คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติกจากนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน

CHARACTERISTICS OF SET-TYPE PROBIOTIC YOGHURT FROM GOAT'S MILK CONTAINING WHEY PROTEIN

วราภรณ์ แซ่ลี้

WARAPORN SEELEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคุณค่าทางอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KLITL 2009-AFM-054-46

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน

CHARACTERISTICS OF SET-TYPE PROBIOTIC YOGHURT FROM GOAT'S MILK CONTAINING WHEY PROTEIN

T105052

วราภรณ์ แซ่ลี้

WARAPORN SEELEE

TP.
ว321ค
2552

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105052
วัน,เดือน,ปี 12 พ.ย. 2552

.b 12165207
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL 2009-AI-M-054-46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTERISTICS OF SET-TYPE PROBIOTIC YOGHURT FROM GOAT'S MILK CONTAINING WHEY PROTEIN

WARAPORN SEELEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN FOOD SANITATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2009

KMITL 2009-AI-M-054-46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน

Characteristic of Set-type Probiotic Yoghurt from Goat's Milk Containing Whey Protein

ชื่อนักศึกษา นางสาววราภรณ์ แซ่ลี้

รหัสประจำตัว 48068753

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหารอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย	
รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์	
ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ	
ดร.มยุรฉัตร นาทวรทัต	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 18 พฤษภาคม 2552 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รศ.ดร.ระพีพร หาเรือนกิจ)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน
นักศึกษา	นางสาววราภรณ์ แซ่ลี้
รหัสประจำตัว	48068753
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะใช้เชื้อจุลินทรีย์ผสม ABY-2 (Chr. Hansen, Denmark) ซึ่งประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ผสม 4 ชนิด ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* , *Lactobacillus bulgaricus* , *L. acidophilus* , *Bifidobacterium lactis* เติมนมผงขาดมันเนย (TS 95.25 %) ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ในนมโคและนมแพะ (ไขมัน; fat 1.0 ± 0.05 % , เนื้อนมทั้งหมด; TS 10.0 ± 0.5 %) และเติมเวย์โปรตีน (whey protein concentrate 40 %; TS 92 %) ปริมาณ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในนมแพะ (fat 1.0 ± 0.05 % และ TS 10.0 ± 0.5 %) บ่มน้ำนมที่อุณหภูมิ 43.0 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง การใช้เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์มีผลเร่งกระบวนการบ่มในโยเกิร์ต ($P \leq 0.05$) ระยะเวลาสำหรับการบ่มโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์นาน 5 ชั่วโมง (pH 4.64 ± 0.35 และ 4.66 ± 0.31 ตามลำดับ) โยเกิร์ตนมโคและนมแพะเติมนมผงขาดมันเนย ใช้เวลาในการบ่มนาน 6 ชั่วโมง (pH 4.53 ± 0.21 และ 4.54 ± 0.14 ตามลำดับ)

เมื่อเก็บโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ ปริมาณการเหลือรอดของโพรไบโอติคแบคทีเรีย *L. acidophilus* ในโยเกิร์ตนมแพะเติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6.27 ± 0.11 log cfu/g 6.28 ± 0.08 log cfu/g ตามลำดับ และ *Bf. lactis* ในโยเกิร์ตนมแพะเติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ 6.67 ± 0.21 log cfu/g 6.47 ± 0.16 log cfu/g ตามลำดับ ใช้นมผงขาดมันเนยในโยเกิร์ตนมโคมีปริมาณ *L. acidophilus* 6.18 ± 0.16 log cfu/g และ *Bf. lactis* 6.30 ± 0.15 log cfu/g และโยเกิร์ตนมแพะมีปริมาณ *L. acidophilus* 6.16 ± 0.15 log cfu/g และ *Bf. lactis* 6.39 ± 0.06 log cfu/g ระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โพรไบโอติคแบคทีเรีย (*L. acidophilus* และ *B.lactis*) และจุลินทรีย์โยเกิร์ต (*S. thermophilus* และ *L. bulgaricus*) เพิ่มจำนวนสูงหลังเก็บโยเกิร์ตไว้เป็นเวลา 1 วัน

ศึกษา Proteolysis โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ การใช้เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ตนมแพะ ไดเปปไทด์เพิ่มขึ้นสูง 1146.33 ± 0.39 และ 1164.18 ± 0.58 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ตามลำดับ มากกว่าไดเปปไทด์ที่พบในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่ใช้นมผงขาดมันเนย ($P \leq 0.05$) กรดอะมิโนที่พบในนมโคและนมแพะได้แก่ Lysine, Leucine, Glutamic acid, Phenylalanine, Isoleucine และ Tyrosine ในโยเกิร์ตนมแพะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์มีปริมาณกรดอะมิโน Isoleucine (308.14 ± 0.16 mg/ 100g), Leucine (618.62 ± 0.01 mg/ 100g) และ Lysine (1193.2 ± 0.01 mg/ 100g) สูงขึ้น

ศึกษา Lipolysis ติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Acid Degree Value (ADV) ในโยเกิร์ต ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ โยเกิร์ตนมโค, นมแพะเติมนมผงขาดมันเนย และโยเกิร์ตนมแพะเติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ค่า ADV สูงขึ้น 1.94 ± 0.35, 1.86 ± 0.32, 1.86 ± 0.43 และ 1.81 ± 0.14 meqKOH/100g ตามลำดับ ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่า ADV ($P \leq 0.05$) กรดไขมันที่พบในนมโคและนมแพะได้แก่ Oleic acid Palmetic acid Stearic acid Myristic acid กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid)และ กลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ไม่พบไขมันชนิด Trans fat ในนมทั้ง 2 ชนิด โยเกิร์ตนมแพะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์มีปริมาณไขมัน Palmetic acid (0.60 ± 0.24 mg/ 100g), Stearic acid (0.68 ± 0.34 mg/ 100g), Myristic acid (0.42 ± 0.22 mg/ 100g), Saturated fatty acid (0.34 ± 0.10 mg/ 100g), Monounsaturated fatty acid (0.71 ± 0.10 mg/ 100g), Polyunsaturated fatty acid (0.19 ± 0.10 mg/ 100g) และ Unsaturated fatty acid (0.65 ± 0.10 mg/ 100g) สูงขึ้น

ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคด้วย Scanning Electron Microscorpe (Jeol, JSM 5410 LV) การเติมเวย์โปรตีน 3 %ในโยเกิร์ตนมแพะ ทำให้ร่างแหโปรตีนแน่นขึ้นกว่าการเติมนมผงขาดมันเนย การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ เวย์โปรตีนมีผลต่อคุณลักษณะ ความหนืดของโยเกิร์ต ความเรียบเนียน รสเปรี้ยว และกลิ่นโยเกิร์ต ($P \leq 0.05$) โยเกิร์ตนมโค นมแพะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์ที่ 2 โยเกิร์ตนมโคและนมแพะ เติมนมผงขาดมันเนย มีความแน่นเคริ่ด (3.84 ± 0.73 และ 3.78 ± 0.80) ความหนืด (7.57 ± 0.22 และ 7.45 ± 0.28) กลิ่นโยเกิร์ต (9.44 ± 0.60 และ 9.15 ± 1.21) และกลิ่นรสโยเกิร์ต (12.81 ± 0.86 และ 13.18 ± 0.71) เพิ่มมากขึ้น ($P \leq 0.05$) โยเกิร์ตนมแพะเติมนมผงขาดมันเนยและเวย์โปรตีน มีกลิ่นรสแพะ 7.24 ± 1.31 และ 7.22 ± 1.31 สูงขึ้นตามลำดับ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Characteristics of Set-TYPE Probiotic Yoghurt from Goat's Milk Containing Whey Protein
Student	Miss Waraporn Seelee
Student ID.	48068753
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2009
Thesis advisor	Assoc.Prof.Dr. Wanna Tungjaroenchai

ABSTRACT

Cow and goat's milk yoghurt were developed by using mixed cultures ABY-2 (Chr. Hansen, Denmark) containing *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus*, and *Bifidobacterium lactis*. Low fat yoghurt milks (fat 1.00 ± 0.05%, TS 10.0 ± 0.5%) were fortified with 3% skim powder (SKM; TS 95.25%). Goat's milk was also fortified with 3 or 5 % whey protein concentrate (WPC 40%; TS 95.25%). Incubation was done at 43° C for 12 h. Fortification of milk with WPC reduced fermentation period ($P \leq 0.05$). Goat's milk yoghurt containing 3 or 5 % WPC had pH 6.64 ± 0.35, or 4.66 ± 0.31 within 5 h incubation. Cow and goat's milk containing 3% SKM had pH 4.53 ± 0.21 and 4.54 ± 0.14, after 6 h incubation.

Viable counts of probiotic bacteria of goat's milk yoghurt containing 3 or 5 % WPC during cold storage at 4 C for 3 weeks were detected. Counts of *L. acidophilus* were 6.27 ± 0.11 log cfu/g and 6.28 ± 0.08 log cfu/g, and counts of *Bf. lactis* were 6.67 ± 0.21 log cfu/g and 6.47 ± 0.16 log cfu/g, respectively. Cow's milk yoghurt fortified with SKM had counts of *L. acidophilus* and *Bf. lactis* of 6.18 ± 0.16 log cfu/g and 6.30 ± 0.15 log cfu/g, respectively. Goat's milk yoghurt with SKM had viable counts of *L. acidophilus* of 6.18 ± 0.15 log cfu/g and *Bf. lactis* of 6.39 ± 0.06 log cfu/g. The 1-day storage of goat's milk yoghurt containing 3 or 5 % WPC contained higher viable counts of probiotics bacteria (*L. acidophilus* and *Bf. lactis*) and yoghurt culture (*S. thermophilus* and *L. bulgaricus*), than those of the 1-day storage yoghurts.

Proteolysis of yoghurts during cold storage at 4° C for 3 weeks was determined by monitoring changes in dipeptide contents. Dipeptide contents of goat's milk yoghurt containing 3 or 5 % WPC were 1146.33 ± 0.39, and 1164.18 ± 0.58 mg/100 g, respectively. The dipeptide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

contents of yoghurts containing WPC were higher than those of containing SKP ($P \leq 0.05$). Lysine, Leucine. Glutamic acid, Phenylalanine, Isoleucine, and Tyrosine were essential amino acids of both cow and goat's milk. Goat's milk yoghurt of 0 day storage at 4° C contained Isoleucine, Leucine, and Lysine of 287.96 ± 0.01 , 589.69 ± 0.08 and 1107.07 ± 0.01 mg/100 g, respectively. They increased to 308.14 ± 0.16, 618.62 ± 0.01 and 1193.2 ± 0.01, respectively, after 14 day storage.

Lipolysis of yoghurts during cold storage at 4° C for 3 weeks were determined by monitoring changes in Acid Degree Value (ADV). The ADV of cow and goat's milk yoghurts containing 3 % SKP were 1.94 ± 0.35 and 1.86 ± 0.32 meq KOH/100 g. Meanwhile goat's milk yoghurts containing 3 or 5 % WPC had the ADV of 1.86 ± 0.43 and 1.81 ± 0.14 meq KOH/ 100 g, respectively. Increases in the ADV of yoghurts during the cold storage were found with the storage tine ($P \leq 0.05$). Oleic acid, palmetic acid, stearic acid and myristic acids were fatty acids found in cow and goat's milk. No Trans-fatty acid was detected in both milk. Goat's milk yoghurt of 0 day storage at 4° C contained palmetic acid, stearic acid, and myristic acid of 0.54 ± 0.24, 0.68 ± 0.34 and 0.42 ± 0.22 mg/ 100 g, respectively. It contained 0.34 ± 0.01, 0.71 ± 0.01, 0.19 ± 0.01 and 0.65 ± 0.01 mg/ 100 g of saturated, monounsaturated, polyunsaturated, and unsaturated fatty acid, respectively. These acids increased to 0.60 ± 0.24, 0.68 ± 0.34, 0.42 ± 0.22, 0.34 ± 0.10, 0.71 ± 0.10, 0.19 ± 0.10 and 0.65 ± 0.10 mg/ 100g, respectively, after 14 day storage.

Scanning electron micrographs showed that goat's milk yoghurt containing 3 % WPC had a dense protein network more than that of yoghurt with 3 % SKP. Intensity of yoghurt flavor was effected by WPC fortification ($P \leq 0.05$). Fortification of WPC or SKP in cow or goat's milk yoghurts enhanced curd firmness, yoghurt flavor and odor, during 14 day storage at 4° C. WPC or SKP enhanced goaty flavor in goat's milk yoghurts ($P \leq 0.05$). Storage time of yoghurt at 4° C effected sensory quality of yoghurts ($P \leq 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ตรวจทานแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย ไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.มยุรฉัตร นาทวรทัต รองผู้อำนวยการโครงการส่วนพระองค์สวนจิตลดา ด้านบริหารการผลิต ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแก้วขวัญ วัชโรทัย เลขาธิการพระราชวัง ในฐานะผู้อำนวยการโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา คุณรสริน สมิตะพินธุ คุณสุรีย์วรรณ พันธ์นรา คุณพิรุณ หอมเนียม คุณรุจา สารคุณ คุณขวัญตา ณัชยางค์กุล คุณน้ำทิพย์ กุหลาบ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และให้คำแนะนำสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่งานเนยแข็ง เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัยและพัฒนา และเจ้าหน้าที่งานควบคุมคุณภาพ โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่เทคนิค และเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์โพรไบโอติคโยเกิร์ตจากนมแพะ” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ดังนั้น ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้

วราภรณ์ แซ่ลี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....2

1.4 ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 นมแพะ.....3

2.2 โพรไบโอติค (Probiotics).....8

2.3 โยเกิร์ต.....9

2.4 การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและไขมันในโยเกิร์ต.....15

2.5 โครงสร้างจุลภาคของโยเกิร์ต (Microstructure).....16

บทที่ 3 วัสดุและอุปกรณ์.....17

3.1 วัตถุดิบ.....17

3.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี.....17

3.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์.....18

3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....18

3.5 วิธีการทดลอง.....19

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....24

4.1 ศึกษาผลของการทดแทนนมผงขาดมันเนยด้วยเวย์โปรตีน
ต่อกระบวนการหมักโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การศึกษาความอยู่รอดของโพรไบโอติกในโยเกิร์ตจากนมโค
และนมแพะระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนาน 3 สัปดาห์.....28
4.3 การศึกษาโพรติโอไลซิส(proteolysis)ของโปรตีนนมในโยเกิร์ตโพรไบโอติค.....30
4.4 ศึกษาไลโปไลซิส (lipolysis)ของไขมันในนมและโยเกิร์ตโพรไบโอติค.....35
4.5 การศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ, คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส
และโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติค.....39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....45
บรรณานุกรม.....47
ภาคผนวก
ก. วิธีการผลิตโยเกิร์ตชนิดคงตัว.....58
ข. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์.....61
ค. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส.....68
ง. ตารางทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ.....72
จ.ลักษณะโยเกิร์ตนมโคและนมแพะ.....85

ประวัติผู้เขียน..... 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค (ต่อ 100 กรัม).....3

2.2 กรดไขมันในนม (มิลลิกรัม : 100 มิลลิลิตร).....5

2.3 กรดอะมิโนในนม (มิลลิกรัม : 100 มิลลิลิตร).....6

2.4 ส่วนประกอบของนมสดและโยเกิร์ต (100 กรัม).....11

3.1 จำนวนสูตรผลิตโยเกิร์ตและองค์ประกอบโยเกิร์ต.....20

4.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์.....27

4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตหลังจากเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....28

4.3 ปริมาณไดเปปไทด์ของน้ำนมและโยเกิร์ตหลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....31

4.4 การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 0, 7 และ 14).....34

4.5 Acid Degree Value :ADV(meq KOH / 100 กรัมไขมัน) ของน้ำนมและโยเกิร์ตหลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....36

4.6 การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 0, 7 และ 14).....38

4.7 องค์ประกอบของโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์.....40

4.8 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย3 เปอร์เซ็นต์ในระหว่างการหมักเปรียบเทียบกับ โยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์.....41

4.9 ความชอบของโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค, นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบในระหว่างการหมักเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3% และเวย์โปรตีน 5% เป็นส่วนประกอบ จากการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 50 คน.....42

ก.1 ลักษณะการเกิดเคิร์ดในโยเกิร์ต.....60

ง.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3สัปดาห์.....73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพรไบโอติค ในนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....74

ง.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไดเปปไทด์ในนมโค นมแพะ โยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....74

ง.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....75

ง.5 วิเคราะห์ความความแตกต่างของอายุการเก็บรักษาต่อปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....75

ง.6 วิเคราะห์ความความแตกต่างของสูตรต่อปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์.....76

ง.7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ กรดอะมิโนในนมโค นมแพะ และโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์.....76

ง.8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ กรดไขมันในนมโค นมแพะ และโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์.....77

ง.9 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Degree Value (ADV) ในน้ำนมโค,แพะ โยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค, นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3, 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2.....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Degree Value (ADV) ในโยเกิร์ต ที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....78

ง.11 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ whey separations ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะ ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์.....78

ง.12 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมัน โปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมดใน โยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 % และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์.....79

ง.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความแน่นของเคิร์ด ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....79

ง.14 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความหนืด ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....80

ง.15 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความเรียนบเนียน ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....80

ง.16 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านรสเปรี้ยว ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....81

ง.17 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นโยเกิร์ต ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....81

ง.18 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นรสโยเกิร์ต ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.19 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นแพะ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....82

ง.20 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นรสแพะ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....83

ง.21 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผง ขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์.....84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.1 ปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมโค, นมแพะ ที่เติมนมผงขาดมันเนย เป็นส่วนประกอบ เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 % และเวย์โปรตีน 5 % เป็นส่วนประกอบ ระหว่างกระบวนการหมัก 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส.....24

4.2 ค่า pH ในโยเกิร์ตนมโค, นมแพะ ที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 % และ 5 % เป็นส่วนประกอบ ระหว่างกระบวนการหมัก 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส.....26

4.3 ปริมาณโพรไบอติคแบคทีเรีย(Cfu/g) ที่เหลือรอดระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์*Streptococcus thermophilus* , *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacteriam lactis* ในโยเกิร์ตนมโค, นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 % และ 5 % เป็นส่วนประกอบกรดอะมิโนในนม.....29

4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค, นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบในระหว่างการหมักเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 % และ 5 % เป็นส่วนประกอบ.....32

4.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดอะมิโนในนมโค และนมแพะ.....33

4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณADVในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค, นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบในระหว่างการหมักเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 % และ 5 % เป็นส่วนประกอบ.....36

4.7 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันในนมโค และนมแพะ.....37

4.8 โครงสร้าง ของโยเกิร์ตโดย Scanning Electron Micrographs (SEM Micrographs) นมโค, นมแพะ ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ที่กำลังขยายx10,000.....43

ก1. ผังแสดงกระบวนการผลิตโยเกิร์ตรสธรรมชาติ.....59

ข1 ผังแสดงการเตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตเพื่อศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของด้วย Scanning Electron Microscopy (SEM)วิธีวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต.....67

จ1. ลักษณะโยเกิร์ตนมโคและนมแพะ.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นมแพะเป็นนมชนิดแรกที่มนุษย์นำมาบริโภคก่อนน้ำนมจากสัตว์ชนิดอื่น สาเหตุหนึ่งที่ประชากรในหลายประเทศนิยมดื่มนมแพะเป็นหลัก เพราะแพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ไม่ได้อยู่ในข้อห้ามของศาสนาใด การบริโภคน้ำนมแพะในประเทศไทยจำกัดอยู่ในกลุ่มย่อย เพราะที่ผ่านมายังไม่มีธุรกิจหรือหน่วยงานใดเข้ามาดำเนินการผลิตน้ำนมแพะอย่างจริงจัง และการเลี้ยงแพะนมนิยมเลี้ยงกันในกลุ่มชาวไทยนับถือศาสนาอิสลาม

กรมปศุสัตว์มีการกำหนดแผนการส่งเสริมการเลี้ยงแพะ โดยยกระดับการเลี้ยงแพะในรูปแบบฟาร์มที่ได้มาตรฐาน เรียนรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงแพะ การบริหารฟาร์มและการคิดต้นทุนให้กับเกษตรกรเพื่อให้การเลี้ยงแพะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์จากที่เลี้ยงในรูปแบบครัวเรือน ปัจจุบันกรมปศุสัตว์กำลังอยู่ในช่วงกำหนดแผนการพัฒนาผลักดันแพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจ

หลายหน่วยงานมีการสนับสนุนการเลี้ยงแพะในเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น เช่น โครงการส่งเสริมเลี้ยงแพะในสวนปาล์มของกรมปศุสัตว์ โครงการธนาคารแพะขององค์กรเอกชน โครงการฟาร์มตัวอย่างหนึ่งในโครงการพระราชดำริ เพื่อช่วยเหลือราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อนจากเหตุการณ์ไม่สงบในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ รวมถึงการเข้าสู่ตลาดของผู้ผลิตรายใหญ่อย่าง บริษัท มาบุญครองแคร่ีโกทส์ จำกัด ทำให้ในปัจจุบันผู้บริโภคในประเทศได้รับรู้ถึงประโยชน์ของนมแพะมากขึ้น เช่น การป้องกันโรคกระเพาะ บำรุงกระดูก ลดอาการหอบหืด การผลิตนมแพะมีแนวโน้มที่มากขึ้นด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจที่จะเพิ่มมูลค่าให้กับนมแพะโดยการศึกษาและวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากนมแพะ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการทดแทนหางนมผงด้วยเวย์โปรตีนต่อกระบวนการหมักโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ

2. ศึกษาความอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3. ศึกษาโปรติโอไลซิส (Proteolysis) ของโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4. ศึกษาไลโปไลซิส (Lipolysis) ของโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสและโครงสร้างจุลภาคของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาผลของการทดแทนหางนมผงด้วยเวย์โปรตีน ต่อกระบวนการหมักของโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ ติดตามความอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติค, โปรติโอไลซิส, ไลโปไลซิส และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะรวมทั้งโครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ และความเป็นไปได้ของการผลิตผลิตภัณฑ์นี้โดยทดแทนหางนมผงด้วยเวย์โปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นมแพะ

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ที่ได้รับการการสนับสนุนจากรัฐบาลไทยให้มีการเลี้ยงในพื้นที่หลายจังหวัด โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง นอกจากนี้โครงการหลวงยังมีการศึกษาถึงวิธีเลี้ยงแพะนม เพื่อให้คนไทยได้มีนมแพะบริโภคอย่างแพร่หลาย ในปี 2551 ประเทศไทยมีการเลี้ยงแพะ 374,029 ตัว ซึ่งในภาคใต้มีแพะมากที่สุดในประเทศ 29.64 % และยะลาเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงสูงสุด (กรมปศุสัตว์, 2552)

เด็กที่ดื่มนมแพะมีอัตราการเจริญเติบโตและสุขภาพดีกว่าเด็กที่ดื่มนมโค (Mack, 1953) Murry และคณะ (1999) กล่าวว่าไขมันจากนมแพะสามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่านมโค และพบว่าเด็กที่ดื่มนมแพะมีมวลกระดูกมากว่าเด็กที่ดื่มนมโค ดังนั้นแคลเซียมจากนมแพะถูกดูดซึมได้ดีกว่า Lopez และคณะ (2000) พบการดูดซึมโปรตีนและแมกนีเซียมจากนมแพะได้ดีกว่านมโค Alferez และคณะ (2003) พบปรากฏการณ์ในลักษณะเดียวกันกับการดูดซึมซีลีเนียมและสังกะสี Barrionuevo และคณะ (2003) พบว่าในหนูทดลองที่ได้รับนมแพะสามารถย่อยและดูดซึมทองแดง สังกะสีและซีลีเนียมได้ดีกว่านมโค นอกจากนี้ยังพบว่ามีการสะสมของแร่ธาตุดังกล่าวในกระดูกต้นขาและอวัยวะของหนูทดลองที่ได้รับนมแพะสูงกว่าหนูทดลองที่ได้รับนมโค

Lopez และคณะ (2005) พบว่าหนูทดลองมีการขับโคเลสเตอรอลทิ้งทางน้ำดีมากขึ้น เมื่อได้รับอาหารที่มีไขมันจากนมแพะผสม และไม่พบการขับโคเลสเตอรอลทางน้ำดีในหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มีไขมันของนมโคผสม ปริมาณโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุรวมในนมแพะมีมากกว่านมโค มีปริมาณไขมันและโคเลสเตอรอล แตกต่างกันไม่มาก (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค (ต่อ 100 กรัม)

สารอาหาร	นมแพะ	นมโค
น้ำ (กรัม)	86.6	87.5
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.2	4.5
ไขมัน (กรัม)	3.92	3.78
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	11.0	12.3
โปรตีน (กรัม)	3.69	3.33
แร่ธาตุรวม (กรัม)	0.79	0.74

ที่มา : Scherz และ Senser (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สารอาหาร	นมแพะ	นมโค
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	127	120
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	109	92
โซเดียม (มิลลิกรัม)	42	48
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	14	12
โปแตสเซียม (มิลลิกรัม)	181	157
คลอไรด์ (มิลลิกรัม)	142	102
เหล็ก (ไมโครกรัม)	50	46
สังกะสี (ไมโครกรัม)	260	380
ทองแดง (ไมโครกรัม)	18	21
นิคเกิล (ไมโครกรัม)	19	2.5
โครเมียม (ไมโครกรัม)	13	10
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม)	700 (นาโนกรัม)	1.41
ไมลิปดินัม (ไมโครกรัม)	1.8	2.5
โบรมีน (ไมโครกรัม)	457	102
ไอโอดีน (ไมโครกรัม)	4.1	4.2
วิตามิน (ไมโครกรัม)		
วิตามินเอ (เรตินอล) (ไมโครกรัม)	68	32
เบต้า-แคโรทีน (ไมโครกรัม)	35	17
วิตามินดี (นาโนกรัม)	250	63
วิตามินบี 1 (ไมโครกรัม)	49	37
วิตามินบี 2 (ไมโครกรัม)	150	180
นิโคตินาไมด์ (ไมโครกรัม)	320	90
กรดแพนโททีนิค (ไมโครกรัม)	310	350
วิตามินบี 6 (ไมโครกรัม)	27	36
ไบโอดิน (ไมโครกรัม)	3.9	3.5
กรดโฟลิค (ไมโครกรัม)	800 (นาโนกรัม)	6.7
วิตามินบี 12 (นาโนกรัม)	70	420
วิตามินซี (ไมโครกรัม)	20	1.7

ที่มา : Scherz และ Senser (1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ไขมันในน้ำนม

ไขมันจากนมประกอบด้วยกรดไขมันหลายชนิด แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้สามกลุ่ม คือกรดไขมันสายสั้น สายกลาง และสายยาว กรดไขมันสายสั้นและสายกลางจะถูกย่อยสลายได้เร็วและถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทันที ในขณะที่กรดไขมันสายยาวนั้นส่วนใหญ่ จะถูกนำไปเก็บสะสมไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยจะสะสมอยู่ตามใต้ผิวหนังบริเวณท้องและไต (Christophe และ Devriese, 2000) นมแพะมีกรดไขมันสายสั้นและสายกลางอยู่ประมาณ 35% ในขณะที่นมโคมีอยู่เพียง 17 % ส่วนที่เหลือเป็นกรดไขมันสายยาว (สมชัย และ ณิชารัตน์, 2548) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 กรดไขมันในนม (มิลลิกรัม : 100 กรัม)

กรดไขมัน	นมแพะ	นมโค
Butyric acid (C4)	140	120
Caproic acid (C6)	80	82
Caprylic acid (C8)	80	46
Capric acid (C10)	290	96
Lauric acid (C12)	120	121
Myristic acid (C14)	380	382
Palmitic acid (C16)	1.18 (กรัม)	961
Stearic acid (C18)	370	361
Arachidic acid (C20)	10	25
Palmitoleic acid (C16:ln7)	40	114
cis-9-Oleic acid (C18:ln9c)	710	940
cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6)	90	89
a-Linolenic acid (C18:3n3)	20	61

ที่มา : Scherz และ Senser (1994)

ในหนูทดลองที่บริโภคอาหารผสมที่มีไขมันสายกลาง พบว่ามีไขมันสะสมและน้ำหนักตัวน้อยกว่า หนูทดลองที่ได้รับอาหารผสมที่มีกรดไขมันสายยาว (Hashim และ Tantibhedyangkul, 1987)

Hara และคณะ (1999) และ Alferez และคณะ (2003) พบว่าหนูทดลองที่ได้รับนมแพะเป็นอาหารมีปริมาณโคเลสเตอรอลในตับและเลือดต่ำกว่าหนูทดลองที่ไดรับนมโคเป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากความแตกต่างด้านองค์ประกอบแล้ว คุณสมบัติที่น่าสนใจของนมแพะคือขนาดเม็ดไขมัน โดยพบว่าไขมันในนมนั้นจะอยู่ในลักษณะแขวนลอยอยู่ในน้ำ เม็ดไขมันในน้ำนมแพะมีขนาดเฉลี่ย 2.76 ไมครอน ในขณะที่เม็ดไขมันของนมโคมีขนาดโดยเฉลี่ย 3.51 ไมครอน ไขมันในนมแพะมีพื้นที่ผิวมากกว่าของนมโคอยู่ประมาณ 1.3 เท่า พื้นที่ผิวเม็ดไขมันในนมแพะที่มากกว่าทำให้น้ำย่อยเข้าทำปฏิกิริยาได้ทั่วถึงกว่า นมแพะจึงย่อยได้ดีกว่านมโค (สมชัยและณิชารัตน์, 2548) เนื่องจากการแขวนลอยของไขมันในนมแพะดีกว่านมโค นมแพะจึงมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน(homogeneous) ในขณะที่นมโคต้องผ่านกระบวนการโฮโมจิไนส์ (homogenized) จึงจะเกิดการเป็นเนื้อเดียวขึ้นได้ (Jenness และ Parkask, 1971 และ Jenness , 1980)

2.1.2 โปรตีนในนม

นมแพะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่านมโค (ตารางที่ 2.1) ปริมาณกรดอะมิโนในนมแพะมีมากกว่านมโคอีกด้วย (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 กรดอะมิโนในนม (มิลลิกรัม : 100 กรัม)

กรดอะมิโน (มก.)	นมแพะ	นมโค
Lysine	340	280
Methionine	94	90
Tyrosine	240	180
Tryptophan	50	49
Alanine	140	130

ที่มา : Scherz และ Senser (1994)

Jenness (1980) Haenlein (1996 และ 2001) และ Grappin และคณะ (1979) กล่าวว่าปริมาณโปรตีนในนมแพะมากกว่านมโค โปรตีนในนมแพะประกอบด้วย α, β, และ κ -caseins, β-lactoglobulin และ α-lactalbumin เช่นเดียวกับนมโค (Martin, 1993 และ Grosclaude, 1995)

2.1.3 แร่ธาตุและวิตามินในน้ำนม

แร่ธาตุและวิตามินรวมในนมแพะสูงกว่านมโค ซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นสรุปตรงกันว่า ร่างกายคนสามารถดูดซึมแคลเซียมจากนมแพะไปใช้ประโยชน์ได้สูงกว่านมโค (Gajewska และคณะ, 1997 Haenlien, 2004 และPandya และ Ghodke, 2006)

ซีลีเนี่ยม (Selenium) เป็นแร่ธาตุอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ กลูตาไทโอน เปอร์ออกซิเดส (Glutathione

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

peroxidase ; GP) ซึ่งเป็นเอ็นไซม์สำคัญในตับที่ทำหน้าที่ในการทำลายสารพิษ นอกจากนั้นซีลีเนี่ยมยังมีความสามารถในการกระตุ้นการเจริญของเซลล์อีกด้วย ปัญหาการขาดซีลีเนี่ยมมักพบในสตรีมีครรภ์และทารก Debski และคณะ (1987) พบว่านมแพะมีปริมาณซีลีเนี่ยมสูงกว่านมโคอย่างชัดเจน (13.3 ต่อ 9.6 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) และยังพบว่าซีลีเนี่ยมจะจับตัวกับเคซีนในนมแพะมากกว่านมโคอย่างชัดเจน (8.8 ต่อ 3.9 นาโนกรัม/มิลลิลิตร) มีผลให้การดูดซึมซีลีเนี่ยมเข้าสู่กระแสเลือดในคนที่ดื่มนมแพะดีกว่าคนที่ดื่มนมโค

ธาตุเหล็ก (Iron) เป็นองค์ประกอบสำคัญของเม็ดเลือด นมแพะมีธาตุเหล็กสูงกว่านมโค Park และคณะ(1986) กล่าวว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีนมแพะเป็นส่วนผสม มีอัตราการสร้างฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) สูงกว่าของนมโค (51% และ 13%) นอกจากนี้พบว่าหนูที่ได้รับนมแพะมีอัตราการเจริญที่สูงกว่า และมีน้ำหนักตับที่มากกว่าด้วย

2.1.4 คุณสมบัติอื่นๆของนมแพะ

นอกจากวิตามินและแร่ธาตุที่พบในนมแพะดังที่กล่าวมาข้างต้น Reiter (1987) ได้พบกรดรูเมนิค(rumenic acid) ในไขมันนม ซึ่งมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง สารแล็คโตเฟอร์ริน(Lactoferin) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ไลโซไซม์ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้และเอนไซม์แล็คโตเปอร์ออกซิเดส (Lactoperoxidase) สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียได้ Jenness (1980) พบกรดโอโรติค(orotic) คาร์นิทีน (carnitine) กรดอะมิโนอิสระหลายชนิด รวมทั้งฮอร์โมนโปรเจสเทอโรนในนมแพะ

องค์ประกอบที่ทำให้นมแพะมีความเป็นบัฟเฟอร์คือเคซีนและเกลือฟอสเฟต คุณสมบัติดังกล่าวช่วยลดความรุนแรงของโรคกระเพาะอาหาร นมแพะมีความเป็นบัฟเฟอร์สูงกว่านมโค เมื่อเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไประดับpHของนมแพะลดลงน้อยกว่านมโค นอกจากนั้นเมื่อผสมนมแพะกับยารักษาโรคกระเพาะทั่วไปตามท้องตลาด พบว่านมแพะช่วยรักษาระดับความเป็นบัฟเฟอร์ได้ดีกว่า(Park, 1991) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่านมแพะสามารถลดอาการอักเสบเนื่องจากแผลในกระเพาะอาหารได้ดีกว่านมโค

Jenness (1980) พบสารเอทีพี (ATP) ซึ่งเป็นแหล่งของพลังงาน ในนมแพะสูงกว่านมโค (19 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) และมีปริมาณเอมไซม์แอซิดฟอสฟาเตสของนมแพะสูงกว่านมโค (0.16 และ 0.076 หน่วย/กรัมโปรตีน) ทำให้สรุปได้ว่าเนื่องจากนมแพะมีแหล่งพลังงานและเอ็นไซม์ ซึ่งช่วยในการเผาผลาญมากกว่านมโค ส่งผลให้การบริโภคนมแพะมีกระบวนการดูดซึมและย่อยสลายสารอาหารเร็วกว่าการบริโภคนมโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 อาการแพ้นม(Milk allergy)

อาการแพ้นมเกิดจากการขาดเอ็นไซม์ย่อย แอลฟา-เอสวัน เคซีน (α_{s1}-Casein) Park (1994) พบว่านมแพะสามารถลดอาการแพ้นมได้ 40-100% Bevilacqua และคณะ (2001) พบว่าหนูทดลองที่ได้รับนมแพะที่มีปริมาณ แอลฟา-เอสวัน เคซีน ในระดับต่ำ หนูทดลองมีอาการแพ้นมลดลง ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณ แอลฟา-เอสวัน เคซีน เช่น สายพันธ์ของแพะที่จะส่งผลต่อความแปรปรวนโครงสร้าง (Polymorphism) ในโปรตีนในนม (Grosclaude, 1995)

Lara-Villoslada และคณะ (2004) พบว่าหนูทดลองที่ได้รับนมโคพบอาการท้องเสีย สารฮีสตามีนและโปรตีนต่อต้านสิ่งแปลกปลอม(Immunoglobulin G) มากกว่าหนูทดลองที่ได้รับนมแพะ และยังพบว่าหนูทดลองที่ได้รับนมแพะจะมีการกระตุ้นเม็ดเลือดขาว(Lymphocyte sensitization)ในระดับที่ต่ำกว่าหนูทดลองที่ได้รับนมโค จากข้อมูลดังกล่าวบ่งชี้ว่าเกิดปฏิกิริยาต่อต้านจากร่างกายของหนูทดลองที่ได้รับนมโคมากกว่านมแพะ ดังนั้นทารกที่บริโภคนมแพะตามหลังจากการหยุดดื่มนมมารดา เกิดการต่อต้านจากร่างกายน้อยกว่าการบริโภคนมโค

ปัญหาการย่อยนมในมนุษย์ เกิดจากการขาดเอ็นไซม์ที่ใช้ในการย่อยแล็คโตสในนม Schrezenmeir และ DeVrese (2001) กล่าวว่า LAB(Lactic Acid Bacteria) ในโยเกิร์ตสามารถย่อยสลายแลคโตสได้เป็นกลูโคสและกาแลคโตสซึ่งอยู่ในสภาพที่ร่างกายพร้อมจะดูดซึมและนำไปใช้งานได้ทันทีและช่วยลดปัญหาการย่อยนมได้ Montes และคณะ(1995) พบว่า *Lactobacillus acidophilus* ให้ผลในการแก้ไขอาการไม่สามารถย่อยแล็คโตสในนมได้ดีกว่า *L.lactis* และ *Streptococcus thermophilus*

2.2 โพรไบโอติค (Probiotic)

โพรไบโอติค (probiotic) เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่เมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับในปริมาณที่พอเพียงจะมีประโยชน์ด้านสุขภาพ (Tannock และคณะ,2000) Lilly และ Stillwell (1965) กล่าวว่าโพรไบโอติคคือสารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมา และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งพบได้ในบริเวณลำไส้

อาหารประเภทโพรไบโอติคโดยทั่วไปมีส่วนผสมของจุลินทรีย์หนึ่งชนิดหรือมากกว่าก็ได้ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้ต้องได้รับการศึกษาและตรวจสอบอย่างแน่ชัดแล้วว่าไม่มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค จุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติคส่วนใหญ่ได้แก่ แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น *Lactobacillus* เมื่อมนุษย์บริโภคอาหารที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติคเข้าไปแล้ว โพรไบโอติคจะเป็นตัวช่วยควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ร่างกายไม่ต้องการให้อยู่ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดโรค (shah, 2000) อาหารที่มีโพรไบโอติค เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมัก และแหนมสด จุลินทรีย์โพรไบโอติคสามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยสารอาหารบางประเภทที่ระบบการย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ ได้เป็นสารที่มีประโยชน์และร่างกายดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้(ปิ่นมณี,2548) ตัวอย่างของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นโพรไบโอติคได้แก่ *Lactobacillu acidophilus, L. casei, L .immunitus, L. plantarum, L. lactis* และ *Bifidobacterium lactis* (Bertazzoni และคณะ, 2004)

2.2.1 ประโยชน์ของโพรไบโอติค

โพรไบโอติคเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต ช่วยในการปรับสมดุลย์ของจุลินทรีย์ในลำไส้ การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติคทำให้ร่างกายจะได้รับประโยชน์หลายประการ เช่น ช่วยในเรื่องระบบการย่อยอาหารและสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย (Shah, 2000)

ประโยชน์ของโพรไบโอติค

2.2.1.1 ช่วยระบบการย่อยอาหาร โพรไบโอติคแบคทีเรีย เช่น แลคติคแอซิดแบคทีเรีย สามารถย่อยแลคโตสและโปรตีนในนม ช่วยสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น วิตามินบี 1 บี 2 บี 6 บี 12 ไนอะซิน กรดโฟลิก กรดแพนโททีนิก (ปิ่นมณี, 2548)

2.2.1.2 เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย โดยแลคติคแอซิดแบคทีเรียบางสายพันธุ์ จะผลิตสารยับยั้งแบคทีเรียที่เรียกกันว่าแบคเทอริโอซิน ซึ่งช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคได้ (Gordon และคณะ, 1957) นอกจากนั้นในระหว่างการเจริญเติบโตของโพรไบโอติคแบคทีเรียปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Anonymous, 2003) และเมตาบอลิซึมของโพรไบโอติคแบคทีเรียมีผลต่อการควบคุมการติดเชื้อในลำไส้ ยับยั้งการเกิดมะเร็ง ลดปริมาณคอเลสเทอรอลในเลือดและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย (Gilliland, 1990 และ Fooks และคณะ, 1999)

ในปัจจุบันโพรไบโอติกแบคทีเรีย (probiotic) มีบทบาทสำคัญและเป็นที่นิยมใช้กันโดยแพร่หลาย ทั้งด้านการแพทย์ อุตสาหกรรมการผลิตอาหารมุษนย์ และอาหารสัตว์ทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะ ซึ่งใช้เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโต และป้องกันโรคในสัตว์เลี้ยง (จันทร์จิรา, 2550)

ได้มีผู้วิจัยพบว่า ผู้หญิงที่รับประทานผลิตภัณฑ์นม อาทิ โยเกิร์ตและเนยแข็ง ซึ่งมีแบคทีเรียที่มีประโยชน์ประเภทโพรไบโอติกแบคทีเรียเป็นส่วนประกอบ ในปริมาณอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่า เกือบ 80% จะไม่พบการติดเชื้อในกระเพาะปัสสาวะ (บริษัท เวิลด์เมดิก คอร์ปอเรชั่น อิงค์ จำกัด, 2550)

2,3 โยเกิร์ต

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักนมโดยใช้แบคทีเรีย *Lactobacillus bulgaricus และ Streptococcus thermophilus* (Shahidi และ Medosa, 2008) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้คุณค่าทางอาหารครบถ้วน มีหลายรูปแบบได้แก่ โยเกิร์ตแบบธรรมดา (plain yoghurt) โยเกิร์ตที่มีการผสมผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อม (fruit yoghurt) โยเกิร์ตที่มีการปรุงแต่งกลิ่นรส (flavor yoghurt) (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2540) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตยังถูกปรับปรุงให้อยู่ในรูปไอศกรีมโยเกิร์ต คุกกี้โยเกิร์ต และโยเกิร์ตแช่เยือกแข็ง (frozen yoghurt) (Nakasawa และ Hosono, 1992)

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามวิธีกระบวนการผลิต (Chandan, 1982) ได้ 2 ลักษณะคือ

- โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (set yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ถูกบรรจุทันทีหลังจากการเติมจุลินทรีย์ลงในนม ปล่อยให้จุลินทรีย์เกิดการหมักภายในภาชนะบรรจุ

- โยเกิร์ตชนิดคน (stirred yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเสร็จสิ้น โยเกิร์ตถูกนำมากวนผสมกับผลไม้และกลิ่นรสตามต้องการ จากนั้นจึงบรรจุลงในภาชนะ

2.3.1 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต

กระบวนการผลิตโยเกิร์ตสามารถแบ่งได้ 5 ขั้นตอน (พรรณจิรา , 2550) ได้แก่

2.3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมนม ขั้นตอนนี้อาจมีการปรับปริมาณไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมด หรือมีการเติมสารคงตัว (stabilizer) เช่นเจลาตินลงไปเพื่อให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ดี

2.3.1.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization) จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือต้องการทำให้เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่ได้ภายหลังการหมักมีเนื้อเนียน มีกลิ่นรสเป็นครีม และช่วยลดการแยกชั้นของน้ำหางนม

2.3.1.3 ขั้นตอนการให้ความร้อน ขั้นตอนนี้ทำเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม ส่งผลให้เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Lactobacillus sp.*

2.3.1.4 ขั้นตอนการหมัก เป็นขั้นตอนการเติมจุลินทรีย์ลงในนม จุลินทรีย์ในกลุ่มผลิตโยเกิร์ตได้แก่ *L. bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้จะใช้น้ำตาลแลคโทสในนม เป็นแหล่งพลังงาน และสร้างกรดแลคติกรวมทั้งสารที่ให้กลิ่นรสออกมา กรดแลกติคที่เกิดขึ้นนี้จะไปสลายสภาพความคงตัวของอนุภาคเคซีน (casein micelle) ทำให้เกิดการรวมตัวกันและตกตะกอนลงบางส่วน นอกจากนี้อนุภาคเคซีนบางส่วนยังไปเกิดปฏิกิริยากับแอลฟา-แลคตาลบูมิน (∝-lactalbumin) และ บีตา-แลคโตโกลบูลิน (β-lactoglobulin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในหางนม ทำให้เกิดเป็นร่างแหองค์ประกอบที่มีความคงตัว (Barbeau และคณะ, 1996)

2.3.1.5 ขั้นตอนการทำความเย็น เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตโยเกิร์ตจะถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 องค์ประกอบของโยเกิร์ต

องค์ประกอบของโยเกิร์ตนมโคที่ได้จากการหมักด้วย *S. thermophilus* และ *Lactobacillus sp.* ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบของนมโคและโยเกิร์ตนมโค (100 กรัม)

ส่วนประกอบ	นมโค		โยเกิร์ตนมโค		
	เต็มมันเนย	ขาดมันเนย	เต็มมันเนย	ไขมันต่ำ	ผลไม้
แคลอรี (กิโลแคลอรี)	67.5	36.0	72.0	64.0	98.0
โปรตีน (กรัม)	3.5	3.3	3.9	4.5	5.0
ไขมัน (กรัม)	4.25	0.13	3.40	1.60	1.25
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.75	5.1	4.9	6.5	18.6
แคลเซียม (มิลิกรัม)	119	121	145	150	176
ฟอสฟอรัส (มิลิกรัม)	94	95	114	118	153
โซเดียม (มิลิกรัม)	50	52	47	51	-
โปรแตสเซียม (มิลิกรัม)	152	145	186	192	254

ที่มา : Deeth และ Tamime (1981)

คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตในแต่ละประเทศแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณภาพและชนิดของนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต

2.3.3 จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต

2.3.3.1 *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus เป็นแบคทีเรียแลคติครูปร่างกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2 ไมครอน มักเรียงตัวเป็นคู่หรือต่อกันเป็นสาย ติดสีแกรมบวก ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูง *S. thermophilus* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส ที่ 40 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของ *S. thermophilus* และไม่เจริญเติบโตที่ 10 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ *S. thermophilus* ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ pH 6.5 และจะหยุดการเจริญเติบโตที่ pH 4.2-4.4 *S. thermophilus* เมื่ออยู่เป็นเซลล์เดี่ยวจะสร้างกรดทำให้โปรตีนในน้ำนมตกตะกอนได้ดี ในระหว่างการหมักน้ำนม *S. thermophilus* จะผลิตเอนไซม์ lactase และเอนไซม์ β-galactosidase มาย่อยแลคโตสให้เป็นน้ำตาลกลูโคสกับกาแลคโตส และผลิตเอนไซม์ยูรีเอสมาย่อยสลายยูเรียในน้ำนม ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย นอกจากนี้ *S. thermophilus* ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตแคปซูลและผลิตเมือกภายนอกเซลล์ซึ่งเป็นพอลิแซคคาไรด์ ช่วยให้โยเกิร์ตที่ผลิตได้มีลักษณะเนื้อที่เนียนข้น ทำให้ผลไม้กระจายตัวได้ดีในโยเกิร์ต (Vedamuthu, 1991)

2.3.3.2 *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง ติดสีแกรมบวก อาจเปลี่ยนเป็นแกรมลบเมื่ออายุมากขึ้นและมีกรดมากขึ้น *L. bulgaricus* พบอยู่เป็นคู่หรือต่อกันเป็นสาย สามารถทนความร้อนได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของ *L. bulgaricus* ประมาณ 45 องศาเซลเซียส และมีความสามารถอยู่รอดหลังผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ *L. bulgaricus* สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติค และมีความทนกรด *L. bulgaricus* สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ pH 5.5 และหยุดการเจริญเติบโตที่ pH 3.5-3.8 การเจริญเติบโตของ *L. bulgaricus* เกิดได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนเล็กน้อย หรือในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นในช่วงแรกของการหมัก *L. bulgaricus* จะเจริญอย่างช้าๆ จนกว่าออกซิเจนจะถูกใช้ไปจนหมดโดยแบคทีเรียชนิดอื่น และแบคทีเรียชนิดนี้สามารถผลิตเมือกนอกเซลล์ ซึ่งเป็นพอลิแซคคาไรด์เช่นเดียวกับ *S. thermophilus* ช่วยให้โยเกิร์ตมีเนื้อเนียนและข้น (Vedamuthu, 1991)

2.3.3.3 *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus มีลักษณะแท่งสั้นๆ ที่ปลายโค้ง ติดสีแกรมบวก อาจเปลี่ยนเป็นแกรมลบเมื่ออายุมากขึ้นและมีปริมาณกรดมากขึ้น *L. acidophilus* พบในลักษณะเซลล์คู่หรือต่อกันเป็นสาย มีความสามารถทนความร้อนได้ดี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของ *L. acidophilus* ประมาณ 45 องศาเซลเซียส และเจริญได้ดีที่ pH 4.5-6.4 *L. acidophilus* สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) (Vedamuthu, 1991) *L. acidophilus* สามารถเจริญในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ (Vamam และ Sutherland, 1994)

2.3.3.4 *Bifidobacteria lactis*

Bifidobacteria lactis เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขา ไม่ต่อกันเป็นสายยาว *Bf. lactis* มีลักษณะเป็นแท่งยาวสั้น ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ มีขนาดความยาวของเซลล์ 2-8 ไมครอน เมื่อย้อมติดสีแกรมบวกไม่ติดสีแอซิดฟาสต์(acid fast) *Bf. lactis* เจริญเติบโตได้ดีที่ pH 6.5-7.0 และหยุดการเจริญเติบโตที่ pH ต่ำกว่า 5.0 และสูงกว่า 8.0 *Bf. lactis* สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 41-43 องศาเซลเซียส และอาจสูงถึง 46 องศาเซลเซียส โดยไม่สามารถเจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส (Sgorbati และคณะ,1995) *Bf. lactis* สามารถเจริญเติบโตในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ได้เช่นเดียวกับ *L. acidophilus* (Vamam และ Sutherland, 1994)

Lactobacillus acidophilus และ *Bifidobacteria lactis* เป็นโพรไบโอติกแบคทีเรีย สร้างกรดอินทรีย์ และไฮโรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ เช่น *E.coli*, *Coliforms*, *enterococci*, *Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium*, *Bacillus cereus*,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Strephylococcus aureus และ *Candida albicans* (Anonymous, 2003) มีการศึกษาในผู้สูงอายุ พบว่าช่วยรักษาโรคติดเชื้อได้หลายชนิด (Gordon และคณะ, 1957)

2.3.4 องค์ประกอบของโยเกิร์ต

ส่วนผสมหลักของโยเกิร์ตคือน้ำนมและส่วนผสมที่ได้จากน้ำนม เช่นนมผงพร่องมันเนย หางนมสดหรือหางนมเข้มข้น บัตเตอร์มิลค์ผง เวย์โปรตีนเป็นต้น ซึ่งใช้เพื่อปรับปริมาณของแข็ง

2.3.4.1 การปรับปริมาณธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Solid Non Fat : SNF)

- นมผงขาดมันเนย ช่วยปรับปริมาณของแข็งในโยเกิร์ต โดยปริมาณ SNF ของโยเกิร์ตมีค่าประมาณ 8.2-8.6 เปอร์เซ็นต์ (Tamime และ Robinson, 1999) ประกาย (2526)กล่าวว่าหางนมมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำ 90.42 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 3.68 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.1 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลนม 5.0 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 0.8 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์เป็นส่วนใหญ่ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน นมผงขาดมันเนยที่ใช้ส่วนใหญ่ในประเทศไทย เป็นสินค้านำเข้า ซึ่งมีราคาแพง จุฑามาศ (2546) พบว่าการเติมนมผงขาดมันเนยไม่มีผลต่อการผลิตกรดแลคติคในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว

- เวย์โปรตีน เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเนยแข็ง เวย์โปรตีนมีโปรตีนหลักคือ lactalbumin ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 90% และโปรตีนรองก็คือ lactoglobulin และพบกรดอะมิโนจำเป็น ทั้ง 8 ชนิดซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้จากเวย์โปรตีน และมีการศึกษามาแล้วว่า branched-chain amino acids (BCAAs) ที่พบในเวย์โปรตีน คือ leucine, isoleucine และ valine ทั้ง 3 ตัวมีส่วนช่วยสร้างกล้ามเนื้อ เวย์โปรตีนช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายโดยการเพิ่มระดับของ glutathione นอกจากจะพบ BCAAs ในเวย์โปรตีนยังพบ arginine และ lysine ในปริมาณสูง โดยกรดอะมิโนทั้งสองตัวนี้ทำหน้าที่ในการกระตุ้นการปลดปล่อยฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต(growth hormone) กรดอะมิโนที่น่าสนใจอีกตัวหนึ่งซึ่งพบได้ในเวย์โปรตีนคือ glutamine เป็นกรดอะมิโนที่ช่วยเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนและไกลโคเจน เพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ กระตุ้นระดับของ growth hormone และเพิ่มภูมิคุ้มกัน (Bhatia , 2007)

ในปัจจุบันได้มีผลิตภัณฑ์อาหารที่นำเวย์โปรตีนมาใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค Martin-Diana และคณะ (2003) กล่าวว่า การเติมเวย์โปรตีนช่วยเพิ่มความหนืดและลด syneresis รวมทั้งยังเพิ่มการเจริญของ *Bifidobecterium* ในโยเกิร์ต

2.3.4.2 การปรับแต่งกลิ่นรส ส่วนใหญ่การเติมสารให้ความหวาน เช่น น้ำตาล ช่วยกลบกลิ่นรสเปรี้ยวจากการหมักของจุลินทรีย์ ปริมาณสารให้ความหวานที่เติมนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ และความชอบของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.3 การเติมสารให้ความคงตัว ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ซึ่งแขวนลอยอยู่ในน้ำนม โดยยึดเกาะกับไฮโดรไฟบิคและหมู่ไฮโดรฟิลิคบนผิวไขมัน ซึ่งจะยึดเกาะกับส่วนที่เป็นน้ำ ซึ่งเรียกว่าไฮเดรชั่น สารให้ความคงตัวได้แก่เจลาติน, พรีเจลาติไนส์, สตาร์ช, กัวกัม, โลคัสบันกัม, คาราจีแนน และเพคติน

2.3.4.4 การเติมเชื้อจุลินทรีย์ในการหมัก โดยทั่วไปเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ ในการผลิตโยเกิร์ตประกอบด้วยเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน แบคทีเรียเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากันเมื่อใช้ร่วมกัน ที่เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะใช้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดด้วยกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีสมดุลที่ถูกต้อง ทำให้ pH ของนมลดลงเกิดตะกอนของเคซีนเป็นลักษณะก้อนลิ่ม (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532)

มนัสชนก (2548) ได้ทำการศึกษาการรอดชีวิตของแบคทีเรียโยเกิร์ตและแบคทีเรียโพรไบโอติก ซึ่งมีส่วนผสมของจุลินทรีย์ 4 ชนิดได้แก่ *Streptococcus thermophilus* , *Lactobacillus bulgaricus* , *L. acidophilus* , *Bifidobacterium lactis* ระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตไขมันต่ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 21 วัน พบว่ายังคงมีปริมาณโพรไบโอติกที่มากเพียงพอ (10^5-10^6 เซลล์ต่อกรัม) ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคได้

Guler-Akin และ Akin (2005) พบว่าการเจริญเติบโต *Lactobacillus casei* , *L. acidophilus* , *Bf. bifidum* สูงขึ้นเมื่อเติมซีสตีอีน (cysteine) 0.5 เปอร์เซ็นต์รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏและกลิ่นรสในโยเกิร์ตนมแพะที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

Park (2000) ศึกษาคุณสมบัติของนมแพะที่ได้รับการแปรรูปในรูปแบบต่างๆคือ นมพาสเจอร์ไรส์ นมผง โยเกิร์ต และเนยแข็ง พบว่าการแปรรูปนมแพะเป็นโยเกิร์ตมีผลทำให้ความเข้มข้นของโภชนาการต่างๆและแร่ธาตุสูงขึ้น และพบปริมาณของซัลเฟอร์ในโยเกิร์ตสูงกว่าปริมาณในนมพาสเจอร์ไรส์อย่างชัดเจน ซึ่งปริมาณซัลเฟอร์ที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวเกิดจากการหมักโดยจุลินทรีย์ ทำให้ได้โปรตีนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบสูงขึ้น

Meydani และ Ha (2000) พบว่าแลคติคแอซิดแบคทีเรียมีผลกระตุ้นภูมิคุ้มกันยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ด้านการเจริญของเนื้องอก เพิ่มการสร้างโปรตีนภูมิคุ้มกันที่ผนังลำไส้ เพิ่มความสามารถในการแบ่งเซลล์ของต่อมน้ำเหลืองที่ลำไส้และเซลล์ของ LAB ซึ่งประกอบด้วยสารเชิงซ้อนของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกรดไขมันหลายชนิด มีส่วนสำคัญในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โดยไปกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาวให้หลั่งสารตัวกลางต่างๆในระบบภูมิคุ้มกัน นอกจากนั้น กรดไทโคอิค (Teichoic acid) ที่พบที่ผนังเซลล์ก็มีผลในการกระตุ้นเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ให้หลั่งสารตัวกลางในระบบภูมิคุ้มเช่นเดียวกัน

Hatakka และคณะ (2001) พบว่าการเติมแลคติคแอซิดแบคทีเรียในน้ำนมพร้อมดื่มให้เด็กบริโภคมีแนวโน้มของการป่วยในเด็กด้วยอาการต่างๆ และการป่วยในระบบทางเดินอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยลง Nase และคณะ (2001) กล่าวว่าเด็กที่ได้รับแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เติมในนม มีอัตราการติดเชื้อและอาการฟันผุน้อยลง

2.4 การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและไขมันในโยเกิร์ต

กลิ่นรสของโยเกิร์ตเกิดจาก Volatiles ซึ่งเป็นส่วนประกอบทางทางเคมีของสารประกอบจำพวก aldehydes, ketone, acid, lactonones และ furans สารประกอบสำคัญในกลิ่นรสอยู่ในกรดไขมันอิสระ ดังนั้นการวิเคราะห์หากรดไขมันอิสระบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสในโยเกิร์ตได้(Rychlik และคณะ, 2006) Dave และ Shah (1998) และ Klaver และคณะ (1993) กล่าวว่าการเจริญเติบโตของโพรไบโอติคแบคทีเรียน้อยลง ทำให้การย่อยสลายโปรตีนมีน้อยลงด้วย

2.4.1 การย่อยสลายโปรตีน (proteolysis)

โปรติโอไลซิส (Proteolysis) คือปฏิกิริยา hydrolysis โปรตีนในนมด้วยจุลินทรีย์ มักจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ โปรติโอไลซิสเกิดขึ้นหลังจากกระบวนการหมักเสร็จสิ้น และเกิดต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา เปปไทด์ (peptides) จากการไฮโดรไลซ์โปรตีนสัมพันธ์กับปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตด้วย (Donkor และคณะ, 2006) เอมไซม์โปรตีนเอส (proteinases) และ เอมไซม์เปปติเดส (peptidases) เป็นเอมไซม์หลักที่พบในแลคติกแอซิดแบคทีเรีย จะไปย่อยสลายโปรตีนนมซึ่งเป็นแหล่งของ กรดอะมิโนที่ประโยชน์แก่ร่างกาย Tieleman และ Warthesen (1991) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสระหว่างการบ่มเนยแข็ง เกิดจากพันธะในโปรตีนถูกตัดออก(hydrolysis) ด้วยเอมไซม์ที่เกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกแบคทีเรีย

Alichanidis และคณะ (1984) พบว่าการเติมเวย์โปรตีน, ฟอสเฟต และซิเตรทส่งเสริมการเกิดโปรติโอไลซิส ใน Domiati cheese

Rajagopal และ Sandine (1990) พบว่าโปรติโอไลซิสในโยเกิร์ตที่มีแลคติคแอซิดแบคทีเรียเกิดได้ดีกว่าโยเกิร์ตที่พบจุลินทรีย์เช่น *pseudomonas*, *Bacillus* และ coliforms (Law และ Kolated, 1983)

การย่อยโปรตีนยังทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลง และมีกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น เนื่องจากเปปไทด์ที่เป็นผลจากการย่อยโปรตีนบางชนิด Mallatou และคณะ (2004) กล่าวว่ารสขมของเนยแข็งเกิดจากเปปไทด์ที่ได้จากการย่อยโปรตีนที่ไม่สมดุล Donkor และคณะ (2006) พบว่าแลคติกแอซิดแบคทีเรียเหลือรอดในโยเกิร์ตมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของโปรติโอไลซิสในโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การเปลี่ยนแปลงไขมันในโยเกิร์ต

ไขมันเป็นองค์ประกอบสำคัญในนม มีผลต่อปัจจัยต่างๆเช่นราคา สารอาหารและคุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสของอุตสาหกรรมนม

ปฏิกิริยาไลโปไลซิส (lipolysis) เป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของไขมันในผลิตภัณฑ์นมหมัก การเปลี่ยนแปลงในไขมันของนม เกิดได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

2.4.2.1 เกิด Oxidation ของ unsaturated fatty acid ทำให้ได้พวก aldehydes , กรด และ ketone เกิดลักษณะของกลิ่นและรสคล้ายไขมันวัว (tallowy)

2.4.2.2 การย่อยสลายไขมันนมให้เป็นกรดและกลีเซอรอล โดยเอนไซม์ไลเปส ซึ่งอาจเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในนมเองหรือเป็นเอนไซม์ที่เกิดจากแบคทีเรีย

2.4.2.3 การเกิดทั้ง oxidation และ hydrolysis ในเวลาเดียวกัน (combined oxidation และ hydrolysis) ทำให้เกิด rancidity หรือการหืนของนม

Georgala และคณะ (2005) และ Martin-Hernandez (1998) กล่าวว่าการเกิดปฏิกิริยาไลโปไลซิสสามารถวัดได้จากการเกิดกรดไขมันอิสระ(free fatty acid : FFA) ที่เอมไซม์ไลเปส (lipase) ย่อยไขมันในผลิตภัณฑ์ Santos และคณะ (2003) กล่าวว่าปริมาณกรดไขมันอิสระ ที่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในนมคือ 0.25 meqkg^{-1} นอกจากกรดไขมันอิสระผลที่ได้จากการย่อยไขมันยังพบกรดไขมันสายสั้น (short chain free fatty acid) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดกลิ่นรสหืน(rancidity) ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (Deeth และ Tamime, 1981)

2.5 โครงสร้างจุลภาคของโยเกิร์ต (Microstucture)

การศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต สามารถอธิบายได้ถึงโครงสร้างโปรตีนในผลิตภัณฑ์ Barbeau และคณะ (1996) กล่าวว่าโครงสร้างโยเกิร์ตขึ้นอยู่กับปริมาณ β-lactoglobulin และเคซีน เกิดการ cross-link ขึ้นทำให้เกิดโครงสร้างโปรตีน (protein network) Chenge และคณะ (2000)กล่าวว่าโครงสร้างลักษณะร่างแห (network structure) ที่เกิดจากการจับตัวของเคซีนสามารถกักเก็บน้ำเวย์ ทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะแน่น (firmness) Sodini และคณะ (2004) กล่าวว่าปัจจัยอุณหภูมิ ความดัน ปริมาณโปรตีนในนม มีผลต่อโครงสร้างของโยเกิร์ต

Harte และคณะ (2002) และ Penna และคณะ (2007) พบว่ากระบวนการผลิตโยเกิร์ตแบบ High- hydrostatic pressure ร่วมกับกระบวนการให้ความร้อนโครงสร้างของโยเกิร์ตร่างแหโปรตีนแน่น รูพรุนมีขนาดเล็กกว่าการใช้ความร้อนในการผลิตโยเกิร์ตเพียงอย่างเดียว Puvanenthiran และคณะ (2001) พบว่าโยเกิร์ตที่ใช้เวย์โปรตีน มีโครงสร้างของโปรตีนแน่นกว่าการใช้หางนมผง Sodini และคณะ (2004) พบว่าการเติมนมผงเพื่อและระยะเวลาในการบ่มเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต มีผลต่อเนื้อสัมผัส และคุณสมบัติทางกายภาพของโยเกิร์ต และโครงสร้างของโปรตีนในโยเกิร์ตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
วัสดุและอุปกรณ์

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 นมแพะ	สยามแดรี่โกทส์มิลค์ , กรุงเทพฯ
3.1.2 นมโค	โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, กรุงเทพฯ
3.1.3 สเตบิไลเซอร์ Palsgaard 5842	Palsgaard, Denmark
3.1.4 เชื้อโยเกิร์ตจุลินทรีย์ผสมสำเร็จรูป ABY-2	Chr.Hansen, Denmark
3.1.5 นมผงขาดมันเนย (ของแข็งทั้งหมด 95.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 36 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.09เปอร์เซ็นต์)	Bonlac, Australia
3.1.6 Whey โปรตีน (ของแข็งทั้งหมด 96.0 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.08เปอร์เซ็นต์)	Enka, U.S.A

3.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.1 0.1 N NaOH	Merck, Germany
3.2.2 phenolphthalein 1%	Carlo Erba Reagents, Italy
3.2.3 trichloroacetic acid	Mallinckrodt Chemical, U.S.A
3.2.4 o-phthaldialdehyde	Sigma, Germany
3.2.5 Leu-Gly (Standard A.R. grade)	Sigma, Germany
3.2.6 phosphate buffer	Oxoid, England
3.2.7 95% ethanol	Mallinckrodt Chemical, U.S.A
3.2.8 petrolium ether	Merck, Germany
3.2.9 diethyl ether	Merck, Germany
3.2.10 KOH	Carlo Erba Reagents, Italy
3.2.11 sodium tetraborate	Mallinckrodt Chemical, U.S.A
3.2.12 sodium dodecyl sulfate	Mallinckrodt Chemical, U.S.A
3.2.13 methanol	Mallinckrodt Chemical, U.S.A
3.2.14 β-mercaptoethanol	Sigma, Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
105052

3.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.3.1 M-17 Broth	Merck, Germany
3.3.2 MRS Broth	Scharlau, Spain
3.3.3 conc.HCl	Mallinckrodt Chemicals, U.S.A
3.3.4 tryptone	Oxoid, England
3.3.5 Yeast Extract	Oxoid, England
3.3.6 Tween 80	Merck, Germany
3.3.7 di-potassium hydrogen phosphate	Carlo Erba Reagents, Italy
3.3.8 sodium acetate.$3H_2O$	Carlo Erba Reagents, Italy
3.3.9 di-ammonium hydrogen citrate	Merck, Germany
3.3.10 magnesium sulphate. $7H_2O$	Carlo Erba Reagents, Italy
3.3.11 manganese(II)- sulphate. $7H_2O$	Carlo Erba Reagents, Italy
3.3.12 Agar	Oxoid, England
3.3.13 maltose	Merck, Germany
3.3.14 glucose	Merck, Germany
3.3.15 dichloxallin	Sigma, U.S.A
3.3.16 LiCl	Unilab, California
3.3.17 cryteine hydrochloride	Merck, Germany
3.3.18 peptone	Oxoid, England

3,4 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 ถ้วยพลาสติก (ขนาด 130 มิลลิลิตร)

3.3.2 ฟอยล์

3.3.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

Model 211	Hanna Instrument, U.S.A
3.3.4 MilkoScan™ FT120	FOSS, Denmark
3.3.5 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)	Memmert, Germany
3.3.6 Spectrophotometer	LAB biochrom, England
3.3.7 Scanning Electron Microscorpe (SEM)	
JSM 5410 LV	Jeol, Japan
3.3.8 Critical Point Dryer (CPD 020)	Balzer union, Lichtenstein

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 Sputter coating (SCD040)	Balzer union, Lichtenstein
3.3.10 Gas chromatography (GC) 6890N	Agilent, U.S.A
3.3.11 Mass spectrometer (MS) 5973	Agilent, U.S.A
3.3.12 Flame Ionized Detector (FID) G1530	Agilent, U.S.A
3.3.13 HPLC Model 1100	Agilent, U.S.A

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.4.1 ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2 ห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

3.4.3 งานเนยแข็ง โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

3.4.4 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต)

3.4.5 ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ (วิเคราะห์กรดอะมิโน และกรดไขมันของโยเกิร์ต)

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมโยเกิร์ตสำหรับการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากนมแพะที่มีแบคทีเรียโพรไบโอติก

พัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะ โดยใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีของมนัสชนก (2548) ใช้เชื้อโยเกิร์ตสำเร็จรูป DVS (Direct Vat Starter) ประกอบด้วยเชื้อผสมเชื้อ 4 ชนิด ได้แก่ *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, L. acidophilus, Bifidobacterium lactis* และอุณหภูมิการบ่มที่ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียส

ใช้นมโคและนมแพะ ปรับมาตรฐานไขมัน 1 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อนมรวม 11.0 ± 1.0 เปอร์เซ็นต์ ผลิตโยเกิร์ตแตกต่างกัน 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 จำนวนสูตรผลิตโยเกิร์ตและองค์ประกอบของโยเกิร์ต

สูตร	ชนิดของนม	ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	เนื้อนมรวม (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบพื้นฐาน (โดยน้ำหนัก)	สเตบิไลเซอร์ (เปอร์เซ็นต์)
1	โค	1±0.05	11±1.0	นมผงขาดมันเนย (โปรตีน 36เปอร์เซ็นต์) x 3 เปอร์เซ็นต์	0.7
2	แพะ	1±0.05	11±1.0	นมผงขาดมันเนย (โปรตีน 36เปอร์เซ็นต์) x 3เปอร์เซ็นต์	0.7
3	แพะ	1±0.05	11±1.0	เวย์โปรตีน (โปรตีน 40เปอร์เซ็นต์) x 3เปอร์เซ็นต์	0.7
4	แพะ	1±0.05	11±1.0	เวย์โปรตีน (โปรตีน 40เปอร์เซ็นต์) x 5เปอร์เซ็นต์	0.7

นำนมพาสเจอร์ไรส์แล้ว 1 ลิตรเติมนมผงขาดมันเนยหรือเวย์โปรตีน และสเตบิไลเซอร์ ในปริมาณที่แสดงในตารางที่ 3.1 ผสมที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที จากนั้นทำการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียสโดยอ่างน้ำเย็น เติมจุลินทรีย์ ABY – 2 ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ก่อนบรรจุใส่ถ้วยพลาสติกปลอดเชื้อ ขนาดความจุ 120 มิลลิลิตร ปิดฝาฟอยล์และบ่มที่อุณหภูมิ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียส ทดสอบการเกิดเคิร์ดหรือลิ่มนม (ภาคผนวก ก.1) (โยเกิร์ตมี pH ประมาณ 4.5 ± 0.2) นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์

3.5.2 ศึกษาผลของการทดแทนทางนมผงด้วยเวย์โปรตีนต่อกระบวนการหมักโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ

นำโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2บ่มที่อุณหภูมิ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรระหว่างกระบวนการหมักทุก 1 ชั่วโมง และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 0, 1, 7, 14 และ 21) มาวัดค่า pH (Schmidt และคณะ, 2001)(ภาคผนวก ข.1) และไตเตรทหาเปอร์เซ็นต์กรดด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข.2) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ศึกษาความอยู่รอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 0, 1, 7, 14 และ 21) มาหาปริมาณ จุลินทรีย์ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต (Guler-Akin และ Akin , 2005) โดยเตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตเจือจางที่ระดับความเข้มข้น 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} นำไปหาปริมาณ *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacterium lactis* (ภาคผนวก ข.7) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.5.4 ศึกษาโปรติโอไลซิส (Proteolysis) ของโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 0, 1, 7, 14 และ 21) หาปริมาณไดเปปไทด์ด้วยวิธีดัดแปลงจาก Donkor และคณะ (2006) และ Gassem และFrank (1991) โดยนมและโยเกิร์ตข้างต้นถูกย่อยด้วย 0.75N Trichloroacetic acid กรองเอาสารละลายใส ที่ได้จากการย่อยด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 มาเติม สารละลาย OPA reagent ปริมาณ 3 มิลลิลิตร วัดการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร (ภาคผนวก ข.3) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

นำนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 1,7และ14) มาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน Alanine, Arginine, Aspartic acid, Cystine, Glutamic acid, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenyalanine, Proline, Serine, Threonine, Tyrosine และ Valine โดยชั่งนมหรือโยเกิร์ต 1 กรัม เติม 0.4 mM H_2SO_4 ใน 15 ppm boric acid ปริมาตร 12 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนาน 1 นาทีด้วยเครื่องปั่น นำสารละลายที่ได้กวนที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที ปิเปตสารละลายที่กวนได้มา 1 มิลลิลิตร เหวี่ยงเพื่อแยกกรดอะมิโนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วรอบ 14,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที ดูดสารละลายส่วนในนำกรองด้วย membrane ขนาด 0.45 μmอีกครั้งก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC (AOAC, 2000)

นำนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 1,7และ14) มาวิเคราะห์ปริมาณ Hydroxyproline, Hydroxylysine และ Tryptophan ชั่งตัวอย่างนมและโยเกิร์ต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม ลงในขวดใส่ตัวอย่างกลั่นแยกสารด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ปริมาตร 1 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงภายใต้สภาวะสุญญากาศ เปลี่ยนกรดอะมิโนให้อยู่ในรูป methyl esters วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (AOAC, 2005) ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ (ภาคผนวก ข.5) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.5 ศึกษาไลโปไลซิส (Lipolysis) ของโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะระหว่างการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมจุลินทรีย์ ABY – 2 และระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 0, 1, 7, 14 และ 21) วิเคราห์ค่า ADV (Acid Degree Value) โดยแยกกรดไขมันอิสระ ด้วยสารละลาย 60เปอร์เซ็นต์ ปิโตรเลียม อีเทอร์ : 40เปอร์เซ็นต์ ไดเอทิลอีเทอร์ นำไขมันที่แยกได้มาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.01 N โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ (Park , 2001) (ภาคผนวก ข.4) คำนวณเป็นค่า ADV วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3ซ้ำ

นำนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 1,7และ14) สกัดไขมันจากตัวอย่างโดยชั่งนมและโยเกิร์ต 1 กรัมผสมกับตัวทำละลายอินทรีย์ hexane , isopropanol และ acetone อัตราส่วน 1:3:1 โดยปริมาตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,000 rpm เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แยกส่วนใสชั้นบน (solvent layer) ออกมาบรรจุในหลอดทดลอง ทำให้แห้งด้วยแก๊สไนโตรเจนและปิดหลอดทดลองให้แน่น เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เปลี่ยนกรดไขมันให้อยู่ในรูป fatty acid methyl esters (FAME) สำหรับการแยกวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID (AOAC, 2005) ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สำนักงานใหญ่ (ภาคผนวก ข.6) วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3.5.6 ศึกษาคุณภาพคุณภาพทางประสาทสัมผัสและโครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต

นำโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ที่ผ่านการบ่ม (pH 4.5 ± 0.2) วิเคราะห์โปรตีน ไขมันและธาตุน้ำนมทั้งหมด ด้วยเครื่อง MilkoScan™ FT120 (FOSS, Denmark) วัดปริมาณน้ำเวย์เพื่อคำนวณ whey separation (%) (Milanovi และคณะ, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 0, 1, 7, 14 และ 21) มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวัดความเข้มของคุณลักษณะ (intensity scale) ในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร ใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้วในห้องปฏิบัติการ (ภาคผนวก ค.1) จำนวน10คน สเกลที่ใช้สำหรับแต่ละลักษณะเป็น line scale ขนาดความยาว 150 mm (Guler-Akin และ Akin, 2005)

นำโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 1) ทดสอบความชอบโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ใช้สเกลทดสอบความชอบชนิด Hedonic 9-point scale (Tandhanskul และ Krasaekoopt, 2008) วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวนทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

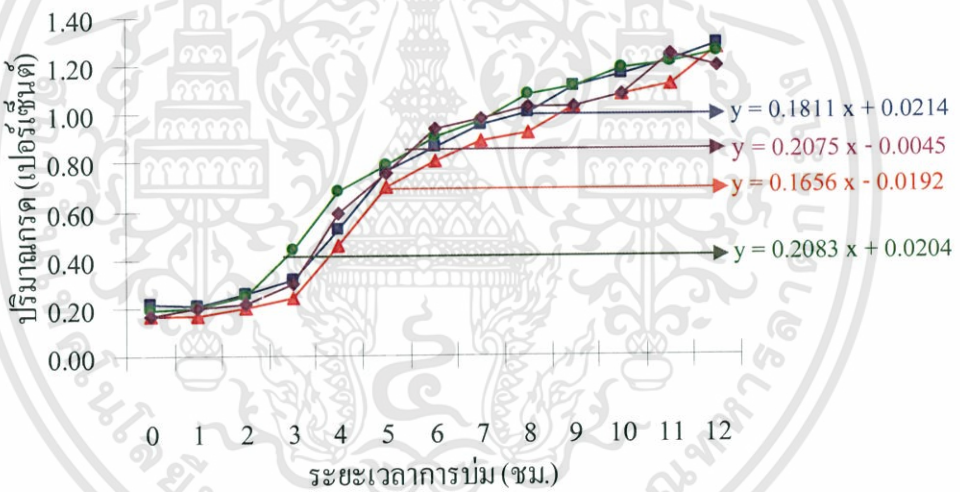
ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคด้วย Scanning Electron Microscorpe (SEM) นำโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ (วันที่ 1) วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาค (microstructure) ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(Puvanenthiran และคณะ, 2001) (ภาคผนวก ข.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาผลของการทดแทนนมผงขาดมันเนยด้วยเวย์โปรตีนต่อกระบวนการหมักโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ

ทำการผลิตโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ABY-2 ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมเชื้อจุลินทรีย์ ABY-2 วัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดและค่า pH ในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โดยสุ่มตัวอย่างระหว่างกระบวนการบ่มทุก 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.1 ปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมโค (▲) นมแพะ (■) ที่เติมนมผงขาดมันเนย เป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ (◆) และเวย์โปรตีน 5เปอร์เซ็นต์ (●) เป็นส่วนประกอบ ระหว่างกระบวนการหมัก 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

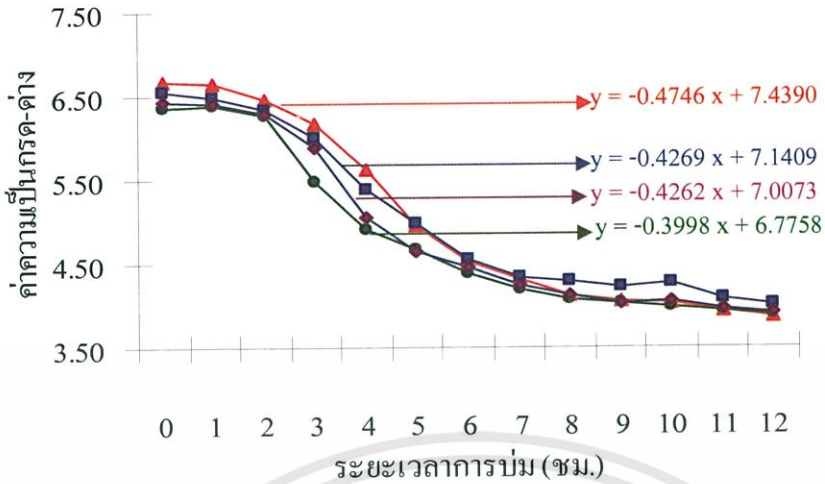
จากภาพที่ 4.1 โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอย่างต่อเนื่อง เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรระหว่างการบ่มที่อุณหภูมิ 43 ± 0.5 องศาเซลเซียสที่ 2 ถึง 7ชั่วโมง พบว่าค่าความชันของกราฟระหว่างค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์กับระยะเวลาการบ่ม43 ± 0.5 องศาเซลเซียสที่ 2 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.2083 ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณกรดในโยเกิร์ตดังกล่าวเพิ่มขึ้นด้วย และสมการ $y = 0.2083 x + 0.0204$ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มโยเกิร์ตเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.2287 เปอร์เซ็นต์ ในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.2075 เมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มส่งผลให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นด้วย สมการที่ได้จากการบ่มโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ คือ $y = 0.2075 x - 0.0045$ จากสมการพบว่าระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.2030 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการบ่ม 2 ถึง 7 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.1811 ดังนั้นเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มทำให้ปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น และสมการเส้นตรงของโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์คือ $y = 0.1811 x + 0.0214$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มโยเกิร์ตดังกล่าวเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงทำมีการเพิ่มของปริมาณกรดเท่ากับ0.2025 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชันของกราฟระหว่างค่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์กับระยะเวลาการบ่ม 43 ± 0.5 องศาเซลเซียสที่ 2 ถึง 7ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.1656 เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มมีผลทำให้ปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นด้วย สมการเส้นตรงของโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์คือ $y = 0.1656 x + 0.0192$ ระยะเวลาการบ่มโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.1848 เปอร์เซ็นต์

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดในโยเกิร์ตนมแพะและนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมแพะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดสูงกว่านมโค ซึ่งสอดคล้องกับ Rysstad และ Abrahamsen (1983) และ Kurmann (1986) ที่กล่าวว่าในโยเกิร์ตผลิตจากนมแพะมีอัตราการผลิตกรดเร็วกว่านมโค และการใช้เวย์โปรตีนทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการใช้นมผงขาดมันเนย นอกจากนี้ Dave และ Shah (1998) ยังพบว่าการใช้เวย์โปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็วกว่า การใช้นมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างกระบวนการหมักโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ค่า pH ในโยเกิร์ตนมโค(▲) นมแพะ(■) ที่เติมนมผงขาดมันเนย เป็นส่วน ประกอบเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3เปอร์เซ็นต์ (◆) และเวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์ (●) เป็นส่วนประกอบ ระหว่างกระบวนการหมัก 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

จากภาพที่ 4.2 โยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีการลดลงของค่า pH อย่างต่อเนื่อง เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่า pH ในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรระหว่างชั่วโมงการบ่ม 2 ถึง 7 ชั่วโมง ในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.3998 ในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.4262 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ใน โยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.4269 และในโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.4746 จากมีค่าความชันของกราฟในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่า pH ลดลง

ในกระบวนการบ่มของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียสนาน 6 ชั่วโมง มีค่า pH ระหว่าง 4.53 ± 0.21 และ 4.54 ± 0.14 ตามลำดับ โดยโยเกิร์ตมีลักษณะเป็นเคิร์ด (ระดับความแข็งแรงของเคริ์ดเท่ากับ 5) หรือลิ่มนมกึ่งแข็งกึ่งเหลว (semi-solid) (ตารางที่ ก.2) เคิร์ดดังกล่าวเกิดจากการตกตะกอนของโปรตีนนม (Tamime และ Robinson, 1999) และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3เปอร์เซ็นต์ และ 5เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการหมัก 5 ชั่วโมง (ค่า pH ระหว่าง 4.64 ± 0.35 และ 4.66 ± 0.31) มีลักษณะเคริ์ดเช่นเดียวกับโยเกิร์ตนมโค และนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ จ.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

	สูตร*	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
		0	1	7	14	21
pH	1	4.52 ± 0.01^{Aa}	4.49 ± 0.25^{Aa}	4.49 ± 0.32^{Aa}	4.52 ± 0.35^{Aa}	4.54 ± 0.36^{Aa}
	2	4.53 ± 0.02^{Aa}	4.46 ± 0.01^{Ab}	4.46 ± 0.46^{Ab}	4.49 ± 0.45^{Ab}	4.47 ± 0.17^{Ab}
	3	4.48 ± 0.02^{Aa}	4.49 ± 0.03^{Aa}	4.50 ± 0.04^{Aa}	4.51 ± 0.05^{Aa}	4.50 ± 0.03^{Aa}
	4	4.53 ± 0.02^{Aa}	4.47 ± 0.02^{Aa}	4.46 ± 0.03^{Aa}	4.49 ± 0.01^{Aa}	4.47 ± 0.01^{Aa}
เปอร์เซ็นต์ TA	1	0.82 ± 0.02^{Bd}	0.88 ± 0.02^{Bc}	0.93 ± 0.02^{Bb}	0.88 ± 0.02^{Bab}	0.92 ± 0.02^{Ba}
	2	0.85 ± 0.02^{Ad}	0.87 ± 0.02^{Ac}	0.92 ± 0.02^{Ab}	0.92 ± 0.02^{Aab}	0.94 ± 0.02^{Aa}
	3	0.84 ± 0.02^{Ad}	0.88 ± 0.02^{Ac}	0.92 ± 0.02^{Ab}	0.92 ± 0.02^{Aab}	0.97 ± 0.02^{Aa}
	4	0.90 ± 0.02^{ABd}	0.88 ± 0.02^{ABc}	0.90 ± 0.02^{ABb}	0.91 ± 0.02^{ABab}	0.93 ± 0.02^{ABa}

*หมายเหตุ สูตร 1 โยเกิร์ตนมโค+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 โยเกิร์ตนมแพะ+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 4 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรA,B,C.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

หลังจากเก็บรักษาโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ พบว่าค่า pH โยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์มีค่า pH ลดลงตั้งแต่วันที่ 1 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส Marshall และTamime (1997) การเปลี่ยนแปลงของ pH ระหว่างการเก็บรักษามีความสัมพันธ์กับปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในโยเกิร์ต Herrero และ Requena (2006) พบว่า ค่า pH ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ของโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ Herrero และ Requena (2006) พบว่าโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแลคติคเพิ่มขึ้นมากกว่าโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ Donkor และคณะ (2006) พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดหรือการลดลงของค่า pH เกิดจากจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* และ *L. casei* ใช้น้ำตาลแล็คโตสในนม ผลิตกรดแลคติคได้มากขึ้น

4.2. การศึกษาความอยู่รอดของโพรไบโอติกในโยเกิร์ตจากนมโคและนมแพะระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนาน 3 สัปดาห์

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษาคือจุลินทรีย์ผสม ABY-2 ของ Chr. Hansen's Laboratory ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งประกอบด้วยเชื้อ *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* และ *Bifidobacteriam lactis* โดยเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

ตารางที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตหลังจากเติมจุลินทรีย์ ABY-2

สูตร*	ปริมาณจุลินทรีย์ (log cfu/g)			
	S. thermophilus	*L. bulgaricus*	*L. acidophilus*	*Bifidobacteriam lactis*
1	6.41 ± 0.05^{Aa}	6.38 ± 0.11^{Aa}	6.27 ± 0.04^{Ab}	6.42 ± 0.14^{Aa}
2	6.47 ± 0.05^{Aa}	6.37 ± 0.16^{Aa}	6.17 ± 0.13^{Ab}	6.40 ± 0.12^{Aa}
3	6.38 ± 0.12^{Aa}	6.32 ± 0.14^{Aa}	6.24 ± 0.14^{Ab}	6.49 ± 0.19^{Aa}
4	6.43 ± 0.07^{Aa}	6.35 ± 0.12^{Aa}	6.26 ± 0.13^{Ab}	6.49 ± 0.04^{Aa}

*หมายเหตุ สูตร 1 โยเกิร์ตนมโค+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 โยเกิร์ตนมแพะ+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 4 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรA,B,C.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรหลังเติมจุลินทรีย์ ABY-2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.57 log cfu/g ตามลำดับ รวมทั้งมีการเจริญเติบโตของโพรไบโอติคแบคทีเรีย *L. acidophilus* เท่ากับ 6.61 ± 0.18, 6.69 ± 0.17, 6.75 ± 0.12 และ 6.86 ± 0.11 log cfu/g และ *Bf. lactis* เท่ากับ 7.30 ± 0.06, 7.32 ± 0.10 , 7.43 ± 0.21 และ 7.55 ± 0.11 log cfu/g ตามลำดับ โยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรมีการเจริญเติบโตจุลินทรีย์สูงในวันที่ 1 ของการเก็บรักษาที่ 4 องศา และจะลดลงจำนวนลงหลังจากที่จุลินทรีย์ใช้น้ำตาลแลคโตสและออกซิเจนในนม เพื่อผลิตกรดแลคติค (Tamime และ Robinson, 1999) (ภาพที่ 4.3)

ในระหว่างการบ่ม *S. thermophilus* จะเจริญได้ดีในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร การเจริญเติบโตของ *S. thermophilus* จะมีการสร้างกรดแลคติคในปริมาณมากและสร้างกรดฟอร์มิกเพื่อไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. bulgaricus* ที่จะเจริญต่อมาด้วย โดย *L. bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิกนี้ไปใช้ในการสร้าง diacetyl และ acetaldehyde ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ต (Tamime, 1990) หลังจากเก็บรักษาโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 7 วัน พบว่ามีปริมาณ *S. thermophilus* , *L. bulgaricus* , *L. acidophilus* และ *Bf. lactis* ลดลง ระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ต 4 สูตรที่อุณหภูมิ 4 องสาเซลเซียสในวันที่ 14 พบการเพิ่มขึ้นของ *L. acidophilus* 0.1 log cfu/g เนื่องจาก *L. acidophilus* สามารถเจริญเติบโตได้ใน pH ต่ำ (Vedamuthu, 1991)

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติคในโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรก่อนเริ่มกระบวนการหมัก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษาโยเกิตทั้ง 4 สูตรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ พบว่าโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ มีการเพิ่มของปริมาณ *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophillus* และ *Bf. lactis* สูงกว่าโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย ดังนั้นสรุปได้ว่าการเติมเวย์โปรตีนมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์โยเกิร์ตและโพรไบโอติคแบคทีเรียระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Herrero และ Requena (2006) นอกจากนี้ Martin-Diana และคณะ (2003) ยังพบว่าการเติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ในโยเกิร์ตนมแพะส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนของ *S. thermophilus* , *L. acidophilus* และ *Bf. Lactis* สูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 21 วันเช่นเดียวกัน

4.3. การศึกษาโปรติโอไลซิส (proteolysis) ของโปรตีนนมในโยเกิร์ตโพรไบโอติค

กระบวนการหมักโยเกิร์ตโปรตีนนมถูกย่อยด้วยเอนไซม์ที่แลคติคแบคทีเรียสร้างขึ้นได้กรดอะมิโน (Shihata และ Shah , 2000) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลคติค Christensen และคณะ (1999) กล่าวว่าช่วงที่มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลคติคสูง มีปริมาณกรดอะมิโนและเปปไทด์สูงขึ้นด้วย จึงกล่าวได้ว่าการติดตามการเกิด โปรติโอไลซิสในระหว่างการเก็บรักษา สามารถวัดได้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณไดเปปไทด์โดยใช้สารละลาย OPA (Donkor และคณะ, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

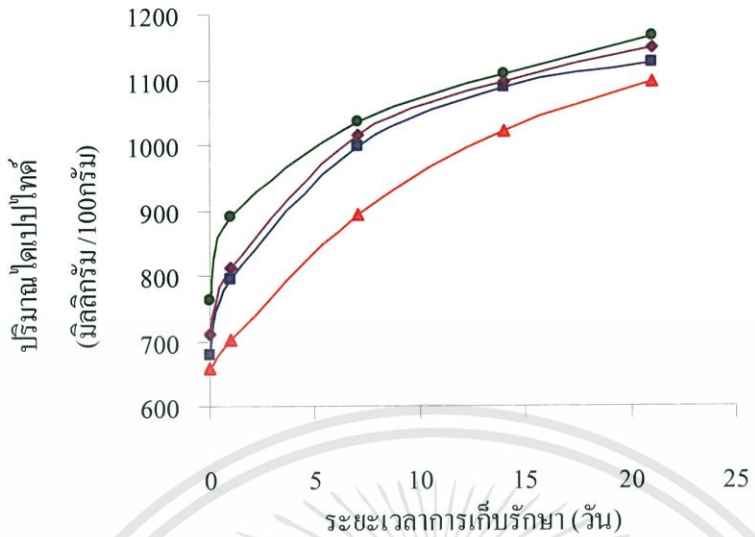
จากการวิเคราะห์ปริมาณ ไดเปปไทด์ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ พบปริมาณไดเปปไทด์ ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมเชื้อจุลินทรีย์ ABY-2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และในโยเกิร์ตโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์และ5เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ปริมาณ ไดเปปไทด์ในนมและโยเกิร์ตหลังเติมจุลินทรีย์ ABY-2

นมและโยเกิร์ต	ปริมาณไดเปปไทด์ (มิลลิกรัม / 100 กรัม)
นมโค	611.05 ± 1.14^{d}
โยเกิร์ตนมโค + นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์	665.21 ± 2.62^{b}
นมแพะ	635.82 ± 3.18^{c}
โยเกิร์ตนมแพะ +นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์	666.28 ± 3.03^{b}
โยเกิร์นมแพะ + เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์	672.14 ± 2.06^{a}
โยเกิร์นมแพะ + เวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์	674.46 ± 2.06^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตนมโค(▲) นมแพะ(■) ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ (◆) และเวย์โปรตีน 5เปอร์เซ็นต์ (●) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.3 ปริมาณไดเปปไทด์ในนมแพะ มีปริมาณสูงกว่านมโคอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ Haenline (2004) กล่าวว่าโปรตีนที่พบในนมแพะมีปริมาณสูงกว่านมโค และปริมาณไดเปปไทด์ในนมแพะมีปริมาณสูงกว่านมโค ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์หลังเติมเชื้อจุลินทรีย์ ABY – 2 ไม่มีความแตกต่างของปริมาณไดเปปไทด์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไดเปปไทด์ที่พบในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณสูงกว่าไดเปปไทด์ที่พบในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเวย์โปรตีนส่งผลให้ปริมาณไดเปปไทด์สูงขึ้น

ระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ พบว่าในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมปริมาณ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไดเปปไทด์สูงกว่าโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จึงกล่าวได้ว่าการเติมเวย์โปรตีนส่งผลให้โยเกิร์ตมีปริมาณไดเปปไทด์มากกว่าการใช้นมผงขาดมันเนย (ตารางที่ จ.5 และ จ.6) Dave และ Shah (1998) กล่าวว่า เวย์โปรตีนประกอบด้วยเปปไทด์ และกรดอะมิโนจำนวนมาก จึงเป็นผลให้โยเกิร์ตที่เติมใช้เวย์โปรตีนมีกรดอะมิโนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไดเปปไทด์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์มากกว่าการเพิ่มขึ้นในโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ จ.5 และ จ.6) Martin-Diana และคณะ (2003) พบว่าโยเกิร์ตที่ได้จากนมแพะมีโปรตีน แคลเซียม ไนโตรเจน และแมงกานีส สูงกว่านมโค รวมทั้งการใช้เวย์โปรตีนแทนการใช้นมผงขาดมันเนยด้วย Park (2000) กล่าวว่าความแตกต่างปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุในโยเกิร์ต มีปัจจัยจากความแตกต่างขององค์ประกอบในนม

ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีผลต่อปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตนมโค โยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ จ.5 และ จ.6)

ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนในนมโค (■) นมแพะ (■)

จากภาพที่ 4.5 นมแพะมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น leucine, isoleucine, methionine, threonine, tryptophan และ valine (494.02 $\pm$ 0.01, 214.63 $\pm$ 0.01, 86.78 $\pm$ 0.05, 71.00 $\pm$ 0.02, 166.23 $\pm$ 0.01 และ494.02 $\pm$ 0.02 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าในนมโค Scherz และ Senser (1994) พบว่าในนมแพะมีปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่านมโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 0, 7 และ 14)

กรดอะมิโน	โยเกิร์ตนมโค			โยเกิร์ตนมแพะ		
	0	7	14	0	7	14
Alanine	66.54±0.05^{f}	70.75±0.01^{d}	75.20±0.01^{c}	67.79±0.01^{e}	74.65±0.01^{b}	78.37±0.01^{a}
Arginine	50.39±0.01^{a}	42.64±0.01^{e}	43.51±0.01^{d}	40.37±0.01^{f}	49.46±0.02^{b}	48.41±0.01^{c}
Aspartic acid	135.98±0.01^{e}	133.42±0.01^{f}	149.21±0.01^{c}	152.63±0.01^{b}	162.01±0.01^{a}	147.51±0.02^{d}
Cystine	32.00±0.01^{d}	31.99±0.04^{e}	41.95±0.01^{a}	40.65±0.01^{b}	34.71±0.01^{c}	30.64±0.03^{f}
Glutamic acid	492.80±0.12^{f}	507.61±0.01^{e}	578.12±0.01^{a}	528.54±0.20^{d}	538.18±0.01^{c}	562.62±0.20^{b}
Glycine	31.15±0.01^{f}	34.10±0.01^{e}	34.53±0.01^{d}	38.58±0.01^{b}	43.59±0.01^{a}	37.74±0.03^{c}
Histidine	317.38±0.06^{b}	278.02±0.01^{f}	313.88±0.01^{c}	351.56±0.05^{a}	307.59±0.01^{e}	310.21±0.01^{d}
Isoleucine	254.91±0.01^{f}	265.55±0.06^{e}	269.59±0.21^{d}	287.96±0.01^{c}	295.65±0.01^{b}	308.14±0.16^{a}
Leucine	509.75±0.01^{f}	581.80±0.31^{e}	593.52±0.01^{c}	586.69±0.08^{d}	595.55±0.34^{b}	618.62±0.01^{a}
Lysine	1097.8±0.01^{f}	1132.7±0.01^{c}	1217.4±0.01^{a}	1107.7±0.01^{d}	1102.8±0.01^{e}	1193.2±0.01^{b}
Methionine	83.18±0.57^{f}	96.18±0.01^{c}	94.00±0.11^{d}	108.14±0.01^{b}	89.93±0.01^{e}	101.66±0.01^{a}
Phenylalanine	443.46±0.01^{f}	517.78±0.03^{c}	495.18±0.01^{d}	444.36±0.75^{e}	574.26±0.75^{b}	587.05±0.10^{a}
Proline	337.33±0.01^{c}	334.01±0.01^{f}	350.06±0.01^{b}	354.52±0.01^{a}	336.85±0.01^{d}	335.26±0.01^{e}
Serine	60.12±0.01^{d}	58.87±0.01^{e}	73.51±0.11^{b}	63.14±0.01^{c}	75.55±0.01^{a}	55.16±0.10^{f}
Threosine	58.09±0.14^{c}	53.43±0.01^{e}	58.72±0.01^{b}	48.31±0.42^{f}	55.52±0.30^{d}	60.56±0.70^{a}
Tryptophan	74.33±0.02^{f}	92.24±0.02^{d}	84.06±0.01^{e}	129.13±0.13^{a}	98.16±0.01^{b}	93.46±0.01^{c}
Tyrosine	383.06±0.01^{f}	435.03±0.11^{d}	431.79±0.57^{e}	457.15±0.01^{c}	556.22±0.01^{b}	579.38±0.13^{a}
Valine	201.77±0.01^{f}	202.57±0.01^{c}	214.03±0.01^{a}	202.36±0.01^{d}	203.25±0.01^{b}	202.31±0.01^{e}

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.4 พบว่าในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ 100 กรัม มีปริมาณกรดอะมิโน ดังนี้ glutamic acid 562.62 ± 0.20 มิลลิกรัม isoleucine 308.14 ± 0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัม leucine 618.62 ± 0.01 มิลลิกรัม lysine 1193.2 ± 0.01มิลลิกรัม methionine 101.66 ± 0.01 มิลลิกรัม phenylalanine 587.05 ± 0.10มิลลิกรัม และ tyrosine 60.56 ± 0.70มิลลิกรัม โดยกรดอะมิโนดังกล่าวเพิ่มขึ้นระว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ และพบลักษณะเดียวกันกับโยเกิร์ตนมโค Vargas และคณะ (2008) พบว่า โยเกิร์ตนมแพะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า เมื่อโปรตีนถูกตัดพันธะ ทำให้มีกรดอะมิโนในโยเกิร์ตนมแพะเพิ่มสูงขึ้น Park (2001) พบว่ามีการเกิด proteolysis ระหว่างการเก็บรักษาเนยแข็ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 6 เดือน โดยการเพิ่มขึ้นของ β-Casein วิเคราะห์โดย electrophoresis ในเนยแข็งที่ผลิตจากนมแพะมีปริมาณมากกว่านมโค Posati และ Orr (1976) พบว่าในนมแพะมีปริมาณกรดอะมิโน เช่น Threonine, Isoleucine, Lysine, Cystine, Tyrosine และ Valine สูงกว่านมโค

4.4. ศึกษาไลโปไลซิส (lipolysis)ของไขมันในนมและโยเกิร์ตโพรไบโอติค

นมแพะมีปริมาณของกรดไขมันสายสั้น-สายกลาง (C_6-C_{12}) มากกว่านมโค (Haenlein, 1992) ขนาดของเม็ดไขมันมีขนาดเล็ก (Jenness, 1980) ปริมาณกรดไขมันสายสั้น-สายกลางที่สูงทำให้นมแพะมีกลิ่นรสเฉพาะที่เรียกว่า "Goaty Flavor" การเกิดไลโปไลซิส (lipolysis) สามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ ADV (Park, 2001)

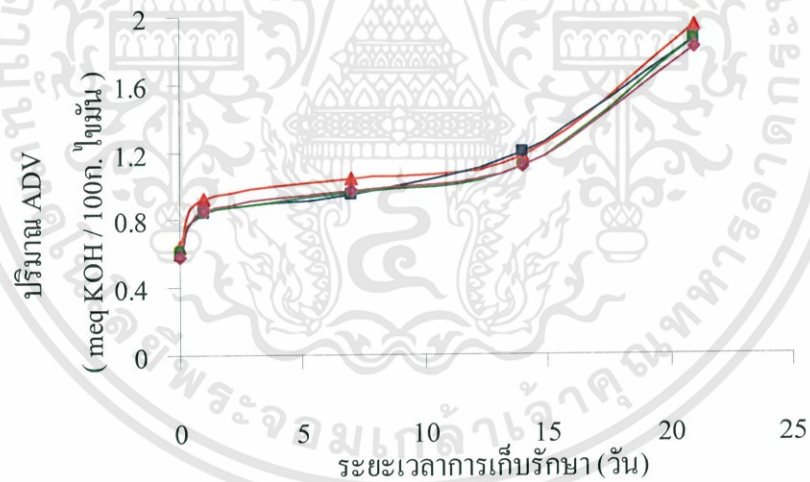
ปริมาณ Acid Degree Value (ADV) ของนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์หลังเติมเชื้อจุลินทรีย์ ABY-2 แสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าปริมาณ ADV ในนมโคมากกว่านมแพะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้โยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณ ADV มากกว่าในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 Acid Degree Value :ADV(meq KOH / 100 กรัมไขมัน) ของน้ำนมและโยเกิร์ตหลังเติมจุลินทรีย์ ABY-2

นมและโยเกิร์ต	ADV(meq KOH / 100 กรัมไขมัน)
นมโค	0.48 ± 0.02^{b}
โยเกิร์ตนมโค + นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์	0.53 ± 0.02^{a}
นมแพะ	0.46 ± 0.01^{c}
โยเกิร์ตนมแพะ +นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์	0.49 ± 0.02^{b}
โยเกิร์ตนมแพะ + เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์	0.48 ± 0.04^{b}
โยเกิร์ตนมแพะ + เวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์	0.49 ± 0.06^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



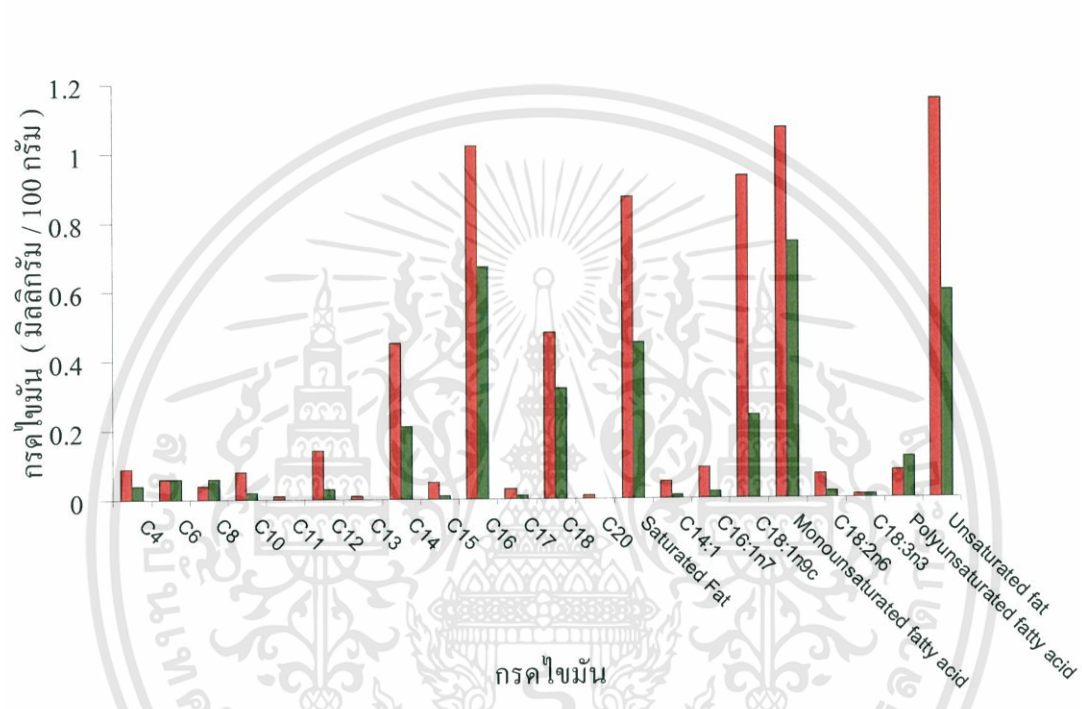
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณADVในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค(▲) นมแพะ(■)ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 (◆) และ 5 เปอร์เซ็นต์ (●) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์

จากภาพที่ 4.6 พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาโยเกิร์ตนมโคและโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ ADV อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเวย์โปรตีนไม่มีผลต่อการเพิ่มของของปริมาณ ADV ในโยเกิร์ตนมแพะที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การย่อยไขมันหรือไลโปไลซิส (lipolysis) มีปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณกรดไขมันในวัตถุดิบ(Park, 2001) ปริมาณจุลินทรีย์และเอมไซม์ไลเปส อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา ปริมาณออกซิเจน ความชื้น (Jinและ Park, 1995)และการเติมสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ (Fennema, 1996 และHaenlein, 1992)



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันในนมโค (■) นมแพะ (■)

จากภาพที่ 4.7 นมโคมีปริมาณกรดไขมันกรดไขมัน myristic acid (0.45 ± 0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) palmitic acid (1.42 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) stearic acid (0.48 ± 0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) saturated fat (0.87 ± 0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) cis-9-Oleic acid (0.07 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) monounsaturated fatty acid (1.07 ± 0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) และ unsaturated fat (1.15±0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในปริมาณสูงกว่านมแพะอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ Varges และคณะ (2008) กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณไขมันและโปรตีนในนมแพะมีหลายอย่างเช่น พื้นที่ในการเลี้ยงแพะ สายพันธุ์แพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน (มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ (วันที่ 0, 7 และ 14)

กรดไขมัน	โยเกิร์ตนมโค			โยเกิร์ตนมแพะ		
	0	7	14	0	7	14
Butyric acid (C4:0)	0.05±0.00^{b}	0.03±0.00^{c}	0.06±0.00^{ab}	0.03±0.00^{c}	0.04±0.00^{c}	0.07±0.00^{a}
Caproic acid (C6:0)	0.05±0.00^{bc}	0.05±0.00^{bc}	0.07±0.00^{b}	0.06±0.00^{b}	0.06±0.00^{b}	0.09±0.00^{a}
Caprylic acid (C8:0)	0.06±0.00^{b}	0.06±0.00^{b}	0.09±0.00^{a}	0.07±0.00^{b}	0.06±0.00^{b}	0.07±0.00^{b}
Capric acid (C10:0)	0.23±0.10^{a}	0.23±0.10^{a}	0.20±0.00^{b}	0.13±0.00^{c}	0.13±0.00^{c}	0.20±0.00^{b}
Lauric acid (C12:0)	0.14±0.00^{b}	0.15±0.00^{b}	0.19±0.00^{a}	0.06±0.00^{d}	0.09±0.00^{c}	0.08±0.00^{c}
Myristic acid (C14:0)	0.34±0.00^{b}	0.36±0.00^{b}	0.42±0.00^{a}	0.35±0.18^{b}	0.41±0.21^{a}	0.42±0.22^{a}
Pentadecanoic aicd (C15:0)	0.03±0.00^{a}	0.03±0.00^{a}	0.04±0.00^{a}	ND	ND	ND
Palmitic acid (C16:0)	0.95±0.20^{c}	1.03±0.00^{b}	1.18±0.00^{a}	0.54±0.24^{f}	0.58±0.24^{e}	0.60±0.24^{d}
Stearic acid (C18:0)	0.49±0.10^{c}	0.52±0.00^{c}	0.59±0.10^{b}	0.56±0.20^{b}	0.67±0.35^{a}	0.68±0.34^{a}
Saturated Fat	0.24±0.10^{c}	0.25±0.10^{c}	0.30±0.10^{b}	0.22±0.10^{d}	0.29±0.10^{b}	0.34±0.10^{a}
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.04±0.00^{a}	0.04±0.00^{a}	0.05±0.00^{a}	0.01±0.00^{b}	0.01±0.00^{b}	0.01±0.00^{b}
cis-9-Oleic acid (C18:1n9c)	0.83±0.10^{c}	0.88±0.10^{b}	0.99±0.10^{a}	0.05±0.00^{e}	0.06±0.00^{d}	0.07±0.00^{d}
Monounsaturated fatty acid	0.87±0.10^{c}	0.93±0.10^{b}	1.05±0.10^{a}	0.62±0.10^{e}	0.70±0.10^{d}	0.71±0.10^{d}
cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6)	0.09±0.00^{a}	0.11±0.10^{a}	0.11±0.00^{a}	ND	ND	ND

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

กรดไขมัน	โยเกิร์ตนมโค			โยเกิร์ตนมแพะ		
	0	7	14	0	7	14
Polyunsaturated fatty acid	0.11 ± 0.00^{c}	0.13 ± 0.00^{b}	0.13 ± 0.00^{b}	0.13 ± 0.00^{b}	0.18 ± 0.00^{a}	0.19 ± 0.00^{a}
Unsaturated fat	0.98 ± 0.10^{c}	1.06 ± 0.10^{b}	1.18 ± 0.00^{a}	0.54 ± 0.08^{e}	0.62 ± 0.10^{d}	0.65 ± 0.10^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.6 กรดไขมันได้แก่ Butyric acid (0.07 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Caproic acid (0.07 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Capric acid (0.2 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Lauric acid (0.08 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Myristic acid (0.42 ± 0.22 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Palmitic acid (0.60 ± 0.24 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Stearic acid (0.68 ± 0.34 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Saturated Fat (0.34 ± 0.10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) Polyunsaturated fatty acid (0.19 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) และ กรดไขมันที่จำเป็นเช่น cis-9-Oleic acid (0.07 ± 0.00 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) ในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสูงขึ้นระว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันดังกล่าวในโยเกิร์ตมีปริมาณต่ำกว่าในนมแพะ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และในโยเกิร์ตนมโคมีลักษณะการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันเช่นเดียวกับโยกเกิร์ตนมแพะ ซึ่งอาจเกิดจากมีเอมไซม์ของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตทำการย่อยไขมันจนได้กรดไขมัน ที่ทำให้เกิดกลิ่นรสในโยเกิร์ต (Park, 2001) กลิ่นรสของโยเกิร์ตเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Jin และ Park, 1995)

4.5. การศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ, คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโพรไบโอติด

นำโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ที่ผ่านการบ่ม 6 ชั่วโมง (pH 4.5± 2.0) มาวัดปริมาณน้ำเวย์เพื่อคำนวณ whey separation (%) (Milanovi และคณะ, 2007) ดังตารางที่ 4.5 ค่า whey separation ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่องวิเคราะห์นมและผลิตภัณฑ์นม (Milkoscan FT 120) พบว่าองค์ประกอบไขมัน โปรตีน ธาตุน้ำนมทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบของโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์

สูตร*	Whey separation (เปอร์เซ็นต์)	องค์ประกอบ (ร้อยละ)			
		ไขมัน	โปรตีน	ธาตุน้ำนมทั้งหมด	น้ำ**
1	35.20±1.74[a]	1.25±0.06[a]	3.63±0.37[b]	14.68±0.24[a]	85.32
2	34.67±1.97[a]	1.28±0.05[a]	4.09±0.31[a]	14.73±0.07[a]	85.27
3	35.33±0.46[a]	1.27±0.05[a]	4.04±0.06[a]	14.74±0.29[a]	85.26
4	35.27±0.61[a]	1.27±0.06[a]	4.11±0.05[a]	14.79±0.12[a]	85.21

หมายเหตุ *สูตร 1 โยเกิร์ตนมโค+นมผงขาดมันเนย 3เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 โยเกิร์ตนมแพะ+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 3เปอร์เซ็นต์ และสูตร 4 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 5เปอร์เซ็นต์

**ปริมาณน้ำคำนวณจาก 100-ธาตุน้ำนมทั้งหมด

ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรโดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณา พิจารณาจากคุณลักษณะที่สำคัญของโยเกิร์ต ความแข็งตัวของcurd สี กลิ่น รสเปรี้ยวและกลิ่นรส โดยทำการทดสอบวันแรกที่ทำการผลิต พบว่าการใช้เวย์โปรตีนมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสความหนืด รสเปรี้ยวมากกว่า โยเกิร์ตที่ใช้นมผงขาดมันเนย ระหว่างการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความแน่นของเคิร์ด ความเรียบเนียนของโยเกิร์ต รสเปรี้ยว และกลิ่นแพะในโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 14 โยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร มีความหนืด กลิ่นโยเกิร์ต และกลิ่นรสโยเกิร์ตเพิ่มขึ้น และกลิ่นรสแพะของโยเกิร์ตนมแพะมีความเข้มน้อยลง (ดังแสดงในตารางที่ 4.7) Martin-Diana และคณะ (2003) พบว่าการเติมเวย์โปรตีนในโยเกิร์ตนมแพะไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และการยอมรับของโยเกิร์ต Bonczar และคณะ (2002) และ LaTorre และคณะ (2003) กล่าวว่าโยเกิร์ตมีการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่ 1 สัปดาห์ขึ้นไป มีการเพิ่มขึ้นของ acetaldehyde ทำให้กลิ่นและ กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของโยเกิร์ตนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์

วัน	สูตร*	คุณลักษณะ							
		ความแน่นเคริ์ด	ความหนืด	ความเรียบเนียน	รสเปรี้ยว	กลิ่นโยเกิร์ต	กลิ่นรส โยเกิร์ต	กลิ่นแพะ	กลิ่นรสแพะ
1	1	3.43 ± 0.45^{Ac}	7.46 ± 0.07^{Bb}	9.22 ± 0.25^{Ab}	13.25 ± 0.45^{Ba}	9.21 ± 0.24^{Ac}	12.54 ± 1.13^{Ab}	-	-
	2	3.41 ± 0.31^{Ac}	7.29 ± 0.03^{Cb}	8.24 ± 0.01^{Cb}	13.61 ± 0.20^{ABa}	8.44 ± 0.52^{BCc}	12.65 ± 1.17^{Ab}	4.86 ± 0.30^{Aa}	7.85 ± 0.15^{Aa}
	3	3.42 ± 0.37^{Ac}	7.31 ± 0.17^{Cb}	8.24 ± 0.13^{Cb}	13.46 ± 0.21^{Aa}	8.46 ± 0.55^{Cc}	12.77 ± 1.27^{Ab}	4.84 ± 0.28^{Aa}	7.81 ± 0.17^{Aa}
	4	3.52 ± 0.35^{Ac}	7.82 ± 0.14^{Ab}	8.60 ± 0.22^{Bb}	13.66 ± 0.37^{Aa}	8.71 ± 0.59^{Bc}	12.71 ± 1.23^{Ab}	4.75 ± 0.32^{Aa}	7.90 ± 0.11^{Aa}
7	1	3.66 ± 0.69^{Ab}	7.46 ± 0.07^{Bb}	9.11 ± 0.51^{Ab}	13.27 ± 0.41^{Ba}	9.27 ± 0.34^{Ab}	12.65 ± 0.92^{Aab}	-	-
	2	3.56 ± 0.64^{Ab}	7.31 ± 0.03^{Cb}	8.30 ± 0.27^{Cb}	13.42 ± 0.33^{ABa}	8.88 ± 1.08^{BCb}	13.01 ± 0.89^{Aab}	4.89 ± 0.36^{Aa}	7.70 ± 0.60^{Aa}
	3	3.61 ± 0.62^{Ab}	7.29 ± 0.17^{Cb}	8.32 ± 0.30^{Cb}	13.56 ± 0.36^{Aa}	8.78 ± 1.02^{Cb}	12.89 ± 1.11^{Aab}	4.91 ± 0.32^{Aa}	7.68 ± 0.60^{Aa}
	4	3.70 ± 0.60^{Ab}	7.82 ± 0.14^{Ab}	8.59 ± 0.30^{Bb}	13.60 ± 0.48^{Aa}	9.03 ± 0.96^{Bb}	12.88 ± 1.13^{Aab}	4.85 ± 0.36^{Aa}	7.73 ± 0.59^{Aa}
14	1	3.84 ± 0.73^{Aa}	7.57 ± 0.22^{Ba}	9.09 ± 0.51^{Ab}	13.36 ± 0.38^{Ba}	9.44 ± 0.60^{Aa}	12.81 ± 0.86^{Aa}	-	-
	2	3.78 ± 0.80^{Aa}	7.45 ± 0.28^{Ca}	8.38 ± 0.34^{Cb}	13.50 ± 0.21^{ABa}	9.15 ± 1.21^{BCa}	13.18 ± 0.71^{Aa}	4.89 ± 0.43^{Aa}	7.24 ± 1.31^{Ab}
	3	3.88 ± 0.77^{Aa}	7.45 ± 0.32^{Ca}	8.40 ± 0.36^{Cb}	13.64 ± 0.18^{Aa}	9.06 ± 1.17^{Ca}	13.06 ± 1.02^{Aa}	4.90 ± 0.43^{Aa}	7.22 ± 1.31^{Ab}
	4	3.88 ± 0.77^{Aa}	7.86 ± 0.13^{Aa}	8.66 ± 0.30^{Bb}	13.70 ± 0.34^{Aa}	9.29 ± 1.07^{Ba}	12.99 ± 1.11^{Aa}	4.83 ± 0.44^{Aa}	7.25 ± 1.32^{Ab}
21	1	4.09 ± 1.03^{Aa}	7.65 ± 0.56^{Ba}	9.08 ± 0.52^{Aa}	13.36 ± 0.38^{Ba}	9.35 ± 0.07^{Aa}	12.89 ± 0.88^{Aa}	-	-
	2	3.90 ± 0.93^{Aa}	7.41 ± 0.31^{Ca}	8.49 ± 0.66^{Ca}	13.50 ± 0.21^{ABa}	9.19 ± 1.19^{BCa}	13.04 ± 0.76^{Aa}	4.87 ± 0.41^{Aa}	7.25 ± 1.37^{Ab}
	3	3.97 ± 1.00^{Aa}	7.39 ± 0.29^{Ca}	8.57 ± 0.72^{Ca}	13.64 ± 0.18^{Aa}	9.07 ± 1.17^{Ca}	13.06 ± 1.02^{Aa}	4.81 ± 0.41^{Aa}	7.27 ± 1.38^{Ab}
	4	3.93 ± 0.74^{Aa}	7.90 ± 0.25^{Aa}	8.84 ± 0.70^{Ba}	13.70 ± 0.34^{Aa}	9.33 ± 1.05^{Ba}	13.05 ± 1.09^{Aa}	4.80 ± 0.43^{Aa}	7.28 ± 1.38^{Ab}

*หมายเหตุ สูตร 1 โยเกิร์ตนมโค+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 โยเกิร์ตนมแพะ+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 4 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 5เปอร์เซ็นต์ ตัวอักษร A,B,C...ต่างกันในแนวตั้ง (สูตร) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง (อายุการเก็บรักษา) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนมแพะที่ผ่านการพัฒนาแล้ว ได้แก่โยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบความชอบด้วยวิธี Hedonic 9-point scale โดยผู้บริโภคจำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบในช่วง 1-9 คะแนน โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.9 ความชอบของโยเกิร์ตที่ผลิตจากโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 50 คน

คุณลักษณะ	สูตร*		
	1	2	3
ความแน่นเคริ์ด	5.90 ± 1.76^{b}	6.65 ± 1.15^{a}	6.74 ± 1.34^{a}
ความหนืด	6.48 ± 1.45^{a}	6.40 ± 1.62^{a}	6.48 ± 1.45^{a}
ความเรียบเนียน	6.24 ± 1.59^{a}	6.36 ± 1.71^{a}	6.24 ± 1.59^{a}
รสเปรี้ยว	6.28 ± 1.51^{a}	6.08 ± 1.63^{a}	5.92 ± 1.80^{a}
กลิ่นโยเกิร์ต	6.50 ± 1.31^{a}	6.68 ± 1.36^{a}	6.48 ± 1.54^{a}
กลิ่นรส โยเกิร์ต	6.54 ± 1.34^{a}	6.68 ± 1.36^{a}	6.48 ± 1.54^{a}
ความชอบรวม	6.46 ± 1.45^{a}	6.68 ± 1.36^{a}	6.48 ± 1.54^{a}

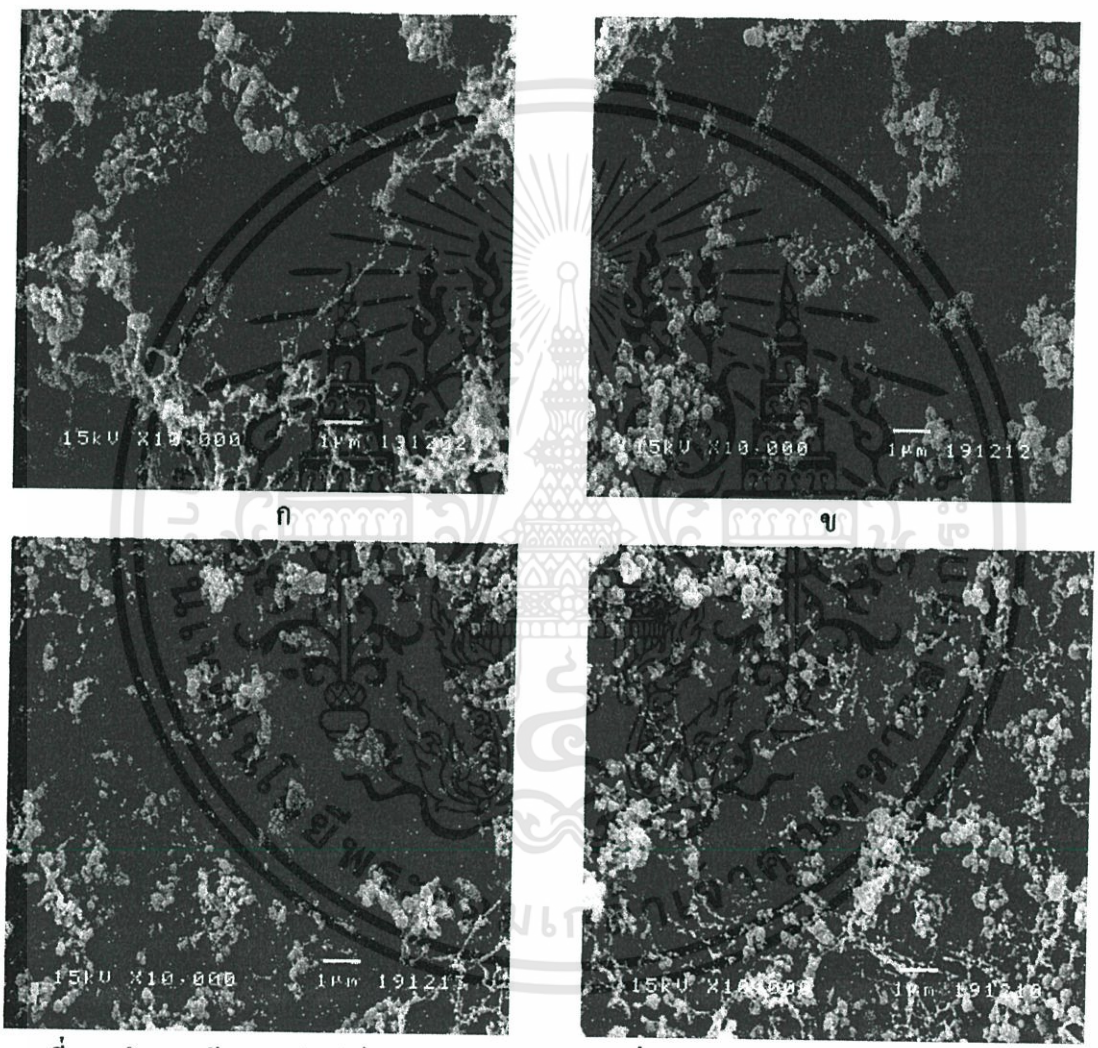
*หมายเหตุ สูตร 1 โยเกิร์ตนมแพะ+นมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 3 โยเกิร์ตนมแพะ+เวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษรa,b,c.... ตัวอักษรต่างกันในแนวนอน (สูตร) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ด้วย Hedonic 9-point scale พบว่าผู้บริโภคมีความชอบเคริ์ดโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (6.65, 6.74) มากกว่าโยเกิร์ตนมแพะใช้นมผงขาดมันเนย (5.90) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์และเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของโยเกิร์ตด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) เพื่อดูลักษณะของโครงสร้างร่างแหโปรตีน casein micelle ต่อกันเป็นสายโซ่ ทำให้เกิดการกระจายตัวของโปรตีนในเนื้อโยเกิร์ตมีความสม่ำเสมอ โดยส่วนของสารละลายจะถูกกักไว้ในโครงร่างแหของโปรตีน ทำให้เคิร์ดที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรง และเกิดการแยกชั้นของน้ำหางนมต่ำ (Modler และคณะ, 1983) เมื่อนำโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาค ด้วย SEMดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 โครงสร้าง ของโยเกิร์ตนมโค (ก) นมแพะ(ข)ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ หมักเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 (ค) และ 5 (ง) เปอร์เซ็นต์โดย Scanning Electron Micrographs (SEM Micrographs) ที่กำลังขยายx10,000

จากภาพที่ 4.8 พบว่าโครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์มีโครงสร้างของโปรตีนเคซีนที่จับเป็นร่างแหหนาแน่นกว่าโยเกิร์ตนมโคที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนในนมแพะมีสูงกว่านมโคจึงทำให้เกิดลักษณะดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโยเกิร์ตนมแพะที่ใช้เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ และเวย์โปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนประกอบ เวย์โปรตีนมีปริมาณโปรตีนมากกว่านมผงขาดมันเนย จึงพบว่าลักษณะของร่างแหแน่นมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Puvanenthiran และคณะ (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเพื่อผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากน้ำนมนมแพะและนมวัวไขมันต่ำ (1.0 ± 0.05 %) โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ ABY-2 ซึ่งประกอบ *Streptococcus thermophillus, Lactobacillus bulgaricus , L. acidophillus* และ *Bifidobacterium lactis* โดยเติมนมผงขาดมันเนย ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ และเวย์โปรตีน ปริมาณ 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ บ่มน้ำนมที่อุณหภูมิ 43.0 ± 0.5 องศาเซลเซียส จนได้ pH 4.5 ± 0.2 และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. การทดแทนทางนมผงด้วยเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในนมแพะช่วยลดระยะเวลาของการบ่มโยเกิร์ต โดยนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณกรดมากกว่าโยเกิร์ตนมแพะเติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์

2. การเติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตนมแพะ ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน ระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 1 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ดังนี้ *S. thermophilus* (7.32 ± 0.24 log cfu/g), *L. bulgaricus* (7.55 ± 0.68 log cfu/g), *L. acidophilus* (6.75 ± 0.12 log cfu/g) และ *Bf. lactis* (7.43 ± 0.21 log cfu/g) จากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในวันที่ 0 เท่ากับ 6.30 ± 0.35, 6.75 ± 0.30, 6.36 ± 0.27 และ 6.66± 0.16 log cfu/g ตามลำดับ

3. ปริมาณเชื้อโพรไบโอติค *L. acidophilus* และ *Bf. lactis* ในโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน เท่ากับ 6.27 ± 0.11 และ 6.67 ± 0.21 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณมากพอที่ผู้บริโภคสามารถใช้ประโยชน์จากโพรไบโอติคแบคทีเรียได้

4. Proteolysis ของโยเกิร์ตระหว่างเก็บอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน โยเกิร์ตนมแพะปริมาณไดเปปไทด์สูงกว่าโยเกิร์ตนมโค เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์มีผลส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตนมแพะ โยเกิร์ตนมแพะมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นมากกว่าโยเกิร์ตนมโค

5. Lypolysis ของโยเกิร์ตระหว่างเก็บอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน โยเกิร์ตนมแพะมีค่า ADV ไม่แตกต่างจากโยเกิร์ตนมโค โดยระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า ADV และโยเกิร์ตนมโคมีปริมาณกรดไขมันที่จำเป็น (cis-9,12-Linoleic) มากกว่าโยเกิร์ตนมแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โครงสร้างจุลภาคโยเกิร์ตนมแพะมีร่างแหโปรตีนแน่นมากกว่าเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตนมโค เนื่องจากเวย์โปรตีนทำให้ร่างแหโปรตีนในโยเกิร์ตนมแพะหนาแน่นมากขึ้น

7. เวย์โปรตีนมีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความหนืด และรสเปรี้ยวมากกว่าโยเกิร์ตที่ใช้นมผงขาดมันเนย โดยในระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 3 สัปดาห์มีการเพิ่มขึ้นของกลิ่นและกลิ่นรสโยเกิร์ต

8. เวย์โปรตีน 3 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติคจากนมแพะ เนื่องจากมีราคาถูกกว่านมผงขาดมันเนย โดยเวย์โปรตีนช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตและทำให้มีการผลิตกรดอะมิโนมากกว่า รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. 2552. **ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย**. [Online]. Available: http://www.dld.go.th /ict/stat_web/yearly/yearly51/stock51.html .

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.

โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา. 2548. **กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตรสธรรมชาติ. มาตรฐานกระบวนการผลิต.**

จันทร์จิรา พงษ์เสน. 2550. **แผนที่สิทธิบัตรเกี่ยวกับโปรไบโอติก (Probiotic)**. [Online]. Available: http://www.toryod.com/word/Patent%20Map%20of%20Probiiotic.doc.

จุฑามาศ ถิระสาโรช. 2546. **การหมักผลิตภัณฑ์คล้ายนมเปรี้ยวจากน้ำนมข้าวกล้องหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์.** มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บริษัท เวิลด์เมดิก คอร์ปอเรชั่น อิงค์ จำกัด. 2550. **น้ำผลไม้ - โยเกิร์ต ช่วยป้องกันการติดเชื้อในกระเพาะปัสสาวะ.** [Online]. Available: http://www.crm.worldmedic.com /news/tmp.php?ids=4.

ประกาย จิตรกร. 2526. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2548. "ฟังชันนัลฟูดส์ : อาหารเพื่อสุขภาพ(Functional Foods : Foods for Health)". **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 4 (2) : 43-50.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์. 2550. โยเกิร์ต. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. [Online]. Available: http://digital.lib.kmutt.ac.th /magazine /issue7/articles/article3.html.

มนัสชนก สากิยะ. 2548. **การรอดชีวิตของแบคทีเรียโยเกิร์ตและแบคทีเรียโพรไบโอติกในโยเกิร์ต. วิทยานิพนธ์.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

สมชัย สวาสดิพันธ์ และ ณิชารัตน์ สวาสดิพันธ์. 2548. **นมแพะ มูลแพะ งานวิจัยและการใช้ประโยชน์**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี.

Alichanidis, N.S., E.M. Abd El-Salam, A. Polychroniadou and M. Nanou. 1984. "Suitability of some microbial coagulants for Feta cheese manufacture". **J. Dairy Res.** 51:141-147.

Alferez, M.J., A.I. Lopez, M. Barrionuevo and M.S. Campos. 2003. "Effect of dietary inclusion of goat milk on the zince and selenium in rats". **J. Dairy Res.** 70(2):181-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. 1995. **Official method of analysis of association of official analytical chemists. 15th ed. Gaithersburg.** Maryland.

AOAC. 2000. **Official method of analysis of association of official analytical chemists. 8th ed. Gaithersburg.** Maryland.

AOAC. 2005. **Official method of analysis of association of official analytical chemists. 15th ed. Gaithersburg.** Maryland.

Anonymous. 2003. "Dairy Ingredient". **Food & Beverage Asia.** 6 : 24-27.

Barbeau, J., S. F. Gauthier and Y. Pouliot. 1996. Thermal stabilization of ß-lactoglobulin by whey peptide fractions. **J. Agric. Food Chem.** 44: 3939–3945.

Barton, S.C. 2007. **Phoaphate buffer calculation.** [Online]. Available: http://www. columbia.edu /~scb2001/tools/phosphate/phosphate.html.

Barrionuevo, M., A.I. Lopez, M.J. Alferez, E. Mesa, T. Nestares. and M.S. Campos. 2003. "Beneficial effect of goat milk on biovailability of copper, zince and selenium in rats". **J. Physiol Biochem.** 59(2):111-8

Bertazzoni,M.E., A. Benini, M. Marzotto, A. Sbarbati, O. Ruzzenente, and R. Ferrario. 2004. "Assessment of novel probiotic *Lactobacillus casei* strains for the production of functional dairy foods". **Int. Dairy J.** 14(8): 723–736.

Bevilacqua, C., P. Martin, C. Candalh, J. Fauquant, M. Pilot, A.M. Roucayrol, F. Pilla and M. Heyman. 2001. "Goat's milk of defective alpha(s1) –casein genotype decreases intestinal and systemic sensitization to beta-lactoglobulin in guinea pigs". **J. Dairy Res.** 68(2): 217-27

Bhatia I. S. 2007. **Whey Protein.** [Online]. Available: http://www.livewellguide.com/sport/thai/ sport439_01.html.

Bonczar,G., M. Wszolek and A. Siuta. 2002. "The effects of certain factors on the properties of yogurt made from ewe s milk". **Food Chemistry.** 79: 85–91.

Chandan, R.C. 1982. **Prescott & Dunn's Industrial Microbiology.** 2nd ed., AVI Publishing company, Connecticut.

Cheng, L.J., M.A. Augustin and P.T. Clarke. 2000. "Yogurts from skim milk—whey protein concentrate blends". **Australian J. Dairy Tech.** 55:110.

Chr. Hansen. 2001. ***L. acidophilus, L. casei* and *Bifidobacteria* in Fermented Milk Products Guidelines method for counting probiotic bacteria.** Chr. Hansen Denmark.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chr. Hansen(a). 2002 **Method for Counting *Lactobacillus bulgaricus* in Yoghurt-F-7 Technical Bulletin**. Chr. Hansen Denmark.

Chr. Hansen(b). 2002 **Method for Counting *Streptococcus thermophilus* in Yoghurt-F-8 Technical Bulletin**. Chr. Hansen Denmark.

Christensen, J.E., E.G. Dudley, J.A. Pederson and J.L Steele. 1999. "Peptidases and amino acid catabolism in lactic acid bacteria". **Antonievan Leeuwenhoek**. 75:217-246.

Christophe A.B. and S. Devriese. 2000. **Fat digestion and absorption**. The American Oil Chemists Society. New York.

Clair, D.A. and H.E. Swaisgood. 2000. "Bioactive milk peptides : Aprospectus". **J. Dairy Sci.** 83 :1187-1195.

Dave, R.I. and N.P. Shah. 1997. "Effect of cysteine on the viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures". **Int. Dairy J.** 7 , pp: 537-545.

Dave, R.I. and N.P. Shah. 1998. "Effect of acid casein hydrolysate and cysteine on the viability of yoghurt and probiotic becteria in fermented frozen dairy desserts" . **Australian J. Dairy Tech**. 53(3):175-179.

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

Debski, B., M.F. Picciano and J.A. Milner. 1987. "Selenium content and distribution on human, cow and goat milk". **J. Nutri.** 117 , pp:1091-1097.

Donkor, O.N., S.L.I. Nilmini, P. Stolic, T. Vasiljevic and N.P. Shah. 2006. "Survival and activity of selected probiotic or ganism in set-type yoghuret during clod storing". **Int. Dairy J.** 1-9.

Fennema, O. R. 1996. **Food Chemistry**. New York. 272-280.

Feng, C.G. and A.M. Collins. 1999. "Pasteurization and homogenization of milk enhances the immunogenicity of milk plasma protein in a rat model". **Food and Agricultural Immunology**. 11: 251-258.

Fooks, L.J., R. Filler and G. R. Gibson. 1999. "Prebiotic, probiotic and human gut microbiology". **Int. Dairy J.** 9 , pp:53-61.

Gajewska, R., Z. Ganowiak and M. Nabrzyski.1997. "Nutrient and mineral composition of goat milk products". **Roczniki Panstwowego Zakadu Higieny**. 48: 409–414.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gassem, M.F. and J.F. Fank. 1991. "Physical properties of yoghurt made from milk treted with proteolytic enzymes". **J. Dairy Sci.** 74: 1503-1511.

Georgala, A., E. Moschopoulou, A. Akyypis, T. Massou ras, E. Zoidou, I. Kandarakis and E. Anifantakis. 2005. "Evolution of lypolysis during the repening of traditional Feta cheese". **J. Food chemistry**. 93: 73-80.

Gilliland, S.E. 1990. "Health and nutritional benefic from lactic acid bacteria". **FEMs Microbiology Rev**. 87:175-188.

Gordon, D., J. Macreae and D.M. Wheater. 1957. A lactobacillus preparation for use with antibiotic, pp.203. Cited by Gilliland, S.E. Fermented Milks and Probiotics. 195-212. in Marth, E.S. and Steele, J.L., ed. **Applied Dairy Microbiology**. Marcel Dekker, Inc., U.S.A.

Grappin, R., R. Jeunet and A. LeDore. 1979. "Determination of the protein content of cow's and goat's milk by dye-binding and infrared method"s. **J. Dairy Sci.** 62: 38-45.

Grosclaude,F. 1995. Genetic polymorphisms of milk proteins. In: Proceedings of the IDF Seminar on Implications of Genetic Polymorphism of Milk Proteins on Production and Processing of Milk, Zurich, Switzerland. 3: 28–29. **Int. Dairy Fed.** Publ., Brussels, Belgium.

Guler-Akin, B.M. and S.M. Akin. 2005. "Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora ,chemical composition and sensory characteristics of bio-yoghurt made from goat's milk". **J. Food chemistry**. 100: 788-793.

Haenlein, G.F.W. 1992. "Role of goat meat and milk in human nutrition". **Proc. V. Intl. Conf. on Goats**. 2 (2): 575-580.

Haenlein, G.F.W. 1996. Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. In: Proceedings of the IDF/CIRVAL Seminar Production and Utilization of Ewe and Goat Milk. 9603:159–178. **Int. Dairy Fed.** Publ.,Brussels,Belgium.

Haenlein, G.F.W. 2001. "Past, present, and future perspectives of small ruminant research". **J. Dairy Sci.** 84: 2097–2115.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haenlien, G.F.W. 2004. "Goat milk in human nutrition". **Small Ruminant Research.** 51: 155-163.

Hara, H., S. Haga, M. Aoyama and S. Kiriyama. 1999. "Short-chain fatty acids suppress cholesterol synthesis in rat liver and intestine". **J. Nutri.** 129: 942-948.

Hashim, S.A and P. Tantibhedyangkul. 1987. "Medium chain triglyceride in early life : Effects on growth of adipose tissue". **Lipids.** 22: 429-434.

Hatakka,K., E. Savilahti, A. Ponka, H.J. Meurman, T. Poussa, L. Nase, M. Saxelin and R. Korpela. 2001. "Effect of long term consumption of probiotic milk on infections in children attending day care centres: double blind, randomised trial". **BMJjournals.** 322: 1327-1330.

Harte, F., M. Amonte, L. Leudecke, B.G. Swonson, and G.V. Barbosa-Canovas. 2002. "Yield Stress and Microstucture of set yoghurt made from high hydrostatic pressure and thermal processing". **J. Dairy Sci.** 67(6): 2245-2250.

Herrero, A.M. and T. Requena. 2006. "The effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yoghurt". **Int. J. Food Sci. and Tech.** 41: 87–92.

Jenness, R. 1980. "Composition and characteristics of goat milk :review 1968-1979". **J. Dairy Sci.** 63: 1591-1612.

Jenness, R. and S. Parkash. 1971. "Lack of fat globule clustering agent in goat's milk". **J. Dairy Sci.** 54: 123-126.

Jin, Y. K., and Y. W. Park. 1995. "Effects of aging time and temperature on proteolysis of commercial goat milk cheeses produced in the United States". **J. Dairy Sci.** 78: 2598-2608.

Kurmann,J.A. 1986. "Yogurt made from ewe's and goat's milk". **Bull. Int. Dairy Fed.** 202: 153–166.

Klaver, F.A.M, F.Kingma and A.H. Weekamp. 1993. "Growth and survival of bifidobacteria in milk". **Neth Milk Dairy J.** 47: 151-164.

Lara-Villoslada, F., M. Olivares, J. Jimenez, J. Boza and J. Xaus. 2004. "Goat milk is less immunogenic than cow milk in a murine model of atopy". **J. Pediatr Gastroenterol Nutr.** 39(4): 354-360.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LaTorre, L., A.Y. Tamime and D.D. Muir. 2003. "Rheology and sensory profiling of set-type fermented milks made with different commercial probiotic and yogurt starter culture". **Int. J. Dairy Tech.** 56: 163–170.

Law, B.A and J. Kolstad. 1983. "Proteolytic systems in lactic acid bacteria". **Antoine Leeuwenhoek.** 49: 225.

Lilly, D.M. and R.H. Stillwell. 1965. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganism, pp. 747-748. In R.R. Hull, P.L. Conway and A.J. Evans (eds). "Probiotic foods- a new opportunity". **Food Australia.** 44: 112-113.

Lopez, A.I., M.J. Alferez, M. Barrioneuvo, F. Lisbona and M.S. Campos. 2000. "Influence of goat and cow milk on digestive and metabolic utilization of calcium and iron". **J. Physiology and Biochemistry.** 56: 201-208.

Lopez, A.I., M.J. Alferez, M.T. Nestares, P.B. Ros, M. Barrioneuvo and M.S. Campos. 2005. "Goat milk feeding causes an increase in biliary secretion of cholesterol levels in rats". **J. Dairy Sci.** 88(3): 1024-30.

Mack, P.B. 1953. "A preliminary nutrition study of the value of goat milk in the diet of children". **Amerrican Goat Soc.**112-132.

Mallatou, H., E.C. Peppa and V.A. Boumba. 2004. "Proteolysis in Teleme cheese made from ewes', goat's or a mixture of ewes' and goat's milk". **Int. Dairy J.** 14 , pp: 977-987.

Marshall, V. M. and A.Y. Tamime. 1997. "Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks". **Int.Dairy J.** 50: 35–39.

Martin-Diana, A.B., C. Janer, C. Pelaez and T. Requena. 2003. "Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria". **Int. Dairy J.** 13: 827-833.

Martin-Hernandez, M.C., L. Alonso, M. Juarez. and J. Fontecha. 1998. "Gas chromatographic method for determining free fatty acid in cheese". **Chromatographia.** 25(2): 87-90.

Martin,P. 1993. "Polymorphisme genetique des lactoproteines caprines". **Lait.** 73: 511–532.

Meilgaard, M., G.V. Civille and B. Thomas. 1999. **Sensory evaluation technique 3th edition.** CRC Press. USA.

Meydani, S.N. and W.K. Ha. 2000. "Immunologic effects of yogurt". **American J. Clinical Nutri.** 71(4): 861-872.

Milanovi S.D., M. Cari , S. Mirjana, D.I. Mirela and K.G. Durakovi. 2007. "Physico-chemical properties of probiotic yoghurt produced with transglutaminase". **APTEFF.** 38: 45-52.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Montes, R.G., T.M. Bayless, J.M. Saavedra and J.A. Perman. 1995. "Effect of milks inoculated with Lactobacillus acidophilus or a yogurt starter culture in lactose-maldigesting children". **J. Dairy Sci.** 78: 1657–1664.

Murry, A.C., S. Gelaya, J.M. Casey, T.L. Foutz, B. Kouakou and D. Arora. 1999. "Type of Milk Consumed Can Influence Plasma Concentration of Fatty Acids and Minerals and Body Composition in Infant and Weaning Pigs". **Amer Soc Nutri Sci.** 129: 132-138.

Nakasawa, Y. and A. Hosono. 1992. **Functions of Fermented Milk (English transalation from Japanese)**. The University Press, Cambridge, Great Britain.

Nase L, K. Hatakka, E. Savilahti, M. Saxelin, A. Ponka, T. Poussa, R. Korpela and J.H. Meurman. 2001. "Effect of long-term consumption of a probiotic bacterium, Lactobacillus rhamnosus GG, in milk on dental caries and caries risk in children". **Caries Res.** 35:412-420.

Ozer, B.H., R.A. Stenning, A.S. Grandison, and R.K. Robinson. 1999. "Rheology and Microstucture of Lebnah (Concentrated yoghurt)". **J. Dairy Sci.** 82(4): 682-689.

Pandya,A.J. and K.M. Ghodke. 2006. "Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt". **Small Rumin Res.** 14-17.

Park, Y.W. 1991. "Relative buffering capacity of goat milk, cow milk, soy-based infant formulas, and commercial nonprescription antacid drugs". **J. Dairy Sci.** 74: 3326-3333.

Park, Y.W. 1992. "Comparison of buffering components in goat and cow milk". **Small Rumin Res.** 8:75-81.

Park, Y.W. 1994. "Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk". **Small Rumin Res.** 14 :151-159.

Park, Y.W. 2000. "Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA". **Small Rumin Res.** 37: 115-124.

Park, Y.W. 2001. "Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese". **J. Dairy Sci.** 84: 84-92.

Park, Y.W., A.W. Mahoney and D.G. Hendricks. 1986. "Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anemic rats". **J. Dairy Sci.** 69: 2608-2616.

Park, Y.W., M. Juarez, M. Ramos and G.F.W. Haenlein. 2006. "Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk". **Small Rumin Res.** 68: 88-113.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Penna, A.L.B., S. Gurram and G.V. Barbosa-Canovas. 2007. "High hydrostatic pressure processing on microstructure of probiotic low-fat yogurt". **Food Res Int.** 40(4): 510-519.

Peterson, S.D., R.T. Marshall and Heymann, H. 1990. "Peptidase profiling of *lactobacilli* associated with cheddar cheese and its application to identification and selection of strains for cheese-ripening studies". **J. Dairy Sci.** 73 : 1454-1464.

Pillay, V.T., A. N. Myhr and J. I. Gray. 1980. "Lipolysis in Milk. I. Determination of Free Fatty Acid and Threshold Value for Lipolyzed Flavor Detection". **J Dairy Sci.** 63:1213-1218.

Posati,L.P. and M.L. Orr. 1976. Composition of Foods, Dairy and Egg Products. **Agriculture Handbook.USDA-ARS.** Consumer and Food Economics Institute Publishers, Washington, DC. 77–109.

Puvanenthiran, A., R.P.W. Williams and M.A. Augustin. 2001. "Structure and visco-elastic properties of set yoghurt with altered casein on whey protein ratios". **Int. Dairy J.** 12: 383-391.

Rajagopal, S.N. and W.E. Sandine. 1990. "Associative Groeth and Proteolysis of *Streptococcus thermophillus and Lactobacillus bulgaricus* in skim milk". **J. Dairy Sci.** 73: 894-899.

Reiter, B. 1987. "Review of the progress of dairy science : antimicrobial systems in milk". **J. Dairy Res.** 45: 131-47.

Rychlik, M., M. Sax and P. Schieberle. 2006. "On the role of short-chain free fatty acids for the development of a cheese-like off-note in pasteurized yoghurt". **LWT.** 39: 521-527.

Rysstad,G. and R.K. Abrahamsen. 1983. "Fermentation of goat's milk by two DL-type mixed strain starters". **J. Dairy Res.** 50: 349–356.

Santos, M.V., Y. Ma, Z. Caplan and D.M. Barbano. 2003. "Sensory threshold off- flavor caused by proteolysis and lipolysis in milk". **J. Dairy Sci.** 86: 1601-1607.

Scherz , H and F. Senser. 1994. **Food composition and nutrient tables.** [Online]. Available : http://www.livewellguide.com/ sport/thai/sport439_01.html.

Schmidt,K.A., T.J. Herald and K.A. Khatib. 2001. "Modified wheat starchs used as stebilizes in set-style yoghurt". **J. Food Qual.** 24 , pp:421-434.

Schrezenmeir, J and M. DeVrese .(2001). "Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Approaching a definition". **American J. Clinical Nutri.** 73: 361–364.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sgorbati, B., B. Biavati and D. Palenzona. 1995. The genus Bifidobacterium, pp. 279-306. In B.J.J. Wood and Holzapfel, W.H. (eds.). **The Lactic Acid Bacteria (The Genera of Lactic acid bacteria)**. Chapmam and Hall, U.S.A.

Shah, N.P. 2000. Some beneficial effects of probiotic bacteria. **Bioscience Microflora**. 19, pp:99–106.

Shahidi, F. and A.F. Mendosa. 2008. "A perception to survival of *Bifidobacterium spp.*in bioyoghurt, simulated gastric juice and bile solution". **World App. Sci. J.** 3(1): 40-44.

Shihata, A. and N.P. Shah. 2000. "Proteolytic profiles of yoghurt and probiotic bacteria". **Int. Dairy J.** 10: 401–408.

Sodini, I., F. Remeuf and S. Haddad. 2004. "The relative effect of milk base , starter and process on yogurt texture". **Food Sci. and Nutri.** 44: 113–137.

Swiatio, N., D.L. O'Connor, J. Andrews and M.F. Picciano. 1990. "Relative folate bioavailability from diets containing human, bovine and goat milk". **J. Nutri.** 120:172-7.

Tamime, A Y. 1990. Microbiology of starter culture. pp. 131-201 In R.K. Robinson (ed). **Diary Microbiology: The Microbiology of Milk Products.** Vol. 2. Elsevier Science Publisher, London.

Tamime, A.Y. and R.K. Robinson. 1999. **Yoghurt science and technology**. 2nd ed. Cambridge : Woodhead publishing limited.

Tandhanskul, A. and W. Krasaekoopt. 2008. "Consumer acceptance of yogurt containing probiotics encapsulated in alginate beads coated with chitosan". **Kasetsart J.** 42: 99-106.

Tannock, G.W., K. Munro,H.J.M. Harmsen,G.W. Welling, J. Smart and P.K. Gopal. 2000. "Analysis of the faecal microflora of human subjects product containing ophilus in the presence of yoghurt bacteria". **Int. Dairy J.** 9: 497–505.

Tieleman, A.E. and J.J. Warthesen. 1991. "Comparison of three extraction procedures to characterize cheddar cheese proteolysis". **J. Dairy Sci.** 74: 3686-3694.

Vamam, A.H. and J.P. Sutherland. 1994. **Milk and Milk Productions (Thechnology, Chemistry and Microbiology)**. The Alden Press Oxford, Great Britain.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vargas, M., M. Chafer, A. Albors, A. Chiralt and C.G. Martinez. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cow's and goat's milk. **Int. Dairy J.** 18 , pp:1146-1152.

Vedamuthu, E.R. 1991. The Yoghurt Story-Past, Present and Future part 3. **Dairy, Food and Environment Sanitation.** 11(6) , pp:310-311.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

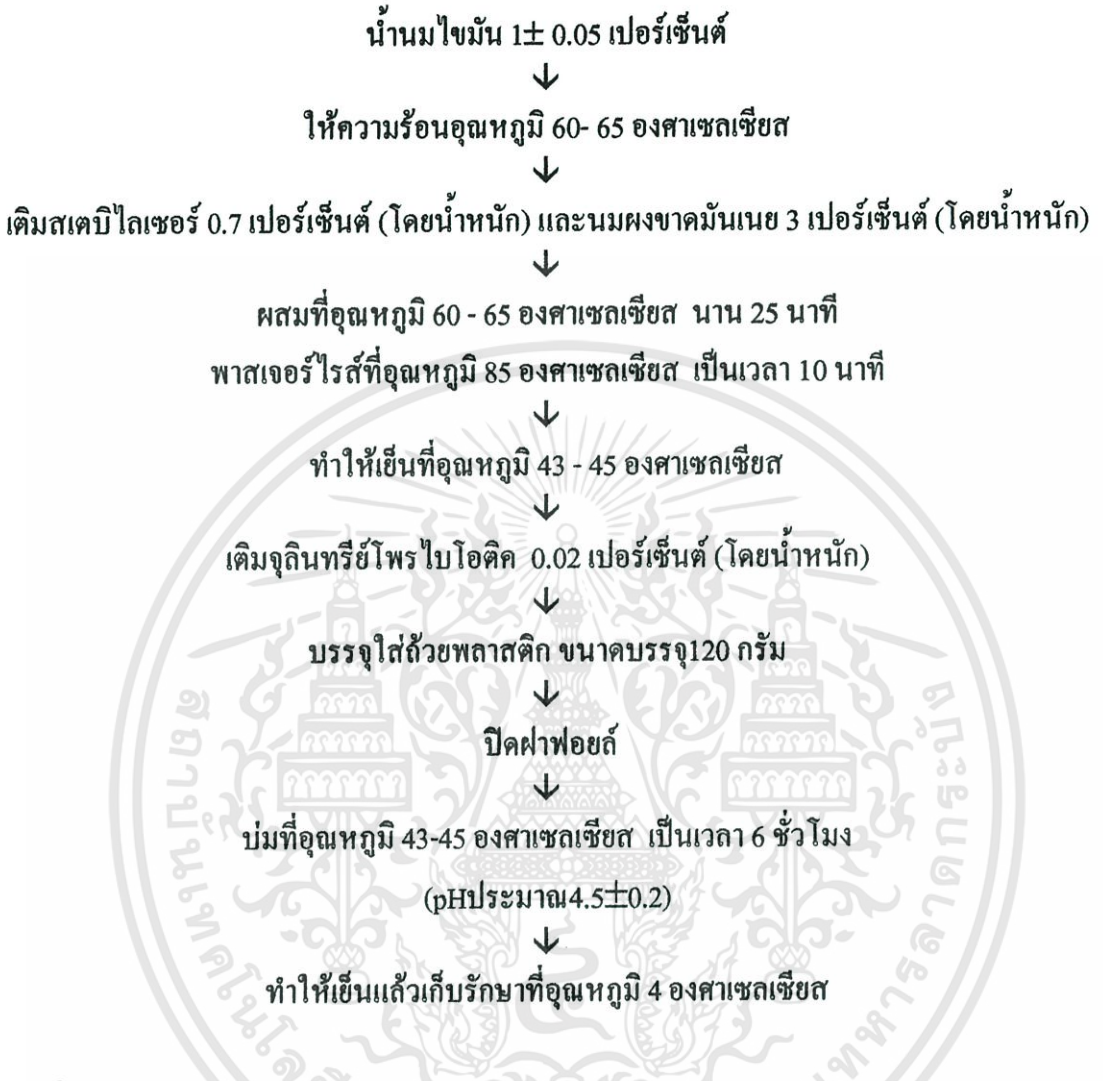
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วิธีการผลิตโยเกิร์ตชนิดคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตโยเกิร์ตรสธรรมชาติ

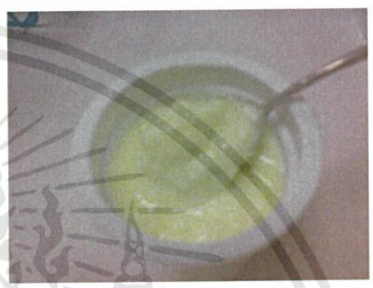


ภาพที่ ก.1 ผังแสดงกรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตรสธรรมชาติ

ที่มา: โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ลักษณะการเกิดเคิร์ดในโยเกิร์ต

ระดับความแข็งแรงของเคิร์ด	ลักษณะเคริ์ด
1	
2	
3	
4	
5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 วิธีวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Donkor และคณะ,2006)

เทตัวอย่างโยเกิร์ต 30 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด50 ml วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH Meter Model 211 (Caliblate ด้วย สารละลายมาตรฐาน pH 4.00 และ 7.00 ทุกครั้งก่อนการใช้งาน) รอจนกระทั่งค่าที่วัดไม่เปลี่ยนแปลง บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่วัดได้

ข.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกรด (Titratable acidity) (AOAC, 1995)

ชั่งตัวอย่างโยเกิร์ต 10 ± 0.2 กรัมใส่ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1% เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทกับสารละลายด่าง NaOH 0.1 N จนถึงจุดยุติ(เปลี่ยนเป็นสีชมพู) ปริมาณกรดคำนวณจาก

$$\% \text{ กรดทั้งหมด (\% TA)} = \frac{N \times V \times 90.08 \times 100}{1000 \times 100}$$

กำหนดให้ N = ความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH

V = มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH

ข.3 วิธีการศึกษาโปรติโอไลซิส (Proteolysis) ในโยเกิร์ต (Donkor และคณะ,2006 และ Gassem และFrank,1991)

ชั่งตัวอย่างโยเกิร์ต 10 ± 0.02 กรัม ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 0.75 N trichloroacetic acid 50 มิลลิลิตร เขย่าผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที กรองสารละลาย ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ไปเปตสารละลายที่กรองได้ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมสารละลาย OPA reagent (เติมสารละลาย 100 mM sodium tetraborate 25 มิลลิลิตร 20% sodium dodecyl sulfate 2.5 มิลลิลิตร o-Phthaldialdehyde 40 มิลลิกรัมใน 1 มิลลิลิตร methanol และ β-mercaptoethanol 100 ไมโครลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น) จำนวน 3 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันก่อนนำสารละลายไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340 nm บันทึกค่าที่วัดได้ นำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

เตรียมกราฟมาตรฐานโดยใช้สาระละลายมาตรฐาน Leu-Gly ความเข้มข้น 10-100 μM/ml ในสารละลายผสม phosphate buffer 0.05 M (pH 7.2) และ 0.05% w/v Sodium azide (Peterson และคณะ, 1990) เติมสารละลาย OPA reagent 3 มิลลิลิตร นำสารละลาย ไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียม phosphate buffer (0.2 M, pH 7.2) โดย ชั่ง Monosodium phosphate monohydrate 2.1817± 0.0002 กรัม เติม Disodium phosphate heptahydrate 9.1631 ± 0.0002 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร (Barton, 2007)

ข.4 วิธีการศึกษาไลโปไลซิส(lipolysis)ของโยเกิร์ต (Park, 2001 และ Pillay และคณะ, 1980)

การวิเคราะห์ไลโปไลซิสจากการตรวจวัด ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acids) ในโยเกิร์ต โดยนำตัวอย่างโยเกิร์ต 10± 0.1 กรัม เติม 95% เอทานอล 4 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองที่มีฝาปิดขนาด 30 มิลลิลิตร ผสมของผสมในหลอดให้เข้ากันด้วย vortex เตรียมตัวทำละลาย ผสมปิโตรเลียม อีเทอร์ : ไดเอทิลอีเทอร์ (60 : 40) ปริมาตร 6 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และนำไปเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 1500 rpm นาน 3 นาที ไปเปตสารละลายที่แยกได้ 4 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 95% เอทานอล 12 มิลลิลิตร ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน KOH 0.01 N โดยใช้ฟีนอฟ์ทาลีน 1% เป็นอินดิเคเตอร์ นำปริมาตร KOH จากการไตเตรท มาคำนวณ ค่า ADV (Acid Degree Value)

$$\text{ADV (meqKOH/100g of fat)} = \frac{\text{Vol of KOH} \times 0.01\ \text{N} \times F \times 100}{\text{w.of sample} \times \%\text{fat of sample}}$$

F = แฟคเตอร์ 1.5

ข.5 วิธีวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณกรดอะมิโนในโยเกิร์ต

1. วิเคราะห์หาปริมาณของกรดอะมิโนได้แก่ Alanine, Arginine, Aspartic acid, Cystine, Glutamic acid, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenyalanine, Proline, Serine, Threonine, Tyrosine และ Valine ด้วยวิธีดัดแปลงจาก A.O.A.C. (2000) ใช้การวิเคราะห์ด้วย HPLC (Agilent รุ่น 1100) แยกสารด้วย column Pico tag Hydrolysate amino acid (3.9 x 150 มิลลิเมตร) ใช้ Diode array detector ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายเฟสเคลื่อนที่ A ประกอบด้วย 0.14 M Sodium acetate dehydrate สารละลายเฟสเคลื่อนที่ B ประกอบด้วย acetonitrile : น้ำปราศจากอิออน (55:45) Injection volume : (Sample loop) ขนาด 20 ไมโครลิตร อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่เท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เฟสเคลื่อนที่ระบบ Gradient ระยะเวลา 0-30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์คุณภาพและปริมาณ Hydroxyproline, Hydroxylysine และ Typtophan ด้วย GC-MS (ดัดแปลงจาก A.O.A.C, 2005) นำกรดอะมิโนสกัดได้มาเตรียมให้อยู่ในรูป methyl esters โดยเติม 600 μL acetyl chloride ใน dry methanol 2 มิลลิลิตร acetyl chloride ปิดฝาให้สนิทและเขย่าให้สารผสมกัน ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 นาที เติม 250 μL trifluoracetic anhydride และ 200 μL dry dichloromethane กลั่นแยกเพื่อให้ได้ derivatized amino acids เติม ethyl acetate/hexane (1:20 v/v)ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์โดย Gas Chromatoghaphy Mass Spectometer (Agilent GC รุ่น 6890N และ MS รุ่น 5973) แยกสารโดยใช้ Column Zebron Amino Acid ขนาด 10 x 0.25 มิลลิเมตร อุณหภูมิ Injector 250 องศาเซลเซียส อัตราการ Split 1:15 อัตราการไหลของ Helium เท่ากับ1.1 มิลลิลิตรต่อนาที สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ GC/MS ดังนี้

Column : Zebron Amino Acid 10 x 0.25 mm

Injection Temp : 250°C

Oven program : 30°C/min from 110°C to 320°C

Ion source Temp: 230°C

Scan range : 35-500 m/z

Sampling rate : 2^2 (3.15 scan/s)

ข.6 วิธีวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณของกรดไขมันในโยเกิร์ต (ดัดแปลงจาก A.O.A.C, 2000)

วิเคราะห์คุณภาพและปริมาณของกรดไขมัน ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส (Gas Chromatoghaphy) (Agilent รุ่น 6890 N) และตรวจวัดด้วยเครื่อง Flame Ionized Detector (FID)(Agilent รุ่น G1530N) โดยนำไขมันที่สกัดได้มาเตรียมให้อยู่ในรูป fatty acid methyl esters (FAME) ด้วยวิธี Combined base and acid catalyzed methylation โดยเติมสารละลายมาตรฐานภายในของกรดไขมันแต่ละชนิด ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่บรรจุไขมันที่สกัดได้จากตัวอย่างโยเกิร์ต เติมสารละลาย 0.05N NaOH ใน methanol ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร พ่นด้วยแก๊สไนโตรเจนเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น ปิดฝาให้สนิทและเขย่าให้สารผสมกัน ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที เติม 4 % โดยปริมาตรของสารละลาย conc. HCl และสารละลายมาตรฐานภายในกรดไขมันแต่ละชนิดปริมาตร 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองพ่นด้วยแก๊สไนโตรเจน ปิดฝาให้สนิทและเขย่าให้สารผสมกัน ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเปลี่ยน fatty acid เป็น free fatty acid methyl esters เติม hexane และน้ำ (1:1 โดยปริมาตร) 2 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบ 2,000xg ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 5 นาที แยกสารละลายส่วนบน (fatty acid methyl ester in hexane) มากำจัดความชื้นที่เหลือด้วย anhydrous sodium sulfate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสารละลาย FAME ในเฮกเซนที่เตรียมได้มาวิเคราะห์หากรดไขมันด้วย แยกสารด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีแบบแก๊ส (Gas Chromatoghaphy) (Agilent รุ่น 6890 N) และตรวจวัดด้วยเครื่อง Flame Ionized Detector (FID)(Agilent รุ่น G1530N) โดยใช้คอลัมน์ SP2560 (SP 2560 cyanopropyl polyslicoxane capillary coloum) ขนาด 100m x0.25mm x 0.25$_{\mu}$m ใช้อุณหภูมิของ Injector 250 องศาเซลเซียส อัตราการ Split 200:1 อัตราการไหลของ Helium 0.75 มิลลิลิตรต่อนาที สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ GC-FID ดังนี้

Capillary column: Supelco SP-2560 (100m x0.25mm x 0.25$_{\mu}$m)

Injection Temp : 250°C

FID Detector : 250°C

Oven Temp : Initial temp. 140°C; hold 5 min

Increase temp. 3°C/min to 250°C ; hold 17 min

Run time : 55 min

ข.7 วิธีวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (Chr. Hansen, 2001 และ Chr. Hansen (a)and (b), 2002)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ M 17 –Agar สำหรับ *Streptococcus thermophilus*

ชั่ง M 17 สำหรับการเตรียม broth 42.5 กรัมและ Agar 15 กรัม ลงในบีกเกอร์ 2000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร ก่อนนำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS$_{5.4}$ Agar สำหรับ *Lactobacillus bulgaricus*

ชั่ง MRS สำหรับการเตรียม broth 52 กรัมและ Agar 15 กรัม ลงในบีกเกอร์ 2000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร ปรับ pH เท่ากับ 5.4 ด้วย Conc. HCl ก่อนนำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS-IM Agar with Maltose สำหรับ *Lactobacillus acidophilus*

ชั่ง Tryptone 10 กรัม, Yeast Extract 5 กรัม, Tween 80 1 กรัม, di-Potassium hydrogen phosphate 3.407 กรัม, Sodium acetate.3H_2O 3.015 กรัม, di-Ammonium hydrogen citrate 2 กรัม, Magnesium sulphate. 7H_2O 0.2 กรัม, Manganese(II)- sulphate. 7H_2O 0.05 กรัม และAgar 13 กรัม ลงในบีกเกอร์ 2000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปใช้ เติมสารละลาย Maltose 20% (w/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS-IM Agar with Glucose and solution A, B and C added สำหรับ *Bifidobacterium lactis*

ชั่ง Tryptone 10 กรัม, Yeast Extract 5 กรัม, Tween 80 1 กรัม, di-Potassium hydrogen phosphate 3.407 กรัม, Sodium acetate.3H_2O 3.015 กรัม, di-Ammonium hydrogen citrate 2 กรัม, Magnesium sulphate. 7H_2O 0.2 กรัม, Manganese(II)- sulphate. 7H_2O 0.05 กรัม และAgar 13 กรัม ลงในบีกเกอร์ 2000 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปใช้ เติมสารละลาย Glucose 20% (w/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร, สารละลาย Dichloxallin 1 ppm (Solution A) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร, สารละลาย LiCl 11 % (Solution B) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และสารละลาย Cryteine hydrochloride 100g/l (Solution C) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 45 ± 2 °C

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

1. ชั่งตัวอย่างโยเกิร์ต 11 กรัม ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลาย Peptone 0.1 % ปริมาณ 99 มิลลิลิตร สารละลายตัวอย่างที่ได้เจือจางในอัตราส่วน 1:10 เขย่าให้เข้ากัน

2. ปิเปตตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลาย peptone 0.1 % 9 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จนได้สารละลายตัวอย่างเจือจาง ที่เหมาะสม 4 ระดับ (10^{-5},10^{-6},10^{-7} และ 10^{-8})

3. ปิเปตตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆ 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด ที่อุณหภูมิ 45 ± 2 องศาเซลเซียส จำนวน 15 – 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อและผสมให้เข้ากันกับตัวอย่างให้ทั่วถึง

4. ปล่อยให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 41 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับ *Streptococcus thermophilus* ที่อุณหภูมิ 35 ± 2 องศาเซลเซียส สำหรับ *Lactobacillus bulgaricus*, *L. acidophilus* และ *Bifidobacterium lactis* ใช้สภาวะไร้อากาศ

5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30 – 300 โคโลนี

6. หาค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ออาหาร 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.8 วิธีวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของโยเกิร์ต (Puvanenthiran และคณะ, 2001)

ตัวอย่างโยเกิร์ต (อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส)

↓

ตัดให้มีขนาด 3x3x1 มิลลิเมตร

↓

แช่ใน 2.5% glutaraldehyde ใน cacodylate buffer pH 7.2 นาน 24 ชม.

(อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส)

↓

ล้างด้วย cacodylate buffer pH 7.2 3 ครั้ง

(อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส)

↓

แช่ใน 1% Osmium tetroxide ใน cacodylate buffer pH 7.2 นาน 24 ชม.

(อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส)

↓

กำจัดน้ำออกจากตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 20 40 60 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์

โดยที่ความเข้มข้นละ 30 นาที

↓

ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 31.5 องศาเซลเซียส ความดัน 1,100 PSI นาน 30 นาที

ด้วย Critical Point Dryer (Balzer union, CPD 020)

↓

ติดตัวอย่างบน stub ด้วยเทปกาว

↓

ฉาบทองด้วยเครื่อง Sputter coating (Balzer union, SCD040) นาน 4-5 นาที

↓

ส่องดูโครงสร้างด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (Jeol, JSM 5410 LV)

ภาพที่ ข1 ผังแสดงการเตรียมตัวอย่างโยเกิร์ตเพื่อศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของด้วย Scanning Electron Microscopy (SEM)

ข.9 วิธีวิเคราะห์ whey separation (Milanovi และคณะ, 2007)

ชั่งตัวอย่างโยเกิร์ต 50 กรัม กรองน้ำเวย์ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 วัดปริมาณน้ำเวย์ที่แยกออกจากโยเกิร์ตแล้วนำมาคำนวณเป็น % whey separation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 การฝึกฝนผู้ทดสอบ (Meilgaard และคณะ, 1999)

ขั้นตอนการฝึกฝน ผู้ทดสอบทำการคิดค้นคำศัพท์ที่อธิบายความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ โดยในขั้นตอนนี้ผู้ทดสอบจะคิดค้นคำศัพท์ขึ้นเอง ไม่ปรึกษาหารือกัน จากนั้นผู้นำการทดสอบจะให้ผู้ทดสอบแต่ละคนอธิบายคำศัพท์ที่คิดค้นขึ้นมา หลังจากนั้นจะทำประชามติร่วมกันว่า คำศัพท์ใดบ้างที่จะนำไปใช้ในการทดสอบจริง และคำพูดที่จะใช้ในการกำหนดสเกล

ผู้ทดสอบจำนวน 10 คนจะทำการทดสอบตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ที่มีความแตกต่างกันในหลาย ๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เพื่อให้เข้าใจ concept ของผลิตภัณฑ์ อย่างถูกต้อง ผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาทดสอบสำหรับฝึกฝนได้แก่ เต้าหูขาว (ขนาด 1 x 1 cm) โยเกิร์ตไขมันต่ำยี่ห้อโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตลดา โยเกิร์ตรสธรรมชาติยี่ห้อศิริชัย

การประเมินผลิตภัณฑ์เชิงปริมาณจะกระทำโดย ผู้ทดสอบแต่ละคนประเมินผลิตภัณฑ์โดยใช้สเกลความยาว 6 นิ้วหรือ 15 ซม. กำหนดหัวท้ายสเกลด้วยคำศัพท์ที่คิดค้นขึ้นโดยผู้ทดสอบ

นิยามศัพท์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. ลักษณะปรากฏ

1.1 ความแน่นเคร็ด หมายถึง เคร็ดโยเกิร์ตมีลักษณะเป็นก้อนไม่แตกเละเมื่อใช้ช้อนตัก

2. กลิ่น

2.1 กลิ่นโยเกิร์ต หมายถึง กลิ่นของโยเกิร์ตเมื่อดมผลิตภัณฑ์

2.2 กลิ่นแพะ หมายถึง กลิ่นสาปของนมแพะเมื่อดมผลิตภัณฑ์

3. เนื้อสัมผัส

3.1 ความเรียบเนียน หมายถึง เนื้อโยเกิร์ตไม่มีลักษณะหยาบหรือลักษณะเป็นเม็ดแป้ง

3.2 ความหนืด หมายถึง เนื้อโยเกิร์ตมีความข้น เมื่อใช้ช้อนตักโยเกิร์ตจะเคลือบบนช้อนและเมื่อเทโยเกิร์ตจากช้อนลงในถ้วยโยเกิร์ตมีการไหลลงอย่างช้า

4. กลิ่นรส

4.1 กลิ่นรสโยเกิร์ต หมายถึง กลิ่นโยเกิร์ตที่เกิดขึ้นหลังกลืนผลิตภัณฑ์

4.2 กลิ่นรสแพะหมายถึง กลิ่นสาปของนมแพะที่เกิดขึ้นหลังกลืนผลิตภัณฑ์

5. รสชาติ

5.1 รสเปรี้ยว หมายถึง รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เกิดจากกรดที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

ชื่อ..... อายุ..... วันที่ทดสอบ.....
ตัวอย่าง : โยเกิร์ต.....

คำชี้แจง : ทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ทำเครื่องหมาย (/) บนเส้นตรงที่ตรงกับความเข้มของแต่ละคุณลักษณะของโยเกิร์ต บ้วนปากด้วยน้ำระหว่างทดสอบแต่ละตัวอย่าง

ความแน่นเครื่อ (ช้อนตัก)

น้อย **มาก**
ความหนืด (ช้อนตัก)

น้อย **มาก**
ความเรียบเนียน

น้อย **มาก**
รสเปรี้ยว

น้อย **มาก**
กลิ่นโยเกิร์ต

น้อย **มาก**
กลิ่นรสโยเกิร์ต

น้อย **มาก**
กลิ่นแพะ

น้อย **มาก**
กลิ่นรสแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อย มาก

แบบทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับการนำเสนอ แล้วให้คะแนนตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ บ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างลำดับถัดไปทุกครั้ง

คะแนนความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = เฉย ๆ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง"โยเกิร์ตนมแพะ"		
	รหัส	รหัส	รหัส .....
ความแน่น(เคริ์ด)			
ความหนืด			
ความเรียบเนียน (โยเกิร์ต)			
กลิ่นโยเกิร์ต(คม)			
กลิ่นรสโยเกิร์ต(ชิม)			
รสเปรี้ยว			
ความชอบโดยรวม			

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

.....

....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตารางทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	PH	0.03656	19	0.00192	2.191	.018
	ACID	0.08516	19	0.004482	5.911	.000
Intercept	PH	1210.325	1	1210.325	1377978.565	.000
	ACID	47.865	1	47.865	63118.420	.000
STORAGE	PH	0.005	4	0.001386	1.578	.199
	ACID	0.07159	4	0.01790	23.601	.000
TRT	PH	0.01240	3	0.004133	4.706	.007
	ACID	0.01002	3	0.003339	4.404	.009
STORAGE * TRT	PH	0.01862	12	0.001551	1.766	.088
	ACID	0.003557	12	0.0002964	.391	.959
Error	PH	0.03513	40	0.0008783		
	ACID	0.03033	40	0.0007583		
Total	PH	1210.396	60			
	ACID	47.980	60			
Corrected Total	PH	0.07169	59			
	ACID	.115	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโพรไบโอติค ในนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.377(a)	15	.025	1.782	.084
Intercept	1943.917	1	1943.917	137739.475	.000
TRT	.008	3	.003	.191	.902
Bact	.321	3	.107	7.578	.001
TRT * Bact	.048	9	.005	.380	.936
Error	.452	32	.014		
Total	1944.746	48			
Corrected Total	.829	47			

ตารางที่ ง.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไดเปปไทด์ในนมโค นมแพะ โยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9387.349	5	1877.470	343.507	.000
Within Groups	65.587	12	5.466		
Total	9452.937	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1741525.492(a)	19	91659.236	54.825	.000
Intercept	52922408.506	1	52922408.506	31654.748	.000
Storage	1610730.854	4	402682.713	240.859	.000
TRT	110838.217	3	36946.072	22.099	.000
Storage * TRT	19956.421	12	1663.035	.995	.471
Error	66874.528	40	1671.863		
Total	54730808.526	60			
Corrected Total	1808400.020	59			

ตารางที่ ง.5 วิเคราะห์ความแตกต่างของอายุการเก็บรักษาต่อปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Storage	N	Subset				
		1	2	3	4	5
0 day	12	702.4734				
1 day	12		799.0269			
7 day	12			984.6052		
14 day	12				1076.7340	
21 day	12					1133.0101
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.6 วิเคราะห์ความแตกต่างของสูตรต่อปริมาณไดเปปไทด์ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

TRT	N	Subset		
		1	2	3
cow yoghurt+SKM	15	873.2417		
gort yoghurt+SKM	15		935.7638	
goat yoghurt +3%WPC	15			976.1246
goat yoghurt + 5%WPC	15			991.5496
Sig.		1.000	1.000	.180

ตารางที่ ง.7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ กรดอะมิโนในนมโค นมแพะ และโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโคและ นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	30639234.168	143	214260.379	1419.840	.000
Intercept	29809441.263	1	29809441.263	197538.325	.000
TRT	396358.127	7	56622.590	375.221	.000
TYPE	29600948.711	17	1741232.277	11538.630	.000
TRT * TYPE	641927.330	119	5394.347	35.747	.000
Error	43460.524	288	150.905		
Total	60492135.954	432			
Corrected Total	30682694.691	431			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ กรดไขมันในนมโค นมแพะ และโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโคและนมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 2 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	50.566	191	.265	32.999	.000
Intercept	17.658	1	17.658	2200.931	.000
TRT	5.011	7	.716	89.232	.000
TYPE	32.949	23	1.433	178.565	.000
TRT * TYPE	12.605	161	7.829E-02	9.759	.000
Error	3.081	384	8.023E-03		
Total	71.304	576			
Corrected Total	53.646	575			

ตารางที่ ง.9 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Degree Value (ADV) ในนมโค นมแพะ โยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หลังเติมจุลินทรีย์ ABY - 2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.008	5	.002	3.292	.042
Within Groups	.006	12	.001		
Total	.015	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของ Acid Degree Value (ADV) ในโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.148(a)	19	.587	5.379	.000
Intercept	70.742	1	70.742	648.534	.000
Storage	10.978	4	2.744	25.160	.000
TRT	.075	3	.025	.228	.877
Storage * TRT	.095	12	.008	.073	1.000
Error	4.363	40	.109		
Total	86.253	60			
Corrected Total	15.511	59			

ตารางที่ ง.11 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ whey separation ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 1 วัน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.987	3	1.329	.707	.574
Within Groups	15.040	8	1.880		
Total	19.027	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.12 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมัน โปรตีนและปริมาณของแข็งทั้งหมด ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนาน 1 วัน

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
fat	Between Groups	.003	3	.001	.306	.820
	Within Groups	.022	8	.003		
	Total	.025	11			
Protein	Between Groups	.473	3	.158	4.146	.048
	Within Groups	.304	8	.038		
	Total	.777	11			
TS	Between Groups	.016	3	.005	.570	.650
	Within Groups	.077	8	.010		
	Total	.093	11			

ตารางที่ ง.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความแน่นของเคิร์ด ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33.076(a)	19	1.741	4.033	.000
Intercept	8014.684	1	8014.684	18569.580	.000
TRT	1.635	3	.545	1.263	.286
Storage	30.804	4	7.701	17.843	.000
TRT * Storage	.638	12	.053	.123	1.000
Error	250.330	580	.432		
Total	8298.090	600			
Corrected Total	283.406	599			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.14 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความหนืด ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26.815(a)	19	1.411	28.863	.000
Intercept	33874.615	1	33874.615	692773.120	.000
TRT	24.474	3	8.158	166.839	.000
Storage	1.962	4	.490	10.031	.000
TRT * Storage	.379	12	.032	.646	.803
Error	28.360	580	.049		
Total	33929.790	600			
Corrected Total	55.175	599			

ตารางที่ ง.15 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความเรียบเนียน ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	74.160(a)	19	3.903	25.468	.000
Intercept	44384.600	1	44384.600	289606.984	.000
TRT	66.292	3	22.097	144.184	.000
Storage	4.082	4	1.021	6.660	.000
TRT * Storage	3.785	12	.315	2.058	.018
Error	88.890	580	.153		
Total	44547.650	600			
Corrected Total	163.050	599			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.16 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านรสเปรี้ยว ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.909(a)	19	.679	6.180	.000
Intercept	109458.027	1	109458.027	995624.360	.000
TRT	12.014	3	4.005	36.426	.000
Storage	.743	4	.186	1.689	.151
TRT * Storage	.152	12	.013	.115	1.000
Error	63.765	580	.110		
Total	109534.700	600			
Corrected Total	76.673	599			

ตารางที่ ง.17 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นโยเกิร์ต ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	69.636(a)	19	3.665	5.438	.000
Intercept	48237.080	1	48237.080	71567.636	.000
TRT	27.360	3	9.120	13.531	.000
Storage	36.200	4	9.050	13.427	.000
TRT * Storage	6.076	12	.506	.751	.701
Error	390.924	580	.674		
Total	48697.640	600			
Corrected Total	460.560	599			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.18 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นรสโยเกิร์ต ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.532(a)	19	1.133	.990	.471
Intercept	98564.871	1	98564.871	86113.560	.000
TRT	6.108	3	2.036	1.779	.150
Storage	14.607	4	3.652	3.190	.013
TRT * Storage	.736	12	.061	.054	1.000
Error	661.574	578	1.145		
Total	99261.950	598			
Corrected Total	683.107	597			

ตารางที่ ง.19 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นแพะ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.515(a)	14	.108	.781	.690
Intercept	10514.433	1	10514.433	75936.023	.000
TRT	.535	2	.267	1.930	.146
Storage	.737	4	.184	1.330	.258
TRT * Storage	.243	8	.030	.220	.987
Error	60.232	435	.138		
Total	10576.180	450			
Corrected Total	61.747	449			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.20 วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่นรสแพะ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33.342(a)	14	2.382	2.953	.000
Intercept	25834.160	1	25834.160	32031.539	.000
TRT	.212	2	.106	.131	.877
Storage	33.048	4	8.262	10.244	.000
TRT * Storage	.083	8	.010	.013	1.000
Error	350.837	435	.807		
Total	26218.340	450			
Corrected Total	384.180	449			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.21 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบ ในโยเกิร์ตนมโค นมแพะที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติม เวย์โปรตีน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

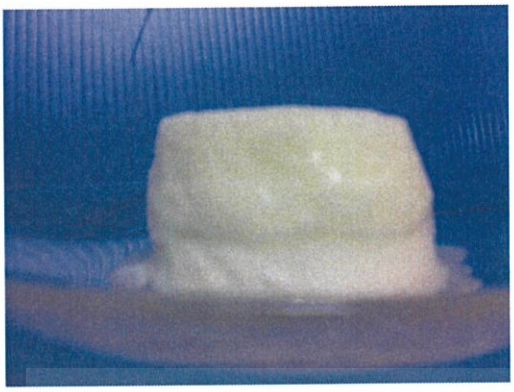
คุณลักษณะ		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความแน่นเครื่อ	Between Groups	19.560	2	9.780	4.722	.010
	Within Groups	304.440	147	2.071		
	Total	324.000	149			
ความหนืด	Between Groups	.213	2	.107	.047	.954
	Within Groups	332.960	147	2.265		
	Total	333.173	149			
ความเรียบเนียน	Between Groups	.480	2	.240	.091	.914
	Within Groups	389.760	147	2.651		
	Total	390.240	149			
กลิ่นโยเกิร์ต	Between Groups	3.253	2	1.627	.599	.551
	Within Groups	399.440	147	2.717		
	Total	402.693	149			
กลิ่นรสโยกิร์ต	Between Groups	1.213	2	.607	.306	.737
	Within Groups	291.860	147	1.985		
	Total	293.073	149			
รสเปรี้ยว	Between Groups	1.053	2	.527	.262	.770
	Within Groups	295.780	147	2.012		
	Total	296.833	149			
ความชอบรวม	Between Groups	1.480	2	.740	.351	.704
	Within Groups	309.780	147	2.107		
	Total	311.260	149			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ลักษณะโยเกิร์ตนมโคและนมแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ จ.1 โยเกิร์ตนมโค (ก) นมแพะ (ข) ที่เติมนมผงขาดมันเนย 3 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตนมแพะที่เติมเวย์โปรตีน 3 (ค) และ 5 (ง) เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววราภรณ์ แซ่ลี้ เกิดวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์) จากมหาวิทยาลัยเกษตศาสตร์ ปีการศึกษา 2546

ปี 2546 เข้าทำงานที่โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ในงาน GMP รับผิดชอบในการจัดทำระบบ GMP โรงงานเนยแข็ง นมยู.เอช.ที นมอัดเม็ด และน้ำผึ้ง

ปี 2550 ตำแหน่งหัวหน้างานควบคุมคุณภาพ โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา รับผิดชอบในการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตลดา

ปี 2551- ปัจจุบัน ตำแหน่งหัวหน้างานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์นม โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา รับผิดชอบในการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ใหม่ ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตลดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้