log cfu/ml ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียแลคติกในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกมีแนวโน้มลดลงมากกว่า ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรอื่น ๆ เล็กน้อย โดยเฉพาะในวันที่ 15 – 26 ของการเก็บรักษา ซึ่ง อาจเป็นผลมาจากระดับความเป็นกรด-ด่างที่ค่อนข้างต่ำของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อแบคทีเรียแลคติก อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้พบว่า ปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด อยู่ใน ระดับที่เหมาะสมตามมาตรฐานของหลายประเทศที่มักกำหนดให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตควรมี ปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตไม่น้อยกว่า  $10^6$ - $10^8$  cfu/ml ตลอดอายุการเก็บรักษา จึงจะ ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้บริโภค (Biorollo et al., 2000)

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่าง การเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน

โยเกิร์ต พร้อมดื่ม สมุนไพร	ปริมาณแบคทีเรียแลคติก (log cfu/ml)							
	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)							
	1	5	8	12	15	19	22	26
รสขิง	9.37	8.61	8.61	8.35	8.33	8.48	8.30	8.31
รสชาเขียว	9.36	8.82	8.77	8.30	8.29	8.57	8.35	8.32
รสตะไคร้	9.39	8.88	8.92	8.52	8.16	8.25	8.25	8.26
รสส้มแขก	9.33	8.92	8.72	8.91	7.94	8.01	8.05	8.01

### (3) ปริมาณยีสต์และรา

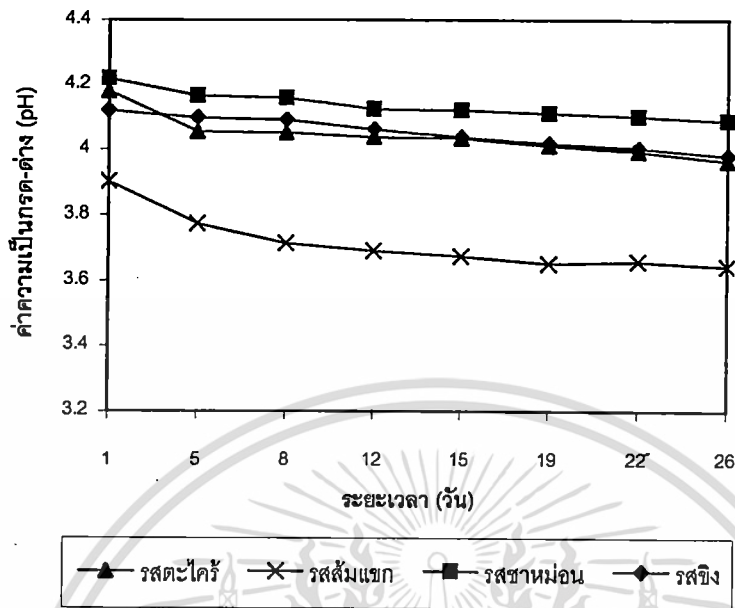
จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากเริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า  $2 \log \text{ cfu/ml}$  เพิ่มขึ้นเป็น  $2.26 \log \text{ cfu/ml}$  ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากเริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า  $2 \log \text{ cfu/ml}$  เพิ่มขึ้นเป็น  $2.58 \log \text{ cfu/ml}$  ในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกและรสชาห์หม่อนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 12 ถึง วันที่ 26 ของการเก็บรักษา กล่าวคือ จากเริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า  $2 \log \text{ cfu/ml}$  เพิ่มขึ้นเป็น  $5.35 \log \text{ cfu/ml}$  และ  $4.89 \log \text{ cfu/ml}$  ตามลำดับในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้มีแนวโน้มคล้ายกับผลการตรวจนับปริมาณยีสต์และราในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ (ข้อ 4.2.3.2.) แสดงว่ายีสต์และรานี้อาจปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการเตรียมน้ำสมุนไพร (ซึ่งในการทดลองนี้จำเป็นต้องเตรียมน้ำสมุนไพรในระดับห้องปฏิบัติการแล้วขนส่งไปยังโรงงานทดลอง) นอกจากนี้ยีสต์และรายังอาจปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบ โดยเฉพาะการละลายเพคตินในน้ำสมุนไพรซึ่งจำเป็นต้องกระทำที่อุณหภูมิประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส จึงอาจเป็นผลให้ยีสต์และราไม่สามารถถูกทำลายได้ ยีสต์และราที่ปนเปื้อนมานี้แม้เริ่มต้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยแต่ก็สามารถเจริญได้ดีในโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มี pH ต่ำและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้พบว่ายีสต์และราไม่สามารถเจริญได้ดีในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงและตะไคร้ซึ่งอาจเป็นผลมาจากในขิงและตะไคร้มีสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และราได้ดังที่ได้อธิบายไปแล้วข้างต้นในข้อ 4.2.3.2

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณยีสต์และราทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน

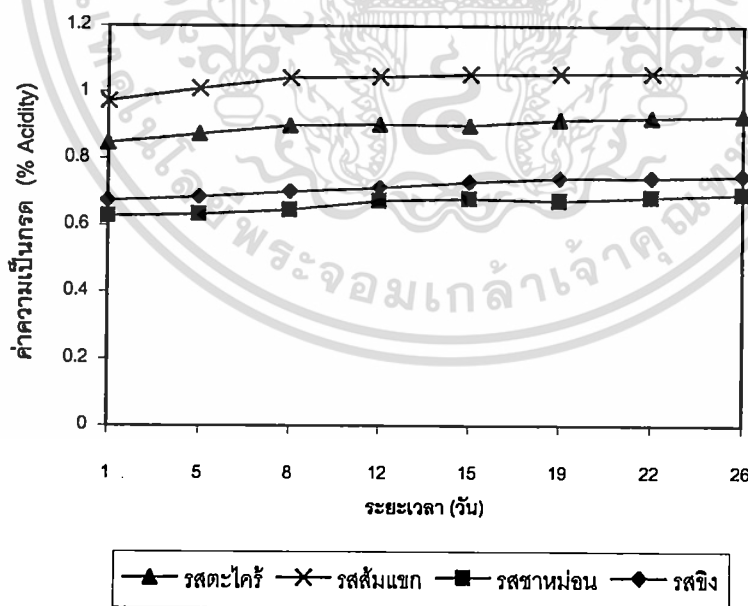
โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพร	ปริมาณยีสต์และรา (log cfu/ml)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	1	5	8	12	15	19	22	26
รสขิง	<2	<2	<2	2.06	2.12	2.24	2.24	2.26
รสชาห์หม่อน	<2	<2	<2	2.30	2.48	3.43	4.31	4.89
รสตะไคร้	<2	<2	2.04	2.06	2.12	2.18	2.47	2.58
รสส้มแขก	<2	2.00	2.45	2.61	3.09	4.18	5.31	5.35

#### 4.3.2.2. คุณภาพทางเคมี

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเป็นกรด (acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรรสขิง รสชาห์หม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก ที่ได้ทดลองผลิตในระดับโรงงานทดลองขนาดเล็ก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน พบว่า ค่า pH ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 สูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา (รูปที่ 4.6) pH ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสตะไคร้ และรสชาห์หม่อน มีค่าประมาณ 4.0-4.2 ในขณะที่โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกมีค่า pH ต่ำที่สุด คือ ประมาณ 3.6-3.9 และเมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด (Acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 สูตร พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยเฉพาะในระยะ 8 วันแรกมีแนวโน้มของค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นมากกว่าในระยะหลังของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.7) โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสชาห์หม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก มีค่าความเป็นกรดประมาณ 0.7% 0.6% 0.9% และ 1.0% ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (Post acidification) มักเป็นผลมาจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตสามารถดำเนินกิจกรรมและสร้างกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยซึ่งนับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านกลิ่นรสและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เนื่องจากอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวมากเกินไปก่อนถึงมือผู้บริโภค



รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน



รูปที่ 4.7 ค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน

(Walstra et al., 1999) โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่วางขายในท้องตลาดมี pH อยู่ในช่วง 3.6–4.2 และมีค่าความเป็นกรดประมาณ 1.1-1.3% (Vedamuthu, 1991 Part VI) ดังนั้นโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดนี้มีค่า pH และค่าความเป็นกรดใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตทั่วไปในท้องตลาด

#### 4.3.2.3. คุณภาพทางประสาทสัมผัส (Organoleptic test)

ติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่นรส และความคงตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุก 3-4 วัน เป็นเวลา 26 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8 ก-ง พบว่า ในวันที่ 1 โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้ รสส้มแขก และรสขิง มีสีขาวนวล สำหรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาเขียวใบหม่อนมีสีขาวปนสีขาอ่อนๆ และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 สูตร มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ตและกลิ่นรสของสมุนไพรเฉพาะตัวที่ชัดเจนดี โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาหม่อนให้กลิ่นรสของใบชาใหม่เล็กน้อยในคอหลังดื่ม อย่างไรก็ตามกลิ่นรสของสมุนไพรเริ่มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นกล่าวคือ หลังจาก 2-3 สัปดาห์ของการเก็บรักษา นอกจากนี้พบว่าผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากปริมาณกรดที่แบคทีเรียแลคติกสร้างขึ้น

โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด มีการเปลี่ยนแปลงด้านความคงตัวที่คล้ายกัน กล่าวคือ เริ่มมีการแยกชั้นเกิดขึ้นเล็กน้อยที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งสามารถวัดปริมาตรของส่วนใสที่แยกชั้นได้ประมาณ 0.1 ซม. หลังจากนั้นมีการแยกชั้นเพิ่มอีกเล็กน้อยในวันที่ 12 และ วันที่ 26 ของการเก็บรักษาซึ่งวัดปริมาตรของส่วนใสที่แยกชั้นได้ประมาณ 0.2 และ 0.4 ซม. ตามลำดับ ซึ่งพบว่าลักษณะของการแยกชั้นนี้เกิดเพียงเล็กน้อยและเกิดเฉพาะที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ซึ่งแตกต่างจากการแยกชั้นของตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ผลิตในระดับห้องปฏิบัติการซึ่งเกิดที่บริเวณกึ่งกลางของขวดด้วย การโฮมจีในเซชั่นทำให้ไขมันมีขนาดเล็กลงและยังทำให้เพคตินกระจายตัวสม่ำเสมอและถูกดูดซับที่ผิวของอนุภาคโปรตีนเพื่อรักษาสภาวะคอลลอยด์ของมวลโปรตีนเคซีนได้ดีกว่าการผสมโดยใช้เครื่องปั่นผสมขนาดเล็กที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ (ชานนทร์, 2538) อย่างไรก็ตามปริมาณของเพคตินที่ใช้จะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นและพื้นที่ผิวของอนุภาคโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ในการทดลองนี้ได้ใช้ปริมาณเพคตินเท่ากับ 0.3 % (ซึ่งเป็นปริมาณที่แนะนำจากบริษัทผู้จำหน่าย)

ตารางที่ 4.8 ก คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสตะไคร้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	สี กลิ่น รส	ความคงตัว
1	มีสีขาวนวล มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ต และตะไคร้ชัดเจน และมีเนื้อสัมผัสชั้นมัน	ไม่เห็นการแยกชั้น
5	มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย มีความข้นลดลงเล็กน้อย	สังเกตเห็นการแยกชั้นเพียงเล็กน้อยที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ วัดส่วนใสที่เกิดขึ้นได้ประมาณ 0.1 ซม.
8	เหมือนวันที่ 5	เหมือนวันที่ 5
12	เหมือนวันที่ 5	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.2 ซม.
15	เหมือนวันที่ 5	เหมือนวันที่ 12
19	กลิ่นรสของตะไคร้ลดลงเล็กน้อย	เหมือนวันที่ 12
22	เหมือนวันที่ 19	เหมือนวันที่ 12
26	กลิ่นรสของตะไคร้จางลง	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้น วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.4 ซม.

ตารางที่ 4.8 ข คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	สี กลิ่น รส	ความคงตัว
1	มีสีขาวนวล มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ต และรสเปรี้ยวของส้มแขกชัดเจน และมีเนื้อสัมผัสข้นมัน	ไม่เห็นการแยกชั้น
5	มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย มีความข้นลดลงเล็กน้อย	สังเกตเห็นการแยกชั้นเพียงเล็กน้อยที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ วัดส่วนใสที่เกิดขึ้นได้ประมาณ 0.1 ซม.
8	เหมือนวันที่ 5	เหมือนวันที่ 5
12	เหมือนวันที่ 5	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.2 ซม.
15	กลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ตลดลง	เหมือนวันที่ 12
19	เหมือนวันที่ 15	เหมือนวันที่ 12
22	เหมือนวันที่ 19	เหมือนวันที่ 12
26	เริ่มมีกลิ่นรสที่ไม่ดีเกิดขึ้น	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้น วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.4 ซม.

ตารางที่ 4.8 ค คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสชาหม่อนในระหว่างการเก็บรักษา  
ที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	สี กลิ่น รส	ความคงตัว
1	มีสีขาวปนสีชาอ่อนๆ มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ตและชาชัดเจน แต่ให้ความรู้สึกคล้ายกลิ่นใบชาไหม้เล็กน้อยหลังดื่ม และมีเนื้อสัมผัสข้นมัน	ไม่เห็นการแยกชั้น
5	มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย มีความข้นลดลงเล็กน้อย	สังเกตเห็นการแยกชั้นเพียงเล็กน้อยที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ วัดส่วนใสที่เกิดขึ้นได้ประมาณ 0.1 ซม.
8	กลิ่นใบชาไหม้ลดลง	เหมือนวันที่ 5
12	เหมือนวันที่ 8	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.2 ซม.
15	กลิ่นชาเริ่มลดลง	เหมือนวันที่ 12
19	เหมือนวันที่ 15	เหมือนวันที่ 12
22	เหมือนวันที่ 15	เหมือนวันที่ 12
26	กลิ่นชาลดลงเล็กน้อย	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้น วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.4 ซม.

ตารางที่ 4.8 ง คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิงในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (วัน)	สี กลิ่น รส	ความคงตัว
1	มีสีขาวนวล มีกลิ่นรสที่ดีของโยเกิร์ต และขิงชัดเจน ให้ความรู้สึกเผ็ดร้อนในคอเล็กน้อยหลังดื่ม และมีเนื้อสัมผัสชั้นมัน	ไม่เห็นการแยกชั้น
5	มีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย มีความข้นลดลงเล็กน้อย	สังเกตเห็นการแยกชั้นเพียงเล็กน้อยที่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ วัดส่วนใสที่เกิดขึ้นได้ประมาณ 0.1 ซม.
8	มีรสเผ็ดร้อนของขิงลดลงเล็กน้อย	เหมือนวันที่ 5
12	เหมือนวันที่ 8	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.2 ซม.
15	เหมือนวันที่ 8	เหมือนวันที่ 12
19	กลิ่นรสของขิงเริ่มจางลงเล็กน้อย	เหมือนวันที่ 12
22	เหมือนวันที่ 19	เหมือนวันที่ 12
26	เหมือนวันที่ 19	มีการแยกชั้นเพิ่มขึ้น วัดส่วนใสได้ประมาณ 0.4 ซม.

และสภาวะของการไฮโมจีในเซชันที่ 1500 psi 1 รอบ ซึ่งปริมาณเพคตินและ/หรือสภาวะในการไฮโมจีในเซชันที่ใช้นี้อาจยังไม่เหมาะสมนัก

โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดนี้มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างข้นมันเมื่อดื่มในวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากขั้นตอนการไฮโมจีในเซชันร่วมกับการใช้เพคตินดังกล่าว ความข้นมันนี้เริ่มลดน้อยลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการที่ผลิตภัณฑ์เริ่มปรากฏการแยกชั้นเล็กน้อย



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรซึ่งเตรียมจากการผสมโยเกิร์ตธรรมชาติกับน้ำสมุนไพรในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร โดยได้เลือกใช้สมุนไพรที่หาง่าย ราคาไม่แพง และเป็นที่ยอมรับ 6 ชนิด ได้แก่ ขิง ตะไคร้ ชาเขียวใบหม่อน ใบเตยหอม กระเจี๊ยบแดง และส้มแขก จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสมุนไพรเพื่อให้ได้กลิ่นรสของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรโดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ชนิดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด 4 อันดับแรก คือ รสขิง รสชาเขียวใบหม่อน รสตะไคร้ และรสส้มแขก โดยปริมาณของสมุนไพรที่ใช้ในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม 100 มิลลิลิตร มีดังนี้คือ ขิง 11.25 กรัม ตะไคร้ 30 กรัม ชาเขียวใบหม่อน 3.0 กรัม และส้มแขก 0.75 กรัม

จากการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 26 วัน พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสและทางเคมีโดยทั่วไปของโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก กล่าวคือ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงเล็กน้อยและมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะ 8 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นมีค่าค่อนข้างคงที่ โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสขิง รสตะไคร้ และรสชาเขียวใบหม่อน มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.0-4.3 และมีค่าความเป็นกรดประมาณ 0.6-0.9 % ในขณะที่โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสส้มแขกมีค่า pH ต่ำกว่า คือ อยู่ในช่วง 3.7-3.9 และมีค่าความเป็นกรดประมาณ 1.0-1.1 % ค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะเป็นผลมาจากแบคทีเรียแลคติกที่ยังมีชีวิตอยู่ในผลิตภัณฑ์สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างช้าๆ และผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีความเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะ 5 วันแรกของการเก็บรักษา และมีกลิ่นรสของสมุนไพรลดลงเล็กน้อยหลังจาก 2-3 สัปดาห์ของการเก็บรักษา ในด้านความคงตัวพบว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรทั้ง 4 สูตร มีการแยกชั้นเล็กน้อยโดยวัดส่วนใสที่แยกชั้นได้ประมาณ 0.2 และ 0.4 ซม. ในวันที่ 12 และ 26 ของการเก็บรักษาตามลำดับ ทั้งนี้อาจต้องมีการศึกษาปริมาณของสารเพิ่มความคงตัวรวมถึงสภาวะที่ใช้ในการโฮโมจีไนเซชันที่เหมาะสมต่อไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าไม่พบแบคทีเรียโคลีฟอร์มในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลา 26 วัน นอกจากนี้พบว่า ชนิดและปริมาณของสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสมในโยเกิร์ตพร้อมดื่มสมุนไพรนี้

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร (2541) ชาหม่อน. สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร (2524) สมุนไพรอันดับที่ 02. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จงกลณี แวหงษ์ (2540) ผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในว่านหางจระเข้ต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลคติกในการทำโยเกิร์ต. วิทยานิพนธ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุลสารข้อมูลสมุนไพร (2540) ฉบับที่ 4

ชานนทร์ ห่องประดับมุข (2538) การผลิตนมเปรี้ยวพร้อมดื่มผสมน้ำผึ้งและรอยัลเยลลี่. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไตรรัตน์ วงศ์ชนะ (2541) ดอก ต้น ใบ ใช้เป็นยา. *เปรี้ยว*. ฉบับที่ 37 (มกราคม).

ธวัช ลวะเปารยะ (2543) ปลูกตะไคร้ ผักสมุนไพรเป็นสวนครัวในบ้าน. *ชีวจิต* 2 (39) หน้า 80-81.

ธารธรรม แก้วเชื้อเมือง (2542) น้ำดื่มสมุนไพรจากพืชและผลไม้. สำนักพิมพ์ก้าแก้ว. กรุงเทพมหานคร.

บัญญัติ สุศรีงาม (2518) ประสิทธิภาพของเครื่องเทศบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์. วิทยานิพนธ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุษกร ทองใบ (2538) เครื่องดื่มสมุนไพรจากตะไคร้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปราณี หน่อเพชร และสมพิศ นิชลานนท์ (2541) ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว ใน *ผลิตภัณฑ์อาหาร*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปิยรัตน์ จินดาธนสาร (2541) การศึกษาโยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพรสแครอท. ปัญหาพิเศษ. คณะครู ศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เพยาร์ เหมือนวงษ์ญาติ (2539) น้ำสมุนไพร. สำนักพิมพ์เมดิคัลมีเดีย. กรุงเทพมหานคร.

เมฆ จันทน์ประยูร (2543) ผักพื้นบ้าน: เคล็ดลับของคนอายุยืน. สำนักพิมพ์ไททรรศน์. กรุงเทพฯ. หน้า 33-46.

วิเชียร สีสาวธรรมาศ (2542) *ไปรไปโอดีค*. วารสารจารย์พา. 6:31-35.

สุพจน์ คิลานเกสัช (2543) สมุนไพร เครื่องเทศ และพืชปรุงแต่งกลิ่นรส. สำนักพิมพ์ประพันธ์สาส์น จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2541) น้ำสมุนไพรมะขามเทศเพื่อสุขภาพ. โรงพิมพ์องค์การพิทักษ์  
แผ่นดิน. กรุงเทพมหานคร.

อ้อมบุญ ล้วนรัตน์ (2537) ความก้าวหน้าของยาและสมุนไพรมะขามเทศด้านจุลชีพ. ที่ พี พีรินทร์ จำกัด.

Adams, M.R. and Moss, M.O. (1995) Fermented and Microbial Foods, In *Food Microbiology*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, pp. 263-265.

AOAC (1995) Official method of analysis. 16<sup>th</sup> ed. Association of Analysis Chemists. Arlington. Virginia.

Alander, M., De Smet, I., Nollte, L., Verstraets, W., Von Wright, A. and Mattila, T.M. (1999) The effect of probiotic strains on the microbiota of the simulator of the human intestinal microbial ecosystem (SHIME). *J Food Microbiol.* 46:71-79.

Birollo, G.A., Reinheimer, J.A. and Vinderola, C.G. (2000) Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Research International*, 33:799-805.

Con, A.H., Cakmaci, S., Caglar, A. and Gokalp, H.Y. (1996) Effect of different fruits and storage periods on microbiological qualities of fruit-flavoured yoghurt produced in Turkey. *J. Food Protection.* 59:402-406.

Deeth, H.C. and Tamime, A.Y. (1981) Yoghurt: Nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Protection.* 44:78-86.

<http://www.Samunpri.com> (2543)

IDF (International Dairy Federation) (1988a) Fermented milks: Science and technology. *Bulletin of the IDF no. 227*, Brussels.

Nakasawa, Y. and Hosono, A. (1992) *Functions of fermented milk: Challenges for the health sciences*. Elsevier Applied Science, London.

Robinson, R.K. and Tamime, A.Y. (1999) Microbiology of fermented milks, In *Yoghurt Science and Technology*, 2<sup>nd</sup> ed., Pergamon Press, New York.

Tamime, A. Y. (2002) Technical Bulletin 'Yoflex', second revised edition, Chr. Hansen, DK

Tamime, A.Y. and Deeth, H.C. (1980) Yoghurt: Technology and Biochemistry. *J. Food Protection.* 43:939-977.

Vedamuthu, E.R. (1991) The Yoghurt Story – Past, Present and Future (Part II). *Dairy, Food and Environmental Sanitation.* 11:265-267.

Vedamuthu, E.R. (1991) The Yoghurt Story – Past, Present and Future (Part IV). *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. 11:371-374.

Vedamuthu, E.R. (1991) The Yoghurt Story – Past, Present and Future (Part V). *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. 11:444-446.

Vedamuthu, E.R. (1991) The Yoghurt Story – Past, Present and Future (Part VI). *Dairy, Food and Environmental Sanitation*. 11:513-514.

Walstra, P., Geurts, T.J., Noomen, A., Jellema, A. and van Boekel, M.A.J.S. (1999) Fermented Milks, *In Dairy Technology: Principles of milk properties and processes*. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 517-537.

Wood, J.B. (1992) *The lactic acid bacteria in health and disease*. Elsevier Applied Science, London.



**ภาคผนวก ก**  
**การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ**

**1. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลคติก**

อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS

Peptone from casein	10.0	กรัม
Meat extract	8.0	กรัม
Yeast extract	4.0	กรัม
D(+) glucose	20.0	กรัม
Di-potassium hydrogen phosphate	2.0	กรัม
Di-ammonium hydrogen citrate	2.0	กรัม
Sodium acetate	5.0	กรัม
Magnesium sulfate	0.2	กรัม
Manganese sulfate	0.04	กรัม
Agar	14.0	กรัม
Tween 80	1.0	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

ละลายส่วนประกอบทั้งหมดในน้ำกลั่น แล้วนำไปต้มให้วุ้นละลาย ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

**2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา**

อาหารเลี้ยงเชื้อ Acidified PDA (Potato Dextrose Agar)

Potato	200	กรัม
Agar	20	กรัม
Dextrose	20	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
10% Lactic acid	1	มิลลิลิตร

3. หยดสารละลาย phenolphthalein 1% ในสารละลาย potassium phthalate
4. นำสารละลาย potassium phthalate ไปไตเตรทกับสารละลาย Sodium hydroxide ที่บรรจุอยู่ใน burette จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน และสีชมพูยังคงไม่เปลี่ยนภายในเวลา 1 นาที จดปริมาตร Sodium hydroxide ที่ใช้ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้น

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำหนัก (กรัม) $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$	=	0.6569	กรัม
ปริมาตร NaOH ที่ใช้ ครั้งที่ 1	=	31	มิลลิลิตร
ครั้งที่ 2	=	32	มิลลิลิตร
เฉลี่ย	=	31.5	มิลลิลิตร

จากสูตร

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) } \text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 * 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} * 204.229}$$

## ภาคผนวก ข

### วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์

#### การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลคติก

1. เจือจางตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน 0.1 % Peptone ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จนได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม
2. ดูดตัวอย่าง 0.1 ml. แต่ละระดับความเจือจางใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ทำ 2 ซ้ำ
3. ใช้แท่งแก้วรูปตัว L ที่ฆ่าเชื้อแล้ว เกลี่ยตัวอย่างอาหารแต่ละระดับความเจือจางให้ทั่วจาน
4. นำไปบ่มที่สภาวะมีอากาศเพียงเล็กน้อย ใน Candle jar ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 – 72 ชั่วโมง
5. ตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียแลคติกที่เจริญ

#### การตรวจวิเคราะห์ E Coli และ Coliform โดยวิธี MPN (AOAC, 1995)

1. เตรียมตัวอย่างอาหารระดับความเจือจางละ 10 เท่า ต่อเนื่องกัน 3 ระดับ คือ 1:10 1:100 และ 1:1000
2. ใส่ตัวอย่างอาหารแต่ละระดับความเจือจางลงในอาหาร LST ระดับความเจือจางละ 3 หลอด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35–37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
3. ใช้ห่วงเย็บเชื้อ (loop) จากหลอดที่มีก๊าซ เกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซของ LST ถ่ายเชื้อลงใน EC broth และ 2% BGLB บ่มหลอด EC broth ใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนหลอดที่มีก๊าซในหลอดดักก๊าซของหลอด EC broth นำไปอ่านค่า MPN จากตาราง ค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ faecal coliform
5. นับจำนวนหลอดที่มีก๊าซในหลอดดักก๊าซของหลอด 2% BGLB นำไปอ่านค่า MPN จากตารางที่ 3 ค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ coliform
6. ใช้ลูปแตะเชื้อที่ให้ผลบวกจากหลอดในข้อ 4 หรือ 5 ไปเชื้อเพาะเชื้อบน EMB agar บ่มเชื้อ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

7. คำนวณค่า MPN ของ *E coli* ต่อกกรัมของอาหาร โดยนับจำนวนหลอดที่มี *E coli* ที่ให้  
ลักษณะทางชีวเคมีในข้อ 4 เทียบค่า MPN จากตารางที่ 3

ตารางแสดงค่า MPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

Positive Tubes				Positive Tubes				Positive Tubes				Positive Tubes			
0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN
0	0	0	<3	1	0	0	3.6	2	0	0	9.1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	15	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	1	3	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	150
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	15	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	> 1100

การคำนวณ

MPN/ ml ของอาหารตัวอย่าง =  $\frac{\text{ค่า MPN จากตาราง} * \text{dilution factor แรก}}{10}$

10

### การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

1. ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มี 0.1 % Peptone ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จนได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม
2. คูดตัวอย่าง 0.1 ml. แต่ระดับความเจือจางใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ acidified PDA ระดับความเจือจางละ 3 ซ้ำ
3. ใช้แท่งแก้วรูปตัว L เก็ยตัวอย่างอาหารแต่ละระดับความเจือจางให้ทั่วจาน
4. บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์และราที่เจริญ

### การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (% Acidity)

1. ปิเปตตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่ม 10 ml. ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 ml. เติมน้ำกลั่น 20 ml.
2. ไตเตรทด้วย 0.1 N NaOH (ที่ Standardized แล้ว) จนได้จุดยุติที่ pH 8.2
3. จดปริมาตร NaOH ที่ใช้และคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก ดังสมการ

$$\% \text{ acidity} = \frac{(\text{ml NaOH}) * (\text{N NaOH}) * 90 * 100}{1000 * \text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

$$\text{N} = \text{Normality ของ NaOH}$$

$$90 = \text{มวลโมเลกุลของ Lactic acid}$$