สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

PRODUCTION OF CORN MILK YOGHURT WITH MIXED CULTURE OF LACTIC ACID BACTERIA

โดย

นางสาวจิราพร หมัดบิลหีม

นางสาววลัยลักษณ์ ยิ่งยงยุทธ

หมู่.....
เลขทะเบียน 60045
วัน,เดือน,ปี 26 มิ.ย. 2549

b 11582
i.....

ปัญหาพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2548

ชื่อเรื่อง การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค
Production of Corn Milk Yoghurt with Mixed Culture of Lactic Acid Bacteria

ชื่อ-สกุล นางสาวจิราพร หมัดบิลหีม
นางสาววลัยลักษณ์ ยิ่งยงยุทธ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของข้าวโพดที่ใช้เป็นวัตถุดิบคือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคและค่าร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งที่ละลายน้ำ (องศาบริกซ์) ในระหว่างการหมักที่ 0-24 ชั่วโมง พบว่าข้าวโพดหวานมีค่าเหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมากที่สุดและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าข้าวโพดหวานได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด พร้อมทั้งศึกษาการใช้เจลาตินในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในปริมาณ 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองได้มีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคและองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักที่ 0-8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณเจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมากที่สุดและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณเจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความหนืด ไม่เหลวจนเกินไป และศึกษาการเสริมธัญพืชในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ชุดควบคุม ลูกเดือย ข้าวโพดและลูกเดือยผสมข้าวโพด ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏว่าการเสริมธัญพืชทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) ปัจจัยด้านสี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา โดยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง การเรียบเรียงเนื้อหา การจัดทำรูปเล่ม ตลอดจนช่วยแก้ไขรายงานข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับการทดลองทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ค. 140 และ ค. 141 ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นอย่างดี ทำให้การทดลองในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดาและสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

จิราพร หมัดบิลหีม
วลัยลักษณ์ ยิ่งยงยุทธ
มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 โยเกิร์ต	4
ก. ชนิดของโยเกิร์ต	4
ข. ประเภทของโยเกิร์ตที่จำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน	6
ค. กระบวนการหลังการหมัก	7
ง. องค์ประกอบทางเคมี	8
จ. แบคทีเรียในโยเกิร์ต	8
ฉ. วัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ต	9
ช. กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	13
ซ. ปัญหาที่พบในการผลิตโยเกิร์ต	18
ฌ. ลักษณะของโยเกิร์ตที่ดี	19
ญ. ประโยชน์ของโยเกิร์ต	19
2.2 ข้าวโพด	22
ก. ประวัติและแหล่งกำเนิด	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	23
ค. การจำแนกชนิดของข้าวโพด	26
ง. พันธุ์ข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทย	29
จ. การขยายพันธุ์	30
ฉ. ฤดูกาลปลูก	30
ช. การเก็บเกี่ยว	30
ซ. องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด	31
ฌ. การนำไปใช้ประโยชน์	32
ญ. น้ำนมข้าวโพด	35
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	39
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย	39
3.2 วิธีการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	40
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	45
3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	45
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	46
4.1 การศึกษาชนิดข้าวโพด 3 ชนิด	46
4.2 การศึกษาการใช้เจลาตินในสูตรการผลิต	55
4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยใช้การเสริมธัญพืชต่างๆ	58
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก ส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อ (MRS Broth)	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข แบบทดสอบความชอบ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส และตารางเปรียบเทียบคู่	68
ภาคผนวก ค วัตถุดิบในการทำโยเกิร์ต	72
ภาคผนวก ง รูปร่างลักษณะเชื้อ *Lactobacillus* และ *Pediococcus*	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในน้ำนมหลังผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	15
2	เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต	16
3	คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตและน้ำนม	19
4	องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ	31
5	ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด	32
6	การเปลี่ยนค่าพีเอช องศาบริกซ์และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด 3 ชนิด ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง	46
7	การเปลี่ยนค่าพีเอช องศาบริกซ์และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	49
8	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว	52
9	การเปลี่ยนแปลงพีเอช องศาบริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่อุณหภูมิ 37 °C ในช่วง เวลาที่ 2 4 6 8 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1	53
10	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ค่าองศาบริกซ์และค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาตินในปริมาณต่างๆ ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	55
11	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยเติมเจลาตินในปริมาณ 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์	57
12	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เสริมธัญพืชต่างๆ	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางภาคผนวก		
ก	ส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อ (MRS Broth)	67
ข	ตารางเปรียบเทียบคู่	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด	42
2	กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในการเติมเจลาตินปริมาณต่างๆ	43
3	กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในการเสริมธัญพืชต่างๆ	44
4	การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทั้ง 3 ชนิดด้วยกล้าเชื้อ ผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง	48
5	การเปลี่ยนแปลงยงศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทั้ง 3 ชนิดด้วยกล้าเชื้อ ผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง	48
6	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ต น้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิดด้วยกล้าเชื้อ ผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง	49
7	การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	50
8	การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อ ผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	51
9	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ต น้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	51
10	การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด จากข้าวโพดหวานด้วย กล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง	53
11	การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	จากข้าวโพดหวานด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง	54
12	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง	54
13	การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	56
14	การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	56
15	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง	57
ภาพผนวก		
ค1	ข้าวโพดหวาน	72
ค2	ข้าวโพดข้าวเหนียว	72
ค3	ข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู	72
ค4	น้ำนมข้าวโพดชนิดต่างๆ	73
ค5	หัวเชื้อผสม *Lactobacillus* และ *Pediococcus*	73
ภาพผนวก		
ง 1	รูปร่างลักษณะเชื้อ *Lactobacillus*	74
ง2	รูปร่างลักษณะเชื้อ *Pediococcus*	74
ง3	รูปร่างลักษณะเชื้อผสม *Lactobacillus* และ *Pediococcus*	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง สามารถทำเป็นอาหารหลักและอาหารเสริมในคนและสัตว์ เพราะข้าวโพดจะให้แคลอรี่และวิตามินเอสูงกว่าธัญพืชชนิดอื่น ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของข้าวโพดมักได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ (กิตติกร ดาวเรืองและประภาส ภูษาแก้ว, 2542) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีหลายรูปแบบและอีกรูปแบบหนึ่งของผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด คือ น้ำนมข้าวโพด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม มีรสหวานมัน หอมอร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร (อนัญญา เหลืองอรุณ, 2548)

โยเกิร์ต (yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์หมักจากนมด้วยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติคที่พบในทางเดินอาหาร จะมีรสเปรี้ยว และมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่านมสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนเคซีนจะมีประโยชน์ต่อร่างกายมากและมีแคลเซียมค่อนข้างสูงจึงช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง นอกจากนี้ยังช่วยการรักษาอาการท้องเสีย ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และบำรุงผิวพรรณด้วย (พิษณุ วิเชียรสวรรค์, 2533 : 53)

จากประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดข้างต้น จึงมีความสนใจที่จะผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมข้าวโพดโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค ซึ่งในการทดลองนี้จะศึกษาชนิดของข้าวโพดที่นิยมรับประทานในประเทศไทยมาใช้เป็นวัตถุดิบและศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดของข้าวโพดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้เจลาตินในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียกรดแลคติค

1.2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคและค่าร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งที่ละลายน้ำ (ค่าองศาบริกซ์) ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

1.2.5 เพื่อศึกษาการเสริมธัญพืชในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาชนิดของข้าวโพด การใช้เจลาติน ด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี คือ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค และค่าองศาบริกซ์ พร้อมทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธี Hedonic Rating Scales Test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ผู้ทดสอบชิมทั้งหมดเป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการ (ค. 140 และ ค. 141) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่เตรียมได้จากน้ำนม ซึ่งอาจเป็นนมสด นมเข้มข้น นมพร่องมันเนย นมคืนรูปจากนมผงพร่องมันเนย หรือส่วนผสมของนมดังกล่าวผสมเข้าด้วยกัน ทำการพาสเจอร์ไรซ์หมักกับจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติค สายพันธุ์ *Steptococcus termophilis* และ *Lactobacillus bulgaricus* โดยกรดที่แบคทีเรียสร้างขึ้นจะทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนเป็นลิ่มเรียกว่า เคิร์ด (curd)

1.4.2 เคิร์ด เป็นลักษณะตะกอนลิ่มสีขาวนวล แข็งตัว ไม่อ่อนเหลว

1.4.3 โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีการใช้น้ำนมข้าวโพดแทนการใช้นมสดในการหมักโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบชนิดของข้าวโพดที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยใช้กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค

1.5.2 ได้ทราบปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

1.5.3 ได้ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

1.5.4 ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 โยเกิร์ต (Yogurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีแหล่งกำเนิดมาจากแถบภูเขาคอเคซัสตรุก็ เป็นเกาะในทะเลเมเตอร์เรเนียนและกลุ่มประเทศตะวันออกบริเวณคาบสมุทรบอลข่าน ต่อมาโยเกิร์ตได้แพร่หลายไปยังสหรัฐอเมริกา ยุโรป และทั่วโลก (ศักดิ์ชัย ทรีรัชกุลชัย, 2546 : 29)

โยเกิร์ต ผลิตได้จากการหมักนมด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในทางเดินอาหารเช่น *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococus thermophillus* ลงไปในนมแล้วทิ้งไว้ให้เกิดการหมักที่อุณหภูมิประมาณ 40-43 องศาเซลเซียส วัตถุดิบน้ำนมที่นำมาใช้ ได้แก่ นมสด นมพร่องมันเนย หรือนมคืนรูปจากหางนมผงพร่องไขมันเนย การหมักจะเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลในนม คือ แลคโตสเปลี่ยนเป็นกรดแลคติคทำให้โปรตีนตกตะกอน มีลักษณะเป็นลิ่มค่อนข้างนุ่ม (soft curd) คือ มีเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปจะมีสีขาวนวล กลิ่นหอมเฉพาะตัว รสชาติค่อนข้างเปรี้ยว มีคุณค่าทางอาหารสูง เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่สามารถดื่มนมได้ น้ำตาลแลคโตสในน้ำนม ถ้าดื่มเข้าไปจะทำให้ท้องอืด ท้องเสีย สามารถรับประทานโยเกิร์ตแทนได้ (พิษณุ วิเชียรสวรรค์, 2533 : 53)

ในปัจจุบันโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ร่างกายแข็งแรงและเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จึงมีการพัฒนาปรับปรุงกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยผสมผลไม้ต่างๆลงไปนอกจากนี้ก็มีการปรับปรุงใช้น้ำนมข้าวโพดมาแทนนมสดในการทำโยเกิร์ต (อำไพพรรณ อมรวิวัฒน์, 2536 : 97)

ก. ชนิดของโยเกิร์ต

การแบ่งชนิดของโยเกิร์ตอาศัยหลักดังต่อไปนี้

1. แบ่งตามความข้นของโยเกิร์ต

1.1 โยเกิร์ตแบบคัสตาร์ด (Set yoghurt) มีการบ่มนมในภาชนะบรรจุ เช่น ถ้วยพลาสติก โดยเติมส่วนผสมที่ฆ่าเชื้อแล้วทั้งหมด จากนั้นปิดฝาภาชนะแล้วบ่มตามอุณหภูมิและเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต้องการ โยเกิร์ตที่ได้ลักษณะเป็นเนื้อครีมข้น ผลไม้จะอยู่ข้างล่างของถ้วยต้องทำการคนก่อนรับประทาน

1.2 โยเกิร์ตแบบสวิส (Stirred yoghurt) โดยจะบ่มส่วนผสมทั้งหมดในถังขนาดใหญ่และกวนส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากันก่อนที่จะทำการบรรจุ สามารถให้ความร้อนเพื่อเก็บได้นาน มีลักษณะเป็นครีมเหลว

1.3 นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม (Drinking yoghurt) มีลักษณะเป็นน้ำได้จากการนำนมมาเจือจางด้วยน้ำเชื่อม หรือน้ำผลไม้ แล้วผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.4 โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Concentrated yoghurt)

1.5 โยเกิร์ต ไอศครีม (Frozen yoghurt) มีลักษณะคล้ายกับไอศครีม

2. แบ่งตามมาตรฐานกฎหมาย (Legal standards)

มาตรฐานกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เช่น เปอร์เซ็นต์ไขมัน (solid non fat หรือ SNF)หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด ตามมาตรฐานของ FAO/WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณ ไขมันดังนี้

2.1 โยเกิร์ตมีปริมาณไขมันสูง คือ มีปริมาณ ไขมันมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

2.2 โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันปานกลาง คือ มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5-3 เปอร์เซ็นต์

2.3 โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันต่ำ คือ มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์

3. แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต

3.1 การผลิตโยเกิร์ตชนิดลงถ้วย (Set yoghurt) เป็นนมหมักที่เกิดขึ้นในภาชนะบรรจุ ลักษณะของโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่องและมีลักษณะแข็งกึ่งเหลว

3.2 โยเกิร์ตชนิดคน (Stirred yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักที่เกิดขึ้นในถังหมักเรียบร้อยแล้ว ลักษณะของโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนที่ได้จะแตกหรือแยกจากกันก่อนที่จะนำไปผ่านการให้ความเย็นหรือบรรจุ ตัวอย่างได้แก่ นมเปรี้ยว ซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่า (สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย คณะอุตสาหกรรมเกษตร (อ้างโดย ศักดิ์ชัย ทวีรชตกุลชัย, 2546 : 4))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบ่งตามลักษณะกลิ่นรส

4.1 โยเกิร์ตชนิดธรรมดา (Plain หรือ Natural yoghurt) คือ โยเกิร์ตที่ผลิตได้ตามวิธีดั้งเดิม มีรสเปรี้ยว เป็นโยเกิร์ตธรรมดาที่ไม่มีการเติมสารกลิ่นรส และผลไม้ลงไป

4.2 โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (Fruit yoghurt) โยเกิร์ตชนิดนี้ จะได้จากการเติมผลไม้ต่างๆ และสารให้ความหวานลงไปในโยเกิร์ตชนิดธรรมดา

4.3 โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ (Flavored yoghurt) ได้จากการเติมกลิ่นรสและสีแทนส่วนของผลไม้ ซึ่งอาจแบ่งได้อีก 2 แบบ คือ แบบสวิส ซึ่งเป็นโยเกิร์ตที่มีเนื้อผลไม้ผสมรวมกระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต มีการปรุงแต่งสี เนื้อ ให้เกิดรสชาติที่ดี และสวยงาม จะมีเนื้อผลไม้อยู่บริเวณก้นภาชนะ เช่น ส้ม สับปะรด สตรอเบอรี่ ลิ้นจี่ แอปเปิ้ล

5. แบ่งตามกระบวนการหลังการหมัก (Post incubation processing)

ซึ่งอาศัยความแตกต่างของขั้นตอนในการหมักซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

5.1 พาสเจอร์ไรซ์โยเกิร์ต (Pasteurized yoghurt) มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเป็นการนำโยเกิร์ตไปผ่านการให้ความร้อนโดยกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งวิธีนี้จุลินทรีย์จะถูกทำลายไปด้วย มีข้อเสีย คือ ทำให้เนื้อสัมผัส (Texture) ด้อยลงและยังสูญเสียกลิ่นธรรมชาติไปด้วย

5.2 โยเกิร์ตแช่เข็ง (Frozen yoghurt) เป็นโยเกิร์ตมีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศครีม มีการเพิ่มช่วงการแช่เข็งและเพิ่มอากาศเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในช่วงการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คล้ายไอศครีม มีการเพิ่มสารให้ความหวานเพื่อให้เซลล์อากาศในโครงสร้างคงตัว

5.3 โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนในโยเกิร์ตออกไปจนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 24 เปอร์เซ็นต์

5.4 โยเกิร์ตผง (Dried yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการทำแห้งจะมีลักษณะเป็นผง และมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 90-94 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถเก็บไว้นานขึ้น

ข. ประเภทของโยเกิร์ตที่จำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน

Robinson and Tamine (อ้างโดย ปาลจิต อนุกุล, 2546 : 7)

1. โยเกิร์ตชนิดพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurized yoghurt)
2. โยเกิร์ตที่ประกอบด้วยไฮโดร์ไลซ์แลคโตส (Lactos hydrolyzed yoghurt)
3. โยเกิร์ตชนิดดื่ม (Drinking yoghurt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โยเกิร์ตแช่เย็น (Frozen yoghurt)

5. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Condensed yoghurt)

6. โยเกิร์ตชนิดอัดก๊าซ (Carbonated yoghurt)

7. เครื่องดื่มประเภทโยเกิร์ต (Yoghurt yoghurt)

8. โยเกิร์ตผงพร้อมดื่ม (Dried or instant yoghurt)

9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ควบคุมน้ำหนัก (Dietetic or therapeutic yoghurt)

10. โยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง (Soy milk yoghurt)

จากการแบ่งประเภทของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นตลาดโยเกิร์ตในแถบอเมริกาและแถบยุโรปแต่สำหรับในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีการผลิตออกวางจำหน่ายมีเพียงประเภท long life yoghurt (ชนิด UHT) โยเกิร์ตแช่เย็น (frozen yoghurt) และโยเกิร์ตชนิดดื่ม (drinking yoghurt) ซึ่ง 2 ประเภทแรกนั้น มีการวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย ในขณะที่โยเกิร์ตแช่เย็งเริ่มขยายตัว เนื่องจากในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตนี้เพิ่มขึ้น และเริ่มเป็นที่รู้จักกันในหมู่ผู้บริโภค ซึ่งในช่วงแรกนี้กลุ่มผู้บริโภคส่วนมากจะเป็นนักเรียนและนักศึกษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะวางจำหน่ายตามศูนย์การค้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตประเภทอื่นนั้นได้มีผู้กำลังศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลือง และโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพราะเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่นและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

ค. กระบวนการหลังการหมัก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ซึ่งน้ำตาลแลคโตสในนมจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติค โดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติค เมื่อปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าพีเอชลดลง และทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนรวมตัวเป็นก้อนนิ่มๆ ซึ่งจะเป็นลักษณะเฉพาะของโยเกิร์ต เมื่อกระบวนการหมักเสร็จสิ้นแล้วนำโยเกิร์ตที่ได้ไปเก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพราะการผลิตโยเกิร์ตเป็นกระบวนการหมักทางชีวภาพ การทำให้เย็นจึงเป็นวิธีซึ่งนิยมใช้ในการควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อและเอนไซม์ เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์เนื่องจากที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อได้ โดยจะเริ่มให้ความเย็นกับผลิตภัณฑ์ ก็ต่อเมื่อโยเกิร์ตที่ผลิตได้มีระดับความเป็นกรดตามความต้องการ คือประมาณพีเอช 4.6 แต่ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของโยเกิร์ตที่ผลิต วิธีให้ความเย็นและประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนประกอบกันด้วย (จิราภรณ์ สอดจิตร์, 2541 : 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. องค์ประกอบทางเคมี

ชนิดของโยเกิร์ตอาจขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ปริมาณไขมัน (fat) ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid non fat หรือ SNF) หรือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid หรือ TS) ตามมาตรฐานของ FAO / WHO ซึ่งกำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน คือ full yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันที่สูงกว่า 3.0 เปอร์เซ็นต์ medium yoghurt / partially skimmed yoghurt หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันที่สูงกว่า 3.0-0.5 เปอร์เซ็นต์ low yoghurt skimmed หมายถึง โยเกิร์ตที่มีปริมาณไขมันที่ต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (นวลนภา อัศสินธวังกูร, 2546 : 15)

จ. แบคทีเรียในโยเกิร์ต (Bacteria in yoghurt)

แบคทีเรียเป็นเชื้อหลักเริ่มต้น (mother culture) ในการผลิตโยเกิร์ตได้แก่ *Streptococus thermophillus* และ *Lactobacillus bugaricurs* โดยการใช้แบคทีเรียทั้งสองชนิดในการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมโดยจะใช้ร่วมกัน เนื่องจากทำให้เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนของโปรตีนในนมเกิดขึ้นเร็วขึ้น โดยที่การผลิตกรดแลคติคนั้นไม่ได้เกิดจากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรงแต่เกิดจากแบคทีเรีย *Lactobacillus bugaricurs* ผลิตเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส (β-galactosidase) เพื่อไฮโดรไลซ์โปรตีนในนมให้ได้กรดอะมิโน เช่น ฮีสทีดีน (histidine) ไกลซีน (glycin) และวารีน (valine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญต่อการเจริญของ *Streptococus thermophillus* การสร้างกรดฟอร์มิก (formic acid) ทำให้พีเอช ของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็นพีเอช ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ส่วนการสร้างกรดแลคติคของ *Lactobacillus bugaricurs* ทำให้ระดับพีเอช ลดลงเหลือ 4.0-4.5 ซึ่งใกล้เคียงกับ Isoelectric point (IP) ของเคซีนในนม (พีเอช ประมาณ 4.6-4.7) ทำให้เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติ จับตัวตกตะกอนลง (วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์, 2530 : 202-203)

จึงสรุปได้ว่าการอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียทั้งสองเป็นความสัมพันธุ์แบบได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symboisis) และในทั่วไปในการหมักโยเกิร์ต หัวเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้ *Streptococus thermophillus* จะให้กรดแลคติคในรูป L (+) Lactic acid และมีกรดแลคติคในรูปนี้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เชื้อ *Lactobacillus bugaricurs* จะให้กรดแลคติคในรูป D (-) - Lactic acid และมีกรดแลคติคในรูปนี้ประมาณ 40-55 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการหมักโยเกิร์ตนั้น เชื้อ *Streptococus thermophillus* จะเจริญได้เร็วกว่าเชื้อ *Lactobacillus bugaricurs* ดังนั้นกรดแลคติคในรูปของ L (+) จะเกิดขึ้นก่อนแล้วจึงเกิดกรดแลคติคในรูป D (-) ภายหลัง ส่วนโยเกิร์ตที่มีกรดแลคติคในรูป D (-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่ากรดแลคติคในรูป L (+) แสดงว่าบ่มหัวเชื้อที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงคือ 45 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า

ฉ. วัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ต

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตวัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตโยเกิร์ตที่สำคัญอย่างมากในการผลิตมีดังต่อไปนี้

1. น้ำนมดิบ

น้ำนมที่รีดมาใหม่ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ซึ่งมักระเหยไปทันทีเมื่อสัมผัสกับอากาศ น้ำนมจะมีรสหวานเล็กน้อย เนื่องจากมีน้ำตาลแลคโตส มีปริมาณไขมันสูงและเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีนที่สำคัญได้แก่ เคซีน แลคโตกลูบูลิน และแลคโตบูมิน นมที่มีปริมาณไขมันสูงจะขายได้ราคาดีกว่านมที่มีปริมาณไขมันต่ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขระบุว่า น้ำนมต้องมีไขมันเนยไม่น้อยกว่า 3.25 เปอร์เซ็นต์ สีของน้ำนมสีขาวและทึบแสง มีค่าพีเอช ซึ่งน้ำนมจะมีฤทธิ์เป็นกรดเล็กน้อย มีพีเอช อยู่ระหว่าง 6.5 และ 6.7 เมื่อนำนมไปอุ่น ความเป็นกรดจะลดลง น้ำนมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.2 โปรตีน ในนมประกอบด้วยสารอาหารโปรตีน ได้แก่ เคซีน แลคโตโกลบูลิน และแลคตัลบูมิน ในปริมาณค่อนข้างสูงและมีกรดอะมิโนอยู่ 19 ชนิด มีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด และกระดูก

1.3 ไขมัน ไขมันลอยอยู่ในนมเป็นหยดเล็กๆ ถ้าตั้งนมที่รีดใหม่ๆ ไว้สักครู่ไขมันจะลอยตัวขึ้นข้างบน ถ้าคนแรงๆ และนานจะได้ไขมันรวมกันเป็นก้อนเนย เรียกไขมันในนมว่า มันเนย น้ำนมส่วนใหญ่มักผ่านกระบวนการโฮโมจิไนส์เป็นการให้ความดันสูงผลักให้น้ำนมผ่านเข้าไปในรูเล็กๆ ให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ และรวมกับน้ำได้ดีขึ้น เมื่อตั้งนมที่ผ่านกระบวนการนี้นานๆ ไขมันก็จะแยกตัวออกจากน้ำ ไขมันในนมสามารถดูดกลิ่นต่างๆได้ง่าย ดังนั้นควรเก็บนมไว้ในภาชนะที่สะอาดและห่างจากกลิ่นที่ไม่ดีต่างๆ

1.4 คาร์โบไฮเดรต ที่พบในน้ำนม คือ แลคโตสเมื่อถูกย่อย จะได้กลูโคสและกาแลคโตส แลคโตสให้ความหวานไม่มาก ละลายน้ำไม่ค่อยดี เมื่อได้รับความร้อนแลคโตสจะสลายตัวและเกิดสีน้ำตาลที่เรียกว่า คาราเมล แลคโตสบาซิลลัสเป็นแบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนแลคโตสในน้ำนมให้กลายเป็นกรดแลคติค ทำให้นมมีรสเปรี้ยว

1.5 วิตามินและเกลือแร่ ในน้ำนมมีวิตามินและเกลือแร่อยู่มากมาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม คลอไรด์ กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส ไอโอดีน สังกะสี และโคบอลต์ เกลือซิเตรท มีในนมสด ส่วนเกลือแลคเตท เป็นผลิตผลของจุลินทรีย์ในนมเปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 เอนไซม์ นอกจากเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันแล้วยังมีเอนไซม์ที่ช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาทางเคมีอื่นๆ อีก เช่น ออกซิเดส คาตาเลส เพอร์รอกไซเดส และฟอสฟาเตสนี้ ทนความร้อนขั้นพาสเจอร์ไรซ์ไม่ได้ (นรินทร์ ทองศิริ, 2531 : 24)

2. น้ำตาล (Sugar)

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรท มีรสหวาน ละลายได้ดีในน้ำและของเหลวทุกชนิด วัตถุประสงค์ในการเติมน้ำตาล คือเพื่อช่วยเพิ่ม SNF ในอาหาร รสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยว ที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เพราะจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทำงานไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากความเข้มข้นสูงเกินไป ในกรณีที่ต้องการความหวานมากเราสามารถแบ่งน้ำตาลเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งผสมกับน้ำนมที่ใช้เริ่มต้นในการทำโยเกิร์ต และส่วนที่สอง คือ ส่วนที่ผสมกับโยเกิร์ตที่แข็งตัวแล้ว หรือเติมผลไม้แช่อิ่มที่มีรสหวานก็ได้ (ลัดนางค์ ทองสุก (อ้างโดย ศักดิ์ชัย ทวีรชตกุลชัย, 2546 : 6))

3. นมผง

โดยปกตินำ้นมจะมีส่วนที่เป็นของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน อยู่ประมาณ 9-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อทำเป็นโยเกิร์ตแล้วมีลักษณะค่อนข้างเละ และอาจเกิดรอยแยกตัว (whey) คือ ส่วนที่น้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเคิร์ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต อาจแก้ไขปัญหาโดย การเติมนมผงพร่องมันเนย ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (รวมน้ำตาล) เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ SNF (นภาศรี ไวศยะนันท์, 2536 : 145)

4. จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต (Microbiology of natural yoghurt)

หัวเชื้อเป็นส่วนประกอบสำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่สำคัญของหัวเชื้อโยเกิร์ต คือ ปราศจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ ลักษณะเนื้อสัมผัสดี และต้านทานการเกิด pheges และสารปฏิชีวนะในการสร้างกลิ่นรส (flavor) และลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสมของ *Lactobacillus* และเชื้อ *Pediococcus* โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดในอัตราส่วนที่เท่ากัน (นรินทร์ ทองศิริ, 2531 : 29-30)

4.1 ***Lactobacillus*** เป็นแบคทีเรียรูปท่อนยาว ไม่สร้างสปอร์ ติดสีแกรมบวกและเปลี่ยนเป็นแกรมลบเมื่ออายุมากขึ้น หรือมีกรดมากขึ้น ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส มีลักษณะเด่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตจะอยู่ในช่วง 30-40 องศาเซลเซียส ชอบกรดจะมีพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต คือ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5.5-5.8 โดยเชื้อชนิดนี้มักพบในสัตว์และผลิตภัณฑ์ธัญพืช สำหรับ *Lactobacillus* ที่มีประโยชน์เช่น ก่อให้เกิดอาหารหมักที่มีรสเปรี้ยวหลายชนิดเช่น ผักกาดดอง นมเปรี้ยว โยเกิร์ต เป็นต้น

4.2 ***Pediococcus*** เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลมหรืออยู่เป็นคู่หรือเรียงตัวเป็นสี่เซลล์เนื่องจากมีการแบ่งตัวสองระนาบ ไม่สามารถเคลื่อนที่และไม่สร้างสปอร์ มีการดำรงชีวิตแบบเคโมออร์แกนโนโทรฟ จัดเป็นแบคทีเรียแลคติคที่มีการหมักน้ำตาลแบบฮอมอเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative) *Pediococcus* นิยมนำมาใช้หมักกรดแลคติคมากกว่า เช่น *P.pentosaceus* ส่วน *P.halophilus* ในปัจจุบันถูกจัดไว้ในสปีชีใหม่ในชื่อว่า *Tetragenococcus halophilus* และเป็นเชื้อที่มีบทบาทในการหมักอาหาร เช่น ผักดอง แหนม เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นเชื้อที่ทำให้เบียร์เสีย มักไม่ค่อยพบเชื้อนี้ในน้ำนม มีปริมาณเบสก้วนีนและไซโทซีนที่เป็นองค์ประกอบของดีเอ็นเออยู่ระหว่าง 34-44 เปอร์เซ็นต์โมล พบว่าเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในกระแสโลหิต (septicemia) ในผู้ชายอายุ 53 ปีขึ้นไป (บุษกร อุตรภิชาติ, 2547 : 18-20)

5. สารช่วยให้คงตัว (Stabilizer)

สเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) เป็นส่วนที่ให้โยเกิร์ตมีความหนืดและคงตัว เนื่องจากสเตบิไลเซอร์เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocoilliod) ซึ่งแขวนลอยอยู่ในน้ำนมโดยยึดเกาะกับผิวเม็ดไขมันนมด้วยไฮโดรโฟบิค (hydrophobic group) และหมู่ไฮโดรฟิลิค (hydrophilic) จะยึดเกาะกับส่วนที่เป็นน้ำ (aqueous) การยึดเกาะระหว่างเฟส (phase) ทำให้เกิดการอุ้มน้ำและเกิดไฮเดรชันกระบวนการโฮโมจิไนเซชัน (homogenization) ระหว่างการผลิตจะช่วยให้การอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ส่วนการสร้างโครงสร้างเจลช่วยเพิ่มความหนืด (viscosity) ของส่วนผสม ตัวอย่างของสเตบิไลเซอร์ได้แก่

5.1 เจลาติน (gelatin) จะใส่ในความเข้มข้น 0.3-0.5 เพื่อให้โยเกิร์ตมีเนื้อละมุนวาวใส หากใส่มากกว่า 0.35 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเป็นก้อนลิ่ม ทั่วไปนิยมใช้ บลูมสเตรงค์ (bloom strength) 225 หรือ 250 หากใช้เจลาตินที่ไม่ดี จะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเหนียวข้นคล้ายพุดดิ้งในอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และบางครั้งอาจเสื่อมคุณภาพระหว่างการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิแบบยูเอชที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 คาราจีแนน (carrageenan) ทำจากไอริสมอสเทียมกัมเจลาตินบลูมสแตรงท์ 250 ต่ำกว่าในแง่ทนความร้อน และสามารถรวมกับแคลเซียมไอออนและเคซีนและให้คุณสมบัติของเจล (วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิตย์ (อ้างโดย ภัทรา สายน้อย, 2547 : 4))

ปัจจุบันมีการสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมากขึ้น เช่น การทดลองของ ชุณห์ห่อวโนทยาน และคณะ (2539 : 92) ได้ศึกษากรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตจากถั่วเหลือง พบว่าโยเกิร์ตที่เตรียมจากถั่วเหลืองทั้งเมล็ดได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วนการหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จะให้โยเกิร์ตที่ยอมรับมากที่สุด และเมื่อใส่สารช่วยให้คงตัวปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการใช้เจลาติน คาราจีแนน และ CMC พบว่าใช้เจลาติน 0.35 เปอร์เซ็นต์ จะให้โยเกิร์ตที่ยอมรับมากที่สุด

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยศึกษาของจุฑามาศ เมฆมงคลชัย และคณะ (2540 : 32) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากถั่วลิสงโดยศึกษาอัตราส่วนถั่วกับน้ำ พบว่าอัตราส่วน 1:8 มีลักษณะน้ำนมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับน้ำนมวัวและผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุด การศึกษาปริมาณหางนมที่เหมาะสม พบว่าปริมาณหางนมผง 4 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมและเมื่อเปรียบเทียบชนิดของสเตบิไลเซอร์ที่เหมาะสม พบว่าโยเกิร์ตที่ใส่เจลาตินได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของสเตบิไลเซอร์ที่เหมาะสม พบว่าโยเกิร์ตที่ใส่เจลาตินได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่ใส่คาราจีแนนในปริมาณเท่ากัน

6. ผลไม้

การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตเป็นการส่งเสริมการขายเนื่องจากจะทำให้โยเกิร์ตน่ารับประทานมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นการจูงใจผู้บริโภค ผลไม้ที่เติมลงในโยเกิร์ตจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อและแช่แข็ง หรือผลไม้ที่บรรจุน้ำเชื่อมที่ขายในท้องตลาด สะอาดปราศจากยีสต์และราไม่มีสารแปลกปลอมและค่าพีเอช จะต้องไม่ต่ำกว่า 3.0 เพราะถ้าพีเอชต่ำกว่านี้จะทำให้โยเกิร์ตเกิดการแยกชั้นออกมา ส่วนปริมาณที่จะใส่ผลไม้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของผลไม้

7. สีและกลิ่น

ผู้ผลิตจะใช้สีและกลิ่นเพื่อปรุงแต่งให้ โยเกิร์ตชวนน่ารับประทานยิ่งขึ้น โดยจัดทำเพื่อให้เหมือนธรรมชาติมากที่สุด อาจใช้สีสังเคราะห์ หรือสีที่ได้จากธรรมชาติ
(เกศนี ตระกูลทิวากร, 2537 : 294)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต

1. การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น (Preliminary ingredient preparation)

เนื่องจากองค์ประกอบของนมที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆ แตกต่างกัน เมื่อนำมาผ่านการหมักจะทำให้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันในนมมีปริมาณสูงกว่า จะทำให้โยเกิร์ตมีความเป็นครีมสูงตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในนมจะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอนเป็น coagulum ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับความหนืด (viscosity) ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพของนมก่อนการหมักดังนี้

1.1 การปรับปริมาณไขมันในน้ำนม

ในการปรับปริมาณไขมันในน้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตนี้ จะใช้หลักการของเพียวสันส์สแควร์ (Peasons square) ปริมาณไขมันเนยโดยเฉลี่ยในนมระหว่าง 3.7-4.2 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณไขมันในโยเกิร์ตเฉลี่ย 1.5 เปอร์เซ็นต์ (สำหรับ Medium-fat yoghurt) หรือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (สำหรับ Low-fat)

1.2 การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid non fat : SNF)

ในน้ำนมปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในน้ำนมที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ สารพวกน้ำตาลแลคโตสและเกลือแร่ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต คือ ความเรียบของผิวหน้า โดยเฉพาะในส่วนของความหนืด และความสม่ำเสมอของ coagulum ถ้าปริมาณของแข็งในส่วนผสมที่ใช้มีมาก ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้นด้วย โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณของแข็ง 14-15 เปอร์เซ็นต์ โดยได้จากน้ำนมที่มีของแข็ง 14-16 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าของแข็งทั้งหมดในส่วนผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตมีมากกว่า 8.2-8.6 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการผลิตในอุตสาหกรรมต้องการให้ได้ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันน้อยที่สุด เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย เราสามารถเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมดได้โดยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- Traditional process เป็นการให้ความร้อนกับนมที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เช่น การต้ม เพื่อลดปริมาณ 2ใน3 ของปริมาตรเริ่มต้น

- การเติมนมผง (Milk powder) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อเพิ่มความแข็งให้กับเนื้อโยเกิร์ต และเมื่ออุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำจึงนิยมเติม skim milk ปริมาณ 3-4 เปอร์เซ็นต์

- การเติม butter milk powder ซึ่งจะมีปริมาณฟอสโฟลิปิด (phospholipids) สูง ซึ่งจะทำให้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟอิงซ์ (emulsifying) ทำให้เนื้อโยเกิร์ตจับตัวกันได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเติม whey powder หากเติม whey powder ลงในโยเกิร์ตมากเกินไปทำให้เกิดรสชาติของ whey ไม่เป็นที่ต้องการ

- การเติม cascin powder เมื่อเติมลงในโยเกิร์ตจะเป็นการเพิ่มระดับโปรตีนและความหนืด

- การทำให้เข้มข้นโดยการระเหย เน้นที่ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ในของผสม ซึ่งนิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรม วิธีการนี้จะใช้ single plate evaporator โดยการดึงเอาน้ำออก 10-25 เปอร์เซ็นต์ และเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งทั้งหมด 2-4 เปอร์เซ็นต์

- การทำให้เข้มข้นโดยใช้เมมเบรน (membrane) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาทำให้เข้มข้น

หรือแยกของแข็งออกจากสารผสมเหลวและเมมเบรน ที่นิยมใช้ คือ รีเวอร์สออสโมซีส (reverse osmosis, RO) และอัลตร้าฟิวเตชั่น (ultrafiltration, UF) (นรินทร์ ทองศิริ, 2531:36)

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

กระบวนการที่ทำให้น้ำนมเป็นเนื้อเดียวกัน จะมีผลต่อคุณภาพน้ำนมในด้านการเป็นสารอิมัลชัน น้ำนมที่ได้ทำการปรับส่วนผสมของนมเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามความต้องการแล้วนั้น จะถูกนำเข้าผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ความเร็วสูงโดยจะผ่านช่องเปิดเล็กๆภายใต้ความดันสูง ภายหลังจากการผ่านการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะมีผลทำให้โยเกิร์ตที่ได้หลังการหมักมีเนื้อสัมผัสที่เนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีม และช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของเวย์ สำหรับการเลือกใช้โฮโมจิไนเซอร์จะขึ้นกับปริมาณไขมันที่มีอยู่ทั่วไปน้ำนมที่ใช้ทำโยเกิร์ตจะใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบ 1 ขั้น (stage) ที่ความดันระหว่าง 1,500-2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) และที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส ผลจากการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 1

3. การให้ความร้อน

การให้ความร้อนแก่ส่วนผสมเป็นขั้นตอนสำคัญในการทำโยเกิร์ตนอกจากจะมีผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนมแล้ว ยังมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อน นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดอากาศที่มีอยู่ในน้ำนม ซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติคมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของแบคทีเรียกรดแลคติคต้องการอากาศในปริมาณเพียงเล็กน้อยและยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำนม โดยทำให้โปรตีนได้แก่ อัลบูมินและโกบูลินที่เปลี่ยนแปลงสภาพ (denature) แล้วตกตะกอน อีกทั้งทำให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีน เกิดเป็นร่างแหในลักษณะสามมิติขึ้น โดยร่างแหนี้จะจับตัวกับโปรตีนเวย์แล้วทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืดมากกว่าเดิม ดังในตารางที่ 2 แสดงเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนม (ภัทรา สายน้อย, 2547 : 7)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีในน้ำนมหลังผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ผลหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโยเกิร์ต
1. ความหนืดเพิ่มขึ้น	การลดขนาดลงของเม็ดไขมันและเพิ่มการดูดซับของอนุภาคของโปรตีนของเคซีนซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณอนุภาคแขวนลอย
2. ปริมาณของเอนไซม์แซนทินออกซิเดส (xanthin oxidase enzyme)เพิ่มขึ้น	ปริมาณของเม็ดไขมันที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการสะท้อนและการกระจายของแสง
3. สีขาวขึ้น	ปริมาณของเม็ดไขมันที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการสะท้อนและการกระจายของแสง
4. การเกิดลิโปไลซิส(lipolysis)เพิ่มขึ้น	เนื่องจากพื้นที่ผิวของไขมันที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์ไลเปสเพิ่มขึ้น โดยเยื่อหุ้มของเมล็ดไขมันที่ถูกทำลายไปจะส่งผลให้เกิดการแตกสลายของไขมันโดยหัวเชื้อมากขึ้น
5. การจับตัวรวมกันเพิ่มขึ้น	โดยเฉพาะน้ำนมที่มีนมผงเป็นส่วนผสม
6. ปริมาณของฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนยเพิ่มขึ้น	ปริมาณของฟอสโฟลิปิดที่มีอยู่เยื่อหุ้มเม็ดไขมันจะกระจายตัวอยู่ในนมผงขาดมันเนยมากขึ้นเนื่องจากแรงกระทำที่เกิดขึ้นในการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน
7. การเกิดฟองง่ายขึ้น	เป็นผลมาจากปริมาณของฟอสโฟลิปิดในนมผงขาดมันเนยเพิ่มขึ้น การปั่นนมที่จะทำโยเกิร์ตมาบ่มในถังบ่มจะก่อให้เกิดฟองง่ายขึ้น
8. ขนาดของเม็ดไขมันลดลง	ช่วยป้องกันการเกิดชั้นครีมในโยเกิร์ตระหว่างการบ่ม
9. oxidised flavour ลดลง	เนื่องจากปริมาณฟอสโฟลิปิดเพิ่มขึ้นในของนมผงขาดมันเนย ประกอบกับการเกิดสารประกอบจำพวกซัลโฟด์ดิลซึ่งเป็นสารต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผลหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโยเกิร์ต
10. เสถียรภาพของโปรตีนลดลง	อนุมูลอิสระสารประกอบนี้อาจเกิดจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนในนมผงขาดมันเนย การเปลี่ยนแปลงแรงระหว่างโปรตีนกับโปรตีนมีผลจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนและสมดุลของเกลือ
11. การรวมตัวและผลต่อการลอยตัวลดลง	เนื่องจากการดูดซับเม็ดไขมันด้วยโปรตีนเคซีนส่งผลให้การรวมตัวของไขมันลดลง
12. เคซีนในชั้นนมผงขาดมันเนยลดลง	เกิดการเคลื่อนย้ายของโปรตีนเคซีนบางส่วนจากนมผงขาดมันเนยมาจับตัวกับเยื่อหุ้มของเม็ดไขมันเล็กๆที่เกิดขึ้นจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน
13. การเกิด syneresis ลดลง	การเพิ่มความสามารถในการสร้างพันธะกับน้ำเนื่องจากแรงปฏิกิริยาของโปรตีนเคซีนที่ยื่อหุ้มของเม็ดไขมันและแรงปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับโปรตีน

ที่มา : Robinson and Tamine (ภัทรา สายน้อย, 2547 : 7)

ตารางที่ 2 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ต

เวลา	อุณหภูมิ	กระบวนการ	ผลที่ได้
2-3 วินาที	≤ 65	Thermisation	ทำลายแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิต่ำ
30 นาที	65	Batch pasteurization	ทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในน้ำนม
15 วินาที	72	Pasteurization	ได้เกือบทั้งหมดและเซลล์บางส่วน
4-20 วินาที	85	High pasteurization	ทำลายเซลล์ทั้งหมดและไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เวลา	อุณหภูมิ	กระบวนการ	ผลที่ได้
			ทำลายสปอร์
30 นาที*	85	-	-
5 นาที*	90-95	-	-
20-40 นาที	110-120	In-container sterilization and autoclaving	ทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ได้ทั้งหมด
2-20 วินาที	135-150	UHT	-

*เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ต

ที่มา : Robinson and Tamine (ภัทรา สายน้อย, 2547 : 8)

4. กระบวนการหมัก

หลังจากผ่านการให้ความร้อนและทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมของส่วนผสมแล้ว จะทำการเติมหัวเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophillus* ในอัตราส่วนที่เท่ากันโดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อประมาณ 0.5-2 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทำการถ่ายเชื้อแล้วจะนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 42-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง

5. การทำให้เย็น (cooling)

การควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อโยเกิร์ตและเอนไซม์ จะทำเมื่อโยเกิร์ตมีระดับความเป็นกรด-ด่างตามต้องการคือ ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.6 หรือความเข้มข้นของกรดแลคติคประมาณ 0.9 เปอร์เซนต์ โดยการให้ความเย็น หลักของการให้โครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอนเย็นลงคือ ลดอุณหภูมิจาก 30-45 องซาเซลเซียส ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือประมาณ 5 องศาเซลเซียส เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายในผลิตภัณฑ์

6. การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสี

การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสีลงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต จะขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการของผู้บริโภค องค์ประกอบที่ใช้เติมในอุตสาหกรรม การผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่นรส สี และสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผึ้ง มะเขือเทศ กาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60045

7. การเก็บรักษาโยเกิร์ต

การเก็บรักษาจะต้องเก็บโยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 5 องศาเซลเซียส)ซึ่งจะเก็บไว้ได้ประมาณ 14-28 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะในการผลิต เทคนิคการผลิต ชนิดของภาชนะบรรจุ อุณหภูมิที่เก็บรักษา และการใช้สารกันเสีย ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บนานประมาณ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในโยเกิร์ต ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไป และไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อของจุลินทรีย์จะถูกทำลายและโยเกิร์ตจะถูกแยกชั้นของเคิร์ดและเวย์เป็นผลให้จุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้ นอกจากนี้หากมีความผิดพลาดในกระบวนการผลิตอาจก่อให้เกิดความผิดปกติของกลิ่นรสของโยเกิร์ตได้ (เอกชัย ไตรพิศ, 2539 : 9)

ช. ปัญหาที่พบในการผลิตโยเกิร์ต

1. ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ผิดปกติ (Texture defect)

ตะกอนหรือลิ่มนมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแข็ง (Hard curd) อาจมีสาเหตุมาจากการเติมปริมาณสเตบิไลเซอร์มากเกินไป หรือตะกอนที่นมอ่อนตัวเกินไป (Weak curd) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของของแข็งในนม (Total solid) น้อยเกินไป ข้อเสียนี้อาจแก้ไขโดยการเติมปริมาณของแข็งในนม เช่น การเติมนมผง 1-2 เปอร์เซ็นต์ผสมให้เข้ากันในเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ เพื่อให้เกิดตะกอนเคซีน นอกจากนี้อาจเกิดจากหางนมเกิดการแยกตัวจากตะกอนนมซึ่งสาเหตุมาจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอระหว่างการฆ่าเชื้อ (การพาสเจอร์ไรส์) ปริมาณซีรัมต่ำความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์มากเกินไป การแยกชั้นภายหลังการกวนตะกอนโยเกิร์ต ปริมาณเกลือไม่สมดุล แก้ไขโดยการเติมเกลือแคลเซียมคลอไรด์และการใช้หางนมที่มีคุณภาพต่ำ

2. กลิ่นรสที่ผิดปกติ (Flavor defect)

โยเกิร์ตมีรสเปรี้ยวจัดและกลิ่นฉุนมาก อาจเนื่องมาจากหัวเชื้อที่ใช้นั้นมีจุลินทรีย์ *Streptococus thermophillus* และ *Lactobacillus bugaricurs* ในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากันส่วนรสขมนั้นเกิดจากการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์กลุ่ม flat sour organism เช่น *Bacillus thermophillus*, *Bacillus cereus* จุลินทรีย์กลุ่มนี้จัดเป็นพวก aerobic spore forming ที่ทนอุณหภูมิสูงมาก ส่วนใหญ่พบอยู่ในดินนอกจากนี้โยเกิร์ตอาจเสียได้โดยราหรือยีสต์ (เอกชัย ไตรพิศ, 2539 : 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฌ. ลักษณะของโยเกิร์ตที่ดี

1. เคิร์ด (curd เป็นตะกอนลิ่มสีขาวนวล) ของนมเปรี้ยวต้องเป็นเคิร์ดที่แข็งตัวไม่อ่อนเหลว

2. เคิร์ดของนมเปรี้ยวต้องไม่หดตัวเป็นก้อนแยกอยู่ต่างหาก

3. นมเปรี้ยวต้องไม่เปรี้ยวเกินไป

4. นมเปรี้ยวจะต้องมีกลิ่นอโรมาเฉพาะ

5. นมเปรี้ยวต้องไม่มีรสฝาด รสขม หรือรสผิดปกติ

ญ. ประโยชน์ของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตในผลิตภัณฑ์หลังเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต จุลินทรีย์โยเกิร์ตต้องยังคงมีชีวิตอยู่และสามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้ในสภาวะที่เหมาะสมจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตสามารถทำหน้าที่และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค จึงส่งผลให้โยเกิร์ตได้ชื่อว่า อาหารมหัศจรรย์ สำหรับเด็กวัยรุ่น ผู้สูงอายุ ผู้รักสุขภาพหรือผู้ที่สนใจอาหารธรรมชาติ ได้สรุปข้อดีของแบคทีเรียกรดแลคติค คือ ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ การย่อยสลายแลคโตส ลดอาการท้องร่วงรุนแรง ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ต่อต้านมะเร็งบางชนิด เพิ่มภูมิคุ้มกัน และการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (ภัทรา สายน้อย, 2547 : 9)

1. คุณค่าทางโภชนาการ (Nutrition value) โยเกิร์ตเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีพลังงานและไขมันต่ำ (จำแนกตามปริมาณไขมันนม) อุดมด้วยแคลเซียม และโปรตีนนม คือ เคซีนและโปรตีนเวย์ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น และกรดอะมิโนอิสระหลายชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนม พบว่าโยเกิร์ตมีปริมาณนมสูงกว่าน้ำนม เนื่องจากส่วนประกอบที่เติมลงในน้ำนมที่ใช้ผลิตหรือในโยเกิร์ตโดยตรง และผลอันเกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ในโยเกิร์ต คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต และน้ำนมดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตและน้ำนม

องค์ประกอบ	น้ำนม		โยเกิร์ต		
(หน่วย/100กรัม)	ธรรมดา	พร่องไขมัน	ไขมันเต็ม	ไขมันต่ำ	รสผลไม้
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	66	33	79	56	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ (หน่วย/100กรัม)	น้ำนม		โยเกิร์ต		
	ธรรมดา	พร่องไขมัน	ไขมันเต็ม	ไขมันต่ำ	รสผลไม้
โปรตีน (กรัม)	3.2	3.3	5.7	5.1	4.1
ไขมัน (กรัม)	3.9	0.1	3.0	0.8	0.7
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.8	5.0	7.8	7.5	17.9
แคลเซียม (กรัม)	115	120	200	190	150
ฟอสฟอรัส	92	95	170	160	120
โซเดียม (มิลลิกรัม)	55	55	80	83	64
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	140	150	280	280	210
สังกะสี (มิลลิกรัม)	0.4	0.4	0.7	0.6	0.5

ที่มา: Robinson and Tamine (ภัทรา สายน้อย, 2547 : 10)

2. ความสามารถในการย่อย (Digestibility) การบริโภคโยเกิร์ตพบว่า ย่อยได้ง่ายกว่าน้ำนม เนื่องจากอนุภาคของเคิร์ดจะไปกระตุ้นการหลั่งเอนไซม์ในการย่อยของต่อมน้ำลายอีกทั้งในโยเกิร์ตมีปริมาณเปปไทด์ (peptide) และกรดอะมิโนอิสระดีกว่าในน้ำนม เนื่องมาจากการย่อยของแบคทีเรียกรดแลคติคและผลจากการให้ความร้อน นอกจากนั้นในกระบวนการผลิตแบคทีเรียกรดแลคติคได้ย่อยแลคโตสต่อจนได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือกลูโคส และกาแลคโตส ซึ่งสามารถดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กได้

3. การใช้ประโยชน์ด้านโภชนะบำบัด (Therapeutic use) การนำโยเกิร์ตมาใช้ในการบำบัดมีได้หลายกรณี เช่น

3.1 การปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ แบคทีเรียกรดแลคติคมีส่วนช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ โดยการลดแบคทีเรียที่ให้โทษซึ่งเป็นผลจากสารเมแทบอไลซ์ การผลิตสารยับยั้ง และการปรับปรุงการเคลื่อนที่ของลำไส้ โดยกรดแลคติคจะลดและทำลายแบคทีเรียที่ไม่ทนกรดและแบคทีเรียก่อโรค เช่น *Escherichia coli, Mycobacterium tuberculosis* และ *Salmonella spp.* ซึ่งสามารถเติบโตได้ดีที่ค่าพีเอช เป็นกลาง และผลิตสารที่ก่อให้เกิดอันตรายได้แก่ เอมีน ฟีนอล อินโดล และไฮโดรเจนซัลไฟด์ การสร้างสารยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นของโยเกิร์ต เช่น บัลการิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(bulgarin) ซึ่งผลิตจาก *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* สามารถผลิตเมทานอลและอะซิโตนซึ่งยับยั้งการเจริญของ *E. coli Salmonella spp. Shigella spp.* และ *Pseudomnas spp.* ช่วยส่งเสริมการแก่งแย่งและยึดติดกับผนังลำไส้ได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น

3.2 ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ โยเกิร์ตมีผลป้องกันและรักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ที่มีความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องร่วง ท้องผูก ระบบทางเดินอาหารอักเสบของเด็กทารก เนื่องจากโยเกิร์ตเป็นอาหารที่ย่อยง่ายและเป็นผลมาจากการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้

3.3 โรคแพ้น้ำตาลแลคโตส (Lactose intolerance) ผู้ที่ขาดเอนไซม์ย่อยแลคโตสมาแต่กำเนิด หรือผู้ที่ไม่ได้ดื่มนมมาเป็นเวลานาน เมื่อดื่มนมทำให้เสี่ยงต่ออาการท้องแน่น (flutulence) ท้องเสีย (diarrhea) แต่เมื่อบริโภคโยเกิร์ตแล้วอาการเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตยังคงทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลแลคโตสต่อไป เมื่อเข้าถึงส่วนของลำไส้เล็กปริมาณแลคโตสที่เหลืออยู่จึงมีปริมาณน้อยและลักษณะเคิร์ดของโยเกิร์ตยังคงอยู่อย่างสมบูรณ์หลังจากบริโภคแล้วทำให้การกระจายตัวของแลคโตสเข้าสู่ผนังลำไส้เป็นไปอย่างช้าๆ ผลเสียหายที่เกิดขึ้นจากการย่อยแลคโตสจึงเกิดขึ้นน้อย ถ้ามีก็ไม่รุนแรงมากนัก โยเกิร์ตจึงเป็นอาหารที่เหมาะกับกลุ่มคนที่แพ้น้ำตาลแลคโตส รวมถึงผู้ป่วยที่มีน้ำตาลในเลือดสูงด้วยแต่โยเกิร์ตนั้นต้องไม่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูงมากหรือมีรสหวานจัด

3.4 โรคกระดูกพรุน (Osteoporosis) โยเกิร์ตเป็นอาหารที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียม ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน โรคกระดูกเสื่อมในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนและผู้สูงอายุ โดยเฉพาะแคลเซียมที่อยู่ในโยเกิร์ตจะถูกดูดซึมไปใช้ได้ดีกว่าในรูปอื่นๆ เนื่องจากการรับประทานโยเกิร์ตเป็นการเพิ่มกรดแลคติคเพื่อแทนที่กรดในกระเพาะอาหารที่ขาดไป ทำให้การย่อยอาหารดีขึ้นและช่วยให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมได้สูงขึ้นและยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดูกและฟันอีกด้วย

3.5 การลดคอเลสเตอรอลในเลือด จุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส ซึ่งใช้ในการผลิตโยเกิร์ต สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจที่เกิดจากระดับคอเลสเตอรอลสูง ซึ่งเป็นผลจากสารไฮดรอกซี เมทิล กลูทาเรต (hydroxyl methyl glutarate) ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย

3.6 การต่อต้านมะเร็ง สารในโยเกิร์ตที่ทำหน้าที่ต่อต้านมะเร็งสามารถแยกได้จากโยเกิร์ตส่วนที่เป็นของแข็งด้วยวิธีแยกลำดับส่วน (fractionation) บนเรซิ่นแบบแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange resin) ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตหรือการเก็บโยเกิร์ต ซึ่งมีผลยับยั้งการเติบโตของมะเร็งในระยะเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากพืชหนึ่งของโลก ผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์ นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่นๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตกและเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบประเทศทวีปอเมริกากลางและใต้ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมาก จนถึงปัจจุบันข้าวโพดนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย

ก. ประวัติและแหล่งกำเนิด

แหล่งกำเนิดของข้าวโพดหวานไม่สามารถจำเพาะเจาะจงได้ว่าเกิดขึ้นเมื่อใด ณ ที่ใด ยีนแฝง su ซึ่งกลายพันธุ์มาจากยีนข่ม su บนโครโมโซมแห่งที่ 4 อาจเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในหลายๆ เชื้อสาย (races) ของข้าวโพด การนำลักษณะความหวานดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปลูกข้าวโพดหวานกระจายไปในแหล่งต่างๆ

ข้าวโพดหวานพันธุ์แรกของอเมริกาชื่อว่า popoon น่าจะมาจากพวก Iroquois Indians ในปี 1779 ข้าวโพดหวานได้ถูกนำมาใส่ไว้ในรายการเมล็ดพันธุ์ (seed catalogs) เป็นครั้งแรกในปี 1828 อย่างไรก็ตามได้มีการตีพิมพ์เกี่ยวกับข้าวโพดหวานตั้งแต่ปี 1821 เกี่ยวกับความน่ารับประทานของมันและได้รับการยกย่องว่าเป็นพืชผักที่อร่อยที่สุดดังนั้นจึงน่าเชื่อได้ว่าข้าวโพดหวานคงเป็นที่รู้จักอย่างดีอย่างน้อยก็ในปี 1820

สำหรับการปลูกข้าวโพดหวานในดินแดนทวีปเอเชีย เริ่มต้นในศตวรรษที่ 16 โดยในปี ค.ศ. 1573 Magellan ได้นำข้าวโพดไปเผยแพร่เข้าสู่หมู่เกาะอินเดียตะวันออก ฟิลิปปินส์และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตามลำดับ

ปัจจุบันข้าวโพดได้แพร่หลายมาที่ประเทศไทย โดยจะมีการปลูกและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดมากขึ้นอีกด้วย ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามของโลกรองจากข้าวสาลีและข้าว ข้าวโพดใช้เป็นทั้งอาหารมนุษย์และสัตว์ โดยเมล็ดข้าวโพดสามารถใช้เป็นอาหารของประชากรในหลายประเทศที่นำเมล็ดข้าวโพดมาทำเป็นอาหารรับประทานโดยตรงเหมือนกับการรับประทานข้าว เช่น ทำเป็นขนมปัง โรตี ประเทศที่ประชากรใช้ข้าวโพดปรุงอาหารประจำวัน เช่น ประเทศในอเมริกาใต้ ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปของอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาอย่างช้านานแล้ว และยังมีการปลูกนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเลี้ยงสัตว์กันมากจนปัจจุบันนิยมเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย (ไสว พงษ์เก่า, 2534 : 8)

ข. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ Indian Corn, Maize

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zea mays Linn.*

วงศ์ Gramineae

ชื่ออื่น

ประชาชนในภาคเหนือของประเทศไทย เรียกว่า ข้าวสาลี สาลี

ประชาชนในภาคใต้ของประเทศไทย เรียกว่า คง

ชาวกะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน เรียกว่า บือเคสะ

ชาวเมี้ยว-ฉาน-แม่ฮ่องสอน เรียกว่า ข้าวแข่

ชาวจีน เรียกว่า เง็กบี้ เง็กจกซู่ (วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม, 2548 : 5)

ข้าวโพดเป็นพืชล้มลุกที่มีลักษณะสำคัญคือช่อดอกตัวผู้และช่อดอกตัวเมียแยกอยู่คนละส่วนบนต้นเดียวกัน (monoecious annual)

1. ลักษณะของข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชใบหยาบจัดอยู่ในพืชตระกูลหญ้า มีความแตกต่างกันอย่างมากระหว่างพันธุ์และข้าวโพดในแถบต่างๆ อาจมีความสูงตั้งแต่ 1-8 เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นตั้งแต่ 1-1.5 เซนติเมตร มีไส้กลางซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสะสมอาหารจากใบก่อนจะส่งไปยังเมล็ดข้าวโพดเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูง เนื่องมาจากปริมาณผิวใบและคลอโรฟีลล์ในใบมาก จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์อาหารได้ดี เช่น น้ำตาล แป้ง สารประกอบไนโตรเจนต่างๆ จะถูกเก็บสะสมไว้ในลำต้นจนกระทั่งมีการผสมพันธุ์ หลังจากนั้นสารประกอบเหล่านั้นจะถูกส่งไปยังเมล็ด

1.1 ต้นข้าวโพด ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆดังนี้

1.1.1 ราก รากของข้าวโพดเป็นแบบรากเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และก๊าซออกซิเจนที่เหมาะสมจะเริ่มมีการงอก โดยรากแรกที่งอกออกมาจากเมล็ด (radicle) จะเป็น primary root และ lateral root จะเป็นรากชั่วคราว (seminal root) มีอายุประมาณ 2– 3 สัปดาห์ ในระหว่างที่ต้นกล้าของข้าวโพดเริ่มเจริญเติบโตที่บริเวณข้อที่ 2 (coleoptilar node) ซึ่งอยู่บริเวณปลายของปล้องแรก (mesocotyl) จะปรากฏว่ามีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการพัฒนารากที่เป็นประเภทรากถาวร (aventitious root) จะประกอบด้วยรากฝอย (fibrous root) เป็นจำนวนมาก เมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตมากขึ้นจนถึงระยะใกล้ ๆ ช่วงออกดอก จะปรากฏว่าที่ข้อเหนือดินบริเวณใกล้ ๆ ผิวดินจะมีรากอากาศ (brace root หรือaerial root) เกิดขึ้น รากอากาศนี้จะช่วยค้ำจุนลำต้นและดูดรับอาหารบริเวณผิวดินได้ ข้าวโพดที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมักจะมีรากอากาศมากกว่าข้าวโพดที่อ่อนแอ

1.1.2 ใบ ประกอบด้วย

- กาบใบ (leaf sheath) เป็นส่วนที่เจริญมาจากข้อ ทำหน้าที่หุ้มตาและหุ้มลำต้นตั้งแต่ข้อไปจนถึงประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวปล้องและความแข็งแรงของลำต้นในระยะนี้จะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกาบใบ

- แผ่นใบ (leaf blade) ที่กางสลับบนส่วนของลำต้น ตัวแผ่นใบจะทำมุมกับลำต้นด้วยการยึดเส้นกลางใบ(mid rib) เพื่อให้ใบได้รับแสงสำหรับใช้ในกระบวนการปรุงอาหาร พันธุ์ข้าวโพดที่ได้รับการปรับปรุงให้ทนทานต่ออัตราการปลูกสูง มักจะมีลักษณะใบทรงตั้ง แผ่นด้านบนได้มีการพัฒนาให้มีขนเพื่อการเพิ่มพื้นที่ในการดูดรับแสง ส่วนด้านใต้ใบจะเรียบและมีจำนวนปากใบ(stomata)ความห่างระหว่างแผ่นใบแต่ละใบขึ้นอยู่กับความยาวของปล้อง (internode)

- เยื่อกันน้ำ มีลักษณะเป็นแผ่นเยื่อบาง ๆ ไม่มี vascular tissue อยู่ตรงรอยต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบ (leaf collar) มีหน้าที่คือป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปในกาบใบและนอกจากนี้ ยังทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำที่ระเหยออกมาจากช่องระหว่างปล้องกับกาบใบ

- หูใบ มีลักษณะคล้ายอักษรรูปตัววี เกิดขึ้นที่ฐานใบทั้งสองข้างเหนือที่ตั้งของเยื่อกันน้ำเล็กน้อยเกิดจากส่วนของใบในแถบแกนกลางใบเจริญช้ากว่าทางขอบใบจึงทำให้ข้าวโพดโค้งลงและไม่ฉีกขาดง่าย เมื่อโดนลมพัด (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2528 : 60)

1.1.3 ลำต้น ส่วนใหญ่จะมีลำต้นเดี่ยวตั้งตรง สูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 7.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ถึง 6.0 เซนติเมตร รูปร่างของลำต้นค่อนข้างกลม เรียวเล็กไปหายอด ประกอบด้วยข้อและปล้อง ตาที่อยู่เหนือดินจะเจริญเป็นฝัก ส่วนตาที่อยู่ใต้ดินจะเจริญทางหน่อ ในกรณีที่ใช้อัตราการปลูกต่ำ มีระยะระหว่างต้นหรือระหว่างแถวกว้าง หรือมีการนำข้าวโพดต่างสภาพแวดล้อมมาปลูก ข้าวโพดอาจสร้างแขนง (tiller) ขึ้นได้ แขนงที่เจริญเติบโตสูงขึ้นจะแข่งขันกับต้นหลัก และแขนงที่เกิดขึ้นมักจะสร้างช่อดอก (inflorescence) ที่มีลักษณะอยู่กึ่งกลางระหว่างช่อดอกตัวผู้และตัวเมียรวมกันอยู่ในช่อเดียวกันและสามารถติดเป็นเมล็ด (tassel seed) ได้

- ช่อดอกตัวผู้ เรียกว่า tassel จะปรากฏอยู่ส่วนยอดของลำต้น มีลักษณะเป็นแบบ panicle บนก้านของช่อดอกตัวผู้ จะปรากฏไปด้วยดอกย่อย (spikelet) ที่เกิดเป็นคู่ ดอกย่อยหนึ่งมีก้านเรียกว่า pedicelled spikelet อีกดอกย่อยหนึ่งไม่มีก้านเรียกว่า sessile spikelet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในแต่ละดอกย่อยจะประกอบด้วย 2 floret และแต่ละ floret จะมีอับละอองเกสรตัวผู้ (anther) 3 อัน ซึ่ง 1 anther จะผลิตเกสรตัวผู้ (pollen grain) ได้ถึง 2,500 ละออง โดยทั่วไป ดอกตัวผู้จะโปรยละอองเกสรก่อนการออกไหม 2 – 3 วัน และจะโปรยละออง 5 – 8 วัน

- ช่อดอกตัวเมีย เรียกว่า ฝัก (ear) ปรากฏอยู่ด้านข้างบริเวณกลาง ๆ ของความสูงของลำต้นจำนวน 1 ฝัก หรือมากกว่า ฝักประกอบไปด้วยก้านฝัก (shank) ก้านฝักจะประกอบด้วยข้อจำนวนมากและปล้องมีขนาดสั้น ทำให้เกิดมีกาบใบที่ใช้หุ้มฝักที่เรียกว่า (husk) จำนวนมาก ฝักของข้าวโพดเป็นช่อดอกแบบ spike ที่มีดอกย่อย (spikelet) เกิดเป็นคู่เรียงเป็นแถวอยู่บนส่วนของซัง (cob) 1 spikelet จะประกอบด้วย 2 floret แต่มีเพียง floret เดียวที่สามารถรับการผสมพันธุ์ได้ ก้านเกสรตัวเมีย (style) เรียกว่าไหม (silk) เป็นส่วนที่ยืดยาวจากรังไข่ (ovary) ไหมแต่ละเส้นจะมีปุ่มขนที่สามารถรับละอองเกสรตัวผู้ได้ตลอดความยาวของเส้นไหม ไหมบริเวณส่วนโคนฝักจะเกิดขึ้นก่อน ตามด้วยส่วนกลางฝัก แต่ไหมของบริเวณกลางฝักจะยืดตัวโผล่พ้นกาบหุ้มฝักอ่อน จึงอาจได้รับการผสมก่อน ทำให้เมล็ดบริเวณกลางฝักมีความสมบูรณ์ และขนาดใหญ่กว่าบริเวณโคนฝักและปลายฝัก ไหมข้าวโพดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเหี่ยวแห้งเมื่อได้รับการผสม ข้าวโพด 1 ฝักจะผลิตไหมได้ 400 ถึง 1,000 เส้น ทำให้เกิดเมล็ดได้ 400 ถึง 1,000 เมล็ดต่อฝัก

1.2 เมล็ดข้าวโพด (kernel หรือ grain)

เกิดจากละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนเส้นไหมและผสมกับไข่ในรังไข่ ประมาณการว่าการผสมเกสรจะเกิดการผสมข้ามต้น 97 เปอร์เซนต์ เนื่องจาก spikelet ของข้าวโพดเรียงแถวเป็นคู่ ทำให้เมล็ดของข้าวโพดที่ติดบนซังเกิดเป็นแถวคู่ด้วย โดยปกติมีจำนวนได้ตั้งแต่ 12 ถึง 20 แถว ก้านของเมล็ดที่ติดกับซัง (spikelet axis) เรียกว่า rachilla จะมีส่วนของแผ่นกาบ (glume) ที่เรียกว่า chaff สีขาวใสติดอยู่

เมื่อรังไข่ของข้าวโพดได้รับการผสมเกสร ข้าวโพดจะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรทไว้ในส่วนของเอนโดสเปิร์ม (endosperm) และมีการพัฒนาส่วนของคัพภะ (embryo) เพื่อที่จะเจริญเป็นต้นอ่อนต่อไป การสะสมแป้งส่วนของ endosperm จะสิ้นสุดเมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) โดยจะปรากฏแผ่นเยื่อสีดำหรือน้ำตาลดำ (black layer) ที่บริเวณโคนของเมล็ด ส่วนของคัพภะที่ได้รับการพัฒนามาเต็มที่จะปรากฏว่าภายในมีส่วนราก (radicle) ซึ่งถูกหุ้มด้วย coleorhiza และส่วนที่เป็นต้นอ่อน (stem tip) ซึ่งประกอบด้วยใบ 5 ใบ ม้วนเป็นกรวยและมี coleoptile หุ้มอยู่ นอกจากนี้ในส่วนของคัพภะจะพบใบเลี้ยง (scutellum) ติดอยู่ด้านข้างของแกนกลาง (embryonic axis)

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวโพด มีดังนี้

1. เพอริคาร์ป (Pericarp) เป็นส่วนประกอบของเมล็ดประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ แบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกได้เป็น 4 ส่วน คือ

1.1 ชั้นนอก (Outer layer) ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์ที่รูปร่างยาวๆ มีผนังเซลล์หนา

1.2 ชั้นกลาง (Mesocarp or spongy layer) มีทั้งเซลล์ที่เรียงตามยาว ตามขวาง มีเซลล์ที่มีชั้นเดียวเรียงต่อกันไป เซลล์ชั้นนี้จะเป็นทางให้น้ำไหลผ่าน

1.3 เทสต้า (Testa) เป็นเยื่อหุ้มบาง ๆ ที่หุ้มเมล็ด

1.4 ชั้นอัลลูโลน (Aleurone) เป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนาขนาดใหญ่

2. คัพภะ เป็นส่วนประกอบของเมล็ดประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

2.1 เนื้อเยื่อสะคิวเตลลัม (Scutellum) เป็นที่สะสมของสารอาหารสำหรับต้นอ่อนในขณะที่กำลังเจริญเติบโตหรือกำลังงอก

2.2 แกนเอมบริโอ (Embryonoc) เป็นส่วนที่เจริญไปเป็นต้นอ่อน

3. เอนโดสเปิร์ม เป็นส่วนประกอบของเมล็ดอีกส่วนหนึ่ง ประมาณ 82 เปอร์เซ็นต์ เป็นชั้นที่สะสมอาหารของเมล็ด ประกอบด้วยเมล็ด สตาร์ช์ (Starch) และโปรตีน (Protein) สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ส่วน คือ

3.1 เอนโดสเปิร์มชนิดแข็ง (Horny Endosperm) เป็นส่วนที่แข็งของเอนโดสเปิร์ม ประกอบด้วย เมล็ด สตาร์ช์ (Starch) และโปรตีน (Protein matrix) เกาะกันแน่นมาก

3.2 เอนโดสเปิร์มชนิดแป้ง (Floury matrix) เป็นเอน โดสเปอร์มของเซลล์ที่ค่อนข้างใหญ่ มีรูปร่างไม่แน่นอนมีการเกาะเกี่ยวกันระหว่างสายโปรตีนและเม็ดสตาร์ชอย่างกระจัดกระจายหรือเกาะกันอย่างหลวมๆ

4. ทิปแค็ป (Tip cap) เป็นส่วนประกอบของเมล็ด 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนที่ยึดเมล็ดให้ติดกับซัง

ค. การจำแนกชนิดของข้าวโพด

1. การจำแนกข้าวโพดตามลักษณะของเอนโดสเปิร์ม endosperm และ glume

สามารถจำแนกข้าวโพดออกได้เป็น 7 ชนิด คือ

1.1 **ข้าวโพดไร่หัวแข็ง** (flint corn) **ข้าวโพดชนิดนี้มี** hard starch **อยู่รอบนอก ส่วน** soft starch **ที่อยู่ตอนกลางเมล็ดนั้นจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ การที่ข้าวโพดชนิดนี้มีส่วนของ** hard starch **มากและอยู่รอบนอกจึงทำให้เมล็ดแข็งมาก เมล็ดจะไม่ปุ้มเมื่อแห้งแต่จะเรียบและกลม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ข้าวโพดไร่ชนิดหัวบุบ (dent corn) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้มี soft starch อยู่ส่วนบนของเมล็ด และ hard starch อยู่ด้านข้างของเมล็ด เมื่อเมล็ดแห้งส่วนบนของเมล็ดจะบุ๋มลงไปเนื่องจากการหดตัวไม่เท่ากันของ soft starch และ hard starch ถ้าเปอร์เซ็นต์ของ soft starch มาก เมล็ดก็จะยิ่งบุ๋มมาก

1.3 ข้าวโพดคั่ว (pop corn) ข้าวโพดชนิดนี้มีลักษณะเหมือน flint corn คือเปอร์เซ็นต์ของ hard starch สูง แต่ขนาดของเมล็ดเล็กกว่าและมีลักษณะพิเศษอีกอย่างคือ เมื่อเมล็ดถูกความร้อนจะเกิดความดันขึ้นภายในเมล็ดทำให้เมล็ดระเบิดออก pop corn บางพันธุ์ เมื่อคั่วแล้วอาจจะมีปริมาตร เพิ่มขึ้น 25-30 เท่า pop corn มีอยู่ 2 ชนิด คือ Rice pop corn ลักษณะเมล็ดแหลม และ Pearl pop corn ลักษณะเมล็ดกลม

1.4 ข้าวโพดแป้ง (flour corn) เมล็ดข้าวโพดชนิดนี้ ประกอบด้วย soft starch เกือบทั้งหมด มี hard starch เป็นชั้นบางๆ อยู่ด้านข้างของเมล็ด มีลักษณะคล้ายกับข้าวโพดชนิด flint เมื่อแก่หรือแห้งเมล็ดจะหดตัวเท่ากันหมดจึงไม่มีรอยบุ๋ม

1.5 ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะแปรปรวนมากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ คือ อาจจะเกิดมาจากข้าวโพดชนิด dent ,flint หรือ flour ก็ได้ ลักษณะสำคัญของข้าวโพดหวานเมื่อแก่เมล็ดจะเหี่ยวย่น(wrinkle)ข้าวโพดชนิดนี้เมื่อมีอายุประมาณ 20 วัน หลังจากออกดอกเมล็ดจะมีรสหวานกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ เพราะมี recessive gene ควบคุมอยู่ ซึ่งทำให้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้งอย่างช้าๆ

1.6 ข้าวโพดป่า (pod corn) เมล็ดข้าวโพดชนิดนี้จะมี glume ที่เจริญเติบโตได้มากกว่าข้าวโพดชนิดอื่นๆ เอนโดสเปิร์มของข้าวโพดชนิดนี้อาจจะมีลักษณะเหมือนชนิดอื่นๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้าวโพดชนิดนี้ไม่ปลูกเป็นการค้า

1.7 ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) เมล็ดของข้าวโพดชนิดนี้มีลักษณะขุ่นมัวทั้งเมล็ด (uniformly dull) เอนโดสเปิร์มค่อนข้างอ่อนและเป็นขี้ผึ้งแป้งของ waxy corn ประกอบด้วยอไมโลเพคติน 78 เปอร์เซ็นต์ และอไมโลส ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโมเลกุลของอไมโลสจะจับกันเป็นแบบ straight chain และมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าอไมโลเพคตินมาก เมื่อทดสอบเอนโดสเปิร์มและละอองเกสรตัวผู้ของ waxy corn กับสารละลาย potassium iodide จะเปลี่ยนเป็นสีแดงแทนที่จะเป็นสีน้ำเงินเหมือนข้าวโพดชนิดอื่นๆ (ไสว พงษ์เก่า, 2534 : 10)

ข้าวโพดข้าวเหนียว มีลักษณะเนื้อเมล็ดเหนียวคล้ายขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีลักษณะคล้ายมันสำปะหลัง นิยมปลูกเพื่อรับประทาน ฝักดูคล้ายข้าวโพดหวาน ฝักสดเมื่อต้มจะมีรสหวาน แม้จะไม่หวานมากนักแต่เมล็ดนิ่มรสอร่อยไม่ติดฟัน และเมื่อกลืนคล้ายข้าวเหนียว เมล็ดมีสีต่างๆ กัน เช่น เหลือง ขาว ส้ม ม่วง หรือหลายสีในฝักเดียวกัน เช่น ข้าวโพดเทียน ข้าวโพดพันธุ์ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียว ข้าวโพดเทียนพันธุ์เชียงตุงในภาคเหนือ ตาไล้ในภาคกลางและพันธุ์แขนอ่อนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ข้าวโพดข้าวเหนียวมีปลูกกันมากในสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ทำแป้งที่มีคุณภาพคล้ายแป้งมัน กล่าวกันว่าข้าวโพดพันธุ์นี้พบครั้งแรกในประเทศจีนและในขณะนี้ก็ยังมีปลูกกันมากในแถบภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศนั้น (กรมวิชาการเกษตร, 2524 : 19)

2. จำแนกตามเขตภูมิอากาศ

ข้าวโพดจะมีการปรับตัวเจริญเติบโตตามเขตภูมิอากาศ เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

2.1 Temperate maize เป็นข้าวโพดเขตอากาศอบอุ่นเจริญเติบโตได้ดีในเขต Latitude สูงเกิน 30 องศาเหนือและใต้ อุณหภูมิอากาศในฤดูปลูกค่อนข้างต่ำ ได้แก่ ข้าวโพดที่ปลูกในสหรัฐอเมริกา ยุโรปและจีน เป็นต้น ข้าวโพดชนิดนี้จะให้ผลผลิตสูงเนื่องจากได้รับอุณหภูมิกลางคืนที่ค่อนข้างต่ำและได้รับช่วงแสงยาว เมื่อนำมาปลูกในเขตอากาศร้อนจะออกดอกเร็วและให้ผลผลิตต่ำ

2.2 Sub Tropical maize เป็นข้าวโพดในเขตอากาศกึ่งร้อนชื้น เขต Latitude ที่ต่ำลงมา(ประมาณ 20-30 องศาละติจูดเหนือและใต้) สภาพอุณหภูมิของอากาศไม่สูงมากข้าวโพดเจริญได้ดีและให้ผลผลิตสูง

2.3 Tropical maize เป็นข้าวโพดเขตอากาศร้อน ตั้งแต่ระดับเส้นศูนย์สูตรถึง 20 องศาเหนือและใต้ เจริญเติบโตได้ดีในเขตอากาศร้อนของทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้และเอเชีย ข้าวโพดในเขตร้อนมีทั้งที่ปลูกในที่สูงจากระดับน้ำทะเล (high land maize) และข้าวโพดที่ปลูกกันในพื้นที่ราบต่ำ (tropical lowland maize)

3. จำแนกตามอายุการเก็บเกี่ยว

ข้าวโพดเขตอากาศร้อน โดยเฉพาะ tropical lowland maize จะมีอายุการเก็บเกี่ยวเมล็ดแก่ที่แตกต่างกันตามพันธุกรรม ดังนี้

3.1 Extremely early variety เป็นข้าวโพดอายุสั้นมาก เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 80-90 วัน

3.2 Early variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 90-100 วัน

3.3 Intermediat variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 100-110 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Late variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 110-130 วัน

4. จำแนกตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์

4.1 ใช้เมล็ดแก่ ได้แก่ การปลูกเพื่อนำเมล็ดไปใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคของคนหรือสัตว์ รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมแป้งและน้ำมัน

4.2 ใช้เป็นพืชอาหารเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ การตัดข้าวโพดในระยะก่อนแก่ เพื่อนำส่วนของต้นไปทำหญ้าสด (fodder) หรือหญ้าหมัก (silage) หรืออาจนำส่วนของต้นหลังการเก็บเกี่ยวทำเป็นหญ้าแห้ง (hay) ได้

4.3ใช้บริโภคฝักสด ได้แก่ การปลูกข้าวโพดเพื่อเก็บเกี่ยวส่วนของฝักที่ยังอ่อนหรือฝักที่เมล็ดยังไม่แก่ไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียวหรือข้าวโพดเทียน เป็นต้น

4.4 Ornamental corn เป็นข้าวโพดเมล็ดบนฝักมีสีหลากหลาย อันเนื่องจากการสะสมสารสี (pigment) Anthocyanin ที่แตกต่างกัน สามารถใช้เป็นข้าวโพดประดับหรือข้าวโพดสวยงามได้ (รักษ์พงศ์ มงคลเสริมสกุล, 2544 : 14)

ง. พันธุ์ข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทย

1. ข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง (flint corn) ส่วนใหญ่ปลูกไว้เพื่อจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ มีพันธุ์ที่ทางราชการส่งเสริมให้ปลูกเพราะให้ผลผลิตสูงและต้านทานโรคราน้ำค้าง เช่น

1.1 พันธุ์สุวรรณ 1 อายุตั้งแต่งอกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 105 วัน เมล็ดมีสีส้ม หัวแข็งใส ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างได้ดี มีการหักล้มน้อยมาก

1.2 พันธุ์สุวรรณ 2 มีอายุตั้งแต่งอกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน เมล็ดมีสีส้ม หัวแข็งใส ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและมีการหักล้มน้อยมากเช่นกัน

2. ข้าวโพดรับประทานฝักสด ส่วนใหญ่ปลูกเพื่อรับประทานฝักสด คือ

2.1 ข้าวโพดหวาน

2.2 ข้าวโพดข้าวเหนียว เช่น พันธุ์เทียน

2.3 ข้าวโพดคั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ. การขยายพันธุ์

โดยการใช้เมล็ดเพาะปลูก ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 75 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 2 เมล็ด ข้าวโพดงอกได้ 12-14 วัน ถอนแยกเหลือต้นที่แข็งแรงไว้ 1 ต้นต่อ 1 หลุม ถ้าปลูก 2 ต้นต่อหลุมจะทำให้ฝักเล็ก

ฉ. ฤดูกาลปลูก

ปลูกได้ดีตลอดทั้งปี ถ้าสามารถให้น้ำได้ แต่การปลูกข้าวโพดหวานในฤดูหนาวซึ่งอากาศค่อนข้างเย็น จะมีข้อดีตรงที่ในฤดูหนาวมีโรคและแมลงระบาดน้อยและน้ำตาลในเมล็ดเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งได้ช้ากว่าในสภาพที่อากาศร้อน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมไม่ควรปลูกเพราะข้าวโพดหวานจะออกดอกช่วงเดือนเมษายน ซึ่งร้อนจัดทำให้ติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ ข้าวโพดเจริญได้ดีในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างประมาณ 5.5-7

1. การปลูกในต้นฤดูฝน เริ่มกลางเดือนกรกฎาคม

2. การปลูกในกลางฤดูฝน เริ่มต้นจากกลางเดือนกรกฎาคม หรือเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม หรือเดือนพฤศจิกายน

3. การปลูกในฤดูหนาวและฤดูร้อน เริ่มจากเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนมีนาคม โดยอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำเป็นหลัก (สุรเชษฐ์ จามรมาน, 2543 : 21)

ช. การเก็บเกี่ยว

การสุกแก่ของข้าวโพดแบ่งได้ 2 ระดับ คือ

1. การสุกแก่ทางสรีรวิทยา

2. การสุกแก่เก็บเกี่ยว

การสุกแก่ทางสรีรวิทยาเป็นระยะที่ข้าวโพดสิ้นสุดการเจริญเติบโตและมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดโดยทั่วไปประมาณ 45 วันหลังจากออกไหม หรือสังเกตได้จากส่วนโคนของเมล็ดจะมีเนื้อเยื่อสีดำเรียกว่า Black layer เกิดขึ้น ทำให้การส่งผ่านธาตุอาหารจากส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดสู่เมล็ดสิ้นสุดลง เมล็ดจะมีความชื้น 35-40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความชื้นภายในเมล็ดจะลดลงเรื่อยๆ จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนการสุกแก่เก็บเกี่ยว หมายถึง การเก็บเกี่ยวข้าวโพดที่ความชื้นของเมล็ดต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสังเกตภายนอกจะเห็นว่ากาบหุ้มฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้ง โดยปกติข้าวโพดจะแก่เก็บเกี่ยวได้ที่อายุประมาณ 90-120 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช. องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นอาหารจำพวกแป้งเช่นเดียวกับข้าว ประกอบด้วยสารอาหารคาร์โบไฮเดรตสูงประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำมันเกือบทั้งหมดจะอยู่ในต้นอ่อนของเมล็ด (germ) และปริมาณสารอาหารโปรตีนราว 20 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ดก็จะอยู่ในต้นอ่อน โปรตีนในต้นอ่อนจะมีคุณค่าทางสารอาหารสูง ในขณะที่โปรตีนส่วนอื่นๆ ของเมล็ด มักจะขาดกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ ไลซีนและทริฟโตเฟน ดังนั้นถ้าหากใช้ข้าวโพดเป็นอาหารโดยมีส่วนของต้นอ่อนอยู่ด้วย ก็จะทำให้เกิดสมดุลทางคุณค่าอาหารได้ค่อนข้างดี แต่เนื่องจากข้าวโพดมีปริมาณแป้งอยู่สูงจึงถือว่าเป็นอาหารที่ให้พลังงานและควรมีการเสริมอาหารอื่นๆ ที่ให้พวกวิตามินและเกลือแร่ จะทำให้มีคุณค่าทางอาหารมากขึ้น ข้าวโพดจะมีวิตามินบีต่างๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และไนอะซินในปริมาณต่ำรวมทั้งปริมาณแคลเซียมและเหล็กด้วยและพบว่าวิตามินเอมีเฉพาะในข้าวโพดสีเหลือง (เบญจพร พรานชู, 2548 : 8)

องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ เมล็ดที่สุกเต็มที่แล้วจะประกอบด้วยสารอาหารหลัก คือคาร์โบไฮเดรตประมาณ 77-87 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนประมาณ 9-16 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1-5 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยหยาบ 2-10 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุ 1-7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีวิตามิน เอนไซม์และสารอาหารอื่นๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของธัญชาติ (กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)

ธัญชาติ	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใยหยาบ	แร่ธาตุ
ข้าวสาลี	74.1	16.0	2.9	2.6	1.8
ข้าวบาร์เลย์	78.1	11.8	1.8	5.3	3.1
ข้าวโอ๊ต	69.8	11.6	5.2	10.4	2.9
ข้าวไรย์	80.1	13.4	1.8	2.6	2.1
ข้าวทริติเคลิ	78.7	15.0	1.7	2.6	2.0
ข้าว	71.2	9.1	2.2	10.2	7.2
ข้าวโพด	80.2	11.1	**4.9**	2.1	1.7
ข้าวฟ่าง	79.7	12.4	3.6	2.7	1.7

ที่มา : กฎษฎา สัมพันธารักษ์, 2528 : 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)

ส่วนของเมล็ด	ทั้งเมล็ด	แป้ง	โปรตีน	น้ำมัน	น้ำตาล	เถ้าถ่าน
ทั้งหมด	100	73.5	9	4.3	1.9	1.5
เอนโดสเปิร์ม	82.6	87.6	7	0.83	0.62	0.33
คัพภะ	11.1	8.0	18.3	33.5	10.5	10.6
Hull	6.2	7.0	4.3	1.4	-	0.9

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542 : 48

ฌ. การนำไปใช้ประโยชน์

1. การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหาร

1.1 ข้าวโพดรับประทานฝักสด คนไทยส่วนใหญ่บริโภคข้าวโพดในรูปอาหารหวานหรืออาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร โดยนำข้าวโพดที่เมล็ดยังไม่แก่เต็มที่มาต้ม นึ่ง หรือปิ้งให้สุก ใส่น้ำเกลือบ้าง ใส่เนยบ้าง เพื่อเพิ่มรสชาติ สำหรับความนิยมในชนิดหรือพันธุ์อาจมีแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม คุณภาพและรสชาติ ความหวานของข้าวโพด รับประทานฝักสดจะขึ้นอยู่กับ

- อายุการเก็บเกี่ยว ควรเก็บในช่วงระยะเวลาที่พอเหมาะ เมล็ดโตเต็มที่หรือไหม เริ่มมีสีน้ำตาล เช่น ข้าวโพดหวานควรเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุประมาณ 65-70 วัน หลังปลูก

- ระยะเวลาการบริโภค ภายหลังการเก็บเกี่ยวหรือเมื่อหักฝักจากต้นแล้วคุณภาพและรสชาติความหวานจะเริ่มลดลง ยิ่งเก็บไว้นานก็ยิ่งจืดและเหนียวขึ้นทุกทีเนื่องจากน้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดเปลี่ยนเป็นแป้งหมด

- การเก็บรักษา อุณหภูมิหรือแสงแดดจะทำให้ความหวานของเมล็ดข้าวโพดลดลงอย่างรวดเร็ว จึงควรเก็บในที่เย็น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและรสชาติไว้ได้บ้าง

1.2 ข้าวโพดฝักอ่อน มักนิยมนำมาประกอบอาหารในรูปฝักสดเหมือนหน่อไม้ฝรั่งต่างประเทศนิยมในรูปข้าวโพดฝักอ่อน บรรจุกระป๋อง ซึ่งมีหลายประเทศในยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และฮ่องกง ที่ซื้อข้าวโพดอ่อนบรรจุกระป๋องจากประเทศไทย เป็นสินค้าอีกชนิดหนึ่งที่นำมูลค่าส่งออกสู่ให้ประเทศ คุณภาพและรสชาติของข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นอยู่กับ

- อายุการเก็บเกี่ยว ให้สังเกตจากไหมเริ่มโผล่พ้นจากปลายฝักประมาณ 1-2 ซม. ฝักบนเป็นฝักแรกจะเจริญเติบโตเร็วมากและฝักอื่นๆ ถัดต่ำลงมา การหักฝักควรให้ติดลำต้นไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะทำให้มองเห็นต้นที่เก็บเกี่ยวแล้วได้ ต้นหนึ่งสามารถเก็บฝักอ่อนได้ 2-3 ฝักเป็นอย่างน้อย อายุการเก็บเกี่ยว 48-50 วัน หลังปลูกและมีช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว 7-10 วัน

- ระยะเวลาบริโภค เมื่อเก็บแล้วควรประกอบอาหารทันทีจะทำให้ได้คุณภาพและรสชาติดี

- การเก็บรักษา ควรเก็บในที่เย็นจะช่วยรักษาคุณภาพและรสชาติได้บ้าง

1.3 ข้าวโพดเมล็ดแห้ง จัดเป็นอาหารจำพวกแป้งเช่นเดียวกับข้าว ในประเทศแถบทวีปแอฟริกา นิยมนำเมล็ดข้าวโพดมาแช่น้ำและบดทั้งเมล็ด ด้วยโม่หินหรือเครื่องบด บีบน้ำออกแล้วนำมานึ่งรับประทาน ส่วนประเทศแถบทวีปอเมริกากลางและใต้มีผลิตภัณฑ์ข้าวโพดที่นิยมบริโภคเป็นอาหารหลักคือ ทอร์ทิลลา (Tortilla) โดยใช้เมล็ดข้าวโพดแก่ทั้งเมล็ดแช่ในน้ำด่าง นำมาบดบีบน้ำออก นำมารีดแล้วตัดเป็นแผ่นบาง ๆ ทิ้งให้หมาด นำมาทอด รับประทานกับถั่วบดผสมเนื้อและใส่เครื่องเทศ

1.4 แป้งข้าวโพด ได้จากการสกัดเอาแป้งจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และแห้งแล้วโดยการโม่แยกส่วนคัพพะและเปลือกออกเหลือเอนโดสเปิร์ม ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อแป้งไว้ แป้งข้าวโพดที่ได้มี 3 ลักษณะคือ ชนิดหยาบเรียกคอร์นกริท (corn grit) ค่อนข้างละเอียดเรียกว่า คอร์นมิล (corn meal)และชนิดละเอียดเรียกแป้งข้าวโพด (corn flour) นอกจากนั้นยังมีผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวโพดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เป็นอาหารเช้า (breakfast cereal) และขนมปังข้าวโพด ใช้เป็นแป้งชุบทอด ใช้เป็นน้ำซุปข้นราดบนอาหารหลายชนิด สำหรับประเทศไทย นิยมใช้แป้งข้าวโพดน้อยมาก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง สามารถใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีราคาถูกกว่า ในการประกอบอาหารที่ต้องการความข้นหนืดและเหนียวแทน ถึงแม้ว่าความหนืดจะไม่คงตัวหรือคืนตัวง่ายกว่าที่ใช้แป้งข้าวโพดก็ตาม

1.5 น้ำมันข้าวโพด เป็นน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดข้าวโพดที่แก่และข้าวโพดแห้งแล้ว ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวและมีกรดไขมันที่จำเป็น คือกรดไลโนเลอิกอยู่มาก น้ำมันข้าวโพดจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีและมีประโยชน์เหมาะแก่การบริโภคมากชนิดหนึ่งใช้ในการประกอบอาหารหลายชนิด เช่น ทำน้ำมันสลัด ทำขนม ใช้ทอดอาหารต่างๆ

1.6 น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) เป็นน้ำเชื่อมที่ได้จากการย่อยสลายแป้งข้าวโพด ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและขนมหวานต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ตกผลึกและคงรูป (จันทรา แป้นตุ้ม, 2548 แหล่งที่มา : http:// www.ku.ac.th/agri/cornn/corn.htm, 1 ธันวาคม 2548)

2. การใช้ประโยชน์ในรูปของเวชภัณฑ์

ในตำรายาแผนโบราณได้มีการนำส่วนของข้าวโพดมาใช้รักษาอาการต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เมล็ด ใช้ต้มกินหรือเอามาบดเป็นแป้งทำขนมกิน ใช้บำรุงกระเพาะอาหาร เป็นยาฝาดสมาน บำรุงหัวใจ ปอด ทำให้เจริญอาหาร มีรสชุ่ม ไม่มีพิษ สามารถใช้ต้มรับประทาน มีฤทธิ์ขับปัสสาวะและใช้พอกแผลเพื่อทำให้เยื่ออ่อนนุ่มไม่ให้เกิดการระคายเคือง

2.2 ซัง ใช้ที่แห้งแล้วประมาณ 10-12 กรัม นำมาต้มกับน้ำกินหรือเอามาเผาเป็นถ่านผสมกับน้ำกิน มีรสชุ่ม บำรุงม้าม ขับปัสสาวะ รักษาอาการบวมน้ำ รักษาบิดและท้องร่วง ใช้ภายนอกเผาเป็นเถ้าบดผสมกันใช้ทาและยังสามารถใช้ปรุงเป็นยาแก้พิษซางสำหรับเด็ก

2.3 ต้นและใบ ใช้จำนวนพอสมควร โดยใช้สดหรือแห้งนำมาต้มน้ำกินรักษานิ่ว

2.4 ยอดเกสรตัวเมีย (ไหมข้าวโพด) ใช้ยอดเกสรตัวเมียแห้งประมาณ 30-60 กรัม นำมาต้มน้ำกินหรือนำมาเผาเป็นเถ้า บดผสมกินหรือใช้ภายนอก ใช้สูบหรือรมควัน มีฤทธิ์ขับปัสสาวะโดยไหมข้าวโพดซึ่งถ้าเก็บในขณะที่เมล็ดข้าวโพดกำลังเป็นน้ำนม จะมีสารแอลคาลอยด์ที่ระเหยได้ ชื่อกรดเมซีนิก (maizenic acid) และน้ำตาล โดยไหมข้าวโพดมีสรรพคุณรักษาอาการกระเพาะปัสสาวะอักเสบเรื้อรัง หรือผู้ป่วยหนองในที่มีอาการปัสสาวะขัด โดยนำไหมข้าวโพดประมาณ 4 กรัม ต้มกับน้ำหนึ่งแก้ว จากนั้นเคี่ยวด้วยไฟอ่อนๆ ให้เหลือครึ่งแก้ว ใช้ดื่มแทนน้ำชา

2.5 ราก ใช้รากแห้งประมาณ 60-120 กรัม นำมาต้มน้ำกินรักษานิ่วและอาเจียนเป็นเลือด

2.6 แป้ง แป้งข้าวโพดเปียกใช้เป็นอาหารที่ดีสำหรับบุคคลที่ฟื้นจากการเป็นไข้ แป้งข้าวโพดเป็นแป้งที่ย่อยง่าย เชื่อกันว่าขนมปังที่ทำจากแป้งข้าวโพดมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี ควรใช้กับบุคคลที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับและไต

2.7 น้ำมัน ประกอบด้วยกรดไขมัน คือ กรดโอโนเลอิค (oleic) 37 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิค (linoleic) 37 เปอร์เซ็นต์ กรดปาล์มมิติก (plamitic) 10 เปอร์เซ็นต์และกรดสเตียริค (stearic) 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำมันข้าวโพดสามารถประกอบอาหารและใช้เป็นตัวทำละลายของสารเออร์โกสเตอรอลได้ หากเอามาเติมไฮโดรเจน น้ำมันจะแข็งขึ้น สามารถนำมาทำเป็นเนยเทียมใช้ทำเป็นเนยเทียม ใช้ทำขนมเค้กได้ตามที่ต้องการ

3. ประโยชน์ทางด้านการแพทย์

3.1 โรคเกี่ยวกับไต โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียที่แห้ง 60 กรัม นำมาต้มกินวันละ 2 ครั้ง แล้วกินโปตัสเซียมคลอไรด์ ร่วมด้วย โดยทั่วไปกินนี้เข้าไปแล้ว 3 วัน ปัสสาวะจะมีมากขึ้น ปริมาณของอัลบูมินและสารจำพวกไนไตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในปัสสาวะนั้นจะลดลง คนไข้บางรายจะมีอัลบูมินในโลหิตสูง บางรายความดันโลหิตจะลดลงสู่ระดับปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โรคไตอักเสบเรื้อรัง โดยใช้ยอดเกสรตัวเมียที่แห้ง 50 กรัม ใช้ต้มกินกับน้ำมีฤทธิ์คือ ช่วยขับปัสสาวะ ทำให้ไตทำงานดีขึ้น รักษาอาการบวมน้ำและปริมาณของอัลบูมินในปัสสาวะนั้นจะลดลงและคนไข้ที่กินติดต่อกัน 6 เดือน ยังไม่ปรากฏอาการพิษ

3.3 รักษาอาหารไม่ย่อย โดยใช้ข้าวโพด 500 กรัม เปลือกทับทิม 120 กรัม นำไปผิงไฟให้แห้ง แล้วบดเป็นผงเอามาผสมกับน้ำให้ได้ประมาณ 1500 มิลลิลิตร แล้วกินประมาณ 10 มิลลิลิตร ต่ออายุ 1 ปี สามารถรักษาอาการพิษได้ ในช่วงการรักษาต้องระวังดูแลระดับน้ำและอุณหภูมิของร่างกายไม่ให้เกิดอาการผิดปกติ (วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม, 2547 : 7)

4. การใช้ประโยชน์อื่น ๆ

นอกจากการใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของอาหารแล้วยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องอุปโภคหลายชนิด เช่น ทำสบู่ น้ำมันใส่ผม น้ำหอม กระดาษ ยา ผ้า เป็นต้น นอกจากนี้ ฝัก ใบ ลำต้น ยังอาจนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้อีกหลายอย่างเช่น ปุ๋ย วัตถุฉนวนไฟฟ้า ซังข้าวโพดแห้งใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มได้

ในปัจจุบันคนนิยมแปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่ม เนื่องจากดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่า นมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อุดมด้วยคุณค่าทางอาหาร

ญ. น้ำนมข้าวโพด

น้ำนมข้าวโพด คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกับโยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป แต่วัตถุดิบที่ใช้คือ ข้าวโพดที่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแล้ว (สุภาภรณ์ มณีศรีและอัฏพล ศรีอรัญ, 2531 : 57)

ปัจจุบันคนนิยมแปรรูปข้าวโพดเป็นเครื่องดื่มกันมากขึ้น เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดื่มได้สะดวก รสชาติคล้ายนม อาจเรียกว่า นมข้าวโพด มีรสหวานมัน หอม อร่อย ดื่มแล้วสดชื่น อีกทั้งอุดมด้วยคุณค่าทางอาหารและยังมีวิตามินซี วิตามินเอในรูปเบต้าแคโรทีน วิตามินอียังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายและยังประกอบไปด้วยลูทีนและแซนทิน ซึ่งเป็นสารแคโรทีนอยด์ของสายตา ช่วยป้องกันตาเสื่อมสภาพได้เป็นอย่างดี ในการรับประทานข้าวโพดต้มหรือทำน้ำนมข้าวโพดดื่ม ควรรับประทานข้าวโพดหวานพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจึงจะมีรสอร่อย ถ้าจะทำน้ำนมข้าวโพดควรใช้ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวในระยะที่เป็นน้ำนมแล้ว ใช้ข้าวโพดที่ไม่มีรอยเน่าเสีย ภาชนะที่ใช้ต้มก็ควรทำความสะอาด ภาชนะบรรจุก็ควรสะอาดและสามารถรักษาคุณภาพข้าวโพดไว้ได้ ข้าวโพดที่นำมาแปรรูปก็ควรจะล้างให้สะอาดเสียก่อนหรือถ้าคิดจะซื้อน้ำนมข้าวโพดสำเร็จรูปก็ควรพิจารณาเลือกซื้อจากผู้ผลิตที่เชื่อถือได้ บรรจุในภาชนะที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานเก็บไว้ได้นาน มีข้อความรายละเอียดต่างๆ ระบุบนฉลากอย่างชัดเจนและควรบริโภคก่อนวันหมดอายุที่ระบุไว้บนภาชนะจะทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน

1. ประโยชน์ของน้ำนมข้าวโพด

1.1 น้ำนมข้าวโพดเป็นเครื่องดื่มเหมาะกับคนที่ฟื้นจากไข้หรือผู้ที่มีอาการอ่อนเพลีย เนื่องจากเป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

1.2 น้ำนมข้าวโพดมีวิตามินเอ ทำหน้าที่ช่วยการเจริญเติบโตของร่างกายป้องกันโรคตาบอดกลางคืน บำรุงผิวหนัง และเยื่อบุร่างกาย ป้องกันและลดความรุนแรงของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจและทางเดินอาหาร

1.3 น้ำนมข้าวโพดมีวิตามินบี ช่วยในการเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงาน ช่วยบำรุงประสาท ป้องกันโรคเหน็บชา โรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง โรคโลหิตจาง โรคไต และหัวใจวาย

1.4 น้ำนมข้าวโพดมีเบต้าแคโรทีนเป็นโปรวิตามินเอ คือ สารตั้งต้นของวิตามินเอที่มีอยู่ในพืชเท่านั้น ช่วยในการบำรุงผิว สร้างความชุ่มชื้นให้แก่ผิว เสริมสร้างระบบกระดูกเพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งมีความจำเป็นต่อเด็กที่กำลังเจริญเติบโต

1.5 น้ำนมข้าวโพดมีแคลเซียม ช่วยป้องกันโรคกระดูกอ่อนในเด็กและกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ ป้องกันการเกิดตะคริวและยังเป็นสารอาหารสำคัญในการแข็งตัวของเลือด

1.6 น้ำนมข้าวโพดมีโปตัสเซียม ช่วยรักษาสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย บำรุงสมอง เสริมสร้างการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ

1.7 น้ำนมข้าวโพดมี แมกนีเซียม ช่วยป้องกันโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง โรคซึมเศร้า

1.8 น้ำนมข้าวโพดมีเมไทโอนีน ช่วยสร้างกล้ามเนื้อ ต้องรับประทานเข้าไปโดยตรงเนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้

1.9 น้ำนมข้าวโพดจะมีไขมันและโซเดียมต่ำ ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้ที่เป็นโรคไต เหมาะสำหรับผู้ที่ห่วงใยในสุขภาพและผู้ที่ต้องการลดโคเลสเตอรอล (สุลัยมาน แวเมาะสะ, 2547 : 15)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสาวรัตน์ อุดมทวี (2544 : 40 น.) ศึกษาการพัฒนาครีมทาขนมปังจากน้ำนมข้าวโพด โดยทำการสกัดน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดดิบชนิดหวานซึ่งใช้วิธีการสกัด 3 วิธีการคือ วิธีการสกัดโดยใช้น้ำเปล่าและวิธีการสกัดโดยใช้ด่างโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 เปอร์เซ็นต์และวิธีการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเปรียบเทียบวิธีการสกัดน้ำนมข้าวโพดดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อนำไปใช้เป็นครีมทาขนมปัง เพื่อเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบชิมกับผู้บริโภค 20 คน ปรากฏว่า วิธีการสกัดทั้ง 3 วิธีนั้นให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ วิธีการสกัดโดยใช้ด่างโซเดียมไบคาร์บอเนต 0.25 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ ด้านสี ที่ค่าเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.15 ด้านกลิ่น ที่ค่าเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.90 และด้านรสชาติ ที่ค่าเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.95 (จากคะแนนสูงสุด 5 คะแนนเป็นเกณฑ์) ส่วนวิธีการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง 1 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ ด้านเนื้อสัมผัส ที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 และด้านการยอมรับรวมที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 (จากคะแนนสูงสุด 5 คะแนนเป็นเกณฑ์)

ณิชาภัทร พลชาลี (2546 : 46 น.) ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดรสชาเขียว โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคและค่าบริกซ์ ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง จากนั้นทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผู้บริโภค ผลการทดลองพบว่าค่าพีเอช เริ่มต้นเท่ากับ 6.16 6.07 6.00 5.95 และ 5.95 เมื่ออายุการหมักครบ 8 ชั่วโมง ค่าพีเอชลดลงเป็น 3.98 3.94 3.96 3.9 และ 3.96 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 4 และ5 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์กรดเริ่มต้นเท่ากับ 0.17 0.17 0.20 0.20 และ 0.19 และเมื่ออายุการหมักครบ 8 ชั่วโมง พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์กรดมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.52 0.55 0.54 0.50 และ 0.52 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 4 และ5 ตามลำดับ ส่วนค่าบริกซ์นั้นมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 21 20.6 20 20.2 และ 20 เมื่อระยะเวลาการหมักครบ 8 ชั่วโมง พบว่าค่าบริกซ์ มีค่าลดลงเป็น 16.73 16.73 16.9 16.8 และ 16.5 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 4 และ5 ตามลำดับ ผลการประเมินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ตัวแทนผู้บริโภคจำนวน 20 คน ปรากฏว่าการเพิ่มปริมาณน้ำชาเขียวในทั้ง 5 ทรีตเมนต์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$) ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยในด้านกลิ่นและรสชาติผู้บริโภคยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 4 มากที่สุด ซึ่งมีปริมาณชาเขียวอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์ ในด้านของเนื้อสัมผัสผู้บริโภคให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4 มากที่สุด ซึ่งมีปริมาณชาเขียวอยู่ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในด้านความชอบรวมผู้บริโภคให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 5 ซึ่งมีปริมาณชาเขียวอยู่ 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในด้านสีและลักษณะปรากฏพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษพงศ์ มงคลเสริมกุล (2544 : 38 น.) ศึกษาการผลิตนมเปรี้ยวจากน้ำนมข้าวโพด โดยการใช้ปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตที่แตกต่างกัน คือ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาทดสอบหาค่าความเป็นกรดแลคติคโดยวิธีการไตเตรท โดยใช้ตัวอย่างนมเปรี้ยวจากน้ำนมข้าวโพด 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำ 50 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟทาลีน 3 หยด แล้วไตเตรทด้วย 0.1 NaOH แล้วจดบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างนมเปรี้ยวที่ทดสอบและทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของนมเปรี้ยวข้าวโพดที่บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง และนำมาเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยวิธี Hedonic Rating Scales test โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน แล้วใช้แบบประเมินผลแบบ 5 – point Hedonic Scales ทำการทดลอง 3 ตัวอย่างๆ ละ 5 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่านมเปรี้ยวข้าวโพดที่ใช้หัวเชื้อในปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ซึ่งลักษณะนมเปรี้ยวข้าวโพด มีเนื้อสัมผัสที่เนียนละเอียดเป็นเคิร์ด ไม่มีการแตกตัวแยกชั้นของน้ำ whey มีสีเหลืองนวลมีกลิ่นหอมของข้าวโพดและรสชาติที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือ

1. Hand Refractometer
2. กระดาษวัดพีเอช
3. ชุดไตรเตรท
4. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)
5. ตู้ปลอดเชื้อ
6. ตู้แช่เย็น
7. ฮอทเพลต

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. ถ้วยพลาสติก
2. ขวดดูแลน (Duran) ขนาด 500 มิลลิลิตร และ 250 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร 50 มิลลิลิตร และ 25 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่งละเอียด ขนาด 500 กรัม
5. หม้อสแตนเลส
6. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
9. กระดาษฟอยด์
10. บีกเกอร์
11. ขวดรูปชมพู่
12. บิวเรต
13. ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
14. เครื่องปั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. กระดาษทิชชู

16. กระดาษสติกเกอร์

17. ตะแกรง

18. ผ้าขาวบาง

19. ทัพพี

วัตถุดิบ

1. ข้าวโพด 3 ชนิด คือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู

2. กล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติคที่ใช้ในการหมัก

3. นมผงชนิดจืด (ตราดูเม็ก)

4. น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

1. แบคทีเรียกรดแลคติค คือ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 (ปิ่นมณี ขวัญเมืองและวิเชียร ลีลาวัชรมาศ, 2546 : 105-118)

สารเคมี

1. ฟีนอฟทาลีน

2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

3. น้ำกลั่น

3.2 วิธีการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

3.2.1 การสกัดน้ำนมข้าวโพด

3.2.1.1 ข้าวโพดสดปอกเปลือก ล้างทำความสะอาด ใช้มีดฝานเมล็ดข้าวโพดออกจากซังข้าวโพด

3.2.1.2 นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นใช้น้ำต่อเมล็ดข้าวโพด 300 มิลลิลิตรต่อ 800 กรัม กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 รอบ

3.2.2 การเตรียมส่วนผสมน้ำนมข้าวโพด

3.2.2.1 น้ำนมข้าวโพดปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำมาเติมน้ำตาล 4 เปอร์เซ็นต์ และนมผงชนิดจืด (ตราดูเม็ก) 9 เปอร์เซ็นต์ คนผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 นำไปบรรจุในขวดดูแลน ขนาด 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำไปแช่ในน้ำเย็นที่อุณหภูมิห้อง เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำนมข้าวโพด

3.2.3 การเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก

3.2.3.1 ใช้ลูปเขี่ยเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติกมาสตรีคบนอาหารแข็ง MRS ในจานเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้ลูปเขี่ยโคโลนีของแบคทีเรียมาละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่ฆ่าเชื้อแล้วจะได้สารละลายกล้าเชื้อผสม

3.2.3.2 น้ำนมข้าวโพดปริมาตร 90 มิลลิลิตร เตรียมใส่ขวดดูแลนขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปพาสเจอไรซ์ จากนั้นเติมกล้าเชื้อที่เตรียมไว้ตามข้อ 3.2.3.1 โดยใช้สารละลายกล้าเชื้อผสม 10 มิลลิลิตร (10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร) ผสมให้เข้ากันนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

3.2.4 การหมัก

3.2.4.1 เติมหัวเชื้อโยเกิร์ต 50 มิลลิลิตร ในน้ำนมข้าวโพดที่เตรียมไว้จากข้อ 3.2.2.2 เขย่าให้เข้ากัน ทำในตู้ปลอดเชื้อ

3.2.4.2 บรรจุลงในถ้วยพลาสติก ปิดฝาด้วยกระดาษฟอยด์

3.2.4.3 นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ ที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส

3.2.5 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ผล

3.2.5.1 เก็บตัวอย่างจากถ้วยพลาสติกมาวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์ของกรดแลคติกและค่าองศาบริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 4 8 12 16 20 และ 24 ชั่วโมง เพื่อคัดเลือกชนิดของข้าวโพดและช่วงอายุการหมักที่เหมาะสม (วิเคราะห์ 3 ซ้ำ) และช่วงอายุการหมัก 0 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง (วิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

3.2.5.2 การนับจำนวนแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อ (Viable plate count)

- เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร MRS borth (ดังภาคผนวก ก) จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

- นำตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Pour plate โดยเลือก dilution ที่ 10^{-6} หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนเซลล์ที่อายุการบ่ม 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.6.1 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพด

<u>ภาพที่ 1</u> กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อหาการใช้เจลาตินที่เหมาะสม

<u>ภาพที่ 2</u> กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในการเติมเจลาตินปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในการเสริมธัญพืชในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

<u>ภาพที่ 3</u> กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดในการเสริมธัญพืชต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ ค.140 และ ค.141 ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เดือน พฤศจิกายน 2548- กุมภาพันธ์ 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติคโดยการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพด 3 ชนิด คือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู พร้อมกับศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ และศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยการเสริมธัญพืชต่าง ๆ คือ ชุดควบคุม ลูกเดือย ข้าวโพด และ ลูกเดือยผสมข้าวโพด ผลการศึกษาทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาชนิดข้าวโพด 3 ชนิด

1. การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด คือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และ ข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู ด้วยกล้าเชื้อผสมของ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 6 และ ภาพที่ 4 5 และ 6

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช องศาบริกซ์ และ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค ระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด 3 ชนิด ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ /	อายุการหมัก							หมายเหตุ
การวิเคราะห์	0	4	8	12	16	20	24	
1 / pH	7	5	4	4	4	4	4	
TSS (% Brix)	15	12	11	11	11	11	11	ข้าวโพดหวาน
Lactic acid (%)	0.40	0.80	0.97	1.63	1.85	1.97	2.09	
2 / pH	7	5	4	4	4	4	4	ข้าวโพด
TSS (% Brix)	16	13	11	11	11	11	11	ข้าวเหนียว
Lactic acid (%)	0.47	0.83	1.16	1.32	1.52	1.81	1.95	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ทรีตเมนต์ /	อายุการหมัก							หมายเหตุ
การวิเคราะห์	0	4	8	12	16	20	24	
3 / pH	6.5	5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	ข้าวโพดข้าว
TSS (% Brix)	15	12	10	10	10	10	10	เหนียวมันปู
Lactic acid (%)	0.47	0.75	0.88	1.11	1.54	1.58	1.66	

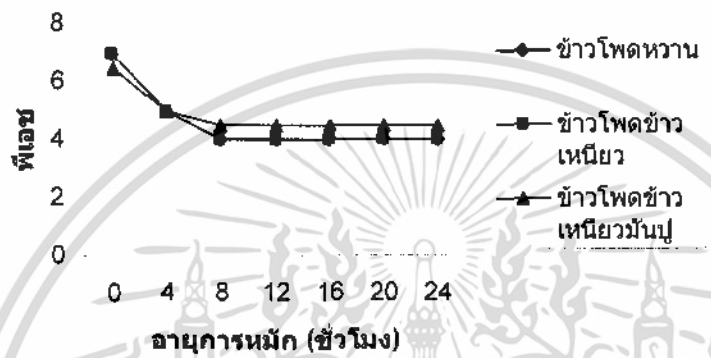
จากตารางที่ 6 การหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ที่อายุการหมักเริ่มต้นค่าพีเอช เท่ากับ 7 7 และ 6.5 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้นจาก 4-24 ชั่วโมง ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีค่าพีเอชลดลงในระดับที่ใกล้เคียงกัน โดยในทรีตเมนต์ที่ 2 มีค่าพีเอช เท่ากับ 4 และทรีตเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช จะเห็นได้ว่า ค่าพีเอช ของน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด เริ่มมีค่าคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 8 ซึ่งค่าพีเอชนี้สอดคล้องกับข้อมูล จิราภรณ์ สอดจิตร์ (2541 : 29) ที่กล่าวว่า ค่าพีเอชระหว่าง 3.7-4.3 จะทำให้โปรตีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติและตกตะกอนลงมา ซึ่งเป็นช่วงที่โยเกิร์ตเริ่มเกิดเคิร์ด

ค่าองศาบริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมักโดยองศาบริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 15 16 และ 15 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักในชั่วโมงที่ 24 ค่าองศาบริกซ์ เท่ากับ 11 11 และ 10 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จากตารางจะเห็นได้ว่าค่าองศาบริกซ์ของน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด เริ่มคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 8 โดยมีองศาบริกซ์ เท่ากับ 11 11 และ 10 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

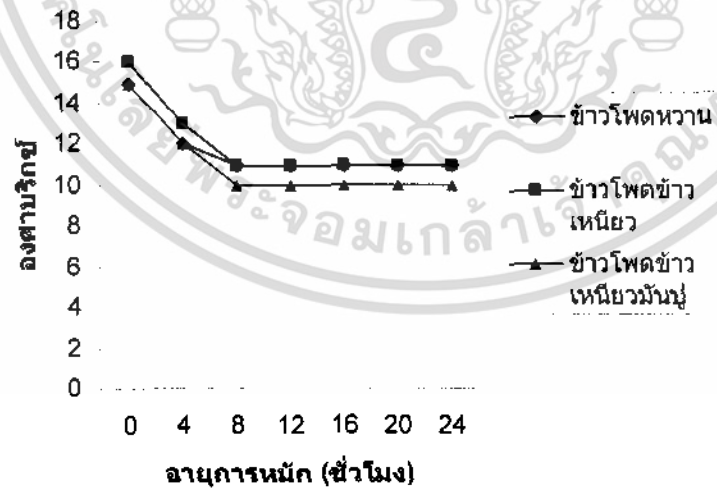
การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักจะเห็นว่าค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมักโดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคเริ่มต้นเท่ากับ 0.40 0.47 และ 0.47 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักในชั่วโมงที่ 24 จะมีค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค เท่ากับ 2.09 1.95 และ 1.66 โดยอายุการหมักที่ 8 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค เท่ากับ 0.97 1.16 และ 0.88 ซึ่งเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตคือควรมีค่าระหว่าง 0.90-0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีค่าพีเอช และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคสอดคล้องกับการหมักโยเกิร์ตมากที่สุด ตั้งแต่อายุการหมักชั่วโมงที่ 6 ดังนั้นจึงเลือกข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียวไปศึกษาการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดต่อไป

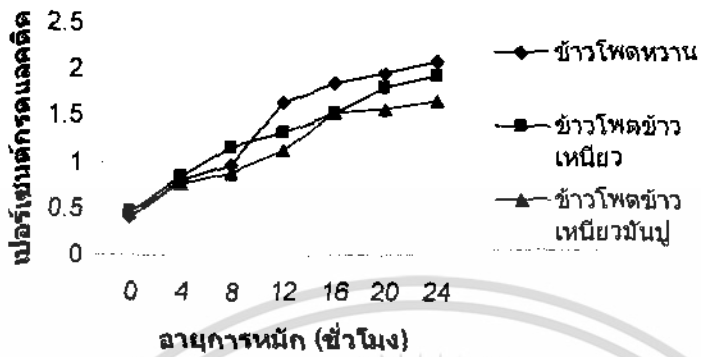


ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด ด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่อายุการหมัก 0-24 ชั่วโมง

2. การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด จากข้าวโพดหวาน และข้าวโพดข้าวเหนียว ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าพีเอช องศาบริกซ์ และ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด 2 ชนิด ด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

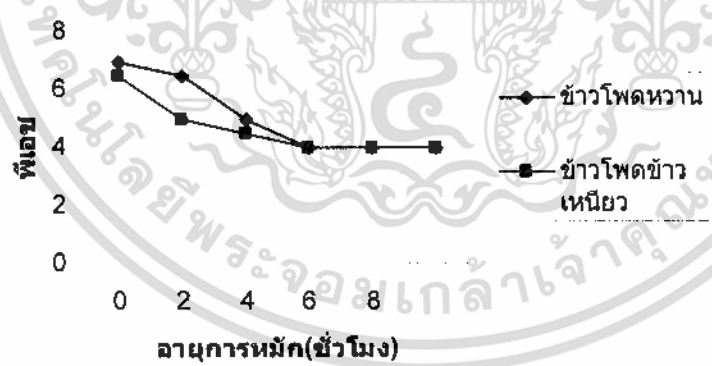
ทรีตเมนต์ /	อายุการหมัก					หมายเหตุ
การวิเคราะห์	0	2	4	6	8	
1 / pH	*7*	*6.5*	*5*	*4*	*4*	
TSS (% Brix)	14.5	13	12	12	12	ข้าวโพดหวาน
Lactic acid (%)	0.39	0.80	1.23	1.47	1.55	
2 / pH	6.5	5	4.5	4	4	
TSS (% Brix)	11.5	11	10	9	9	ข้าวโพดข้าวเหนียว
Lactic acid (%)	0.35	0.68	0.94	1.17	1.56	

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 7 ค่าเริ่มต้นของการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ชนิดคือ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีค่าพีเอชเริ่มต้น เท่ากับ 7 และ 6.5 เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชลดลง และเมื่อสิ้นสุดการหมักที่อายุการหมัก 8 ชั่วโมง ค่าพีเอชทั้ง 2 ทรีตเมนต์ เท่ากับ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

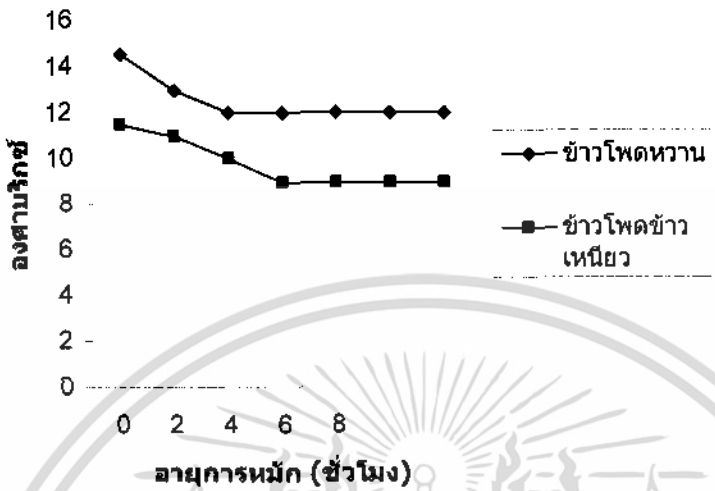
ค่าองศาบริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมักโดยองศาบริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 14.5 และ 11.5 ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักในชั่วโมงที่ 8 จะมีค่าองศาบริกซ์ เท่ากับ 12 และ 9 ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักจะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์กรดแลคติคเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมักโดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคเริ่มต้นเท่ากับ 0.39 และ 0.35 ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักในชั่วโมงที่ 8 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค เท่ากับ 1.55 และ 1.52 ตามลำดับ (ภาพที่ 8 และ 9)

จะเห็นได้ว่าการหมักโยเกิร์ตจากข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักคล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะค่าพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคแต่องศาบริกซ์ในข้าวโพดหวาน เมื่อสิ้นสุดการหมักสูงกว่าข้าวโพดข้าวเหนียว ดังนั้นจึงหมักโยเกิร์ตทั้ง 2 ทรีตเมนต์และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน โดยวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการเปรียบเทียบคู่ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 8

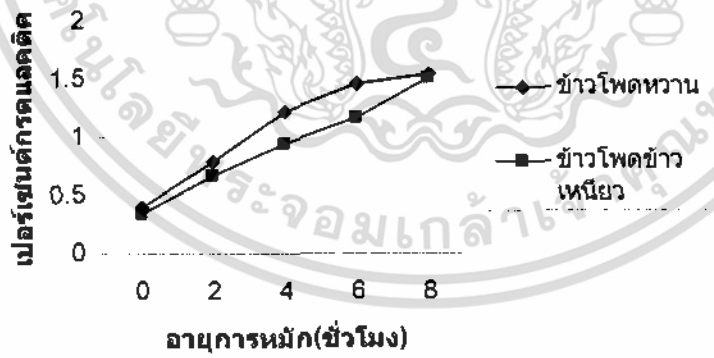


ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 2 ชนิดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดระหว่างข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว โดยการเปรียบเทียบคู่โดยกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด คือ ข้าวโพดหวานและข้าวโพดข้าวเหนียว จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

ทรีตเมนต์	จำนวนผู้ทดสอบชิมที่ให้การยอมรับลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	19	25	27	26	29
2	11	5	3	4	1
จำนวนผู้ทดสอบชิม (คน)	30	30	30	30	30

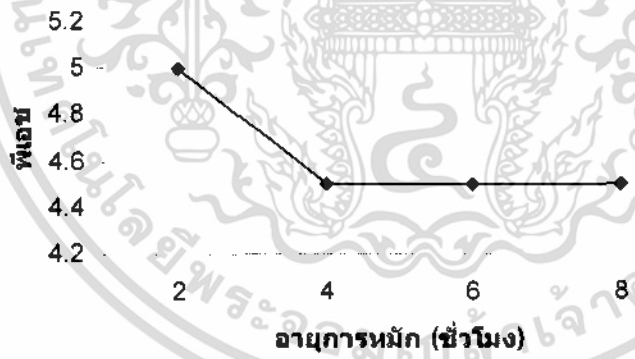
จากตารางที่ 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน เมื่อนำจำนวนผู้ทดสอบชิมมาเปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบคู่ (ดังภาคผนวก ข) พบว่า การยอมรับด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยทรีตเมนต์ที่ 1 ใช้ข้าวโพดหวานมีจำนวนการยอมรับสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ 2 การวิเคราะห์ด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างทางสถิติ โดยจำนวนผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเท่ากับ 25 และ 5 คน ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ การวิเคราะห์ด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างทางสถิติ โดยจำนวนผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเท่ากับ 27 และ 3 คน ในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ การวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างทางสถิติ โดยจำนวนผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเนื้อสัมผัสในทรีตเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 26 คน ส่วนความชอบรวม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทรีตเมนต์ที่ 1 มีจำนวนผู้ทดสอบชิมเท่ากับ 29 คน จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการเปรียบเทียบคู่ พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบลักษณะทางกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในทรีตเมนต์ที่ใช้ข้าวโพดหวานมากกว่า ดังนั้นจึงเลือกข้าวโพดหวานไปทดสอบต่อไปโดยนำมาศึกษาการใช้เจลาตินเป็นส่วนผสมตามข้อมูลในตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงพีเอช องศาบริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และจำนวนโคโลนี ในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ที่อุณหภูมิ 37 °C ในช่วงเวลาที่ 2 4 6 8 ชั่วโมง โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus johnsonii* KUNNE 15-1 และ *Pediococcus pentosaceus* KUNNE 6-1

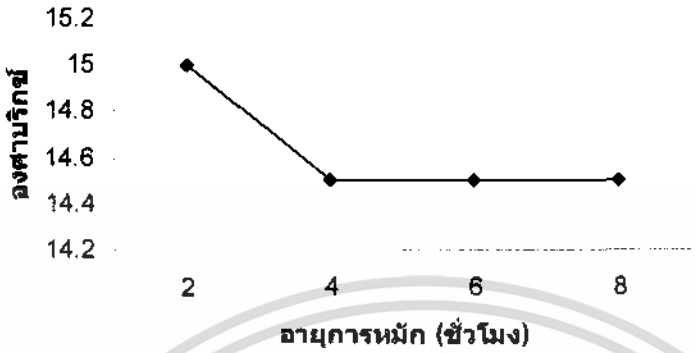
การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)			
	2	4	6	8
ค่าพีเอช	5	4.5	4.5	4.5
องศาบริกซ์	15	14.5	14.5	14.5
เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค	0.78	1.35	1.79	2.05
อาหาร MRS	4.80×10^8	1.65×10^9	1.80×10^9	2.31×10^9

หมายเหตุ : อาหาร MRS ตรวจนับจำนวนเซลล์แบคทีเรียกรดแลคติค (โคโลนี/มิลลิลิตร)

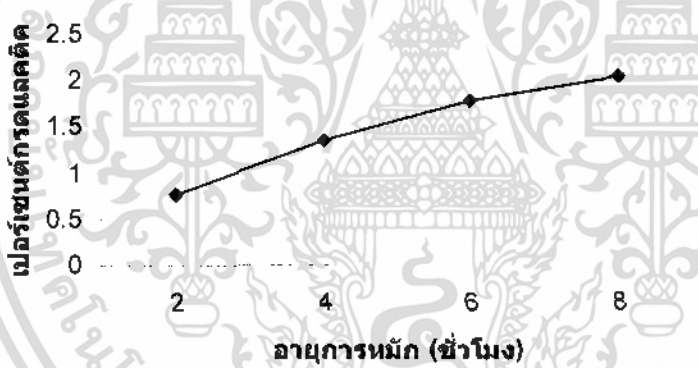


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวานด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่อายุการหมัก 2-8 ชั่วโมง

จากตารางที่ 9 และภาพที่ 10 11 และ 12 พบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ค่าพีเอช ที่อายุการหมัก 2 ชั่วโมง มีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5 ชั่วโมงที่ 4 6 และ 8 มีค่าพีเอชลดลง เท่ากับ 4.5 ส่วนองศาบริกซ์ที่อายุการหมัก 2 ชั่วโมง มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 15 ชั่วโมงที่ 4 6 และ 8 มีค่าองศาบริกซ์ลดลง เท่ากับ 14.5 ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาของการหมัก ที่อายุการหมัก 2 ชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดเริ่มต้นเท่ากับ 0.78 ชั่วโมงที่ 4 มีค่าเท่ากับ 1.35 ชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 1.79 และชั่วโมงที่ 8 เท่ากับ 2.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจนับกล้าเชื้อผสมในชั่วโมงที่ 31 พบว่า อายุการบ่มชั่วโมงที่ 2 4 6 และ 8 จำนวนเซลล์ที่นับได้จะมีค่าเท่ากับ 4.80×10^8 1.65×10^9 1.80×10^9 และ 2.31×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่ออายุการบ่มเพิ่มขึ้นจำนวนเซลล์ที่นับได้จะมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น

4.2 การศึกษาการใช้เจลาตินในสูตรการผลิต

1. การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยเติมเจลาตินในปริมาณ 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 10

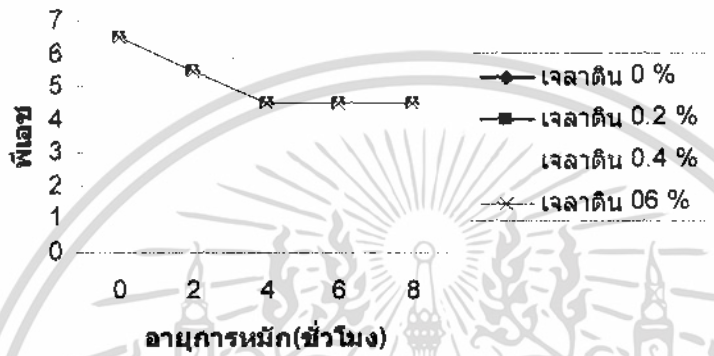
ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ค่าองศาบริกซ์และค่าปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เติมเจลาตินในปริมาณต่างๆ ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์	อายุการหมัก					หมายเหตุ
การวิเคราะห์	0	2	4	6	8	
1 / pH	6.5	5.5	4.5	4.5	4.5	
TSS (% Brix)	16	15.5	13	12.5	12.5	เจลาติน 0%
Lactic acid (%)	0.35	0.49	0.83	1.05	1.22	
2 / pH	6.5	5.5	4.5	4.5	4.5	
TSS (% Brix)	17.5	17	14	14	14	เจลาติน 0.2%
Lactic acid (%)	0.34	0.51	0.85	1.05	1.26	
3 / pH	6.5	5.5	4.5	4.5	4.5	
TSS (% Brix)	18	17.5	15	15	14	เจลาติน 0.4%
Lactic acid (%)	0.38	0.54	0.87	1.15	1.32	
4 / pH	6.5	5.5	4.5	4.5	4.5	
TSS (% Brix)	18.5	17.5	15	15	15	เจลาติน 0.6 %
Lactic acid (%)	0.36	0.53	0.90	1.08	1.25	

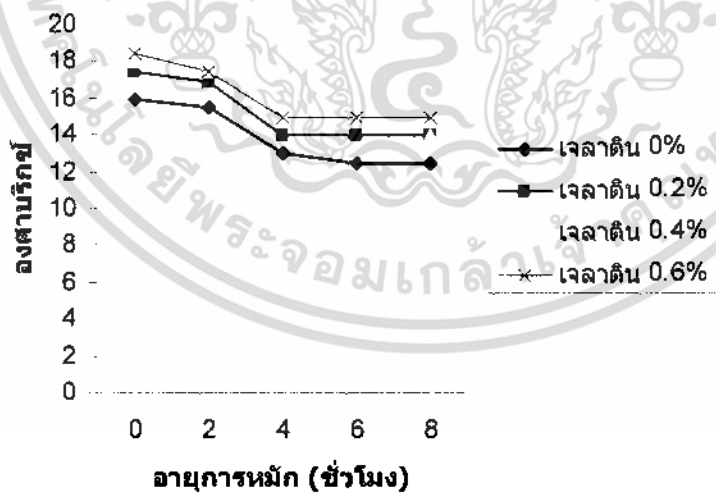
จากตารางที่ 10 และภาพที่ 13 14 และ 15 ที่อายุการหมักเริ่มต้นของการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทุกทรีตเมนต์จะมีค่าพีเอช เท่ากับ 6.5 และเมื่อเพิ่มระยะเวลาการหมักทุกทรีตเมนต์มีค่าพีเอชลดลง เท่ากัน โดยมีค่าพีเอชที่อายุการหมัก 4-8 ชั่วโมง เท่ากับ 4.5 องศาบริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก ส่วนองศาบริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 16 17.5 18 และ 18.5 เมื่อสิ้นสุดการหมักในชั่วโมงที่ 8 ค่าองศาบริกซ์ เท่ากับ 12.5 14 14 และ 15 ในทรีตเมนต์ที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค ระหว่างการหมักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา โดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.35 0.34 0.38 และ 0.36 แต่เมื่อสิ้นสุดการหมักในชั่วโมงที่ 8 ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค เท่ากับ 1.22 1.26 1.32 และ 1.25 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

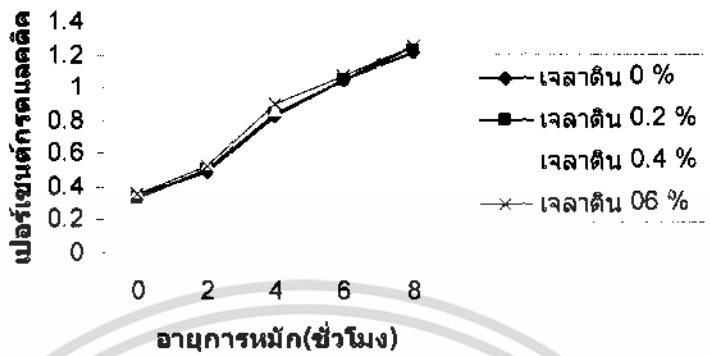


ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติค ที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงองศาบริกซ์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในระหว่างการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติคที่ปริมาณเจลาตินต่างกัน ที่อายุการหมัก 0-8 ชั่วโมง

จากการใช้เจลาติน 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนผสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช องศาบริกซ์และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค ทุกทรีตเมนต์ไม่ต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ใช้แบบทดสอบ Hedonic Rating Scales Test ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 11

2. ผลการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยเติมเจลาตินในปริมาณ 0 0.2 0.4 0.6

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยเติมเจลาตินในปริมาณ 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	6.65[a]	5.80[a]	5.55[a]	5.65[b]	5.75[a]
2	6.80[a]	5.95[a]	5.75[a]	5.85[b]	5.78[a]
3	6.80[a]	6.10[a]	5.80[a]	5.85[b]	6.20[a]
4	6.90[a]	6.40[a]	5.90[a]	6.85[a]	6.35[a]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

ทรีตเมนต์ที่ 1 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณเจลาติน 0 %

ทรีตเมนต์ที่ 2 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณเจลาติน 0.2 %

ทรีตเมนต์ที่ 3 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณเจลาติน 0.4 %

ทรีตเมนต์ที่ 4 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีปริมาณเจลาติน 0.6 %

จากตารางที่ 11 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวาน โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน โดยใช้แบบทดสอบ Hedonic Rating Scales Test พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 6.65 6.80 6.80 และ 6.90 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นเท่ากับ 5.80 5.95 6.10 และ 6.40 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ค่าเฉลี่ยด้านรสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านรสชาติเท่ากับ 5.55 5.75 5.80 และ 5.90 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 4 มีความแตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.85 ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สุดท้ายค่าเฉลี่ยด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านความชอบรวมเท่ากับ 5.75 5.78 6.20 และ 6.35 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากการใช้เจลาตินเป็นส่วนผสม 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ สรุปได้ว่า การใช้เจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตดี โดยมีค่าเฉลี่ยของการทดสอบแตกต่างจากการใช้เจลาติน 0 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเลือกการใช้เจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเสริมธัญพืช ข้อมูลการศึกษาแสดงในตารางที่ 12

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยการเสริมธัญพืชต่างๆ

1. การประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยการเสริมธัญพืชต่างๆ โดยมีชุดควบคุม (ไม่ใส่ธัญพืช) เสริมลูกเดือย เสริมข้าวโพด และเสริมลูกเดือยผสมข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เสริมธัญพืชต่างๆ

ทรีตเมนต์	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	7.05[a]	5.50[a]	6.05[a]	5.85[a]	6.05[a]
2	6.70[a]	5.95[a]	6.55[a]	6.10[a]	6.40[a]
3	6.55[a]	5.80[a]	5.80[a]	6.15[a]	6.15[a]
4	6.70[a]	5.80[a]	5.95[a]	6.40[a]	6.15[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

ทรีตเมนต์ที่ 1 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดชุดควบคุม

ทรีตเมนต์ที่ 2 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเสริมลูกเดือย

ทรีตเมนต์ที่ 3 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเสริมข้าวโพด

ทรีตเมนต์ที่ 4 คือ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเสริมลูกเดือยและข้าวโพด

จากตารางที่ 12 ผลการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจากข้าวโพดหวาน โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านสีเท่ากับ 7.05 6.70 6.55 และ 6.70 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านกลิ่นเท่ากับ 5.50 5.95 5.80 และ 5.80 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดค่าเฉลี่ยด้านรสชาติทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านรสชาติเท่ากับ 6.05 6.55 5.80 และ 5.95 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดค่าเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดพบว่าค่าเฉลี่ยของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 5.85 6.10 6.15 และ 6.40 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด สุดท้ายค่าเฉลี่ยด้านความชอบรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่าค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ทรีตเมนต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยด้านความชอบรวมเท่ากับ 6.05 6.40 6.15 และ 6.15 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งทรีตเมนต์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการใช้ธัญพืชในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่หมักโดยใช้เจลาติน 0.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เสริมธัญพืชและไม่เสริมธัญพืช ผู้บริโภคให้การยอมรับลักษณะทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติคผลการศึกษาทั้งหมด สรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาชนิดของข้าวโพดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติคผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าพีเอช องศาบริกซ์และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตพบในข้าวโพดหวาน และผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดหวานในด้าน คือ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู แต่ในด้านสีผู้บริโภคให้การยอมรับมีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากโยเกิร์ตจากข้าวโพดหวานจะให้สีเหลือง ซึ่งโยเกิร์ตโดยทั่วไปจะมีสีขาวจึงทำให้ผู้บริโภคไม่เคยชิน

2. การศึกษาการใช้เจลาตินในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค โดยใช้เจลาติน 0 0.2 0.4 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใช้เจลาตินในปริมาณ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่เหลวจนเกินไป เนื้อนุ่มและเกิดความหนืดดี

3. การศึกษาการเสริมธัญพืชในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดด้วยกล้าเชื้อผสมของแบคทีเรียกรดแลคติค พบว่า โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เสริมธัญพืชต่างๆ ได้แก่ ชุดควบคุม ลูกเดือยข้าวโพดและลูกเดือยผสมข้าวโพด ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างกันในทุกๆด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาอัตราส่วนของเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus* และ *Pediococcus* ก่อนทำการทดลองเพื่อให้ทราบอัตราส่วนที่แน่นอนในการเตรียมหัวเชื้อ ควรศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่มหัวเชื้อและอุณหภูมิการเจริญที่เหมาะสม ควรศึกษาการเสริมกลิ่นในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด ควรซื้อข้าวโพดจากสถานที่เดียวกันตลอดระยะเวลาการทดลองและควรพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการเสริมพวกว่านหางจระเข้และวุ้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2528. **พืชไร่**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 น.

กิตติกร ดาวเรืองและประภาส ภูษาแก้ว. 2542. **น้ำนมข้าวโพด**. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 54 น.

เกศนี ตระกูลทิวากร. 2537. **นมเปรี้ยว ยาอายุวัฒนะ**. วารสารอาหาร. (29)4 : 293-294.

จันทรา แป้นตุ้มและคณะ. 2541." อาหารจากข้าวโพด." **คู่มือส่งเสริมการเกษตรที่ 43**. แหล่งที่มา : htpp:// www.ku.ac.th/agri/comn/corn.htm, 1 ธันวาคม 2548

จิรภรณ์ สอดจิตร์. 2541. **นมเปรี้ยวโยเกิร์ต**. เกษตรนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. 30 น.

ฉิชาภัทร พลชาลี. 2546. **การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดรสชาเขียว**. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 33 น.

นภาศรี ไวศยะนันท์. 2536. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 222 น.

นรินทร์ ทองศิริ. 2531. **เทคโนโลยีอาหารนม**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลนภา อัคสินธวังกูล. 2546. **การผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 110 น.

เบญจพร พรานชู. 2546. **การผลิตและพัฒนาขนมอบกรอบจากข้าวโพดข้าวเหนียวเสริมงาดำ**. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 47 น.

ปาลจิต อนุกูล. 2546. **การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ**. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 53 น.

ปิ่นมณี ขวัญเมืองและวิเชียร ลีลาวัชรมาศ. 2546. การจัดจำแนกแบคทีเรียกรดแลคติคที่แยกได้จากตัวอย่างแหนมของไทย. **เรื่องเต็มการประชุมวิชาการครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร**. 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. 108-115 น.

พิษณุ วิเชียรสวรรค์. 2533. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 53 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. **เอกสารการสอนวิชาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.** ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 123 น.

ภัทรา สายน้อย. 2547. **การปรับปรุงการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 62 น.

รักษพงศ์ มงคลเสริมสกุล. 2544. **การผลิตนมเปรี้ยวจากข้าวโพด.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 56 น.

ลัดนางค์ ทองสุก. 2542. **การผลิตโยเกิร์ต.** วารสารอาหาร (29)4 : 297

วราวุฒิ ครูส่งและรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์. 209น.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2546. **"ข้าวโพด". พจนานุกรมสมุนไพร (ข้าวโพด).** แหล่งที่มา : http:// www.thaiherbclub.com, 25 ธันวาคม 2548.

ศักดิ์ชัย ทวีรชตกุลชัย. 2546. **ศึกษาการยอมรับโยเกิร์ตชาเขียว.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 61 น.

สุภาภรณ์ มณีศรีและอัฏพล ศรีอรัญ. 2531. **โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 57 น.

สุรเชษฐ จามรมาน. 2543. **การจัดการข้าวโพดหวาน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อดิสวรรค์. 72 น.

สุลัยมาน แวเมาะสะ. 2547. **การศึกษาการหมักคีเฟอร์จากน้ำนมข้าวยาคูน้ำนมโพดและน้ำนมถั่วเหลือง.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 59 น.

เสาวรัตน์ อุดมทวี. 2544. **การพัฒนาครีมทาขนมปังจากน้ำนมข้าวโพด.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 43 น.

ไสว พงษ์เก่า. 2534. **พืชเศรษฐกิจ.** เล่ม 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 478 น.

อนัญญา เหลืองอรุณ. 2548. **"น้ำนมข้าวโพดคุณค่าเพื่อสุขภาพ." ข้าวโพดพืชมหัศจรรย์.** แหล่งที่มา : http://www.maleeicom.com/icare.asp, 30 ตุลาคม 2548.

เอกชัย ไตรพิศ. 2539. **การปรับปรุงเนื้อสัมผัสไอศกรีมโยเกิร์ต.** กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. 38 น.

เอกสารวิชาการ. 2524. **ข้าวโพด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เล่มที่ 4. กรมวิชาการเกษตร. 191 น.

อำไพพรรณ อมรวิวัฒน์. 2534. **ผลิตภัณฑ์นมแคลอรี่ต่ำ รายงานสัมมนา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 97 น.

Lactobacillus. 2549. แหล่งที่มา : http://www.ecplanet.com, 24 กุมภาพันธ์ 2549.

Pediococcus. 2549. แหล่งที่มา : http://genome.jgi psf.org/draft_microbes/pedpe/pedpe.home.html, 24 กุมภาพันธ์ 2549.

Robinson, R.K. and A.Y. Tamine. 1998. **Yoghurt Science and Technology**. Oxford, Press. 431 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อ (MRS Broth)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
Proteose peptone	10.00
Beef extract	10.00
Yeast extract	5.00
Dextrose	20.00
Polysorbate 80	1.00
Ammonium citrate	2.00
Sodium acetate	5.00
Magnesium sulphate	0.10
Maganese sulphate	0.05
Dipotassium phosphate	2.00

วิธีการเตรียม

1. ชั่งส่วนผสมตามสูตร
2. นำมาเติมน้ำ 1000 มิลลิลิตรคนให้ละลาย
3. นำไปฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบความชอบ

วันที่..... ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างและเขียนวงกลมล้อมรอบลักษณะที่ท่านชอบมากกว่า ในด้านต่างๆ ที่กำหนดให้ในตารางและกรุณาบ้วนปากก่อนชิมทุกครั้ง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
เนื้อสัมผัส		
ความชอบโดยรวม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด วันที่ .....

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... เวลา .....

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวาแล้วประเมินผลในด้าน กลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยให้คะแนนความชอบตัวอย่างและปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรุณาบ้วนปากระหว่างชิมตัวอย่าง

คะแนน	ระดับความชอบ
9	ชอบมากที่สุด (Like eztremely)
8	ชอบมาก (Like very much)
7	ชอบปานกลาง (Like moderately)
6	ชอบเล็กน้อย (Like slightly)
5	เฉยๆ (Nither like nor dislike)
4	ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)
3	ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)
2	ไม่ชอบมาก (Dislike very much)
1	ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)

รหัสตัวอย่าง				
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเปรียบเทียบคู่

ตารางที่ 2 จำนวนค่าต่ำสุดของผู้ทดสอบที่จะต้องเลือกตัวอย่างที่มีคุณลักษณะที่ต้องการทราบได้ถูกต้องโดยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่

จำนวนผู้ตัดสิน	ความชอบ ระดับความน่าจะเป็น			ความแตกต่าง ระดับความน่าจะเป็น		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
5	....	....	....	5	....	....
6	....	....	....	6	....	....
7	7	....	....	7	7	....
8	8	8	....	7	8	....
9	8	9	....	8	9	....
10	9	10	....	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	16	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	26	21	23	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

จำนวนผู้ตัดสิน	ความชอบ ระดับความน่าจะเป็น			ความแตกต่าง ระดับความน่าจะเป็น		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55
90	55	58	61	54	57	61
100	61	64	67	59	63	67

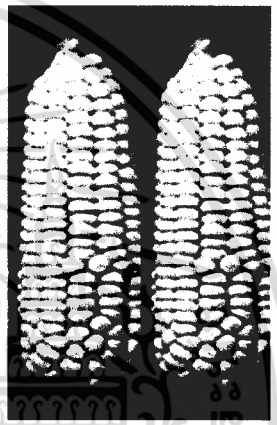
ที่มา : เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2536. : 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วัตถุดิบในการทำโยเกิร์ต

ภาพผนวกที่ 1 ข้าวโพดหวาน



ภาพผนวกที่ 2 ข้าวโพดข้าวเหนียว

ภาพผนวกที่ 3 ข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

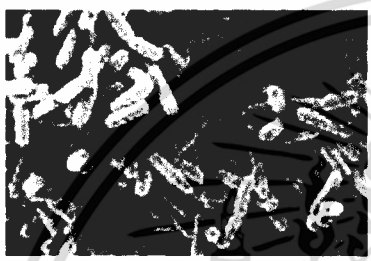
ภาพผนวกที่ 4 น้ำนมข้าวโพดชนิดต่างๆ (จากซ้ายไปขวา) ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดข้าวเหนียวมันปู

ภาพผนวกที่ 5 หัวเชื้อผสม *Lactobacillus* และ *Pediococcus*

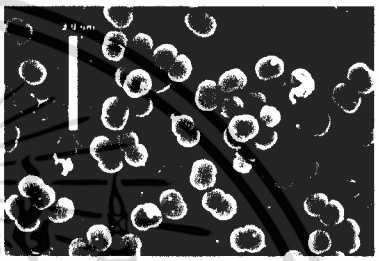
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปร่างลักษณะเชื้อ *Lactobacillus* และ *Pediococcus*



ภาพผนวกที่ 1 รูปร่างลักษณะเชื้อ *Lactobacillus*
ที่มา : http : // www.ecplanet.com,
24 กุมภาพันธ์ 2549.



ภาพผนวกที่ 2 รูปร่างลักษณะเชื้อ *Pediococcus*
ที่มา : http : // www.genome.jgipsf.org/draft_
microbes/pedpe/pedpe. home,
24 กุมภาพันธ์ 2549.

ภาพผนวกที่ 3 รูปร่างลักษณะเชื้อผสม *Lactobacillus* และ *Pediococcus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้