สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติก
และแซคคาโรมัยซีส เซอริวิซิอี

KEFIR FERMENTATION OF CORN MILK WITH MIXED CULTURES OF LACTIC ACID BACTERIA AND *Saccharomyces cerevisiae*

โดย

นางสาวเกตุแก้ว ตอบุคดี
นายสุวัฒน์ เมตรเจริญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 600581
วัน,เดือน,ปี 26 ส.ย. 2549
.b 1178213
.i.....

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง การหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติกและแซคคาโรมัยซีส เซอริวิซีอี

Kefir fermentation of corn milk with mixed cultures of lactic acid bacteria and *Saccharomyces cerevisiae*

ชื่อ-สกุล นางสาวเกตุแก้ว ตอบุดดี

นายสุวัฒน์ เนตรเจริญ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติกและแซคคาโรมัยซีส เซอริวิซีอี เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักคีเฟอร์ และเลือกอายุการหมักที่เหมาะสมเพื่อหมักคีเฟอร์และพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ เพื่อศึกษาการยอมรับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 20 คน

การศึกษาเริ่มต้นโดยการเตรียมน้ำนมข้าวโพดปรุงสูตรด้วยน้ำตาลและนมผง 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้กล้าเชื้อ 3 ทรีทเมนต์ คือ ทรีทเมนต์ที่ 1 *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Saccharomyces cerevisiae* ทรีทเมนต์ที่ 2 *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* และทรีทเมนต์ที่ 3 *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าเชื้อที่เหมาะสมที่จะนำไปศึกษาต่อคือ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 ผสมกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 37 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส และอายุการหมักที่เหมาะสมคือ 12 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.5 เมื่อสิ้นสุดอายุการหมักที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 15.5 เมื่อสิ้นสุดอายุการหมักที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 11 ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาของการหมักที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.4 และสิ้นสุดอายุการหมักที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.58 ซึ่งสรุปได้ว่า การหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส กิจกรรมการหมักเกิดได้เร็วกว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง และจากการศึกษาจำนวนเซลล์ของแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่า การเจริญของเชื้อยีสต์ในอาหาร Potato dextrose agar (PDA) และการเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในอาหาร Lactobacillus MRS Agar (MRS) มีค่าเท่ากับ 1.57×10^6 และ 1.10×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร การพัฒนาคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยผสม วุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน โดยรวมแล้วคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมว่านหางจระเข้มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด และจากการศึกษาทดลองมีข้อแนะนำในเรื่องการเลือกซื้อข้าวโพดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบควรเลือกซื้อจากแหล่งเดียวกันตลอดการทดลอง และเลือกข้าวโพดระยะน้ำนมเพื่อลดจำนวนแป้งที่มีในเมล็ดข้าวโพด และปรับปรุงในเรื่องกลิ่นที่เกิดจากการหมัก ควรศึกษาถึงสัดส่วนการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ต่อการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักและควรมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาคีเฟอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ โดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นมณี ขวัญเมือง ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาแนะนำในการวางแผนการทดลองและการทดลอง ตลอดจนการถ่ายภาพการทดลองต่าง ๆ ผู้จัดทำต้องขอบคุณ คุณบารมี ทองใบน้อย และคุณอนุสรณ์ เมินแก้ว ที่ให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง และขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการค้นหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการหมักดีเฟอร์เป็นอย่างดี จนทำให้ปัญหาพิเศษนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดีจึงใคร่ขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้ชีวิตการศึกษาและกำลังใจ ตลอดจนทุนทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษ ครู อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจโดยตลอด และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวเกตุแก้ว ตอบุคดี
นายสุวัฒน์ เนตรเจริญ
มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ผลิตภัณฑ์นมหมัก	4
2.2 คีเฟอร์	10
2.3 เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการหมักคีเฟอร์	14
2.4 การผลิตคีเฟอร์	17
2.5 ข้าวโพด	19
2.6 น้ำนมข้าวโพด	24
2.7 การพัฒนาเครื่องดื่มคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด	27
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	29
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	29
3.2 วิธีการดำเนินการ	30
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	31
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล..... 32
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 47
บรรณานุกรม..... 49
ภาคผนวก..... 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่แยกได้จากเครื่องดื่มคีเฟอร์และคีเฟอร์เกรน..... 14

2 แสดงคุณค่าทางอาหารของน้ำนมข้าวโพด..... 27

3 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง..... 33

4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง..... 36

5 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 ชั่วโมง..... 39

6 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้ความชอบคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้กล้าเชื้อผสมของ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 ร่วมกับ *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง และ 37 °c 42

7 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 ผสมกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* 43

8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด..... 45

ตารางผนวกที่

1 สูตรการเตรียมน้ำนมข้าวโพด..... 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของคีเฟอร์เกรน	12
2	การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในคีเฟอร์เกรน	13
3	แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Pediococcus* จากกล้องจุลทรรศน์ชนิด Scanning electron	15
4	แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Lactobacillus* จากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา และ Scanning electron	15
5	แสดงลักษณะของเชื้อยีสต์ *Sacharomyces cerevisiae*	16
6	การผลิตคีเฟอร์โดยใช้กล้าเชื้อ	18
7	กระบวนการผลิตคีเฟอร์รูปแบบใหม่	19
8	ฝักข้าวโพดชนิดต่างๆ (จากซ้ายไปขวา) ข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวบุบ ข้าวโพดแป้ง ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดคั่ว	21
9	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	33
10	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	34
11	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	35
12	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	37
13	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	38
14	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง	38
15	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

16 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง..... 40

17 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง..... 41

18 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง..... 43

19 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง..... 44

20 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง..... 44

ภาพผนวกที่

1 ข้าวโพดหวาน..... 58

2 น้ำนมข้าวโพด..... 58

3 กล้าเชื้อคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด..... 59

4 คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่อายุการหมัก 12 ชั่วโมง..... 59

5 คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดสูตร ชุดควบคุม ผสมวุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน..... 60

6 ลักษณะเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์จากการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด..... 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

โยเกิร์ตบัวหิมะหรือคีเฟอร์ (kefir) เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับโยเกิร์ตแต่แตกต่างกันตรงหัวเชื้อที่ใช้ในการหมัก (http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm) การหมักคีเฟอร์เป็นการหมักเพื่อผลิตกรดแลคติกและแอลกอฮอล์ ซึ่งนิยมผลิตกันมากในแถบยุโรปตะวันออก ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดนี้ผลิตจากนมโดยใช้คีเฟอร์เกรน ซึ่งคีเฟอร์เกรนมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ขนาดประมาณ 0.3 – 2.0 เซนติเมตร หรือใหญ่กว่าเล็กน้อย รูปร่างไม่สม่ำเสมอผิวนอกมักจะยับยู่ยี่เกาะกันเป็นกลุ่มคล้ายข้าวสุกหรือคล้ายกับกะหล่ำดอกเม็ดเหล่านี้เป็นอนุภาคของแข็งของนมที่แห้งมีจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ ยีสต์ที่หมักน้ำตาลแลกโตส แบคทีเรียกรดแลคติก Streptococci, Lactobacilli และ Micrococci รวมกันอยู่โดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีหน้าที่ต่างกัน คีเฟอร์เกรนสามารถหมักซ้ำได้หลายครั้ง สำหรับยีสต์จะให้กลิ่นรสในลักษณะเฉพาะแก่คีเฟอร์ คือ มีแอลกอฮอล์เล็กน้อยและมีฟองอีกด้วย เมื่อเติมคีเฟอร์เกรนลงไปในนมจะพองออกและเปลี่ยนเป็นสีขาวมีลักษณะเป็นเมือก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายเยลลี่ คีเฟอร์เกรนจะถูกแยกออกไปหลังจากการหมัก และอาจใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักครั้งต่อไป ซึ่งคีเฟอร์เกรนเหล่านี้จะมี กิจกรรมต่อไปอีกมากกว่าหนึ่งปีแต่ถ้าเก็บไว้ในตู้เย็นจะอยู่ได้อีกประมาณหนึ่งสัปดาห์เท่านั้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 : 470)

การหมักคีเฟอร์คล้ายกับการหมักโยเกิร์ตเพียงแต่การหมักโยเกิร์ตนั้นอาศัยแบคทีเรียกรดแลคติกเพียงอย่างเดียวแต่คีเฟอร์นั้นจะใช้เชื้อแบคทีเรียรวมกับยีสต์ในการหมัก ในระหว่างการหมักนั้นยีสต์ช่วยให้เกิดแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะทำให้ได้ลักษณะที่เรียกว่าคีเฟอร์ ในการเพาะเลี้ยงคีเฟอร์เกรนทำได้โดยการผสมเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ เนื่องจากเชื้อเหล่านี้มีสารอาหารพวกโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ในการหมักคีเฟอร์จะหมักที่อุณหภูมิห้องซึ่งในขั้นตอนการหมักทุกๆ ครั้งจะต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน (http://www.tempeh.info/Fermentation/lactic-acid-fermentation.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น แบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria : LAB) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบมากในอาหารหมักหลายประเภทและยังพบในร่างกายคนและสัตว์ ประโยชน์ที่ได้รับจากการหมักจะช่วยในการถนอมอาหารให้เก็บรักษาไว้ได้นาน การผลิตอาหารหมักจากผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม (diary products) เช่น นมเปรี้ยว โยเกิร์ต และคีเฟอร์ ซึ่งคีเฟอร์จัดเป็นนมเปรี้ยวที่มีทั้งกรดและแอลกอฮอล์ เกิดจากการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น แบคทีเรียกรดแลคติก และเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* (ปิ่นมณี ขวัญเมือง, 2547 : 62-69) นอกจากคีเฟอร์จะเตรียมได้จากน้ำนมจากสัตว์แล้วยังสามารถเตรียมได้จากน้ำนมพืช เช่น น้ำนมจากธัญพืชโดยเฉพาะน้ำนมข้าวโพด เนื่องจากน้ำนมข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ให้คุณค่าทางอาหารด้านพลังงานสูง เพราะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก และยังมีโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ วิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (สุโขทัยธรรมาธิราช มหาวิทยาลัย, 2534 : 296) การดื่มคีเฟอร์ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของ ร่างกาย โดยมีการทดลองใช้กับผู้ป่วยโรคเอดส์ เริม และมะเร็ง แล้วพบว่า *อาการดีขึ้นแต่ยังไม่เห็นผลแน่ชัดรวมทั้งยังลดอาการเครียดหรือปัญหาการนอนไม่หลับอีกด้วย* คนดื่มคีเฟอร์เข้าไป แล้วจะทำให้ระบบการขับถ่ายดี ลำไส้มีบัตัวได้ดีขึ้นช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารทำให้มีสุขภาพดีขึ้น นอกจากการหมักคีเฟอร์เพื่อดื่มแล้ว ยังมีการทดสอบนำไปใช้ในด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น ผลิตผักกาดดอง ชีส ขนมปัง เค้ก เบียร์ เป็นต้น โดยเฉพาะการนำมาใช้ในด้านเครื่องสำอาง ได้มีการยืนยันในผู้ที่ทดลองใช้คีเฟอร์เป็นเครื่องสำอางทาบนใบหน้าแล้วพบว่าช่วยขจัดปัญหาของ สิวอักเสบ รวมทั้งช่วยกระชับรูขุมขนบนใบหน้าให้ดีขึ้นทำให้ใบหน้าต่งตึงดูอ่อนเยาว์ยิ่งขึ้น (*http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm*)

ข้าวโพดมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* ชาวลาตินอเมริกันใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก ข้าวโพด (Zea mays) เป็นธัญพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ชาวไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารว่างและอาหารหวานโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวโพดหวาน ส่วนพันธุ์ที่ปลูกกันมากและส่งขายไปต่างประเทศเป็นพันธุ์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังนำข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น แป้ง สตาร์ช ไซรัป น้ำตาล เบียร์ และวิสกี้ ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ให้คุณค่าทางอาหารด้านพลังงานสูง เพราะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (จิตธนา แจ่มเมฆ อรอนงค์ นัยวิกุล และปริศนา สุวรรณาภรณ์, 2539 : 355) ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่ให้แคลอรีและให้วิตามินเอสูงที่สุดในบรรดาธัญพืชทั้งหมดมีโปรตีนมากกว่าข้าวเจ้าแต่น้อยกว่าข้าวสาลี ปัจจุบันคนนิยม แปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่ม เนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่า นมข้าวโพด (corn milk) มีรสหวานมันหอมอร่อยดื่มแล้วสดชื่นอุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งยังมีสรรพคุณทางยามากมายไม่ว่าจะใช้เป็นยาบำรุงร่างกาย บำรุงหัวใจ บำรุงปอด ขับปัสสาวะ (อนัญญา เหลืองอรุณ, 2547 : http://www.maleeicorn.com/icare.asp)

การศึกษาถึงการหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดจึงเป็นแนวทางหนึ่งของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมหมักโดยใช้น้ำนมข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวโพดตลอดจนเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ผ่านการหมักชนิดใหม่เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติก *และแซคคาโรมัยซีส เซอริวิซิอี*

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดและเลือกอายุการหมักที่เหมาะสม

3. หมักคีเฟอร์โดยใช้อายุการหมักที่เหมาะสมและพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์

4. ศึกษาการยอมรับคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึกฝน

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. สกัดน้ำนมข้าวโพดและเตรียมส่วนผสมน้ำนมข้าวโพดเพื่อใช้ในการหมักคีเฟอร์

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพด

3. *ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์คีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดโดยกลุ่มตัวแทนของผู้บริโภคที่*ไม่ผ่านการฝึกฝน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบกระบวนการผลิตคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดโดยใช้กล้าเชื้อ

2. ทราบการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักคีเฟอร์ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพ

3. สามารถอาหลักการและกระบวนการผลิตไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภัณฑ์นมหมัก (Fermented Milk Products)

การหมักนมเป็นการถนอมอาหารขณะเดียวกันเป็นการเปลี่ยนนมให้มีกลิ่นรสหรือลักษณะต่างไปจากเดิม ตลอดจนทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นโดยใช้หัวเชื้อแลคติกเริ่มต้น นั่นคือเป็นการหมักแบบแลคติก (Lactic fermentation) ผลิตภัณฑ์นมหมัก มีหลายชนิด ได้แก่ นมเปรี้ยว เนยแข็ง นมเปรี้ยวซึ่งมีรสเปรี้ยวเกิดจากการหมักนมพาสเจอร์ไรซ์ด้วยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก จึงสามารถหมักน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรดแลคติกได้และกรดนี้ไปทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนเป็นลิ่มเละๆ ที่เรียกว่า เคิร์ด (Curd) มีรสเปี้ยวและมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ผลิตภัณฑ์นมหมักที่นิยมในปัจจุบัน ได้แก่ โยเกิร์ต นมบัตเตอร์ และนมคีเฟอร์ เป็นต้น (ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต, 2536 : 247)

2.1.1 โยเกิร์ต (Yogurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เตรียมได้จากนมหลายชนิด อาจเป็นนมสด นมขาดมันเนย นมข้น หรือนมคืนรูปจากนมผงที่ขาดหรือพร่องมันเนยหรือผลิตภัณฑ์นมอื่นๆหรือส่วนผสมของนมเหล่านี้ผสมเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สัดส่วนขององค์ประกอบที่ถูกต้องสำหรับโยเกิร์ตชนิดหนึ่งๆ โดยอาศัยการเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโทสให้เป็นกรดแลคติกของเชื้อ *Lactobacillus bugalicus* และเชื้อ *Streptococcus thermophillus* (วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532 : 209)

ก. ชนิดของโยเกิร์ต

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ตอาศัยหลักการดังต่อไปนี้

1. มาตรฐานกฎหมาย จำแนกโยเกิร์ตตามปริมาณของไขมันในโยเกิร์ต ออกเป็นโยเกิร์ตไขมันเต็ม (full fat yogurt) มีไขมันนมน้อยกว่า 3.25 เปอร์เซ็นต์ โยเกิร์ตไขมันต่ำ (low fat yogurt) มีไขมันระหว่าง 0.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ และโยเกิร์ตพร่องไขมัน (nonfat yogurt) มีไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยโยเกิร์ตทุกชนิดจะต้องมีปริมาณของของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันนม 8.25 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดแลคติกมากกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สารเสริมต่างๆ ที่เติมเข้าไปต้องมีคุณค่าทางโภชนาการโดยสารให้ความหวาน (sweeteners) สารให้สี (coloring) สารคงรูป (stabilizer) หรือส่วนผสมผลไม้ (fruit preparation) จะต้องมีคุณภาพสูง

ข. หัวเชื้อโยเกิร์ต

ในการผลิตโยเกิร์ตจะใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตที่เป็น *Lactobacillus bugalicus* และ *Streptococcus thermophillus* ในสัดส่วนที่เท่ากัน โดยหากหัวเชื้อโยเกิร์ตอยู่ในรูปเยือกแข็งจะต้องบ่มหัวเชื้อเป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส หรือนาน 11 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส หรือ 14-16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียส เสียก่อน และหากเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันแล้วจึงผสมกันก่อนการใช้จะทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีที่สุด ส่วนปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งสองที่ต้องใช้ในการหมักยังไม่มีมาตรฐานกำหนดแน่นอน เพียงมีการศึกษาถึงปริมาณของหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใส่ต่อคุณภาพของโยเกิร์ตที่ผลิตได้

หัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะต้องมีจำนวนของแลคติกแอซิดแบคทีเรียมากพอเพียงกับการผลิตแล้วยังจะต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกัน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในตอนเริ่มต้นอัตราส่วนของ *Lactobacillus bugalicus* และ *Streptococcus thermophillus* จะเท่ากับ 1:1 ในระหว่างการหมักอัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของการหมัก เวลาที่ใช้ในการหมัก สภาพกรดของนม ความร้อนที่ใช้ฆ่าเชื้อในนม ปริมาณของหัวเชื้อที่ใส่ เป็นต้น หากอัตราส่วนนี้ไม่เป็น 1:1 เราก็อาจจะทำให้จำนวนของ *Streptococcus thermophillus* เพิ่มขึ้นโดยการลดอุณหภูมิหรือเวลาที่ใช้ในการหมักหรืออาจเพิ่มจำนวนของ *Lactobacillus bugalicus* โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือเวลาที่ใช้ในการบ่มหรือหมัก เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การสร้างกรดของ *Lactobacillus bugalicus* และ *Streptococcus thermophillus* เป็น 45 องศาเซลเซียส และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต, 2536 : 247)

ค. กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ ได้แก่ โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (set yogurt) และโยเกิร์ตแบบคน (stirred yogurt) กล่าวคือโยเกิร์ตแบบอยู่ตัวเป็นโยเกิร์ตที่การหมักเกิดขึ้นในภาชนะบรรจุภายหลังการเติมจุลินทรีย์ ลักษณะของโยเกิร์ตที่ได้เป็นเนื้อเดียวกัน และมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว ส่วนโยเกิร์ตแบบคนเป็นโยเกิร์ตที่เกิดการหมักเกิดขึ้นในถังหมักจนได้ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียบร้อยแล้วจึงบรรจุในภาชนะลักษณะของโยเกิร์ตที่ได้จะแตกหรือแยกจากกันก่อนบรรจุหรือก่อนนำไปผ่านความเย็น

ง. กลิ่นรส

โยเกิร์ตจำแนกตามการเติมกลิ่นรสออกเป็นโยเกิร์ตธรรมดา (plain/natural yogurt) กับโยเกิร์ตเสริมกลิ่นรส (flavored yogurt) กล่าวคือ โยเกิร์ตธรรมดาเป็นโยเกิร์ตที่ไม่เติมกลิ่นรสหรือสีใดๆ เป็นวิธีดั้งเดิมที่ผู้บริโภคจะได้กลิ่นรสตามธรรมชาติของโยเกิร์ตที่มีรสเปรี้ยวแหลม แต่บางกรณีก็มีการเติมน้ำตาลกลายเป็นโยเกิร์ตธรรมดาชนิดหวาน ("sweet" plain yogurt) ซึ่งโยเกิร์ตธรรมดามีทั้งที่เป็นแบบอยู่ตัวและแบบคนส่วนโยเกิร์ตเสริมกลิ่นรสนั้นเป็นโยเกิร์ตที่เติมกลิ่นรสหรือสี ซึ่งอาจเป็นแบบซันเด (Sundae style) หรือแบบสวิส (Swiss style)

จ. กระบวนการหลังการหมัก

เมื่อการหมักสิ้นสุดลงโยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปจำหน่ายหรืออาจดัดแปลงให้มีกลิ่นรส รูปทรง (body) เนื้อสัมผัส (texture) หรือคุณสมบัติอื่นๆ ต่างๆ กันออกไป เช่น อาจนำไปผ่านความร้อน ทำให้แห้ง ทำให้เหลว ทำให้เข้มข้น เติมสารให้ความหวาน สารคงรูป สารให้สี หรือแปรรูปเป็นโยเกิร์ตเยือกแข็ง (frozen yogurt) โยเกิร์ตกึ่งเหลว (soft-serve yogurt) หรือบรรจุในกล่องเป็นฮาร์ดแพคโยเกิร์ต (hardpack yogurt) พูชอัพส์ (push-ups) สกิ๊พพีคัพ (skippy cups) หรือ เททระแพกส์ (tetrapacks) นอกจากนี้อาจเติมหัวเชื้อเข้มข้นของ *Lactobacillus bugalicus* เข้าไปในโยเกิร์ตหลังจากบ่มแล้ว เพื่อทำเป็น แอสิโดฟิลัสโยเกิร์ต (acidophillus yogurt) หรืออาจใช้น้ำมันข้าวโพดไม่อิ่มตัวผลิตโยเกิร์ต หรืออาจทำเป็นโยเกิร์ตเสริมวิตามิน หรือทำเป็นโยเกิร์ตผง (instant yogurt) ก็ได้

2.1.2 ยาคูลท์ (Yakult)

ยาคูลท์เป็นนมเปรี้ยวที่ทำจากหางนมที่เติมเชื้อ *Lactobacillus casei shirota* วิธีการผลิตยาคูลท์ทำโดยใช้นมผงพร่องไขมันร้อยละ 52 ของส่วนผสมทั้งหมดและเติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 18 แล้วเติมจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei shirota* จำนวน 8.0×10^9 เซลล์/มิลลิลิตร เพื่อให้ *Lactobacillus casei shirota* ย่อยแลกโทสในนมให้เป็นกรดแลคติกและสารให้กลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ยาคูลท์ที่ได้จะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อยและมีกลิ่นรสนม มีเนื้อสัมผัสที่เหลวไม่ข้นแบบโยเกิร์ต ใช้ดื่มเพื่อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* ในระบบทางในอาหารของร่างกายให้มีปริมาณมากพอในการช่วยผลิตกรดแลคติกเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ปนเปื้อนอื่นๆ ใช้เป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมสุขภาพและเป็นการบำบัดโรคเพื่อลดปัญหาระบบการย่อยอาหารผิดปกติ นอกจากนี้ในประเทศญี่ปุ่นยังใช้หางนมผสมกับเซลล์ที่ยังคงมีชีวิต *Lactobacillus casei shirota* จำนวน 10^8 เซลล์/มิลลิลิตร สาหร่ายคลอเรลลาและวิตามินซีเพื่อดื่มบำรุงร่างกาย

2.1.3 นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัส (Aacidophillus Milk)

*นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัส*เป็นนมเปรี้ยวชนิดหนึ่งทำจากนมเติมเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ของ *Lactobacillus acidophillus* ใช้เป็นเครื่องดื่มบำบัดโรคเพื่อลดปัญหาระบบย่อยอาหารผิดปกติ โดยปกติแลกโทสในนมซึ่งเป็นไดแซ็กคาไรด์จะถูกดูดซึมอย่างช้าๆ และไม่ถูกย่อยในระบบย่อยอาหารจะถึงลำไส้ ซึ่งจะถูกย่อยโดย *Lactobacillus acidophillus* ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ให้เป็นกรดแลคติก ซึ่งสภาวะที่เป็นกรดนี้จะทำให้จุลินทรีย์พวกพิวทรีแฟคทิฟที่สร้างแก๊ส (gas-forming putrefactive organisms) ในลำไส้ไม่เจริญหรือขยายพันธุ์ต่อ จึงใช้หลักนี้ในการทำนมเปรี้ยว แอสิโดฟิลัสที่มีรสเปรี้ยวและมีเซลล์ที่มีชีวิตของ *Lactobacillus acidophillus* ดังกล่าวเพื่อใช้ดื่มเป็นอาหารเสริมเพื่อสุขภาพและบำบัดรักษาโรค

นมที่ใช้ทำนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสเป็นนมเต็มรูป นมพร่องไขมันหรือนมไขมันต่ำ ส่วนหัวเชื้อแอสิโดฟิลัส (acidophillus cell concentrate) ที่ใช้ใส่ลงในน้ำนม เตรียมโดยการเพาะเลี้ยง *Lactobacillus acidophillus* ให้เจริญเติบโตดีและมีจำนวนเซลล์มากพอเพียงกับขนาดของการผลิตแล้วนำอาหารเลี้ยงเชื้อนี้ไปปั่นแล้วถ่ายเซลล์ใส่ลงในนมที่ปรับอุณหภูมิเป็น 5 องศาเซลเซียส

หลักในการผลิตนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสทำโดยนำนมไปผ่านความร้อนอุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือ 145 องศาเซลเซียส นาน 2-3 วินาที ก่อนใส่เชื้อ *Lactobacillus acidophillus* ทั้งนี้เนื่องจาก *Lactobacillus acidophillus* เป็นจุลินทรีย์ที่มีการย่อยช้าแต่ทำให้เจริญเติบโตได้เร็วขึ้นโดยการใช้ความร้อนระยะเวลาสั้น จากนั้นบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส จนได้ พีเอช 4.7หรือวัดกรดแลคติก ได้ร้อยละ 0.65 ก็จะหยุดการบ่มเพื่อทำให้เซลล์ยังคงมีชีวิตอยู่โดยการทำให้เย็นทันทีที่ 5 องศาเซลเซียส ก็จะได้นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสพร้อมที่จะบรรจุลงในขวด และเก็บที่ 5 องศาเซลเซียส ได้นานประมาณ 3-4 สัปดาห์ ซึ่งนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสที่สดใหม่จะมีเซลล์ที่ยังคงมีชีวิตอยู่ของ *Lactobacillus acidophillus* อยู่อย่างน้อย 5.00 x 10^6 เซลล์/ มิลลิลิตร แต่จำนวน จุลินทรีย์ที่ยังคงมีชีวิตอยู่จะลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บ จะเห็นว่า หลักในการทำนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสคล้ายคลึงกับการทำโยเกิร์ต ต่างกันตรงที่มีการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมต่างๆ ให้เหมาะสมกับจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสที่ได้หากทำการบ่มต่ออีกก็จะทำให้มีสภาพกรดเพิ่มขึ้นมากกว่า ร้อยละ 1 อย่างไรก็ตามนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสที่ผลิตด้วยวิธีดังกล่าว อาจมีรสเปรี้ยวมากเกินไปสำหรับ ผู้บริโภคบางคน จึงมีการผสมนมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสกับนมเปรี้ยวบัตเตมิลค์ (cultured buttermilk) เพื่อให้มีรสเปรี้ยวน้อยลง โดยการใช้จุลินทรีย์ผสมชนิดที่มีจุลินทรีย์อย่างน้อย 2 ชนิด เช่น *Lactobacillus acidophillus* กับ *Streptococcus lactis* ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นไบโอเกิร์ต (bioghurt) ที่มีรสเปรี้ยวน้อยกว่านมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัส นอกจากนี้ยังอาจทำให้นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสมีกลิ่นรสต่างๆ โดยใช้ส่วนผสมของจุลินทรีย์ต่างๆ กัน หรืออาจใช้ *Lactobacillus acidophillus* (Bifidobacterium) bifidus แทน *Lactobacillus acidophillus* ก็ได้ นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสที่ได้จะมีอายุการเก็บประมาณ 3-4 สัปดาห์ หากเก็บแช่เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บและขนส่งจะไม่มีการหมักเกิดขึ้นแต่อย่างไร ทำให้ได้นมเปรี้ยวแอสิโดฟิลัสมีรสหวานของนมและมีเซลล์ที่ยังคงมีชีวิตอยู่ของ *Lactobacillus acidophillus* อยู่ด้วย

2.1.4 นมเปรี้ยวคูมิส (Koumiss)

นมเปรี้ยวคูมิส เป็นนมเปรี้ยวชนิดหนึ่งที่ได้จากการหมักแบบกรดและแอลกอฮอล์ คล้ายกับนมเปรี้ยวคีเฟอร์ ต่างกันที่ใช้นมม้าแทนนมวัวเท่านั้น นิยมใช้ในประเทศรัสเซีย ในการรักษาวัณโรคปอด ขนาดที่ใช้ดื่มเป็น 1.4 ลิตรต่อวัน นาน 2 เดือน แต่เนื่องจากนมเปรี้ยวคูมิสมีแอลกอฮอล์ปนอยู่ร้อยละ 1 - 2.5 แล้วแต่การหมัก จึงมีปัญหาเล็กน้อยของพิษจากแอลกอฮอล์ นอกจากนี้นมเปรี้ยวคูมิสจะมีปริมาณแลคติกไม่แน่นอนตั้งแต่ร้อยละ 0.7 - 1.8 แต่เนื่องจากนมม้ามีปริมาณของเคซีนต่ำ จึงทำไม่ให้เกิดเป็นก้อนดังเช่นนมวัว เหตุนี้นมเปรี้ยวคูมิสจึงใสไม่ข้นและมีสีเทาขาว

จุลินทรีย์ที่เป็นตัวเริ่มต้นที่สำคัญในการผลิตนมเปรี้ยวคูมิส คือ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Torulopsis holmii* ซึ่งเป็นยีสต์ชนิดที่ย่อยแลกโทสในนมให้เป็นเอทานอลกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในขณะที่ *Lactobacillus bulgaricus* จะย่อยแลกโทสให้เป็นกรดแลคติก และมีแก๊สปุดๆ ของคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิดความดันเมื่อเปิดจุกที่อัดแน่นไว้ วิธีการผลิตนมเปรี้ยวคูมิสเหมือนกับนมเปรี้ยวคีเฟอร์ทุกประการ

เนื่องจากนมเปรี้ยวคูมิสเป็นที่นิยมในประเทศรัสเซียในระยะหลังนี้จึงมีการดัดแปลงใช้นมวัวพร่องไขมันแทน นอกจากนี้ในกรณีผลิตแบบระบบหมักช้าที่ใช้นมม้า บางครั้งจะมีการเติมเนื้อม้า เอ็นม้า และผักต่างๆ เข้าไปเป็นวัตถุดิบด้วย ทั้งนี้สันนิษฐานว่าอาจใส่เพื่อให้เป็นแหล่งของอาหารเลี้ยงเชื้อให้เจริญเติบโตดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 นมเปรี้ยวบัตเตอร์มิลค์

นมเปรี้ยวบัตเตอร์มิลค์เป็นนมหมักชนิดเหลวที่ได้จากการหมักนมพร่องไขมันด้วยแลคติกแอสิดแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดแลคติกและกลิ่น เกิดเป็นนมเหลวหนืดมีกลิ่นรสเปรี้ยว ซึ่งต่างจากบัตเตอร์มิลค์ที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักตรงกันข้ามเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการแยกครีมในอุตสาหกรรมทำเนยที่มีปริมาณฟอสโฟลิพิดสูง

2.1.6 ครีมเปรี้ยว (Cultured cream)

ครีมเปรี้ยวหรือที่รู้จักกันดีว่าซาวร์ครีม (sour cream) เป็นนมเปรี้ยวอีกชนิดหนึ่งคล้ายนมเปรี้ยวบัตเตอร์มิลค์ ต่างกันที่เป็นนมที่หมักให้เปรี้ยวโดยใช้แลคติกแอสิดแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดและกลิ่น แต่มีความข้นหนืดและมีรสเปรี้ยวมากกว่านมเปรี้ยวบัตเตอร์มิลค์ และมีกลิ่นคล้ายเนยเหลวทั่วไป ใช้ใส่บนสลัดปลา เนื้อ ผัก ผลไม้ ฯลฯ หรือใช้เป็นไส้ในขนมเค้ก ซุป หรืออาจใช้แทนนมเปรี้ยว บัตเตอร์มิลค์ในการปรุงอาหาร นอกจากนี้ยังอาจทำให้แห้งเป็นผงเป็นสารให้กลิ่นรส

2.1.7 คอตเตจชีส (Cotage cheese)

คอตเตจชีส เป็นเนยแข็งธรรมชาติชนิดอ่อน (soft cheese) ที่ไม่บ่มต่างจากเนยแข็งตรงที่มีไขมันน้อยกว่าจึงจัดเป็นอาหารที่แคลอรีต่ำ นิยมใช้เป็นส่วนประกอบหลักของสลัดต่างๆ คอตเตจชีสที่ดีควรมีกลิ่นรสเหมือนครีมเปรี้ยวหรือนมเปรี้ยวบัตเตอร์มิลค์ที่ใหม่สดสะอาดและควรมีรสเปรี้ยวปานกลางออกเค็มเล็กน้อย มีกลิ่นรสของหัวเชื้อเริ่มต้นแลคติกที่ดี ควรมีเนื้อสัมผัสที่เนียนละมุนละม่อมสม่ำเสมอและข้นแบบมีเนื้อ ไม่แน่นจนเกินไปหรือไม่อ่อนนุ่มจนเหลว ควรมีชั้นของครีมที่สม่ำเสมอรอบๆ เคิร์ด และมีน้ำนมที่แยกตัวจากครีมปริมาณน้อยที่เหนียวข้นหรือเป็นน้ำเหลว นอกจากนี้ยังควรมีขนาดสม่ำเสมอและมีสีธรรมชาติ

2.1.8 เนยแข็ง (Chesse)

เนยแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักอีกชนิดหนึ่งที่ใช้หัวเชื้อแลคติกในการผลิต โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญเป็นเคซีนและไขมันนม เนยแข็งมีมากมายหลายชนิดอาทิ เช่น Cheddar cheese, Swiss cheese, Brick cheese, Limburger cheese, Camembert cheese, Brie, Process cheese ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 นมหมักจากแบคทีเรียแลคติกและยีสต์

แบคทีเรียแลคติกที่ใช้หมักนมประเภทนี้เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ ณ อุณหภูมิปานกลางถึงอุณหภูมิสูง มีหลายสปีชีส์ ส่วนยีสต์มักได้แก่ สายพันธุ์ *Kluyveromyces* นอกจากนี้อาจมี *Candida* และ *Saccharomyces* และยีสต์สายพันธุ์อื่นด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และสภาพทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่ทำการผลิต ผลผลิตที่ได้คือ กรดแลคติกและเอธานอล ดังนั้น ผลิตภัณฑ์นี้จึงได้ชื่อว่า นมหมักประเภท แอซิดแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์นี้เป็นที่นิยมในเอเชียและตะวันออกกลาง โดยจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่นผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันแพร่หลายคือ คีเฟอร์ (kefir)

2.2 คีเฟอร์ (kefir)

เป็นเวลานับร้อยๆ ปีมาแล้ว ณ บริเวณที่ราบเทือกเขาคอเคซัส (Caucasus) มีการผลิตนมหมักกันแทบทุกครัวเรือน เชื้อหมักคีเฟอร์ได้จากเมล็ดคีเฟอร์ ซึ่งเป็นธัญพืชชนิดหนึ่ง (Kefir grains) มีสีขาวจนถึงสีเหลือง หมักในถุงที่ทำด้วยหนังหรือถังไม้โอ๊กที่บรรจุนม หมักทิ้งไว้จนนมเปรี้ยว ในปลายศตวรรษที่ 19 คีเฟอร์นิยมผลิตกันมากในยุโรปตะวันออก จนถึงปัจจุบันคีเฟอร์ยังได้รับความนิยมบริโภคในกลุ่มคนที่มาจากประเทศรัสเซีย โปแลนด์ สาธารณรัฐเช็ค สแกนดิเนเวีย และฮังการี วิธีการทำกล้าเชื้อและการผลิตในประเทศเหล่านั้นจะแตกต่างกันออกไป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและสมบัติที่แตกต่างกัน (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 : 470)

คีเฟอร์เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับโยเกิร์ต แต่แตกต่างกันตรงที่หัวเชื้อที่ใช้ในการหมัก กล่าวคือ ในการหมักโยเกิร์ตนั้นจะใช้แบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกเป็นหัวเชื้อ เช่น *Lactobacillus* แต่คีเฟอร์จะใช้หัวเชื้อที่มีลักษณะพิเศษเป็นก้อนเหนียว ยืดหยุ่น มีสีครีม คล้ายดอกกะหล่ำ เรียกว่า คีเฟอร์เกรน ภายในคีเฟอร์เกรนมีจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียหลากหลายชนิด (จินตนา ว่องวิกยะการ, 2547 : http:/www.medsci.nu.ac.th/Thai/DeptMicrobio/PDF /Newsletters) เม็ดคีเฟอร์มีขนาดประมาณ 0.3-2.0 ซม. หรือใหญ่กว่านี้เล็กน้อย มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอผิวนอกมักจะยับยู่ยี่ เกาะกันเป็นก้อนคล้ายข้าวสุก เมล็ดคีเฟอร์ที่ใช้ผลิตนมเปรี้ยวแบบดั้งเดิมได้จากธรรมชาติ สามารถใช้หมักซ้ำได้หลายครั้ง เมื่อเติมลงในนมเมล็ดจะพองออกและเปลี่ยนเป็นสีขาว เป็นเมือก ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะยืดหยุ่นคล้ายเจลลี่ เมล็ดคีเฟอร์เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียแลคติก (*lactobacilli* และ *lactococci*) และยีสต์ มีความเข้มข้นของแบคทีเรียแลคติกและยีสต์ประมาณ 10^8-10^9 เซลล์ และ 10^8 เซลล์กรัมตามลำดับ โดยทั่วไปแลคโตแบซิลไล (ทั้งประเภท homo- และ heterofermentative, meso- และ thermophilic) มีอยู่ในเมล็ดคีเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

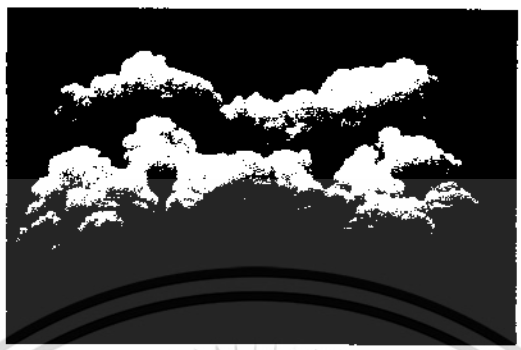
ประมาณร้อยละ 65-80 ของจุลินทรีย์ทั้งหมด แลคโตคอกไค (ทำให้เกิดกลิ่น-รส) มีประมาณ ร้อยละ 20 ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 5 เป็นยีสต์ (ทั้งสปีชีส์ที่หมักและไม่หมักน้ำตาลแลคโตส)

เครื่องดื่มคีเฟอร์พร้อมดื่มมีลักษณะเป็นลิ่ม เรียบ สม่ำเสมอ มีสีครีม รสเปรี้ยว และซ่าลิ้นเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ประกอบด้วยกรดแลคติกร้อยละ 0.8-0.9 ส่วนมากอยู่ในรูป L(+) กรดฟอร์มิก กรดซัคซินิก และกรดโปรปิโอนิกในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นราวร้อยละ 0.08-0.2 เอทธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 0.5-2.0 อัลดีไฮด์ชนิดต่างๆ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์และอะซิโตนในปริมาณเล็กน้อย ส่วนไดอะเซทติลซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นรสนั้นสร้างจากกรดเกลือซิเตรทคือ *Lactococcus lactis ssp. lactis var. diacetylactis* และ *Leuconostoc mesentteroides ssp. cremoris* ในปริมาณ 1 มิลลิกรัม/ลิตร ร้อยละ 7 ของไนโตรเจนในรูปเปปโตนและร้อยละ 2 อยู่ในรูปกรดอะมิโน องค์ประกอบทางเคมีของคีเฟอร์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของนม ชนิดของธัญพืช และเงื่อนไขของเทคโนโลยี *(สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 : 470)*

ก. คีเฟอร์เกรน (kefir grain)

เป็นก้อนเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียแลคติกและยีสต์ ซึ่งฝังตัวอยู่ในสารเมือกเหนียวประเภท โพลีแซคคาร์ไรด์ (polysaccharide) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและกาแลคโตสเชื้อผสมนี้มีลักษณะเป็นก้อนเมือกตะปุ่มตะป่ำคล้ายดอกกะหล่ำมีสีขาวขนาดต่างๆ กัน (แสดงในภาพที่ 1) เมื่ออยู่ในน้ำนม คีเฟอร์เกรนสามารถเพิ่มจำนวนและขนาดได้ซึ่งโดยทั่วๆ ไปจะมีขนาดประมาณเท่าเมล็ดถั่ว ในขณะที่เซลล์แบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นจะมีการสร้างโพลิแซคคาไรด์ไปด้วย ดังนั้น คีเฟอร์เกรนจึงเป็นเสมือนเชื้อผสมที่ตรึงตัวเองอยู่บนก้อนสารเมือก ทำให้สามารถใช้เป็นกล้าเชื้อได้อย่างต่อเนื่องอย่างไม่มีที่สิ้นสุดโดยเชื้อจะยังคงมีประสิทธิภาพตราบที่เลี้ยงในน้ำนม ในกรณีที่มีการผลิตคีเฟอร์อย่างต่อเนื่องเมื่อกรองแยกคีเฟอร์เกรนออกมาแล้วสามารถนำไปเป็นกล้าเชื้อในการหมักครั้งต่อไปได้ทันที สำหรับกรณีที่มีการทิ้งช่วงการหมักจะสามารถเก็บคีเฟอร์เกรนไว้ในที่เย็นประมาณ 4 - 8 องศาเซลเซียสได้ โดยเปลี่ยนน้ำนมประมาณเดือนละครั้ง เมื่อทำให้ก้อนเชื้อนี้แห้ง จุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของกล้าเชื้อชนิดนี้จะตาย คีเฟอร์เกรนที่มีขายในท้องตลาดจึงต้องอยู่ในลักษณะที่แช่ในน้ำนมและเก็บไว้ในน้ำนมตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของคีเฟอร์เกรน
ที่มา : http://planeta.terra.com.br/ saude/kefir/

ข. การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในคีเฟอร์เกรน

การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในคีเฟอร์เกรนประกอบด้วยยีสต์และแบคทีเรียกรดแลคติก ซึ่งการอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในคีเฟอร์เกรนจะมีความสมดุลโดยธรรมชาติ ถึงแม้ว่าการหมักคีเฟอร์และการผลิตคีเฟอร์เกรนจะมิได้ใช้เทคนิคการทำให้ปลอดเชื้อก็ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้ออื่น จุลินทรีย์เหล่านี้อาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) เนื่องจากยีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมได้ จึงต้องอาศัยสารอาหารที่สังเคราะห์โดยแบคทีเรียกรดแลคติก ในขณะที่แบคทีเรียแลคติกต้องพึ่งพาสารอาหารเสริมการเจริญ (growth factor) ที่สลายจากเซลล์ยีสต์ที่ตาย โดยมีหลักฐานการทดลองสนับสนุนในเรื่องนี้ กล่าวคือ พบว่าแบคทีเรียแลคติกที่แยกจาก คีเฟอร์เกรนจะเจริญได้ดีในน้ำนมก็เมื่อเติมสารที่สกัดจากเซลล์ของยีสต์

จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าแบคทีเรียแลคติกที่อยู่ในก้อนเชื้อชนิดนี้มีทั้งพวกรูปร่างเป็นแท่งสั้น (short rot) และแท่งยาวโค้ง (curved rod) ซึ่งส่วนใหญ่จะตายและผนังเซลล์ย่อยสลายแล้วโดยแบคทีเรียแท่งยาวนี้จะฝังตัวอยู่ในส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรต (ย้อมติดสี ruthinium red) (ดังแสดงในภาพที่ 2) (นภา โล่ทอง, 2538 : 114-118)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ในคีเฟอร์เกรน
ที่มา : http://planeta.terra.com.br/ saude/kefir/

ค ประโยชน์ของคีเฟอร์ต่อสุขภาพ

จินตนา ว่องวิกยะการ, 2547 : (http:/www.medsci.nu.ac.th/Thai/DeptMicrobio/PDF /News-letters) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคีเฟอร์ว่า ในคีเฟอร์อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหารจำพวกโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

1. ทริปโตเฟน (Triptophan) ช่วยในการทำงานของระบบประสาทให้ดีขึ้น

2. ฟอสฟอรัส ช่วยในการเผาผลาญสารอาหารพวกน้ำตาล ไขมัน และโปรตีน เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการเจริญเติบโตของเซลล์

3. มีวิตามินบี 1 บี 12 และวิตามินเค ซึ่งช่วยให้การทำงานของตับ ไต ระบบประสาท และผิวพรรณสดชื่น

4. การดื่มคีเฟอร์ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย โดยมีการทดลองใช้กับผู้ป่วยโรคเอสด์ เริม และมะเร็ง แล้วพบว่า มีอาการดีขึ้นแต่ยังไม่เห็นผลเป็นที่แน่ชัด รวมทั้งยังช่วยลดอาการเครียดหรือปัญหาการนอนไม่หลับอีกด้วย มีรายงานว่าคนที่มีการดื่มคีเฟอร์เข้าไปแล้วจะทำให้ระบบการขับถ่ายดี ลำไส้บีบตัวได้ดีขึ้น ช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารทำให้มีสุขภาพดีขึ้น

5. นอกจากการหมักคีเฟอร์เพื่อดื่มแล้ว ยังมีการทดสอบนำไปใช้ในด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น ผลิตภัณฑ์ผักกาดดอง ชีส ขนมปัง เค้ก เบียร์ เป็นต้น โดยเฉพาะการนำมาใช้ในด้านเครื่องสำอางทาบนใบหน้าแล้วพบว่า ช่วยขจัดปัญหาสิวอักเสบ รวมทั้งช่วยกระชับรูขุมขนบนใบหน้าให้ดีขึ้น ทำให้ ใบหน้าเต่งตึงดูอ่อนเยาว์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการหมักคีเฟอร์

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักคีเฟอร์ ประกอบด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์สายพันธุ์ต่างๆ จากการแยกจุลินทรีย์จากเครื่องดื่มคีเฟอร์และคีเฟอร์เกรนพบจุลินทรีย์หลายชนิด ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่แยกได้จากเครื่องดื่มคีเฟอร์และคีเฟอร์เกรน

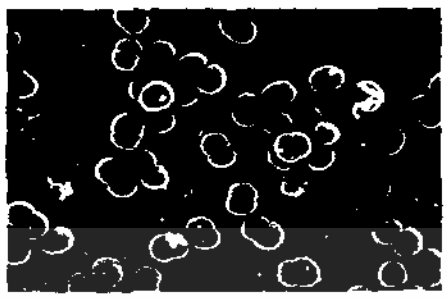
เชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่แยกได้จากเครื่องดื่มคีเฟอร์และคีเฟอร์เกรน		
Lactobacilli	Streptococci/lactococci	Yeasts
L. alactosus	*Streptococcus cremeris*	*Saccharomyces cerevisiae*
L. brevis	*Streptococcus faecalis*	*S. florentinus*
L. casei subsp. *casei*	*Streptococcus lactis*	*S. pretoriensis*
L. casei subsp.	*Leuconostoc mesenteroides*	*Candida valida*
pseudoplantarum	*Pediococcus damnosus*	*C. lambica*
L. casei subsp. *rhamnosus*		*Kloeckera apiculata*
L. casei subsp. *tolerans*		*Hansenula yalbensis*
L. coryneformis subsp *torquens*		
L. fructosus		
L. hilgradii		
L. homohiochi		
L. plantarum		
L. pseudoplantarum		
L. yamanashiensis		

ที่มา : http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm

2.3.1 Pediococci

แบคทีเรียกลุ่มนี้จัดอยู่ในแฟมมิลี *Lactobacteriaceae* เช่นกัน สกุลที่รู้จักกันดีคือ *Pediococcus* ซึ่งเซลล์มีลักษณะเป็นรูปกลมเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 เซลล์ หรืออาจเรียงตัวกันเป็นสายโซ่สั้นๆ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส (77– 90 องศาฟาเรนไฮต์) แต่อาจเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7.2 องศาเซลเซียส เป็นกลุ่มที่หมักน้ำตาลแล้วให้กรดอย่างเดียว (Homofermentative) ในธรรมชาติพบแบคทีเรียชนิดนี้ในผลิตภัณฑ์จากพืชและผลิตภัณฑ์นม (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2538 : 238)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Pediococcus* จากกล้องจุลทรรศน์ชนิด Scanning electron
ที่มา : http://www.veterinerhekim.net/ayinkonusu/02-kefir.htm

2.3.2 Lactobacillus

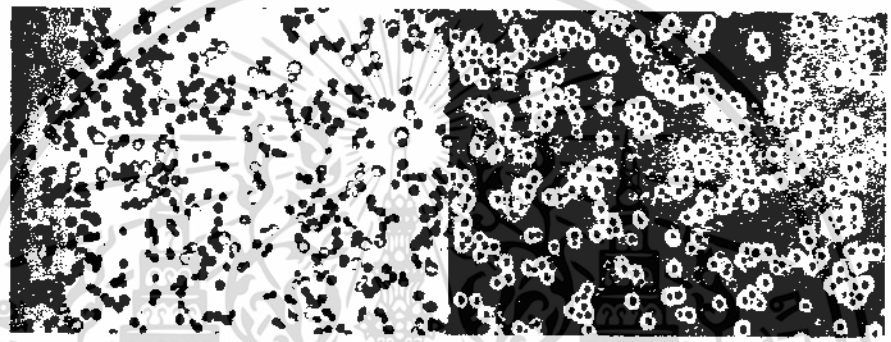
เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อนยาว มักต่อกันเป็นสายยาวมากกว่า 4 เซลล์ขึ้นไป มีบางสกุลเป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative) บางสกุลเป็นเฮเทโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative)ไม่สร้างสปอร์ ไม่สร้างเอนไซม์คาตาเลส ในบางโอกาสพวกนี้จะสร้างโคโลนีที่มีสีภายใต้สภาวะที่ไม่แน่นอนบางชนิดมีอุณหภูมิพอเหมาะสำหรับการเจริญที่ 60 องศาเซลเซียส และบางชนิดก็มีอุณหภูมิที่พอเหมาะอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส ในอาหารที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย มักจะพบแบคทีเรียชนิดนี้ แต่ในร่างกายมนุษย์และสัตว์แบคทีเรียนี้อยู่ในทางเดินอาหารซึ่งเป็นสภาวะไร้อากาศ และออกจากร่างกายโดยปะปนมากับอุจจาระ ในธรรมชาติพบในพืช ผักต่างๆ และในนม เป็นแบคทีเรียที่หมักอาหารให้กรดแลคติก แต่ทุกชนิดของแบคทีเรียกลุ่มนี้ทนเกลือและสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยร้อยละ 5 หรือมากกว่านี้ บางชนิดเจริญได้ในอาหารที่เป็นกรดพีเอช 4.0

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Lactobacillus* จากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดา และ Scanning electron
ที่มา : http://bioweb.usu.edu/microscopy/Research.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 *Sacharomyces cerevisiae*

เป็นที่รู้จักกันดีและพบมากในอาหาร สืบพันธ์ทั้งแบบ mutilateral budding และสร้างสปอร์ที่มีรูปร่างกลมภายในเซลล์ของยีสต์ (ascus) ไม่หมักน้ำตาลแลคโตส สปีชีส์ที่ใช้ผลิตขนมปังและใช้หมักเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คือ *S. cerevisiae* บางสปีชี (*S. bailii*) ทำให้ซอสมะเขือเทศ มายองเนส น้ำสลัด น้ำอัดลม น้ำผลไม้ ไซเดอร์ และไวน์ เสื่อมคุณภาพ เป็นยีสต์ที่ทนต่อวัตถุกันเสีย (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 : 405)



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของเชื้อยีสต์ *Sacharomyces cerevisiae*

ที่มา : http://www-micro.msb.le.ac.uk/index.html

2.3.4 ประโยชน์ของแบคทีเรียกรดแลคติก

ได้มีการศึกษาถึงการนำเอาแบคทีเรียแลคติกมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม เช่น การทำนมเปรี้ยว การทำเนยแข็ง เป็นต้น แบคทีเรียแลคติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมดังกล่าวได้แก่ *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, L. helviticus, L. lactic, Streptococcus* ประโยชน์สำคัญของแบคทีเรียแลคติก คือ สร้างสารที่เรียกว่า แบคเทอริโอซิน (bacteriocin) ได้แก่ แอซิโดลิน แอซิโดฟิลิน บัลการิแคน แล็กโทซิลิน และไนซิน ซึ่งสารเหล่านี้สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ให้โทษต่อร่างกาย เช่น เชื้อที่ทำให้เจ็บคอ เชื้อที่ทำให้ท้องร่วง เชื้อที่ทำให้เกิดโรคกระเพาะอาหารอักเสบเรื้อรัง และเชื้อที่ทำให้เกิดแผลพุพองเรื้อรัง เป็นต้น

จากการศึกษาแบคทีเรียแลคติกที่แยกเชื้อจากผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปเกิดจากกระบวนการหมักจำนวน 50 ตัวอย่าง ได้แก่ ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาเจ่า กุ้งจ่อม ปลาส้ม และส้มฟักพบว่า *Enterococcus faecalis* เป็นแบคทีเรียแลคติกชนิดเดียวที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *Listeria ivanovii* DMST 4553, *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 และ *Pediococcus pentosaceus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ATCC 33316 ส่วน *Lactobacillus lactis* สามารถสร้างสารแบคเทอริโอซินโดยเฉพาะไนซินซึ่งมีผลในการทำลายแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด รวมทั้งต่อต้านแบคทีเรียแกรมบวก ป้องกันการเจริญเติบโตของสปอร์ ปัจจุบันได้ มีการนำเอาไนซินมาใช้เป็นสารถนอมอาหารมากกว่า 45 ประเทศ โดยได้รับการรับรองจาก WHO ให้ใช้ในวัตถุกันเสียในอาหาร อาหารสดและอาหารแปรรูปที่มีการทดลองใช้ไนซิน ได้แก่ เนยแข็งสวิส น้ำมะเขือเทศ ซุปข้าวโพด เบียร์ เป็นต้น โดยพบว่า ไนซินมีส่วนช่วยทำเนยแข็งสวิส ช่วยทำให้สายพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำเนยแข็งเจริญมากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการนั่นเอง ส่วนประโยชน์อื่น ๆ ของแบคทีเรียแลคติกสามารถช่วยลดการเกิดสารก่อมะเร็งบางชนิด เช่น ไนโทรซามีน จึงลดอัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด ช่วยสร้างเอนไซม์แล็กเทส ช่วยย่อยน้ำตาลในนมอีกทั้งยังช่วยป้องกันและยับยั้งการติดเชื้อในลำไส้และช่องปัสสาวะโดยการผลิตสารต่อต้านแบคทีเรียทำให้ระบบภูมิคุ้มกันแข็งแรง บรรเทาอาการโรคภูมิแพ้ บรรเทาอาการของผลข้างเคียงที่เกิดจากการฉายรังสี และการทำเคมีบำบัดหลังการผ่าตัดมะเร็ง นอกจากนี้ยังช่วยทำให้มีการนำเอาฮอร์โมนเอสโทรเจนกลับมาใช้ใหม่ เป็นการช่วยชะลอความแก่และบรรเทาการเกิดโรคกระดูกพรุน เนื่องจากขาดฮอร์โมนเอสโทรเจนจึงทำให้การดูดซึมแคลเซียมบกพร่อง (มัทนา แสงจินดาวงษ์, 2545 : 323)

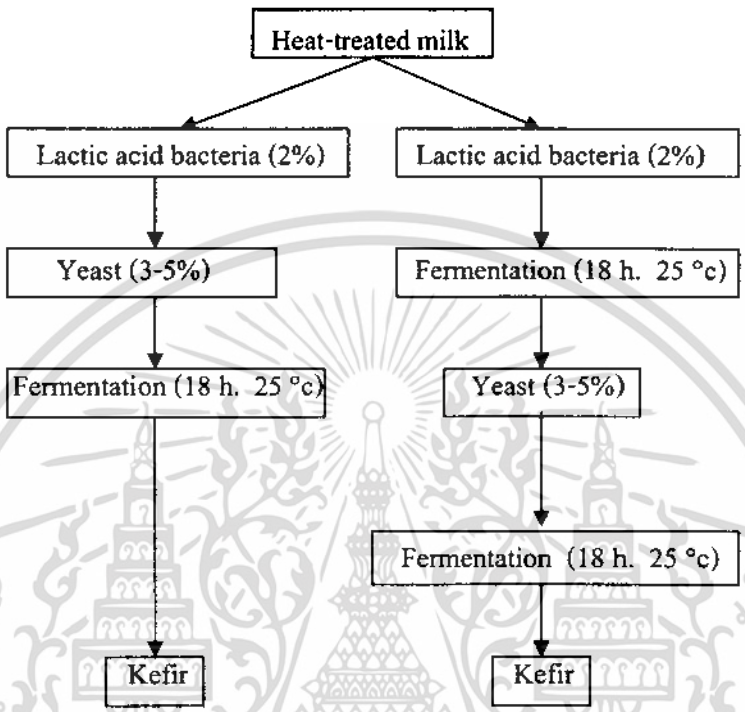
2.4 การผลิตคีเฟอร์

ในการหมักคีเฟอร์แบบพื้นบ้าน เริ่มจากการต้มนมจนเดือด เมื่อนมเย็นลงเติมเมล็ดคีเฟอร์ลงไป บ่มทิ้งไว้ 1 คืน ที่อุณหภูมิประมาณ 23-25 องศาเซลเซียส จนได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรด (มีกรดแลคติกเกิดขึ้นราวร้อยละ 0.63-0.90) กรองแยกเมล็ด ทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นลง พร้อมที่จะใช้ดื่มได้

ในระดับอุตสาหกรรม ผลิตกล้าเชื้อคีเฟอร์เป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกใช้เมล็ดคีเฟอร์เป็นหัวเชื้อ (mother culture) เพื่อนำมาผลิตเป็นกล้าเชื้อจำนวนมาก (bulk starter) ในระยะที่สอง ใช้เมล็ดคีเฟอร์ต่อนมในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก เมล็ดคีเฟอร์หลังจากกรองได้สามารถใช้เติมในนมสดเพื่อทำเชื้อหมักเก็บไว้ หรือล้างน้ำเย็นและเก็บไว้ในน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว หรือเก็บในสารละลายเกลือแกงร้อยละ 0.9 ที่ 4 องศาเซลเซียส ได้ 8-10 วัน เมล็ดคีเฟอร์อาจเก็บในสภาพแห้ง พบว่า ยังมีกิจกรรมอยู่ได้นาน 12-18 เดือน สัดส่วนระหว่างแบคทีเรียและยีสต์ในคีเฟอร์นั้น ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก เช่น หลังจาก 3 วันไปแล้ว จำนวนแบคทีเรียจะลดลง ในขณะที่ยีสต์มีจำนวนเพิ่มขึ้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545 : 405)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60058



ภาพที่ 6 การผลิตคีเฟอร์โดยใช้กล้าเชื้อ

ที่มา : http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm

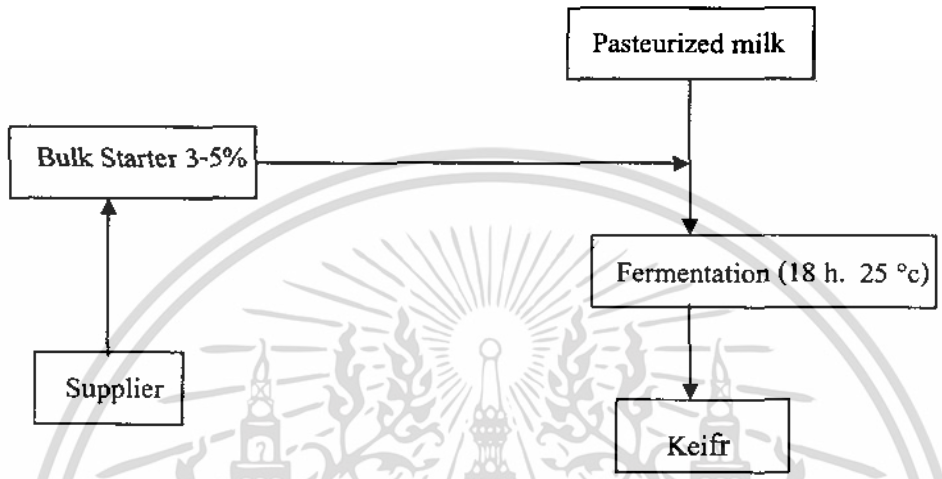
จากภาพของขั้นตอนการผลิตคีเฟอร์โดยใช้กล้าเชื้อ (ภาพที่ 6) ซึ่งมีวิธีการหมักได้ 2 วิธี คือ

วิธีการที่ 1 นำน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอไรด์แล้ว มาผสมเชื้อแลคติกแบคทีเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นผสมเชื้อยีสต์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงทำการหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ก็จะได้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ที่ใช้กล้าเชื้อในการหมัก

วิธีการที่ 2 นำน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอไรด์แล้ว มาผสมเชื้อแลคติกแบคทีเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงทำการหมักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นผสมเชื้อยีสต์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงทำการหมักต่อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ก็จะได้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์ที่ใช้กล้าเชื้อในการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recent Process



ภาพที่ 7 กระบวนการผลิตคีเฟอร์รูปแบบใหม่

ที่มา : http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm

นอกจากกระบวนการผลิตคีเฟอร์ตามที่กล่าวมาแล้ว การผลิตคีเฟอร์ในปัจจุบันได้พัฒนามา เรียกว่า Recent Process ซึ่งมีวิธีการหมัก ดังนี้โดยนำเชื้อที่ได้จากการหมักกล้าเชื้อ 3-5 % มีการเตรียมกล้าเชื้อคีเฟอร์ไว้ก่อนการหมัก เติมลงในน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอไรด์แล้ว หมักที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง ก็จะได้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์

2.5 ข้าวโพด (corn)

ข้าวโพดเป็นพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของโลกรองจากข้าวสาลีและข้าว ผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์ นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่นๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดก็คือ ได้มีการขุดพบซังข้าวโพดและซากของต้นข้าวโพดที่ใกล้แม่น้ำในนิวเม็กซิโก (แถบอเมริกาใต้) และปัจจุบันนิยมปลูกกันแพร่หลายในแถบอเมริกา แคนาดา ฯลฯ สำหรับประเทศไทย ข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้อมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมากจนถึงปัจจุบันข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย (สุรีพร เกตุงาม, 2547 : 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์

ข้าวโพด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ซีเมส์ (*Zea mays*) อยู่ในตระกูล (Family) Gramineae (Poaceae) ลำต้นของข้าวโพดสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 7.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5-2.6 เซนติเมตร รูปร่างของลำต้นตรง ค่อนข้างกลม แต่เรียวเล็กขึ้นไปหายอด ประกอบด้วยข้อและปล้อง ใบยาวเรียวเกาะติดกับต้นตรงข้อฝักข้าวโพดจะเกิดตรงข้อ ที่อยู่กลางๆ ลำต้น ฝักข้าวโพดที่ยังมีเปลือกหุ้มอยู่ เปลือกเป็นกลีบบางๆ สีเขียว มีหลายชั้น ชั้นนอกสีเขียวแก่กว่าชั้นในปลายฝักมีเส้นเล็กๆ เหมือนเส้นผม เรียกว่าไหมข้าวโพด ข้าวโพดที่ปอกเปลือกออกแล้ว เมล็ดข้าวโพดจะเกาะติดอยู่กับ แกนกลาง ซึ่งเรียกว่า ซังข้าวโพด (ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์, 2539 : 120)

ข. ชนิดของข้าวโพด

ข้อมูลจากสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 3 ได้มีการจำแนกชนิดของข้าวโพดโดยอาศัยลักษณะกายภาพของเมล็ดภายในเมล็ดของข้าวโพดจะประกอบไปด้วยแป้ง 2 ชนิด คือ แป้ง (hard starch or horny starch) และแป้งอ่อน (soft starch) ซึ่งการจำแนกชนิดของข้าวโพดจะอาศัยตำแหน่งของแป้งแต่ละชนิดในเมล็ดและลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ด โดยสามารถจำแนกได้เป็น 7 ชนิด ดังนี้

1. ข้าวโพดหัวบุ๋มหรือหัวบุบ (dent corn) ข้าวโพดชนิดนี้เมื่อเมล็ดแห้งแล้วตรงส่วนหัวบนสุดจะมีรอยบุ๋มลงไป ซึ่งเป็นส่วนของแป้งสีขาว ข้าวโพดชนิดนี้สำคัญมากและนิยมปลูกกันมากในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะทางแถบคอร์นเบลท์ สีของเมล็ดมีตั้งแต่สีขาวไปจนถึงสีเหลือง เนื่องจากมีหลายสายพันธุ์มีโปรตีนน้อยกว่าพวกข้าวโพดหัวแข็ง

2. ข้าวโพดหัวแข็ง (flint corn) ข้าวโพดพันธุ์นี้ส่วนบนสุดของเมล็ดมักมีสีเหลืองจัดและเมื่อแห้งจะแข็งมากภายในเมล็ดมีสารที่ทำให้ข้าวโพดมีสีเหลืองชื่อว่า คริปโตแซนทีน (Cruptoxanthin) สารนี้เมื่อสัตว์ได้รับร่างกายสัตว์จะเปลี่ยนสารนี้ให้เป็นไวตามินเอ นอกจากนี้สารคริปโตแซนทีน ยังช่วยให้ไข่แดงมีสีแดงเข้ม ช่วยให้ไก่มีผิวหนัง ปาก เนื้อ และแข้งมีสีเหลืองเข้มขึ้นเป็นที่นิยมของตลาดโดยเฉพาะแถบอเมริกาส่วนอังกฤษนั้นนิยมใช้ข้าวโพดขาว

3. ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทาน นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายเพื่อรับประทานฝักสด เพราะฝักมีน้ำตาลมากก่อนที่จะสุกจะมีรสหวานกว่าชนิดอื่นๆ จึงเรียกข้าวโพดหวาน มีหลายสายพันธุ์ เมื่อแก่เต็มที่หรือแห้งเมล็ดจะหดตัวเหี่ยวย่น

4. ข้าวโพดคั่ว (Pop corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทานเมล็ดมีขนาดค่อนข้างเล็ก มีแป้งประเภทแข็งอยู่ใน ภายนอกห่อหุ้มด้วยเยื่อที่เหนียวและยืดตัวได้ เมล็ดมีความชื้นภายในอยู่พอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมควร เมื่อถูกความร้อนจะเกิดแรงดันภายในเมล็ดระเบิดตัวออกมา เมล็ดอาจมีลักษณะกลมหรือหัวแหลมก็ได้ มีสีต่างๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ม่วง

5. ข้าวโพดแป้ง (Flour corn) เมล็ดมีสีหลายชนิด เช่น ขาว (ขุ่น หรือปนเหลืองนิดๆ) หรือสีน้ำเงินคล้ำ หรือมีทั้งสีขาวและสีน้ำเงินคล้ำในฝักเดียวกัน เมล็ดประกอบด้วยแป้งชนิดอ่อนมาก เมล็ดค่อนข้างกลมหัวไม่บุบ หรือบุบเล็กน้อย นิยมปลูกในอเมริกาใต้ อเมริกากลาง และสหรัฐอเมริกา ชาวอินเดียแดงนิยมปลูกไว้รับประทานเป็นอาหาร

6. ข้าวโพดข้าวเหนียวหรือข้าวโพดเทียน (Waxy corn) เป็นข้าวโพดที่คนใช้รับประทานจะมีแป้งที่มีลักษณะเฉพาะคือนุ่มเหนียวเพราะเนื้อในแป้งจะประกอบด้วยแป้งพวกอะไมโลเพคติน (Amylopactin) ส่วนข้าวโพดอื่นๆ มีแป้งอะไมโลส (Amylose) ประกอบอยู่ด้วย จึงทำให้แป้งค่อนข้างแข็ง

7. ข้าวโพดป่า (Pod corn) มีลักษณะใกล้เคียงข้าวโพดพันธุ์ป่า มีลำต้น และฝักเล็กกว่าข้าวโพดธรรมดา ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กเท่าๆ กัน กับเมล็ดข้าวโพดมีขั้วเปลือกหุ้มทุกเมล็ด และยังมีเปลือกหุ้มฝักอีกชั้นหนึ่งเหมือนข้าวโพดธรรมดาทั่วๆ ไปเมล็ดมีลักษณะต่างๆ กัน ข้าวโพดชนิดนี้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปลูกไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น

ภาพที่ 8 ฝักข้าวโพดชนิดต่างๆ (จากซ้ายไปขวา) ข้าวโพดหัวแข็ง ข้าวโพดหัวบุบ ข้าวโพดแป้ง ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดคั่ว

ที่มา : http:// Kanchanapisek.ro.th/kpb/BOOK3/chapter2/t3_L_S.htm

ค. คุณค่าทางอาหารของข้าวโพด

ข้าวโพดจัดเป็นอาหารจำพวกเดียวกับข้าว ประกอบด้วยสารอาหารคาร์โบไฮเดรทและไขมันที่เพียงพอ แต่มีปริมาณสารอาหารโปรตีนต่ำ ข้าวโพดมีวิตามินบีต่างๆ เช่น วิตามินบี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินบี 2 และไนอะซินในปริมาณต่ำ รวมทั้งปริมาณแคลเซียมและเหล็กด้วย และพบว่าวิตามินเอเฉพาะในข้าวโพด สีเหลือง สารอาหารในข้าวโพด

1. คาร์โบไฮเดรท (Carbohydrate) ในส่วนเนื้อในของข้าวโพดที่แก่จัด มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรทประมาณร้อยละ 72 ซึ่งเป็นอาหารจำพวกแป้งที่ให้พลังงาน คือ 1 กรัม ให้พลังงาน 4 แคลอรี่

2. ไขมัน (Lipid) เมล็ดข้าวโพดที่แก่จัดมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 4 โดยพบมากในส่วนของเอนโดสเปอร์ม (Endosperm) สามารถสกัดเป็นน้ำมันใช้ประกอบอาหาร น้ำมันข้าวโพดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะ กรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณสูงถึงร้อยละ 40 มีฤทธิ์ควบคุมโคเลสเตอรอลให้อยู่ในระดับปกติ ช่วยลดหรือแก้ไขโรคความดันโลหิตสูงเนื่องจากมีโคเลสเตอรอลสูงได้

3. โปรตีน (Protein) โปรตีนพบมากที่สุดในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์ม (Endosperm) ร้อยละ 4 โปรตีนในข้าวโพดมีประโยชน์ต่อร่างกายน้อย เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ ไลซีน และทริปโตเฟน ดังนั้นจึงควรรับประทานข้าวโพดร่วมกับถั่วเมล็ดแห้งต่างๆ เพื่อมีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น โปรตีนของข้าวโพดจะแตกต่างจากข้าวสาลีที่ไม่มีส่วนที่จะทำให้เกิดกลูเตนได้ ดังนั้นการทำขนมปังจากแป้งข้าวโพดจึงไม่สามารถอาศัยกระบวนการหมักได้

4. วิตามิน (Vitamin) ภายในเมล็ดข้าวโพดยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในปริมาณ 0.08-0.18 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม มีไนอะซินในปริมาณต่ำ 1.1-1.5 มิลลิกรัม แคโรทีน กรดเพนโททินิค และวิตามินเอซึ่งจะมีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง นอกจากนี้ประเทศที่มีการบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักจะเกิดเป็นโรคเพลลากา (Pellagra) กันมากเพราะขาดสารอาหารไนอะซีน

5. เกลือแร่ (Mineral) ข้าวโพดมีส่วนประกอบเกลือแร่ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น แคลเซียมประมาณร้อยละ 0.018 ฟอสฟอรัส เหล็ก และแมงกานีส มีในปริมาณน้อยมาก (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 370)

วารีย์รัตน์ บุญเอก (2548 : 81) จากวารสารสถาบันอาหาร รายงานจากวารสารสมาคมเคมีแห่งมหาวิทยาลัยคอร์เนลล์สหรัฐอเมริกา กล่าวว่า ข้าวโพดหวานที่ปรุงสุกแล้วจะออกฤทธิ์ล้างพิษในร่างกายสูงขึ้น ต่างจากพืชผักที่ปรุงสุกจะเสียคุณค่าทางอาหารมากกว่า แต่ในข้าวโพดหวานยังคงสามารถเก็บพลังงานเป็นตัวล้างพิษคงไว้ได้แม้ว่าจะสูญเสียวิตามินซีไป เพราะวิตามินซีจะถูกทำลายด้วยความร้อน นอกจากนี้ยังพบว่า การต้มข้าวโพดหวานด้วยอุณหภูมิสูง 115 องศาเซลเซียสในเวลานานต่างกัน 10, 25 และ 50 นาที พบว่ายิ่งต้มนานจะทำให้มันมีสารอันเป็นตัวล้างพิษเพิ่มขึ้นไปเป็น 22 ,44 และ 53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสารที่ออกฤทธิ์ เป็นตัวล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิษช่วยดับพิษของอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นอันตรายกับเซลล์ของอวัยวะต่าง ๆ ทั้งยังมีส่วนเกี่ยวพันกับโรคอันเนื่องมาจากความแก่ชราต่าง ๆ อย่างเช่น ต้อกระจกและโรคสมองเสื่อมอีกด้วย

ข้าวโพดหวานเมื่อต้มหรือปิ้งจะมีสารประกอบที่เรียกว่ากรดเฟรุลิกเป็นพวกพฤษเคมีซึ่งในผักและผลไม้มีอยู่แต่ไม่มากนัก แต่กลับพบมีอยู่อย่างอุดมในข้าวโพด เพราะฉะนั้นการทำให้ข้าวโพดสุก จะช่วยทำให้ปล่อยกรดเฟรุลิกมากยิ่งขึ้น

ง. การใช้ประโยชน์

เมล็ดข้าวโพดและส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างโดยมีการแบ่งการใช้ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ใช้เป็นอาหารมนุษย์ ในประเทศไทยประชาชนนิยมรับประทานฝักสดของข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดไร่โดยการต้มหรือเผาให้สุกเสียก่อน นอกจากนั้นฝักอ่อนของข้าวโพดยังนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายนับเป็นผักชนิดหนึ่งที่นำมาปรุงอาหาร นอกจากจะรับประทานในประเทศแล้ว ยังบรรจุกระป๋องส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งด้วย ประชาชนในบางประเทศอาศัยบริโภคข้าวโพดเป็นอาหารหลักในรูปต่าง ๆ กัน เช่น ในอเมริกากลางและ อเมริกาใต้ ใช้แป้งบดจากเมล็ดแก่มาทำเป็นแผ่นนึ่งหรือย่างให้สุกรับประทานกับอาหารอื่นคล้ายกับการรับประทานขนมปัง ในฟิลิปปินส์นิยมตำเมล็ดข้าวโพดแก่ให้แตกเป็นชิ้นเล็กเท่าเมล็ดข้าวแล้วต้มรับประทานแทนข้าว

2. ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เมล็ดและผลิตผลจากเมล็ดข้าวโพดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้หลายประเภท เช่น ทำแอลกอฮอล์ แป้ง น้ำตาลชนิดต่าง ๆ น้ำเชื่อมและน้ำมัน ผลิตผลเหล่านี้อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกต่อหนึ่ง เช่น ยารักษาโรค กระดาษ กระดาษแก้ว ผ้าสังเคราะห์ กรด น้ำหอม น้ำมันใส่ผม และ แบตเตอรี่ นอกจากเมล็ดแล้ว พวกฝัก ใบ และลำต้น อาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น กระดาษ ปุ๋ย และฉนวนไฟฟ้า

3. ใช้เป็นอาหารสัตว์ ข้าวโพดนับเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีชนิดหนึ่ง การใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อาจทำได้หลายอย่าง เช่น ใช้เมล็ด กากน้ำตาล กากแป้งที่เหลือจากสกัดน้ำมัน ตัดต้นสดให้สัตว์กินโดยตรง ตัดต้นสดหมักและใช้ต้นแก่หลังเก็บเกี่ยวฝักแล้ว ในต่างประเทศนิยมใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กันมากแต่ในประเทศไทยยังใช้กันน้อย ทั้งนี้เนื่องจากราคายังสูงอยู่ ถ้าสามารถลดต้นทุนการผลิตลง และราคาข้าวโพดอยู่ในระดับพอสมควรอาจมีการใช้เลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 น้ำนมข้าวโพด (Corn milk)

น้ำนมข้าวโพด หมายถึง เครื่องดื่มชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำข้าวโพดสดระยะน้ำนม ที่อยู่ในสภาพดี มาปอกเปลือก ล้าง แยกเมล็ดออก อาจเติมน้ำแล้วนำไปปั่นและคั้นเพื่อแยกเอาส่วนกากออก นำส่วนที่เป็นน้ำนมข้าวโพดไปต้มด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ปรุงรสด้วยน้ำตาลและเกลือป่นเล็กน้อย อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น นมผง น้ำนมถั่วเหลือง สเตบิไลเซอร์ (stabilizer) เช่น กัม แป้งดัดแปร บรรจุในภาชนะบรรจุ (มาตาฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546)

จารุณี สังคโชติ (2544 : 42) ได้อธิบายขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพด ไว้ดังนี้

1. การคัดเลือกข้าวโพด ข้าวโพดที่นำมาใช้ในการทำน้ำนมข้าวโพด คือ ข้าวโพดหวานที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม คืออยู่ระหว่าง 67-70 วัน นับจากวันที่ปลูก (ช่วง 68 วันจะดีที่สุด) ข้าวโพดหวานจะมีกลิ่นหอมและมีรสหวานเนื่องจากมีน้ำตาลมาก

2. ลวกอุปกรณ์ ในกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดจำเป็นที่จะต้องทำการลวกอุปกรณ์ทุกชิ้นที่สัมผัสกับน้ำนมข้าวโพด เพราะในกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา อุปกรณ์ทุกชิ้นจึงจำเป็นที่จะต้องลวกเพื่อฆ่าเชื้ออุณหภูมิที่ใช้ในการลวกอุปกรณ์ คือ อุณหภูมิน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส การปลอดเชื้อสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดได้ดีอีกด้วย

3. ฝานเมล็ดข้าวโพด การฝานเมล็ดข้าวโพดออกจากฝักก็เพื่อเมื่อนำไปบดแล้วจะง่ายต่อการบดเมล็ดข้าวโพดให้ละเอียดได้มากกว่าเดิม น้ำนมข้าวโพดก็จะไหลออกมาจากเมล็ดได้มากยิ่งขึ้น อีกอย่างหนึ่งก็คือเครื่องบดไม่สามารถบดข้าวโพดได้ทั้งฝัก จึงจำเป็นที่จะต้องทำการฝานเมล็ดข้าวโพดก่อนที่จะนำไปทำการบด ในการฝานเมล็ดข้าวโพดจะใช้มีดเล่มเล็กฝานเมล็ดข้าวโพดออกจากตัวฝักเริ่มจากโคนฝักลงไปยังปลายของเมล็ดข้าวโพด

4. ตวงน้ำสะอาด นำน้ำสะอาดมาผสมกับเมล็ดข้าวโพดที่ฝานเรียบร้อยแล้วเพื่อที่ว่าขณะทำการบดเมล็ดข้าวโพดเครื่องบดอาจจะเกิดการฝืดจนไม่สามารถบดเมล็ดข้าวโพดให้ละเอียดได้ทำให้น้ำนมข้าวโพดที่ไหลออกมาได้น้อยเมื่อเมล็ดข้าวโพดไม่ละเอียด น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่สะอาดผ่านการกรองเรียบร้อยแล้วหากนำน้ำที่ไม่สะอาดมาใช้อาจเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ในระหว่างขั้นตอนการผลิตทำให้น้ำนมข้าวโพดอาจเกิดการเสื่อมเสียก่อนที่จะบรรจุขวดได้ นอกจากนี้น้ำยังเป็นตัวทำละลายที่ดีทำให้การบดเมล็ดข้าวโพดน้ำนมข้าวโพดที่ไหลออกมาก็สามารถผสมกับน้ำไม่ทำให้น้ำนมข้าวโพดเข้มข้นมากเกินไปรสชาติที่ได้ก็เป็นที่ต้องการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภค การตวงน้ำสะอาดจะใช้อัตราส่วน เมล็ดข้าวโพดสดที่ผ่านแล้ว 1 กิโลกรัม ต่อ น้ำสะอาด 2 ลิตร

5. การบด หลังจากผ่านเมล็ดข้าวโพดและตวงน้ำสะอาดเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการนำเมล็ดข้าวโพดไปบดด้วยเครื่องบด เพื่อบดเมล็ดข้าวโพดก็จะไหลออกมาขณะทำการบดถ้าหากในขบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดไม่มีเครื่องบดเมล็ดข้าวโพด อาจจะมีการประยุกต์ใช้เครื่องปั่นผลไม้มาปั่นแทนเครื่องบดก็ได้ แต่ถ้าหากมีการผลิตน้ำนมข้าวโพดจำนวนมากการที่จะนำเครื่องปั่นมาใช้ก็ไม่เป็นการเหมาะสมเพราะเป็นการชักช้าและเสียเวลากว่าที่เมล็ดข้าวโพดจะบดละเอียดจนน้ำนมข้าวโพดไหลออกมา ดังนั้นการบดเมล็ดข้าวโพดด้วยเครื่องบดจะสามารถบดได้รวดเร็วกว่าบดด้วยเครื่องปั่น อีกอย่างหนึ่งก็คือถ้าหากบดเมล็ดข้าวโพดจนน้ำนมข้าวโพดไหลออกมาแล้วและต้องรออีกนานกว่าจะบดเสร็จอีกครั้ง จะทำให้น้ำนมข้าวโพดส่วนที่บดออกมาแล้วอาจเกิดการเสื่อมเสียได้ก่อนที่จะทำการพาสเจอร์ไรซ์ เพราะเกิดจากการทำปฏิกิริยากับสิ่งรอบๆ ตัวได้ตลอดเวลา

6. กรอง หลังจากที่ได้ทำการบดเมล็ดข้าวโพดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเรียบร้อยแล้วก็จะทำการกรองน้ำนมข้าวโพดเพื่อแยกกากออก โดยจะทำการกรอง 2 ครั้ง ซึ่งครั้งแรกเป็นการกรองหยาบก่อนเพื่อแยกเอากากเมล็ดข้าวโพดออกแล้วจึงทำการกรองครั้งที่ 2 ซึ่งจะเป็นการกรองแบบละเอียดเพื่อเอากากเอาเมล็ดข้าวโพดส่วนที่ยังตกค้างออกให้หมด การกรองน้ำนมข้าวโพดจะใช้ผ้าขาวดิบในการกรองเพราะผ้าขาวดิบสามารถกรองเอากากเมล็ดข้าวโพดออกได้หมดถ้าหากไม่มีผ้าขาวดิบสามารถประยุกต์ใช้โดยการนำกระชอนมาใช้ได้แต่กระชอนอาจจะกรองกากเมล็ดข้าวโพดออกไม่หมด ดังนั้นหากน้ำนมข้าวโพดที่ผ่านการกรองไม่หมดเมื่อนำมาพาสเจอร์ไรส์จะเกิดการตกตะกอนทำให้เกิดการเหม็นไหม้ได้และหากนำออกไปจำหน่ายก็จะมีผลต่อผู้บริโภคอย่างแน่นอนจึงไม่เป็นการเหมาะสมที่จะนำกระชอนมาใช้กรองกากเมล็ดข้าวโพด

7. พาสเจอร์ไรซ์ หลังจากที่ได้น้ำนมที่ผ่านการกรองเพื่อเอากากออกหมดแล้วก็จะนำน้ำนมข้าวโพดที่ได้ไปทำการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที การพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมข้าวโพดก็เพื่อทำลายจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดโรค ในการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมข้าวโพดจะใช้วิธีการต้ม โดยใช้ไฟอ่อน ๆ และต้องมีการคนตลอดเวลาด้วย เพราะถ้าหากใช้ไฟแรงและไม่มีการคน น้ำนมข้าวโพดก็จะเกิดการตกตะกอนทำให้น้ำนมข้าวโพดเกิดการเหม็นไหม้ได้ ซึ่งกลิ่นหอมของน้ำนมข้าวโพดก็จะหายไปด้วย ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมข้าวโพดนอกจากการต้มให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้วยังสามารถใช้เครื่องมือสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์ก็ได้ แต่ถ้าหากผลิตน้ำนมข้าวโพดเป็นกิจการที่ไม่ใหญ่มากนักการซื้อเครื่องมือสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์ถือว่าเป็นการลงทุนที่แพงเกินไปไม่คุ้มค่ากับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงทุน ดังนั้นถ้าหากต้องการผลิตน้ำนมข้าวโพดออกจำหน่ายควรหาวิธีการที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ดีและเหมาะสมด้วย

8. ปรุงแต่งรส การปรุงแต่งรสชาติจะปรุงแต่งหลังจากการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมข้าวโพดจนกระทั่งได้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วจึงทำการปรุงแต่งรสชาติโดยการเติมน้ำตาลทรายในอัตราส่วน คือ น้ำนมข้าวโพด 100 % ต่อ น้ำตาลทราย 6% และนมผง 6% นำมาเติมในน้ำนมข้าวโพดเพื่อจะได้รสชาติเข้มข้นที่ดีกว่า การปรุงแต่งรสชาตินำนมข้าวโพดก็เพื่อต้องการให้น้ำนมข้าวโพดมีรสชาติที่ดีขึ้นและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เพราะถ้าหากไม่มีการปรุงแต่งรสชาติเลยน้ำนมข้าวโพดที่ได้ก็จะมีรสชาติไม่เข้มข้นไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคซึ่งประเภทของนมผงที่ใช้ปรุงแต่งรส ได้แก่

ก. Dry whole milk เป็นนมผงธรรมดา หรือนมผงพร่องมันเนย ตามมาตรฐานของประเทศไทยแล้วผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ไขมันเนยไม่น้อยกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดไม่เกิน 0.17 เปอร์เซ็นต์ ค่า Solubility index เป็นหนึ่ง ปริมาณผงที่ไหม้ (scorched particle) ไม่เกิน 22.5 เปอร์เซ็นต์ Total bacteria count ไม่เกิน 1×10^5 ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ข. Dry partly skimmilk เป็นนมผงพร่องมันเนย มีความชื้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ไขมันเนยอยู่ระหว่าง 1.5-2.6 เปอร์เซ็นต์ ค่า Solubility index เป็นหนึ่ง ปริมาณผงที่ไหม้ (scorched particle) ไม่เกิน 22.5 เปอร์เซ็นต์ Total bacteria count ไม่เกิน 1×10^5 ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ค. Dry skimmilk or non-fat dry milk เป็นนมผงขาดมันเนย ความชื้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ไขมันเนยไม่เกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ค่า Solubility index เป็นหนึ่ง ปริมาณผงที่ไหม้ (scorched particle) ไม่เกิน 22.5 เปอร์เซ็นต์ Total bacteria count ไม่เกิน 1×10^5 ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ง. Dry filled milk เป็นนมผงแปลงไขมัน

9. บรรจุขวดและปิดฝา หลังจากที่น้ำนมข้าวโพดผ่านการปรุงแต่งรสชาติเรียบร้อยแล้วก็ให้น้ำนมข้าวโพดมาบรรจุลงขวดและทำการปิดฝาทันทีเพื่อป้องกันการปนเปื้อนได้ทุกเวลา

10. ทำให้เย็น หลังจากที่ทำการบรรจุลงขวดเรียบร้อยแล้วก็จะต้องทำน้ำนมให้เย็นทันทีก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาในตู้เย็น อุณหภูมิที่ทำให้เย็นประมาณ 40 - 50 องศาเซลเซียส เพราะถ้าหากเอาน้ำนมที่ยังร้อนอยู่ไปเก็บรักษาในตู้เย็นทันทีก็จะทำให้น้ำนมข้าวโพดเกิดการเน่าเสียได้

11. การเก็บรักษา นำน้ำนมข้าวโพดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น คือ 5 - 10 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าหากอุณหภูมิตู้เย็นสม่ำเสมอทั่วทั้งตู้ สามารถเก็บรักษาน้ำนมข้าวโพดไว้ได้นาน 7 - 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางอาหารของน้ำนมข้าวโพด

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำนมข้าวโพด
ความชื้น	87.46
โปรตีน	1.04
ไขมัน	1.01
คาร์โบไฮเดรต	8.13
เถ้า	0.16
ไฟเบอร์	0.27

ที่มา : กิตติกร ดาวเรือง, ประภาส ภูษาแก้ว (2543 : 54)

2.7 การพัฒนาเครื่องดื่มคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

เครื่องดื่มคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดเป็นเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีสารอาหารจำพวกโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ นอกจากนี้เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงได้มีแนวคิดที่จะนำเอาวัตถุดิบ เช่น วุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน มาเสริมลงในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลายและเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้น

2.7.1 วุ้นสวรรค์

วุ้นสวรรค์มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Bacterial cellulose เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักอาหารเหลว โดยใช้เชื้อแบคทีเรียชื่อ *Acetobacter xylinum* แผ่นวุ้นมีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว มีสีขาว สีครีม ทึบแสง เป็นสารเซลลูโลส ส่วนลักษณะทางกายภาพจะมีลักษณะคล้ายวุ้นทำขนม แต่เหนียวกว่า และไม่ละลายในอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งวุ้นสวรรค์มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้านคือ มีแคลอรีต่ำ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยในการขับถ่าย ช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ ไฟเบอร์ของวุ้นเป็น gel form ร่างกายนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่าไฟเบอร์จากพืช (http://www.smejelly.com/prd_production.asp)

2.7.2 ว่านหางจระเข้

ว่างหางจระเข้เป็นต้นพืชที่มีเนื้ออวบ จัดอยู่ในตระกูล ลิลเลี่ยม (Lilium) พันธุ์ของว่านหางจระเข้จะมีมากกว่า 300 ชนิด ลักษณะพิเศษของว่านหางจระเข้ก็คือ มีใบแหลมคล้ายเข็ม เนื้อหนา และเนื้อใบมีเมือกเหนียวว่านหางจระเข้ผลิดอกในช่วงฤดูหนาว ดอกจะมีสีต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น เหลืองขาว และแดง เป็นต้น ส่วนวุ้นในใบหางจระเข้มีสารเคมีหลายชนิด เช่น อลีอกดิน เอ อลีอกดิน บี ซึ่งเป็นสารประเภทไกลโคโปรตีนและสารอื่นๆ ยางที่อยู่ในใบว่านหางจระเข้มีสารแอนทราวิโนนที่มีฤทธิ์ขับถ่าย และนำไปทำเป็นยาดำ จากการศึกษาวิจัยรายงานว่าวุ้นหรือน้ำเมือกของว่านหางจระเข้ช่วยรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลเรื้อรัง และแผลในกระเพาะอาหารได้ดีเพราะวุ้นในใบมีสรรพคุณรักษาแผลพร้อมยังต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้ (http://www.gpo.or.th/herbal/aloe/aloe.htm) นอกจากนี้ในด้านเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ วุ้นจากว่านหางจระเข้จะช่วยบำรุงร่างกาย บรรเทาความอ่อนเพลียเนื่องจากพักผ่อนน้อย วุ้นว่านหางจระเข้สามารถทำได้โดย เลือกใบขนาดใหญ่ที่อยู่ส่วนล่าง ๆ 1 ใบ ปอกเปลือกสีเขียวออกแล้วล้างให้หมดยางและนำลงภาชนะเคลือบหรือแก้วทนไฟ เติมน้ำสะอาดประมาณ 3 ถ้วยตวง นำขึ้นมาต้มด้วยความร้อนปานกลางนำใบเตยสดประมาณ 2-3 ใบ มาซอยละเอียดแล้วคั้นด้วยน้ำอุ่นจัด ๆ ให้ได้น้ำใบเตยสดประมาณครึ่งถ้วยตวง เมื่อวุ้นว่านหางจระเข้สุกแล้ว ยกลงตักเฉพาะวุ้นมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำลงเครื่องปั่นพร้อมน้ำใบเตยสด น้ำสุกครึ่งถ้วยตวง และน้ำแข็งเกล็ดประมาณครึ่งถ้วยตวง อาจเติมน้ำเชื่อมสัก 1 ช้อนโต๊ะ นำไปปั่นส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันก็จะได้น้ำปั่นว่านหางจระเข้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพแต่ว่านหางจระเข้มีน้ำยางที่ทำให้สตรีมีครรภ์ สตรีที่อยู่ระหว่างมีรอบเดือน ผู้ที่เป็นริดสีดวง เกิดอาการแพ้ได้ (www.ku.ac.th/e-magazine/october47/know/varn.html - 7k)

2.7.3 เนื้อมะพร้าว

คนไทยคุ้นเคยกับมะพร้าวมาเป็นเวลานาน และใช้ประโยชน์ทุกส่วนของมะพร้าว เช่น ผลอ่อนใช้รับประทานสด เนื้อมะพร้าวจากผลนำไปปรุงอาหารและขนมหลายชนิดและใช้สกัดน้ำมันกากที่เหลือใช้เลี้ยงสัตว์ น้ำมันมะพร้าวใช้ประกอบอาหาร เป็นต้น ลักษณะของมะพร้าวเป็นไม้ยืนต้นที่มีลำต้นชะลูดสูงประมาณ 20-30 เมตร และส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญคือ ใบลักษณะเป็นใบรวม มีใบย่อยเป็นแผ่นแคบยาว ส่วนดอกเป็นช่อตามบริเวณกาบที่หุ้ม ดอกหนึ่งมีกลีบดอกประมาณ 6 กลีบ และผลมีรูปกลมหรือรีมีความยาวประมาณ 8.14 นิ้ว เปลือกนอกเรียบเกลี้ยง ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาล เปลือกชั้นกลางเป็นเส้นใยนุ่ม ชั้นในจะแข็งเป็นกะลา ชั้นต่อไปเป็นเนื้อมีสีขาวนุ่ม และภายในมีน้ำใสรสจืดหรือหวาน ส่วนด้านประโยชน์ทางยาของเนื้อมะพร้าวรับประทานเป็นยาระบาย แก้ท้องเสีย ขับปัสสาวะ แก้กระหายน้ำ แก้นิ่ว แก้อาเจียนและบวมน้ำ นอกจากนี้ยังทำเป็นน้ำส้มสายชูใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ (http://www.dtam.moph.go.th/ ittm/data_articles/direct_tree/directtree28.htm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ

1. รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer)
2. ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ยี่ห้อ Memmert รุ่น W 8540
3. ฮอทเพลท (Hotplate)
4. กระดาษวัดพีเอช
5. ตู้ปลอดเชื้อยี่ห้อ Clean รุ่น V5-V6
6. ตู้แช่เย็น (refrigerator)

อุปกรณ์

1. ขวดดูแลน (Duran) ขนาด 250 มิลลิลิตร และ 500 มิลลิลิตร
2. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 มิลลิลิตร และ 25 มิลลิลิตร
3. เครื่องชั่งละเอียด ขนาด 500 กรัม
4. ถ้วยพลาสติก
5. หม้อสแตนเลส
6. กะละมังสแตนเลส
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. กระดาษทิชชู
9. กระดาษสติกเกอร์
10. ฟอยด์อลูมิเนียม
11. ถาดอลูมิเนียม
12. บีกเกอร์
13. ฟลาสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. บิวเรต

15. ปิเปต

<u>วัตถุดิบ</u>

1. น้ำนมข้าวโพด

<u>จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. แบคทีเรียกรดแลคติก จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Lactobacicllus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 (ปิ่นมณี ขวัญเมือง และวิเชียร ลีลาวัชรมาศ ; 2546 : 108-115)

2. ยีสต์ Saccharomyces cerevisiae (คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

<u>สารเคมี</u>

1. ฟีนอล์ฟทาลีน

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

3. น้ำกลั่น

3.2 วิธีดำเนินการ

1. กระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพด

วิธีการเตรียมน้ำนมข้าวโพด โดยนำข้าวโพดสดระยะน้ำนมที่อยู่ในสภาพดีมาปอกเปลือก ล้างทำความสะอาดแยกเมล็ดออก เติมน้ำแล้วนำไปปั่นและคั้นเพื่อแยกส่วนกากออกโดยใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำเท่ากับ 300 : 800 (น้ำหนัก : ปริมาตร) นำส่วนที่เป็นน้ำนมข้าวโพดไปต้มด้วยความร้อนอุณหภูมิไม่เกิน 72 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เพื่อใช้สำหรับปรุงสูตรในการหมักต่อไป (ภาคผนวก ก)

2. การหมักคีเฟอร์

2.1 วิธีการเตรียมกล้าเชื้อคีเฟอร์

2.1.1 การเตรียมกล้าเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ *S. cerevisiae* มาสตรีคบนผิวอาหารแข็ง PDA ในหลอดที่เตรียมแล้วบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วละลายยีสต์ในหลอดจะได้สารละลายยีสต์

2.1.2 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก

ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติกมาสตรีคบนอาหารแข็ง MRS ในจานเลี้ยงเชื้อนำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยโคโลนีของแบคทีเรียมา 1 ลูป เต็มๆ ละลายในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายเชื้อแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 นำน้ำข้าวโพดที่เตรียมไว้ตามสูตรใส่ขวดดูแลน 90 มิลลิลิตร พาสเจอไรซ์ จากนั้นเติมกล้าเชื้อ10 มิลลิลิตร (นำสารละลายกล้าเชื้อตามข้อ 2.1.1 และ 2.1.2 ผสมให้เข้ากัน) ผสมให้เข้ากันนำไปบ่มในตู้บ่ม อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

2.2 การหมักคีเฟอร์

2.2.1 เตรียมน้ำนมข้าวโพดที่ผสมตามสูตรแล้วใส่ขวดดูแลน 500 มิลลิลิตร พาสเจอไรซ์

2.2.2 ใส่กล้าเชื้อที่เตรียมจากข้อ 2.1 ลงไป 50 มิลลิลิตร (10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณ) บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ปริมาณบริกซ์โดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer)

3.2 วิเคราะห์ค่าพีเอชโดยใช้กระดาษวัดค่าพีเอช

3.3 วิเคราะห์ค่าปริมาณกรดแลคติกโดยวิธีการไตรเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

3.4 ตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีเพลทเคาวน์

4. การทดสอบทำได้โดยการนำเอาคีเฟอร์ที่ได้จากการทดลองที่เหมาะสม นำมาเพิ่มปริมาตรการหมักและเสริมวัตถุดิบต่างๆ เช่น วุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน ลงไปในแต่ละตัวอย่าง แล้วนำมาทดสอบลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยกลุ่มตัวแทนผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนด้วยแบบทดสอบ Hedonic Scale Scoring Test

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค 140 ค 141 และ ค 150 ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2548 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการผลิตคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพด โดยระหว่างการหมักได้มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง โดยบ่มที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเลือกชนิดของกล้าเชื้อที่เหมาะสมมาผลิตคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพด ทดสอบอุณหภูมิและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการหมักและผลิตคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดเพื่อทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยตัวแทนผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ผลการศึกษาทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนแรกของการทดลองเริ่มต้นด้วยการหมักคีเฟอร์โดยใช้กล้าเชื้อ 3 ทรีทเมนต์ คือ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Saccharomyces cerevisiae Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* และใช้ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 ตามลำดับ โดยทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง ผลการหมักแสดงในตารางที่ 3 ภาพที่ 9 10 และ 11

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 9 พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมงมีค่าพีเอชเท่ากับ 6 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 มีค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 5 ส่วนทรีทเมนต์ที่ 2 ค่าพีเอชยังเท่ากับ 6 ชั่วโมงที่ 8 ทรีทเมนต์ที่ 1 ค่าพีเอชยังเท่ากับ 5 และมีค่าเท่ากับทรีทเมนต์ที่ 2 ส่วนทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 4 ชั่วโมงที่ 12 ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 มีค่าพีเอชลดลงเหลือเท่ากับ 4 และมีค่าพีเอชคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 12 - 24 ซึ่งจะแตกต่างจาก ทรีทเมนต์ที่ 2 ที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 4 ในชั่วโมง 16 และคงที่ตลอดระยะเวลาการหมัก ซึ่งค่าพีเอชที่ลดลงนี้ทำให้คีเฟอร์มีรสชาติเปรี้ยวเพิ่มขึ้นและเกิดการตกตะกอนของโปรตีนในนม มีลักษณะเป็นลิ่มๆ โดยคีเฟอร์ที่ดีจะต้องมีค่าพีเอชไม่ต่ำกว่า 4.0 จากการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าพีเอชของทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 มีความเหมาะสมที่สุดเนื่องจากเริ่มคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 12 มีกลิ่นและรสชาติที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

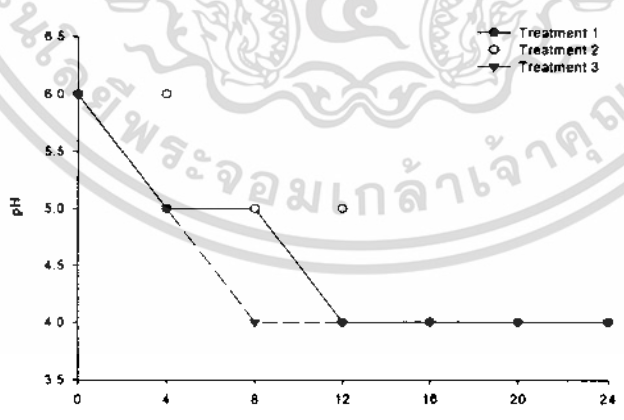
ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)						
		0	4	8	12	16	20	24
1	พีเอช	6	5	5	4	4	4	4
	บริกซ์ (%)	10.5	8.33	8.33	8	7.33	6.5	6.17
	กรดแลคติก (%)	0.34	0.51	0.73	0.90	1.01	1.20	1.42
2	พีเอช	6	6	5	5	4	4	4
	บริกซ์ (%)	10.5	8.5	8.5	8	7.33	5.83	5.33
	กรดแลคติก (%)	0.30	0.39	0.66	0.89	1.01	1.04	1.3
3	พีเอช	6	5	4	4	4	4	4
	บริกซ์ (%)	10.5	8.33	8.5	8	6.83	6.17	6
	กรดแลคติก (%)	0.30	0.46	0.72	1.11	1.22	1.53	1.6

หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Saccharomyces cerevisiae*

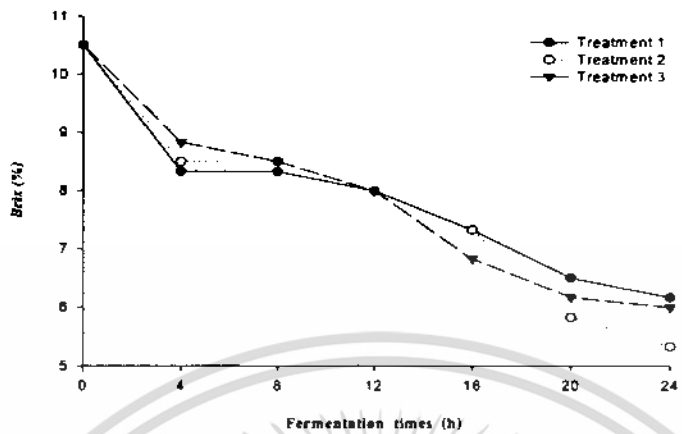
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae*

ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae*



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

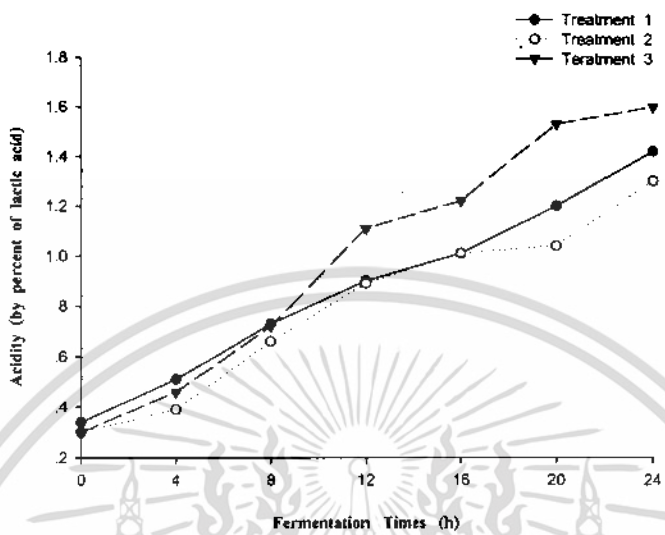


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 10 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 10.5 แต่เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ชั่วโมงที่ 4-12 เปอร์เซ็นต์บริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทั้ง 3 ทรีทเมนต์ ชั่วโมงที่ 16 ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 7.33 ทรีทเมนต์ที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 6.83 ชั่วโมงที่ 20-24 ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลง เหลือ 5.33 ซึ่งถ้าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงมากเกินไปก็จะทำให้คีเฟอร์มีความหวานลดลงด้วย เพราะฉะนั้นในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 จึงมีรสชาติที่ดีกว่าทรีทเมนต์ที่ 2

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 11 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์กรดเท่ากับ 0.34 0.30 และ 0.30 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์กรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากในกระบวนการหมักคีเฟอร์ เชื้อจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่ในน้ำนมเพื่อการเจริญเติบโต การสร้างกรดและสารเคมีชนิดต่างๆ ทำให้น้ำตาลในนมมีปริมาณลดลงค่าความเป็นกรดจึงเพิ่มขึ้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545) ชั่วโมงที่ 4 ทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 3 มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อายุการหมักที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

เปอร์เซ็นต์กรด เท่ากับ 0.51 0.39 และ 0.46 ตามลำดับ ในช่วงอายุการหมัก 8 - 24 มีเปอร์เซ็นต์กรดเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ที่เห็นเด่นชัดมากที่สุดคือ ทรีทเมนต์ที่ 3 รองลงมา คือ ทรีทเมนต์ที่ 2 ตามลำดับเวลา โดยที่อายุการหมัก 24 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดเท่ากับ 1.42 1.3 และ 1.6 ในทรีทเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

จากผลการทดลอง ทั้งทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 มีความเหมาะสม จึงเลือกกล้าเชื้อทั้ง 2 ทรีทเมนต์ไปศึกษาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักเพื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิห้องและบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ข้อมูลการหมักแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 12 13 และ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)						
		0	4	8	12	16	20	24
1	พีเอช	7	5	4.6	4.6	4	4	4
	บริกซ์ (%)	16.8	13.8	13.2	13	12	10.3	9
	กรดแลคติก (%)	0.76	1.15	1.62	2.26	2.65	2.46	2.50
2	พีเอช	7	5	4.6	4.6	4	4	4
	บริกซ์ (%)	17.5	14.1	13.6	14	13.6	12.3	10.6
	กรดแลคติก (%)	0.65	1.15	1.65	2.0	2.16	1.96	2.1
3	พีเอช	7	4	4	4	4	4	4
	บริกซ์ (%)	16.3	14	13.1	13.3	12.1	11.5	11
	กรดแลคติก (%)	0.74	1.76	2.45	2.7	2.7	2.9	3.12
4	พีเอช	7	4	4	4	4	4	4
	บริกซ์ (%)	17.1	14.3	13.6	14	13	13	11.8
	กรดแลคติก (%)	0.58	1.35	2.10	2.31	2.67	2.48	2.8

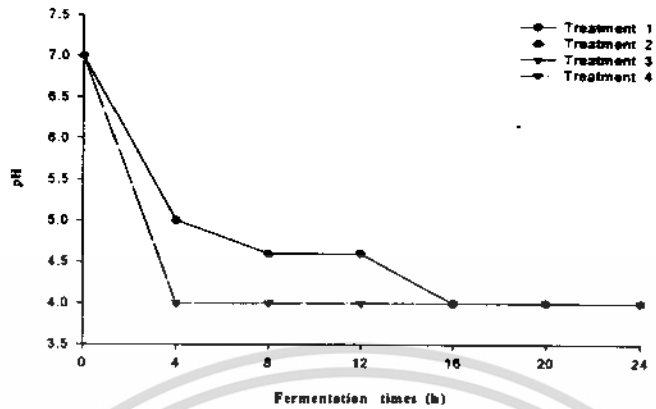
หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง (26-28 °c)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง (26-28 °c)

ทรีทเมนต์ที่ 3 ใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิ 37 °c

ทรีทเมนต์ที่ 4 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิ 37 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

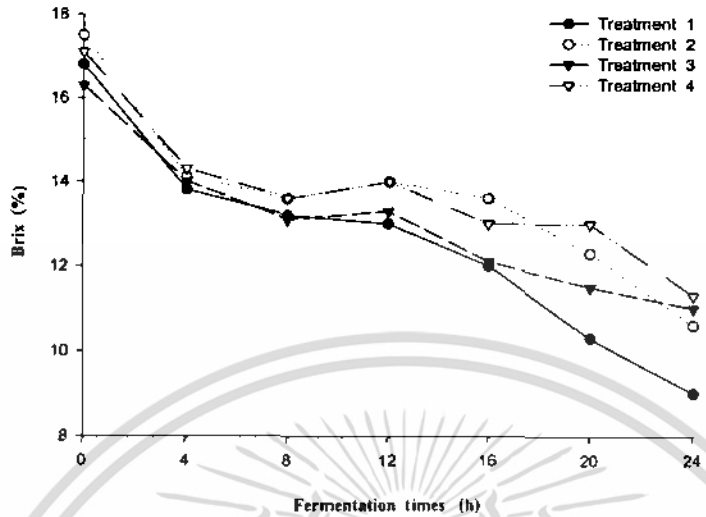


ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

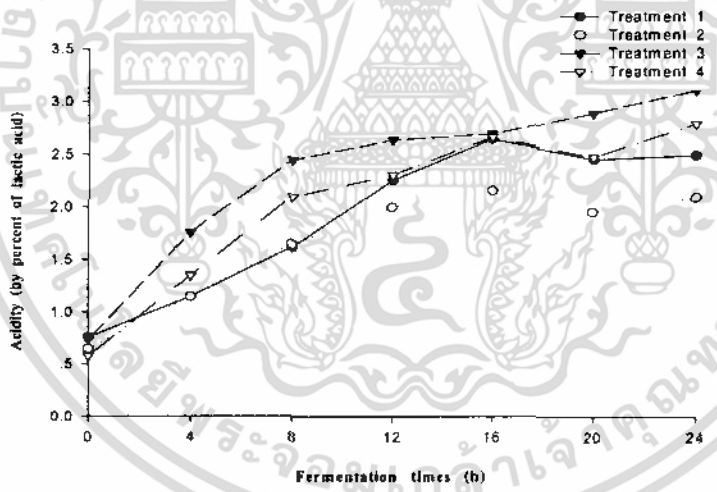
จากตารางที่ 4 และภาพที่ 12 พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 5 ส่วนทรีทเมนต์ที่ 3 และ 4 ค่าพีเอชเท่ากับ 4 และมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาของการหมัก ส่วนในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ในชั่วโมงที่ 8 ค่าพีเอชเท่ากับ 4.6 และมีค่าคงที่เท่ากับ 4 ในชั่วโมงที่ 16-24 จะเห็นได้ว่าการหมักที่อุณหภูมิ 37 °c โดยใช้ตู้บ่ม (ทรีทเมนต์ที่ 3 และ 4) กิจกรรมการหมักเกิดได้เร็วและคงที่กว่าการหมักที่อุณหภูมิห้องทำให้ค่าพีเอชลดลงอย่างเห็นได้ชัด

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 13 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 16.8 17.5 16.3 และ 17.1 ตามลำดับ แต่เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มลดลงเรื่อยๆ โดยการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ของทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในการหมักที่อุณหภูมิห้องลดลงมากกว่าซึ่งเห็นได้ชัดในทรีทเมนต์ที่ 1 แต่เปอร์เซ็นต์กรดกลับน้อยกว่าเมื่อเทียบกับทรีทเมนต์ที่ 3 ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า การหมักที่อุณหภูมิห้องอาจมีจุลินทรีย์ชนิดอื่นปนเปื้อนบ้างจึงทำให้กล้าเชื้อที่ใช้มีกิจกรรมไม่ดีเท่าที่ควร ส่วนการใช้กล้าเชื้อเดียวและกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติกจะเห็นได้ว่าการใช้กล้าเชื้อผสม (ทรีทเมนต์ที่ 2 และ 4) เปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงทีละน้อย ทำให้คีเฟอร์ยังมีรสหวานอยู่และเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มีกิจกรรมการหมักร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 20 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 ภาพที่ 14 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์กรดเท่ากับ 0.76 0.65 0.74 และ 0.58 ตามลำดับ และเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 4-24 โดยในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 มีการสร้างกรดแลคติกน้อยกว่า ทรีทเมนต์ที่ 3 และ 4 การสร้างกรดแลคติกสอดคล้องกับการลดลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในทรีทเมนต์ที่ 2 และ 4 ซึ่งเป็นการหมักโดยใช้เชื้อผสมการเกิดกรดเมื่อสิ้นสุดการหมักไม่สูงมากนัก ทำให้คีเฟอร์ไม่เปรี้ยวเกินไป

จากการเปรียบเทียบกล้าเชื้อทั้ง 2 ทรีทเมนต์ โดยหมักที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้ตู้บ่ม กล่าวได้ว่า การหมักโดยใช้ตู้บ่มกิจกรรมการหมักมีความสม่ำเสมอและคงที่มากกว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง และการหมักด้วยกล้าเชื้อผสมมีการเปลี่ยนแปลงของการหมักทีละน้อยส่งผลต่อกลิ่น รสชาติ ของคีเฟอร์ ดังนั้น จึงเลือกทรีทเมนต์ที่ 2 และ 4 ซึ่งเป็นการหมักด้วยกล้าเชื้อผสมไปศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ต่อไป ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอุณหภูมิทั้ง 2 สภาวะ โดยลดระยะเวลาการหมักเป็น 16 ชั่วโมง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5

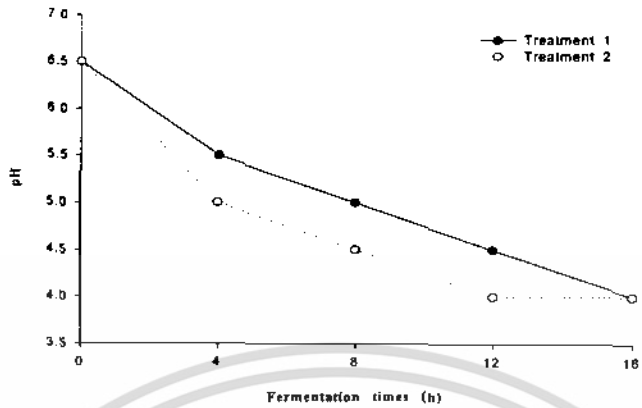
ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักคีเฟอร์ด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)				
		0	4	8	12	16
1	พีเอช	6.5	5.5	5	4.5	4
	บริกซ์ (%)	12.6	11.3	10.6	10	9.6
	กรดแลคติก (%)	0.3	0.28	0.67	0.95	1.15
2	พีเอช	6.5	5	4.5	4	4
	บริกซ์ (%)	12.6	10	9.6	9.3	9.3
	กรดแลคติก (%)	0.66	0.82	1.0	1.32	2.16

หมายเหตุ : ทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง (26-28 °c)

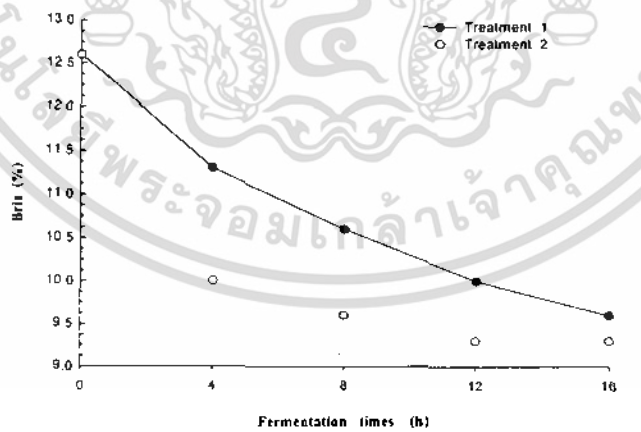
ทรีทเมนต์ที่ 2 ใช้กล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิ 37 °c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง

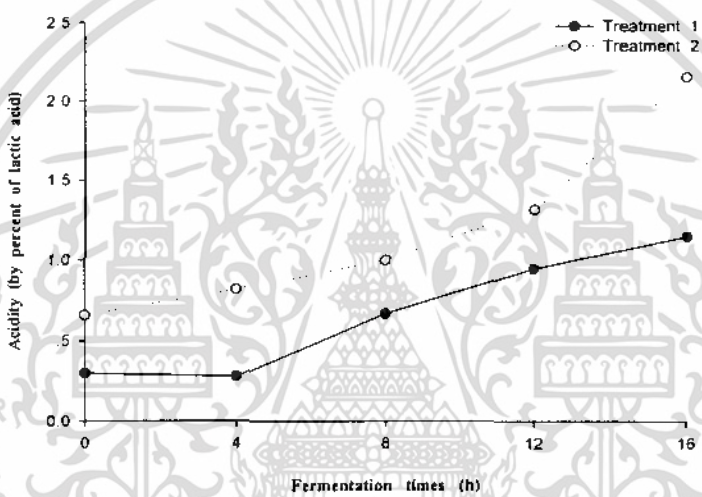
จากตารางที่ 5 และภาพที่ 15 พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.5 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 มีพีเอชลดลงเท่ากับ 5.5 และ 5 ชั่วโมงที่ 8 มีค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 5 และ 4.5 ชั่วโมงที่ 12 ค่าพีเอชทรีทเมนต์ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 4.5 และเท่ากับ 4.5 ในชั่วโมงที่ 16 แต่ในทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าพีเอชเท่ากับ 4 ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 12 -16



ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 และภาพที่ 16 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 12.6 เมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 4 มีค่าพีเอชเท่ากับ 11.3 และ 10 ตามลำดับ ชั่วโมงที่ 8 มีเปอร์เซ็นต์บริกซ์ เท่ากับ 10.6 และ 9.6 ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าค่าพีเอชมีการลดลงเรื่อยๆ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการหมักในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 มีค่าบริกซ์ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 4 8 12 16 ชั่วโมง

จากตารางที่ 5 และภาพที่ 17 พบว่า การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์กรดเท่ากับ 0.3 และ 0.66 และเมื่อระยะเวลาของการหมักเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์กรดก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สังเกตเห็นได้ว่าทรีทเมนต์ที่ 2 เปอร์เซ็นต์กรดจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าในทรีทเมนต์ที่ 1 ดังเห็นได้จากชั่วโมงที่ 16 จะมีค่าเท่ากับ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหมักคีเฟอร์โดยใช้กล้าเชื้อผสมของ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 ร่วมกับ *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง และ 37 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่าการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส กิจกรรมการหมักมีความสม่ำเสมอและคงที่มากกว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง และการหมักด้วยกล้าเชื้อผสมมีการเปลี่ยนแปลงของการหมักทีละน้อยส่งผลต่อกลิ่น รสชาติของคีเฟอร์ จากการหมักดังกล่าวได้นำเอาคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ไปทดสอบชิมโดยใช้จำนวนผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 20 คน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนผู้ทดสอบที่ให้ความชอบคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้กล้าเชื้อผสมของ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 ร่วมกับ *Saccharomyces cerevisiae* หมักที่อุณหภูมิห้อง และ 37 °c

ทรีทเมนต์	อุณหภูมิ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
1	ห้อง	8	10	7	11	7
2	37 °c	12	10	13	9	13
จำนวนผู้ชิม		20	20	20	20	20

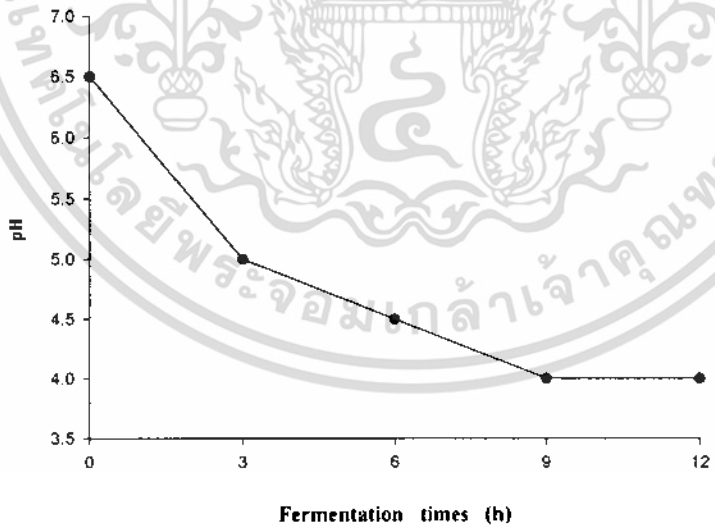
จากตารางที่ 6 พบว่า การทดสอบความชอบคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ด้านสีให้การยอมรับทรีทเมนต์ที่ 1 จำนวน 8 คน ทรีทเมนต์ที่ 2 จำนวน 12 คน ด้านกลิ่นทั้ง 2 ทรีทเมนต์ ไม่มีความความแตกต่าง ด้านรสชาติ ให้การยอม ทรีทเมนต์ที่ 1 จำนวน 7 คน ทรีทเมนต์ที่ 2 จำนวน 13 คน ด้านเนื้อสัมผัส ให้การยอมรับ ทรีทเมนต์ที่ 1 จำนวน 11 คน ทรีทเมนต์ที่ 2 จำนวน 9 คน และด้านความชอบรวม ให้การยอมรับ ทรีทเมนต์ที่ 1 จำนวน 7 คน ทรีทเมนต์ที่ 2 จำนวน 13 คน ซึ่งได้นำเอาค่าตัวเลขดังกล่าวเทียบกับตารางวิเคราะห์ พบว่า ทรีทเมนต์ที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้น จึงเลือกสภาวะการบ่มที่มีจำนวนผู้ทดสอบชิมสูงสุดคือที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส สำหรับการหมักต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการหมักดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 ผสมกับเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

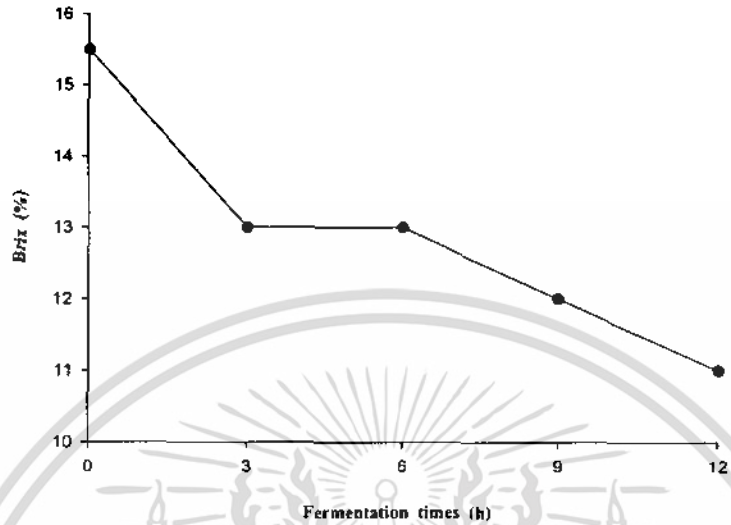
การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)				
	0	3	6	9	12
พีเอช	6.5	5	4.5	4	4
บริกซ์ (%)	15.5	13	13	12	11
กรดแลคติก (%)	0.4	0.78	0.90	1.48	1.58
อาหาร PDA	1.57×10^6	8.7×10^7	1.15×10^8	2.2×10^7	1.38×10^7
อาหาร MRS	1.10×10^6	1.05×10^7	1.48×10^8	2.6×10^7	4.6×10^7

หมายเหตุ : อาหาร PDA เป็นการตรวจนับ จำนวนเซลล์ยีสต์ (โคโลนี/มิลลิลิตร)
อาหาร MRS เป็นการตรวจนับ จำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติก (โคโลนี/มิลลิลิตร)

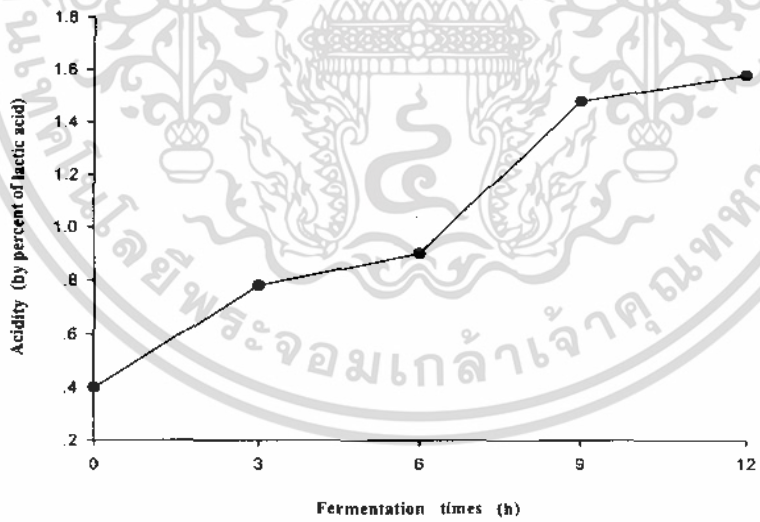


ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการหมักดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดในระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °c ในช่วงเวลาที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 18 19 และ 20 พบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ค่าพีเอช ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.5 ชั่วโมงที่ 3 เท่ากับ 5 ชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 4.5 และมีค่าพีเอชลดลงเท่ากับ 4 ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 9-12 ส่วนเปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 15.5 ชั่วโมงที่ 3 เท่ากับ 13 ชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 13 และเริ่มลดลงในชั่วโมงที่ 9 และ 12 เท่ากับ 12 และ 11 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาของการหมัก ที่อายุการหมัก 0 ชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดเริ่มต้นเท่ากับ 0.4 ชั่วโมงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.78 ชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 0.90 ชั่วโมงที่ 9 เท่ากับ 1.48 และชั่วโมงที่ 12 มีค่าเท่ากับ 1.58

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อคีเฟอร์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด คือ Potato dextrose agar (PDA) และ Lactobacillus MRS Agar (MRS) ทำการทดลองโดยวิธี Spread plate technique บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง พบว่า ช่วงอายุการหมักที่ 0 ชั่วโมง การเจริญของเชื้อยีสต์ในอาหาร Potato dextrose agar (PDA) เท่ากับ 1.57×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร การเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในอาหาร Lactobacillus MRS Agar (MRS) เท่ากับ 1.10×10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร และเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นเชื้อก็มีการเจริญไปด้วยและเริ่มลดลงในชั่วโมงที่ 9-12 โดยชั่วโมงที่ 12 มีค่าเท่ากับ 1.38×10^7 และ 4.6×10^7 โคโลนี/มิลลิลิตร เนื่องจากจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลแลคโตส และกลูโคสในนมเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเมื่อน้ำตาลที่มีอยู่ในนมมีปริมาณลดลง เชื้อจุลินทรีย์ก็มีจำนวนลดลงไปด้วย

ตารางที่ 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

ทรีทเมนต์	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ชุดควบคุม	7.2^a	5.2^{ab}	4.45^b	5.85^a	5.3^a
คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + วุ้นสวรรค์	5.8^b	5.15^{ab}	5.9^a	5.35^a	5.75^a
คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + ว่านหางจระเข้	6.75^a	6.15^a	6.15^a	5.8^a	6^a
คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + เนื้อมะพร้าวอ่อน	5.55^b	4.45^b	4.9^{ab}	5.4^a	5.2^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสตามตารางที่ 6 การทดสอบในด้านสี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% โดยค่าเฉลี่ยของสีเท่ากับ 7.2 6.75 5.8 และ 5.55 ตามลำดับในทรีทเมนต์ที่ 1 3 2 และ 4 ค่าเฉลี่ยในทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 (ชุดควบคุมและคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + ว่านหางจระเข้) ไม่มีความแตกต่างกัน แต่แตกต่างจากทรีทเมนต์ที่ 2 และ 4 (คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + วุ้นสวรรค์ และคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + เนื้อมะพร้าวอ่อน)

การวิเคราะห์ด้านกลิ่นพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% ค่าเฉลี่ยของกลิ่นเท่ากับ 6.15 5.2 5.15 และ 4.45 ในทรีทเมนต์ที่ 3 1 2 และ 4 ตามลำดับ โดยในทรีทเมนต์ที่ 1 ไม่แตกต่างกับทรีทเมนต์ที่ 2 และ 3 แต่แตกต่างทรีทเมนต์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยในทรีทเมนต์ที่ 3 (คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + ว่านหางจระเข้) สูงสุดเพราะมีกลิ่นหอมของว่านหางจระเข้ทำให้กลิ่นของการหมักคีเฟอร์ลดลง

การวิเคราะห์ด้านรสชาติ พบว่าทรีทเมนต์ที่ 2 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของรสชาติเท่ากับ 6.15 5.9 และ 4.9 ในทรีทเมนต์ที่ 3 2 และ 4 ตามลำดับ แต่แตกต่างจากทรีทเมนต์ชุดควบคุม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของรสชาติเท่ากับ 4.45 นั่นหมายความว่าคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด + ว่านหางจระเข้มีรสชาติที่ดีที่สุด ส่วนลักษณะทางเนื้อสัมผัสของทั้ง 4 ทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.85 5.8 5.4 และ 5.35 ในทรีทเมนต์ที่ 1 3 4 และ 2 ตามลำดับ

สุดท้ายของการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือความชอบรวมพบว่า ค่าเฉลี่ยของความชอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าแสดงเท่ากับ 6 5.75 5.3 และ 5.2 ในทรีทเมนต์ที่ 3 2 1 และ 4 ตามลำดับ โดยในทรีทเมนต์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของความชอบสูงสุด

ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยผสมวุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน โดยรวมแล้วคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมว่านหางจระเข้มีค่าเฉลี่ยของลักษณะสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด ดังนั้นถ้าจะศึกษาต่อไปก็ควรนำทรีทเมนต์ที่ 3 ไปศึกษาอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการผลิตคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวโพดที่มีการปรุงสูตรด้วยน้ำตาลและนมผงอย่างละ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้กล้าเชื้อ 3 ทรีทเมนต์ คือ ทรีทเมนต์ที่ 1 *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 + *Saccharomyces cerevisiae* ทรีทเมนต์ที่ 2 *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* และทรีทเมนต์ที่ 3 *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6 - 1 + *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 + *Saccharomyces cerevisiae* โดยระหว่างการหมักได้มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง โดยบ่มที่อุณหภูมิห้อง (26-28 องศาเซลเซียส) ผลปรากฏว่าทั้งทรีทเมนต์ที่ 1 และ 3 มีความเหมาะสม จึงเลือกกล้าเชื้อทั้ง 2 ทรีทเมนต์ไปศึกษาถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมักเพื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิห้องและใช้ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมัก พบว่า การหมักโดยใช้ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส กิจกรรมการหมักเกิดได้เร็วและคงที่กว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ทรีทเมนต์ที่ 2 มีค่าการวิเคราะห์ต่าง ๆ ใกล้เคียงกับทรีทเมนต์ที่ 4 จึงเลือกทั้ง 2 ทรีทเมนต์ไปทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยลดระยะการหมักเป็น 16 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่าการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส *กิจกรรมการหมักมีความสม่ำเสมอและคงที่มากกว่าการหมักที่อุณหภูมิห้อง*และจากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 20 คน ให้ความชอบคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ทั้ง 2 อุณหภูมิ โดยการหมักที่อุณหภูมิห้องได้รับค่าเฉลี่ยการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด จึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก จำนวนเซลล์ของแบคทีเรียกรดแลคติก และยีสต์ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาการหมักที่ 0 3 6 9 12 ชั่วโมง การพัฒนาคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดโดยผสมวุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน โดยรวมแล้วคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมว่านหางจระเข้มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเลือกซื้อข้าวโพดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบควรเลือกซื้อจากแหล่งเดียวกันตลอดการทดลองและเลือกข้าวโพดที่เป็นข้าวโพดในระยะน้ำนม เพื่อลดจำนวนแป้งที่มีในเมล็ดข้าวโพด

5.2.2 ควรมีการศึกษาและปรับปรุงในเรื่องกลิ่นที่เกิดจากการหมักในคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

5.2.3 ควรศึกษาถึงสัดส่วนการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก และยีสต์ ต่อการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก

5.2.4 ควรมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาคีเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติกร ดาวเรือง และประภาส ภูษาแก้ว. 2543. น้ำนมข้าวโพด. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จารุณี สังขโชติ. 2544. สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง การผลิตน้ำนมข้าวโพด. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิตธนา แจ่มเมฆ อรอนงค์ นัยวิกุล และปริศนา สุวรรณาภรณ์. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 503 น.

จินตนา ว่องวิกยะการ. 2547. "โยเกิร์ต". โยเกิร์ตบัวหิมะ . แหล่งที่มา : http:/www.medsci.nu.ac.th/Thai/DeptMicrobio/PDF/Newsletters_24_8_47.pdf. (19 ธันวาคม 2548)

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและหัวพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 370 น.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงษ์. 2539. หลักการตัดสินพืชไร่. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. 159 น.

นภา โล่ทอง. 2538. กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: หจก. ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง. 159 น.

ผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้. แหล่งที่มา : www.ku.ac.th/e-magazine/october47/know/varn.html - 7k (28 กุมภาพันธ์ 2549)

มะพร้าว. แหล่งที่มา : http://www.dtam.moph.go.th/ittm/data_articles/direct_tree/directtree28.htm (27 กุมภาพันธ์ 2549)

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 238 น.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย . กรุงเทพ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 323 น.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง และวิเชียร ลีลาวัชรมาศ. 2546. การจัดจำแนกแบคทีเรียกรดแลคติกที่แยกได้จากตัวอย่างแหนมของไทย. เรื่องเต็มการประชุมวิชาการครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. 3-7 กุมภาพันธ์ 2546 : 108-115 น.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2547. แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม 3(1) : 62-69 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์ . 209 น.

ว่านหางจระเข้. แหล่งที่มา : http://www.gpo.or.th/herbal/aloe/aloe.htm (27 กุมภาพันธ์ 2549)

วารีย์รัตน์ บุญเอก. 2548. คุณค่าที่คาดไม่ถึงของข้าวโพด. วารสารสถาบันอาหาร 41(7). 81 น.

วุ้นมะพร้าว. แหล่งที่มา : http://www.smejelly.com/prd_production.asp (27 กุมภาพันธ์ 2549)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2546. น้ำนมข้าวโพด. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.124/.

ลัดดาวัลย์ รัศมิทัต. 2536. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยบูรพา. 247 น.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 405 น.

สุรีพร เกตุงาม. 2547. เอกสารประกอบการสอนวิชาธัญพืช . ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 11 น.

สารานุกรมไทยเล่มสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 3. "ข้าวโพดหวาน". แหล่งที่มา : http://Kanchanapisek.ro .th /kpb/BOOK3/chapter2/t3_L_S.htm (10 ธันวาคม 2548)

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. 2534. เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์. 296 น.

อนัญญา เหลืองอรุณ. 2547. "น้ำนมข้าวโพดคุณค่าเพื่อสุขภาพ". ข้าวโพดพืชมหัศจรรย์. แหล่งที่มา : http://www.maleeicorn.com/icare.asp (20 พฤศจิกายน 2548)

Kefir Grains. แหล่งที่มา : http://planeta.terra.com.br/ saude/kefir/ (21 กุมภาพันธ์ 2549)

Kefir Real. แหล่งที่มา : http://planeta.terra.com.br/ saude/kefir/ (5 กุมภาพันธ์ 2549)

Lactic Acid Fermentation : Kefir fermentation. แหล่งที่มา :http//www.tembeh.info/fermentation /lactic-acid-fermentation.html 2 _4_47.pdf. (2 ธันวาคม 2548)

Lactobacillus. แหล่งที่มา : http://bioweb.usu.edu/microscopy/Research.htm (20 พฤศจิกายน 2548)

Microorganisims. Typical mcroorganisims isolated from various water-kefir grains and water-kefirbeverage. แหล่งที่มา : http://users.chariot.net.au/~dna/kefirpage.htm (7 ธันวาคม 2548)

Saccharomyces cerevisiae. Microbiology Video Library. แหล่งที่มา : http://www.-micro.msb.le. Ac.uk/index.html (20 พฤศจิกายน 2548)

Saglik Mucizesi Kefir. แหล่งที่มา : http://www.veterinerhekim.net/ayinkonusu/02-kefir.htm/ (5 กุมภาพันธ์ 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ

1. ตู้เป่าลมปลอดเชื้อ (Biohazard Laminar Flow)

1. เสียบปลั๊กสายไฟให้เรียบร้อย หลังจากนั้นกดปุ่ม Reset ระบบ U.V.C เพื่อฆ่าเชื้อบริเวณพื้นที่ทำงานประมาณ 15 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ ระบบจะถูกตัดอัตโนมัติ (Automatic Timer) ถ้าต้องการเพิ่มหรือลดเวลาในการฆ่าเชื้อก็สามารถทำได้โดยปรับ 0-3 ชั่วโมงในกรณีระบบ U.V.C ยังไม่ถึงเวลาที่ตั้งเอาไว้ แต่มีความจำเป็นจะต้องเครื่อง ให้หมุนตัวปรับเวลามาทาง "0" จนสุด จน U.V.C ตัดไป และให้หมุนกลับไปที่ตัวเลขเดิมเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป ไฟที่โชร์ที่ Timer ติดสองดวง แสดงว่าหลอด U.V ถูกสั่งปิด ไฟโชรที่ Timer ติด 1ดวง แสดงว่าหลอด U.V กำลังฆ่าเชื้ออยู่

2. เปิดสวิทซ์แสงสว่าง (Light)

3. เปิดสวิทซ์ Blower ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทำงานด้วยแอลกอฮอล์ 70%

4. เครื่องมือพร้อมใช้

5. การปิดเครื่องโดยปิดสวิทซ์ Blower แล้วปิดแสงสว่างจากนั้นจึงกดปุ่ม Reset เพื่อตั้งเวลาฆ่าเชื้อ สำหรับทำการฆ่าเชื้อที่ตกค้างอยู่บริเวณใช้งาน ประมาณ 15-20 นาที เมื่อเสร็จสิ้นการฆ่าเชื้อถอดปลั๊กออกให้เรียบร้อย

<u>การเปิดตะเกียงแก๊ส</u>

1. เปิดวาวล์ที่ตัวถังแก๊สให้เรียบร้อย ถ้ามีปุ่ม Safty valve ให้กดปุ่มนี้ลงไป จากนั้นยกปุ่มแล้วหมุนปุ่มเปิดแก๊สที่อยู่ในตู้ Laminar Flow

2. จุดไฟด้วยไฟแช็ค แล้วปรับระดับไฟ โดยหมุนช่องปรับอากาศเข้าที่บริเวณตะเกียงปรับจนได้ไฟสีน้ำเงินเขียว

3. เมื่อใช้ตะเกียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดวาวล์ที่ถังแก๊สเป็นอันดับแรก หลังจากเมื่อสังเกตว่าไม่มีเปลวไฟออกจากตะเกียงแล้ว ทำการหมุนปุ่มปิดสายท่อแก๊สที่อยู่ในเครื่อง Laminar Flow ให้อยู่ในลักษณะที่สังเกตเห็นในครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หม้อนึ่งอัดความดันไอ (Pressure cooker หรือ Autoclave)

1. ใส่น้ำกลั่นลงในเครื่อง Autoclave พอประมาณอย่าให้ท่วมจานวางตะกร้า

2. เสียบปลั๊กไฟตัวเครื่องให้เรียบร้อย นำของที่ต้องการฆ่าเชื้อใส่ลงไปในตะกร้าและใส่ของลงไปใน Autoclave

3. กดปุ่ม power ไปที่ ON

4. เช็คปุ่ม Exhaust ให้อยู่ที่ Close

5. กดปุ่ม MODE แล้วกดปุ่ม TEMP หน้าแป้นโชว์เลข "121" ถ้าต้องการเปลี่ยนอุณหภูมิตัวเลขให้กดลูกศร " ▼ " เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิขึ้น และลูกศร " ▲ " เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิลง

6. กดปุ่ม "STER TIME" เป็นเวลาที่ต้องการฆ่าเชื้อโดยปกติตั้งค่าไว้ที่ 15 นาทีแต่ถ้าต้องการแก้ไขสามารถเปลี่ยนค่า ตั้งขึ้น หรือลงได้เช่นเดียวกันกับข้อ 6

7. กดปุ่ม START เพื่อเริ่มการใช้งาน

8. ให้ยืนรอดูว่าไม่มีเสียงอะไรผิดปกติและตัวเลขของอุณหภูมิขึ้นจึงเดินออกไปได้

ข้อควรระวังในการใช้งาน

1. ตรวจสอบอุณหภูมิให้ได้ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2. เวลาฆ่าเชื้อเสร็จแล้วไม่ควรเปิดฝาออกทันที ควรรอให้สเกลความดันลดลงถึง "0" ก่อนเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน จึงจะเปิดฝาออกได้

3. ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)

1. เสียบปลั๊กเพื่อจ่ายไฟเข้าเครื่อง

2. เปิดสวิทช์โดยหมุนปุ่ม power จาก "0"มาที่ "I"

3. กดปุ่ม set ค้างไว้แล้วหมุนปรับอุณหภูมิ " ↷ " ได้ตามต้องการใช้งาน(ไม่ควรเกิน limit ของเครื่องคือประมาณ 70 องศาเซลเซียส)

4. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วหมุนปุ่ม Power มาที่ "0" เพื่อปิดสวิทช์ให้เรียบร้อย

5. ถอดปลั๊กออกทุกครั้งเมื่อใช้งานเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. สูตรอาหาร Lactobacillus MRS Agar (MRS)

	กรัม/ลิตร
1. Proteose peptone	10
2. Beef Extract	10
3. Yeast Extract	5
4. Dextrose	20
5. Polysorbate 80	1
6. Ammonium citrate	2
7. Sodium acetate	5
8. Manesium sulphate	0.1
9. Manganese sulphate	0.05
10. Dipotassium phosphate	2
11. Agar	1.5 %

2. สูตรอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

	กรัม/ลิตร
1. potatose infusion from	200.00
2. Dextrose	20.00
3. Agar	15.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการเลี้ยงและแยกเชื้อจุลินทรีย์

1 Spread plate technique

ทำการเจือจางโดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมา 1 ml เติมลงในน้ำกลั่น 9 ml เขย่าให้เข้ากัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างของค่าเจือจางที่เหมาะสม (Dilution) เช่น 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} อย่างละ 0.1 ml ใส่ในจานเพาะเชื้อที่ได้เตรียมเทลงในจานเพาะเชื้อไว้ก่อน 1 วันแล้วนั้น แล้วใช้แท่งแก้วงอเป็นรูปสามเหลี่ยมจุ่มแอลกอฮอล์ลนไฟเพื่อฆ่าเชื้อ ทิ้งไว้สักครู่ให้เย็น เกลี่ยตัวอย่างให้แผ่กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารแข็งซึ่งทำได้โดยใช้มือหนึ่งช่วยหมุนจาน โดยแตะแท่งแก้วไว้บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมทั้งผลักจานหมุนไปรอบๆ ระวังอย่าให้วุ้นแตก หลังจากนั้นวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 20 นาที เพื่อให้สารละลายตัวอย่างแห้งซึมเข้าในวุ้นให้หมด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนได้บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเจริญของเชื้อบนอาหารแข็งแล้วนำมานับจำนวนโคโลนีทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การเตรียมน้ำนมข้าวโพด

ตารางผนวกที่ 1 สูตรการเตรียมน้ำนมข้าวโพด

ส่วนผสม	ปริมาตร
ข้าวโพดสดระยะน้ำนม	300 กรัม
น้ำสะอาด	800 มิลลิลิตร
น้ำตาล	6 % (6 กรัม/น้ำนมข้าวโพด 100 มิลิลิตร)
นมผง	6 % (6 กรัม/น้ำนมข้าวโพด 100 มิลิลิตร)

วิธีการเตรียมน้ำนมข้าวโพด

1. นำข้าวโพดระยะน้ำนมที่อยู่ในสภาพดีมาปอกเปลือก ล้างทำความสะอาดแยกเมล็ดออก เติมน้ำแล้วปั่นและคั้นเพื่อแยกส่วนกากออกโดยใช้อัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำเท่ากับ 300 : 800 (น้ำหนัก : ปริมาตร)

2 นำน้ำนมข้าวโพดที่ได้ไปตั้งไฟพออุ่นปรับน้ำตาลและนมผงตามอัตราส่วน 6% ต่อปริมาตรน้ำนมข้าวโพดที่เตรียมได้ทั้งหมดละลายจนหมด

3. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที รอให้อุ่นเพื่อที่จะนำไปใช้ในการหมักคีเฟอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

Hedonic Scales Scoring Test

ชื่อผลิตภัณฑ์ ดีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....เวลา.....

คำชี้แจง

กรุณาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ละตัวอย่างแล้วประเมินผลในด้าน กลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบตัวอย่างและปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกชอบของท่านมากที่สุด ตามคำอธิบายคะแนนตามความชอบข้างล่างนี้และกรุณาบ้วนปากระหว่างชิมตัวอย่าง

คะแนน	ระดับความชอบ
9	ชอบมากที่สุด
8	ชอบมาก
7	ชอบปานกลาง
6	ชอบเล็กน้อย
5	เฉยๆ
4	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	ไม่ชอบปานกลาง
2	ไม่ชอบมาก
1	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	452	163	879	274
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผล

.....

.....

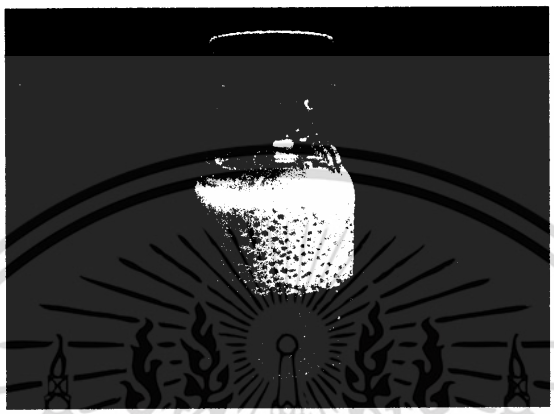
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ภาพผนวกที่ 1 ข้าวโพดหวาน

ภาพผนวกที่ 2 น้ำนมข้าวโพด

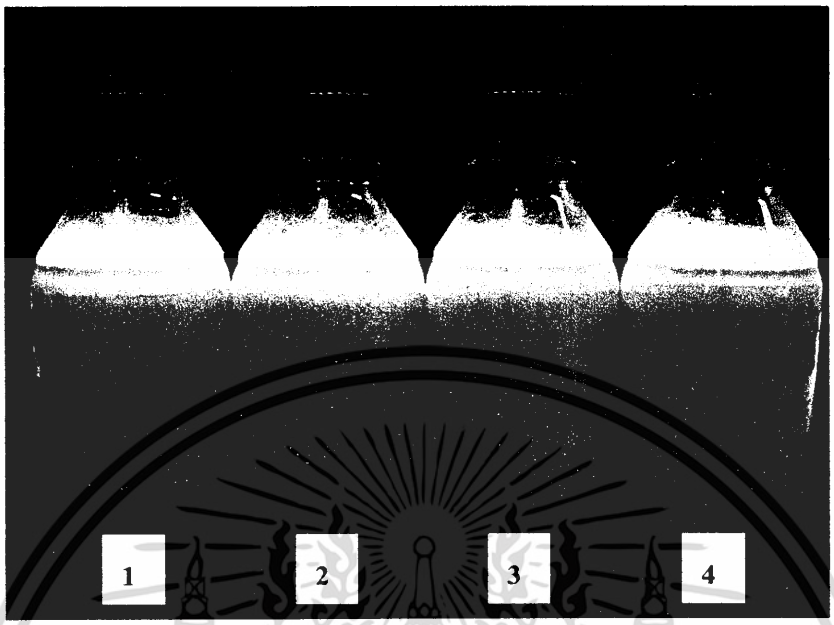
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 กล้าเชื้อคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

ภาพผนวกที่ 4 คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดที่อายุการหมัก 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดสูตร ชุดควบคุม ผสมวุ้นสวรรค์ ว่านหางจระเข้ และเนื้อมะพร้าวอ่อน

1 = คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดชุดควบคุม

2 = คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมวุ้นสวรรค์

3 = คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมว่านหางจระเข้

4 = คีเฟอร์น้ำนมข้าวโพดผสมเนื้อมะพร้าวอ่อน

ภาพผนวกที่ 6 ลักษณะเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติกและยีสต์จากการหมักคีเฟอร์น้ำนมข้าวโพด

1 = ลักษณะเซลล์ของแบคทีเรียกรดแลคติก

2 = ลักษณะเซลล์ของยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้