สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเสริมธาตุแคลเซียมในโยเกิร์ตไขมันต่ำรสผลไม้ผสม

Calcium Fortification of Fruit-Mix Set-Type Low-Fat Yogurt

นาง จงกลณี เยาวภาคย์โสภณ
นาง อังคณา ทุมดี
นางสาว จรรยา คงฤทธิ์
นาย ประสิทธิ์ แผ้วบาง

RCH
ว 1157
2558

b 12710295
i

เลขทะเบียน 138269
วัน เดือน ปี - 5 มี.ค. 2558

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2552

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การเสริมธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสม

แหล่งเงินทุน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2552 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 50,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี **ตั้งแต่** เดือนตุลาคม 2552 **ถึง** เดือนกันยายน 2553

หัวหน้าโครงการวิจัย นาง จงกลณี เยาวภาคย์โสภณ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นาง อังคณา ทุมดี สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นางสาว จรรยา คงฤทธิ์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นาย ประสิทธิ์ แผ้วบาง ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

บทคัดย่อ

การเติมแคลเซียม แลคเตท เพนท้า ไฮเดรทในโยเกริต์ ระดับ 0, 400, 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ 100 มิลลิกรัมในโยเกริต์สี่กลุ่มคือ 130, 176, 191 และ 207 มิลลิกรัมตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์กลุ่มเสริมธาตุแคลเซียมมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 35, 47 และ 58

การเสริมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร มีการประเมินรสชาติสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมแคลเซียม 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร แต่การทรงตัวและเนื้อสัมผัสมีการประเมินสูงสุดในกลุ่มเสริมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม โยเกริต์ทั้งสี่กลุ่มทดลอง (ควบคุมและเสริมแคลเซียม) ไม่มีผลต่อพีเอชในวันที่ 1 7 และ 14 วันของการเก็บรักษา ในวันที่หนึ่งและวันที่สิบสี่ของการเก็บรักษาโยเกริต์ในกลุ่มที่สอง ซึ่งเติมแคลเซียม 400 มิลลกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรมีความหนืดสูงสุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากโยเกริต์เสริมแคลเซียมในกลุ่มอื่นๆ สำหรับในวันที่เจ็ดของการเก็บรักษาโยเกริต์ในกลุ่มที่สอง ซึ่งเติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรมีความหนืดสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) จากโยเกริต์ทุกกลุ่ม จำนวนแลคโตบาซิลลัสสูงในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษาทุกกลุ่มโยเกริต์และลดจำนวนลงในสัปดาห์ที่สามของการเก็บรักษา และมีระดับต่ำกว่าที่แนะนำ แต่การเสริมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรในสัปดาห์ที่สามของการเก็บรักษายังคงมีจำนวนแลคโตบาซิลลัสอยู่ในระดับสูง (1.55×10^8 หรือ 8.19 log CFU/g) และพอเพียงตามที่แนะนำให้รับประทานต่อวัน ฉะนั้นการเสริมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรเป็นระดับเหมาะสมและแนะนำสำหรับการเสริมในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โยเกริต์

คำสำคัญ: โยเกริต์ เสริมแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research title : Calcium Fortification of Fruit-Mix Set-Type Low-Fat Yogurt

Researcher: Jongkolnee Yaowapaksophon Faculty: Agricultural Technology

Researcher: Angkana Thumdee Faculty: Agricultural Technology

Researcher: Chanya Kongrith Faculty: Agricultural Technology

Researcher: Prasit Phaeobang Faculty: Science

ABSTRACT

Yogurt samples were prepared after fortification of pasteurized milk by addition of four level (0 , 400, 600 and 800 mg per 100 mL of milk) of calcium lactate pentahydrate. Calcium measurement of control (0 mg per 100 mL of milk) and calcium-fortified fruit yogurts were 130, 176, 191 and 207 mg, and calcium fortification at these level resulted in 0%, 34.82%, 46.65% and 58.46% increases in calcium content of yogurts respectively. Sensory evaluation shows that there were no significant differences (P> 05) in the flavor and overall acceptability of the control and calcium- fortified fruit yogurts. Yogurt with calcium fortification at 400 mg per 100 mL of milk got the highest scores for body and texture characteristics and not significantly different (P>0.05) from control but had higher (P<0.05) than the yogurt with calcium fortification at 600 and 800 mg per 100 mL of milk. pH of control and calcium-fortified fruit yogurt did not show any statistical difference (P>0.05) on 1 st, 7th and 14th day during storage. On 1 st and 14th day during storage, the viscosities of control yogurt and yogurt with calcium fortification at 400 mg per 100 mL of milk were significantly (P<0.05) higher than the viscosities of the remaining yogurts. On 7th day during storage, the viscosities of yogurt with calcium fortification at 400 mg per 100 mL of milk were significantly (P<0.05) higher than the viscosities of the remaining yogurts. On the first week during storage all yogurt samples had the highest log10 *Lactobacillus* counts and average viable cell counts of *Lactobacillus* tended to decrease with storage time or on the third week during storage and less than 10^8–10^9 cells daily recommended intake. The level of *Lactobacillus* count in yogurt with calcium fortification at 400 mg per 100 mL of milk on the end of the 21 th day of storage had been maintained high (1.55×10^8 or 8.19 log CFU/g) and been sufficient for recommended dietary allowance (RDA). Yogurt with calcium fortification at 400 mg per 100 mL of milk is the most appropriate and recommended level for commercial manufacturer.

Key word: yogurt, calcium fortification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทดลอง	1
1.3 ขอบเขตของงานทดลอง	2
1.4 สมมุติฐานงานทดลอง	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
3.1 อุปกรณ์และวิธีทำการทดลอง	6
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	8
3.3 ระยะเวลาทดลอง	8
3.4 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	9
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของโยเกริต์มิกซ์	9
4.2 ปริมาณแคลเซียมในโยเกริต์	9
4.3 การประเมินรสชาติของโยเกริต์	11
4.4 พีเอชของโยเกริต์	12
4.5 ความหนืดของโยเกริต์	13
4.6 จำนวนแลคโตบาซิลัสของโยเกริต์	14
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงส่วนประกอบของโยเกริต์มิกซ์ก่อนนำไปบ่ม	9
4.2	แสดงปริมาณแคลเซียมในโยเกริต์	10
4.3	แสดงการประเมินรสชาติของโยเกริต์	12
4.4	แสดงพีเอชของโยเกริต์ของวันที่ 1, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา	13
4.5	แสดงความหนืดของโยเกริต์ของวันที่ 1, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา	14
4.6	แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ของการเก็บรักษา	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การประเมินโยเกริต์ด้าน รสชาติ	20
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านรสชาติ	21
3	การประเมินโยเกริต์ด้าน เนื้อสัมผัสและการทรงตัว	21
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านเนื้อสัมผัสและการทรงตัว	22
5	การประเมินโยเกริต์ด้าน การยอมรับโดยรวม	23
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านการยอมรับโดยรวม	23
7	พีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา	24
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา	24
9	พีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา	25
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา	25
11	พีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา	26
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา	26
13	ความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา	27
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา	27
15	ความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา	28
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา	28
17	ความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา	29
18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา	29
19	แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษา	30
20	แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา	30
21	แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษา	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความสำคัญและการนิยมบริโภคอาหารของคนก็จะเลือกอาหารที่มีประโยชน์ทางคุณค่าทางโภชนาการและมีผลดีต่อสุขภาพด้วย (Functional food) โยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมเสริมธาตุแคลเซียมจัดเป็น Functional food ด้วยเพราะมีโภชนาการอาหารสูง แต่มีไขมันต่ำก็จะทำให้คนไม่เป็นโรคเกี่ยวกับไขมันและคอเลสเทอรอล โยเกริต์แคลเซียมสูงก็จะให้ธาตุแคลเซียมซึ่งมีบทบาทสำคัญคือลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ อาทิ กระดูกพรุน ความดันเลือดสูง มะเร็งลำไส้ใหญ่ นิ่วที่ไต และโรคอ้วน โยเกริต์ไขมันต่ำเสริมธาตุแคลเซียมเหมาะที่เป็นอาหารเช้าของคนทำงานที่มีเวลาจำกัด คนที่ดื่มนมสดไม่ได้เพราะขาดเอนไซม์ย่อยน้ำตาลนม ก็ไม่ต้องกังวลกับปัญหานี้อีกเพราะน้ำตาลนม (แลคโตส) จะถูกย่อยโดยโพรไบโอติคแบคทีเรีย (probiotic bacteria) (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแลคโทบาซิลัส) ให้เป็นกรดแลคติคทำให้นมมีรสเปรี้ยว การบริโภคโยเกริต์เป็นประจำจะทำให้ร่างกายมีโพรไบโอติคแบคทีเรียมาก ซึ่งเป็นผลดีต่อการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้และส่งผลดีต่อระบบย่อยอาหาร ทำให้คนมีสุขภาพดี การเตรียมโยเกริต์ไขมันต่ำเสริมธาตุแคลเซียมจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของโยเกริต์ ซึ่งก็จะต้องถูกใจและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

ผลของการเสริมธาตุแคลซียมระดับสูงและไม่เสริมธาตุแคลซียมในโยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมที่มีต่อ -ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความหนืด

-ความเป็นกรด-ด่างหรือพีเอช

-การยอมรับทางประสาทสัมผัส และ

-จำนวนแลคโทบาซิลัสที่มีชีวิตในโยเกริต์

ระดับธาตุแคลซียมที่เสริมในโยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมคือ

-ไม่เสริมธาตุแคลเซียม (กลุ่มควบคุม)

-เสริมธาตุแคลเซียม 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร

-เสริมธาตุแคลเซียม 600 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร

-เสริมธาตุแคลเซียม 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร

ความต่างกันของระดับแคลซียมนี้จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างในคุณภาพของโยเกริต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานทดลอง

โยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมเสริมธาตุแคลเซียม จะเตรียมจากน้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์ที่มีแหล่งกำเนิดจากที่เดียวกัน เป็นน้ำนมที่มาจากชุดการผลิตเดียวกัน มีองค์ประกอบทางเคมีในน้ำนมเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน เพื่อขจัดความผันแปรขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม สำหรับในกลุ่มทดลองอื่นๆ ก็จะเป็นน้ำนมที่มีองค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกันกับกลุ่มควบคุมแล้วเสริมด้วยธาตุแคลเซียมในระดับต่าง โดยการเตรียมโยเกริ์ตจากน้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์ก็จะแบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลองดังนี้

(1) (ก) น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่เสริมธาตุแคลเซียม (กลุ่มควบคุม)

(2) (ข) น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์เสริมธาตุแคลเซียม ประมาณ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร (กลุ่มทดลองที่ 2)

(3) (ค) น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์เสริมธาตุแคลเซียม ประมาณ 600 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร (กลุ่มทดลองที่ 3)

(4) (ง) น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์เสริมธาตุแคลเซียม ประมาณ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร (กลุ่มทดลองที่ 4)

ทั้งนี้โดยกลุ่มทดลองที่ 2, 3 และ 4 คาดว่าจะมีธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ เป็นร้อยละ 35, 50 และ 65 ตามลำดับเมื่อเทียบกับโยเกริต์จากน้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์ที่มีเสริมธาตุแคลเซียมซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งก็จะต้องทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์กลุ่มเสริมธาตุแคลเซียมว่ามีสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 35, 50 และ 65 ตามที่ประมาณการเอาไว้หรือไม่

1.4 สมมุติฐานงานทดลอง

ตั้งสมมติฐานว่า โยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมเสริมธาตุแคลเซียมสูง 3 ระดับ จะให้ลักษณะของโยเกริต์ในด้านเนื้อ สัมผัสด้านความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง การยอมรับทางประสาทสัมผัส และจำนวนแลคโทบาซิลัสที่มีชีวิต สูงกว่าและดีกว่าโยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมไม่เสริมแคลเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับของโครงการวิจัย

ศักยภาพหรือการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์กลุ่มเป้าหมายที่จะได้รับประโยชน์และผลกระทบจากผลงานวิจัยที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

-เป็นองค์ความรู้ในการวิจัย ใช้ประกอบการเรียนการสอน

-บริการความรู้แก่ประชาชน เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย

-เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

-บริการความรู้แก่ภาคธุรกิจ นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทบาทสำคัญที่โดดเด่นของธาตุแคลเซียมในร่างกายของคนและสัตว์ที่ได้รับการยืนยันอย่างกว้างขวางก็คือลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ อาทิ กระดูกพรุน ความดันเลือดสูง มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งเต้านม นิ่วที่ไต และโรคอ้วน (Heaney, 2005; McCarron and Heaney, 2004; Miller and Anderson,1999; Quilici-Timmcke, 2002) ส่วนใหญ่แล้วนมและผลิตภัณฑ์นมจะมีปริมาณธาตุแคลเซียมที่เป็นประโยชน์และนำไปใช้ได้อยู่สูง ตัวชักนำแนวคิดเพื่อที่จะได้รับธาตุแคลเซียมพิเศษเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่เคยได้รับ (extra calcium) โดยการกินเพียงครั้งเดียวก็จะได้ธาตุแคลเซียมครบตามความต้องการ ธาตุแคลเซียมที่มาจากนมและผลิตภัณฑ์นมจะดูดซึมได้ง่ายที่ลำไส้มากกว่าธาตุแคลเซียมที่มาจากพืชและเมล็ดธัญพืช ไฟเตท (phytate) พบในเมล็ดธัญพืชและออกซาเลท (oxalate) พบในใบพืชจะลดธาตุแคลเซียมที่เป็นประโยชน์และลดปริมาณนำไปใช้ได้โดยสร้างเป็นคอมเพล็กซ์ของธาตุแคลเซียมที่ไม่ละลายและจะต้องขับออก (Fairweather-Tait et al., 1989; Klahorst, 2001) ธาตุแคลเซียมในโยเกิร์ตขนาด 220 กรัมจะมีธาตุแคลเซียมร้อยละ 30 ตาม Reference Daily Intake (RDI) สถาบันหรือองค์การเภสัชกรรม (Institute of Medicine, 1997) แนะนำให้เด็กอายุ 1-3 ปีควรจะบริโภคธาตุแคลเซียม 500 มิลลิกรัมต่อวัน, เด็กอายุ 4-8 ปีควรจะบริโภคธาตุแคลเซียม 800 มิลลิกรัมต่อวัน, เด็กอายุ 9 ปีจนถึงวัยรุ่นอายุ 18 ปีควรจะบริโภคธาตุแคลเซียม 1,300 มิลลิกรัมต่อวัน, คนอายุ 19-50 ปีรวมถึงคนท้องและให้นมลูก ควรจะบริโภคธาตุแคลเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน, คนอายุมากกว่า 51 ปีขึ้นไปควรจะบริโภคธาตุแคลเซียม1,300 มิลลิกรัมต่อวัน Bryant et al., 1999; Klahorst, 2001; Vaskonen, 2003)

ในมนุษย์และสัตว์ช่วงท้องและให้นมหากได้รับการเสริมธาตุแคลเซียมจะทำให้ระดับตะกั่วที่สะสมในแม่จะเข้าไปสัมผัสกับลูกลดลง การเสริมธาตุแคลเซียมในอาหารของแม่จัดเป็นกลยุทธ์เชิงป้องกันระดับทุติยภูมิ (secondary prevention) โดยไม่เพียงแต่จะไปลดลงของระดับตะกั่วในระบบหมุนเวียนโลหิตของแม่แต่ยังไปลดตะกั่วที่จะเข้าไปสัมผัสกับตัวอ่อนในช่วงเจริญพัฒนาในท้องรวมถึงช่วงเลี้ยงลูกด้วย (Ettinger et al., 2007)

การเสริมธาตุแคลเซียมในนมและผลิตภัณฑ์นม รวมถึงโยเกิร์ต ไอศกรีม ครีมเปรี้ยว ครีมชีส ค็อคเท็ดชีส (Klahorst, 2001; Heaney, 2005; Pirkul et al., 1997) เกลือของธาตุแคลเซียมเชิงการค้าหลายชนิดใช้ในการเติมลงไปในนมและเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มธาตุแคลเซียม อาทิ แคลเซียม คาร์บอเนท (calcium carbonate) แคลเซียม คลอไรด์ (calcium chloride) แคลเซียม ฟอสเฟต (calcium phosphate) แคลเซียม ซิเตท มาเลท (calcium citrate malate) แคลเซียม กลูโคเนท (calcium gluconate) แคลเซียม แลคเตท (calcium lactate) (Goldscher and Edelstein, 1996; Klahorst, 2001; Quilici-Timmcke, 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสริมเกลือของธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ (Pirkul et al., 1997; Singh and Muthukumarappan, 2007) ในงานทดลองมีการศึกษาเรื่องคุณภาพของโยเกริต์เสริมธาตุแคลเซียม ลักษณะต่างๆ ของโยเกริต์เช่นความหนืด (viscosity) ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกริต์ (water holding capacity) เนื้อสัมผัส (texture) ความเรียบเนียน (smoothness) ความเป็นกรด (acidity) การเสริมธาตุแคลเซียมระดับสูงในโยเกริต์กับการไม่เสริมธาตุแคลเซียมจะไม่แตกต่างกันในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส ความเป็นกรดในวันที่ 1 ของการเก็บรักษาพบว่าในกลุ่มโยเกริต์เสริมแคลเซียมความเป็นกรดจะต่ำกว่า (0.85% tritrable acidity, lactic acid) กลุ่มโยเกริต์ไม่เสริมแคลเซียม (0.87% tritrable acidity, lactic acid) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บโยเกริต์ในวันที่ 7 ความเป็นกรดของกลุ่มโยเกริต์ไม่เสริมแคลเซียมจะสูงกว่า (0.94% tritrable acidity, lactic acid) และแตกต่าง ($P<0.05$) จากกลุ่มโยเกริต์เสริมแคลเซียม นอกจากนั้นกระบวนการผลิตโยเกริต์โดยใช้ความร้อนและเติมหางนมผง (heated treatment) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน (standard procedure) จะมีความเป็นกรด (tritrable acidity) สูงกว่ากระบวนการที่ทำให้นมเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้แรงดันสูง (ultra-high pressure homogenization :UHPH) (Serra et al., 2008) กลุ่มโยเกริต์เสริมแคลเซียมจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่า และแตกต่างจากกลุ่มโยเกริต์ไม่เสริมแคลเซียม ความหนืดจะไม่ได้รับอิทธพลจากการเสริมธาตุแคลเซียมให้กับโยเกริต์ (Singh and Muthukumarappan, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

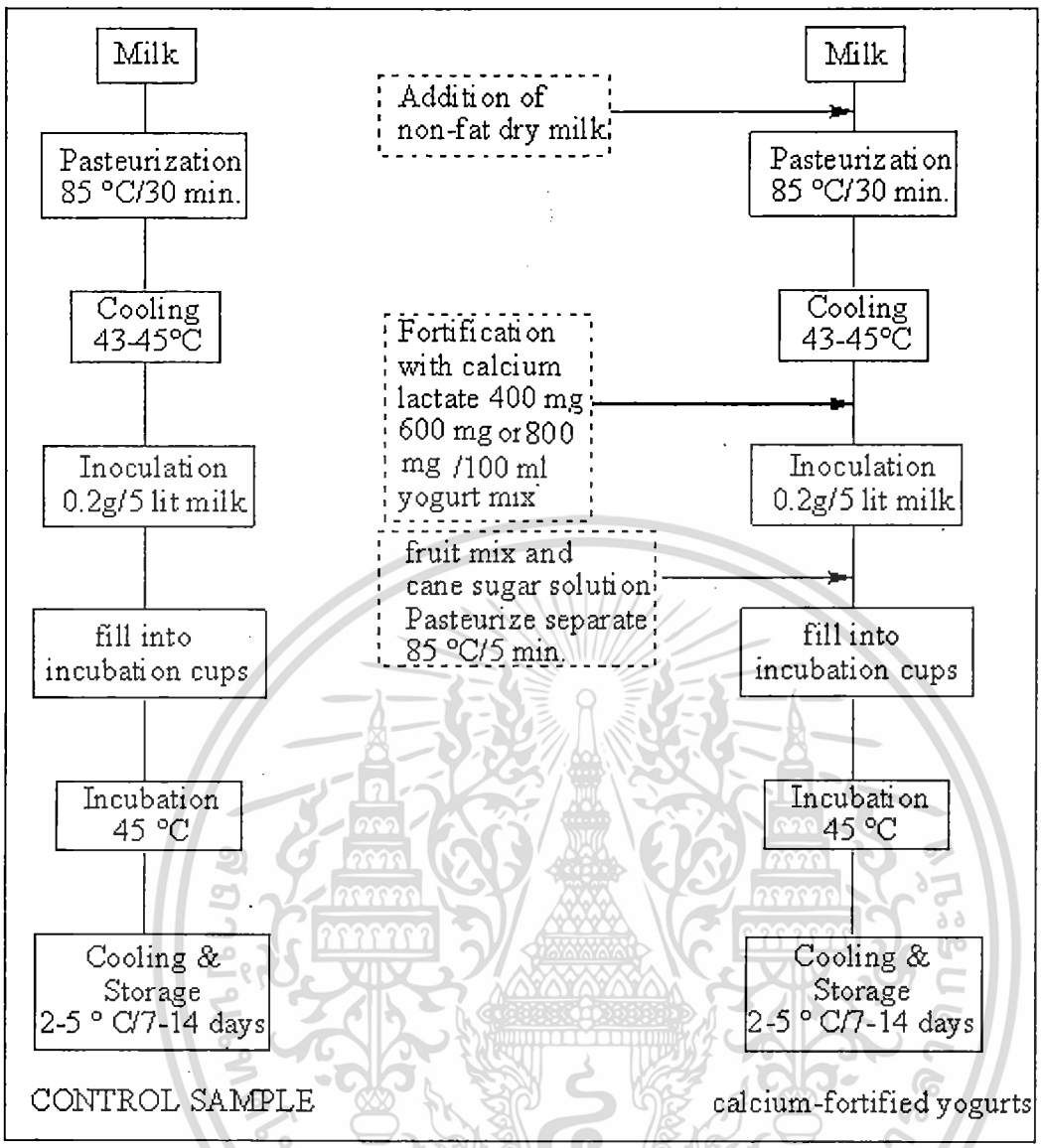
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีทำการทดลอง

3.1.1 การเตรียมโยเกริต์

น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ไขมันต่ำนำไปเติมนมผงขาดมันเนยในช่วงพาสเจอร์ไรส์ซ้ำ ทำให้น้ำนมเย็นลงจนถึงอุณหภูมิ 43-45°C เสริมแคลเซียม สำหรับกลุ่มทดลองที่ 2 3 และ 4 (ในช่วงนี้กลุ่มทดลองที่ 1 ไม่เติมแคลเซียม) หลังจากนั้นเติมโยเกริต์แบคทีเรียสตาร์ทเตอร์ (Yogurt Bacterial Starter) 2 กรัมต่อน้ำนม 50 ลิตร (น้ำนมที่เติมหัวเชื้อแล้วจะเรียกว่าโยเกริต์มิกซ์) ผลไม้ผสมได้แก่ผลไม้ตามฤดูกาล อาทิ สับปะรด มะละกอ เงาะ แอพเปิ้ลเขียว ใส่ในน้ำตาลทราย 60 กรัมต้มในน้ำให้เป็นสารละลายน้ำตาล 100 มิลลิลิตร โดยพาสเจอร์ไรส์แยกต่างหากจากน้ำนม เติมผลไม้ที่ผสมรวมแล้วกับสารละลายน้ำตาลลงในถ้วยบรรจุ แล้วเทโยเกริต์มิกซ์ลงไปส่วนบนของถ้วยบรรจุ นำถ้วยโยเกริต์มิกซ์ที่มีผลไม้นี้ไปบ่มในตู้บมที่ไม่มีก๊าซออกซิเจนที่ อุณหภูมิ 45°C นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าโยเกริต์จะเคริ์ด นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.1.2 การเก็บข้อมูลน้ำนมและโยเกริต์

(3.1.2.1) ส่วนประกอบของโยเกริต์มิกซ์ก่อนนำไปบ่ม

(3.1.2.2) แคลเซียมในโยเกริต์

3.1.3 การเก็บข้อมูล โยเกริต์ ในวันที่ 1, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา

(3.1.3.1) ความเป็นกรด-ด่างหรือพีเอช โดยการไทเทรตหาความเป็นกรด (titratable acidity) หรือพีเอชมิเตอร์ (pH-meter)

(3.1.3.2) การยอมรับทางประสาทสัมผัส (รสชาติ เนื้อสัมผัสและความคงตัว ลักษณะที่ปรากฏ การยอมรับโดยรวม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.1.3.3) ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความหนืดโดยใช้เครื่องมือวัดความหนืด (Viscometer Brookfield DV-II-+) และ

(3.1.3.4) จำนวนแลคโทบาซิลัสที่มีชีวิตในโยเกริต์

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลทุกค่า จะทำการเก็บ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลของปัจจัยจากการเสริมและไม่เสริมธาตุแคลเซียมด้วย ANOVA ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดและนำผลการทดลองมา วิเคราะห์ทางสถิติตามหลักการของ Snedecor and Cochran (1967) ; Steel and Torries (1960) อ้างโดย จรัญ จันทลักขณา (2549) และวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยโดย least significant difference (LSD) test ($P = 0.05$)

3.3 ระยะเวลาทดลอง

ต.ค. 2552 - ก.ย. 2553

3.4 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

3.4.1 การเตรียมโยเกริต์ไขมันต่ำรสผลไม้ผสมเสริมธาตุแคลเซียมและไม่เสริมธาตุแคลเซียม วัดความเป็นกรด-ด่างหรือพีเอช และการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำนม ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.4.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยนักศึกษา บุคลากร เจ้าหน้าที่ และผู้เชี่ยวชาญการชิม ออกแบบสอบถาม ประเมินผล และวิเคราะห์ผล คณะเทคโนโลยีการเกษตร และภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง

3.4.3 นับจำนวนแลคโทบาซิไลของโยเกริต์ ที่ห้องปฏิบัติจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.4.4 วิเคราะห์ความหนืดของโยเกริต์ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของโยเกริต์มิกซ์

องค์ประกอบทางเคมีของโยเกริต์มิกซ์ก่อนนำไปบ่มแสดงในตารางที่ 4.1 การเติมหางนมผงทำให้ของแข็งไม่รวมไขมัน (solid-not fat) เพิ่มขึ้นเป็น 18 กรัมต่อ 100 กรัมของโยเกริต์มิกซ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kailasapathy et al. (2007) ที่กล่าวว่านมพาสเจอร์ไรส์หรือนมโฮโมจิไนส์ให้ความร้อนจนอุณหภูมิ 45 °C แล้วเติมหางนมผงและผสมให้เข้ากันโดยใช้ความเร็วสูง ทำให้โยเกริต์มิกซ์มีของแข็งไม่รวมไขมันเพิ่มสูงขึ้นเป็น 18 กรัมต่อ 100 กรัมของโยเกริต์มิกซ์ นอกจากนั้น Serra et al. (2008) กล่าวว่าการเติมหางนมผงเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติในอุตสาหกรรมนมและโยเกริต์โดยทำให้โยเกริต์มิกซ์ที่เตรียมจากนมยูเอชที (ultra-high-pressure homogenization-treated milk UHPHT) เพิ่มของแข็งไม่รวมไขมัน (non-fat solid content) เป็น 14% และ Pirkul et al. (1997) กล่าวว่าการเติมหางนมผง (Non-fat dry milk:NFDM) ในน้ำนมก่อนพาสเจอร์ไรส์ ทำให้เพิ่มของแข็งไม่รวมไขมันเป็น 14% Singh and Muthukumarappan (2007) กล่าวว่าการเติมหางนมผงในน้ำนมก่อนการให้ความร้อนกับน้ำนมที่อุณหภูมิ 85 °C เป็นเวลา 30 นาที ให้เพิ่มของแข็งไม่รวมไขมันเป็น 14%

ตารางที่ 4. 1 แสดงส่วนประกอบของโยเกริต์มิกซ์ก่อนนำไปบ่ม

Yogurt treatment	milk component (%)		
	milk fat	milk protein	solid-not fat
control	1.91	7.76	17.91
Ca fortified I	1.77	7.80	18.03
Ca fortified II	1.87	8.13	18.12
Ca fortified III	1.83	7.81	18.28

4.2 ปริมาณแคลเซียมในโยเกริต์

น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์ (กลุ่มควบคุม) ไม่เสริมธาตุแคลเซียมในกลุ่มควบคุมที่ 1 และการเติมคลเซียม แลคเตท เพนท้าไฮเดรท ประมาณ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(398.35 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) (กลุ่มทดลองที่ 2) น้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์เสริมธาตุแคลเซียม ประมาณ 600 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร (587.85 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) (กลุ่มทดลองที่ 3) และน้ำนมไขมันต่ำพาสเจอร์ไรส์เสริมธาตุแคลเซียม ประมาณ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร (782.12 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร) (กลุ่มทดลองที่ 4)

ปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ 100 มิลลิกรัมในโยเกริต์สี่กลุ่มคือ 130, 176, 191 และ 207 มิลลิกรัมตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์กลุ่มเสริมธาตุแคลเซียมมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 35, 47 และ 58 (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณแคลเซียมในโยเกริต์

Yogurt Treatment	Amount of calcium lactate pentahydrate added (mg/100 ml)	Measured calcium (mg/100 mg)	Percent increase compared to control
Control (0)	0	130.28	-
Ca fortified I (400)	389.35	175.56	34.82
Ca fortified II (600)	587.85	191.01	46.65
Ca fortified III (800)	782.12	207.12	58.46

แหล่งของแคลเซียมที่หาได้ง่าย สะดวก และในเทอมของราคาก็คือน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมซึ่งจะให้ธาตุแคลเซียมมากกว่า 75% ของการกินแคลเซียมในมนุษย์ และดังนั้นแหล่งหลักของแคลเซียมจากอาหารคือแคลเซียมในนมและผลิตภัณฑ์ แคลเซียมในนมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแขวนลอยของ colloidal phosphate แคลเซียมบางส่วนในสภาพแขวนลอยนี้สามารถแลกเปลี่ยนได้ (Mpassi et al., 2001) การแลกเปลี่ยนแคลเซียมระหว่างสองสภาพ คือสภาพแขวนลอย (colloid) และสภาพสารละลาย (aqueous หรือ dissolved phase) ขึ้นกับ ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ (Mpassi et al., 2001) เลเบลไอโซโทรปของแคลเซียมในนม โดยหาค่าการนำเอาแคลเซียมในนมและผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ ทำให้ทราบว่า Ca 45 ซึ่งเติมเข้าไปในนม มีสัดส่วนสูงของแคลเซียมที่เติมเข้าไปนี้จะอยู่ในสภาพสารละลายของนมและแขวนลอย (Mpassi et al., 2001) แต่ Singh and Muthukumarappan (2007) กล่าวว่าการเติมแคลเซียมในโยเกริต์พบว่าแคลเซียมที่เติมในโยเกริต์อยู่ในส่วนของสารละลายในน้ำนมหรืออยู่ใน dissolved phase หรือ aqueous phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซึมแคลเซียมหลังการกิน 400 มิลลิลิตรของนม โยเกิร์ตและโยเกิร์ตทรีทด้วยความร้อนในสุกร มีอัตราการดูดซึมแคลเซียมเกือบ 80% ของแคลเซียมที่ได้รับทั้งหมด โดยมีการดูดซึมเกือบครึ่งหนึ่งของทั้งหมดในชั่วโมงแรกหลังกิน (Mpassi et al., 2001)

แคลเซียมในโยเกิร์ตในการทดลองนี้ขนาด 100 กรัม อยู่ในระดับต่ำกว่าที่ Reference Daily Intake (RDI) สถาบันหรือองค์การเภสัชกรรม (Institute of Medicine, 1997) โดยคาดว่าแคลเซียมในโยเกิร์ตในการทดลองนี้อยู่ในสภาพสารละลายของน้ำนม (aqueous หรือ dissolved phase) ก่อนเป็นโยเกิร์ต ธาตุแคลเซียมในโยเกิร์ตจะดูดซึมได้ง่ายที่ลำไส้มากกว่าแคลเซียมที่อยู่ในพืชหรือในอาหารชนิดอื่น

4.3 การประเมินรสชาติของโยเกิร์ต

การประเมินโยเกิร์ตด้านรสชาติ การทรงตัวและเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมโดยให้ระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดยมีความหมายดังนี้ 1=ไม่ชอบมาก 2=ไม่ชอบ 3=ชอบปานกลาง 4=ชอบ 5=ชอบมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.3 การเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตร มีการประเมินรสชาติสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมแคลเซียม 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตร แต่การทรงตัวและเนื้อสัมผัสมีการประเมินสูงสุดในกลุ่มเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตร แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม การทรงตัวและเนื้อสัมผัสของกลุ่มเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตรสูงกว่าและแตกต่าง ($P<0.05$) จากกลุ่มเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตระดับ 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตร และการยอมรับโดยรวมของโยเกิร์ตทุกกลุ่มไม่แตกต่าง ($P>0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cueva et al. (2008) ที่กล่าวว่าการเติมวิตามินบี 1 (ไทอะมิน) บี 2 (ไรโบฟลาวิน) บี 3 (ไนอะซิน) บี 9 (กรดโฟลิค) แมงกานีสและแมกนีเซียมในระหว่างการเตรียมโยเกิร์ตซึ่งจัดเป็นโยเกิร์ตที่ส่งผลดีต่อหัวใจซึ่งพบว่า ไม่ส่งผลต่อรสชาติ การทรงตัว/เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pirkul et al. (1997) ซึ่งกล่าวว่าวันที่ 1 ของการเก็บรักษาโยเกิร์ต รสชาติดีที่สุดคือโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมแลคเตทเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตเสริมแคลเซียมกลูโคเนทให้รสชาติของโยเกิร์ตต่ำที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Singh and Muthukumarappan (2007) ที่กล่าวว่าการเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตเทียบกับโยเกิร์ตไม่เสริมแคลเซียมไม่มีความแตกต่างกันของโยเกิร์ตในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะที่ปรากฏและการยอมรับโดยรวม ในการทดลองนี้การเสริมแคลเซียมในโยเกิร์ตทุกๆ ระดับ ให้รสชาติการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การทรงตัวและเนื้อสัมผัสดีที่สุดเมื่อเสริมแคลเซียมระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกิร์ตมิกซ์ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการประเมินรสชาติของโยเกริต์

Yogurt samples	ประเมินรสชาติ #		
	รสชาติ	การทรงตัวและเนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
Control (0)	3.83	4.00^{กข}	4.25
Ca fortified I (400)	4.00	4.25^{ก}	4.08
Ca fortified II (600)	3.58	3.42^{ข}	3.83
Ca fortified III (800)	3.63	3.50^{ข}	3.75

การประเมินรสชาติมีคะแนนตั้งแต่ 1 หมายถึงไม่ชอบมากและคะแนน 5 หมายถึงชอบมาก

^{กข} อักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P=0.05

วิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยโดย least significant difference (LSD) test

4.4 พีเอชของโยเกริต์

แสดงพีเอชของโยเกริต์ในตารางที่ 4.4 ในวันที่หนึ่ง เจ็ดและสิบสี่ของการเก็บรักษา พบว่าพีเอชของโยเกริต์ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในวันที่ 7 และ 14 ของการเก็บรักษา พีเอชของโยเกริต์มีความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษาในทุกทรีทเมนต์ของโยเกริต์ อาจเป็นเพราะว่าหัวเชื้อหมักโยเกริต์มีกิจกรรมทางเมแทบอลิคต่อเนื่องจึงเกิดการสร้างกรดเพิ่มในภายหลัง (post หรือ over acidification) หัวเชื้อที่ใช้หมักโยเกริต์ยังคงแอคทีพแม้อุณหภูมิต่ำของตู้เย็นและยังคงผลิตจำนวนน้อยๆ ของกรดแลคติคโดยการหมักแลคโตสซึ่งเป็นผลทำให้พีเอชลดลงอย่างสังเกตเห็นได้ในช่วงการเก็บรักษา

Serra et al. (2008) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดของโยเกริต์จากการไทเทรตระหว่างการเก็บรักษาโยเกริต์ที่ผลิตในระบบปกติซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน คือให้ความร้อนกับน้ำนมและเติมหางนมผง (HT + SMP) มีความเป็นกรดสูงกว่าน้ำนมยูเอชที หรือกระบวนการที่ทำให้นมเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้แรงดันสูง (ultra-high pressure homogenization-treated milk : UHPH) ค่าพารามิเตอร์นี้สูงอีกเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาที่ความเย็นในทุกทรีทเมนต์

ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา คือปรากฏการณ์ที่เรียกว่า over acidification หรือกระบวนการสร้างกรดภายหลัง ในช่วงการเก็บรักษาคือเนื่องจาก บีต้าการแลคโตซิเดส หรือแลคเตสซึ่งจะยังคงทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-5 °C และหากพีเอชลดลงต่ำกว่า 4.2 เป็นผลให้เกิด whey

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกออกมาและมีผลต่อ จำนวนรอดชีวิตของแบคทีเรียกรดแลคติค (LAB) เนื่องจากมี ไฮโดรเจนอิออนมากกว่า อิออนของแลคเตท แต่พีเอชของโยเกริต์ในการทดลองนี้ไม่ลดลงถึง 4.2 และไม่สังเกตเห็นการแยกของเวย์

Kailasapath (2006) กล่าวว่าโยเกริต์ที่เพาะด้วยโพรไบโอติค แบคทีเรียที่หุ้ม (encapsulate) เอาไว้ มีการสร้างกรดในภายหลังต่ำกว่าโยเกริต์ทีมีโพรไบโอติคแบคทีเรียอิสระ (free probiotic)

Kailasapath (2006) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงพีเอชในโยเกริต์ควบคุมและโยเกริต์ทดลองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C โยเกริต์ควบคุมที่หมักด้วยหัวเชื้อดั้งเดิมแสดงพีเอชต่ำที่สุดพีเอชสุดท้าย (ที่สัปดาห์ที่ 6 สัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา) ของโยเกริต์หุ้มด้วยโพรไบโอติคแบคทีเรียมี พีเอชสุดท้ายสูงกว่าโยเกริต์ที่หมักด้วยโพรไบโอติคแบคทีเรียอิสระ โดยโพรไบโอติคแบคทีเรียคือผู้ผลิตกรดอย่างช้าๆ

ตารางที่ 4.4 แสดงพีเอชของโยเกริต์ของวันที่ 1, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา

	pH		
Yogurt treatment	day 1	day 7	day 14
Control (0)	4.47	4.45	4.35
Ca fortified I (400)	4.49	4.42	4.39
Ca fortified II (600)	4.45	4.40	4.37
Ca fortified III (800)	4.44	4.39	4.36

4.5 ความหนืดของโยเกริต์

ตารางที่ 4.5 แสดงความหนืดของโยเกริต์ในช่วงการเก็บรักษาต่างๆ ที่อุณหภูมิตู้เย็น ในวันที่หนึ่งของการเก็บรักษาโยเกริต์ในกลุ่มที่สอง ซึ่งเติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรมีความหนืดสูงสุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากโยเกริต์เสริมแคลเซียมในกลุ่มอื่นๆ (600, 800 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร)

ในวันที่เจ็ดของการเก็บรักษาโยเกริต์ในกลุ่มที่สอง ซึ่งเติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรมีความหนืดสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโยเกริต์ควบคุมและโยเกริต์เสริมแคลเซียมในกลุ่มอื่นๆ (600, 800 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร)

ในวันที่สิบสี่ของการเก็บรักษาโยเกริต์ในกลุ่มควบคุม มีความหนืดสูงสุด และไม่แตกต่างจากโยเกริต์ในกลุ่มที่สอง เติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) จากโยเกริต์โยเกริต์เสริมแคลเซียมในกลุ่มอื่นๆ (600, 800 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร)

ตารางที่ 4.5 แสดงความหนืดของโยเกริต์ของวันที่ 1, 7 และ 14 ของการเก็บรักษา

	Yogurt viscosity (cP)		
Yogurt samples	day 1	day 7	day 14
Control (0)	20108^{กข}	19936^{ข}	20676^{ก}
Ca fortified I (400)	20320^{ก}	22300^{ก}	20504^{กข}
Ca fortified II (600)	18200^{ก}	17970^{ก}	16496^{ก}
Ca fortified III (800)	13680^{ง}	13694^{ง}	13698^{ง}

^{กข} อักษรต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันหมายถึงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P=0.05$

วิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยโดย least significant difference (LSD) test

Singh and Muthukumarappan (2007) กล่าวว่าการเติมแคลเซียมในโยเกริต์ทำให้แคลเซียมที่เติมไปนี้ไปอยู่ในส่วนของสารละลายในน้ำนมหรืออยู่ที่ dissolved phase โดยแคลเซียมที่เติมนี้จะไปทำให้เจลของโยเกริต์แข็งแรงขึ้น ทำให้ เพิ่ม cross-link ของเคซีนไมเซลล์ โดย dissolved Calcium โดยจะทำให้แคลเซียมในส่วนละลายนี้เกิดพันธะแบบที่ทำให้เคซีนไมเซลล์ยึดตัวได้แข็งแรงขึ้น แต่พันธะในเคซีนไมเซลล์ไม่เปลี่ยน

4.6 จำนวนแลคโตบาซิลัสของโยเกริต์

จำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ของการเก็บรักษาแสดงในตารางที่ 4.6

สัปดาห์ที่1, 2 และ 3 ของการเก็บรักษาโยเกริต์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า กลุ่มโยเกริต์ที่สองที่เติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรมีจำนวนแลคโตบาซิไลสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์สูงเมื่อพีเอชของโยเกรต์ค่อนข้างสูง เมื่อจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ต่ำเพราะพีเอชของโยเกริต์ค่อนข้างต่ำ นั่นหมายความว่าจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ลดลงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพีเอชลดลงตามเวลาที่เก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

จำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ในการทดลองนี้ ในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษาให้ผลการทดลองต่ำกว่า 10^8-10^9 เซลล์ ซึ่งเป็นระดับที่แนะนำให้กินต่อวัน ยกเว้นกลุ่มโยเกริต์ที่สองที่เติมแคลเซียม 400 มิลลกรัม/100 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร ยังคงมีจำนวนแลคโตบาซิลลัสที่มีชีวิตอยู่ในระดับสูง (1.55×10^8 หรือ 8.19 log CFU/g)

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 ของการเก็บรักษา

	(Lactobacilli count) log CFU/g		
Yogurt samples	week1	week 2	week 3
Control (0)	8.36	8.17	7.48
Ca fortified I (400)	8.39	8.16	8.19
Ca fortified II (600)	8.21	8.03	7.95
Ca fortified III (800)	8.09	7.99	7.81

Cueva et al. (2008) พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ในวันที่ 7 สูงกว่ ในสัปดาห์อื่น ไม่มีความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ในวันที่ 1, 21 และ 34 จำนวนจุลินทรีย์ต่ำเพราะมี พีเอช 4.3 หรือต่ำกว่า ในงานวิจัยนี้ พีเอชสูงกว่า 4.4 และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา วันที่ 34 มีจำนวนจุลินทรีย์สูงถึง 7*107 cfu/g

Kailasapathy (2006) แสดงให้เห็นว่าจำนวนรอดชีวิตและมีชีวิตของโพรไบโอติค แบคทีเรียส่วนใหญ่แล้วจะต่ำในโยเกริต์ และให้ผลการทดลอง ต่ำกว่า 10^8-10^9 เซลล์ ที่แนะนำให้กินต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การเติมแคลเซียม แลคเตท เพนท้า ไฮเดรทในโยเกริต์ ระดับ 0, 400, 600 และ 800 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์ 100 มิลลิกรัมในโยเกริต์สี่กลุ่มคือ 130, 176, 191 และ 207 มิลลิกรัมตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียมในโยเกริต์กลุ่มเสริมธาตุแคลเซียมมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 35, 47 และ 58 การเติมแคลเซียมในโยเกริต์ไม่มีผลทางลบต่อการประเมินรสชาติของโยเกริต์ นอกจากนั้น การเติมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรทำให้การทรงตัวและเนื้อสัมผัสเท่ากับดีเทียบเท่ากลุ่มควบคุมแต่สูงกว่าการเติมแคลเซียมระดับสูงในโยเกริต์ พีเอชของโยเกริต์ลดต่ำลงตามจำนวนของการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น พีเอชของโยเกริต์สูง มีจำนวนแลคโตบาซิลลัสสูง เมื่อการเก็บรักษาโยเกริต์ในสัปดาห์ที่สองทำให้พีเอชของโยเกริต์ต่ำลงเล็กน้อย และมีจำนวนแลคโตบาซิลลัสลดต่ำลง การเติมแคลเซียมระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตรทำให้ความหนืดของโยเกริต์สูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากโยเกริต์กลุ่มควบคุม จำนวนแลคโตบาซิลลัสสูงสุดในสัปดาห์ที่สามของการเก็บรักษาซึ่งเป็นระดับสูงตามที่แนะนำให้รับประทานต่อวัน ในการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า การเติมแคลเซียมในโยเกริต์ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อโยเกริต์มิกซ์ 100 มิลลิลิตร ทำให้มีจำนวนแลคโตบาซิลลัสสูงสุด มีความหนืดสูงสุดที่ทำให้เจลของโยเกริต์แข็งแรงขึ้น และไม่ส่งผลทางลบด้านรสชาติและประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2549. สถิติการวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 476น.

Bryant, R.J., J. Cadogan and C.M. Weaver. 1999. The new dietary reference intakes for calcium: implications for osteoporosis. J. Am Coll Nutr.18:406S–412S.

Cueva, O. and K.J. Aryana. 2008. Quality attributes of a heart healthy yogurt. LWT Food Science and Technology. 41: 537–544.

Ettinger,A.S. 4, H. Howard, M. Hernandez-Avila. 2007. Dietary calcium supplementation to lower blood lead levels in pregnancy and lactation. J. Nutritional Biochemistry. 18: 172–178.

Fairweather-Tait, S. J., A. Johnson, J. Eagles, S. Ganatra, H. Kennedy and M. I. Gurr. 1989. Studies on calcium absorption from milk using a double-label stable isotope technique. British Journal of Nutrition. 62 : 379–388.

Goldscher, R. L. and S. Edelstein. 1996. Calcium citrate: A revised look at calcium fortification. Food Technology. 50: 96–98.

Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. LWT 39: 1221–1227.

Klahorst, S. 2001. Calcium's role—food product design: Design elements. [Online] Available: http://www.foodproductdesign.com/articles/463/463_0101de.html 18/06/2008.

Heaney, R. P. 2005. The challenges of calcium. [Online] Available : http://www.functionalingredientsmag.com/fimag/articleDisplay.asp?strArticleId=723&strSite 18/06/2008.

McCarron, D. A. and R. P. Heaney. 2004. Estimated healthcare savings associated with adequate dairy food intake. American Journal of Hypertension. 17: 88–97.

Miller, G.D. and J.J. Anderson. 1999. The role of calcium in prevention of chronic diseases. J. Am. Coll. Nutr.18:371S–372S.

Mpassi, D., G. Rychen, M. Mertes and F. Laurent. 2001. Portal absorption of 45Ca from labelled milk, yoghurt or heat treated yoghurt in the growing pig. International Dairy Journal 11: 809–815.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

138269

Pirkul, T., A .Temiz and Y. K. Erdem. 1997. Fortification of yogurt with calcium salts and its effect on starter microorganisms and yogurt quality. International Dairy Journal. 7: 547–552.

Quilici-Timmcke, J. 2002. Opportunities Expanding For Calcium-fortified Foods. [Online] Available : http://www.functionalingredientsmag.com/fimag/articleDisplay.asp?strArticleId=104&strSite 18/06/2008.

Serra, M. , A.J. Trujillo, B. Guamis and V. Ferragut. 2008. Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. Food Hydrocolloids. doi:10.1016/j.foodhyd.2007.11.015

Singh, G. and K. Muthukumarappan. 2007. Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. LWT - Food Science and Technology . doi:10.1016/j.lwt.2007.08.027

Vaskonen, T. 2003. Dietary minerals and modification of cardiovascular risk factors. J. Nutritional Biochemistry. 14 : 492–506.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินโยเกิร์ตด้าน รสชาติ

รสชาติ (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	4	5	2	2
2	4	4	4	4
3	3	3	3	2
4	3	3	3	3
5	4	4	4	4
6	5	5	4	4
7	5	5	4	4
8	3	3	3	3
9	4	4	4	4
10	4	4	4	4
11	5	5	4	4
12	2	4	4	4
average	3.833333333	4.083333333	3.583333333	3.63636364
SD	0.937436867	0.792961461	0.640095479	0.76469845
sum	46	49	43	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านรสชาติ

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	2.5	0.833333	1.28655	ns
error	44	28.5	0.647727		
total	47	31			

ตารางผนวกที่ 3 การประเมินโยเกริต์ด้าน เนื้อสัมผัสและการทรงตัว

เนื้อสัมผัสและการทรงตัว (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	5	5	3	3
2	4	4	4	4
3	3	5	2	2
4	3	3	3	3
5	4	5	4	4
6	5	5	4	4
7	5	5	4	4
8	3	3	3	3
9	4	4	3	4
10	4	4	4	4
11	5	5	4	4
12	4	3	3	3
average	4	4.25	3.416666667	3.5
SD	0.792961461	0.866025404	0.668557923	0.67419986
sum	49	51	41	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านเนื้อสัมผัสและการทรงตัว

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	6.229167	2.076389	3.642303	*
error	44	25.08333	0.570076		
total	47	31.3125			

K=4 n=12 MSE= 0.570076 df=44
กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 จะได้ t(0.025,44)=1.960
LSD= (1.960) รูทสองของ (0.570076)*(1/12+1/12)=0.604
U1 และ U2 4.25-4=.25<LSD
U2และ U3 :4.25-3.42=.83>LSD
U2 และ U4 :4.25-3.5=.75>LSD
U1 และ U3 :4-3.42=0.58<LSD
U1 และ U4 : 4-3.5=0.5<LSD
U3 และ U4 3.42-3.5=0.08 <LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การประเมินโยเกริต์ด้าน การยอมรับโดยรวม

การยอมรับ โดยรวม (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	5	5	4	4
2	4	4	4	4
3	5	3	3	3
4	3	3	3	4
5	5	4	4	4
6	5	5	5	4
7	5	5	4	5
8	3	3	3	3
9	4	4	3	3
10	4	4	4	4
11	5	5	5	4
12	3	4	4	3
average	4.25	4.083333333	3.833333333	3.75
SD	0.866025404	0.792961461	0.717740563	0.62158156
Sum	51	49	46	45

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินโยเกริต์ด้านการยอมรับโดยรวม

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	1.895833333	0.631944444	1.10852713	ns
error	44	25.08333333	0.570075758		
total	47	26.97916667			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 พีเอชของโยเกิร์ตในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา

พีเอช (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	5	5	4	4
2	4	4	4	4
3	5	3	3	3
4	3	3	3	4
5	5	4	4	4
6	5	5	5	4
7	5	5	4	5
8	3	3	3	3
9	4	4	3	3
10	4	4	4	4
11	5	5	5	4
12	3	4	4	3
average	4.25	4.083333333	3.833333333	3.75
SD	0.866025404	0.792961461	0.717740563	0.62158156
Sum	51	49	46	45

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกิร์ตในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	0.019017	0.006339	0.63238	ns
error	44	0.44105	0.010024		
total	47	0.460067			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 พีเอชของโยเกิร์ตในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

พีเอช (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	5	5	4	4
2	4	4	4	4
3	5	3	3	3
4	3	3	3	4
5	5	4	4	4
6	5	5	5	4
7	5	5	4	5
8	3	3	3	3
9	4	4	3	3
10	4	4	4	4
11	5	5	5	4
12	3	4	4	3
average	4.25	4.083333333	3.833333333	3.75
SD	0.866025404	0.792961461	0.717740563	0.62158156
Sum	51	49	46	45

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกิร์ตในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	0.026406	0.008802	1.265487	ns
error	44	0.306042	0.006955		
total	47	0.332448			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 พีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา

พีเอช (n=12)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	4.25	4.5	4.5	4.28
2	4.4	4.3	4.45	4.5
3	4.4	4.4	4.3	4.3
4	4.4	4.45	4.3	4.48
5	4.25	4.3	4.35	4.3
6	4.3	4.3	4.4	4.25
7	4.3	4.28	4.3	4.35
8	4.35	4.42	4.35	4.38
9	4.45	4.45	4.25	4.48
10	4.35	4.4	4.3	4.3
11	4.45	4.45	4.4	4.4
12	4.3	4.4	4.5	4.35
average	4.35	4.3875	4.366666667	4.36416667
SD	0.06770032	0.074116002	0.083484711	0.08511579
Sum	52.2	52.65	52.4	52.37

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอชของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา

source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	0.008608	0.002869	0.464545	ns
error	44	0.271783	0.006177		
total	47	0.280392			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 ความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา

พีเอช (n=5)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	21390	22050	18740	14900
2	20460	20590	18450	14410
3	20000	20110	18080	13410
4	19470	19670	17950	13080
5	19220	19180	17780	12620
average	20108	20320	18200	13684
SD	862.363	1099.091	389.6794	945.7431
Sum	100540	101600	91000	68420

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา

Source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	142347920	47449306.67	63.309003	Sig **
error	16	11991800	749487.5		
total	19	154339720			

K=4 n=5 MSE=749487.5 df 16
กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 จะได้ t(0.025,16)=2.120
LSD= (2.120)รูทสองของ 749487.5*(1/5+1/5)=1160.78
U1-U2=20320-20108=212<LSD
U1-U3=20108-18200=19098>LSD
U1-U4>LSD
U2-U3=20320-18200=2120>LSD
U2-U4=20320-13684=6636>LSD
U3-U4=18200-13684=4516>LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 ความหนืดของโยเกิร์ตในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

ความหนืด (n=5)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	21650	23240	21360	14780
2	20090	22610	17470	14230
3	19850	22300	17290	13430
4	19200	21990	17020	13250
5	18890	21360	16710	12780
average	19936	22300	17970	13694
SD	1072.9306	699.89285	1916.6768	801.39254
Sum	99680	111500	89850	68470

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกิร์ตในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

Source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	199390660	66463553.33	44.6295501	**
error	16	23827640	1489227.5		
total	19	223218300			

K=4 n=5 MSE= 1489227.5 df 16

กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 จะได้ t(0.025,16)=2.120

LSD= (2.120)รูทสองของ 1489227.5 *(1/5+1/5)=51.74

U1-U2=22300-19936=2364>LSD

U1-U3=19936-17970=1965>LSD

U1-U4=19936-13694=6242>LSD

U2-U3=22300-17970=4330>LSD

U2-U4= >LSD

U3-U4=17970-13694=4276>LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 ความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา

ความหนืด (n=5)	control	Ca fortified I	Ca fortified II	Ca fortified III
1	21740	20950	16870	14200
2	20680	20730	16680	14110
3	20430	20510	16490	13720
4	20360	20370	16320	13320
5	20170	19960	16120	13140
average	20676	20504	16496	13698
SD	622.197718	375.473035	294.159821	468.102553
Sum	103380	102520	82480	68490

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดของโยเกริต์ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา

Source of variation	df	SS	MS	F	P=0.05
between group	3	170511215	56837071.7	272.678333	**
error	16	3335040	208440		
total	19	173846255			

K=4 n=5 MSE=208440 df 16

กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 จะได้ t(0.025,16)=2.120

LSD= (2.120)รูทสองของ208440 *(1/5+1/5)=612.15

U1-U2=20676-20504=172<LSD

U1-U3=20676-16496=4180>LSD

U1-U4=20676-13698>LSD

U2-U3=20504-16496=4008>LSD

U2-U4= >LSD

U3-U4=16496-13698=2798>LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 1 ของการเก็บรักษา

week 1	replication 1	replication 2	lactobacilli average	log CFU/g
	2.45×10^8	2.13×10^8	2.29×10^8	8.36
	2.27×10^8	2.58×10^8	2.43×10^8	8.39
	1.78×10^8	1.51×10^8	1.64×10^8	8.21
	1.26×10^8	1.18×10^8	1.22×10^8	8.09

ตารางผนวกที่ 20 แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษา

week 2	replication 1	Replication 2	lactobacilli average	log CFU/g
	1.85×10^8	1.13×10^8	1.49×10^8	8.17
	1.49×10^8	1.37×10^8	1.43×10^8	8.16
	1.22×10^8	0.93×10^8	1.08×10^8	8.03
	1.09×10^8	0.88×10^8	0.98×10^8	7.99

ตารางผนวกที่ 21 แสดงจำนวนแลคโตบาซิลลัสของโยเกริต์ของในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษา

week3	replication 1	Replication 2	lactobacilli average	log CFU/g
	1.40×10^7	4.7×10^7	3.05×10^7	7.48
	1.50×10^8	1.60×10^8	1.55×10^8	8.19
	8.20×10^7	9.60×10^7	8.90×10^7	7.95
	5.20×10^7	7.60×10^7	6.40×10^7	7.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้