สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติก

DEVELOPMENT OF CORN MILK PROBIOTIC PUDDING

T117174

นางสาวชนนิกานต์ ลิ้วจนะ

นางสาวณัชทิชา จันทร์อินทร์

นางสาวเพียงศิริ เผือกพูลผล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117174
วัน,เดือน,ปี 19 ก.ค. 2554

b.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF CORN MILK PROBIOTIC PUDDING

CHONNIKARN LEEWAJANA

NATTICHA JUNIN

PIANGSIRI PHUEAKPULPOL

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN INDUSTRAIL MICROBIOLOGY PROGRAM

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติก	
นักศึกษา	ชนนิกานต์ ลิ้วจนะ	รหัส 50050802
	ณัชทิชา จันทร์อินทร์	รหัส 50050809
	เพียงศิริ เผือกพูลผล	รหัส 50050842
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2553	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ลินจง สุขลำภู	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2553

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

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติก

นักศึกษา ชนนิกานต์ ลิ้วจนะ รหัส 50050802

ณัชทิชา จันทร์อินทร์ รหัส 50050809

เพียงศิริ เผือกพูลผล รหัส 50050842

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติก โดยศึกษาปริมาณนมข้าวโพดในการทดแทนนมสดที่ร้อยละ 20 30 40 50 และ 100 ในส่วนผสมของพุดดิ้ง จากการศึกษาพบว่า พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ 40 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลางและมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพุดดิ้งที่ได้พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 60.94 โปรตีนร้อยละ 15.10 ไขมันร้อยละ 9.77 เส้นใยหยาบร้อยละ 2.73 และเถ้าร้อยละ6.57 ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส พบว่ามีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.7264 N ค่าการรวมตัวกันเท่ากับ 0.3813 ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิมเท่ากับ 12.4862 mm ค่าความเป็นแป้งเปียกเท่ากับ 28.4864 gf และค่าการเกาะติดผิวเท่ากับ 0.1255 kgf.mm จากการตรวจสอบค่าสีพบว่ามีค่า L*เท่ากับ 83.49 a* เท่ากับ -4.60 และค่า b* เท่ากับ 30.09 การศึกษาการผลิตพุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติกโดยแปรปริมาณหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในส่วนผสมของพุดดิ้งเป็นร้อยละ 5 6 และ 7 โดยปริมาตรพบว่า ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยรวมพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 สูงสุด และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 อยู่ในระดับที่สูงกว่า 6 Log CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุดที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และในระหว่างการเก็บรักษาพุดดิ้งโพรไบโอติกที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งมีแนวโน้มลดลง ปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ค่าความแน่นเนื้อ ค่ากลับสู่ขนาดและรูปร่างเดิม และค่าความเป็นแป้งเปียก มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามค่าการรวมตัวกันและค่าการเกาะติดผิวพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี พบว่า ค่า L* และค่า b* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกมีการปนเปื้อนของยีสต์และราเท่ากับ 10^2 CFU/g ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ: พุดดิ้ง, นมข้าวโพด, โพรไบโอติก, *Lactobacillus acidophilus* LA-5

Title	**Development of corn milk pudding probiotic**		
Student	Chonnikarn	Leewajana	Student ID 50050802
	Natticha	Junin	Student ID 50050809
	Piangsiri	Phueakpulpol	Student ID 50050842
Degree	Bachelor of Science		
Program	Industrial Microbiology		
Academic	2010		
Advisor	Assist.Prof.Linchong	Suklampoo	

ABSTRACT

The objective of this study was to develop corn milk probiotic pudding. Fresh milk, the important ingredient in pudding, was replaced by corn milk in a portion of 20%, 30%, 40%, 50% and 100% (w/v). From the sensory evaluation, the addition of corn milk in a portion of 40% (w/v) was accepted by test panelists at the moderately like and the highest overall acceptance scores. The proximate analysis of corn milk pudding showed 60.94% (w/w) moisture, 15.10% (w/w) protein, 9.77% (w/w) fat, 2.73% (w/w) fiber and 6.57% (w/w) ash. The texture profile analysis (TPA) showed the following values of the corn milk pudding: Hardness of 0.7264 N, cohesiveness of 0.3813, Springiness of 12.4862 mm, Gumminess of 28.4864 gf and Adhesiveness of 0.1255 kgf.mm. From the colour test, L*of 83.49, a* of -4.60 and b* of 30.09 were received. To production corn milk probiotic pudding, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 innoculum was added in the pudding composition for 5%, 6% and 7% (w/v). With the addition of 6% (w/v) innoculum, the test panelists accepted the corn milk pudding at the highest overall acceptance scores. The viability of *L. acidophilus* LA-5 was above the minimum recommened level of 6 Log CFU/g, suggested for health benefits, throughout the entire storage period. During storage at 8-10 $^{\circ}$C, pH of pudding was decreased and the percentage of lactic acid was increased. The value of Hardness, Springiness and Gumminess were also decreased. However, the values of Cohesiveness and Adhesiveness was increased. For the colour parameters, there was no significant difference ($p > 0.05$) in L*and b*values of the sample, while a* value was slightly increased. Result from microbiological analysis indicated that probiotic pudding was contaminated with yeast and mold of 10^2 CFU/g at days 8 of storage.

Keywords: pudding, corn milk, probiotic pudding, *Lactobacillus acidophilus* LA-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินจง สุขลำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างการค้นคว้าวิจัยและการเขียนโครงงานพิเศษฉบับนี้ รวมถึงช่วยตรวจทานแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ และ ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างการค้นคว้าวิจัยและการเขียนโครงงานพิเศษฉบับนี้ รวมถึงช่วยตรวจทานแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ที่ให้คำแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งแม่บ้านที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านสถานที่.

ขอขอบคุณเพื่อนๆและรุ่นน้องที่ได้ช่วยเป็นผู้ทดสอบในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้ และท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ด้วยความเคารพยิ่งที่เป็นทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์เพื่อให้โครงงานพิเศษครั้งที่สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวชนนิกานต์ ลิ้วจนะ
นางสาวณัชทิชา จันทร์อินทร์
นางสาวเพียงศิริ เผือกพูลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 พุดดิ้ง	3
2.2 เจลาติน	4
2.3 วุ้น	5
2.3.1 สารประกอบทางเคมีของวุ้น	6
2.3.2 การใช้ประโยชน์จากวุ้น	6
2.4 โพรไบโอติก	7
2.4.1 ประวัติและแนวโน้มในอนาคตของโพรไบโอติก	8
2.4.2 นิยามของโพรไบโอติก	10
2.4.3 กลไกการทำงานของโพรไบโอติกในระบบทางเดินอาหาร	11
2.4.4 เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก	11
2.4.5 ประโยชน์ของโพรไบโอติก	13
2.4.6 การประยุกต์ใช้โพรไบโอติกในด้านต่างๆ	14
2.5 แลคติกเอซิดแบคทีเรีย	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 อนุกรมวิธานของแลคติกเอซิดแบคทีเรีย 18

2.6 *Lactobacillus acidophilus* 20

2.7 ข้าวโพดหวาน 21

2.7.1 พันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทย 22

2.7.2 ฤดูปลูก 22

2.7.3 อุณหภูมิที่เหมาะสม 23

2.7.4 การเตรียมแปลงปลูก 23

2.7.5 การปลูกข้าวโพดหวาน 23

2.7.6 การปฏิบัติการดูแลข้าวโพดหวาน 23

2.7.7 การเก็บเกี่ยวและการรักษา 24

2.7.8 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดหวาน 24

2.7.9 ประโยชน์ของข้าวโพดหวาน 25

2.7.10 การใช้ประโยชน์จากข้าวโพดหวาน 25

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 28

3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 28

3.1.1 วัตถุดิบ 28

3.1.2 จุลินทรีย์โพรไบโอติก 28

3.1.3 อุปกรณ์ 28

3.1.4 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ 29

3.2 วิธีการทดลอง 29

3.2.1 การเตรียมนมข้าวโพด 29

3.2.2 ศึกษาปริมาณนมข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลิตพุดดิ้ง ผสมนมข้าวโพดเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ 30

3.2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพด 31

3.2.4 การศึกษาการผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก 32

3.2.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	33
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าสี ของนมสดและข้าวโพดหวาน	34
4.1.1 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง	34
4.1.2 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง	36
4.1.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	39
4.2 การศึกษาการผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก	41
4.2.1 การศึกษาการรอดชีวิตของ *L. acidophilus* LA-5 ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง	41
4.2.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของพุดดิ้งโพรไบโอติก ในระหว่างการเก็บรักษา	43
4.2.3 การผลิตกรดในรูปของกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง ในระหว่างการเก็บรักษา	45
4.2.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	47
4.2.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก	48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	51.
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	56
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	65
ภาคผนวก ค. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	66
ภาคผนวก ง. ข้อมูลผลการทดลองและแสดงวิธีการคำนวณผล	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติก	12
2.2 ประโยชน์ของโพรไบโอติกต่อสุขภาพ	14
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดหวานหนัก 100 กรัม	24
3.1 ส่วนผสมของพุดดิ้งสูตรต่างๆ (กรัม)	30
4.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งที่มีการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดในระดับต่างๆ	35
4.2 ค่าสีของพุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดที่ระดับต่างๆ	37
4.3 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของพุดดิ้งที่ทดแทนนมสดที่ระดับต่างๆ	39
4.4 องค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ 40	41
4.5 ปริมาณเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต(Log CFU / g)ในระหว่างการเก็บรักษา	42
4.6 ปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต (ร้อยละ) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	43
4.7 ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งโพรไบโอติก	44
4.8 ปริมาณกรดในรูปกรดแลคติค (ร้อยละ) ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกที่เติมเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในระหว่างการเก็บรักษา	46
4.9 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5-Point Hedomic Scale ของพุดดิ้งที่เติม *L. acidophilus* LA-5 ที่ระดับต่างๆ	47
4.10 ค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา	49
4.11คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา	50
4.12 ปริมาณยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 คัสตาร์ดพุดดิ้ง	4
2.2 เจลาตินพุดดิ้ง	4
2.3 สาหร่ายแดง *Glacilria*	5
2.4 ข้าวโพดหวาน	22
3.1 น้ำนมข้าวโพด	29
3.2 นมข้าวโพดที่เติมเจลาตินและผงวุ้นแล้วนำไปตั้งไฟ	31
3.3 การวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (LLOYD instrument รุ่น TA plus)	31
4.1 พุดดิ้งนมสด (P-0) และพุดดิ้งที่ทดแทนนมสดด้วยนมข้าวโพดที่ร้อยละ 20(P-20) 30(P-30) 40(P-40) 50(P-50) และ 100(P-100) โดยน้ำหนัก	38
4.2 กราฟแสดงปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต (Log CFU/g) ในระหว่างการเก็บรักษา	42
4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งโพรไบโอติก	44
4.4 ปริมาณกรดในรูปกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติก ในระหว่างการเก็บรักษา	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โพรไบโอติก (Probiotic) เป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการรับประทาน ได้มีการกล่าวถึงประโยชน์ต่างๆของจุลินทรีย์โพรไบโอติกทางด้านสุขภาพ เช่น ความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น การกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน คุณสมบัติในการต้านโรคมะเร็ง ป้องกันอาการท้องเสีย เป็นต้น จุลินทรีย์โพรไบโอติกส่วนใหญ่จะอยู่ในจีนัส *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* เช่น *Lactobacillus acidiphilus*, *Lactobacillus casei*, *L. plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus lactis*, *Bifibobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidus*, *Bifidobacterium infantis* (Rivera-Espinoza และ Gallardo-Navarro, 2010) และเพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพจะต้องบริโภคจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีชีวิตและมีจำนวนไม่น้อยกว่า 6 Log CFU/g (Shah, 2001)

อาหารที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มของนมและผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ต โยเกิร์ตพร้อมดื่มและผลิตภัณฑ์นมหมัก นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่มีโพรไบโอติก เช่น ผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ เป็นต้น (วันดี, 2551) พุดดิ้ง (pudding) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานชนิดหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศญี่ปุ่น โดยพุดดิ้งแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามลักษณะและวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ คัสตาร์ดพุดดิ้ง (Custard pudding) มีลักษณะเป็นพุดดิ้งที่เป็นครีมข้นคล้ายคัสตาร์ด ส่วนพุดดิ้งอีกชนิดหนึ่ง คือ เจลาตินพุดดิ้ง (Gelatin pudding) ลักษณะคล้ายวุ้น นิยมใส่ผลไม้ ช็อคโกแลต หรือกลิ่นรสตามใจชอบ (Rattray, 1995) นอกจากนี้ยังสามารถเติมธัญพืชเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ข้าวโพด ซึ่งเป็นธัญพืชที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ ลูทีน(Lutien) และ ซีแทนทีน(Zeaxanthin) เป็นองค์ประกอบสำคัญของดวงตาในชั้นเรตินา ช่วยดูดซับคลื่นแสงและขับสารพิษในดวงตา ทำให้ดวงตาแจ่มใส วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา วิตามินอี ช่วยให้ผิวพรรณ สดใสและ กรดเฟรุลิก(Ferulic acid) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคสมองเสื่อม อีกทั้งข้าวโพดยังเป็นธัญพืชที่มีไขมันต่ำ แคลอรี่ต่ำและปราศจากคอเลสเตอรอล (วันชัย, 2545)

ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ขนมหวานชนิดต่างๆเพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น มูสฝรั่ง (guava mousses) (Buriti และคณะ, 2010) พุดดิ้งธัญพืช (Helland และคณะ, 2004) ช็อกโกแลตมูส (Aragon-Alegro และคณะ, 2007) เป็นต้น ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งเพื่อสุขภาพโดยการเติมนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจุลินทรีย์โพรไบโอติก ที่มีจำนวนในระดับที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.2วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของนมข้าวโพดเพื่อทดแทนนมสดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1.2.2 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* LA-5 เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก

1.2.3 ศึกษาการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

1.2.4 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติกทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ทำการพัฒนาพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโดยศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของนมข้าวโพด จากนั้นทำทดลองเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆและศึกษาการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกรวมทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีคุณค่าทางด้านโภชนาการและประโยชน์ทางด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น จากการผสมนมข้าวโพดและจุลินทรีย์โพรไบโอติก

1.4.2 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.4.3 เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่เห็นความสำคัญของการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พุดดิ้ง (Pudding)

ประวัติของพุดดิ้งเริ่มเมื่อสมัย ศตวรรษที่ 15-16 ซึ่งเป็นสมัยที่คนเชื่อว่าโลกกลม ทำให้มีการออกสำรวจดินแดนใหม่สำหรับนักเดินทางยุคต้น ๆ ของศตวรรษ ในสมัยนั้นประเทศสเปนและอังกฤษซึ่งเป็นประเทศผู้นำในการเดินทางสำรวจและยึดครองดินแดนใหม่ ในช่วงนั้นประเทศอังกฤษสามารถเอาชนะและยึดครองดินแดนและชายฝั่งทะเลได้ถึง 7 แห่งเรือรบของอังกฤษที่เข้าร่วมสงครามครอบครองดินแดนนั้นประสบปัญหาเกี่ยวกับปากท้องของลูกเรือขึ้น เพราะการออกเดินทางแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลาอยู่กับท้องทะเลนานหลายเดือน อาหารที่มีอยู่ก็ลดน้อยลง บางครั้งอาหารที่ทำจะเหลือทิ้งไปเปล่าประโยชน์เพราะใช้ทานในวันต่อไปไม่ได้ก็ตาม จำเป็นต้องทิ้ง ด้วยเหตุนั้นเอง จึงมีการคิดเมนูที่สามารถทำแล้วถนอมอาหารไว้ทานได้เป็นเวลานาน โดยใช้ส่วนผสมง่าย ๆ คือ เศษขนมปัง แป้งสาลี และไข่ไก่ ผสมให้เข้ากัน จากนั้นก็ห่อด้วยผ้าสะอาดและนำไปอบ จึงเป็นที่มาของตำนาน "พุดดิ้ง"

จากเกียรติศัพท์ของความอร่อยและวิธีทำที่ไม่ซับซ้อนพุดดิ้งจึงขยายความนิยมไปทางแถบเอเชียและที่ประเทศญี่ปุ่น พุดดิ้งได้รับความสนใจในช่วงยุคสมัยเมจิ (พ.ศ.2411-2455) ถ้าหากเทียบกับสมัยของประเทศไทยแล้วก็คือ รัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 นั่นเอง ชื่อขนมพุดดิ้ง เพราะตามรากศัพท์ของภาษาอังกฤษในยุคโบราณ จะเรียกว่า puduc ซึ่งแปลว่า ของที่มีรูปร่าง ลักษณะบวมเป่ง เต่งตึง ซึ่งตรงกับรูปลักษณ์ของพุดดิ้ง ต่อมามีการเปลี่ยนแปลงชื่อเรียก ซึ่งแปลจากภาษาอังกฤษยุคกลาง คือ podding คำนี้มาจากลักษณะของ พุดดิ้งที่ไปตรงกับลักษณะของไส้กรอกชนิดหนึ่ง จึงเรียกเป็นคำเดียวกัน และคำปัจจุบันที่ใช้เรียกคือ pudding คำนี้จะใช้เรียกประเภทอาหารที่ทำโดยการอบทุกชนิด จากนั้นมาจึงมีการคิดเมนูใหม่ ๆ ของอาหารที่ทำด้วยการอบหลายชนิด แต่ยังคงใช้คำว่า pudding ต่อท้ายในเมนูหลาย ๆ ชนิด ตัวอย่างเช่น rice-pudding bread and butter-pudding black-pudding chocolate-pudding ฯลฯ และพุดดิ้งก็ยังใช้เป็นเมนูหลักไปจนถึงของหวานอีกด้วย

ในประเทศญี่ปุ่นนั้น ตั้งแต่แรก เรียกว่า pudding แต่ว่าด้วยความผิดแปลกของสำเนียง และการส่งต่อทางภาษาเอง ทำให้คำว่า pudding นั้นเปลี่ยนแปลงไปเป็น podding บ้าง และอีกหลาย ๆ คำ แต่ท้ายที่สุดก็ใช้คำว่า "พูริง (puring)" ซึ่งเป็นคำที่เรียกง่าย และตรงความหมายกับหน้าตาของพุดดิ้งในปัจจุบัน ซึ่งเป็นพุดดิ้งชนิดหนึ่งที่เรียกว่า custard-pudding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 คัสตาร์ดพุดดิ้ง
ที่มา: www. bayjai.com

รูปที่ 2.2 เจลาตินพุดดิ้ง
ที่มา: www.kusakeifu.storythai.com

โดยมีพุดดิ้งจะมี 2 ลักษณะ คือ คัสตาร์ดพุดดิ้งและเจลาตินพุดดิ้ง (รูปที่ 2.1 และ 2.2) ซึ่งในเจลาตินพุดดิ้ง เป็นพุดดิ้งที่สามารถเพิ่มเติมส่วนผสมที่เป็นประโยชน์ได้มากกว่า เนื่องจากในกระบวนการทำเจลาตินพุดดิ้งนั้นใช้ความร้อนที่ไม่สูงมากจึงยังคงคุณค่าของสารอาหารไว้ได้ (http://th.wikipedia.org)

2.2 เจลาติน (Gelatin)

เจลาตินเป็นโปรตีนที่ทำหน้าที่ให้เจล ที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น สกัดจากคอลลาเจนที่ได้จากกระดูกวัวและหนังวัว หมู หรือ ปลา มีขบวนการผลิตได้สองแบบคือ

1. แบบใช้ด่าง(Alkaline treatment) ซึ่งมีค่า Isoelectric ระหว่าง 4.7 - 5.0
2. แบบใช้กรด (Acid treatment) ซึ่งมีค่า Isoelectric ระหว่าง 7.0 - 9.0

เจลาตินให้เจลที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ภายใต้ความร้อน (Thermal reversible gel) โดยจะแข็งตัวเกิดเจลได้ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส และ ละลายที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ของความแข็งของเจล (http://www.krittiyaroyal.com)

มีการนำเจลาตินมาใช้ในการเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เครื่องสำอาง ยา อาหาร และฟิล์มถ่ายรูป โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมอาหารซึ่งถือว่าเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดของเจลาตินโดยเจลาตินส่วนนี้เรียกว่า edible gelatin ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารชนิดต่างๆเช่น ขนมหวาน ไอศกรีม โยเกิร์ต เป็นต้น รองลงมาคืออุตสาหกรรมการผลิตยาโดยใช้เจลาตินในการเคลือบเม็ดยาและผลิตเป็นแคปซูล ทั้งชนิดแคปซูลแข็งและแคปซูลนิ่ม เจลาติน คือ โปรตีนชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสลายคอลลาเจนด้วยกรดหรือด่างมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอ่อนสามารถสกัดได้จากกระดูกและหนังสัตว์ เช่น วัว ควาย หมู เมื่อนำผงเจลาตินมาอุ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 32 องศาเซลเซียส มันจะหลอมกลายเป็นของเหลวหนืด เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นของเหลวจะเซตตัวกลายเป็นเจลที่มีลักษณะคล้ายเยลลี่ เจลาตินอีกชนิดหนึ่งที่น่าใจสำหรับมุสลิมคือ เจลาตินปลา ซึ่งเริ่มใช้ในทางการค้าเมื่อปี 1993 มีราคาแพงกว่าเจลาตินจากหมูและวัว ให้กลิ่นที่ไม่ดี แต่ยังมีใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น น้ำผลไม้ แต่ด้วยข้อเสียที่กล่าวมาข้างต้นจึงยังไม่นิยมใช้ในทางการค้าและยังมีการนำเจลาตินมาใช้ในการเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น เครื่องสำอาง ยา อาหาร และฟิล์มถ่ายรูป ทางเภสัชกรรมจะใช้เจลาตินในการเคลือบเม็ดยาผลิตเป็นแคปซูลทั้งชนิดแคปซูลแข็งและแคปซูลนิ่มเพื่อใช้บรรจุยา ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดในตำรับยาต่างๆ ใช้เป็นส่วนผสมของยาชนิดครีม ทางเกษตรจะนิยมใช้เป็นตัวกลางสำหรับแร่ธาตุที่จำเป็นในการปลูกพืช เป็นต้น ส่วนในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นสามารถนำไปใช้ได้มากมาย ได้แก่

ผลิตภัณฑ์นม ใช้ในกระบวนการ HTST หรือ UHT นมเปรี้ยว (ใช้ร้อยละ 0.2-0.8) เนยนิ่ม เช่น มูสซาวร์ครีม ครีสชีส คอตเตจชีส ชีสสเปรด เค้กแช่แข็ง พุดดิ้ง มูสเค้าหุ้นมสด คัสตาร์ด ไอศกรีมมาการีน

ขนมหวาน เยลลี่ เม็ดเยลลี่ มาชแมลโล อาหารเคลือบน้ำตาล เคลือบผิวขนม เค้กแช่แข็ง เคลือบทอฟฟี่ (ช็อกโกแลตหรือหมากฝรั่ง) กัมมีแบร์ หมากฝรั่ง นูกัต ลิโคริส

ผลิตภัณฑ์เนื้อบรรจุกระป๋อง ไส้กรอก เคลือบผิวแฮม อาหารทะเลกระป๋อง

อาหารอื่นๆ ซุป ซอส มายองเนส น้ำสลัด น้ำผลไม้ (www.hacpa.net/ index.php)

2.3 วุ้น (Agar)

วุ้นเป็นสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) ได้จากการสกัดสาหร่ายแดง *Gracilaria* หน่วยย่อยพื้นฐานของวุ้นเป็นสารประกอบ Polysaccharide กลุ่ม Galactose วุ้น (agar) มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ให้สารคงรูปที่มีลักษณะแข็งยืดหยุ่นที่เรียกว่า เจล (Gel) เมื่อเจลได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 85 องศาเซลเซียสก็จะหลอมละลายอยู่ในรูปของเหลว แต่สามารถย้อนกลับมาอยู่ในรูปเจลอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิลงมาที่ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ วุ้น เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ (www.rueanthai2.lefora.com)

รูปที่ 2.3 สาหร่ายแดง *Gracilaria*

ที่มา : www.entrykitchen.com/index.php

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 สารประกอบทางเคมีของวุ้น

วุ้นเป็นโพลีแซคคาไรด์เชิงซ้อน ประกอบด้วยสารสำคัญสองกลุ่ม คือ เอกาโรแพ็คติน (agaropectin) และเอกาโรส (agarose) พวกเอกาโรสเป็นโพลีเมอร์สายยาวที่ประกอบด้วยน้ำตาลกาแลคโตส (galactose) และอนุพันธ์ของมันโดยที่มีโมเลกุลของ 3,6-anhydro-L-galactoseและβ-D-galactose เกาะเชื่อมสลับกัน เอกาโรสค่อนข้างเป็นกลางทางไฟฟ้าหรือมีประจุน้อยมากจึงมักเรียกว่า neutral polysaccharidesส่วนเอกาโรเพคติน เป็นโพลีแซคคาไรด์ในวุ้นอีกพวกหนึ่งมีโครงสร้างคล้ายเอกาโรส แต่บางโมเลกุลของ L-galactose จะมีอนุมูลซัลเฟตเกาะอยู่และโมเลกุลของ D-galactose จะมีไพรรูเวทเกาะอยู่ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สายโพลีเมอร์เหล่านี้มีประจุ บางครั้งจึงเรียกว่า charged agarose

จากการศึกษาด้านคุณภาพของวุ้นพบว่าวุ้นมีส่วนประกอบของเอกาโรแพคติน ซึ่งมีประจุนี้มากเท่าใดยิ่งทำให้ความแข็ง (gel strangth) ของวุ้นยิ่งต่ำลงดังนั้นในกระบวนการสกัดวุ้นจึงต้องพยายามลดปริมาณของหมู่ซัลเฟตที่เกาะอยู่ในส่วนของน้ำนั้นลงให้มากที่สุด การลดซัลเฟตทำได้โดยการต้มสาหร่ายกับสารละลายด่าง ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของซัลเฟตออกมา ขณะเดียวกันเกิด 3,6 anhydride ของน้ำตาลกาแลคโตสขึ้นได้ภาย ในสายของโพลิเมอร์นั้น เป็นการทำให้วุ้นมีคุณภาพดีขึ้นได้อีกทางหนึ่ง

วุ้นมีคุณสมบัติในการละลายได้ในน้ำร้อนแต่ไม่ละลายในน้ำเย็นและสามารถเกิดเป็นเจลได้เป็นอย่างดี เมื่อสารละลายร้อนของวุ้นเย็นตัวลงและเป็นเจลที่อยู่ตัวที่อุณหภูมิปกติ ดังนั้นจึงใช้เป็นสารประเภทช่วยให้เกิดการคงรูป (stabilizing agent) และใช้เป็น emulsifying agent ได้เป็นอย่างดีในอุตสาหกรรมต่างๆ (http://tanozpic.multiply.com/journal/item/2/2)

2.3.2 การใช้ประโยชน์จากวุ้น (www.entrykitchen.com/index.php)

2.3.2.1 อุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue Culture Industry) เป็นตัวกลางอาหารที่ดีเมื่อผสมกับอาหารที่พืชต้องการนำนึ่งในหม้อนึ่งความดันเทใส่ภาชนะและทิ้งให้เย็นตัวจะได้วุ้นที่เหมาะต่อการเพาะ เลี้ยงเนื้อเยื่อโดยรากพืชสามารถยึดเกาะและดูดซึมอาหารได้ดี

2.3.2.2 อุตสาหกรรมขนมหวาน (Dessert Industry) วุ้นนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการทำขนมหวาน หลายชนิด วุ้นมะพร้าวอ่อน วุ้นกะทิ วุ้นกาแฟ เป็นตัวทำให้เกิดเจล และเป็นตัวชะลอการตกผลึกของน้ำตาลช่วยให้อิมัลชั่นคงตัวและกระจายตัวสม่ำเสมอ ช่วยให้ฟองมีความคงตัวด้วย ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เค้กที่มีไอซิ่ง เช่น โดนัท ใช้วุ้นเป็นตัวจับน้ำอิสระ (free water) ในผลิตภัณฑ์เพื่อไม่ให้ไอซิ่ง หรือน้ำตาลบนผิวหน้าของผลิตภัณฑ์หลอมละลายและเหนียวติดกับวัสดุที่ห่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เสียไป

2.3.2.3 อุตสาหกรรมอาหาร (Food Industry)ในผลิตภัณฑ์เนื้อ และสัตว์ปีก จะมีการใช้วุ้นเป็นวัตถุเจือปนอาหารเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ช่วยให้มีลักษณะเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการอุ้มน้ำ สี และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อและไก่กระป๋อง จะมีการใช้วุ้นช่วยป้องกันการเละยุ่ยของลักษณะเนื้อสัมผัส และช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อบดต่างๆมีการจับตัวกันได้ดียิ่งขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ปลากระป๋อง ตัววุ้นจะช่วยรักษาคุณภาพของเนื้อปลาไม่ให้เกิดความเสียหาย จากการถูกกระทบกระแทกระหว่างการขนส่ง นอกจากนั้นไดเอตฟู้ด (Diet food) อาจใช้วุ้นช่วยให้อิ่มได้โดยไม่ทำให้อ้วนเพราะคุณสมบัติที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ของวุ้นเอง

2.3.2.4 อุตสาหกรรมนม (Milk and Related Industry) ผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ซึ่งรวมถึงผลิตภัณฑ์ประเภทไอศกรีม Sherbets เนยแข็งและผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ มีการใช้วุ้นเป็นส่วนประกอบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความคงตัวและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว มีการใช้วุ้นเพื่อให้ข้นหนืด เช่น โยเกิร์ต และในนมที่มีการใส่ช็อกโกแลต วุ้นจะช่วยให้มีการแขวนลอยได้ดีขึ้น

2.3.2.5 อุตสาหกรรมเวชภัณฑ์ (Pharmaceutical Industry) คุณสมบัติของเจลเป็นสารคงความลื่นและยืดหยุ่น จึงนำวุ้นมาใช้เป็นส่วนประกอบของยาระบาย (Laxative) เนื่องจากวุ้นช่วยทำให้เกิดกากอาหารในลำไส้ไม่ระคายเคืองต่อผนังลำไส้และช่วยให้การบีบรัดตัวของผนังลำไส้ (Peristalsis) เป็นไปอย่างปกตินอกจาก นี้ยังใช้เป็นส่วนผสมของปลอกหุ้ม (Capsule) ของเม็ดยาด้วย และเป็นส่วนผสมของ ครีม โลชั่นทาผิว

2.3.2.6 อุตสาหกรรมทางจุลชีววิทยา (Microbiological Industry) มีการนำวุ้นมาใช้อย่างแพร่หลายในด้านการเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อตรวจเชื้อในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ในห้องทดลองตามโรงพยาบาลต่างๆยิ่งกว่านั้นอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงเชื้อใช้ในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียหรือผลิตจุลินทรีย์เพื่อใช้แทนยาฆ่าแมลง ก็สามารถใช้วุ้นอย่างได้ผลดียิ่ง

2.4 โพรไบโอติก (Probiotic)

โพรไบโอติก (Probiotic) คือ กลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเข้าไปอยู่ในระบบของร่างกายมนุษย์และสัตว์ แล้วก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ โดยจุลินทรีย์นั้นทำหน้าที่ช่วยปรับสมดุลของสภาพแวดล้อมในระบบลำไส้ (สุญาณี, 2549) ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีในท้องตลาดนั้นมีหลายชนิดที่มีการเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติก เช่น โยเกิร์ตและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม แต่ไม่นับโยเกิร์ตพร้อมดื่มชนิดยูเอชที เพราะไม่มีแบคทีเรียโพรไบโอติกเหลืออยู่เลย เนื่องจากเป็นกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่สูงมาก นอกจากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกสำหรับมนุษย์แล้วยังมีผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ด้วย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพสำหรับการปศุสัตว์และประมง เป็นที่ทราบกันดีว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติกส่วนใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมนมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ตนั้นเป็นแบคทีเรียในกลุ่มของ Lactobacilli และ Streptococci เป็นส่วนใหญ่ แต่จากการศึกษาคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพของจุลินทรีย์ในลำไส้จากอดีตถึงปัจจุบันพบว่า นอกจากแบคทีเรียที่กล่าวไปข้างต้น ยังมี *Bifidobacterium* เป็นอีกทางเลือกในอุตสาหกรรมประเภทนี้ ประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้นำ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการศึกษาแบคทีเรียในลำไส้ ได้เป็นบุกเบิกการผลิตนมเปรี้ยวและโยเกิร์ตจาก *Bifidobacterium* และในประเทศไทยก็ได้มีผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกจากเชื้อ *Bifidobacterium* วางจำหน่ายแล้วเช่นกัน นอกจากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว โพรไบโอติกยังมีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ เพื่อเป็นตัวช่วยในการรักษาโรคทางเดินอาหาร (วันดี, 2551)

การทดลองทางการแพทย์ เช่น การใช้ *Lactobacillus rhamnosus* GG ในการบรรเทาและป้องกันอาการท้องร่วงในเด็กทารก การใช้ *Bifidobacterium* และ *Lactobacillus* ร่วมกันในการรักษาอาการท้องร่วงอย่างรุนแรงและช่วยลดอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารและการเสียชีวิตของเด็กที่คลอดก่อนกำหนด นอกจากนี้ยังมีหลักฐานทางการแพทย์ที่ยืนยันได้ว่า *Bifidobacterium* สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.1 ประวัติและแนวโน้มในอนาคตของโพรไบโอติก

โพรไบโอติกในภาษากรีกหมายถึงเพื่อชีวิตโดยในทางวิทยาศาสตร์จะหมายถึงจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่ช่วยรักษาและป้องกันโรค ความหมายดังกล่าวนั้นตรงข้ามกับคำว่าปฏิชีวนะ(antibiotic) หรือแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค โพรไบโอติกมีการใช้ประโยชน์กันมาหลายร้อยปี ทั้งนี้ได้มีการบันทึกไว้ 6,000 ปีมาแล้วว่าแบคทีเรียที่มีประโยชน์เหล่านี้ได้มาจากกระบวนการเก็บและยืดอายุการเก็บรักษานมให้นานขึ้น จากประวัติอันยาวนานข้างต้นทำให้เห็นว่าอาหารสามารถใช้เป็นยาเพื่อการรักษาโรคได้ โดยแพทย์ที่เป็นบาทหลวงชาวกรีกได้กล่าวไว้ว่า "จงคิดเสมือนว่าอาหารคือยาและยาคืออาหารของคุณ" แบคทีเรียในสภาพที่ยังมีชีวิตถูกนำมาใช้เป็นอาหารมานานแล้วและถือเป็นวิธีเก่าแก่ที่สุดในการช่วยผลิตและถนอมอาหาร ซึ่งนมเปรี้ยวและผลิตภัณฑ์นมอื่นๆ เช่น คูมิส คีเฟอร์ เลเบนและดาฮี เป็นผลิตภัณฑ์ที่มักใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการหมักก่อนที่จะมีการรู้จักเชื้อจุลินทรีย์ ประโยชน์ของแบคทีเรียค้นพบเป็นครั้งแรกโดย Elie Metchnikoff นักวิทยาศาสตร์เจ้าของรางวัลโนเบลชาวรัสเซีย ในช่วงศตวรรษที่ 20 Metchnikoff ได้เริ่มคิดค้นการแทนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหารด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ในขณะนั้นเขาเป็นศาสตราจารย์ ที่สถาบันเพาะเชื้อวัคซีนปาสเตอร์ของหลุยส์ ปาสเตอร์ ในกรุงปารีส โดยเขาได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงร่างกายตามวัยของมนุษย์นั้น เป็นผลมาจากการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหาร โพรติโอไลติกแบคทีเรีย (proteolytic bacteria) หรือแบคทีเรียที่ย่อยโปรตีน เช่น *Clostridiam* เป็นจุลินทรีย์ที่พบได้โดยทั่วไปในทางเดินอาหารจะสร้างสารพิษในกลุ่มของฟีนอล (phenol) อินโดล (indol) และแอมโมเนีย (ammonia) จากกระบวนการย่อยโปรตีน จากการศึกษาของ Metchnikoff พบว่าสารประกอบเหล่านี้จะก่อให้เกิดสารพิษได้ด้วยตัวมันเองในลำไส้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่ออายุมากขึ้นในเวลานั้นเป็นที่รู้กันว่านมหมักที่ได้จากการหมักของแลคติกเอซิดแบคทีเรียสามารถช่วยยับยั้งการเจริญของโปรติโอไลติกแบคทีเรียได้เนื่องจากเกิดกรดที่ได้จากการหมักแลคโตส

เอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี 1889 สถาบันเพาะเชื้อวัคซีนปาสเตอร์ สามารถแยก *Bifidobacterium* จากทารกที่ดูดนมจากแม่ได้สำเร็จและให้ชื่อว่า *Bacillus bifidus communis* ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น *Bifidobacterium bifidum* Bifidobacteria เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในลำไส้ของทารกที่ดูดนมแม่และชี้ให้เห็นว่าการเสริม Bifidobacteria ให้กับทารกจะช่วยป้องกันการท้องเสีย ซึ่งจากศึกษาพบว่า Bifidobacteria จะไปแทน proteolytic bacteria ที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ หลังจากนั้นในปี 1908 พบว่าประเทศบัลแกเรียมีจำนวนประชากรที่มีอายุมากกว่า 100 ปี จำนวนมาก ทั้งที่ประเทศนี้เป็นประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาน้อยที่สุดในทวีปยุโรป ดังนั้นการใช้ยาสมัยใหม่จึงไม่ใช่เหตุผลที่จะช่วยยืดอายุของประชากร เขาได้ตั้งข้อสังเกตว่าชาวชนบทบัลแกเรียนน่าจะบริโภคโยเกิร์ตในปริมาณสูงจึงทำการแยกหาชนิดของแบคทีเรียที่เป็นต้นเหตุและนำเชื้อที่ได้ไปใช้ในการทดลอง โดยเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตที่ได้คือ *Bulgarian bacillus* ซึ่งในปัจจุบันคือ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในลำไส้ของมนุษย์และในอาหารหมักจึงเป็นที่ถกเถียงกันในช่วงเวลานั้น ในปี 1921 ได้มีการศึกษาทางการแพทย์เป็นครั้งแรกเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* ในปี 1935 ได้มีการค้นพบสายพันธุ์ของ *Lactobacillus acidophilus* ที่มีความว่องไวต่อการฝังตัวในระบบย่อยอาหารของร่างกายมนุษย์ จากการทดลองในสิ่งมีชีวิตพบว่าให้ผลสอดคล้องกับข้อมูลข้างต้นและยังช่วยบรรเทาอาการท้องผูกอีกด้วย ในขณะที่ปี 1930 ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์ของคณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่นได้ค้นพบสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* ที่มีความเสถียรเป็นครั้งแรก ซึ่งเชื้อดังกล่าวสามารถแยกได้จากลำไส้ของมนุษย์ เชื้อที่ได้จะมีความต้านทานต่อกรดในกระเพาะอาหารและกรดน้ำดี หลังจากที่รับประทานเข้าไปแล้วเชื้อจะสามารถคงอยู่ได้ถึงลำไส้ตอนล่าง ในปี 1935 ได้มีพัฒนายาคูลท์ (Yakult) ผลิตภัณฑ์นมที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* สายพันธุ์ shirota ขึ้นซึ่งพบว่าการรับประทานนมที่มีเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างสุขภาพของระบบลำไส้และช่วยป้องกันโรคได้ ซึ่งเป็นการช่วยยืดอายุของมนุษย์ให้นานขึ้น จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* สายพันธุ์ shirota และผลิตภัณฑ์นมที่ใช้เชื้อสายพันธุ์ดังกล่าวก่อให้เกิดกิจกรรมทางชีวภาพที่หลากหลาย ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์กับร่างกาย ดังนั้นจึงได้กำหนดให้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* สายพันธุ์ shirota และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นโพรไบโอติก

ในปี 1960 อุตสาหกรรมนมเริ่มมีการใช้ *Lactobacillus acidophilus* ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต ทั้งนี้สายพันธุ์ของ *Lactobacillus* ที่นิยมใช้ได้แก่ *Lactobacillus casei* และ *Lactobacillus johnsonii* เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ที่มีประโยชน์ต่อลำไส้ของมนุษย์ในปี 1965 จึงได้มีการกำหนดใช้คำว่าโพรไบโอติกซึ่งโพรไบโอติกได้ถูกอธิบายไว้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตและเป็นสารที่ช่วยรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศญี่ปุ่นมีธรรมเนียมที่เชื่อกันมายาวนานเกี่ยวกับสุขภาพว่าขึ้นอยู่กับอาหารและแบคทีเรียในลำไส้ปัจจุบันได้มีการก่อตั้งองค์กรร่วมระหว่างภาคอุตสาหกรรมและองค์การสุขภาพภาครัฐบาลเพื่ออนุมัติระบบและติดฉลากอาหารที่ดีต่อสุขภาพ "อาหารที่ใช้เฉพาะเพื่อสุขภาพ" หรือ FOSHU ได้กำหนดระบบผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคด้วยฉลากพิเศษ ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ ปรากฏว่ามีผลิตภัณฑ์จำนวน 11 ชนิดที่อยู่ภายใต้การควบคุมของระบบ FOSHU โดย 3 ใน 11 ชนิดเป็นเส้นใยอาหาร โอลิโกแซคคาไรด์และแลคติกเอซิดแบคทีเรีย ซึ่งเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ในปี 1998 มากกว่าร้อยละ 70 ของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่ติดฉลาก FOSHU เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารและลำไส้โดยตรง ในปี 1997 มีผลิตภัณฑ์ 21 ชนิดที่ขายในประเทศเยอรมันเป็นกลุ่มของโยเกิร์ต และโยเกิร์ตพร้อมดื่ม แต่ในปัจจุบันมีการผลิตผลิตภัณฑ์ในรูปของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จนกว่าจะมีการบริโภคและมีการผลิตแคปซูเลชัน (capsulation) หรือการผลิตที่ทำให้ออกฤทธิ์โดยตรงที่ลำไส้ อย่างไรก็ตามอนาคตทางการตลาดของผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกน่าจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตราบใดที่ยังมีการศึกษาถึงเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ บทบาทต่อสุขภาพและการป้องกันโรค

2.4.2 นิยามของโพรไบโอติก

นิยามหนึ่งของอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) คือ กลุ่มอาหารเชื่อว่าส่งผลดีต่อสุขภาพ ซึ่งผลิตหรือบรรจุด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิต อาหารเหล่านี้เรียกว่าโพรไบโอติกซึ่งมีการให้ความหมายของโพรไบโอติก จากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ดังนี้

Parker เป็นคนแรกที่ได้ให้คำนิยามของ โพรไบโอติกในปี 1974 ว่าโพรไบโอติกคืออาหารเสริมของสัตว์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ที่ถูกอาศัย โดยส่งผลต่อจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหาร ต่อมาในปี 1989 Fuller ได้ให้ความหมายว่า อาหารเสริมจากจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งส่งผลต่อร่างกายสัตว์ที่ถูกอาศัย โดยการช่วยปรับปรุงสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ และในปีเดียวกัน Gibson และคณะ ได้ให้คำนิยามว่า อาหาร เสริมที่ได้จากจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเมื่อได้รับในปริมาณที่พอเพียง จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อระบบลำไส้ของร่างกายมนุษย์ ในปี 1997 Reuter ได้อธิบายว่า โพรไบโอติก คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากการเตรียมจุลินทรีย์ที่มีชีวิต และ/หรือเซลล์ตายแล้ว ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยปรับปรุงสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ใน ผนังเนื้อเยื่อเมือก หรือช่วยกระตุ้นกลไกของระบบภูมิต้านทาน ต่อมาปี 1998 Salminen และคณะได้ให้ความหมายว่า โพรไบโอติก หมายถึงส่วนผสมอาหารจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ ในปี 2002 องค์การอนามัยโลกและอาหารและยาได้ให้คำนิยามโพรไบโอติกไว้ว่า จุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งยังคงเหลือรอดหลังจากผ่านระบบทางเดินอาหารและก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ถูกอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยามของโพรไบโอติกอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้อีกตลอดเวลา ตราบใดที่ยังมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับโพรไบโอติก ปัจจุบันนักวิจัยและผู้ประกอบการอาหารเริ่มเล็งเห็นถึงศักยภาพของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอาหารโพรไบโอติกมากขึ้น มีเกณฑ์มากมายที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม โดยในขณะเดียวกันจะต้องก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์และให้ความมั่นในการยอมรับจากผู้บริโภคอีกด้วย เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นโพรไบโอติกในอาหารและเครื่องดื่ม ทั้งนี้ค่อนข้างยากที่จะจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกโพรไบโอติก

เกณฑ์ในการเลือกเชื้อจุลินทรีย์เพื่อมาใช้เป็นโพรไบโอติกในอาหารและเครื่องดื่มเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์ทนทานต่อสภาวะของกรดจากกระเพาะอาหารน้ำดีและเอนไซม์โดยทั่วไปที่พบในระบบทางเดินอาหารที่สามารถคงเหลืออยู่ได้ในลำไส้เป็นฟีโนไทป์และจีโนไทป์ที่มีความเสถียรมีความปลอดภัยเมื่อรับประทานไม่ก่อให้เกิดโรคและสารพิษให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีและมีการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ แล้วว่าก่อให้เกิดผลที่ดีกับร่างกาย

2.4.3 กลไกการทำงานของโพรไบโอติกในระบบทางเดินอาหาร

เมื่อแรกเกิดระบบลำไส้ของคนเราจะอยู่ในสภาพปลอดเชื้อและยังไม่สามารถย่อยอาหารได้ ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหารจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์จะมีแบคทีเรียมากกว่า 10 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ ของร่างกาย โดยเชื้อจุลินทรีย์กว่า 100 สายพันธุ์ที่เกิดขึ้นมีทั้งที่สามารถเพาะเลี้ยงได้แล้วและที่ยังไม่สามารถแยกแยะได้ ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในระบบทางเดินอาหารเป็นจุลินทรีย์ที่ดี อย่างไรก็ตามมีบางชนิดที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ ทั้งนี้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ส่วนใหญ่จะเป็นโพรไบโอติกทั้งสิ้น การดำรงอยู่ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในร่างกายเกิดได้หลายลักษณะด้วยกันรวมถึงการใช้ตัวจับที่มีความจำเพาะเจาะจง ผลที่เกิดขึ้นคือทำให้เชื้อดังกล่าวสามารถเจาะผ่านเข้าไปที่เยื่อเมือกและเกาะติดอยู่ที่อีพิเทอเลียม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ถูกอาศัยคือ การแย่งอาหารและการรุกรานเซลล์ในร่างกาย ทั้งโพรไบโอติกและเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคล้วนเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในเมือกและเยื่อเมือกของลำไส้ทั้งสิ้น จึงต้องการดำรงชีวิตเพื่อให้อยู่รอดได้ในกระเพาะอาหารและสามารถเพิ่มปริมาณขึ้นในระบบทางเดินอาหารด้วยเหตุนี้โพรไบโอติกซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ดีจึงต้องแข่งขันเพื่อการเกาะติดบนผิวและทำหน้าที่ป้องกันผู้ถูกอาศัยโดยการลดความเป็นกรดด่างภายในระบบลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก (Metchnikoff, 1907)

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติกได้มาจากหลายสกุลที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2.1) สายพันธุ์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้เป็นกลุ่มของแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ได้แก่ *Lactobacilli Streptococci Enterococci* และ*Bifidobacteria* โดย *Lactobacilli* เป็นชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด ซึ่งเมื่อไม่นานมานี้ได้มีการพัฒนาโพรไบโอติกที่มีศักยภาพจากจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆและยีสต์ขึ้นมาด้วย

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติก

สกุล	สายพันธุ์	ตัวอย่างสายพันธุ์	ประโยชน์ต่อร่างกาย
Lactobacillus	*acidophilus*	LA-5	-ลดแอนตี้ไบโอติกที่ก่อให้เกิดท้องเสีย
	casei	Shirota	-ลดปริมาณโรตาไวรัสซึ่งเชื้อไวรัสชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง -ลดอัตราการเกิดมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะ -เพิ่มภูมิคุ้มกัน
	johnsonii	LA-1	-เสริมการให้วัคซีนทางปาก -ลดการติดเชื้อ *Helicobacter pylori*
	plantarum	299v	-บรรเทาอาการระคายเคืองในช่องท้อง -ลดปริมาณคอเลสเตอรอลไม่ดี
	reuteri	SD2112	-ลดปริมาณโรตาไวรัสซึ่งเชื้อไวรัสชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติก (ต่อ)

สกุล	สายพันธุ์	ตัวอย่างสายพันธุ์	ประโยชน์ต่อร่างกาย
Bifidobacterium	*breve*		-บรรเทาอาการระคายเคืองในช่องท้อง
	lactis	Bb12	-รักษาอาการแพ้ ผื่นคัน -ลดปริมาณโรตาไวรัสซึ่งเชื้อไวรัสชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง -ลดอาการท้องเสีย -เสริมการให้วัคซีนทางปาก
Escherichia	*coli*	Nissle 1917	-บรรเทาอาการอักเสบในช่องท้อง
Saccharomyces	*cerevisiae*	*Boulardii*	-บรรเทาอาการอักเสบในช่องท้อง

ที่มา : www.thaiprobiotics.org

2.4.5 ประโยชน์ของโพรไบโอติก

1. กรดแลคติกที่แบคทีเรียผลิตออกมาจะทำให้สภาวะภายในลำไส้มีความเป็นกรดมากพอที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

2. ทำให้ระบบขับถ่ายดี ไม่เกิดการหมักหมมของของเสียในร่างกาย เป็นการลดอัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเร็งลำไส้ใหญ่ และมะเร็งตับ

3. ไวตามินบีที่ได้จะทำให้เซลล์ในระบบภูมิต้านทานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และยังทำให้มีการผลิตเม็ดเลือดแดงดีขึ้นด้วย

4. ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง และกำจัดสารก่อมะเร็งบางชนิด

5. แลคติกเอซิดแบคทีเรียช่วยลดระดับน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในเลือด

6. ผลิตเอนไซม์แลคเตส ซึ่งช่วยย่อยน้ำตาลในนม ทำให้เราไม่มีอาการท้องอืดจากการดื่มนม และช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 การประยุกต์ใช้โพรไบโอติกในด้านต่างๆ (www.tistr-foodprocess.net)

2.4.6.1 การศึกษาทางการแพทย์ผลของโพรไบโอติกต่อสุขภาพ ซึ่งพบว่าช่วยป้องกันบรรเทาหรือรักษาโรคได้อย่างไรก็ตามมีการศึกษาหลายๆ งานที่ไม่ได้ทำการทดลองอย่างเป็นทางการและยังขาดแคลนหลักฐานสรุปผลของเชื้อจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่างๆ ต่อสุขภาพ มีงานวิจัยน้อยมากที่ทราบถึงกลไกแท้จริงที่เกิดขึ้น แม้ว่าโพรไบโอติกจะทำหน้าที่ได้อย่างลุล่วงก็ตามตัวอย่างเป้าหมายหลักต่อสุขภาพและหลักฐานที่สนับสนุนการศึกษาดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ประโยชน์ของโพรไบโอติกต่อสุขภาพ

ประโยชน์	ระดับของเอกสาร
บรรเทาอาการที่ร่างกายไม่สามารถย่อยแลคโตส	++++
รักษาและป้องกันอาการท้องเสียจากเชื้อไวรัส	+++
สร้างภูมิคุ้มกัน	++
ป้องกันโรค traveler's diarrhea (การท้องเสียของนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวในประเทศกำลังพัฒนา)	+
ต้านทานการผิดปกติของเซลล์และป้องกันการเกิดมะเร็ง	+
ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด	-

ที่มา: Chadwick และคณะ (2003)

2.4.6.2 การดูดซึมสารอาหาร ภายในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์มีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดที่มีความซับซ้อนและมีระบบเมทาบอลิซึมต่างๆกัน หน้าที่เริ่มต้นของจุลินทรีย์คือการสร้างพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหารส่วนบน ซึ่งทำให้เกิดการหมักและการดูดซึมของผลิตภัณฑ์หลักที่เกิดขึ้น คือกรดไขมันสายสั้น โดยกรดไขมันสายสั้น อะซิเตท โพรพิโอเนต และบิวทิเรต ส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในลำไส้ (บิวทิเรต) ตับ (โพรพิโอเนต) และกล้ามเนื้อ (อะซิเตท) แสดงให้เห็นว่ากรดไขมันสายสั้น เช่น กรดแลคติก โพรพิโอนิก และบิวทิริก เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ในการสร้างพลังงานสะสมและแสดงกิจกรรมทางชีววิทยาของแลคติกเอซิดแบคทีเรีย การหมักของโปรตีนและไขมันในลำไส้ใหญ่ช่วยเสริมสร้างปริมาณกรดไขมันสายสั้นที่ปลายลำไส้ใหญ่ เนื้อเยื่อเมือกของปลายลำไส้ใหญ่จะทำการดูดซึมกรดไขมันสายสั้นอย่างรวดเร็วจากลูเมน (lumen) โดยเฉพาะกรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิก ซึ่งอาจจะไปช่วยสนับสนุนในการสร้างพลังงานให้แก่ผู้ถูกอาศัย ในขณะเดียวกันกรดไขมันสายสั้นบางตัวอาจจะช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในเนื้อเยื่อเมือกของลำไส้ เช่นการที่กรดบิวทิริกแสดงผลในการช่วยยับยั้งการเกิดเนื้องอกในเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6.3 ช่วยบรรเทาอาการที่ร่างกายไม่สามารถย่อยแลคโตส เนื่องจากการขาดเอนไซม์แลคเตส แลคเตสเป็นเอนไซม์ที่พบในลำไส้ซึ่งจะช่วยย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกลูโคสและกาแลคโตส การขาดเอนไซม์ดังกล่าวจะก่อให้เกิดอาการท้องเสีย ท้องขึ้นมาก มีการพองบวมและปวดท้องหลังจากการย่อยนมและผลิตภัณฑ์นม อย่างไรก็ตามในช่วงที่มีอาการท้องเสียระบบลำไส้จะเกิดการอักเสบอย่างรุนแรง หรืออาจเกิดอาการปวดในช่องท้องบ่อยครั้ง กิจกรรมของเอนไซม์ไดแซคคาไรเดสในลำไส้เล็กอาจจะถูกกระทบอย่างรุนแรงและทำให้ การลำเลียงโมโนแซคคาไรด์ถูกทำลายลง ด้วยสภาวะนี้จะช่วยสนับสนุนให้ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่มีการดูดซึมอย่างรุนแรง โดยนักวิจัยหลายท่านแสดงให้เห็นว่าโมโนแซคคาไรด์และไดแซคคาไรด์ร้อยละ 65-85 ใน ลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นกรดไขมันสายสั้น ที่ง่ายต่อการดูดซึม ถ้ามีการรบกวนของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค การย่อยคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สมบูรณ์ช่วงนี้อาจจะยืดเยื้อได้ เชื้อจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส บูลการิคัส และจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัสอื่นๆ ที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมนมหมักนั้นจะช่วยส่งเสริมให้เอนไซม์แลคเตสย่อยแลคโตสในผลิตภัณฑ์นมได้ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* จะช่วยลดอาการที่ร่างกายไม่สามารถย่อยแลคโตสได้ ในขณะเดียวกันเขายังกล่าวว่าอาการที่ร่างกายไม่สามารถย่อยแลคโตสได้สมบูรณ์ในเด็กเล็กจะลดลงหลังจากที่ให้รับประทานโยเกิร์ตที่มีจุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และ*Streptococcus thermophilus* มากกว่าการบริโภคนมธรรมดา

2.4.6.4 ป้องกันฟัน เป็นที่รู้กันดีว่าจุลินทรีย์ *Lactobacillus* สามารถผลิตกรดที่มีบทบาทต่อโรคเกิดฟันผุได้ ซึ่งโรคฟันผุเป็นโรคที่พบได้ทั่วไปในมนุษย์และมีสาเหตุจากเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus mutans* จากงานวิจัย 2 ชิ้น พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus rhamnosus* GG สามารถช่วยลดอาการฟันผุได้ ซึ่งศึกษาผลของโพรไบโอติกในเด็กอายุ 1-6 ขวบ จำนวน 594 คน เมื่อมีการให้รับประทานนมที่มีและไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus rhamnosus* GG นาน 7 เดือน พบว่าเด็กที่ได้รับโพรไบโอติกมีการผุของฟันน้อยลง ทั้งนี้กลไกการทำงานอาจจะยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่คาดว่าเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* จะเข้าไปแทนที่หรือยับยั้งการเจริญ ของเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus mutans* หรือมีหลักฐานให้เชื่อว่าช่วยเพิ่มระบบภูมิต้านทางของร่างกาย อีกงานหนึ่งเป็นการศึกษาในเด็กนักเรียนหญิง 40 คนที่รับประทานโยเกิร์ตที่มีเชื้อ *Lactobacillus reuteri* SD2112 นาน 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับประทานโยเกิร์ตที่มีเชื้อ *Lactobacillus reuteri* สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ *Streptococcus mutans* ซึ่งสิ่งที่น่าสนใจของการศึกษาเหล่านี้คือศักยภาพของโพรไบโอติกที่สามารถเกิดขึ้นในร่างกายบริเวณที่ไม่มีการประยุกต์ใช้โพรไบโอติกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6.5 ประโยชน์ต่อระบบปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์การศึกษาเริ่มขึ้นจากงานของ Bruce ในปี 1973 รายงานว่าผู้หญิงที่ไม่ได้รับความทรมานจากอาการติดเชื้อบริเวณกระเพาะปัสสาวะนั้นเกิดจากการที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* ในช่องคลอด จึงทำให้เกิดทฤษฎีว่าเชื้อดังกล่าวทำหน้าที่เป็นตัวกีดกันจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคจากทวารเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ ดังนั้นก่อนปี 1978 สายพันธุ์ของเชื้อ *Lactobacillus* จึงถูกเลือกมาเพื่อใส่ในช่องคลอดเพื่อลดการติดเชื้อ เกณฑ์ที่ใช้เลือกในเวลานั้นคือความสามารถในการเกาะติดและการรวมตัวในช่องคลอด เพื่อป้องกันการการเกาะของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

2.4.6.6 การปรับปรุงความสามารถในการเคลื่อนไหวของลำไส้จึงมีการศึกษาแลคติกเอซิดแบคทีเรียต่ออาการท้องผูกและการปรับปรุงความสามารถในการเคลื่อนไหวของลำไส้ การขาดเอนไซม์แลคเตสอาจทำให้เกิดการพองบวม ตะคริวและท้องเสียหลังจากการย่อยนมได้ โดยท้องเสียอาจจะส่งผลต่อการดูดซึมแลคโตสที่ย่อยแล้วหรือการดูดซึมผลิตภัณฑ์ของกรดที่เกิดจากการหมักรวมถึงการเปลี่ยนแปลงการดูดซึมของโซเดียมและน้ำเนื่องจากความเป็นกรด ต่ำในลำไส้ ซึ่งกรดและภาวะความเป็นกรดในปลายลำไส้ใหญ่เป็นผลมาจากแลคโตส โดยกิจกรรมของแลคติกเอซิดแบคทีเรีย ทำให้ปลายลำไส้ใหญ่ถูกกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนไหวและอาจจะช่วยบรรเทาอาการ ท้องผูกได้ โรคท้องผูกเป็นโรคหลักของผู้ป่วยสูงอายุในโรงพยาบาลเนื่องจากเกิดการสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหวของลำไส้และยังรายงานว่าการให้นมที่มีเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* แก่ผู้ป่วยสูงอายุที่มีปัญหาโรคท้องผูกในโรงพยาบาลจำนวน 42 คนพบว่าการรับประทานนมดังกล่าว 200-300 มิลลิลิตรต่อวันจะช่วยบรรเทาอาการดังกล่าวได้

2.4.6.7 ผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันจากการทดลองนำแลคติกเอซิดแบคทีเรียมาใช้ศึกษาในหลอดทดลองเพื่อการชักนำให้ผลิตสารไซโตคีน (cytokines) ซึ่งเป็นสารที่ร่างกายตอบสนองต่อสารพิษหรือจุลินทรีย์ จะเป็นโมเลกุลที่ช่วยให้เกิดการทำงานร่วมกันของปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันต่างๆ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อแบคทีเรียเข้าสู่สภาวะที่ละเอียดอ่อนของในระบบทางเดินอาหาร ผลชี้ให้เห็นว่าแบคทีเรียเหล่านี้อาจจะเข้ามาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ ภูมิคุ้มกันแต่ยังคงมีรายงานว่าเกิดอะไรขึ้นในระบบทางเดินอาหารโดยความจริงการเข้าไปแทรกของโพรไบโอติกอาจเพื่อกระตุ้นให้เกิดการผลิตสารต่อ ต้านเชื้อโรต้าไวรัสที่มีความจำเพาะซึ่งโพรไบโอติกน่าจะสามารถช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันได้ มีการศึกษาที่ประสบความสำเร็จในการใช้เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus rhamnosus* GG ในการรักษาเด็กที่เป็นโรคภูมิแพ้เรื้อรังและแพ้อาหาร โดยผลชี้ให้เห็นว่าไพรไบโอติกอาจเข้าไปพัฒนาและสร้างเครื่องป้องกันในระบบ ทางเดินอาหาร อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในมนุษย์บางคนพบว่าโพรไบโอติกอาจเข้าไปเปลี่ยนแปลง ระบบภูมิคุ้มกันได้ในรูปแบบของ การเพิ่มระดับการขับสารต่อต้านเชื้อโรคในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.6.8 การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในด้านอาหาร (AsiaPacific Food Industry Thailand .Sep-Oct. 2006) การใช้จุลินทรีย์ที่ดีเพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพนั้นมีมานานกว่า 20 ปี แล้ว เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์โดยจะทำให้เกิดความสมดุลของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยการย่อยน้ำตาลแลคโตสในคนที่ไม่สามารถย่อยได้ เพื่อที่จะได้ประโยชน์สูงสุดปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์อาหารควรมีอย่างน้อย 10^7 CFU ต่อกรัมหรือมิลลิลิตรของอาหาร ในปัจจุบันกลุ่มอาหารที่มีโพรไบโอติกส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์นม อย่างไรก็ตามมีผู้บริโภคที่ไม่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์นมได้ เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องของการย่อยน้ำตาลแลคโตสไม่ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก เช่น น้ำผลไม้และผลไม้อบแห้ง จึงเป็นทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพของผู้บริโภคที่ไม่สามารถบริโภคนมได้ น้ำผลไม้ถือเป็นตัวพาจุลินทรีย์โพรไบโอติก มีการทดลองผลิตน้ำมะเขือเทศที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยใช้กระบวนการ Probiotication process ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้จุลินทรีย์โพรไบโอติกเจริญในน้ำผลไม้ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีจุลินทรีย์สูงกว่า 10^6 CFU/ml เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการปรับปรุงการมีชีวิตรอดของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในน้ำผลไม้ชนิดต่างๆด้วยวิธีการตรึงเซลล์ไว้ในเม็ดอัลจิเนตที่เคลือบด้วยไคโตซานที่มีการทดสอบแล้วว่ามีส่วนช่วยในการมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตได้ ปัจจุบันนี้มีผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกนั้นมีไม่มากนัก ในฟินแลนด์ ยี่ห้อ Case Valio Gefilue โดยบริษัท Valio Ltd. ในอังกฤษมียี่ห้อ ProViva Shot โดยบริษัท Proviva สำหรับประเทศไทยมีน้ำผลไม้ผสมโพรไบโอติกเช่นกัน เช่น Y-Za

2.5 แลคติกเอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria)

แลคติกเอซิดแบคทีเรีย(Lactic acid bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจัดอยู่ในตระกูล Lactobacillaceae เป็นพวกแกรมบวกไม่สร้างสปอร์มีลักษณะเป็นท่อนยาว ท่อนสั้นหรือกลม หรือเกาะกันเป็นสายยาว รูปร่างของเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม ในการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ต้องการอากาศเพียงเล็กน้อย (Microaerophile) บางชนิดเป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศเลย เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่ต้องการพลังงานจากการหมักน้ำตาลโดยไม่ใช้ออกซิเจนความต้องการอาหารค่อนข้างสลับซับซ้อน ใช้กรดอะมิโนเป็นแหล่งไนโตรเจนและเจริญได้ดีในอาหารที่มีสารช่วยในการเจริญ และวิตามินต่างๆ เช่น ไบโอติน (Biotin) ไรโบฟลาวิน (Riboflavin)และส่วนใหญ่ต้องการสารอนินทรีย์ในปริมาณค่อนข้างสูง เช่น แมงกานีส แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และต้องการอาหารที่มีแป้งชนิดหมักได้โคโลนีขนาดเล็ก สามารถทนกรดได้ดี แหล่งที่พบแบคทีเรียที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117174

ผลิตกรดแลคติก ได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อ ผลิตภัณฑ์จากนม อาหารหมักดองต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบในโพรงจมูก สิ่งปฏิกูลต่าง ๆ เป็นต้น

2.5.1 อนุกรมวิธานของแลคติกเอซิดแบคทีเรีย

การนิยามและการจำแนกแลคติกเอซิดแบคทีเรียมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยช่วง10-20ปีที่ผ่านมาปัจจุบันแลคติกเอซิดแบคทีเรียถูกจัดจำแนกเป็น 12 สกุล ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา กระบวนการหมักน้ำตาล ความสามารถในการเจริญที่สภาวะต่างๆชนิดของไอโซเมอร์ของกรดแลคติค รวมถึงข้อมูลด้านพันธุกรรม ได้แก่

2.5.1.1 *Streptococcus* สกุลนี้มีรูปร่างกลมหรือรูปวงรี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 -1.2 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นสายโซ่หรือคู่ ผลิตกรดแลคติกชนิด L(+) เป็นผลิตภัณฑ์หลักเท่านั้นจากการหมักกลูโคส ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญ มีหลายชนิดเป็นปรสิตในคนบางชนิดสามารถทำให้เกิดโรคได้ เจริญที่อุณหภูมิ 20-41 องศาเซลเซียส ปัจจุบันประกอบด้วย 39 ชนิด มีจีโนมของเชื้อในกลุ่มที่มี G+C เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 34-36

2.5.1.2 *Vagococcus* เป็นแบคทีเรียแลคติกที่เคลื่อนที่ได้(ไม่ทุกสายพันธุ์) มี 2 ชนิด คือ *Vagococcus flauvalis* ซึ่งเดิมอยู่ใน Streptococci และ *V. samoninarum* ซึ่งแยกได้จากปลาแซลมอนที่เป็นโรค

2.5.1.3 *Lactococcus* เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปวงรี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่หรือต่อกันเป็นสายโซ่ ผลิตกรดแลคติกชนิด L(+) จากการหมักกลูโคสมักใช้เป็นกล้าเชื้อในผลิตภัณฑ์นม สามารถเจริญได้ที่ 10 องศาเซลเซียสแต่ไม่เจริญที่ 45 องศาเซลเซียส พบในแหล่งต่างๆ เช่น ผักกาด ถั่ว หญ้า มันฝรั่ง น้ำนมดิบ ปัจจุบันประกอบด้วย 5 ชนิด *Lc. lactic ssp. lactic Lc. lactic spp. cremori Lc lactic spp. hordniae Lc. garvieae Lc. pantarum Lc. raffinolactis* และ *Lc. piscium* มีจีโนมของเชื้อในกลุ่มที่มี G+C เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 34-43

2.5.1.4 *Enterococccus* เซลล์มีรูปร่างวงรี จัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว หรือสายโซ่สั้นๆ ผลิตกรดแลคติคชนิด L(+) เป็นผลิตภัณฑ์หลักจากการหมักกลูโคส ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญสามารถเจริญที่อุณหภูมิ 10 และ45 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์ผลิตเอนไซม์คะตะเลส เทียมได้และบางสายพันธุ์ทำให้เกิดโรค มี 5 ชนิด ได้แก่ *Enterococccus faecalis E. faecium E. avium E. galinarum* และ *E. cecorum* มีจีโนมของเชื้อในกลุ่มที่มี G+C เป็นองค์ประกอบประมาณ ร้อยละ 37-40

2.5.1.5 *Pediococcus* เซลล์มีรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.36-1.43 ไมครอน แบ่ง ตัวลักษณะ 2 ทิศ ทางบนระนาบเดียวกัน โดยแบ่งตัวครั้งที่สองในทิศด้านขวามือของครั้งแรก ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะเซลล์สี่เซลล์ติดกันในสภาวะไร้อากาศผลิตกรดแลคติกชนิด DLและ L(+)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหมักกลูโคสบางชนิดทำให้เบียร์และไวน์เสียมี 6 ชนิดได้แก่ *Pediococcus acidilactici P. damonosus P. dextrinicus P. inopinatus P. parvulus* และ *P. pentosaceus* มีจีโนมของเชื้อในกลุ่มที่มี G+C เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 34-44

2.5.1.6 *Tetragenococcus* มีลักษณะการแบ่งตัวเหมือนสกุล *Pediococcus* เนื่องจากเดิมคือ *Pediococcus halophilus* ซึ่งจัดจำแนกใหม่จากการเจริญในอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์สูงถึงร้อยละ 18 และลำดับเบสบนเป็น 16S rRNA ซึ่งใกล้เคียงกับสกุล *Enterococcus* และ *Carnobacterium* มากกว่าสกุลเดิม

2.5.1.7 *Aerococcus* มีลักษณะการแบ่งตัวเหมือน *Pediococcus* ประกอบด้วย 2 ชนิด คือ *A. viridans* และ *A. viridans* ทำให้กุ้งลอบสเตอร์ เกิดโรคและเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในมนุษย์

2.5.1.8 *Leuconostoc* เซลล์มีสัณฐานวิทยาขึ้นกับอาหารเลี้ยงเชื้อ ในอาหารซึ่งมีกลูโคสเซลล์มีลักษณะยืดออกคล้ายกลุ่ม *Lactobacilli* แต่ในน้ำนมเซลล์จะมีรูปร่างกลม การจัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยวอยู่เป็นคู่หรือสายโซ่สั้นถึงปานกลางผลิตกรดแลคติกชนิดD(-) เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์และสารหอมระเหยจากการหมักกลูโคสจึงช่วยเพิ่มกลิ่นรสในอาหารหมักดอง การเจริญต้องการสารอาหารสูง ปัจจุบันประกอบด้วย 8 ชนิด ได้แก่ *Leuconostoc mesenteroides Leu. lactic Leu. gelidum Leu. carnosum Leu. psedomesenteroides Leu. citreum.*

2.5.1.9 *Oenococcus* สกุลนี้มีเพียงชนิดเดียวคือ *Oenococcus oeni* เชื้อสกุลนี้มีลักษณะต่างจากชนิดอื่นในสกุล *Leuconostoc* อย่างชัดเจนเนื่องจากมีคุณสมบัติในการทนกรดและเอทานอลปริมาณสูง

2.5.1.10 *Weissella* รูปร่างเซลล์เป็นแท่งและกลมซึ่งมีลักษณะคล้าย *Leuconostoc* ซึ่งเดิมอยู่ใน *Leuconostoc* และ *Lactobacillus* ประกอบด้วย 7 ชนิด ได้แก่ *Leuconostoc confuses* (*Weissella confuses*) *Lb. halotolerans (Weissella halotolerans) Lb. kandleri* (*Weissella kandleri*) *Lb. minor* (*Weissella minor*) *Lb. viridescens* (*Weissella viridescens*) และชนิดใหม่ที่แยกได้จากไส้กรอกหมัก คือ *W. hellenica*

2.5.1.11 *Lactobacillus* เป็น แบคทีเรียแลคติกกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดมีความหลากหลายของลักษณะทางฟีโนไทป์ สมบัติทางชีวเคมีและสรีระเนื่องจากความแตกต่างของโมเลกุล ร้อยละG+C ภายในสกุลสูงคือระหว่างร้อยละ 32-53 พบ ในแหล่งต่างๆ เช่นเยื่อเมือกของมนุษย์ พบในสัตว์ พืช และน้ำทิ้งเป็นต้น บางชนิดเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในมนุษย์ เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อนกลม (coccobacilli) ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญประกอบด้วย 55 ชนิด ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่ม obligately homofermentative lactobacilli หมักน้ำตาลแลคโตส เป็นกรดแลคติคโดยผ่านวิถี Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) pathway ผลิตเอนไซม์1,6 biphosphate-aldolase แต่ไม่ผลิตเอนไซม์ phosphoketolase จึงหมักน้ำตาลเพนโตสและกลูโคสไม่ได้

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่ม facultatively heterofermentative lactobacilliหมักน้ำตาลเฮกโซส เป็นกรดแลคติคผ่านวิถี EMP มีการผลิตเอนไซม์ทั้ง aldolase และ phosphoketolase จึงหมักน้ำตาลเพนโตสได้

3. กลุ่ม obligatelyhetero fermentative lactobacilli หมักน้ำตาลเฮกโซสและเพนโตสผ่านวิถีฟอสโฟกลูโคเนทได้ แลคเตต เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

2.5.1.12 *Carnobacterium* เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อนตรงขนาดสั้นถึงปานกลางหรือท่อนเรียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-0.7 ไมครอน และยาว 1.1-3.0 ไมครอน จัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยวหรือคู่ สามารถผลิตกรดแลคติคชนิดL(+) คาร์บอนไดออกไซด์แอซีเทตและเอทานอล จากการหมักน้ำตาลเฮกโซส มีทั้งสิ้น 6 ชนิด คือ *Carnobacterium divergens, Carnobacterium piscicola, C. gallinarum, C. mobile, C. funditum* และ *C. alterfunditum* มีจีโนมของเชื้อในกลุ่มที่มี G+C เป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 31.6 -37.2

แลคติกเอซิดแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับอาหารหมัก พบทั่วไปในธรรมชาติ และพบมากในน้ำนม เนื้อสด ส่วนในผักในพืชพบบ้างเล็กน้อย แลคติกเอซิดแบคทีเรีย นอกจากจะมีบทบาทในการแปรรูปอาหารหมักดองแล้ว ยังมีผลในการยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในปัจจุบันผู้บริโภคเอาใจใส่ต่อสุขภาพมากขึ้นและหลีกเลี่ยงการใช้สารในการถนอมอาหาร ทำให้มีความสนใจในการนำสารมายับยั้งจากธรรมชาติมาใช้เป็นสารกันเสียอาหาร

การผลิตอาหารหมักดองชนิดต่างๆ แลคติกเอซิดแบคทีเรียมีบทบาทมาก เพราะกิจกรรมหลักของแบคทีเรียแลคติกต่อผลิตภัณฑ์อาหารคือเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตในส่วนของอาหารให้เปลี่ยนเป็นเป็นน้ำตาลจากการใช้ประโยชน์ของกล้าเชื้อจุลินทรีย์ในหลายด้าน ทำให้มีความสำคัญต่อโรงงานอุตสาหกรรมการหมักมากขึ้นได้กำหนดกล้าเชื้อที่ต้องเป็นกล้าเชื้อที่บริสุทธิ์ไม่เป็นพิษและไม่ทำให้ก่อโรค หรือปนเปื้อนสารเคมีที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ กล้าเชื้อที่ดีต้องมีกิจกรรมการหมักที่ดีเช่น การสร้างกรดซึ่งมีผลต่อกลิ่นรส มีผลต่อสีต่างๆที่ต้องการ มีความคงตัวของผลิตภัณฑ์สูง มีคุณสมบัติที่ทนต่อฟาจก์ของไวรัส กล้าเชื้อที่ดีไม่ควรสร้างสารที่มีผลในการยับยั้งกิจกรรมการหมัก (ปิ่นมณี, 2546)

2.6 *Lactobacillus acidophilus* (Commision of European Communities, 2003)

บริเวณลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียอยู่หลายชนิดอาศัยอยู่ และหนึ่งในแบคทีเรียทีเป็นประโยชน์แก่ร่างกายที่อาศัยอยู่บริเวณนี้คือ แบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacillus* ซึ่งอาศัยน้ำตาลแลคโตสเป็นอาหาร และแบคทีเรียที่เรารู้จักกันดีคือ *Lactobacillus acidophilus* เป็นแลคติกแอซิดแบคทีเรียชนิด homofermentative หมักน้ำตาลให้กรดแลคติก เจริญได้ดีในสภาพ pH ต่ำประมาณ 5 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญประมาณ 30 องศาเซลเซียส พบได้ทั่วไปในลำไส้ของคนและสัตว์ ซึ่งเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีในภาวะเป็นกรดของลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังเป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่นในช่องคลอดซึ่งสามารถควบคุมการเจริญของ *Candida albicans* สายพันธุ์ที่ใช้ทางการค้าส่วนใหญ่จะใช้กับผลิตภัณฑ์นม ซึ่งบางครั้งจะใช้ร่วมกับ*Streptococcus salivarius S. thermophilus Lactobacillus delbrueckii* และ *L. bulgaricus* ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต นอกจากนี้แบคทีเรียชนิดนี้ยังมีประโยชน์ต่างๆต่อร่างกายของเรา (หมอพัตร, 2546) ได้แก่

2.6.1 ช่วยในระบบการย่อยอาหาร เนื่องจาก *Lactobacillus* จะย่อยน้ำตาลแลคโตสในผลิตภัณฑ์จำพวกนม ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดภาวะที่มีปริมาณแลคโตสมากเกินไปและช่วยลดปัญหาในคนที่ไม่สามารถย่อยนมได้ *Lactobacillus* ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมสารอาหารที่ลำไส้และช่วยกระตุ้นการบีบตัวของทางเดินอาหารที่เป็นกลไกตามธรรมชาติ ทำให้อาหารเคลื่อนผ่านสู่ลำไส้ได้ดีขึ้น

2.6.2 สร้างวิตามิน *Lactobacillus* สามารถสร้างวิตามินบีและเค

2.6.3 สร้างสารอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย แบคทีเรียชนิดนี้จะช่วยสร้างกรดไขมันจำเป็นหรือกรดไขมันชนิดที่มีสายโมเลกุลสั้น ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญต่อเซลล์บริเวณลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารที่ช่วยต้านมะเร็งอีกด้วย

2.6.4 กระตุ้นระบบภูมิต้านทาน *Lactobacillus* จะช่วยยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายและเชื้อรา เช่น ราแคนดิดา เนื่องจากแบคทีเรียประเภทนี้จะทำให้บริเวณลำไส้มีสภาวะเป็นกรดซึ่งแบคทีเรียที่เป็นอันตรายไม่สามารถอยู่รอดได้

2.6.5 ต้านสารก่อมะเร็ง *Lactobacillus* สามารถจับกับสารก่อมะเร็งทำให้สารดังกล่าวไม่สามารถทำอันตรายกับเซลล์ร่างกายได้อีก นอกจากนี้ยังสามารถจับโลหะหนักและกรดน้ำดีซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้ตลอดจนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตสารไนเตรตและมีการทำปฏิกิริยากับสารฟลาโวนอยด์ทำให้เกิดสารธรรมชาติที่สามารถต้านมะเร็งได้ดี

2.6.6 ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจเนื่องจาก *Lactobacillus* ช่วยควบคุมระดับคลอเลสเตอรอลและกลีเซอไรด์ในกระแสเลือด การรับประทานโยเกิร์ตเป็นอาหารเช้าจะช่วยทำให้สมองทำงานได้ดีขึ้น เนื่องจากในโยเกิร์ตมีกรดอะมิโนไทโรซีนปริมาณสูงซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของระบบประสาท

2.7 ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานอยู่ใน ตระกูล *Gramineae* ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับหญ้าหรือข้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zeamays Line var. rugasa* หรือ *saccharata* ข้าวโพดหวานมีคุณประโยชน์มากมาย นอกจากจะใช้รับประทานเป็นผักสดแล้ว ยังสามารถนำไปแปรรูปได้หลาย รูปแบบ เช่น ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องทั้งฝัก หรือบรรจุกระป๋องเฉพาะเมล็ด ทำครีมข้าวโพดหวาน ข้าวโพดแช่แข็ง ซึ่งผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ เหล่านี้ สามารถส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี จีน และกลุ่มประเทศใน แถบยุโรป (กรมวิชาการเกษตร, 2524)

2.7.1 พันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทย (วันชัย, 2545)

2.7.1.1 พันธุ์ผสมเปิด ได้แก่ ฮาวายเอื้อนซูการ์ซุปเปอร์สวีท ซุปเปอร์สวีทดีเอ็มอาร์ และไทยซุปเปอร์คอมพอสิต 1 ดีเอ็มอาร์ จุดเด่น คือเกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดใช้ทำพันธุ์ต่อได้ จุดด้อย ลักษณะทางการเกษตรไม่สม่ำเสมอ

2.7.1.2 พันธุ์ลูกผสม ได้แก่ เอทีเอส 2 ซูการ์ 74 ซูการ์ 73 ไฮบริกซ์ 3 ไฮบริกซ์ 10 อินทรีย์ 2 พันธุ์หวานทองจุดเด่น ลักษณะทางการเกษตรสม่ำเสมอ ได้แก่ ความสูงของต้น ความสูงของฝัก ขนาดฝัก อายุวันออกไหมและเก็บเกี่ยวพร้อมกัน ให้ผลผลิตสูงตั้งแต่ 1.5 - 2 ตัน จุดด้อย ไม่สามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ได้

รูปที่ 2.4 ข้าวโพดหวาน

ที่มา : www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Sweet../U1.htm

2.7.2 ฤดูปลูก

ข้าวโพดหวานสามารถ ปลูกได้ตลอดปี แต่นิยมปลูกกันมากในช่วงฤดูฝนและสามารถปลูกได้ดีในดินทุกสภาพ แต่จะขึ้นได้ดีในสภาพดินร่วนปนทราย จะทำให้ผลผลิตดีและเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.0-6.5 ข้าวโพดหวานต้องการแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 อุณหภูมิที่เหมาะสม

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพดหวาน เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงที่สุดจะอยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิกลางคืนอยู่ในช่วง 15-18 องศาเซลเซียส จะทำให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพดีและมีความหวานสูง

2.7.4 การเตรียมแปลงปลูก

การปลูกข้าวโพดหวานจะแตกต่างจากการปลูกข้าวโพดไร่ เพราะข้าวโพดหวานต้องดูแลพิถีพิถันเช่นเดียวกับการปลูกพืชผัก จึงจะได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดังนั้นในการเตรียมดินและการปลูกต้องการทำอย่างประณีต โดยการไถดินลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร แล้วตากทิ้งไว้ 7-10 วัน เพื่อกำจัดไข่แมลงและเมล็ดวัชพืช หากมีการใส่ปุ๋ยคอกหรือหว่านปูนขาวเพื่อปรับ สภาพดินควรใส่ใน ช่วงนี้แล้วจึงไถพรวนอีกครั้งจากนั้นวัดระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 80-100 เซนติเมตร ความยาวขึ้นอยู่กับ พื้นที่ ทำการขุดเป็นร่องลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร ถ้าหากสภาพดินแห้งไม่มีความชื้น ควรปล่อยน้ำเข้าตามร่อง หรือทำให้ดิน มีความชื้น

2.7.5 การปลูกข้าวโพดหวาน

ทำการเจาะหลุมปลูกบริเวณข้างๆ ร่อง ใช้ระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 25 -35 เซนติเมตร นำเมล็ดข้าวโพดหวานหยอดลงไป หลุมละ 1-2 เมล็ด ในพื้นที่ 1 ไร่ จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม หลังหยอดเมล็ดแล้วไม่ควรปล่อยดินแห้งเกินไป ควรให้ดินมีความชื้นอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรให้น้ำมากเกินไป ซึ่งจะทำให้เมล็ดข้าวโพดเน่าได้

2.7.6 การปฏิบัติดูแลรักษาข้าวโพดหวาน

2.7.6.1 การถอนแยกต้น ควรกระทำหลังจากหยอดเมล็ด 12-14 วันโดยการแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

2.7.6.2 การให้ปุ๋ย ครั้งที่ 1 หลังจากหยอดเมล็ดประมาณ 14-10 วัน โดยการใส่ปุ๋ย 46-0-0 ผสมกับปุ๋ย 15-15-15 ในอัตรา 1:1 (ประมาณ 50 ก.ก.ต่อไร่)โดยหว่านที่ร่องน้ำข้างๆ ต้น แล้วกลบโคนต้น ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวโพดหวานเริ่มติดฝักอ่อนโดยการใส่ปุ๋ยสูตร 14-14-21 หรือ 13-13-21 อัตราประมาณ 50 ก.ก.ต่อไร่ โดยหว่าน ที่ร่องพื้นแล้วกลบโคนต้น

2.7.6.3 การให้น้ำ ให้น้ำอย่างสม่ำเสมออย่าให้ขาดน้ำ โดยปล่อยเข้าตามร่องน้ำ

2.7.6.4 การกำจัดวัชพืชกระทำพร้อมๆกับการกลบโคนต้นและการให้ปุ๋ย

2.7.6.5 การฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงการปลูกข้าวโพดหวานต้องระวังเรื่องของหนอนเจาะฝัก หรือเจาะลำต้น ควรฉีดพ่น ยาพวกคาร์บาริล หรือยาพวกถูกตัวตาย เช่น เมทโธมิล (ทวีศักดิ์, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.7 การเก็บเกี่ยวและการรักษา

การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพควรเลือกเก็บเกี่ยวในระยะที่มีน้ำตาลสูง หากเลยระยะนี้ปริมาณน้ำตาลจะลดลงและแป้งเพิ่มขึ้น การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานมีหลักพิจารณาง่ายๆ คือ

2.7.7.1 นับอายุ หลังจากวันหยอดเมล็ด เช่นพันธุ์เบาอายุ 55-65 วัน ปานกลาง70-85 วัน และพันธุ์หนักตั้งแต่ 90 วันขึ้นไป

2.7.7.2 เก็บสุ่มตัวอย่างในแปลงมาตรวจดู โดยวิธีนี้มีความแม่นยำ และนิยมกระทำกันมากที่สุด การเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานควรเก็บเกี่ยวในเวลาเช้าตรู่และรีบส่งตลาดทันที ไม่ควรทิ้งไว้เกิน 24 ชั่วโมงเพราะจะทำให้น้ำตาลลดลง

2.7.8 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดเป็นพืชที่ให้พลังงานใน สารอาหารที่อุดมอยู่ในข้าวโพด ได้แก่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินซี วิตามินเอ ในรูปของเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินบี1 วิตามินบี2 เกลือแร่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส ซึ่งแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดหวานหนัก 100 กรัม

พลังงาน	25	แคลอรี
ไขมัน	4-6	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	82.5	กรัม
เส้นใย	3.6	กรัม
โปรตีน	6-8	กรัม
แคลเซียม	15	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	66	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.3	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	129	หน่วยสากล
วิตามินบี 1	0.06	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.12	มิลลิกรัม
วิตามินซี	12	มิลลิกรัม

ที่มา : http://www.thaihealth.or.th/healthcontent/news/6246

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.9 ประโยชน์ของข้าวโพดหวาน

2.7.9.1 Lutien และ Zeaxanthin เป็นองค์ประกอบสำคัญของดวงตาชั้นเรตินา

2.7.9.2 ช่วยดูดซับคลื่นแสงและขับสารพิษในดวงตา ทำให้ดวงตาแจ่มใส

2.7.9.3 วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา

2.7.9.4 วิตามินอี ช่วยให้ผิวพรรณ เปล่งปลั่ง สดใส และยังช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ

2.7.9.5 กรดเฟรุอิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย

2.7.9.6ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคสมองเสื่อมไขมันต่ำแคลอรีต่ำและไม่มีโคเลสเตอรอล

2.7.10 การใช้ประโยชน์จากข้าวโพดหวาน

เมล็ดข้าวโพดและส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดหวานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างอาจแบ่งการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.7.10.1ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทยประชาชนจะนิยมรับประทานฝักสดโดยการต้มหรือเผาให้สุกก่อน ประชาชนบางประเทศบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักในรูปต่าง ๆ กัน เช่น ในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ใช้แป้งบดจากเมล็ดแก่มาทำเป็นแผ่นนึ่งหรือย่างให้สุกรับประทานกับอาหารอื่นคล้ายกับการรับประทานขนมปัง

2.7.10.2 ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เมล็ดและผลิตผลจากเมล็ดข้าวโพดหวานสามารถนำไปใช้ในการอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น ทำแอลกอฮอล์ แป้ง น้ำตาลชนิดต่าง ๆ ผลิตผลเหล่านี้ อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้อีกต่อหนึ่ง เช่น ยารักษาโรค กระดาษ ผ้าสังเคราะห์ น้ำมันใส่ผม และแบตเตอรี่ นอกจากเมล็ดแล้ว พวกฝัก ใบ และลำต้น อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กระดาษ ปุ๋ย และฉนวนไฟฟ้า

2.7.10.3 ใช้เป็นอาหารสัตว์ ข้าวโพดหวานนับเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีชนิดหนึ่ง การใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจทำได้หลายอย่าง เช่น ใช้เมล็ด กากน้ำตาล กากแป้งที่เหลือจากสกัดน้ำมัน ตัดต้นสดให้สัตว์กิน โดยตรง ตัดต้นสดหมัก และใช้ต้นแก่หลังเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ในประเทศไทยยังใช้กันน้อย ทั้งนี้เนื่องจากราคายังสูงอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Aragon-Alegro และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูสช็อกโกแลตชนิดที่เติมโพรไบโอติกและพรีไบโอติก โดยมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคและการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส จากการศึกษามูสช็อกโกแลตที่เติมโพรไบโอติกและพรีไบโอติก ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC82 (P) เพียงชนิดเดียวหรือผลิตภัณฑ์ที่เติมพรีไบโอติก ได้แก่ อินนูลิน(S) โดยตรวจสอบจำนวนของ *L. paracasei* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน รวมทั้งตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าเชื้อโพรไบโอติกสามารถรอดชีวิตในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษามากกว่า 28 วัน แต่การเจริญของยีสต์และรา อาจจะถูกยับยั้งการเจริญในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จากการทดลองพบว่ามูสช็อกโกแลตมีศักยภาพในการเป็นแหล่งของโพรไบโอติก *L. paracasei* และพบว่าอินนูลิน ซึ่งเป็นส่วนผสมของพรีไบโอติกไม่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ นอกจากนี้การเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติกและส่วนผสมที่เป็นพรีไบโอติกไม่มีผลต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

Ares และคณะ (2009) ศึกษาผลจากการเติมใยอาหารเพื่อสุขภาพ (แป้งข้าวโพดที่มีอะไมโลสสูง HAMS ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมโดยการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดลองการผลิตพุดดิ้งนมที่มีแป้งข้าวโพดดัดแปลงและ K-carrageenan เป็นส่วนประกอบและแปรปริมาณความเข้มข้นของ HAMS ที่แตกต่างกัน(ร้อยละ 0 1 2 3 และ 4) พบว่าเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของ HAMS สูงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัสของพุดดิ้งนมโดยเฉพาะลักษณะทางประสาทสัมผัส เช่น ความหยาบหลังจากการกิน และรสชาติของแป้งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การเติม HAMS ยังเป็นสาเหตุของการเพิ่มความข้นหนืดและยังมีผลต่อการลดความเป็นครีม การละลายและความหวาน การเติม HAMS ในปริมาณร้อยละ 1.4 ในผลิตภัณฑ์นี้เป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ไม่มีผลต่อการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ จากการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้บริโภคที่ซื้อพุดดิ้งนมที่มี HAMS อยู่ร้อยละ 1.4 คิดเป็นร้อยละ71

Buriti และคณะ (2010) จากการศึกษาผลของการแช่เย็น การแช่แข็ง และการทดแทนไขมันนมด้วยอินนูลินและโปรตีนหางนมเข้มข้น (WPC) ของผลิตภัณฑ์มูสฝรั่งต่อการรอดชีวิตของ *Lactobillus acidophilus* La-5 และการต้านทานกรดในกระเพาะอาหารและลำไส้ จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์มูสที่เติมโปรตีนหางนมเข้มข้นในมูสที่แช่เย็น จะให้ผลการรอดชีวิตที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 7.77 ถึง 6.24 Log CFU/g ในระหว่างการเก็บ 28 วัน สำหรับมูสที่แช่แข็งเป็นเวลา 112 วัน จะพบว่ามีจำนวนของโพรไบโอติกสูงสุดประมาณ 7.45 Log CFU/g การอยู่รอดของ *Lactobillus acidophilus* ในสภาวะการจำลองของระบบทางเดินอาหาร พบว่ามีการรอดชีวิตลดลงกว่ามูสที่แช่เย็นและมูสแช่แข็ง สำหรับมูสที่แช่เย็นที่เติมอินนูลินจะมีผลต่อการรอดชีวิตของโพรไบโอติกในสัปดาห์แรกของการเก็บรักษา การอยู่รอดของ *Lactobillus acidophilus* ในของเหลวในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเดินอาหารจะดีขึ้นเมื่อผ่านการแช่แข็ง ดังนั้นการเก็บรักษาโดยวิธีการแช่แข็งอาจจะใช้เพื่อเป็นการเพิ่มอายุการเก็บรักษาของมูสฝรั่ง จากการทดลองพบว่าการเติมอินนูลินและโปรตีนหางนมเข้มข้น มีผลต่อการป้องกันเซลล์จุลินทรีย์โพรไบโอติกมีผลเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่แช่เย็น แต่การทดแทนไขมันนมบางส่วนมีส่วนช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของมูสในระหว่างการเก็บรักษาได้

Heenan และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกและการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ในขนมถั่วเหลืองมังสวิรัติแช่แข็งที่ไม่ผ่านการหมัก พบว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติกในขนมถั่วเหลืองมังสวิรัติแช่แข็งมีจำนวนเชื้อเริ่มต้นสูงกว่า 10^6CFU/g โดยมีการประเมินการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกและการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาพบว่า *Lactobacillus acidophilus* MJLA1 *L. rhamnosus* 100-C *L. paracasei* ssp. *paracasei* 01 *Bifidobacterium lactis* BBDB2 *B. lactis* BB-12 สามารถรอดชีวิตโดยทดลองเก็บรักษา 6 เดือน โดยมีจำนวนเชื้อ10^7CFU/g หรือมากกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า*Saccharomyces boulardii* 74012 มีการรอดชีวิตต่ำกว่า 10^6CFU/g การทดสอบความแตกต่างทางทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มี *L. acidophilus* MJLA1 *S. boulardii* 74012 และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมเชื้อโพรไบโอติก โดยเก็บรักษาที่ 0 4 และ 7 เดือน เปรียบเทียบโดยใช้วิธี Triangle test พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มี *L. acidophilus* MJLA1 ไม่มีความแตกต่างกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมเชื้อโพรไบโอติก ผลิตภัณฑ์ที่เติม *S. boulardii* 74012 มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เติม *L. acidophilus* MJLA1 และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมเชื้อโพรไบโอติก อีกทั้งยังพบว่าเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ระหว่างการเก็บรักษา ขนมถั่วเหลืองมังสวิรัติแช่แข็งนั้นถือได้ว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมต่อการศึกษาการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกสายพันธุ์ต่างๆ มีการรอดชีวิตและลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่ได้รับการยอมรับ

Supavititpatana และคณะ (2008) ทำการศึกษาการเซตตัวของโยเกิร์ตนมข้าวโพดที่เกิดจากการรวมตัวกันของโซเดียม คาซิเนตกับเจลาตินที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0 0.2 0.4 และ 0.6 (w / v) ตรวจสอบคุณภาพของเจลโดยการวัดค่าความเป็นกรด การแยกตัวของน้ำหางนม วิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะทางเนื้อสัมผัส ความข้นหนืด ดูโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและวิธีทางจุลชีววิทยา จากการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะทางเนื้อเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อระดับของเจลาตินเพิ่มขึ้น ความแข็ง ความเหนียวแน่นและความยืดหยุ่นรวมทั้งความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงแนวโน้มคล้ายกับการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะทางเนื้อสัมผัส จากการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคที่ได้มีลักษณะหนาแน่นและฟูคล้ายฟองน้ำที่มีฟองอากาศเล็กๆโดยเฉพาะในที่ความเข้มข้นของเจลาตินสูงร้อยละ 0.6 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีผลทำให้เนื้อสัมผัสมีความแน่นเนื้อมากเกินไป การเติมเจลาตินทางการค้าที่ร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ให้ผลการยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ดี (เจลที่เกิดขึ้นมีการแยกตัวของน้ำหางนมเพียงเล็กน้อย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ข้าวโพดหวานพันธุ์ ไฮ-บริกซ์ 10 จากบริษัท บ้านสวนผัก จำกัด 21/14 ม.1 ต.ท่าเจ้าสนุก อ.ท่าเรือ จ.พระนครศรีอยุธยา มีค่าสีL*a*b*เท่ากับ L*89.5 a*-3.45 b*+7.25 และความหวาน 10 องศาบริกซ์

3.1.1.2 นมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดจืด ตราดัชมิลล์

3.1.1.3 น้ำตาลทราย

3.1.1.4 เจลาตินผง ตราแมคกาเร็ต

3.1.1.5 วุ้นผง ตรานางเงือก

3.1.2 จุลินทรีย์โพรไบโอติก

3.1.2.1 หัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ชนิดแช่เยือกแข็งแห้ง (Freeze dried Lactic Culture) LA-5® CHRHANSEN

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 ถ้วยตวง

3.1.3.2 ช้อนตวง

3.1.3.3 เครื่องปั่นอาหาร

3.1.3.4 ถ้วยพลาสติกมีฝาปิด

3.1.3.5 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.1.3.6 เครื่องตรวจวัดปริมาณน้ำตาล(Brix refractometer)

3.1.3.7 เครื่องวัดสี (Colorimeter) Minolta CR-300

3.1.3.8 เครื่องวัดความเป็นกรด ด่าง (pH meter)

3.1.3.9 เครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) LLOYD

3.1.3.10 ภาชนะหาความชื้น (Moisture can)

3.1.3.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง Sarrorius AG204

3.1.3.12 เครื่องชั่งน้ำหนัก 1 กิโลกรัม TANITA

3.1.3.13 เดซิเคเตอร์ (Desicator)

3.1.3.14 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) FD-35 ของบริษัท Binder 7200

3.1.3.15 เครื่องย่อยโปรตีน (Digestion system) 1007 Digester

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.16 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet extraction analyzer) BUCHI 810

3.1.3.17 อุปกรณ์ทางจุลชีววิทยา

3.1.3.18 เครื่องแก้ว

3.1.4 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1.4.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ de Man Rogosa and Sharpe (MRS) ยี่ห้อ DIFCO

3.1.4.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.1.4.3 สารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

3.1.4.4 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (reagent grade) ความเข้มข้นร้อยละ 93-98

3.1.4.5 กรดบอริค ความเข้มข้นร้อยละ 2

3.1.4.6 กรดไฮโดรคลอริค ความเข้มข้น 0.1 N

3.1.4.7โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30

3.1.4.8โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25

3.1.4.9 ปิโตรเลียมอีเทอร์

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมนมข้าวโพด

วิธีการทำนมข้าวโพด เริ่มจากปอกเปลือกฝักข้าวโพด เอาเศษวัสดุที่ติดมาออกให้หมด ล้างด้วยน้ำสะอาด ฝานเมล็ดข้าวโพดบางๆนำเมล็ดข้าวโพด 250 กรัม กับน้ำ 50 กรัมปั่นรวมกันด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ เป็นเวลา 3 นาทีที่ความเร็วสูงสุด จากนั้นกรองเอากากข้าวโพดออกด้วยผ้าขาวบาง จะได้นมข้าวโพด เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

รูปที่ 3.1 น้ำนมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ศึกษาปริมาณนมข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลผลิตพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

ทำการทดลองผลิตพุดดิ้งผสมนมข้าวโพด โดยการเติมนมข้าวโพดลงไปทดแทนส่วนของนมสดในปริมาณร้อยละ 20 30 40 50และ100 โดยน้ำหนัก โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ได้กับสูตรมาตรฐาน(พุดดิ้งนมสด) ซึ่งรายละเอียดแสดงส่วนผสมของพุดดิ้งสูตรต่างๆดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของพุดดิ้งสูตรต่างๆ (กรัม)

ส่วนผสม	สูตรมาตรฐาน (พุดดิ้งนมสด)	พุดดิ้งที่ทดแทนนมสดด้วยนมข้าวโพด				
		20	30	40	50	100
นมข้าวโพด	-	85	127.5	170	212.5	425
นมพาสเจอร์ไรซ์รสจืด	425	340	297.5	255	215.5	-
น้ำตาลทราย	30	30	30	30	30	30
เจลาตินผง	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
ผงวุ้น	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25

นำนมข้าวโพดและนมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดจืดผสมกันในหม้อ จากนั้นจึงเติมเจลาตินผง น้ำตาลและวุ้นแล้วยกตั้งไฟ ที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส(รูปที่ 3.2) เป็นเวลา10นาที คนส่วนผสมตลอดเวลาเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน ยกลงรอให้อุณหภูมิลดลงพออุ่น จากนั้นจึงตักใส่ถ้วยพลาสติกใสแบบมีฝาปิด ปริมาตร 30 กรัมต่อถ้วย นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวก่อนที่จะนำไปตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ โดยทำการคัดเลือกปริมาณนมข้าวโพดที่เหมาะสม พิจารณาจาก

3.2.2.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (LLOYD instrument รุ่น TA plus) เพื่อวัดค่าความแน่นเนื้อ (hardness) ค่าการรวมตัวกัน (cohesiveness) ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (springiness) ค่าความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้น (gumminess) ค่าการเกาะติดผิว (adhesieveness)โดยใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (cylindrical probe) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร กดลงในตัวอย่างร้อยละ 50 ของความสูงของตัวอย่าง ที่มีความสูง 5 เซนติเมตร ทำการกด 2 ครั้ง ด้วยแรงกดความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 4 ซ้ำ (รูปที่ 3.3)

3.2.2.2 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta CR-300 ใช้ระบบการวัดแบบ L*a*b* โดย ค่า L* แสดงค่าความสว่าง / สีขาว (0=สีดำ และ 100 = สีขาว)

ค่า a* แสดงค่าสีแดง / สีเขียว (+ = สีแดง และ - = สีเขียว)

ค่า b* แสดงค่าสีเหลือง / สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง และ - = สีน้ำเงิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 นมข้าวโพดที่เติมเจลาตินและผงวุ้นแล้วนำไปตั้งไฟ

รูปที่ 3.3 การวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (LLOYD instrument รุ่น TA plus)

3.2.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ5 ระดับ (5 – point hedonic scale) มีคะแนนระหว่าง 1-5 โดย 1 หมายถึงไม่ชอบ 2 หมายถึง ชอบน้อย 3 หมายถึง ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ชอบมาก และ 5 หมายถึง ชอบที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพในด้าน รสชาติ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ

3.2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่ทดแทนปริมาณนมข้าวโพดที่เหมาะสม

นำผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดปริมาณสูงสุดและยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ (จากหัวข้อ 3.2.2) มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.2.3.1 ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน ปริมาณใยอาหารหยาบและเถ้า โดยวิธี AOAC (1998)

3.2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การศึกษาการผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก

3.2.4.1 การเตรียมหัวเชื้อโพรไบโอติก

นำนมสดพาสเจอร์ไรซ์ชนิดจืดมาปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ10 โดยใช้น้ำสะอาด จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็นประมาณ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ลงไปในน้ำนมปริมาณร้อยละ 0.1 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

3.2.4.2 การศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก

นำนมข้าวโพดและนมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดจืดผสมกันในหม้อ จากนั้นค่อยๆเติมเจลาตินผง น้ำตาลและวุ้นแล้วยกตั้งไฟที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20นาที คนส่วนผสมตลอดเวลาเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน ยกลงรอให้อุณหภูมิลดลงพออุ่นประมาณ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมหัวเชื้อโพรไบโอติกในส่วนผสมของพุดดิ้ง โดยแปรปริมาณของหัวเชื้อเป็นร้อยละ 5 6 และ 7 โดยปริมาตร คนส่วนผสมของนมให้เข้ากับหัวเชื้อโพรไบติกแล้วจึงบรรจุส่วนผสมของพุดดิ้งลงในถ้วยพลาสติกที่สะอาดและปิดฝาให้สนิท นำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างของพุดดิ้งมาตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1. ตรวจนับการรอดชีวิตของ *L. acidophilus* LA-5 ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง ทุกๆ 2 วันเป็นเวลา 8 วัน โดยเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ด้วยเทคนิค pour plate
2. วัดและบันทึกค่าพีเอชโดยใช้เครื่อง pH meter ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้ hand refractometer และวิเคราะห์ร้อยละความเป็นกรดในรูปกรดแลคติก โดยใช้วิธีการไตเตรทด้วย 0.1 N NaOH ทุกๆ 2 วันเป็นเวลา 8 วัน
3. ทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่ระดับต่างๆ ในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น สี และความชอบโดยรวม หลังจากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติก

นำผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่เติมปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4.2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน ดังนี้

3.2.5.1 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์

3.2.5.2 วัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.2.5.3 ตรวจสอบการเจริญของยีสต์และราโดยเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ด้วยเทคนิค spread plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวัดค่าทั้งหมด 2 ซ้ำการทดลองและในแต่ละการทดลองทดสอบ3 ซ้ำ และนำผลการวิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่าง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเม้นต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาปริมาณนมข้าวโพดที่เหมาะสมในการทดแทนนมสดเพื่อผลิตพุดดิ้งผสมนมข้าวโพด

จากการทดลองผลิตพุดดิ้งผสมนมข้าวโพด โดยการเติมนมข้าวโพดลงไปทดแทนส่วนของนมสดในปริมาณร้อยละ 20 30 40 50 และ 100 โดยน้ำหนัก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปเก็บที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

4.1.1 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง

จากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัสเพื่อวัดค่าความแน่นเนื้อ (hardness) ค่าการรวมตัวกัน (cohesiveness) ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (springiness) ค่าความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้น (gumminess) ค่าการเกาะติดผิว (adhesieveness) โดยใช้หัววัดแบบทรงกระบอก (cylindrical probe) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร กดลงในตัวอย่างร้อยละ 50 ของความสูงของตัวอย่าง ที่มีความสูง 5 เซนติเมตร ทำการกด 2 ครั้ง ด้วยแรงกด ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 4 ซ้ำ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1

จากผลการทดลองพบว่า ค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) พุดดิ้งนมสดมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 3.5980 N ค่าความแน่นเนื้อของพุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดมีแนวโน้มลดลงเป็น 3.4747 N 1.6617 N และ 0.7264 N เมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดเป็นร้อยละ 20 30 และ 40 ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดเป็นร้อยละ 50 พบว่า ค่าความแน่นเนื้อ (Hardness)กลับมีค่าสูงขึ้น เป็น 4.3706 N. ส่วนปริมาณการทดแทนด้วยนมข้าวโพดร้อยละ 100 มีค่าลดลงและไม่มีความแตกต่างกับพุดดิ้งนมสดล้วน

ค่าการรวมตัวกันภายใน (Cohesiveness) ของพุดดิ้งนมสดและพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่ร้อยละ 20 – 40 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.3628-0.4132 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวโพดเป็นร้อยละ 50 และ 100 พบว่า ค่าการรวมตัวกันภายในของพุดดิ้งมีค่าลดลงเป็น 0.2402 และ 0.2823 ตามลำดับ

ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (Springiness) ของพุดดิ้งทุกสูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.3336 – 13.0616 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งที่มีการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดในระดับต่างๆ

ตัวอย่าง[1]	คุณลักษณะเนื้อสัมผัส				
	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness[ns3] (mm)	Gumminess (gf)	Adhesiveness (kgf.mm)
P-0	3.5980±0.31[b2]	0.3628±0.02[ab]	13.0616±0.37	133.5352±19.84[a]	0.2031±0.21[b]
P-20	3.4747±0.38[b]	0.3570±0.05[ab]	11.3336±1.07	127.7955±30.59[a]	0.9539±0.53[a]
P-30	1.6617±0.18[c]	0.4132±0.01[a]	12.7054±0.44	70.1661±9.66[b]	0.5378±0.06[b]
P-40	0.7264±0.03[d]	0.3813±0.06[a]	12.4862±1.10	28.4864±5.87[c]	0.1255±0.07[b]
P-50	4.3706±0.36[a]	0.2402±0.07[c]	12.2925±2.41	109.0666±39.53[ab]	0.2327±0.12[b]
P-100	3.7517±0.42[b]	0.2823±0.07[c]	12.5510±1.50	110.0119±37.44[ab]	0.3606±0.29[b]

[1]ตัวอย่างพุดดิ้ง

P-0 หมายถึง พุดดิ้งนมสด (ตัวอย่างมาตรฐาน)

P-20 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 20

P-30 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 30

P-40 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 40

P-50 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 50

P-100 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 100

[2]a-d ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

[3]ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนค่าระดับความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้น (Gumminess) ของพุดดิ้งพบว่าพุดดิ้งนมสดมีค่าระดับความเป็นแป้งเปียกสูงที่สุดเท่ากับ 133.5352 gf และเมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดเป็นร้อยละ 20 30และ40 พบว่าค่าระดับความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มลดลงเป็น127.7955 70.1661 และ 28.4864 gf ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวโพดเป็นร้อยละ 50 และ 100 พบว่าค่าที่ได้กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 109.0666 และ 110.0119 gf ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแป้งในข้าวโพดเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน ทำให้เกิดลักษณะเป็นเจล ส่งผลให้เกิดลักษณะเหนียว ยืดหยุ่นได้และไม่ละลายน้ำ

ค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) ของพุดดิ้งพบว่าพุดดิ้งนมสดมีค่าการเกาะติดผิว เท่ากับ 0.2031 kgf.mm เมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดเป็นร้อยละ 20 30 และ 40 โดยน้ำหนัก พบว่าค่าการเกาะติดผิวที่ได้มีแนวโน้มลดลงเป็น 0.9539 0.5378 และ 0.1255 kgf.mm ตามลำดับแต่เมื่อเพิ่ม

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณข้าวโพดเป็นร้อยละ 50 และ 100 โดยน้ำหนักกลับพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.2327 kgf.mm และ0.3606 kgf.mm ตามลำดับ

4.1.2 คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง

คุณภาพด้านสีจากการวัดค่าสีของพุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดทดแทนนมสดที่ระดับต่างๆ ด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta CR-300 โดยใช้ระบบ L*a*b* พบว่าการเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L*a*b* ของพุดดิ้งดังแสดงในตารางที่ 4.2 สีของเนื้อพุดดิ้งที่ทำจากนมสดล้วน (P-0) มีค่า L* ซึ่งแสดงถึงความสว่างมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 89.77 เมื่อแทนที่นมสดด้วยนมข้าวโพดในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้ค่า L* ของพุดดิ้งมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)โดยพุดดิ้งสูตร P-20 P-30 P-40 P-50 และ P-100 มีค่า L* เท่ากับ 88.20 85.64 83.49 83.33 และ 73.73 ตามลำดับ เนื่องจากโปรตีนเคซีอีนในน้ำนมซึ่งมีสีขาวและยังเป็นตัวที่ช่วยให้เกิดการกระจายของแสง เมื่อมีแสงมากระทบจึงทำให้น้ำนมมีค่า L*สูง ดังนั้นเมื่อมีการทดแทนนมข้าวโพดในปริมาณที่มากขึ้นจึงส่งผลให้ค่า L*ลดลง (ชูศรี, 2531) โดยที่ค่าสีของนมสดมีค่า L* เท่ากับ 88.12 a* เท่ากับ -3.49 และ b* เท่ากับ 7.12 ซึ่งพบว่านมสดมีค่าความสว่างสูง ส่วนค่าสี a* (ความเข้มสีแดง) พบว่า สูตร P-0 มีค่า -3.54 แต่เมื่อแทนที่นมสดด้วยนมข้าวโพด พบว่ามีผลทำให้ค่า a* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยพุดดิ้งสูตร P-20 P-30 P-40 P-50 และ P-100 มีค่าสี a* เป็น -4.84 -4.57 -4.60 -4.03 และ -5.02 ตามลำดับ

สำหรับค่าสี b* (ความเข้มสีเหลือง) ความเข้มของพุดดิ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยพุดดิ้งสูตร P-0 ซึ่งมีค่า b* เท่ากับ 7.21 เมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดเพิ่มขึ้นค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีค่ามากที่สุดในพุดดิ้งที่มีการทดแทนนมสดด้วยนมข้าวโพดร้อยละ 100 เนื่องจากข้าวโพดหวานมีแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองเป็นส่วนประกอบเมื่อเพิ่มปริมาณนมข้าวโพดมากขึ้นจึงส่งผลให้ค่า b* เพิ่มขึ้น ทำให้ได้พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดดังแสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าสีของพุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดที่ระดับต่างๆ

ตัวอย่าง[1]	ค่าสี CIE[2]		
	L*	a*	b*
P-0	89.77±0.04[a 3]	-3.54±0.04[a]	7.21±0.05[f]
P-20	88.20±0.11[b]	-4.84±0.08[d]	14.04±0.99[e]
P-30	85.64±1.70[c]	-4.57±0.10[c]	20.15±1.37[d]
P-40	83.49±0.02[d]	-4.60±0.11[c]	30.09±0.37[c]
P-50	83.33±0.05[d]	-4.03±0.18[b]	31.65±0.77[b]
P-100	73.73±0.10[e]	-5.02±0.09[e]	48.40±0.33[a]

[1]ตัวอย่าง

P-0 หมายถึง พุดดิ้งนมสด (ตัวอย่างมาตรฐาน)

P-20 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 20

P-30 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 30

P-40 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 40

P-50 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 50

P-100 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 100

[2]ค่าสีCIE

L* แสดงค่าความสว่าง / สีขาว (0=สีดำ และ 100 = สีขาว)

a* แสดงค่าสีแดง / สีเขียว (+ = สีแดง และ - = สีเขียว)

b* แสดงค่าสีเหลือง / สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง และ - = สีน้ำเงิน)

[3]a-e ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P-0

P-20

P-30

P-40

P-50

P-100

รูปที่ 4.1 พุดดิ้งนมสด (P-0) และพุดดิ้งที่ทดแทนนมสดด้วยนมข้าวโพดที่ร้อยละ 20(P-20) 30(P-30) 40(P-40) 50(P-50) และ 100(P-100) โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งสูตรต่างๆแบบ 5-Point Hedonic Scale ในด้าน รสชาติ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าคุณภาพทางด้านรสชาติ สี เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คุณลักษณะด้านกลิ่นของพุดดิ้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 4.3 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของพุดดิ้งที่ทดแทนนมสดที่ระดับต่างๆ

ตัวอย่าง[1]	คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส				
	รสชาติ	กลิ่น[ns3]	สี	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
P-20	2.64±1.31[b2]	2.88±1.20	3.60±1.08[a]	2.72±1.02[b]	2.76±1.12[b]
P-30	3.04±0.97[ab]	3.16±1.24	3.64±0.95[a]	3.28±0.93[a]	3.36±0.86[a]
P-40	3.44±1.12[a]	3.04±1.09	3.28±1.02[ab]	3.52±1.08[a]	3.68±1.03[a]
P-50	3.40±0.95[a]	3.08±1.35	3.24±1.23[ab]	3.48±0.87[a]	3.52±0.87[a]
P-100	1.56±0.71[c]	2.64±1.11	2.72±1.13[b]	1.88±0.92[c]	1.88±0.92[c]

[1]ตัวอย่าง

P-0 หมายถึง พุดดิ้งนมสด (ตัวอย่างมาตรฐาน)

P-20 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 20

P-30 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 30

P-40 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 40

P-50 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 50

P-100 หมายถึง พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดร้อยละ 100

[2]a-c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

[3]ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในด้านรสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับพุดดิ้งสูตร P-40 มากที่สุด โดยได้รับคะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.44 รองลงมาคือพุดดิ้งสูตร P-50 P-30 P-20 และ P-100 ซึ่งมีคะแนนความชอบเป็น 3.40 3.04 2.64 และ 1.56 ตามลำดับ การเติมนมข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านรสชาติ ($p>0.05$) และผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากกว่าการเติมนมข้าวโพดในปริมาณร้อยละ20 ทั้งนี้เนื่องจากพุดดิ้งสูตรP-20 มีรสชาติของข้าวโพดที่ค่อนข้างอ่อนเกินไป แต่เมื่อเติมนมข้าวโพดทดแทนปริมาณร้อยละ 100 พบว่าคะแนนความชอบมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนต่ำที่สุดเนื่องจากพุดดิ้งที่มีการเติมนมข้าวโพดล้วน นั้นมีรสชาติของข้าวโพดที่เข้มข้นมากเกินไปจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ในการทดสอบทางด้านกลิ่นพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับพุดดิ้งทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) แสดงว่าการเติมนมข้าวโพดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความชอบทางด้านกลิ่นของพุดดิ้ง อาจมีสาเหตุมาจากนมข้าวโพดที่นำมาเป็นส่วนผสมของพุดดิ้งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นของข้าวโพดจึงทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ในขณะที่ผลการประเมินทางด้านสี ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลงเมื่อปริมาณนมข้าวโพดมากขึ้นแต่จากการวิเคราะห์ทางด้านสถิติพบว่าการเติมนมข้าวโพดในปริมาณร้อยละ20–50 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณข้าวโพดมากขึ้นทำให้เกิดสีเหลืองของข้าวโพดเข้มเกินไป ไม่ชวนให้รับประทาน

พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ40 ได้คะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสสูงสุดเท่ากับ 3.52 รองลงมาคือพุดดิ้งสูตร P-50 และ P-30 โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.48 และ 3.28 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)ในขณะที่พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดร้อยละ100 มีคะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสต่ำสุดเท่ากับ 1.88 เนื่องจากพุดดิ้งที่ได้นั้นมีลักษณะของเนื้อพุดดิ้งที่สาก เนื่องจากมีกากใยของข้าวโพดที่ปนอยู่ในนมข้าวโพดจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับในเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งสูตรนี้

พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ30-50 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดปริมาณร้อยละ20 และ 100 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดปริมาณร้อยละ40 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด โดยได้รับคะแนนความชอบเท่ากับ 3.68

การคัดเลือกระดับการแทนที่ของนมข้าวโพดจะพิจารณาจากระดับการแทนที่ด้วยนมข้าวโพดมากที่สุด โดยยังมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในแต่ละด้านที่สูง ดังนั้นการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดปริมาณร้อยละ40 จึงเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไปจากการที่มีคะแนนทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น สี และความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรอื่นๆ และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของผลิตภัณฑ์แสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดคือปริมาณความชื้นซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 60.94 ปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 15.10 ปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 9.77 ปริมาณเส้นใยหยาบเท่ากับร้อยละ 2.73 ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 6.57 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการคำนวณเท่ากับร้อยละ 4.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ 40

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)	ค่าที่ได้
ความชื้น	60.94±1.71
โปรตีน	15.10±0.30
ไขมัน	9.77±0.29
เส้นใยหยาบ	2.73±0.19
เถ้า	6.57±0.29
คาร์โบไฮเดรต	4.89±1.93
ค่าสี CIE[1]	
L*	85.03±0.05
a*	-4.50±0.04
b*	20.08±0.07

[1]ค่าสี CIE

L* แสดงค่าความสว่าง / สีขาว (0=สีดำ และ 100 = สีขาว)

a* แสดงค่าสีแดง / สีเขียว (+ = สีแดง และ - = สีเขียว)

b* แสดงค่าสีเหลือง / สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง และ - = สีน้ำเงิน)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับค่าสีพบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่ได้มีค่าเท่ากับ 85.03±0.05 -4.50±0.04 และ 20.08±0.07 ตามลำดับ

4.2 การศึกษาการผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก

จากการศึกษาการเติมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เหมาะสมเพื่อผลิตพุดดิ้งโพรไบโอติก โดยแปรปริมาณของหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 เป็นร้อยละ5 6 และ 7 โดยปริมาตรลงในส่วนผสมของพุดดิ้ง จากนั้นนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างของพุดดิ้งมาตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

4.2.1 การศึกษาการรอดชีวิตของ *L. acidophilus* LA-5 ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้ง

ทำการศึกษาการรอดชีวิตของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในปริมาณร้อยละ 5 6 และ 7 โดยปริมาตรในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต(Log CFU / g)ในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่าง[1]	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
P-5	8.25±0.06[a2]	7.74±0.55[b]	7.20±0.38[c]	6.69±0.24[c]	6.41±0.10[c]
P-6	8.38±0.01[a]	7.67±0.48[b]	7.32±0.08[b]	6.55±0.00[c]	6.47±0.09[c]
P-7	8.43±0.01[a]	7.46±0.16[b]	7.11±0.12[c]	6.44±0.17[d]	6.27±0.08[d]

[1]ตัวอย่าง

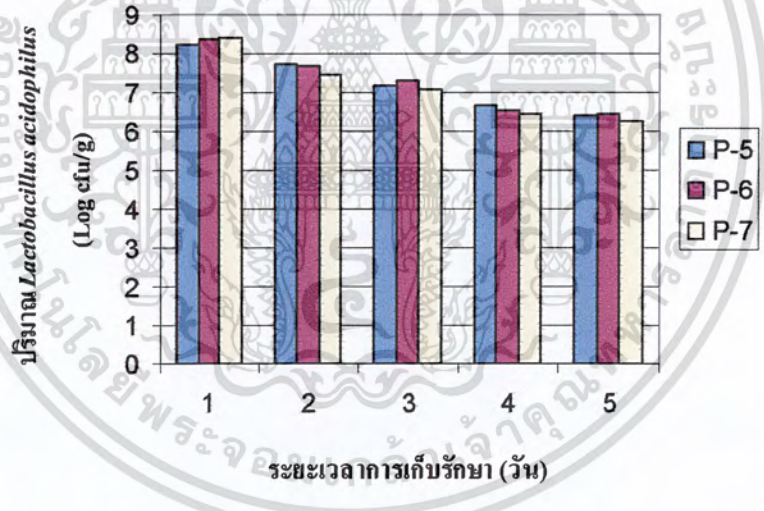
P- 5 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 5 โดยปริมาตร

P- 6 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 6 โดยปริมาตร

P- 7 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

[2]a-d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต (Log CFU/g) ในระหว่างการเก็บรักษา

ที่เวลา 0 วันจำนวนเชื้อเริ่มต้นของ *L. acidophilus* LA-5 ในพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อร้อยละ 5 6 และ 7 โดยปริมาตรเท่ากับ 8.25 8.38 และ 8.43 Log CFU/g ตามลำดับ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพบว่าปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 มีแนวโน้มลดลงโดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่ามีจำนวนเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่เหลือรอดอยู่ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพด P-5 P-6 และ P-7 เป็น 6.41 6.47 และ 6.27 Log CFU/g ตามลำดับ ในวันที่ 8 การลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของจุลินทรีย์โพรไบโอติก อาจเนื่องมาจาก *L. acidophilus* LA-5 เป็นแบคทรีเรียที่ไม่ต้องการอากาศซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เป็นถ้วยพลาสติกชนิดบาง อาจมีอากาศแพร่ผ่านเข้าไปได้รวมทั้งสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิแช่เย็น 8-10 องศาเซลเซียส ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ปริมาณของเชื้อลดลงแต่อย่างไรก็ตามปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ยังคงมีชีวิตเหลือรอดมากกว่า 10^6 CFU/g ที่อายุการเก็บรักษา 8 วัน

ตารางที่ 4.6 ปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิต (ร้อยละ) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง[1]	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
P-5	100±0.00	93.40±0.60	85.40±0.30	76.60±0.30	71.30±0.10
P-6	100±0.00	90.70±0.50	85.50±0.10	72.00±0.00	70.40±0.10
P-7	100±0.00	87.00±0.10	81.40±0.10	69.10±0.20	65.60±0.10

[1]ตัวอย่าง

P- 5 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 5 โดยปริมาตร

P- 6 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 6 โดยปริมาตร

P- 7 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อปริมาณร้อยละ 5 6 และ 7 โดยปริมาตร เป็นเวลา 8 วัน พบว่าปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่รอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงทั้งสามสูตร โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่ามีจำนวนเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ที่เหลือรอดอยู่ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพด P-5 P-6 และ P-7 เป็นร้อยละ 73.10 70.40 และ 65.60 ตามลำดับ โดยการลดลงของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 คิดเป็นร้อยละ 29 29.6 และ 34.4 จากตัวอย่าง P-5 P-6 และ P-7 ตามลำดับ

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของพุดดิ้งโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งที่เติม *L. acidophilus* LA-5ในระดับต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็นเป็นเวลา 8 วัน แสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.3 ผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อระยะ เวลา การเก็บรักษานานขึ้นในตัวอย่างพุดดิ้งทั้ง 3 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 7.06 ในวันที่ 0 เป็น 6.14 ในวันที่ 8 ในขณะที่พุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อร้อยละ 6 โดยปริมาตรมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 6.98 ในวันที่ 0 เป็น 6.07 ในวันที่ 8

ตารางที่ 4.7 ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งโพรไบโอติก

ตัวอย่าง[1]	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
P-5	7.06±0.00^{a2}	6.95±0.00^{b}	6.64±0.00^{c}	6.20±0.00^{d}	6.14±0.00^{e}
P-6	6.98±0.00^{a}	6.91±0.01^{b}	6.58±0.00^{c}	6.18±0.00^{d}	6.07±0.00^{e}
P-7	6.91±0.00^{a}	6.78±0.01^{b}	6.46±0.00^{c}	6.29±0.01^{d}	6.24±0.00^{e}

[1]ตัวอย่าง

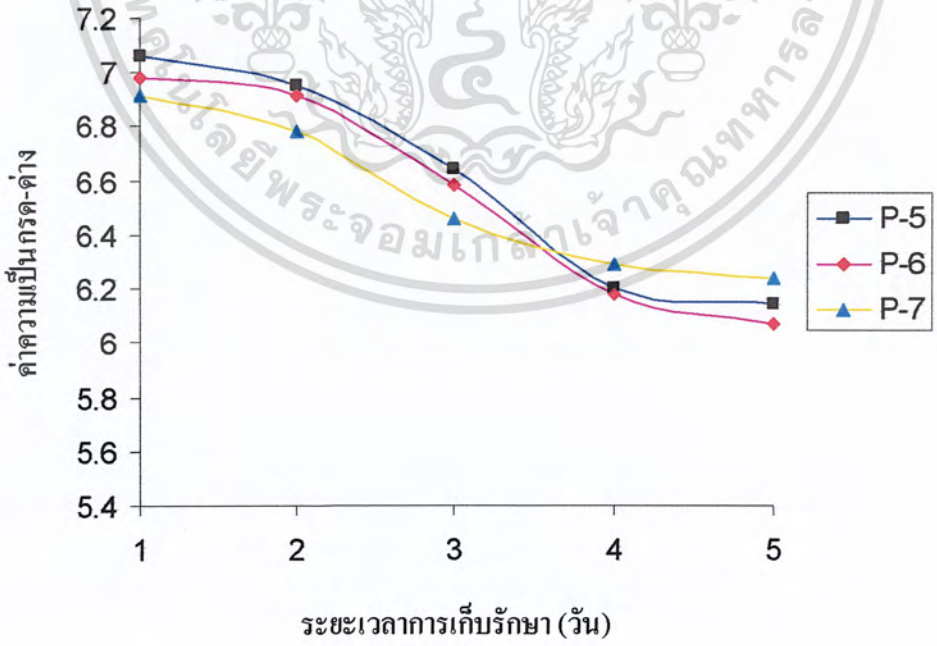
P- 5 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 5 โดยปริมาตร

P- 6 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 6 โดยปริมาตร

P- 7 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

[2]a-e ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งโพรไบโอติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตรมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจาก 6.91 ในวันที่ 0 เป็น 6.24 ในวันที่ 8 ซึ่งการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างนี้ อาจมีผลมาจากการที่ *Lactobacillus acidophilus* เป็นแลคติกแอซิดแบคทีเรียชนิด homofermentative หมักน้ำตาลให้กรดแลคติก (sanders , 2001) อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงเป็นการลดลงอย่างช้าๆและไม่ต่ำมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ของนมสดที่เป็นส่วนประกอบในพุดดิ้ง (Helland และคณะ ; 2004)

4.2.3 การผลิตกรดในรูปของกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.4 พบว่าปริมาณของกรดแลคติกมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวันเริ่มต้น โดยพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* ร้อยละ 6 โดยปริมาตร มีปริมาณกรดแลคติกมากกว่าการเติมหัวเชื้อร้อยละ 5 6 และ7 คือ มีกรดแลคติกเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ในวันที่ 0 เป็น 0.29 ในวันที่ 8 ส่วนค่ากรดแลคติกของพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร มีค่าของกรดแลคติกรองลงมา คือ มีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ในวันที่ 0 เป็นร้อยละ0.25ในวันที่ 8 และร้อยละกรดแลคติกของพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* ร้อยละ 5 โดยปริมาตร มีปริมาณของกรดแลคติกน้อยที่สุด คือ มีปริมาณกรดแลคติคเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.19 ในวันที่ 0 เป็น ร้อยละ 0.24 ในวันที่ 8 สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีค่าลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกที่ได้ไม่ต้องการรสเปรี้ยวมากเกินไป เนื่องจากพุดดิ้งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานและการเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติกมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประโยชน์ต่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณกรดในรูปกรดแลคติค (ร้อยละ) ในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกที่เติมเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่าง[1]	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
P-5	0.19±0.00^{c}	0.19±0.00^{c}	0.23±0.00^{b}	0.24±0.00^{a}	0.24±0.00^{a}
P-6	0.20±0.00^{d}	0.21±0.00^{c}	0.23±0.00^{b}	0.28±0.00^{a}	0.29±0.00^{a}
P-7	0.20±0.00^{e}	0.23±0.00^{d}	0.24±0.00^{c}	0.25±0.00^{a}	0.25±0.00^{a}

[1]ตัวอย่าง

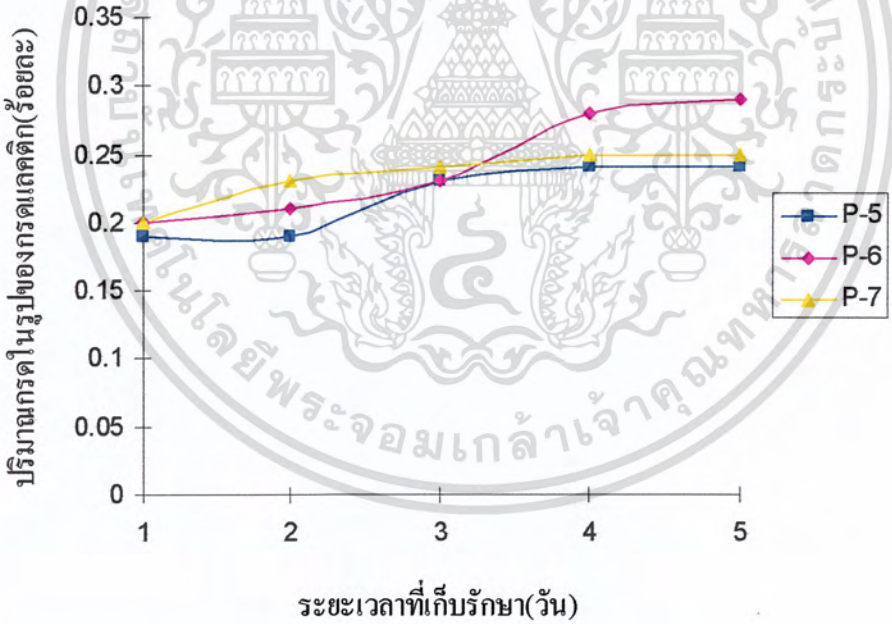
P- 5 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 5 โดยปริมาตร

P- 6 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 6 โดยปริมาตร

P- 7 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

[2]a-d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.4 ปริมาณกรดในรูปกรดแลคติกของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพในด้าน รสชาติ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่แปรปริมาณหัวเชื้อที่ระดับต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 5-Point Hedonic Scale ของพุดดิ้งที่เติม *L. acidophilus* LA-5 ที่ระดับต่างๆ

ตัวอย่าง[1]	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	สี[ns3]	ความชอบโดยรวม
P-5	2.12±0.97[c2]	2.20±0.15[b]	2.48±0.96[b]	3.84±1.02	2.88±0.88[b]
P-6	4.12±0.92[a]	3.48±0.71[a]	3.60±0.76[a]	3.88±1.01	3.76±0.87[a]
P-7	3.48±0.96[b]	3.68±0.94[a]	4.08±1.03[a]	3.84±1.11	3.56±0.87[a]

[1]ตัวอย่าง

P- 5 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตร

P- 6 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตร

P- 7 หมายถึง พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

[2]a-c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

[3]ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การเติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ลงในส่วนผสมของพุดดิ้งที่ปริมาณร้อยละ 5 6 และ7 โดยปริมาตรมีผลต่อความชอบในด้านรสชาติของพุดดิ้งที่ได้โดยพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตร ได้รับคะแนนการยอมรับในด้านรสชาติสูงสุดคือ 4.12 คะแนน รองลงมาคือ พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตรได้คะแนน 3.48 คะแนน ส่วนพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตรมีคะแนนด้านรสชาติต่ำที่สุด คือ 2.12 คะแนน เนื่องจากผู้ทดสอบให้เหตุผลว่าชอบผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยซึ่งเป็นรสที่เกิดจากกรดแลคติก แต่พุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อร้อยละ 5 มีการสร้างกรดน้อย (ดังตารางที่ 4.8) จึงส่งผลต่อการยอมรับในด้านรสชาติ

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตร ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดคือ 3.68 คะแนน รองลงมาคือพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตรได้คะแนน 3.48 คะแนน แต่อย่างไรก็ตามพุดดิ้งทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตรได้คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด คือ 2.20 คะแนนและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ6 และ7 โดยปริมาตร โดยผู้ทดสอบให้เหตุผลว่าพุดดิ้งที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แข็งเกินไป ไม่มีความยืดหยุ่นของเนื้อสัมผัส

ความชอบทางด้านกลิ่นพบว่าพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตร ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดคือ 4.08 คะแนน รองลงมาคือพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตรได้คะแนน 3.60 คะแนนส่วนพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตรได้คะแนนการยอมรับน้อยที่สุด คือ 2.48 คะแนน โดยผู้ทดสอบให้เหตุผลว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีกลิ่นหอมของกรดแลคติกที่อ่อนเกินไป ไม่ชวนให้รับประทานเท่ากับพุดดิ้งที่เติมเชื้อร้อยละ 6 และ 7

ความชอบทางด้านสีพบว่าพุดดิ้งที่เติมเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในปริมาณร้อยละ 5 6 และ 7 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

พุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตรได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดคือ 3.76 คะแนนรองลงมาคือพุดดิ้งนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตรได้คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.56 อย่างไรก็ตามพุดดิ้งทั้งสองสูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 5 โดยปริมาตรได้คะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด คือ 2.88 คะแนน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่มีคะแนนความชอบทางด้านรสชาติ ทางด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่นที่ต่ำที่สุดจึงส่งผลทำให้มีคะแนนการยอมรับโดยรวมต่ำที่สุด

จากการทดสอบดังกล่าวจึงเลือกพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 โดยปริมาตร เนื่องจากได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุดทั้งด้าน รสชาติ สี และความชอบโดยรวม นอกจากนี้ยังมีคะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่น ที่ไม่แตกต่างกับพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 7 โดยปริมาตร

4.2.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก

นำผลิตภัณฑ์ที่เติม *L. acidophilus* LA-5 ในปริมาณร้อยละ 6 ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส และสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 8 วัน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางค่าสี เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าสีของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา

ค่าสี CIE[1]	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
L* [ns3]	86.25±0.16	86.40±0.32	86.34±0.17	86.28±0.10	86.33±0.06
a*	-4.68±0.04[b2]	-4.64±0.06[b]	-4.53±0.06[a]	-4.48±0.05[a]	-4.50±0.01[a]
b* [ns]	20.16±0.07	20.24±0.10	20.18±0.05	20.26±0.19	20.33±0.09

[1]ค่าสี CIE

L* แสดงค่าความสว่าง / สีขาว (0=สีดำ และ 100 = สีขาว)

a* แสดงค่าสีแดง / สีเขียว (+ = สีแดง และ - = สีเขียว)

b* แสดงค่าสีเหลือง / สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง และ - = สีน้ำเงิน)

[2]a-b ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

[3]ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากผลการวัดค่าสี พบค่า L* และค่า b* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่า L* อยู่ในช่วง 86.25 – 86.40 ค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 20.16 - 20.33 ส่วนค่า a* เป็นค่าที่แสดงค่าสีแดง / สีเขียว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามค่า a* ของพุดดิ้งที่เก็บรักษา 4-8 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p >0.05$)

4.2.5.2 การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา

จากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งด้วยเครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4.11) พบว่าค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) ของพุดดิ้งมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่พุดดิ้งที่เก็บรักษา 2 - 6 วัน ค่าความแน่นเนื้อที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าการรวมตัวภายใน (Cohesiveness) ของพุดดิ้งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยพบความแตกต่างของค่า Cohesiveness ตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา สำหรับค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (Springiness) ของพุดดิ้งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยมีค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม(Springiness)อยู่ในช่วง 11.4506 – 12.8528 mm. ในวันที่ 2 – 6 ส่วนในวันที่ 8 นั้นมีค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม(Springiness) น้อยสุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.7709 mm. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับวันอื่นๆ ค่าระดับความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้นในตัวพุดดิ้ง (Gumminess) พบว่ามีแนวโน้มลดลง แต่อย่างไรก็ตามพุดดิ้งที่เก็บรักษา 2-6 วัน ค่า Gumminess ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่พุดดิ้งที่เก็บเป็นเวลา 8 วัน มีค่า Gumminess ต่ำสุดเท่ากับ 13.5014 gf และพุดดิ้งที่เก็บรักษา 2-8 วันพบว่าค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0146 – 0.0372 kgf.mm

ตารางที่ 4.11 คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะเนื้อสัมผัส				
	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (gf)	Adhesiveness (kgf.mm)
2	0.5740±0.00^{a1}	0.2919±0.12^{b}	12.8528±0.73^{a}	27.3009±5.24^{a}	0.0146±0.00^{ab}
4	0.5018±0.03^{ab}	0.3837±0.06^{b}	12.6223±0.99^{a}	21.7896±4.66^{a}	0.0372±0.02^{a}
6	0.4856±0.03^{ab}	0.4387±0.07^{a}	11.4506±1.44^{ab}	19.6808±3.72^{ab}	0.0359±0.01^{a}
8	0.4633±0.06^{b}	0.4651±0.03^{a}	9.7709±2.62^{b}	13.5014±5.32^{b}	0.0355±0.01^{a}

[1]a-b ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

จากการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์พุดดิ้งระหว่างการเก็บ (ตารางที่ 4.12) พบว่าตรวจพบยีสต์และราในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาเท่านั้น โดยนับได้ 1×10^2 CFU/g แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของยีสต์ราทั้งหมดนั้นยังอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้และไม่เกินมาตรฐานเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) กำหนดไว้คือ ให้พบยีสต์ น้อยกว่า 1×10^4 CFU/g รา น้อยกว่า 500 CFU/g

ตารางที่ 4.12 ปริมาณยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา

	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
จำนวนยีสต์รา(CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	1×10^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองแปรปริมาณนมข้าวโพดในการทดแทนนมสดเพื่อผลิตพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดจากการศึกษาพบว่า พุดดิ้งที่เติมนมข้าวโพดที่ปริมาณร้อยละ 40 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลางและมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพุดดิ้งที่ได้พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 60.94 โปรตีนร้อยละ 15.10 ไขมันร้อยละ 9.77 เส้นใยหยาบร้อยละ 2.73 และเถ้าร้อยละ6.57 ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแบบวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส พบว่ามีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.7264 N ค่าการรวมตัวกันเท่ากับ 0.3813 ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิมเท่ากับ 12.4862 mm ค่าความเป็นแป้งเปียกเท่ากับ 28.4864 gf และค่าการเกาะติดผิวเท่ากับ 0.1255 kgf.mm จากการตรวจสอบค่าสีพบว่ามีค่า L*เท่ากับ 83.49 a* เท่ากับ -4.60 และค่า b* เท่ากับ 30.09

จากการศึกษาการผลิตพุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติกโดยแปรปริมาณหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ในส่วนผสมของพุดดิ้ง พบว่า ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้การยอมรับโดยรวมพุดดิ้งที่เติมหัวเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ร้อยละ 6 สูงสุด และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีปริมาณของเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 อยู่ในระดับที่สูงกว่า 6 Log CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุดที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

จากการศึกษาคุณภาพของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของพุดดิ้งมีแนวโน้มลดลง ปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ค่าความแน่นเนื้อ ค่ากลับสู่ขนาดและรูปร่างเดิม และค่าความเป็นแป้งเปียก มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามค่าการรวมตัวกันและค่าการเกาะติดผิวพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับค่าสี พบว่า ค่า L* และค่า b* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกมีการปนเปื้อนของยีสต์และราเท่ากับ 10^2 CFU/g ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อาจเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 8-10 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้นานยิ่งขึ้น

2. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติก อาจมีการปรับเปลี่ยนส่วนผสมจากนมข้าวโพด เป็นผักหรือผลไม้ชนิดอื่นเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและยังเป็นการสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์

3. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติกอาจมีการเพิ่มเติมส่วนผสมโดยการเติมแซนแทนกัม ลงในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์

4. ภาชนะที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติก ควรที่จะใช้ภาชนะแบบที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันอากาศ เนื่องจากเชื้อ *L. acidophilus* LA-5 ไม่ต้องการอากาศในการเจริญและอากาศยังส่งผลให้เชื้อ *L. acidophilus* LA-5 มีจำนวนลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2524. เอกสารวิชาการเล่มที่ 4 ข้าวโพด. กองแผนงานกรมวิชาการเกษตร.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536.เอกสารแนบท้ายประกาศเรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

ทวีศักดิ์ ภู่หล่ำ. 2540. ข้าวโพดหวาน, การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ชูศรี บำรุงพฤกษ์. 2513. ประมวลคำสอนนมและผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2546. การแยกเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกจากตัวอย่างแหนมของประเทศไทยเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอกมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

วันชัย ถนอมทรัพย์. 2545. การผลิตข้าวโพดหวาน. เอกสารการฝึกอบรมการผลิตข้าวโพดฝักสดเพื่ออุตสาหกรรมการแปรรูป. ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. ชัยนาท.

วันดี วราวิทย์. 2551. โพรไบโอติกและพรีไบโอติก. หมอชาวบ้าน. เล่มที่ 278.

สุญาณี พงษ์ธนานิกร. 2549. โพรไบโอติกและพรีไบโอติกอาหารสุขภาพ. ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

หมอพัตร. 2546. โยเกิร์ต. ใกล้หมอ. เล่มที่ 27. หน้า 36

AOAC. 1998. Official methods of analysis. Association of official analytical Chemists. Washington DC.

Aragon-Alegro, L.C., Alarcon-Alegro, J.H., Cardarelli, H.R., Chiu, M.C. and Saad, S.M.I. 2007. Potencially probiotic and symbiotic chocolate mousse. Food Science Technology.20, 662-675.

Ares, G., Baixauli, R., Sanz, T., Varela, P. and Salvador, A. 2009. New functional fiber in milk puddings: Effect on sensory properties andconsumers' acceptability. Functional and Health Claims Made and Foods. 710-716.

Buriti, F.C.A., Castro, A.I. and Saad, S.M.I. 2010. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses. Food Chemistry. 123, 1190-1197.

Chadwick, R., Henson, S., Moseley, B., Koenen, G., Liakopoulos, M., Midden, C., Palou,A., Rechkemmer, G., Schrder, D. and Von Wright, A. 2003. Functional Foods. Germany. 161-174.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Commission of the European Communities. 2003. Nutrition Functional and Health Claims Made and Foods. Regulation of the European Parliament and of the council on nutrition and heath claims made on food. Belgium.

Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. Applied Bacteriology . 66, 375-378.

Heenan, C.N., Adams, M.C., Hosken, R.W. and Fleet, G.H. 2003. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a non-fermented frozen vegetarian dessert. Food Science and Technology. 37, 461-466.

Helland, M.H., Wicklund, T. and Narvhus, J.A. 2004. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk and water-based cereal puddings. International Dairy Journal. 14, 957-965.

Metchinkoff, E. 1907. The Prolongation of lite: Optimistic Studies. Heineman, London.

Parker, R.B. 1974. Probiotics the other half of the antibotics story. Health. 29, 4-8.

Rattray , W. and Jelen, P. 1995. Protein standardization of milk and dairy products . Food and Nutritional Science. University of Alberta Edmonton. Canada.

Rivera-Espinoza, Y. and Gallardo-Navarro, Y. 2010. Non-dairy probiotic products. Food Microbiology. 27, 1-11.

Salminen, S., Ouwehand, AC. and Isolauri, E. 2002. Probiotics an overview of beneficial effects. Antonie van Leeuwenhoek . 82, 279-289.

Sanders, ME. and TR Klaenhammer. 2001. The Scientific basic of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic. J. Dairy Scince. 84, 319-331.

Shah, N.P., Vasiljevic, T., Henrikson, A. and Donker, O.N. 2001. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. International Dairy. 16, 1181-1189.

Supavititpatana, P., Wirjantoro, T., Apichartsrangkoon, A. and Raviyan, P. 2008. Addition of gelatin enhanced gelation of corn–milk yogurt. Food Chemistry .106, 211-216.

[Online].Available : www. bayjai.com สืบค้นวันที่ 17 สิงหาคม 2553.

[Online].Available : www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Sweet../U1.htm สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2553.

[Online].Available : www.entrykitchen.com/index.php สืบค้นวันที่ 18 สิงหาคม 2553.

[Online].Available : http://www.krittiyaroyal.com/index.php สืบค้นวันที่ 20 มกราคม 2554.

[Online].Available : www.kusakeifu.storythai.com สืบค้นวันที่ 18 สิงหาคม 2553.

[Online].Available : www.rueanthai2.lefora.com สืบค้นวันที่ 20 มกราคม 2554.

[Online].Available : http://tanozpic.multiply.com/journal/item/2/2 สืบค้นวันที่ 15 สิงหาคม 2553.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Online].Available : http://www.thaihealth.or.th/healthcontent/news/6246
สืบค้นวันที่ 15 มกราคม 2554.

[Online].Available : http://thaiprobiotics.org สืบค้นวันที่ 16 สิงหาคม 2553.

[Online].Available :www.tistr-foodprocess.net สืบค้น 25 กันยายน 2553.

[Online].Available : www.wikipedia.org สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. เดซิเคเตอร์ (desicator)
3. ถ้วยหาความชื้น (moisture can)
4. ปากคีบ
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. นำไปใส่เดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนักถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง จดบันทึกน้ำหนักไว้
4. นำไปอบจนน้ำหนักคงที่
5. ใส่ตัวอย่างที่บดแล้วลงไปประมาณ 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) เกลี่ยตัวอย่างกระจายให้ทั่วถ้วยอบความชื้น
6. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
7. ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
8. นำไปอบซ้ำอีก 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักแห้งที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกัน มีน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 3-5 มิลลิกรัม

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของความชื้น (น้ำหนักเปียก)} = \frac{W \times 100}{D + W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักที่หายไป (กรัม)

D คือ น้ำหนักของตัวอย่างตั้งต้น (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. หลอดย่อยและกลั่นโปรตีน
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
4. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร
5. ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร (Erlenmayer flask)
6. Glasses beads

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริคเข้มข้น
2. สารละลายกรดบอริคร้อยละ 4
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.1 โมลาร์
4. คะตะลิสต์ผสม (โซเดียมซัลเฟต คอปเปอร์ซัลเฟต และเซเลเนี่ยมไดออกไซด์)
5. อินดิเคเตอร์
6. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ลงใน Kjeldahl flask อย่าให้เลอะคอขวด
2. เติม คะตะลิสต์ผสม 8 กรัม ซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และ Glasses beads ลงไป
3. นำ Kjeldahl flask ใส่ในชุดย่อยโปรตีน ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส ทิ้งให้เย็น
4. ใส่สารละลายกรดบอริคร้อยละ 4 ลงในฟลาสก์ 100 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 2-3 หยด แล้วนำไปวางใต้เครื่องกลั่น
5. นำ Kjeldahl flask ที่ย่อยเสร็จแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่นในตัวอย่างประมาณ 30 มิลลิลิตร (ตั้งโปรแกรมจากเครื่อง) ทำการกลั่นตั้งเวลา 5-7 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนียที่ได้ ในสารละลายกรดบอริคร้อยละ 4 กลั่นจนได้สารละลายสีฟ้าใสในฟลาสก์
6. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริคจนถึงจุดยุติ คือสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าใสเป็นสีชมพูอ่อน
7. ทำการทดลองกับแบลงค์เหมือนกับตัวอย่าง โดยแบลงค์ใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่แทนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

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

เมื่อ A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้แทนแบลงค์

C คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

D คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm apparatus และบีกเกอร์ชุด Soxtherm
2. ทิมเบิล
3. กระดาษกรอง
4. ตู้อบลมร้อน
5. ปากคีบ
6. เดซิเคเตอร์
7. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. ล้างทำความสะอาดบีกเกอร์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
3. นำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่
4. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงในกระดาษกรอง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง แล้วบรรจุลงในทิมเบิล
5. นำทิมเบิลใส่ลงใน Soxhlet tube
6. เตรียมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณมากเกินพอลงในบีกเกอร์
7. นำชุดบีกเกอร์ไปประกอบรวมกับเครื่องสกัดไขมัน
8. ในการสกัดต้องให้ความร้อนแก่ Soxhlet tube โดยปรับความร้อนจนปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยเป็นไอและควบแน่นหยดลงตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อสกัดเสร็จแล้ว ให้ระเหยตัวทำละลายออก
9. นำบีกเกอร์ที่มีสารสกัดไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักในบีกเกอร์อีกครั้ง
10. คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

วิธีการคำนวณ

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

เมื่อ A คือ น้ำหนักของบีกเกอร์ (กรัม)

B คือ น้ำหนักของบีกเกอร์และไขมัน(กรัม)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 1998)

อุปกรณ์ .

1. บีกเกอร์
2. กระบอกตวง
3. Hot Plate
4. ถ้วยแก้วสำหรับวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร
5. ครูซิเบิล
6. ตู้อบลมร้อน
7. ปากคีบ
8. เดซิเคเตอร์
9. ชวดปรับปริมาตร
10. Glass beads

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริค 1.25%
2. โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.25%
3. น้ำกลั่นร้อน
4. อะซิโตน

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม เติมกรดซัลฟูริค 200 มิลลิลิตร ใส่ Glass beads 2-3 เม็ด
2. ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที
3. กรองเอาสารละลายออก ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร
4. เติมโปตัสเซียม 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที
5. กรองเอาสารละลายด่างออก ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร
6. ล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง
7. ล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร
8. อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
9. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
10. นำเอากากที่ได้ใส่ในครูซิเบิล นำไปเผาต่อที่ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
11. ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของเส้นใยหยาบ} = \frac{(F_1 - F_2)\times 100}{F_0}$$

เมื่อ F_0 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

F_1 คือ น้ำหนักรวมของเส้นใยหยาบและเถ้า (กรัม)

F_0 คือ น้ำหนักเถ้า (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

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

วิธีวิเคราะห์

1. นำครูซิเบิลไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักที่ได้คงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกน้ำหนักไว้
2. ชั่งตัวอย่าง2-5 กรัม(ทราบน้ำหนักที่แน่นอน)ใส่ในกระดาษกรองไร้เถ้าใส่ลงในครูซิเบิล
3. นำครูซิเบิลที่มีตัวอย่างไปเผาบน Hot plate ในตู้ดูดควัน จนหมดควัน
4. นำไปเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้

วิธีการคำนวณ

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

เมื่อ W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิลและเถ้า (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการคำนวณ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (ปริมาณความชื้น+ปริมาณโปรตีน+ปริมาณไขมัน +ปริมาณเส้นใยหยาบ+ปริมาณเถ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์ปริมาณร้อยละของกรดแลคติก

อุปกรณ์

1. บิวเรต
2. ชุดไตเตรท
3. ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. sodium hydroxide (NaOH) 0.1 N
2. phenolphthalein

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ใน flask 250 ml เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. ไตเตรทด้วยสารละลาย sodium hydroxide 0.1 N โดยหยด phenolphthalein2-3 หยด เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรตจนได้จุดยุติสีชมพู

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละของกรด (กรดแลคติก)} = \frac{N \times V \times 0.09 \times 100}{sample}$$

เมื่อ M คือ ความเข้มข้นแน่นอนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โมลาร์)

V คือ ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

Sample คือ ปริมาณของตัวอย่าง (กรัม หรือ มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์ค่าสี (AOAC, 1998)

ทำการวัดค่าสีโดยการใช้เครื่องวัดสี (Minolta CR-300) ตั้งค่าของเครื่องโดการกดปุ่ม Index Set แล้วกดปุ่มลูกศร วนขึ้นหน้าจอ เลือก Light Source C หรือ D_{65} แล้วกดปุ่ม Enter

ทำการ Calibrate เครื่องโดยการกดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y…X….y ให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือก คือ C หรือ D_{65} ตามค่าที่ให้มาในแผ่น White Plate เมื่อค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว ให้นำหัววัดวางบนแผ่น White Plate แล้วกดปุ่ม measure ไปจะวาบสามครั้ง แสดงว่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม Color Space Select เพื่อให้หน้าจอขึ้นค่า L*….a*….b*… เพื่อใช้ในการวัดสีต่อไป ทำการวัดสีแบบทั่วไปโดยนำหัววัดวางบนตัวอย่าง กดปุ่ม measure จะได้ค่าสี L*a*b* นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีส่วนประกอบของนมข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็นผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีส่วนประกอบของนมข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ กรุณาชิมแล้วให้คะแนนคุณภาพด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้โดยกำหนดคะแนนไว้ดังต่อไปนี้

5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง 2 = ชอบน้อย 1 = ไม่ชอบ

ลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ	ตัวอย่างพุดดิ้ง				
	P-0	P-20	P-30	P-40	P-50
1. รสชาติ					
2. เนื้อสัมผัส					
3. สี					
4. กลิ่น					
5. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

1 รสชาติ_____

_____

2 เนื้อสัมผัส_____

_____

3 สี_____

_____

4 กลิ่น_____

_____

5 ความชอบโดยรวม_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีส่วนประกอบของนมข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้เป็นผลิตภัณฑ์พุดดิ้งที่มีส่วนประกอบของนมข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ กรุณาชิมแล้วให้คะแนนคุณภาพด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้โดยกำหนดคะแนนไว้ดังต่อไปนี้

5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง 2 = ชอบน้อย 1 = ไม่ชอบ

ลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ	ตัวอย่างพุดดิ้ง		
	P-5	P-6	P-7
1. รสชาติ			
2. เนื้อสัมผัส			
3. สี			
4. กลิ่น			
5. ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

1 รสชาติ_____

_____

2 เนื้อสัมผัส_____

_____

3 สี_____

_____

4 กลิ่น_____

_____

5 ความชอบโดยรวม_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลผลการทดลองและแสดงวิธีการคำนวณผล

ตารางที่1 ค่าเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งนมข้าวโพดที่มีการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดในปริมาณร้อยละต่างๆ

ตัวอย่าง	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (gf)	Adhesiveness (kgf.mm)
P-0 (1)	0.6484	0.2684	11.7604	17.7478	0.0488
P-0 (2)	0.5467	0.3106	11.1417	17.3155	0.0354
P-0 (3)	0.4965	0.3809	13.5805	19.2827	0.0885
P-0 (4)	0.5422	0.3214	12.4420	17.7673	0.0670
P-20 (1)	4.3005	0.3478	13.9407	152.5125	0.1824
P-20 (2)	3.5349	0.2666	12.5683	96.0815	0.2408
P-20 (3)	3.8401	0.3211	13.2253	125.6997	0.2236
P-20 (4)	3.3313	0.1936	10.4698	65.7541	0.7958
P-30 (1)	1.9826	0.2878	12.0058	58.1797	0.0474
P-30 (2)	1.9329	0.3097	12.5724	61.0409	0.1608
P-30 (3)	1.9088	0.3388	12.9728	65.9375	0.0437
P-30 (4)	1.9836	0.3719	13.5504	75.2103	0.0264
P-40 (1)	3.7513	0.3646	12.9178	139.4566	0.0999
P-40 (2)	3.9175	0.3857	13.3573	154.0324	0.1283
P-40 (3)	3.5300	0.3725	13.3607	134.0607	0.0641
P-40 (4)	3.1831	0.3284	12.6106	106.5912	0.5201
P-50 (1)	73.7637	0.0413	2.0540	310.7793	0.6019
P-50 (2)	63.6410	0.4281	12.8363	2777.4260	2.0769
P-50 (3)	67.4039	0.4863	13.6070	3341.8290	0.3348
P-50 (4)	65.4530	0.3463	10.8707	2310.6630	0.5853

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 ค่าเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งนมข้าวโพดที่มีการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดในปริมาณร้อยละต่างๆ (ต่อ)

P-100 (1)	3.933	0.3991	11.9357	160.0312	0.4375
P-100 (2)	3.1874	0.331	9.9597	107.5676	1.6123
P-100 (3)	3.6488	0.3956	12.3852	147.1648	1.1456
P-100 (4)	3.1297	0.3022	11.0537	96.4187	0.6201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์พุดดิ้งโพรไบโอติก

ตัวอย่าง	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (gf)	Adhesiveness (kgf.mm)
D-2 (1)	0.5031	0.4085	11.3032	20.9553	0.0080
D-2 (2)	0.4950	0.4953	12.4765	25.0386	0.0131
D-2 (3)	0.6611	0.4681	13.0899	31.5543	0.0195
D-2 (4)	0.6357	0.4884	13.6196	31.6555	0.0176
D-4 (1)	0.5160	0.3022	10.8794	15.8982	0.0006
D-4 (2)	0.4648	0.3862	12.1964	18.3010	0.0292
D-4 (3)	0.3751	0.3608	6.1002	13.7988	-0.0240
D-4 (4)	0.4973	0.1184	9.9076	6.0076	-0.0250
D-6 (1)	0.5467	0.3875	11.6375	21.6010	0.0167
D-6 (2)	0.4971	0.3823	11.6049	19.3801	0.0607
D-6 (3)	0.4930	0.4605	13.0285	23.1461	0.0236
D-6 (4)	0.4704	0.3043	9.5313	14.5960	0.0427
D-8 (1)	0.4877	0.3746	11.8828	18.6262	0.0342
D-8 (2)	0.4722	0.3739	12.7994	17.9983	0.0627
D-8 (3)	0.5340	0.5172	13.6574	28.1589	0.0151
D-8 (4)	0.4485	0.4894	13.0716	22.3752	0.0299

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าสีของพุดดิ้งนมข้าวโพดที่มีการเติมนมข้าวโพดแทนที่นมสดในปริมาณร้อยละต่างๆ

ค่าสี CIE	ตัวอย่างพุดดิ้ง					
	P-0	P-20	P-30	P-40	P-50	P-100
L*	89.77	88.20	85.64	83.50	83.34	73.73
	89.72	88.10	83.08	83.46	83.27	73.65
	89.84	88.31	86.53	83.52	88.4	73.89
A*	-3.54	-4.84	-4.58	-4.61	-4.04	-5.03
	-3.59	-4.96	-4.7	-4.75	-4.17	-5.15
	-3.49	-4.75	-4.44	-4.52	-3.76	-4.91
B*	7.22	14.05	20.16	30.10	31.66	48.41
	7.13	12.55	18.31	29.73	30.67	48.07
	7.25	14.64	21.64	30.59	32.31	48.75

ตารางที่ 4 ค่าสีของพุดดิ้งนมข้าวโพดโพรไบโอติก

ค่าสี CIE	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
L*	86.26	86.40	86.35	86.29	86.33
	86.11	86.16	86.11	86.19	86.24
	86.43	86.88	86.51	86.41	86.4
A*	-4.69	-4.64	-4.54	-4.49	-4.50
	-4.7	-4.72	-4.6	-4.54	-4.52
	-4.59	-4.58	-4.45	-4.41	-4.48
B*	20.16	20.25	20.19	20.57	20.34
	20.05	20.14	20.11	20.27	20.23
	20.22	20.39	20.25	20.7	20.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus acidophilus*

ตัวอย่าง	ปริมาณของเชื้อ Lactobacillus acidophilus (Log cfu/g)				
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
P-5	8.20	7.95	7.38	6.44	6.32
	8.30	7.00	6.92	6.86	6.49
P-6	8.39	7.91	7.25	6.55	6.39
	8.38	7.07	7.39	6.55	6.55
P-7	8.44	7.57	7.00	6.57	6.20
	8.43	7.30	7.20	6.27	6.34

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่างในระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
P-5	7.06	6.95	6.64	6.20	6.14
	7.05	6.95	6.63	6.20	6.14
	7.06	6.96	6.64	6.21	6.15
P-6	6.98	6.92	6.58	6.18	6.07
	6.97	6.91	6.57	6.18	6.07
	6.98	6.93	6.58	6.18	6.08
P-7	6.91	6.78	6.46	6.29	6.24
	6.91	6.76	6.45	6.27	6.24
	6.92	6.78	6.46	6.29	6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ร้อยละของกรดแลคติก

ตัวอย่าง	ร้อยละของกรดแลคติกในระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0 วัน	2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน
P-5	0.19	0.19	0.23	0.24	0.24
	0.18	0.19	0.21	0.24	0.24
	0.19	0.20	0.23	0.24	0.24
P-6	0.20	0.21	0.23	0.28	0.29
	0.20	0.21	0.23	0.28	0.29
	0.21	0.21	0.23	0.28	0.29
P-7	0.20	0.23	0.24	0.25	0.25
	0.20	0.23	0.24	0.25	0.25
	0.21	0.24	0.25	0.25	0.25

ตารางที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และรา

	ระยะเวลาที่เก็บรักษา (วัน)				
	0	2	4	6	8
จำนวนยีสต์และรา (cfu/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	1×10^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณความชื้นและของแข็งทั้งหมด

พุดดิ้งนมข้าวโพด

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ถ้วยที่	น้ำหนักกระป๋อง	น้ำหนักกระป๋อง+ตัวอย่าง	น้ำหนักกระป๋อง+ตัวอย่าง (หลังอบครั้งที่ 1)	น้ำหนักกระป๋อง+ตัวอย่าง (หลังอบครั้งที่ 2)
1	17.5040	18.4000	17.8950	17.8645
2	18.2104	19.0020	18.5426	18.5040
3	17.0920	17.9908	17.4880	17.4500

จาก W = น้ำหนักที่หายไป

= (น้ำหนักกระป๋อง+ตัวอย่างก่อนอบ) – (น้ำหนักกระป๋อง+ตัวอย่างหลังอบ)

D = น้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ

= (น้ำหนักกระป๋อง + ตัวอย่างหลังอบ) – น้ำหนักกระป๋อง

(D+W) = น้ำหนักตัวอย่างตั้งต้น

= (น้ำหนักกระป๋อง + ตัวอย่างก่อนอบ) – น้ำหนักกระป๋อง

ถ้วยที่ 1 :

$W = 18.4000 - 17.8645 = 0.5355$

$D = 17.8645 - 17.5040 = 0.3605$

$D+W = 0.3605 + 0.5355 = 0.8960$

$\%\ \text{Moisture (Wet basis)} = \frac{0.5355}{0.8960} \times 100 = 59.7656$

$\%\ \text{Solid} = \frac{0.3605}{0.8960} \times 100 = 40.2343$

ถ้วยที่ 2 :

$W = 19.0020 - 18.5040 = 0.4980$

$D = 18.5040 - 18.2104 = 0.2936$

$D+W = 0.4980 + 0.2936 = 0.7916$

$\%\ \text{Moisture (Wet basis)} = \frac{0.2936}{0.7916} \times 100 = 62.9105$

$\%\ \text{Solid} = \frac{0.4980}{0.7916} \times 100 = 37.0894$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้วยที่ 3 :

W	=	17.9908 – 17.4500	=	0.5408
D	=	17.4500 - 17.0920	=	0.3580
D+W	=	0.3580 + 0.5408	=	0.8988
% Moisture (Wet basis)		$=\frac{0.5408}{0.8988}\times 100$	=	60.1691
% Solid		$=\frac{0.3580}{0.8988}\times 100$	=	39.8308

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับ blank (B1) = 1.4 มิลลิลิตร

blank (B2) = 1.6 มิลลิลิตร ดังนั้น เฉลี่ยเท่ากับ 1.50 มิลลิลิตร

พุดดิ้งนมข้าวโพด

ครั้งที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างพุดดิ้งนมข้าวโพด(E) = 2.0006 กรัม

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (A) = 36.40 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับ blank (B) = 1.50 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค (C) = 0.1 N

คำนวณร้อยละของไนโตรเจน

$$\text{ร้อยละของไนโตรเจน} = \frac{(36.40-1.50)\times 0.1\times 14}{2.0006\times 1000}\times 100$$

$$= 2.44$$

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = 2.44 \times 6.25$$

$$= 15.25$$

ครั้งที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างพุดดิ้งนมข้าวโพด(E) = 2.0452 กรัม

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (A) = 37.00 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับ blank (B) = 1.50 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค (C) = 0.1 N

คำนวณร้อยละของไนโตรเจน

$$\text{ร้อยละของไนโตรเจน} = \frac{(37.00-1.50)\times 0.1\times 14}{2.0452\times 1000}\times 100$$

$$= 2.43$$

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = 2.43 \times 6.25$$

$$= 15.18$$

ครั้งที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างพุดดิ้งนมข้าวโพด(E) = 2.0690 กรัม

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (A) = 36.80 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ไตเตรทกับ blank (B) = 1.50 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค (C) = 0.1 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณร้อยละของไนโตรเจน

$$\text{ร้อยละของไนโตรเจน} = \frac{(36.80-1.50)\times 0.1\times 14}{2.0690\times 1000}\times 100$$

$$= 2.38$$

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = 2.38 \times 6.25$$

$$= 14.87$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณไขมัน

พุดดิ้งนมข้าวโพด

ครั้งที่ 1

น้ำหนักพุดดิ้งนมข้าวโพด	1.0025 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า	101.1416 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์ + crude fat	101.2420 กรัม

น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักถ้วยเปล่า = 101.2420 – 101.1416

= 0.1004 กรัม

จากร้อยละของไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$

$= \frac{0.1004}{1.0025} \times 100$

ร้อยละของไขมัน = 10.01

ครั้งที่ 2

น้ำหนักพุดดิ้งนมข้าวโพด	1.0041 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า	103.6950 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์ + crude fat	103.7899 กรัม

น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักถ้วยเปล่า = 103.7899 – 103.6950

= 0.0949 กรัม

จากร้อยละของไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$

$= \frac{0.0949}{1.1054} \times 100$

ร้อยละของไขมัน = 9.45

ครั้งที่ 3

น้ำหนักพุดดิ้งนมข้าวโพด	1.0250 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า	101.2608 กรัม
น้ำหนักบีกเกอร์ + crude fat	101.3620 กรัม

น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักถ้วยเปล่า = 101.3620 – 101.2608

= 0.1012 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก ร้อยละของไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์รวมcrude fatที่สกัดได้ – น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$

$= \frac{0.1012}{1.0250} \times 100$

ร้อยละของไขมัน = 9.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณเส้นใยหยาบ

พุดดิ้งนมข้าวโพด

ครั้งที่ 1

น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) 1.0056

น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม) 20.4220

น้ำหนักของเส้นใยหยาบ + ขี้เถ้า 1.9858

น้ำหนักเถ้า 1.9564

คำนวณหาร้อยละของปริมาณเส้นใยหยาบ

ร้อยละของเส้นใยหยาบ $= \frac{F_1 - F_2}{F_0} \times 100$

$= \frac{1.9858 - 1.9564}{1.0056} \times 100$

$= 2.9236$

เพราะฉะนั้นร้อยละของเส้นใยหยาบ $= 2.9236$

ครั้งที่ 2

น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) 1.0152

น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม) 20.3490

น้ำหนักของเส้นใยหยาบ + ขี้เถ้า 1.9962

น้ำหนักเถ้า 1.9682

คำนวณหาร้อยละของปริมาณเส้นใยหยาบ

ร้อยละของเส้นใยหยาบ $= \frac{F_1 - F_2}{F_0} \times 100$

$= \frac{1.9962 - 1.9682}{1.0152} \times 100$

$= 2.7580$

เพราะฉะนั้นร้อยละของเส้นใยหยาบ $= 2.7582$

ครั้งที่ 3

น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) 1.0602

น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม) 20.6015

น้ำหนักของเส้นใยหยาบ + ขี้เถ้า 1.9975

น้ำหนักเถ้า 1.9706

คำนวณหาร้อยละของปริมาณเส้นใยหยาบ

ร้อยละของเส้นใยหยาบ $= \frac{F_1 - F_2}{F_0} \times 100$

$= \frac{1.9975 - 1.9706}{1.0602} \times 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 2.5372

เพราะฉะนั้นร้อยละของเส้นใยหยาบ = • 2.5372

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

พุดดิ้งนมข้าวโพด

ถ้วยที่	น้ำหนักครูซิเบิล	น้ำหนักครูซิเบิล + ตัวอย่าง (ก่อนเผา)	น้ำหนักครูซิเบิล + ตัวอย่าง (หลังเผา)
1	20.0054	20.7504	20.0521
2	20.2158	20.9855	20.2694

ถ้วยที่ 1 :

น้ำหนักตัวอย่าง = 0.7450

ร้อยละเถ้า = $\frac{20.0521 - 20.0054}{0.7450} \times 100$ = 6.284

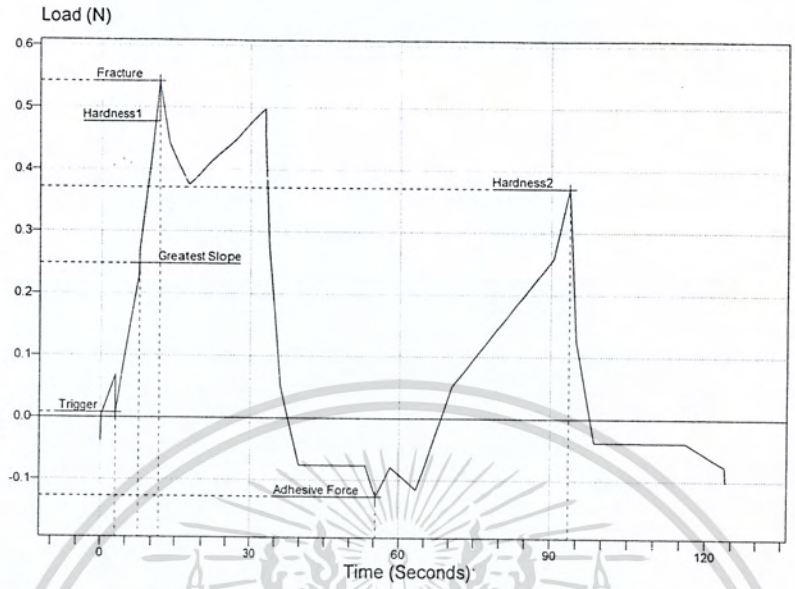
ถ้วยที่ 2 :

น้ำหนักตัวอย่าง = 0.7797

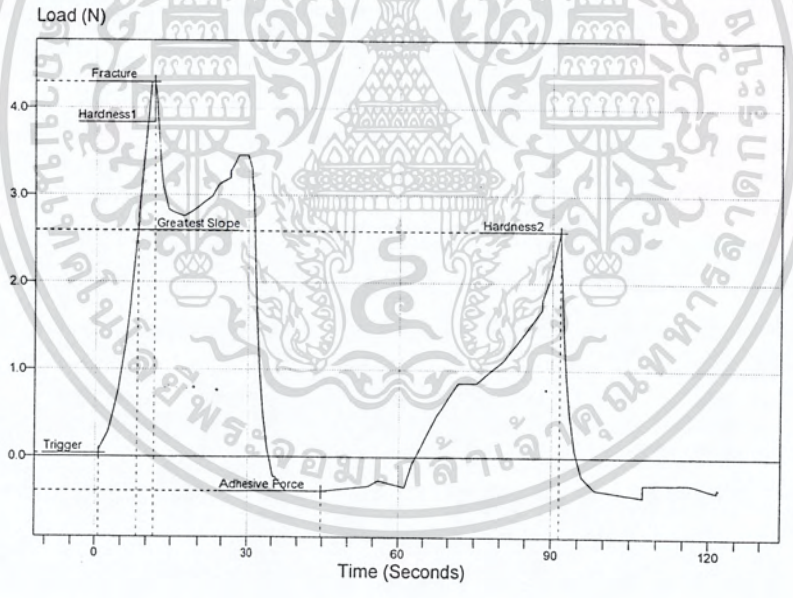
ร้อยละเถ้า = $\frac{20.2694 - 20.2158}{0.7797} \times 100$ = 6.8744

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

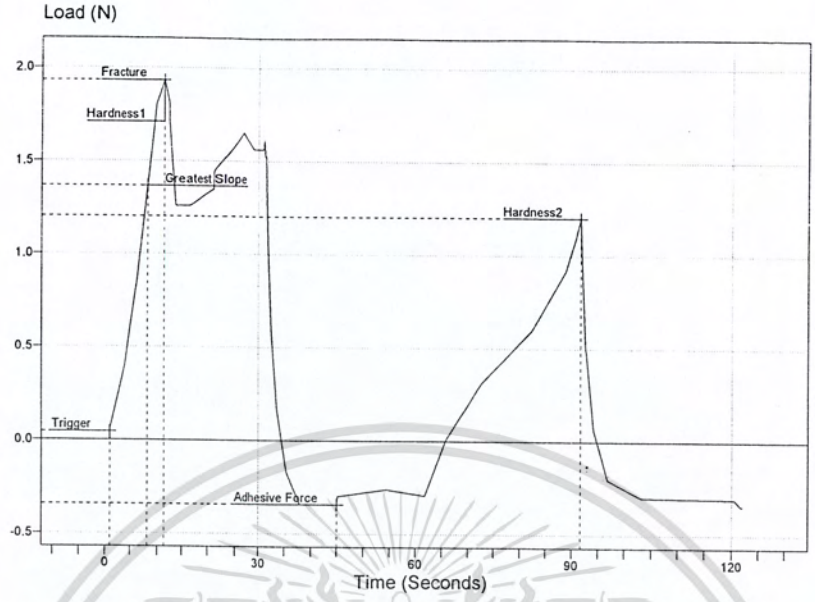


รูปที่ 1 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งนม

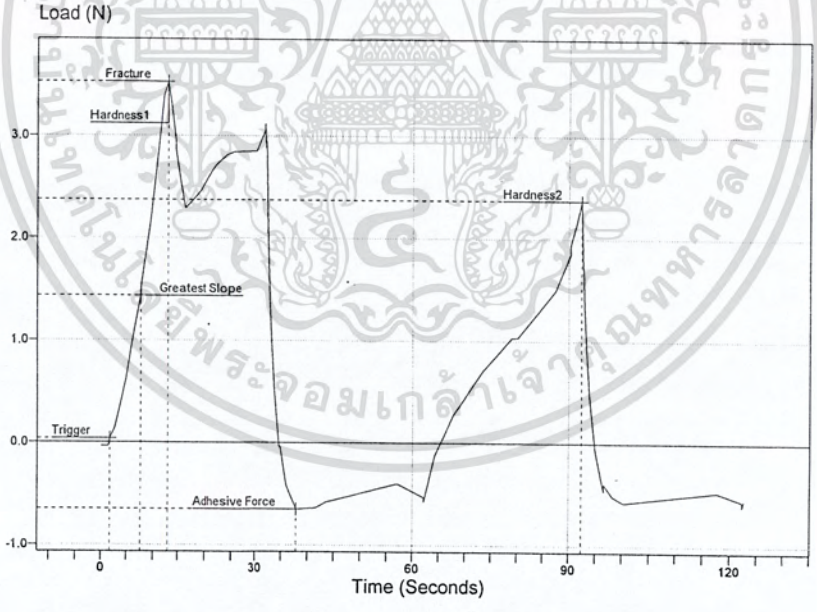


รูปที่ 2 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดสูตรร้อยละ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

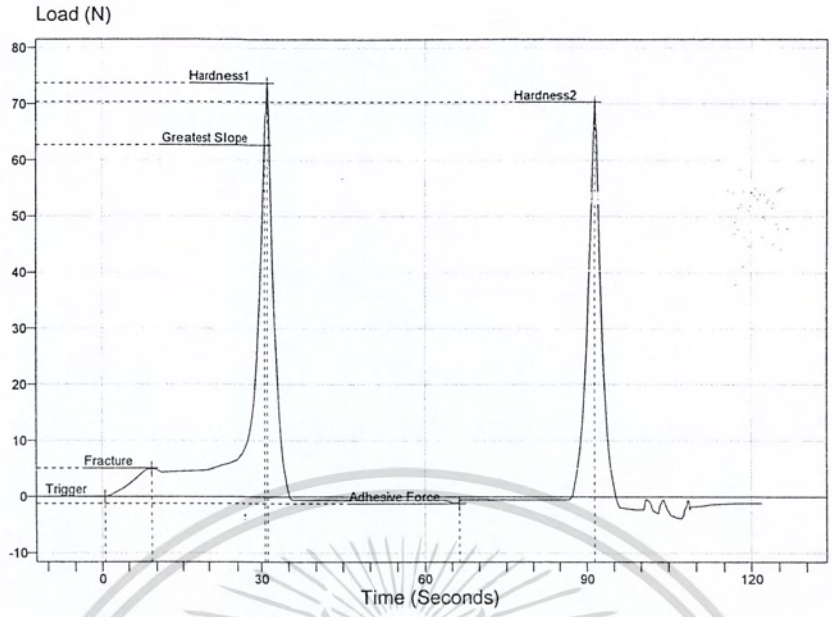


รูปที่ 3 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดสูตรร้อยละ 30

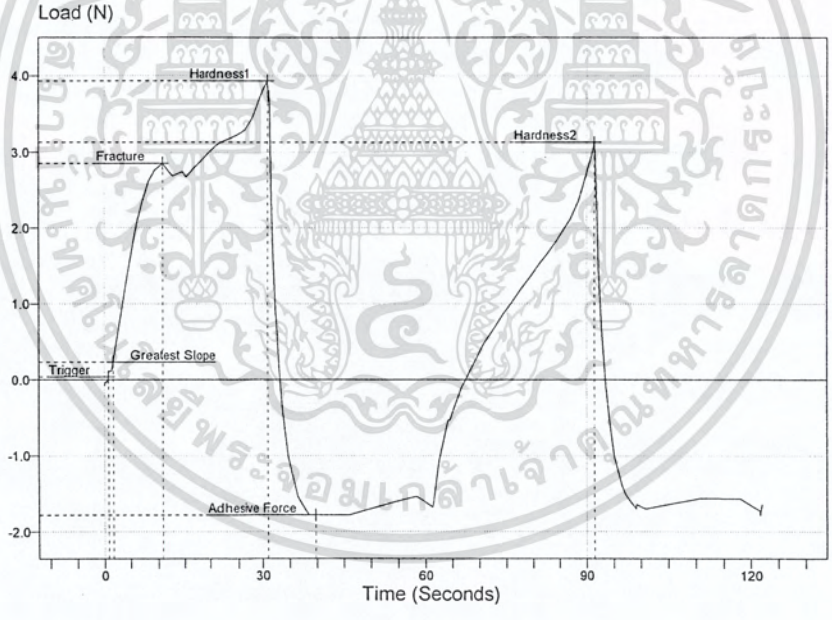


รูปที่ 4 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดสูตรร้อยละ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

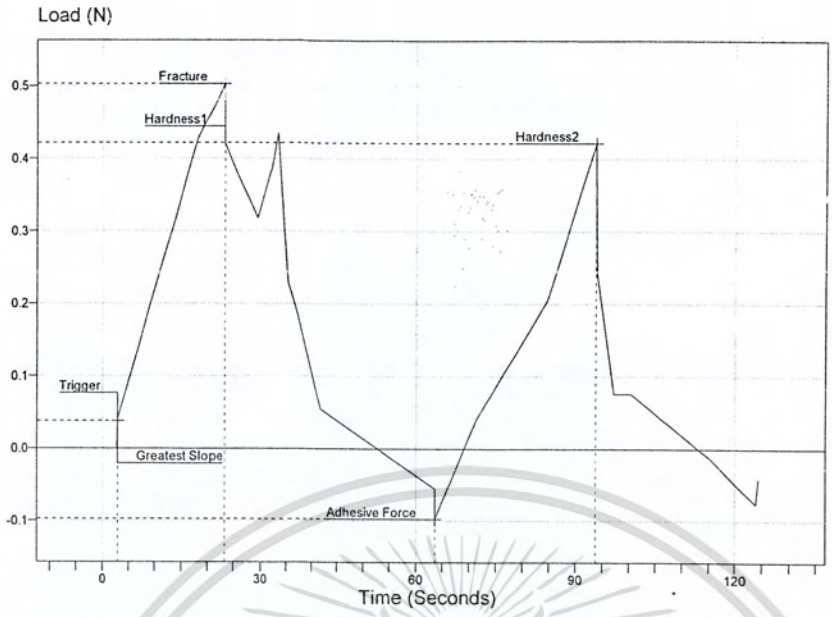


รูปที่ 5 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดสูตรร้อยละ 50

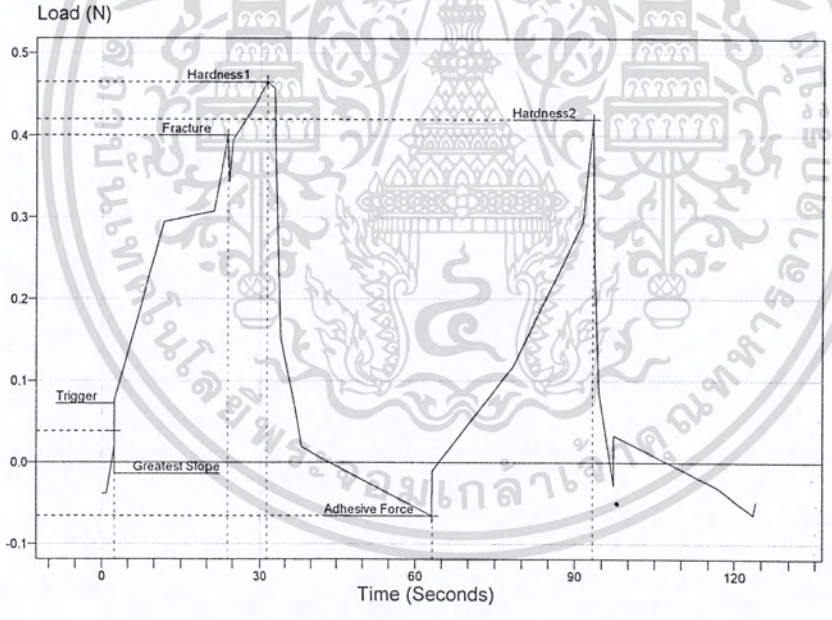


รูปที่ 6 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดสูตรร้อยละ100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

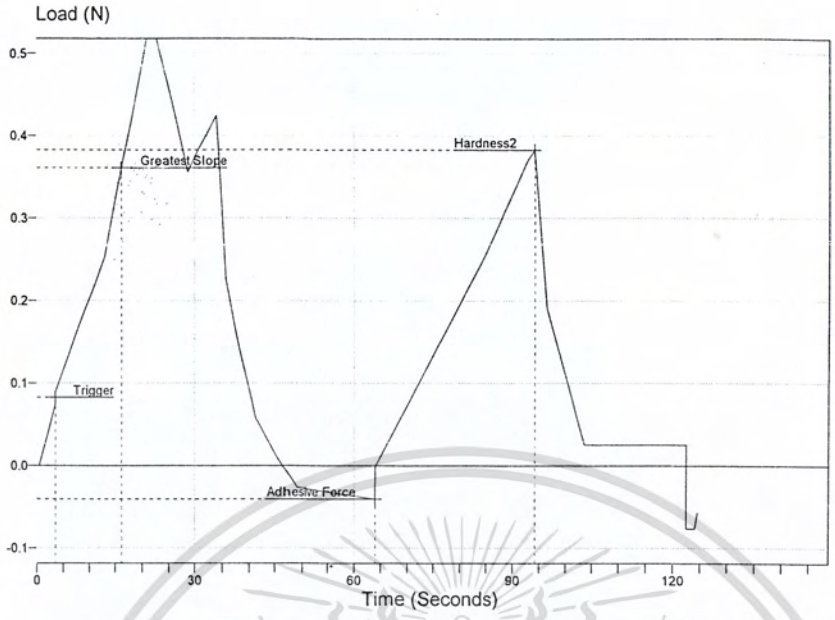


รูปที่ 7 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก วันที่ 2

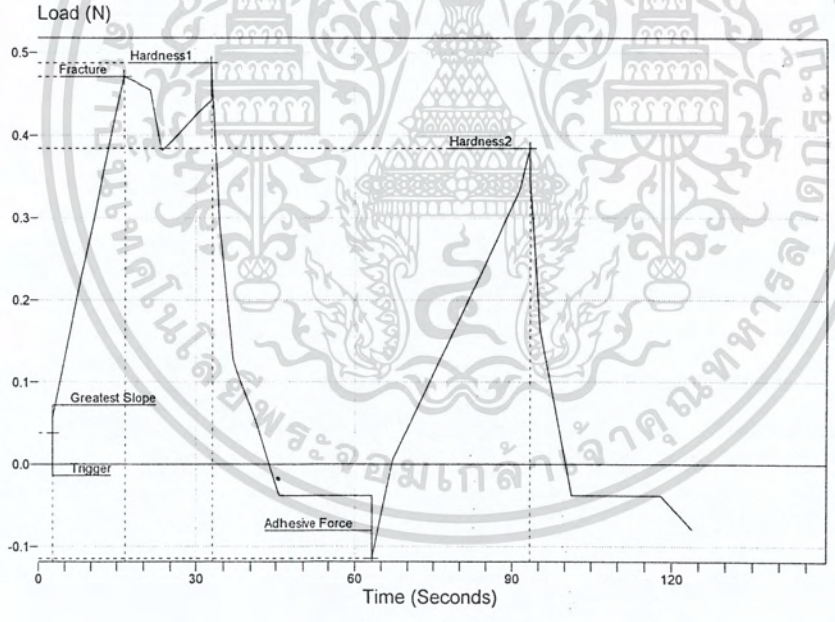


รูปที่ 8 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก วันที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก วันที่ 6



รูปที่ 10 กราฟแสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของพุดดิ้งผสมนมข้าวโพดโพรไบโอติก วันที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้