สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ

PRODUCTION OF TOMATO YOGURT

โดย

นางสาวปาลจิต อนุกูล

วพ.
ว/5617
2546

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51226
วัน,เดือน,ปี 7 ก.ค. 2547

b.11ก2ว6ง3
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ

Production of Tomato Yogurt

ชื่อ – สกุล นางสาวปาลจิต อนุกูล

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก โดยใช้ปริมาณน้ำมะเขือเทศ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ผลตั้งแต่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง การศึกษาพบว่า ค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงไปทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.16 5.99 5.72 และ 5.52 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 4.24 4.22 4.11 และ 4.16 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์บริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงไปทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 20.3 19 19 และ 19 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 14.33 14.19 14 และ 14 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ สุดท้ายการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.319 0.358 0.378 และ 0.397 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.836 0.798 0.828 และ 0.847 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ จากนั้นผลิตโยเกิร์ตโดยใช้อายุการหมัก 6 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศในโยเกิร์ต 20 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) มีผลการยอมรับทางด้านสีและกลิ่นสูงสุด ส่วนรสชาติและเนื้อสัมผัสได้รับการยอมรับรองจากระดับน้ำมะเขือเทศ 0 เปอร์เซ็นต์ สุดท้ายการยอมรับรวม มีค่าเฉลี่ยรองจากระดับน้ำมะเขือเทศ 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจาก ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ค. 149 ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา บุนนาค และอาจารย์ปิยานารถ จันทร์เล็ก ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมเกษตร สุดท้ายนี้ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตมะเขือเทศ ทำให้การทดลองในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ความดีและประโยชน์จากปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านทุนทรัพย์ และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน

ปาลจิต อนุกูล

มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....ก
กิตติกรรมประกาศ.....ข
สารบัญ.....ค
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญภาพ.....ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 โยเกิร์ต.....3
2.1.1 ชนิดของโยเกิร์ต.....3
2.1.2 ประเภทของโยเกิร์ตที่จำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน.....6
2.1.3 แบคทีเรียในโยเกิร์ต.....7
2.1.4 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต.....9
2.1.5 วัตถุดิบในการทำโยเกิร์ต.....12
2.1.6 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต.....13
2.1.7 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมัก.....20
2.1.8 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต.....22
2.1.9 การเก็บรักษาคุณภาพโยเกิร์ต.....23
2.1.10 ประโยชน์ของโยเกิร์ตต่อสุขภาพ.....23
2.2 มะเขือเทศ.....24
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....24
2.2.2 ลักษณะของผลมะเขือเทศ.....25
2.2.3 พันธุ์มะเขือเทศ.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ....27
2.2.5 คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูป....27
2.2.6 การปฏิบัติเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้นระหว่างการแปรรูป....28
2.2.7 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศ....29
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ....33
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย....33
3.1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ วัตถุดิบ และสารเคมี....33
3.2 วิธีการ....34
3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อ....34
3.2.2 การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ....34
3.2.3 การประเมินผล....35
3.3 สถานที่ทำการทดลอง....35
3.4 ระยะเวลาดำเนินการ....35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล....36
4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศ....36
4.2 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตมะเขือเทศ....40
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ....42
5.1 สรุปผลการวิจัย....42
5.2 ข้อเสนอแนะ....43
บรรณานุกรม....44
ภาคผนวก....46
ภาคผนวก ก แสดงสูตรในการทำโยเกิร์ตมะเขือเทศ....47
ภาคผนวก ข ภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต....48
ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 การจำแนกชนิดโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน....4
2 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในหัวเชื้อโยเกิร์ต....11
3 ความผิดพลาดที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต....19
4 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบในระหว่างการหมักโยเกิร์ต....22
5 พันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศผงได้....26
6 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศในน้ำหนัก 100 กรัม....30
7 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง....37
8 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตมะเขือเทศ....40

ตารางผนวก ก.

1 ส่วนผสมการผลิตหัวเชื้อ....47
2 ส่วนผสมการทำโยเกิร์ตมะเขือเทศในสูตต่าง ๆ....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วิถีการผลิตกรดแลคติก	8
2	ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่าง ๆ	14
3	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง	38
4	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง	39
5	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง	39

ภาพภาคผนวก ข

1	ภาพหัวเชื้อโยเกิร์ต	48
2	ภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมะเขือเทศ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

โยเกิร์ต (Yogurt) เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่งซึ่งมีรสเปรี้ยว เกิดจากการหมักนมที่ผ่านพาสเจอร์ไรส์ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติก (lactic acid bacteria) สายพันธุ์ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* โดยกรดที่แบคทีเรียสร้างขึ้นจะทำให้โปรตีนในนมตกตะกอนเป็นลิ่ม เรียกว่า เคิร์ด (curd) และมีกลิ่นหอม ปัจจุบันโยเกิร์ตนอกจากเป็นอาหารที่ให้พลังงานแล้วยังเป็นอาหารที่สามารถดูดซึมได้ง่ายอีกทั้งยังรักษาความผิดปกติเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ควบคุมอุณหภูมิของเลือดและทำให้ผิวพรรณดี (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2538 : 254) ปัจจุบันจึงมีการผลิตโยเกิร์ตออกมาหลายรสชาติโดยเฉพาะ โยเกิร์ตวุ้นมะพร้าว โยเกิร์ตธรรมชาติ โยเกิร์ตสเตอเบอรี โยเกิร์ตรสส้มและโยเกิร์ตผลไม้รวม

มะเขือเทศ (tomato) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycoperhico ehulentum* เป็นพืชที่มีอยู่ในตระกูล Solanaceae เป็นพืชผักที่นิยมบริโภคในรูปของผลไม้สด ใช้ปรุงอาหาร และใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ ฯลฯ (เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะทวนทวี, 2532 : 356) นอกจากนี้ในมะเขือเทศมีปริมาณไขมันต่ำมี ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในปริมาณสูง ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตวิตามินเอ ทำให้มะเขือเทศมีวิตามินเอในปริมาณสูงอีกทั้งยังมีสารชนิดที่เรียกว่า สารไลโคปีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารสีที่มีอยู่ในมะเขือเทศจัดเป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ มีคุณสมบัติช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งที่ต่อมลูกหมากในเพศชายมากกว่าร้อยละ 45 และมีกรดกลูตามิค (glutamic) ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติอาหารทำให้อาหารอร่อยขึ้น (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541 : 205; มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย, 2541 : 206)

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้นำน้ำมะเขือเทศมาเป็นส่วนผสมในโยเกิร์ต เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากมะเขือเทศจะเป็นแหล่งเกลือแร่และวิตามินที่สำคัญ ทั้งยังส่งผลดีให้แก่ผิวพรรณ และช่วยทำให้โยเกิร์ตมีสีสันที่น่ารับประทานยิ่งขึ้น จึงเป็นแนวทางในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารตลอดศึกษาความเป็นไปได้ในการยอมรับโยเกิร์ตมะเขือเทศของผู้บริโภค ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มรูปแบบของโยเกิร์ตที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ
2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และ เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ในระหว่างการหมักของโยเกิร์ตมะเขือเทศ
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตมะเขือเทศ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ โดยใช้สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศต่างกัน
2. วิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักที่อายุต่างๆ
3. ผลิตโยเกิร์ตโดยใช้อายุการหมักที่เหมาะสม
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตมะเขือเทศ ทางด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบการเปลี่ยนแปลงของพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศ
2. ได้มีประสบการณ์ในการทำโยเกิร์ตมะเขือเทศ และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 โยเกิร์ต (Yoghurt)

เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักซึ่งมีแหล่งกำเนิดในแถบภูเขาคอเคซัสตุรกี เกาะในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และกลุ่มประเทศตะวันออกบริเวณคาบสมุทรบอลข่าน ต่อมาโยเกิร์ตได้แพร่ไปสู่สหรัฐอเมริกา ยุโรป และทั่วโลก

กรดโยเกริต์เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักน้ำนมสด น้ำนมพร่องมันเนยหรือน้ำนมที่ผสมด้วยหางนมผง โดยนำมาให้ความร้อนแล้วทำให้เย็น และหมักด้วยจุลิรทรีย์ จนเกิดตะกอนเป็นลิ่มคล้ายเต้าฮวยขึ้นมา มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวมีคุณค่าทางอาหารสูง การหมักเกิดขึ้นจากแบคทีเรียใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมเป็นแหล่งคาร์โบโฮเดรท ทำให้เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาในการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในร่างกาย นอกจากการสร้างแลคติกแล้ว เชื้อแบคทีเรียดังกล่าวยังสร้างกรดและสารอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติก บิวทีริก และสารพวกอัลดีไฮด์ ซึ่งสารเหล่านี้จะทำให้โยเกิร์ตมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น พีเอชลดต่ำลง รสชาติ กลิ่น และความหนืด เป็นต้น (พิษณุ วิเชียรสวรรค์, 2533 : 53) ในปัจจุบันโยเกิร์ตกำลังเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานกันมากจนได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตชนิดผสมผลไม้ขึ้น และมีการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่าง ๆ ขึ้นหลากหลายชนิด รวมทั้งโยเกิร์ตเพื่อสุขภาพ อำไพพรรณ อมรวิวัฒน์ (2534 : 97) ซึ่งได้กล่าวถึงคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตต่อน้ำหนัก 100 กรัม ว่ามีโปรตีน 3.3 กรัม ไขมัน 2.1 กรัม คาร์โบโฮเดรท 5.0 กรัม และมีแคลอรี่ในโยเกริต์ 5.2 กรัม

2.1.1 ชนิดของโยเกิร์ต (Types of yoghurt)

ลัดนางค์ ทองสุก (2542 : 296 – 298) ได้กล่าวถึงชนิดของโยเกิร์ตไว้ว่า มี 5 ชนิดด้วยกัน คือ

2.1.1.1. Set yogurt (โยเกิร์ตแบบคัสตาร์ด) มีการบ่มนมในภาชนะบรรจุ เช่น ถ้วยพลาสติก โดยเติมส่วนผสมที่ฆ่าเชื้อแล้วทั้งหมดลงในภาชนะ จากนั้นปิดฝาภาชนะแล้วบ่มตามอุณหภูมิและเวลาที่ต้องการ โยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อครีมข้น ผลไม้จะอยู่ข้างล่างของถ้วย ต้องคนก่อนรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 Stirred yogurt หรือ โยเกิร์ตแบบสวิส โดยจะบ่มส่วนผสมทั้งหมดในถังขนาดใหญ่และกวนส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากันก่อนที่จะทำการบรรจุ สามารถให้ความร้อนเพื่อให้เก็บได้นาน มีลักษณะเป็นครีมเหลว

2.1.1.3 Drinking yogurt หรือนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม มีลักษณะเป็นน้ำได้จากการเจือจางด้วยน้ำเชื่อม หรือน้ำผลไม้ แล้วผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.1.1.4 Concentrated yogurt เป็นโยเกิร์ตชนิดเข้มข้น

2.1.1.5 Frozen yogurt เป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะคล้ายไอศครีม

นอกจากการแบ่งชนิดโยเกิร์ตข้างต้นแล้ว วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์ (2531 : 65) ยังได้กล่าวถึงชนิดของโยเกิร์ตโดยอาศัยหลักการต่าง ๆ คือ

1. มาตรฐานตามกฎหมายของโยเกิร์ต ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น เปอร์เซนต์ไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid non fat ; SNE) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid ; TS) ซึ่งเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ เกณฑ์ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปในการแบ่งชนิดของโยเกิร์ต คือ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ โดยองค์การอาหารและเกษตร (Food and Agriculture Organization, FAO) และองค์การอนามัยโลก (World Health Orgenization, WHO) ปี ค.ศ. 1973 ได้กำหนดให้แบ่งชนิดโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังนี้

1.1 Full fat yoghurt มีปริมาณไขมันมากกว่า 3.0 เปอร์เซ็นต์

1.2 Medium fat yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 0.5 – 0.3 เปอร์เซ็นต์

1.3 Low fat yoghurt มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์

ในบางประเทศ เช่น เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และสหภาพโซเวียต ได้จำแนกโยเกิร์ตเป็นอีกชนิดหนึ่ง คือ Balkan yoghurt มีปริมาณไขมันระหว่าง 4.5 – 10 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 การจำแนกชนิดโยเกิร์ตตามปริมาณไขมัน

ชนิดของโยเกิร์ต	ปริมาณไขมันในโยเกิร์ต (เปอร์เซ็นต์)			
	อังกฤษ	เยอรมัน	สหรัฐอเมริกา	ออสเตรเลีย
โยเกิร์ไขมันต่ำมาก	ต่ำกว่า 0.5	ต่ำกว่า 0.3	ต่ำกว่า 0.5	ไม่เกิน 0.2
โยเกิร์ตไขมันปานกลาง	0.5 – 0.2	1.5 – 1.8	0.5 – 2.0	0.7 – 1.3
โยเกิร์ตไขมันเต็ม	-	ไม่น้อยกว่า 3.5	อย่างน้อย3.25	ไม่น้อยกว่า2.0
โยเกิร์ตไขมันสูง	-	ไม่น้อยกว่า10	-	-

ที่มา : วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์, 2531 : 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบ่งตามกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Flavour) การแต่งกลิ่นรสเข้าไปในโยเกิร์ต ทำให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.1 Natural or plain yoghurt เป็นโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมสีหรือสารปรุงแต่งกลิ่นรสลงไปหลังจากการหมักเสร็จสิ้นลง ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิม มีรสชาติเปรี้ยวแหลม

2.2 Fruit yoghurt เป็นโยเกิร์ต ซึ่งมีการเติมผลไม้ และสารให้ความหวานลงไปใน plain yoghurt

2.3 Flavour yoghurt ได้จากการเติมสารแต่งกลิ่นและสารให้ความหวาน และสีลงไปใน plain yoghurt

3. แบ่งตามวิธีการผลิต (Methods of production) จากวิธีการผลิตสามารถแบ่งโยเกิร์ตออกได้เป็น 2 ชนิด ขึ้นกับระบบการผลิต และโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum) คือ

3.1 โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (Set type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำการหมักเกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุ (สำหรับการจำหน่ายปลีก) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะเป็นมวลเนื้อเดียวกันที่ต่อเนื่อง มีลักษณะกึ่งเหลวกึ่งแข็ง นิยมใช้วิธีนี้ในการผลิต plain yoghurt ซึ่งเป็นลิ่มเนียนอยู่ตัว

3.2 โยเกิร์ตแบบบรรจุทีหลัง หรือโยเกิร์ตชนิดคน (Stirred type yoghurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการหมักเกิดขึ้นในถังเรียบร้อยแล้ว หลังจากเสร็จสิ้นการหมักมีการกวนหรือการคนโยเกิร์ตผสมกับกลิ่นรสผลไม้ตามต้องการ จากนั้นจึงบรรจุลงภาชนะ มักใช้ในการผลิต fruit yoghurt และ flavour yoghurt

4. แบ่งตามกระบวนการหลังการหมัก (Post – incubation processing) การแบ่งชนิดของโยเกิร์ต โดยอาศัยความแตกต่างของขั้นตอนหลังการหมัก ซึ่งโยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่เย็น การทำให้เข้มข้น การทำแข็งหรือวิธีการอื่น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งโยเกิร์ตออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

4.1 พาสเจอร์ไรซ์โยเกิร์ต (Pasteurized yoghurt) มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้วิธีหนึ่ง โดยนำโยเกิร์ตไปผ่านการให้ความร้อน โดยขบวนการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งวิธีนี้จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตก็จะถูกทำลายไปด้วย ข้อเสียของโยเกิร์ตประเภทนี้ คือทำให้คุณภาพเนื้อสัมผัส (texture) ด้อยลง และสูญเสียธรรมชาติของโยเกิร์ตไปด้วย (Robinson and Tamine, 1985 : 431)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะโครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศกรีม แต่องค์ประกอบและวิธีการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนช่วงการบ่ม คล้ายกับโยเกิร์ต ส่วนที่ต่างกันคือ มีการเพิ่มช่วงของการแช่เย็นและเพิ่มอากาศเข้าไปในผลิตภัณฑ์ในช่วงท้ายการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายไอศกรีม มีการเพิ่มสารให้ความหวานและสเตบิไลเซอร์เพื่อให้เซลล์อากาศในโครงสร้างมีความคงตัว

4.3 โยเกิร์ตเข้มข้น (Concentrated yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนในโยเกิร์ตออกไป จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 24 เปอร์เซ็นต์

4.4 โยเกิร์ตผง (Dried yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านขั้นตอนของขบวนการทำแห้งจนมีลักษณะเป็นผง และมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 90 – 94 เปอร์เซ็นต์ การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ (sun – drying) หรือเครื่อง spray drying หรือ freeze drying ซึ่งอาจมีผลทำให้กลิ่นรสและเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดถูกทำลายไป แต่ก็สามารถทำให้เก็บไว้นานขึ้น เนื่องจากเปอร์เซนต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ นอกจากโยเกิร์ตชนิดที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นแล้ว ยังมีโยเกิร์ตแคลอรี่ต่ำ (low – calorie yoghurt) เป็นโยเกิร์ตชนิดที่ให้พลังงานต่ำกว่าปกติ โยเกิร์ตชนิดธรรมดาจะให้พลังงานตั้งแต่ 250 – 335 กิโลจูนต่อ 100 กรัม และโยเกิร์ตผสมผลไม้จะให้พลังงานประมาณ 420 กิโลจูนต่อ 100 กรัม ส่วนโยเกิร์แคลอรี่ต่ำที่ประกอบด้วยของแข็งปราศจากไขมัน 9 เปอร์เซ็นต์ และสารคงตัว 0.5 – 1.0 เปอร์เซ็นต์ (ใช้คาราจีแนน และเจลาตินในอัตราส่วน 1 : 1)โยเกิร์ตชนิดนี้จะให้พลังงานประมาณ 170 กิโลจูนต่อ 100 กรัม เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการใช้เอนไซน์บีต้า – ดีกาแลคโนซิเดส ในการผลิตโยเกิร์ตชนิดแลคโตสต่ำ ซึ่งน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมจะถูกไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ชนิดนี้ ทำให้ความหวานเพิ่มขึ้นโดยไม่ต้องเติมน้ำตาล

2.1.2 ประเภทของโยเกิร์ตที่จำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบัน โดย Robinson และ Tamine (1985 : 431) ได้สรุปประเภทของโยเกิร์ตไว้ดังต่อไปนี้

1. โยเกิร์ตชนิดฆ่าเชื้อแล้วเก็บได้ชั่วคราว และเก็บได้นา (pasteurized/UHT/long-life yoghurt)
2. โยเกิร์ตที่ประกอบด้วยไฮโดรไลซ์แลคโตส (lactose hydrolysed yoghurt)
3. โยเกิร์ตชนิดดื่ม (drinking yoghurt)
4. โยเกิร์ตแช่แข็ง (frozen yoghurt)
5. โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (condensed yoghurt)
6. โยเกิร์ตชนิดอัดแก๊ส (carbonated yoghurt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เครื่องดื่มประเภทโยเกิร์ต (yoghurt beverages)

8. โยเกิร์ตผงพร้อมดื่ม (dride or instant yoghurt)

9. โยเกิร์ตสำหรับผู้ควบคุมอาหาร (dirtetic or therapeutic yoghurt)

10. โยเกิร์ตน้ำถั่วเหลือง (soy-milk yoghurt)

จากการแบ่งประเภทของโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายดังที่แสดงข้างต้นนั้นส่วนใหญ่แล้วเป็นตลาดโยเกิร์ตในแถบอเมริกาและยุโรป แต่สำหรับในประเทศนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตออกจำหน่ายนั้นมีเพียงประเภท long life yoghurt (ชนิด UHT) โยเกิร์ตชนิดดื่ม (drinking yoghurt) และโยเกิร์ตแช่แข็ง (frozen yoghurt) ซึ่ง 2 ประเภทแรกนั้น มีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย ในขณะที่โยเกิร์ตแช่แข็งนั้นกำลังเริ่มมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เพิ่มขึ้นมาก และเริ่มเป็นที่รู้จักและยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งในช่วงแรกนี้กลุ่มผู้บริโภคส่วนมากจะเป็นนักเรียนและนักศึกษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์จะวางจำหน่ายตามศูนย์การค้าเป็นส่วนใหญ่ และสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตประเภทอื่นนั้นได้มีผู้กำลังศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโยเกิร์ตน้ำนมถั่วเหลืองเพราะเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายภายในท้องถิ่นและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

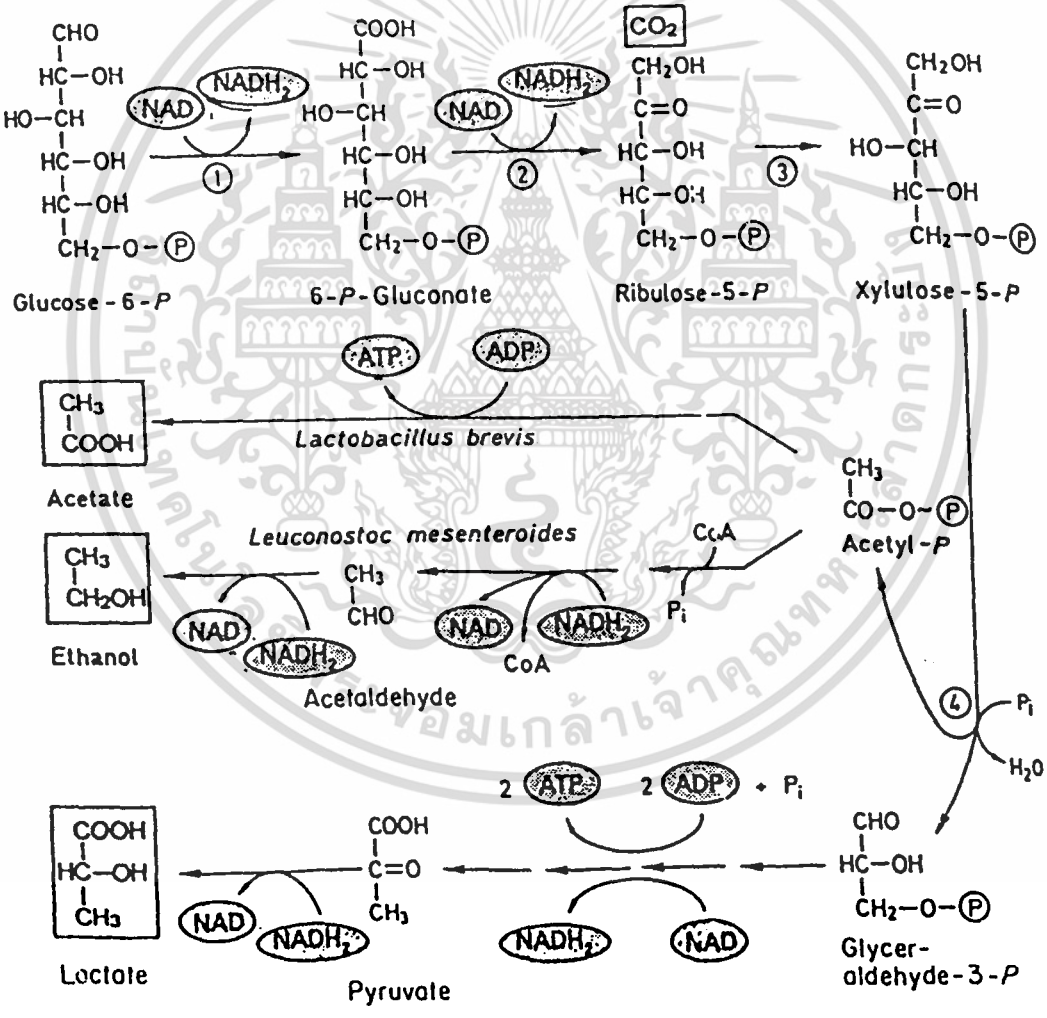
2.1.3 แบคทีเรียในโยเกิร์ต (Bacteria in yoghurt)

แบคทีเรียหลักที่นิยมใช้เป็นกล้าเชื้อ (Starter culture) ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ได้แก่ *Streptococcus thermophillus* และ *Lactobacillus bulgalicus* โดยเป็นการใช้แบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์เพื่อย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสในนมร่วมกัน เนื่องจากทำให้เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนของโปรตีนในนมเร็วขึ้นกว่าการใช้เพียงตัวใดตัวหนึ่ง โดยการผลิตกรดแลคติกมิได้เกิดจากการหมักน้ำตาลแลคโตสโดยตรง หากเกิดจากแบคทีเรีย *L. bulgalicus* ผลิตเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส เพื่อไฮโดรไลซ์โปรตีนนมให้ได้กรดอะมิโน เช่น ฮิสติดีน (histidine) ไกลซีน (glycine) และวาลีน (valine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนชนิดที่สำคัญต่อการเจริญของ *S. thermophillus* ในขณะเดียวกันการเจริญของ *S. thermophillus* ทำให้เกิดกรดฟอร์มิค (formic acid) เป็นผลให้พีเอชของนมลดลงเหลือประมาณ 5.0 ซึ่งเป็นพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเอง การสร้างกรดแลคติกของ *L. bulgalicus* ทำให้ระดับพีเอชลดลงอีกจนถึง 4.0 - 4.5 ซึ่งใกล้เคียงกับ Isoelectric point (PI) ของเคซีนในนม (พีเอช ประมาณ 4.6 –4.7) ทำให้เคซีนซึ่งเป็นโปรตีนในนมสูญเสียภาพธรรมชาติ (denature) จับตัวตกตะกอนลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวิณี บุรพลชัย (2531 : 15) ได้กล่าวถึงการอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ว่าเป็นความสัมพันธ์แบบได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiosis) การเจริญร่วมกันดังกล่าวทำให้การสร้างกรดแลคติคของแบคทีเรียเป็นไปได้ดีขึ้น

การผลิตกรดแลคติกของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้ จะอยู่ในรูป L (+) - Lactic acid ซึ่งผลิตโดย *Streptococcus* และ D (-) - Lactic acid ที่เกิดขึ้นจะมี 50 - 70 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เหลือจะเป็น D (-) - Lactic acid นอกจากนี้แบคทีเรียทั้งสองชนิดยังสร้างสารอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตเป็นอย่างมาก ได้แก่ อะซิทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) อะซิโตน (acetone) นอกจากนี้ยังสร้างสารพวก volatile acids เช่น กรดฟอร์มิค กรดบิวทีริค และกรดอะซิติค



ภาพที่ 2 วิธีการผลิตกรดแลคติก

ที่มา : Hans G. Schlel, 1992 : 305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า แบคทีเรียมีความสำคัญอย่างมากในการผลิตโยเกิร์ต เนื่องจากเป็นตัวสร้างกรดแลคติก และสร้างสารที่ทำให้เกิดกลิ่น รส เฉพาะตัวของโยเกิร์ต ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวคือ *S. thermophillus* และ *L. bulgalicus* นอกจากแบคทีเรียทั้งสองชนิดแล้วก็ยังมีแบคทีเรียตัวอื่น ๆ ที่มีความสามารถในการสร้างกรดแลคติกได้เช่นกัน แต่ไม่เป็นที่นิยมในการใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตทั่วๆ ไป เนื่องจากสร้างกรดชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการและอาจทำให้มีกลิ่นรสที่ไม่ต้องการในโยเกิร์ต นอกจากนี้แบคทีเรียบางชนิดยังสร้างกรดมากจนเกินความจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ *L. jugurti, L. lactis, L. acidophilus* เป็นต้น ดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ตจึงควรที่จะต้องทำการคัดเลือกหัวเชื้อที่สามารถทำให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด รวมทั้งปริมาณของหัวเชื้อที่ใช้เริ่มต้น ซึ่งในทางปฏิบัติเราอาจจะใช้โยเกิร์ตชนิด plain yoghurt เป็นหัวเชื้อแทนได้ เพราะผลิตภัณฑ์นี้ยังคงมีเชื้อที่ active อยู่ และเป็นเชื้อที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้ว และต้องใช้ในปริมาณที่สูงกว่าการใช้หัวเชื้อผง (dried culture) นอกจากนั้นใน plain yoghurt นั้น อาจจะมีการเติมน้ำตาลเพื่อการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ทำให้ความสามารถของหัวเชื้อลดลงปริมาณของ plain yoghurt ที่ใช้คือประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำนมที่เป็นวัตถุดิบ (สุชาดา สังขพันธุ์, 2538 : 12)

2.1.4 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต (Microbiology of natural yogurt)

หัวเชื้อเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ลักษณะที่ต้องการของหัวเชื้อโยเกิร์ตคือ ปลอดจากการปนเปื้อน เจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ โครงสร้างลักษณะเนื้อดี และต้านทานต่อการเกิดฟาจส์ และสารปฏิชีวนะ ในการสร้างกลิ่นรส (flavor) และลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้หัวเชื้อผสมของ *L. bulgaricus* และเชื้อ *S. thermophilus* โดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิดในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยเชื้อทั้งสองมีการทำงานสอดคล้องกัน และพึ่งพากัน

ลักษณะการพึ่งพาอาศัยกันของจุลินทรีย์เหล่านี้ในหัวเชื้อโยเกิร์ต คือ เริ่มแรกเชื้อ *Streptococci* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมการหมัก 40 องศาเซลเซียส ทำให้เชื้อเจริญขึ้นอย่างเด่นชัด ระหว่างการหมักช่วงแรกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างขึ้นมา เชื้อ *Streptococci* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิด diacetyl และ สารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของครีมเนย (creamy / buttery)ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

- เชื้อ *Streptococci* จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนมซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึง พีเอช 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสม สำหรับการเจริญของเชื้อ *Lactobacilli* ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้างอะซิทัลดีไฮด์ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ ในกรณีของโยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีมากจะมีปริมาณ acetaldehyde อยู่ 23-41 พีพีเอ็ม คิดเป็นสัดส่วนของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วเชื้อ *Lactobacilli* จะปล่อยกรดอะมิโนบางตัวที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ *Streptococci* อีกด้วย

หลังการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อที่แน่นขึ้นที่เรียกว่า thickened yogurt ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงเป็น 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัด ทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดจะช้าลงมาก

ในระหว่างการหมัก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของเชื้อผสมเท่ากับ 40 - 42 องศาเซลเซียส โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตผสมมีกิจกรรมร่วมกันได้สูงสุด เนื่องจากหัวเชื้อทั้งสองชนิดมีอุณหภูมิการหมักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิการหมักเป็น 45 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *L. bulgaricus* และที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส จะเหมาะสำหรับการสร้างกรดของเชื้อสายพันธุ์ *S. thermophilus* ดังนั้น การเปรียบเทียบอัตราการสร้างกรดแลคติกของหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมและสายพันธุ์เดียวกันที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ในนมขาดมันเนยที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 10 เปอร์เซ็นต์ และให้หัวเชื้อ 2 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าอัตราการสร้างกรดของหัวเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการหมักสูงขึ้น และสูงสุดที่อุณหภูมิ 40 และ 45 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยที่หัวเชื้อทั้งสองเป็น 1 : 1 ควรจะเลือกใช้อุณหภูมิหมักเป็น 42 องศาเซลเซียส แม้ว่าการสร้างกรดของหัวเชื้อผสมทั้งสองจะสูงที่สุดที่อุณหภูมิการหมักที่ 45 องศาเซลเซียสก็ตาม

ดังนั้นสามารถสรุปลักษณะของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ดังนี้

1. เชื้อ *S. thermophilus* มีกิจกรรมสูงในการสร้างกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้นถ้าสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมักให้น้อยลง

2. สารอื่น ๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ นอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรสของโยเกิร์ตซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ จึงจำเป็นต้องให้เชื้อทั้งสองชนิดนี้เจริญในสัดส่วนที่สมดุลกัน

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในหัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารอื่น ๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ นอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรสของโยเกิร์ตซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ จึงจำเป็นต้องให้เชื้อทั้งสองชนิดนี้เจริญในสัดส่วนที่สมดุลกัน

ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในหัวเชื้อโยเกิร์ตนอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้วหัวเชื้อยังจำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ซึ่งสามารถทำให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อให้นมมีจำนวนเชื้อแบคทีเรียแลคติก 3.0 – 4.0 x 10^6 เซลล์/มิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจนเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนการใช้ แต่ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* เท่ากัน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเริ่มต้นจะเท่ากับ 1:1 แต่อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเชื้อ *S. thermophilus* เริ่มเข้าสู่การเจริญในระยะ logarithmic phase และจะมีเพียงกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในนมเท่านั้น หลังจากนี้เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะเจริญเป็นเชื้อที่เด่นขึ้นมา เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีระดับกรดแลคติคประมาณ 0.90-0.95 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนเซลล์ในหัวเชื้อจะกลับมาสมดุลอีกครั้งหนึ่ง ปริมาณเซลล์ทั้งหมด (total colony count) ของเชื้อแลคติกอาจเกิด 2.00 x 10^9 เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic quality) นอกจากนี้หัวเชื้อที่จะถ่ายลงสู่ถังหมักยังจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องของสารปฏิชีวนะที่ตกค้าง รวมทั้งสายพันธุ์ของเชื้อที่เข้ากันไม่ได้หรือไม่สมดุลกัน

ในปัจจุบันแม้สภาวะของหัวเชื้อที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต ยังไม่มีกำหนดมาตรฐานแต่ปริมาณที่ใช้การพิจารณาจำนวนจุลินทรีย์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในหัวเชื้อโยเกิร์ต

Microrganism	Satisfarctory	Doubtful	Unsatisfactory
Streptococcus thermophilus	10^8 / g	10^7 - 10^8 / g	10^7 /g
Lactobacillus bulgaricus	10^8 / g	10^7 - 10^8 / g	10^7 /g

ที่มา : Haycs, 1981 : 665

โยเกิร์ตชนิดธรรมดาหรือชนิดที่มีการเติมกลิ่นรสลงไปด้วยจะมีความเป็นกรด – ด่าง อยู่ระหว่าง 3.7 ถึง 4.2 และพบว่าที่ พีเอช 4.2 หัวเชื้อทั้งสองชนิดจะมีจำนวนเซลล์ในสัดส่วนที่เท่ากันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 วัตถุดิบในการทำโยเกิร์ต ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่

1. น้ำนมดิบ

น้ำนมที่รีดมาใหม่ ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ซึ่งมักระเหยไปทันทีเมื่อถูกอากาศ น้ำนมมีรสหวานเล็กน้อย เนื่องจากน้ำตาลในนมมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.032 น้ำนมมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความเป็นกรดที่ พีเอช 6.6

2. นมผง

โดยปกติน้ำนมจะมีส่วนที่เป็น Solid-not-fat (SNF) อยู่ประมาณ 9-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อทำเป็นโยเกิร์ตแล้วมีลักษณะค่อนข้างเละ และอาจเกิดการแยกตัว (whey off) คือ ส่วนที่น้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเคิร์ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต ผู้ผลิตอาจแก้ไขปัญหาโดย การเติมนมผงพร่องมันเนย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ SNF ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (รวมน้ำตาล) โดยทั่วไปในการค้านิยมใช้หางนมผง อัตราส่วนที่ผสมหางนมผงจะอยู่ในช่วง 1 – 6 เปอร์เซ็นต์ แต่ระดับที่เหมาะสมคือ 3 – 4 เปอร์เซ็นต์ เพราะการใช้หางนมมากเกินไป จะทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะของเนื้อสัมผัสเป็นแป้งหรือผง

3. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีรสหวาน ละลายได้ดีในน้ำและของเหลวทุกชนิด วัตถุประสงค์ในการเติมน้ำตาลเพื่อช่วยเพิ่ม SNF และในอาหารเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไป โดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์เพราะจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทำงานไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากความเข้มข้นรอบตัวสูงมากเกินไป ในกรณีที่ต้องการความหวานมาก เราสามารถแบ่งน้ำตาลเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งผสมกับน้ำนมที่ใช้เริ่มต้นในการทำโยเกิร์ตและส่วนที่สอง คือ ส่วนที่ผสมกับโยเกิร์ตที่แข็งตัวแล้ว หรือเติมในผลไม้แช่อิ่มที่มีรสหวานก็ได้

4. เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

จุลินทรีย์ที่มีการควบคุมด้านสุขลักษณะเป็นอย่างดี การเตรียมจุลินทรีย์จะต้องทำด้วยความระมัดระวังที่จะไม่ให้จุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์แปลกปลอมเข้าไป จุลินทรีย์ที่ใช้จะเป็นแบคทีเรียพวก *L. bugaricus* กับ *S. thermophilus* อัตราส่วนของปริมาณแบคทีเรียระหว่างทั้งสองชนิด อาจจะเป็น 1 : 1 หรือ 2 : 1 สัดส่วนนี้อาจจะกระทบกระเทือนถ้าการควบคุมอุณหภูมิที่ไม่แน่นอน จุลินทรีย์ที่เตรียมไว้จะต้องมีชุดใหม่ตลอดเวลาเพราะถ้าใช้ชุดเก่า จุลินทรีย์นั้นอาจไม่แข็งแรงและอัตราส่วนของจุลินทรีย์ก็อาจเปลี่ยนแปลงด้วย เนื่องจากเมื่ออยู่ด้วยกันนาน ๆ แลคโตบาซิลลัสมักจะมีปริมาณมากกว่าซึ่งจะมีผลทำให้โยเกิร์ตมีรสเปรี้ยวจัดเพราะมีกรดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารช่วยให้คงตัว

การที่จะทำให้โยเกิร์ตมีความคงรูปดีขึ้น จำเป็นต้องใส่สารที่ทำให้คงรูปด้วย (stabilizer) นอกจากนั้น อาจจะมีการใส่สารที่ทำให้หวาน (sweetener) บางครั้งจะมีการเติมพวกวิตามินด้วย เช่น วิตามินซี สารที่ทำให้คงรูปจะนิยมใช้สารที่มีสมบัติทำให้น้ำเกาะกับของแข็งในน้ำนมเพื่อให้ลักษณะเนื้อของโยเกิร์ตมีความสม่ำเสมอไม่แตกแยก แต่ใช้ในปริมาณที่สูงมากเกินจะทำให้ลักษณะเนื้อของโยเกิร์ตแข็ง

ในการผลิตโยเกิร์ตธรรมดา ไม่จำเป็นต้องใช้สารที่ทำให้คงตัว แต่ถ้ามีการเติมผลไม้ลงไปจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทำให้คงตัว สารที่ทำให้คงตัวที่นิยมใช้กัน ได้แก่ เจลาติน เพคติน และอาการ์ ปริมาณที่ใช้รับประทาน 0.1 - 0.5 เปอร์เซ็นต์

6. ผลไม้

การเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตเป็นกระบวนการหนึ่งทางด้านการตลาดเป็นการส่งเสริมการขาย เนื่องจากการเติมผลไม้ลงในโยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการจูงใจผู้บริโภค ผลไม้ที่จะเติมลงในโยเกิร์ตจะต้องสะอาด ปราศจากยีสต์และรา ไม่มีสารแปลกปลอมและความเป็นกรด ด่าง จะต้องไม่ต่ำกว่า 3.0 เพราะถ้าต่ำกว่านี้จะทำให้โยเกิร์ตเกิดการแยกชั้นออกมา ส่วนปริมาณที่จะใส่ผลไม้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิด และความเข้มข้นของผลไม้

7. สีและกลิ่น

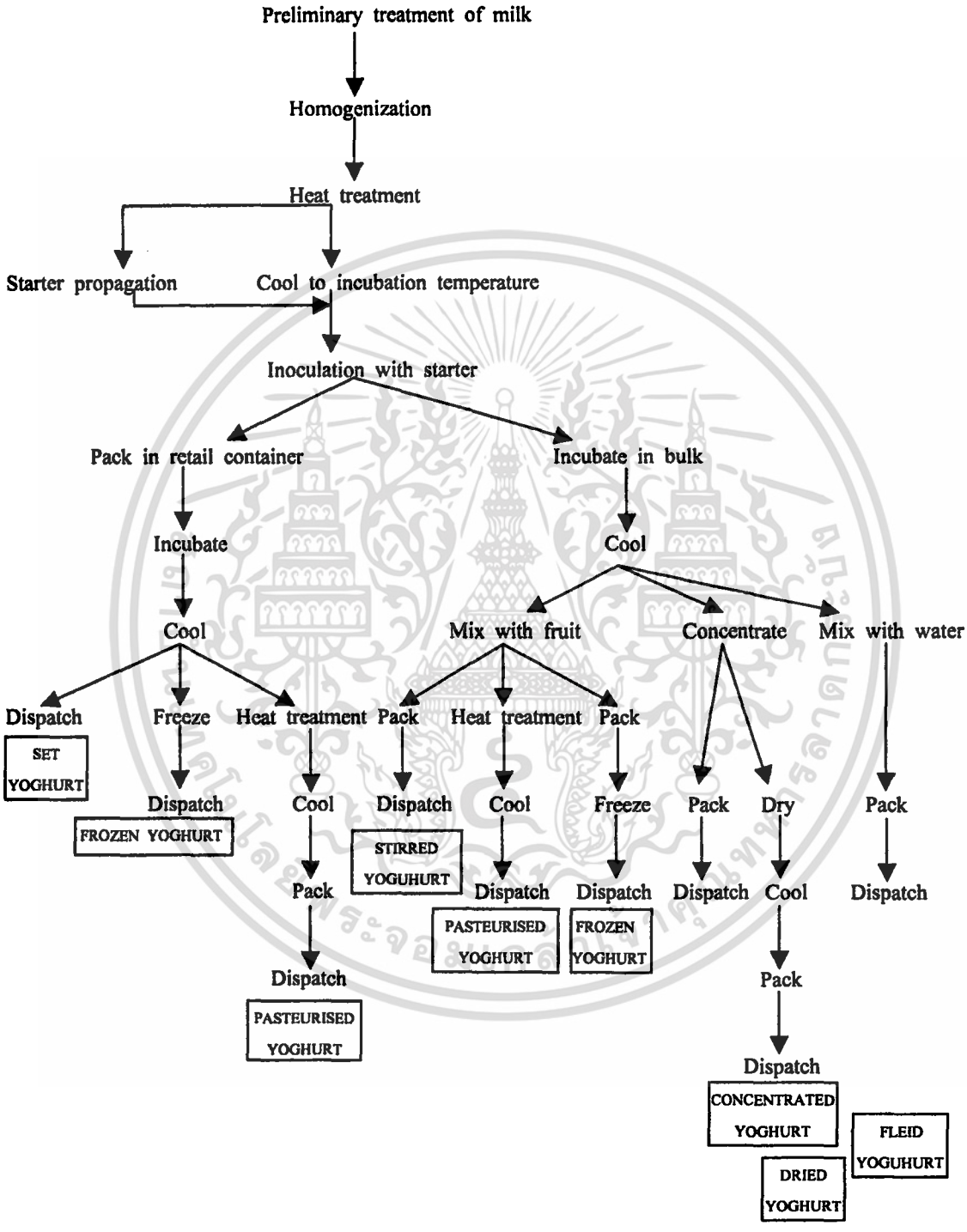
ผู้ผลิตจะใช้สีและกลิ่นเพื่อปรุงแต่งให้โยเกิร์ตชวนน่ารับประทานยิ่งขึ้น โดยจัดทำเพื่อให้เหมือนธรรมชาติมากที่สุด อาจใช้สีสังเคราะห์ หรือสีที่ได้จากธรรมชาติ

2.1.6 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการผลิต โดยเริ่มต้นจากการหมักนมซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน 14 – 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 – 85 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที กับจุลินทรีย์สายพันธุ์ *L. bugaricus* และ *S. thermophilus* ที่อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 0.9 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส นำไปผสมกับผลไม้หรือกลิ่นรส บรรจุ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตในโรงงาน ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตชนิดต่าง ๆ

ที่มา : Robinson and Tammine, 1981 : 431

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ได้มาตรฐาน จะต้องปรับปรุงคุณภาพของนมก่อนการหมัก ดังนี้

- ปรับปริมาณไขมันในนม โดยปรับให้มีปริมาณไขมันในนมอยู่ 1 – 2 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

- ปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ในนม โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีได้จากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid ; TS) เท่ากับ 15 – 16 เปอร์เซ็นต์ซึ่งทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 14 – 15 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งที่เติมเพื่อปรับค่า TS ได้แก่ นมผงปราศจากไขมัน แลคโตส สารให้ความหวาน sodium caseinate สารที่ทำให้เกิดความคงตัว (stabilizer) แคลเซียมในรูป caseinate, lactates, gluconate หรืออื่น ๆ การใช้สารเหล่านี้ขึ้นกับชนิดของโยเกิร์ต เช่น ใน plain yoghurt จะไม่เติมสารให้ความหวาน (ซูโครส) แต่ใน flavour yoghurt จะเติมซูโครส 4 – 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น นอกจากสารนี้แล้ว ก็มี preserved หรือ cook fruit จุดประสงค์ของการเติมของแข็งที่ไม่ใช้ไขมัน ก็เพื่อทำให้โยเกิร์ตมีความเข้มข้น หนืด หรือลักษณะเนื้อ (body) ที่เหมาะสม

- การเติมสารให้ความหวาน สารให้ความหวาน หรือที่เรียกว่า sweetener มักเติมในการผลิต fruit / flavored yogurt หรือใน “sweet” natural yogurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในของผสมโยเกิร์ต หรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักในการเติมเพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของสารที่ให้ความหวานที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ชนิดของผลไม้ที่ใช้อาจจะมีผลยับยั้งหัวเชื้อจุลินทรีย์ กฎหมายและอื่น ๆ เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว fruit / flavored yogurt อาจมีคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้เนื่องจากน้ำตาลในนมที่เหลือจากการหมักน้ำตาลในผลไม้และน้ำตาลที่เติมเข้าไป ถ้ามีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไป อาจมีผลยับยั้งการเจริญของหัวเชื้อได้เนื่องจากผลของ adverse osmotic ของสารถูกละลายในน้ำและผลของ water activity ในโยเกิร์ต โดยทั่วไปในปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์

สารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุกโทส corn syrup, glucose / galactose syrup หรือพวก sorbitol และ saccharin เป็นต้น

นอกจากนี้อาจมีการเติมสารประกอบอื่น ลงไปด้วย เช่น สารกันเสีย หรือ เพนิเซลลิเนส ที่ใช้ทำลายสภาพของสารปฏิชีวนะเพนิซิเลียม เพื่อให้นมเหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยของนางสาวศิรดา ลิ้นฐู้ (2545 : 70)ได้พบว่า ผลของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และแล็กโทส ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็ง โดยแปรปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และแล็กโทสแต่ละชนิด เป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก พร้อมกับเปรียบเทียบเมื่อใช้ร่วมกันทั้งหมด 3 ชนิด พบว่า โยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็งที่ใส่น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดร่วมกัน ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนทางด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด ส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี โดยการหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และร้อยละปริมาณกรดแลคติก พบว่า ตัวอย่างที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มากที่สุด (3.82) คือโยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็งที่ใช้น้ำตาลกลูโคส + น้ำตาลซูโครส + น้ำตาลแล็กโทส 1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวอย่างที่มีร้อยละปริมาณกรดแลคติค มากที่สุด (2.06 เปอร์เซ็นต์) คือ โยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็งที่มีการใช้น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดร่วมกัน ส่วนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพโดยการหาค่าร้อยละการแยกของน้ำในโยเกิร์ต (% Syneresis) พบว่า ตัวอย่างโยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็งที่มีค่าร้อยละการแยกของน้ำมากที่สุด (23.49 เปอร์เซ็นต์) คือ โยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็งที่ใช้น้ำตาลซูโครส 1 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษานางสาว ปิยรัตน์ จินดาธนสาร (2541 : 48) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสแครอท โดยใช้ระดับของความหวานในน้ำเชื่อมต่างกันคือ 15 20 25 30 และ 35 องศาบริกซ์ พบว่าความหวานของน้ำเชื่อม 25 องศาบริกซ์ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และได้ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใส่และไม่มีสเตบิไลเซอร์ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มรสแครอท พบว่า ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสแครอทที่ใส่เจลาติน ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะของเนื้อสัมผัสเนียน และเกิดความหนืด

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากการปรับส่วนผสมแล้ว นำนมที่ได้มาผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดนการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ โดยทั่วไปจะใช้เครื่องโฮโมจีไนซ์ที่มี 1 stage ที่อุณหภูมิ 50–70 องศาเซลเซียส การนำส่วนผสมไปผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนการหมัก จะทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้มีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีมและช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้า หรือการแยกชั้นของน้ำหางนม

3. การให้ความร้อน การให้ความร้อนแก่นมมีจุดประสงค์

3.1 เพื่อความเข้มข้นของนม

3.2. ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ ซึ่งความร้อนที่ใช้มักเพียงพอต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่บนนมดิบเท่านั้น แต่สปอร์หรือเอนไซม์ที่ทนความร้อนได้คงเหลืออยู่ในนม อย่างไรก็ตาม นมที่ผ่านความร้อนจะเป็นแหล่งเจริญเติบโตที่ดีของหัวเชื้อโยเกิร์ต

3.3 กำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม เพื่อทำให้สภาวะแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดนี้ ต้องการอากาศในปริมาณน้อย (microaerophilic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4 เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของนม โดยทำให้โปรตีนน้ำหางนมที่มีอยู่ในนม ได้แก่ พวกอัลบูมิน และโกลบูลิน ที่เสียสภาพธรรมชาติ แล้วตกตะกอน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีนอีนเกิดเป็นร่างแห (network) ในลักษณะสามมิติขึ้นมาโดยร่างแหนี้จะจับโปรตีนในน้ำหางนม แล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืด (viscosity) มากกว่าเดิม

3.5 มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญของหัวเชื้อแลคติค ที่มีกิจกรรมหมักที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40-45 ^{o}C)

3.6 ทำให้โปรตีนในนมถูกทำลาย (damage) ให้สารย่อย ๆ ที่เป็นโมเลกุลเล็กลง (breakdown product) ซึ่งอาจเป็นสารที่เร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลคติก

4. กระบวนการหมักโยเกิร์ต

นมที่ผ่านการให้ความร้อน จะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 40 – 45 องศาเซลเซียส การถ่ายหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในส่วนผสม จะต้องทำด้วยวิธีการปลอดเชื้อ โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อจาก starter culture 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ หัวเชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมของ *L. bugaricus* และ *S. thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน

ปริมาณ starter culture ที่ค่อนข้างสูงเนื่องจาก starter culture ดังกล่าวได้มาจากการบ่มเชื้อโยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาด (commercial plain yoghurt) ซึ่งประสิทธิภาพจะลดลงจากเชื้อบริสุทธิ์ (pur culture) นอกจากนี้ สาเหตุที่ต้องใช้ starter culture ในปริมาณสูงก็เนื่องจากองค์ประกอบของส่วนผสม คือ น้ำตาลซูโครสในระดับ 8 – 20 เปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มความออสโมติคซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อลดลง

อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ คือ 40 – 45 องศาเซลเซียส การบ่มจะมี 2 วิธีคือ บ่มระยะสั้น เป็นการบ่มที่ 40 – 45 องศาเซลเซียส นาน 2 – 8 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อที่ใช้ด้วย สำหรับอีกวิธีหนึ่งเป็นการบ่มที่ระยะเวลานาน ใช้เวลาประมาณ 16 – 18 ชั่วโมง ลักษณะ curd ที่ดีเรียบเนียน ไม่เกิดการแยกตัวของน้ำนมออกมา

การเกิดเจลของโยเกิร์ต เป็นผลจากปฏิกิริยาทางชีวภาพในนม มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

4.1 หัวเชื้อใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนม เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโต และทำการหมักได้กรดแลคติก และสารประกอบอื่น ๆ ออกมา

4.2 กรดแลคติกที่สร้างขึ้นเรื่อย ๆ นี้ จะสลายภาพความคงตัวของอนุภาคเคซีน (casein micelle) และทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนในน้ำหางนมสูญเสียสภาพธรรมชาติไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51226

4.3 เกิดการรวมตัวของ casein micelle และ/หรือ กลุ่มของ micelle ย่อย ๆ เข้าด้วยกันและเกิดการตกตะกอนบางส่วน ในขณะที่ความเป็นกรด – ด่างใกล้จุด isoelectric คือ ระหว่าง พีเอช 4.6 –4.7

4.4 เกิดปฏิกิริยาระหว่าง แอลฟา - แลคทัมบูมิน กับ บีตา – แลคโทโกลบูลิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในหางน้ำนมกับเคซีน ทำให้เกิด casein micelle ที่มีความคงตัวมากขึ้น ดังนั้น ร่างแหของเจลาตินที่ประกอบด้วยโครงที่แน่นอนนี้ จึงสามารถจับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในส่วนผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต รวมทั้งน้ำให้อยู่ในโครงสร้าง

5. การทำให้เย็น

การทำให้โยเกิร์ตเย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ การให้ความเย็นของผลิตภัณฑ์จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรดตามต้องการ คือ ประมาณที่ พีเอช 4.6 หรือ มีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของโยเกิร์ต วิธีการให้ความเย็น และประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อน การทำให้เย็นทำได้โดยทำให้โยเกิร์ตเย็นลงจากอุณหภูมิ 30 – 35 องศาเซลเซียส เป็นต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดประมาณ 5 องศาเซลเซียส)

6. การเติมองค์ประกอบที่ให้สารกลิ่นรสและสี

มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความนิยมของผู้บริโภค สารที่ใช้เติมได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่นและสี และสารอื่น ๆ เช่น ถั่วต่าง ๆ ธัญพืช น้ำผึ้ง มะเขือเทศ กาแฟ เป็นต้น ในทางอุตสาหกรรมนิยมทำให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิ 15 และ 20 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปผสมกับผลไม้หรือกลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุเก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

7. การเก็บรักษาโยเกิร์ต

จะต้องเก็บรักษาโยเกิร์ตไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส (ประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะเก็บไว้ได้ 14 – 28 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสุขลักษณะในการผลิต เทคนิคการผลิต ชนิดของภาชนะบรรจุที่เก็บ และการใช้สารกันเสีย ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บ 10 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ต ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้ จะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไปและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลาย และโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้นของ curd และ whey เป็นผลให้จุลินทรีย์อื่น ๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้

นอกจากนี้ หากมีการผิดพลาดในกระบวนการผลิต ก็อาจก่อนให้เกิดความผิดปกติต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ตได้ดังแสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ความผิดพลาดที่อาจเกิดกับกลิ่นรสของโยเกิร์ต

กลิ่นรสที่ผิดปกติ	ทางแก้ไข
กลิ่นรสจืดชืด(insipid)	- ลดปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ลง
	- เพิ่มเวลาในการบ่มหัวเชื้อ
กลิ่นที่ไม่สะอาด (unclean)	- เพิ่มปริมาณหัวเชื้อ
	- ลดเวลาในการบ่ม
กลิ่นรสขม และกลิ่นรสที่เปรี้ยวแหลม	- ลดปริมาณหัวเชื้อลง
กลิ่มเหม็นหืน	- ตรวจดูคุณภาพของนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

ที่มา : Robinsin and Tamin, 1985 : 431

เอกชัย ไตรพิศ (2539, 10) ได้กล่าวถึงปัญหาที่พบจากการศึกษาการปรับปรุงเนื้อสัมผัสไอศครีมโยเกิร์ต คือ

ลักษณะเนื้อสัมผัสผิดปกติ (texture defect)เกิดจากตะกอนหรือลิ่มนมที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแข็ง (heavy curd) อาจมีสาเหตุจากการเติมปริมาณสเตอบิไลเซอร์มากเกินไป หรือตะกอนนมที่เกิดขึ้นอ่อนตัวเกินไป (weak curd) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของแข็งในนม (total solid) น้อยเกินไป ข้อเสียนี้อาจแก้ไขโดยการเติมปริมาณของแข็งในน้ำนม เช่น การเติมนมผง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ หรือการเติมเอนไซม์เรนเนต (rennet) เพื่อให้เกิดการตกตะกอนเคซีน นอกจากนี้ การที่ตะกอนนมอ่อนตัวอาจเกิดจากน้ำหางนม (whey) เกิดการแยกตัวออกมาจากตะกอนนม ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้ความร้อนไม่เพียงพอ ระหว่างการฆ่าเชื้อ ปริมาณซีรัมต่ำความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์มากเกินไป การแยกชั้นภายหลังการกวนตะกอนโยเกิร์ต ปริมาณเกลือไม่สมดุล สามารถแก้ไขโดยเติมเกลือแคลเซียมคลอไรด์ การใช้หางนมผงที่มีคุณภาพต่ำและได้กล่าวไว้ว่ากลิ่นรสที่ผิดปกติ โยเกิร์ตที่มีรสเปรี้ยวจัดและกลิ่นฉุนมาก อาจเนื่องจากหัวเชื้อที่ใช้นั้น จุลินทรีย์ *L. bugaricus* และ *S. thermophilus* ในอัตราส่วนที่ไม่เท่ากัน ส่วนรสขม (bitter flavour) นั้น เกิดจากการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์กลุ่ม flat sour organism เช่น *Bacillus thermophilus, Bacillus cereus* จุลินทรีย์กลุ่มนี้จัดเป็นพวก aerobic spore forming ที่ทนอุณหภูมิสูงมาก และส่วนใหญ่พบอยู่ในดิน นอกจากนี้โยเกิร์ตอาจเสียได้โดยยีสต์หรือรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมักโยเกิร์ต

1. การสร้างกรดแลคติก (lactic acid production)

การสร้างกรดแลคติกเป็นกระบวนการสำคัญที่สุดในระหว่างการผลิตโยเกิร์ตกรดแลคติกที่เกิดขึ้นช่วยสลายเคซีน ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีน และทำให้เกิดเจลในโยเกิร์ต นอกจากนั้นให้กลิ่นรสเปรี้ยวในโยเกิร์ต

S. thermophilus ที่ใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักจะให้กรดแลคติกแบบ L(+) ในขณะที่ *Lactobacillus bugaricus* จะให้กรดแลคติคแบบ D(+) โดยปริมาณกรดแลคติคในโยเกิร์ต จะเป็นแบบ L(+) 45 – 60 เปอร์เซ็นต์ และแบบ D(-) 40 – 55 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอย่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก ปริมาณกล้าเชื้อที่ใช้ อัตราส่วนระหว่าง *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* อายุของโยเกิร์ตและระดับของกรดแลคติกที่ผลิต

2. แลกโตส โฮโดรไลส์โยเกิร์ต (lactose hydrolyzed yogurt)

ในระหว่างการผลิตโยเกิร์ต แลคโตสไม่ได้ถูกหมักทั้งหมด ดังนั้นจึงยังคงเหลือแลกโตสบางส่วน ซึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ไม่สามารถใช้แลคโตสได้ (lactose-intolerant people)จำเป็นตั้งมีการลดระดับแลคโตสดังกล่าวลงซึ่งทำได้โดยการไฮโดรไลท์ด้วยเอนไซม์ บีตากาแลคโตซิเดส (แลกเตส) ซึ่งผลิตในทางการค้าได้จาก *Aspergillus niger, Saccharomyces lactis* และ *Escherichia coli* ซึ่งเมื่อโฮโดรไลส์แลคโตส ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กลูโคส กาแลคโตส และโอริโกแซ็กคาไรด์

3. การเกิดกลิ่นรส (flavor production)

บทบาทที่สำคัญของหัวเชื้อที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต นอกจากการให้กรดแลคติกก็คือการสร้างกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ซึ่งสารหมักที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ต ได้แก่ สารประกอบคาร์บอนิล เช่น แอซิตัสดีไฮด์ แอซิโตอิน และโดแอซิติล นอกจากนี้ได้จากสารอื่นเล็กน้อย เช่น กรดไขมันระเหย และกรดอะมิโน

แอซิตัสไฮด์ในโยเกิร์ตสร้างจากการสลายกลูโคสไปเป็นแอซิติลดีไฮด์ และ เอทานอลโดยเอนไซม์ อัลดีไฮด์ไฮโดรจีเนส ซึ่งเปลี่ยนแอซิติลโดยเอนไซม์ไปเป็นแอซิตัลดีไฮด์ เอนไซม์แอลกฮอล์ไฮโดรจีเนสซึ่งเปลี่ยนแอซิตัสดีไฮด์เป็นเอทานอลตามลำดับ โดยเอนไซม์ตัวแรกจะพบเฉพาะใน *L. bulgaricus* ส่วนเอนไซม์ตัวหลังพบใน *S. thermophilus* บางสายพันธุ์ นอกจากแอซิตัสดีไฮด์ สร้างได้จากสารละลายทรีโอนีน โดยเอนไซม์ทรีโอนีอัลโดเนส (theronine aldolase) ไปเป็นไกลซีนและแอซิตัลดีไฮด์ซึ่งเอนไซม์นี้ใน *L. bulgaricus* จะมีกิจกรรมสูงกว่าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S. thermophilus โดยเฉพราะในที่มีกลูโตสและที่อุณหภูมิสูงดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ตเอนไซม์ตัวนี้มากจาก *L. bulgaricus*

ใน *S. thermophilus* บางสายพันธุ์อาจสร้างแอซิตัลดีไฮด์จากการสลายดีเอนเอและสลายไทมิดินให้แอซิตัลดีไฮด์ โดยกิจกรรมของเอนไซม์ดีออกซิไรโบอัลโดส (deoxyridoaldose)ซึ่งการสร้างแบบนี้ไม่พบใน *L. bulgaricus*

ดังนั้น กรดแลคติกที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตโยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตเกิดกลิ่นรส เปรี้ยวและรสสดชื่น (refreshing taste) ในขณะที่สารประกอบคาร์บอนิลทำให้เกิดกลิ่นรสและกลิ่นหอม (aroma) ในโยเกิร์ต

4. การสลายโปรตีน (proteolysis)

แม้ว่าแบคทีเรียแลคติกจะสามารถสลายโปรตีนได้น้อย แต่ก็มีบทบาทในการสลายโปรตีนในโยเกิร์ต การสลายโปรตีนจะให้เปบไทด์ขนาดต่าง ๆ และกรดอะมิโนที่เกี่ยวข้องกับการให้กลิ่นรสโดยเป็นวัตถุดิบในการเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ทำให้กลิ่นรสในโยเกิร์ตหรือในบางครั้งอาจเป็นสารที่ให้กลิ่นรสโดยตรง

5. การสลายลิปิด (lipolysis)

แม้ว่าการสลายลิปิด ในโยเกิร์ตจะมีเพียงเล็กน้อยแต่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นรสในโยเกิร์ตเกิดขึ้นโดยเอนไซม์ที่สลายลิปิด (lipolytic enzyme) ของหัวเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต ส่วนเอนไซม์ไลเปสที่มีในนมโดยธรรมชาตินั้นจะถูกยับยั้งโดยการให้ความร้อนนมที่นำมาทำโยเกิร์ตก่อนแล้ว

คุณภาพและมาตรฐานของโยเกิร์ต

1. จะต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก
2. ไม่มีเชื้อแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* ในอาหาร 0.1 กรัม
3. ไม่ใช้วัตถุที่ใช้ความหวานแทนน้ำตาล
4. ไม่มีวัตถุกันเสีย
5. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบในระหว่างการหมักโยเกิร์ต

ส่วนประกอบที่ลดลง	ส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้น
แลกโตส	กรดแลกติก
โปรตีน	กาแลกโตส
ยูเรีย	กลูโคส
ไขมัน	พอลีแซ็กคาไรด์
วิตามินบางชนิด (เช่น บี 12 วิตามินซี ไบโอ	เพปไทด์
ติน โคลีน)	กรดอะมิโนอิสระ
กรดอินทรีบางชนิด เช่น ฮิบพูริก (hippuric)	แอมโมเนีย
โอโรติก (orotic)	กรดไขมันอิสระ
	วิตามินบางชนิด (เช่น กรดโฟลิก)
	กรดอินทรีย์บางชนิด (เช่น ซักซินิก ฟูมาริก
	เบนโซอิก)
	นิวคลีโอไทด์บางชนิด (เช่น CMP, AMP
	UMP GMP NAD)
	สารประกอบที่ให้กลิ่นรส (เช่น แอซิตัลดีไฮ
	แอซิโตอิน ไดแอซิติล)
	เอนไซม์ (เช่น บีตา - กาแลคโตซิเดส
	LDH โปรติเอส เฟปติเดส)
	มวลแบคทีเรีย (ซึ่งประกอบด้วยกรดนิวคลี
	ลิปิด คาร์โบไฮเดรต โปรตีน)

ที่มา : วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2536 : 237

2.1.8 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตมีที่มีจุลินทรีย์จะมีประโยชน์มากกว่าโยเกิร์ตชนิดที่ไม่มีจุลินทรีย์ คือ จะย่อยง่ายกว่า ซึ่งมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ท้องผูกและท้องอืดเป็นประจำ มีวิตามินบีมาก และยังช่วยให้ระบบทางเดินอาหารเป็นปกติ โยเกิร์ตที่ทำจากนมพร่องมันเนยจะให้พลังงานต่ำ และเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่มีจุลินทรีย์แต่ให้กรดแลคติกเพื่อให้เกิดรสเปรี้ยว มีข้อดีคือเก็บไว้ได้นาน ถึง 6 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็น ในขณะที่โยเกิร์ตชนิดที่มีเชื้อ จุลินทรีย์ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเก็บไว้ได้นาน 7-14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้โยเกิร์ต ยังมีประโยชน์สำหรับคนที่ไม่สามารถดื่มนมได้ เนื่องจากคนประเภทนี้ไม่มีเอนไซม์แลคเตสมาย่อยน้ำตาลแลคโตสในน้ำนม ถ้าดื่มเข้าไปจะทำให้ท้องอืดท้องเสีย แต่สามารถรับประทานโยเกิร์ตได้เพราะในโยเกิร์ตน้ำตาลแลคโตสถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติกโดยจุลินทรีย์

2.1.9 การเก็บรักษาคุณภาพโยเกิร์ต (Keeping qualities)

ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บประมาณ 10 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ตนั่นเอง แม้ว่ากิจกรรมของหัวเชื้อดังกล่าวจะต่ำมากก็ตาม ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไปและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายหัวเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลายและโยเกิร์ตจะเกิดการแยกชั้นของ curd และ whey ซึ่งมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้ ดังนั้นในการผลิตจึงควรระมัดระวังในเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในหัวเชื้อโยเกิร์ต รวมทั้งในระหว่างการบรรจุด้วย

ในปัจจุบันโยเกิร์ตที่ผลิตขึ้นล้วนมีการพัฒนาปรับปรุงรสชาติ และเนื้อสัมผัสเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น ดังนั้นการใช้วัตถุดิบต่างๆที่มีคุณภาพ การควบคุมกรรมวิธีการผลิตให้เป็นไปตามที่ตั้งไว้ รวมทั้งการใช้หัวเชื้อที่มีคุณภาพ ล้วนแต่มีผลให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและยังเป็นการเพิ่มความนิยมในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อีกด้วย

2.1.10 ประโยชน์ของโยเกิร์ตต่อสุขภาพ

1. แบคทีเรียแลคติกผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นกรดแลกติก เหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาที่ไม่สามารถย่อยแลคโตสจากการบริโภคน้ำนมธรรมดาทำให้ท้องอืดและท้องเฟ้อ

2. โยเกิร์ตรักษาอาการท้องเสีย ในลำไส้มนุษย์อุดมด้วยเชื้อโรคนานาพันธุ์ เชื้อในลำไส้มีสารพัด บ้างก็เป็นประโยชน์ เช่น ช่วยสร้างวิตามินเค แต่บางชนิดก็เป็นโทษ เช่น ทำให้เกิดอาการท้องเสีย เชื้อโรคเหล่านี้จะคุมกำลังกันอยู่ในสภาพสมดุลย์ หากลำไส้ถูกทำให้เสียสมดุลเชื้อโรคก็จะทำให้เกิดอาการท้องเสียทันที โดยเฉพาะเชื้อ อีโคไล ในเด็กทารก และเมื่อทานโยเกิร์ตลงไปจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตจะช่วยปรับสมดุลย์ให้กลับคืนมาในเวลาอันรวดเร็ว และโยเกิร์ตยังสามารถป้องกันอาการท้องเดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก

3. โยเกิร์ตช่วยยกระดับภูมิคุ้มกันโรค โยเกิร์ตไม่เพียงป้องกันและรักษาโรคได้ด้วยฤทธิ์ที่เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้น แต่ยังมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สูงขึ้นด้วย และโยเกิร์ตยังช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นการสร้างแอนติบอดี้และสารต้านโรคอื่น ๆ เพิ่มปริมาณอินเตอร์เฟอรอนให้เป็น 3 เท่า (อินเตอร์เฟอรอนเป็นสารเคมีที่ร่างกายสร้างโดยธรรมชาติมันจะช่วยต่อสู้กับโรคติดเชื้อหลายชนิด)

4. ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก

5. โยเกิร์ตกับแผลในกระเพาะ โยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนที่เรียก พรอสตาแกลนดิน อี 2 (Prostaglandin E2) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะจากสารกระตุ้นหลายตัว เช่น แอลกอฮอล์และบุหรี่ ปัจจุบันพรอสตาแกลนดิน อี 2 สังเคราะห์จำหน่ายเป็นยารักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร โยเกิร์ตสักถ้วยขณะท้องว่างย่อมเป็นประโยชน์สำหรับคนที่มีแผลในกระเพาะดีกว่าการไม่ทานอะไรเลย

6. ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด

7. ช่วยบำรุงผิวพรรณ

2.2 มะเขือเทศ

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศมีชื่อสามัญว่า tomato มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. อยู่ในตระกูลโซลานาซิอี้ (Solanaceae) พืชที่อยู่ในตระกูลนี้นอกจากมะเขือเทศแล้วยังมีพืชอีกหลายชนิดที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ เช่น มันฝรั่ง ยาสูบ พริก มะเขือ เป็นต้น มีถิ่นกำเนิดแถบเทือกเขาแอนดิส ทวีปอเมริกาใต้

เมล็ด มีลักษณะคล้ายรูปไข่ แบน เปลือกที่หุ้มเมล็ดมีขนละเอียดสั้นๆ สีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนความยาวของเมล็ดมีตั้งแต่ 3-5 มิลลิเมตร และในแต่ละผลนั้นจะมีจำนวนมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของผล

ราก เมล็ดที่เริ่มงอกจะปรากฏส่วนของราก เป็นเส้นเล็กๆ สีขาวโผล่ออกมาจากส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด หลังจากนั้นก็หยั่งลึกลงไปน้ำดิน และขณะเดียวกันส่วนที่เป็นลำต้นใต้ใบเลี้ยงที่โค้งงอ จะดันขึ้นมาบนดินเป็นลำต้นต่อไป

รากของมะเขือเทศเป็นระบบรากแก้ว ที่มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วและแข็งแรง ในบางกรณีหากรากแก้วถูกทำลายมะเขือเทศก็จะสร้างรากแขนงและรากอ่อนขึ้นทดแทนเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามระบบรากมะเขือเทศจะเปลี่ยนแปลงได้ตามแบบวิธีการปลูก เช่น การปลูกโดยการย้ายกล้า รากแก้วจะถูกทำลายไป แต่หากปลูกโดยการหยอดเมล็ดในแปลงปลูกโดยตรง รากแก้วก็เจริญเติบโตได้ตามปกติ นอกจากนี้มะเขือเทศยังสามารถสร้างรากพิเศษบนลำต้นได้ไม่ว่ารากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกทำลายด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตามซึ่งผู้ปลูกสามารถทำให้ต้นมะเขือเทศสร้างรากใหม่ขึ้นได้ โดยการพูนดินบริเวณโคนต้น รากก็จะเกิดขึ้นและหยั่งลึกไปในดินได้อีก

ลำต้นและกิ่งก้าน หลังจากที่ลำต้นงอกโผล่พ้นดินแล้ว ในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต ลำต้นจะกลม อ่อนเปราะ แต่เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้นก็จะแข็งแรงและเป็นเหลี่ยม ส่วนกิ่งก้านสาขาก็จะมีการแตกออกจากลำต้นเรื่อยๆ และอาจมีขนาดเท่ากับลำต้นเดิมได้ถ้าหากปล่อยให้ตาข้างที่อยู่ต่ำกว่าช่อดอกแรกมีการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าผู้ปลูกมะเขือเทศต้องการให้มะเขือเทศมีลำต้นเดี่ยว ต้องเด็ดยอดของกิ่งข้างไว้ 2 ใบ เพื่อเป็นการป้องกันไม่แสงแดดส่องถูกผลโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากดอกจะเกิดตามข้อของลำต้น

ดอก มีขนาดเล็กสีเหลืองสดใส ประกอบด้วยกลีบดอกชั้นใน 5 กลีบ และกลีบเลี้ยง 5 กลีบลักษณะการเกิดจะเกิดตามข้อของลำต้นเป็นช่อๆ โดยที่ช่อดอกหนึ่งๆ จะมีดอกประมาณ 4 - 5 ดอก แต่ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับพันธุ์หรือสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผล รูปร่างขนาดและสีของผลไม่แน่นอน สุดแล้วแต่พันธุ์ รูปร่างของทรงผลมีตั้งแต่ผลกลมไปจนถึงผลรี สีของผลก็มีตั้งแต่เหลืองจนถึงเหลืองเข้ม ขนาดก็มีตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่

2.2.2 ลักษณะของผลมะเขือเทศ

ลักษณะของผลมะเขือเทศเป็นแบบเบอร์รี่ (berry) หมายถึง ผลที่เป็นผลเดี่ยวมีเมล็ดอยู่ภายใน (fleshy mesocarp) เมล็ดติดอยู่ผนังของรังไข่ (placenta) แบบ axial ภายในช่องว่างของผล (pocket หรือ locule) ส่วนพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำจะมีช่องว่างภายในผลหลายช่อง และขนาดใหญ่รูปร่างไม่สม่ำเสมอ จำนวนช่องภายในผล นอกจากจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว สิ่งแวดล้อมก็มีส่วนทำให้จำนวนช่องว่างในผลเปลี่ยนแปลงไปด้วย ลักษณะทางสันฐานวิทยาของผลมะเขือเทศแตกต่างกันไปตามแต่ละสายพันธุ์ รูปร่างตั้งแต่แบนจนถึงกลม สีผลสุกตั้งแต่เหลืองจนถึงแดงเข้ม ขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงใหญ่มากมะเขือเทศที่ดีมีผลโตมีช่องว่างภายในผลน้อย มีผนังหนาและเนื้อมาก มะเขือเทศส่งโรงงานจะมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบพุ่ม หรือดีเทอมิเนท ซึ่งเป็นอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสม่ำเสมอพร้อมๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน ประหยัดค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวหรือสามารถใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวได้

ลักษณะของมะเขือเทศที่ส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป ประกอบด้วย ผลสุกดีแดงจัด ผลแน่นเปลือกเหนียว ไม่แตกง่ายขณะขนส่ง ไส้กลางผลควรสั้น เล็กและไม่แข็ง เนื้อมาก ขั้วผลที่ยึดติดผลสุกแยกหลุดออกจากผลได้ง่ายขณะเก็บเกี่ยว (juinless) ต้องมีปริมาณของ Total Soluble Solid ไม่ต่ำกว่า 4.5 บริกซ์ (Brix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะเขือเทศที่ใช้รับประทานสด ส่วนใหญ่จะเป็นพวกที่มีการเจริญเติบโตแบบทอดยอด หรือ อินดีเทอมิเนท ซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน มีผลสุกแก่ไม่พร้อมกัน จึงสามารถทยอยเก็บส่งตลาดได้ อย่างต่อเนื่อง

2.2.3 พันธุ์มะเขือเทศ

ในที่นี้จะกล่าวถึงพันธุ์ที่ใช้รับประทานสดที่สามารถนำมาใช้เป็นมะเขือเทศผงได้ พันธุ์มะเขือเทศในไทยและต่างประเทศที่น่าสนใจมีแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พันธุ์มะเขือเทศที่สามารถนำมาผลิตมะเขือเทศผงได้

ชื่อพันธุ์	ลักษณะประจำพันธุ์
1. แอล-22 (L-22)	พันธุ์ผสมเปิด ทรงต้นเป็นพุ่ม ผลกลมสีแดงแสดปนส้ม ต้านทานโรคเหี่ยวเฉา โรคทางใบได้อย่างดี อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75 วัน
2. ทรอปิคบอย (Tropic boy)	พันธุ์ลูกผสม การเจริญเติบโตแบบทอดยอดเติบโตเร็ว แข็.แรงใบใหญ่ผลกลมอกแบนสีแดง น้ำหนัก 220 กรัม/ผลมี 5-6 ผล/ช่องเนื้อแน่นเปลือกเหนียว เก็บรักษาได้นาน และทนร้อนได้ดี
3. ไดนาโม บีเอฟเอ็นทีอาร์ (Dynamo BFNT-R)	พันธุ์ลูกผสมแบบทอดยอด ผลสีแดงกลมสม่ำเสมอน้ำหนัก 80-100 กรัมและทนสภาพน้ำแข็งได้ดี
4. คาลิปโซ (Calypso)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่มผลสีแดงกลมขนาดใหญ่
5. เยทส์ไอแลนด์ (Yetes Islend Red)	พันธุ์ผสมเปิดแบบพุ่ม ต้นใหญ่มีใบหนา ปกคลุมลำต้นดี ผลกลมหนัก 100 กรัม

ที่มา : เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2522 : 63

มะเขือเทศมีปริมาณไขมันต่ำ แต่มีปริมาณเส้นใยค่อนข้างสูง จึงช่วยเพิ่มในเรื่องของกากอาหารทำให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้น และเหมาะจะเป็นอาหารที่ใช้สำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักเนื่องจากให้พลังงานน้อย วิตามินและเกลือแร่มีในปริมาณที่สูงโดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในขบวนการผลิตวิตามินเอของร่างกาย จึงให้วิตามินเอในปริมาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง อีกทั้งยังมีสารชนิดหนึ่งคือ สารไลโคปีน (lycopene) จากการศึกษาของ Harvard School of Public Health พบว่าการกินมะเขือเทศ 10 ครั้งต่อสัปดาห์ จะช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งที่ต่อลูกหมากพบในเพศชายได้มากกว่าร้อยละ 45 และ มีกรดกลูตามิค (glutamic) ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติอาหารทำให้อาหารอร่อยขึ้น (สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541 : 316)

2.2.4 ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ

กรมส่งเสริมการเกษตร (2530 : 40) ได้กล่าวถึงการนำมะเขือเทศมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปประเภทต่างๆ สามารถกระทำได้เป็นสองลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. การนำประโยชน์จากมะเขือเทศทั้งผล ได้แก่
   - 1.1 มะเขือเทศบรรจุกระป๋อง
   - 1.2 มะเขือเทศแช่อิ่ม
   - 1.3 มะเขือเทศดองปรุงรส
2. การแยกเฉพาะเนื้อและน้ำมะเขือเทศ
   - 2.1 น้ำมะเขือเทศ
   - 2.2 น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ได้แก่

2.2.1 มะเขือเทศข้น (Puree) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ (natural tomato soluble solids) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 แต่ไม่ถึงร้อยละ 24

2.2.2 มะเขือเทศเข้มข้นมาก (paste) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศ ตั้งแต่ ร้อยละ 24 ขึ้นไป (ไม่รวมถึงการทำให้แห้งเป็นผงหรือแผ่น) ได้แก่ ซอสมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศผสมพริก แฮมเบอร์เกอร์ซอส บาร์บิคิวซอส ซุปมะเขือเทศ และมะเขือเทศผง

2.2.5 คุณสมบัติของมะเขือเทศเพื่อการแปรรูป

มะเขือเทศที่นำมาแปรรูป ต้องมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากมะเขือเทศที่ใช้บริโภคสด สามารถให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณลักษณะพิเศษดังต่อไปนี้

2.2.5.1 ลักษณะการเจริญเติบโตโดยลำต้น

ลำต้นไม่ทอดยอด สมบูรณ์แข็งแรงและเจริญเติบโต ติดผลได้ดีในช่วงอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศที่กว้าง จำนวนต้นรอดตายสูงจนถึงอายุเก็บเกี่ยว อายุการออกดอกและเก็บเกี่ยวผลเร็ว ผลสุกแก่พร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ เพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวเพียงครั้งเดียวหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้ง ขั้วและกลีบรองควรจะแยกออกจากผลในขณะเก็บเกี่ยวได้ง่ายและให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูมะเขือเทศ

2.2.5.2 ลักษณะภายนอกของผล

ขนาดผลโตและรูปร่างเหมาะสม เช่น กลมหรือค่อนข้างกลม ไม่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยแตกและก้นจุดของผลแก่ สีของผลแก่แดงจัด โดยเฉพาะที่นำมาทำซอส น้ำมะเขือเทศเข้มข้นและบรรจุกระป๋องทั้งผลยกเว้นมะเขือเทศดองปรุงรส ผลแข็งแน่นและผิวผลหนาเหนียว ทำให้เก็บไว้ได้นาน ขนส่งได้ไกลโดยไม่ช้ำง่าย และสะดวกต่อการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร

2.2.5.3 ลักษณะภายในของผล

เป็นมะเขือเทศพันธุ์เนื้อ โดยมีเนื้อไม่รวมเมล็ดแกนและเยื่อหุ้มผล ไม่ต่ำกว่า 5.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวนช่องภายในผล (locules) ต้องมีน้อย ไส้กลางของผล (core) เล็กน้อยหรือรอยขั้วผลสั้น เล็ก และไม่แข็ง ถ้าโตลึกมักมีสีขาว ทำให้สีแดงของมะเขือเทศจางลง คุณภาพต่ำ เส้นใยมีน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเขือเทศบรรจุกระป๋องทั้งหมด

2.2.5.4 ลักษณะทางเคมีของผล

ความเป็นกรดด่างหรือค่าพีเอช ต่ำกว่า 4.4 และวัดค่าปริมาณกรดทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 0.35 เปอร์เซ็นต์ ในรูปกรดซิตริค มีวิตามินซีวัดได้ไม่ต่ำกว่า 20 มิลิกรัม ต่อ 100 กรัม มะเขือเทศ มีปริมาณรงควัตถุไลโคพีนมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์มีแคโรทีนน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และแซลโธฟีลน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ คาโรทีนอยด์ โดยเฉพาะไลโคพีน ไม่ต่ำกว่า 7 มิลิกรัมต่อมะเขือเทศ 100 กรัม อัตราส่วน soluble solid ต่อ total acidity หรือ sugar content ต่อ total acidity สูง ทำให้รสชาติดี และมีการตรวจสอบทางจุลินทรีย์โดยวิธี Homard Mold Count ต้องไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ field

2.2.6 การปฏิบัติเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเข้มข้นระหว่างการแปรรูป

วิธีปฏิบัติบางประการเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการแปรรูป มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การทำความสะอาด โดยแช่มะเขือเทศในอ่างน้ำที่ผสมคลอรีน 30 ppm แล้วผ่านน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง

2. การคัดเลือกคุณภาพ มะเขือเทศมีเปลือกบางจึงบอบช้ำ ถลอกและเน่าเสียหายได้ง่ายในระหว่างการขนส่ง จึงจำเป็นต้องคัดมะเขือเทศที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศ โดยการผ่านเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก (Palper and fimisher) สามารถปฏิบัติได้ 3 วิธีคือ

3.1 cold break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกพันธุ์แล้วจะป้อนเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก วิธีนี้จะสูญเสียน้ำสูงและเนื้อมะเขือเทศติดไปกับเยื่อและเมล็ดเป็นจำนวนมาก เพราะเนื้อมะเขือเทศยังกรอบและแข็ง น้ำและเยื่อมะเขือเทศจะมีสีแดงซีดเหมาะสำหรับทำน้ำมะเขือเทศเพราะมีกลิ่นรสชาติแต่น้อยจึงไม่เหมาะนำมาทำน้ำมะเขือเทศเข้มข้น

3.2 hot break process มะเขือเทศที่ผ่านการทำความสะอาดและคัดเลือกคุณภาพแล้ว นำไปทำให้เปลือกและเนื้ออ่อนนุ่มแล้วจึงป้อนเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก ความร้อนจะช่วยสกัดเพคตินและทำลายเอนไซม์ในเนื้อเยื่อ จึงแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้ปริมาณมากและสีแดงจัด การเก็บรักษาระหว่างการแปรรูปจะคงสภาพได้นานกว่าวิธี cole break proscess

3.3 acidified hot break process เป็นการปรับปรุงวิธีการต้มมะเขือเทศโดยการปรับค่าพีเอช ให้อยู่ประมาณ 2.75 ก่อนนำเข้าเครื่องยีเนื้อและแยกเมล็ดออก หลังจากนั้นถึงปรับค่าพีเอช ให้เท่าเดิม วิธีนี้จะช่วยแยกน้ำและเนื้อมะเขือเทศได้มากที่สุด และนำน้ำและเนื้อมะเขือเทศไปผ่านรูตะแกรงหยาบขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.05 นิ้ว และรูตะแกรงละเอียดขนาดศูนย์กลางไม่เกิน 0.02 นิ้ว เพื่อขนาดของเนื้อมะเขือเทศจะช่วยกรองเมล็ดลีบ

3.4 การเดี่ยวน้ำและเนื้อมะเขือเทศ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปมะเขือเทศอยู่ระหว่าง 60 – 100 องศาเซลเซียส หรือภายใต้สูญญากาศอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะส่งเสริมให้เม็ดสีไลโคพีนเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำหรือน้ำตาลแดง

3.5 การไล่อากาศ อากาศเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศเปลี่ยนสีเนื่องจากก๊าซออกซิเจนรวมตัวกับสารแคโรทีนอยด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ การไล่อากาศระหว่างการแปรรูปและภาชนะบรรจุ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นานและเกิดสีแดงคล้ำช้าลง

2.2.7 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศ

ความเข้มข้นของเบต้าแคโรทีน (beta carotene) ที่ใช้สร้างวิตามินเอ ในมะเขือเทศสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ไม่น้อยกว่าสิบเท่าโดยอาศัยการผสมพันธุ์ แต่ข้อเสียของมะเขือเทศที่มีสารเบต้าแคโรทีนมากเกินไปก็คือ สีของผลมะเขือเทศมีสีแดงอมส้ม ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างประเทศไม่ต้องการ นอกจากนี้ปริมาณวิตามินซีในผลมะเขือเทศสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 5 เท่า แต่ถ้าผลมีปริมาณวิตามินซีสูงจะทำให้ผลผลิตต่ำ ผลมีขนาดเล็ก และรูปร่างของผลไม่สวย ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืชควรพิจารณาในการสร้างพันธุ์มะเขือเทศเขตร้อน ให้มีวิตามินเอและวิตามินซีในผลเพิ่มมากขึ้นโดยยังคงผลผลิตสูงและคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาดด้วย

ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเทศในน้ำหนัก 100 กรัม

ธาตุอาหาร	ดิน	บรรจุกระป๋อง	ซอส	น้ำมะเขือเทศ
ความชื้น (ร้อยละ)	94.0	94.0	96.0	94.0
พลังงาน (แคลอรี)	19.0	21.0	106.0	19.0
โปรตีน (กรัม)	0.7	0.8	1.8	0.8
ไขมัน (กรัม)	น้อยกว่า	น้อยกว่า	0.4	น้อยกว่า
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	0.4	4.0	25.0	4.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	12.0	6.0	22.0	7.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	24.0	19.0	50.1	18.0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.4	0.5	0.8	0.9
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	222.0	0.5	363.0	227.0
วิตามินเอ (ไอ.ยู)	882.0	900.0	1338.0	798.0
ไทอามีน (มิลลิกรัม)	0.05	0.05	0.09	0.05
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.04	0.03	0.07	0.03
ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	0.7	0.7	1.8	0.8
กรดแอสคอร์บิค	21.0	17.0	15.0	16.0

ที่มา : เกียรติเกษตร กาญจนพิเศษ , 2541 : 70

2.2.7.1 คาโรทีนอยด์

คาโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบลิปิดชนิดหนึ่งเรียกว่า เทอร์พีน (Terpene) หรืออนุพันธุ์ของเทอร์พีน (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 119) แต่ในกรณีที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ จะเรียกว่า เทอร์พีนอยด์ (Terpenoids) (พรพรรณ รัตนนาคินทร์, 2538 : 224) คาโรทีนอยด์เป็นสารประเภทไฮโดคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsatured hydro cardon) มีคาร์บอน 14 อะตอม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541 : 90) ถูกสร้างขึ้นจากการรวมตัวกันของหน่วยไอโซพีน (isoprene unit) หลายหน่วย (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส, 2536 : 119) ในระหว่างศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์เริ่มให้ความสนใจคาโรทีนยอยด์มากขึ้น จึงเริ่มมีผู้สนใจศึกษาคาโรทีนอยด์มากขึ้นเรื่อยๆ ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา ในปี 1831 เบอร์เซลเลียส รายงานว่าเม็ดสีเหลืองในใบไม้ที่รวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หล่นในฤดูใบไม้ร่วง คือ คาโรทีน ชนิดลูเทอิน ในระหว่างปี 1900 และในปี 1927 นักวิจัยนำโดยสะเวตและวิลสแทตเตอร์ ค้นพบวิธีแยก คาโรทีน "ลโคปีน ลูเทอิน ฟูโคแซนธินและไบซิน (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 14) และในปี 1930 นักวิทยาศาสตร์รู้จักเม็ดสีกลุ่มนี้เพียง 15 ชนิด และจากการที่มีเทคนิคสมัยใหม่ คือ โครมาโตกราฟฟีเหลวกำลังสูง (เอชพีแอลซี) ทำให้สามารถแยกเม็ดสีกลุ่มนี้ออกมาได้ถึง 600 ชนิด

2.2.7.2 หน้าที่ของคาโรทีนอยด์

คาโรทีนอยด์ มีหน้าที่สำคัญคือ ปกป้องพืช โดยเบต้า-คาโรทีนที่มีอยู่ในคาโรทีนอยด์จะช่วยป้องกันไม่ให้พืชถูกแดดเผาไหม้จนแห้งตาย เหมือนกับที่มุนษย์เมื่อถูกแดดเม็ดสีเมลานินที่อยู่ในชั้นใต้ผิวหนังจะปกป้องผิวหนังทำให้เกิดผิวคล้ำ หน้าที่ของเบต้า-คาโรทีนในเม็ดพืชเหมือนเม็ดสีเมลานินในผิวมนุษย์คือ จัดการเก็บกวาดพลังงานที่คลอโรฟิลล์เอาไปใช้ไม่หมด ไม่เช่นนั้นพลังงานส่วนเกินดังกล่าว จะทำให้เกิดโมเลกุลที่ว่องไวเรียกว่า อนุกุลมูลออกซิเจนคู่ซึ่งจะทำลายเซลล์ของพืช (อรชุน เลียววัฒนะผล, 2539 : 14) ในคาโรทีนอยด์ 600 ชนิด ยังสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ สำคัญได้ 5 กลุ่ม คือ ฟูโคแซนธิน ลูเทอิน คาโรทิน ไวโอแซนธิน เป็นเม็ดสีในสาหร่ายน้ำเค็มและสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลและสารกลุ่มคาโรทีนอยด์ที่มีในพืชเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ คาโรทีน ทั้ง 2 รูป คือ โลโคพีน (lycopene) เซนโทฟิลล์ (xanthophyll)

คาโรทีนอยด์เป็นสารที่ให้สีเหลืองสีส้มและสีแดงเนื่องจากช่วงดูดแสงสูงสุดมี 3 จุดซึ่งเป็นช่วงแสงสีน้ำเงินเขียว ดังนั้นจึงเห็นกลุ่มพวกคาโรทีนอยด์เป็นสีเหลือง-ส้ม สารให้สีพวกคาโรทีนอยด์นี้จัดเป็นสารช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยทำหน้าที่ช่วยดูดกลืนพลังงานแล้วส่งต่อไปยังคลอโรฟิลล์ (เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอกาส, 2546 : 119) คาโรทีนอยด์บางชนิด เช่น ฟลูอีนและนิวโรสปอรีน เกิดขึ้นมาเพื่อที่จะเปลี่ยนไปเป็นคาโรทีนอยด์ที่สำคัญตัวอื่น

คาโรทีนอยด์ชนิดต่าง ๆ พบมากอยู่เป็นจำนวนมากในอาหารแต่บางชนิดมีปริมาณเพียงเล็กน้อยดังนั้นโดยเฉลี่ยแล้วจะพบโดยประมาณ 20-40 ชนิด แต่มีอยู่ 5 ชนิด ที่พบอยู่ประจำ คือ เบต้า-คาโรทีน (พบในผักผลไม้ที่มีสีเหลือง ส้ม หรือพืชใบสีเขียว) ลูเทอิน (พบในผักผลไม้เช่นเดียวกับเบต้า-คาโรทีน แต่จะไม่พบในแครอทหรือน้ำมันปาล์มแดง) ไลโคทีน (พบพบส่วนใหญ่ในมะเขือเทศ กับผลไม้หลายชนิด เช่น พริกขี้หนู แตงโม) และแอลฟ่า-คาโรทีน (จะพบในผักใบเขียวและจำนวนเล็กน้อยในแครอท) คาโรทีนอยด์ที่ไม่พบได้แก่ ซีแซนธิน (พบในข้าวโพดหวานและผลไม้) และแคปแซนธิน (เม็ดสีที่ให้กับพริกหยวกและพริกต่างๆและพบในกลุ่มผลไม้สีส้ม เช่น ลูกพลับ มะละกอ

เมื่อร่างกายได้รับคาโรทีนอยด์เข้าไปจะถูกเก็บไว้หลายๆแห่ง แต่ส่วนที่สำคัญที่สุดคือเนื้อเยื่อไขมันซึ่งจะเก็บไว้ประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ และที่ตับจะเก็บไว้ 8-12 เปอร์เซ็นต์ ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้ามเนื้อเก็บไว้เพียง 2-3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคโรทีนอยด์จะมากที่สุดที่คอร์ปัสลูเตียม (เป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งของรังไข่ที่ปล่อยฮอร์โมนออกมาเมื่อไข่ถูกผสม) แม้ร่างกายจะเก็บคาโรทีนอยด์ไว้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่หมุนเวียนไปตามกระแสเลือด (อรชุน เลียนวัฒนะผล, 2539 : 18) ระดับแคโรทีนอยด์ในกระแสเลือดจะขึ้นอยู่กับปริมาณเม็ดสีในอาหาร หรืออาหารเสริมที่กินเข้าไปทุกๆวันคาโรทีนอยด์จะดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือดผ่านผนังลำไส้เล็กและใช้ไลโปรตีนซึ่งเป็นตัวลำเลียงโมเลกุลไขมันขนส่งไปทั่วร่างกายส่งไปตับและส่งไปเก็บที่เนื้อเยื่อไขมัน

สารสีสกัดธรรมชาติที่ได้จากการสกัดคาโรทีนอยด์ในพืช จะใช้เติมลงในอาหาร เช่น แอนเนตโต (สีเหลือง) แซฟฟรอน (สีเหลือง) ปาปริกา (สีแดง) แซนโธฟิลล์ (สีเหลือง) แครอท และน้ำมันแดง ในปี 1954 ได้มีนักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์คาโรทีนอยด์ชนิดแรกออกวางจำหน่ายในรูปของสีผสมอาหารโดยเฉพาะเม็ดสีเบต้า-คาโรทีน ผู้ผลิตเบต้า-คาโรทีนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังผลิตสารที่เพิ่มคุณค่าทางอาหารที่ได้มาตรฐานทางเภสัชวิทยา สำหรับใช้เป็นอาหารเสริมหรือเป็นยาอีกด้วย (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2522 : 63)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ วัตถุดิบ และสารเคมี

เครื่องมือ

1. Hand Retractometer
2. ตู้บ่มอาหาร (Incubator) ยี่ห้อ Memmert รุ่น W 8540
3. เครื่องวัด pH meter ยี่ห้อ Precisa รุ่น PN 3900 – 01 D
4. ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Clean รุ่น V5 – V6
5. ตู้เย่เย็น (refrigerator) ยี่ห้อ SUPER CHILL รุ่น UN 617 D
6. เตาแก๊ส ยี่ห้อ electrlux รุ่น EK 9720

อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

1. ถ้วยพลาสติก
2. ขวดดูแรน ขนาด 500 มล. และ 250 มล.
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มล. 50 มล. และ 25 มล.
4. เครื่องชั่งขนาด 500 กรัม
5. ถ้วยแก้ว
6. หม้อสแตนเลส
7. เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
8. กระดาษทิชชู
9. กระดาษสติ๊กเกอร์
10. ถาดอะลูมิเนียม
11. กระดาษฟอยด์
12. บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ขวดรูปชมพู
14. บิวเรต
15. ปิเปต
16. ช้อน

วัตถุดิบ

1. น้ำนมโค ตราโฟร์โมสต์ (ชนิดจืดและหวาน)
2. หัวเชื้อโยเกิร์ต ตราดัชชี
3. นมผง ตราหมี (ชนิดจืด)
4. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
5. น้ำมะเขือเทศเข้มข้น ตรามาลี

สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolpthalein)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
3. น้ำกลั่น

3.2 วิธีการ

3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อ

3.2.1.1 เตรียมหัวเชื้อโดยใช้นมสดรสหวาน 100 มล. (ตราโฟร์โมสต์) และใช้โยเกิร์ตรสธรรมชาติ (ตราดัชชี) เป็นหัวเชื้อ 10 มล.

3.2.1.2 โดยบรรจุลงในขวดดูแรนขนาด 250 มล. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว และลนปากขวดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ปิดฝา แล้วนำไปบ่มที่ตู้บ่มที่อุณหภูมิ 41.0 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง เมื่อครบ 6 ชั่วโมงเอาออกไปแช่ในตู้แช่

3.2.2 การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ

3.2.2.1 นำนมผง น้ำตาลทรายและน้ำมะเขือเทศ ผสมเข้าด้วยกัน แล้วบรรจุลงในขวดดูแรนขนาด 500 มล. จากนั้นเติมน้ำนมมาพาสเจอร์ไรซ์ชนิดจืด ลงไปแล้วเขย่าเบา ๆ แล้วนำไปพาสเจอร์ไรซ์อีกครั้งที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียสนาน 3 นาที แล้วยกลงจากเตาตั้งทิ้งไว้ให้อุ่นที่อุณหภูมิห้อง หรือประมาณ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 เปิดตู้ปลอดเชื้อทิ้งไว้ 15 นาที เช็ดตู้เติมหัวเชื้อโยเกิร์ตลงในขวดดูแรน แล้วเขย่าให้เข้ากัน โดยทำในตู้ปลอดเชื้อ

3.2.2.3 บรรจุลงในถ้วยพลาสติก แล้วปิดฝาด้วยกระดาษฟอยด์ โดยทำในตู้ปลอดเชื้อ

3.2.2.4 นำไปบ่มในตู้บ่ม ที่อุณหภูมิ 41.0 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซนต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง

3.2.3 การประเมินผล การประเมินผลได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ

3.2.3.1 คุณสมบัติทางเคมีได้แก่

3.2.3.1.1 ความเป็นกรดด่าง วัดโดยใช้เครื่องวัด pH meter

3.2.3.1.2 ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ วัดโดยใช้ Hand Retractometer

3.2.3.1.3 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกวัดโดยใช้การไตเตรทกับ NaOH 0.1 นอร์มัล

3.2.3.2 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

ผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศจากอายุการหมักที่เหมาะสมแล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยใช้แบบสอบถาม Hedonic Scaleวางแผนการทดลองแบบ RCBD (randomized complete block design) ทดลอง 2 ซ้ำและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี duncan' s new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ค. 140 และ ค. 149 ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.4 ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2546 - มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศโดยใช้สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการหมักเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง จากนั้นเลือกอายุการหมักที่เหมาะสมผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการชิม ผลการศึกษาทั้งหมดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศ

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศ ข้อมูลการหมักแสดงในตารางที่ 7 และการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการหมักแสดงในภาพที่ 3 - 5

จากการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศตามข้อมูลในตารางที่ 7 ในทรีตเมนต์ที่ 1 ค่าพีเอชเท่ากับ 6.16 6.03 5.27 5.11 4.64 4.52 4.38 และ 4.24 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เท่ากับ 20.3 20 20 18 15 14.33 14.33 และ 14.33 ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.319 0.346 0.346 0.526 0.796 0.836 0.836 และ 0.836 ที่อายุการหมักที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ ในทรีตเมนต์ที่ 2 ค่าพีเอชเท่ากับ 5.99 5.58 4.93 4.84 4.58 4.43 4.33 และ 4.22 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 19 18 15 14.67 14.67 14.33 14.33 และ 14.19 ส่วนเปอร์เซ็นค์กรดแลคติกเท่ากับ 0.358 0.448 0.718 0.748 0.718 0.778 0.778 และ 0.798 ที่อายุการหมักที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ

การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศในทรีตเมนต์ที่ 3 ค่าพีเอชเท่ากับ 5.72 5.40 4.78 4.77 4.52 4.39 4.27 และ 4.11 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 19 18 15 14.67 14.56 14.50 14 และ 14 ส่วนเปอร์เซ็นต์กรดแลคติเท่ากับ 0.378 0.468 0.738 0.768 0.768 0.783 0.828 และ 0.828 ที่อายุการหมักที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ และในทรีตเมนต์ที่ 4 ค่าพีเอชเท่ากับ 5.52 5.23 4.74 4.67 4.50 4.35 4.25 และ 4.16 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 19 18 15 15 14.83 14.67 14 และ 14 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.397 0.487 0.757 0.757 0.772 0.787 0.847 และ 0.847 ที่อายุการหมักที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ

โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าค่าพีเอชและค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลงในทุก ๆ ชั่วโมง แต่เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นในทุกชั่วโมง

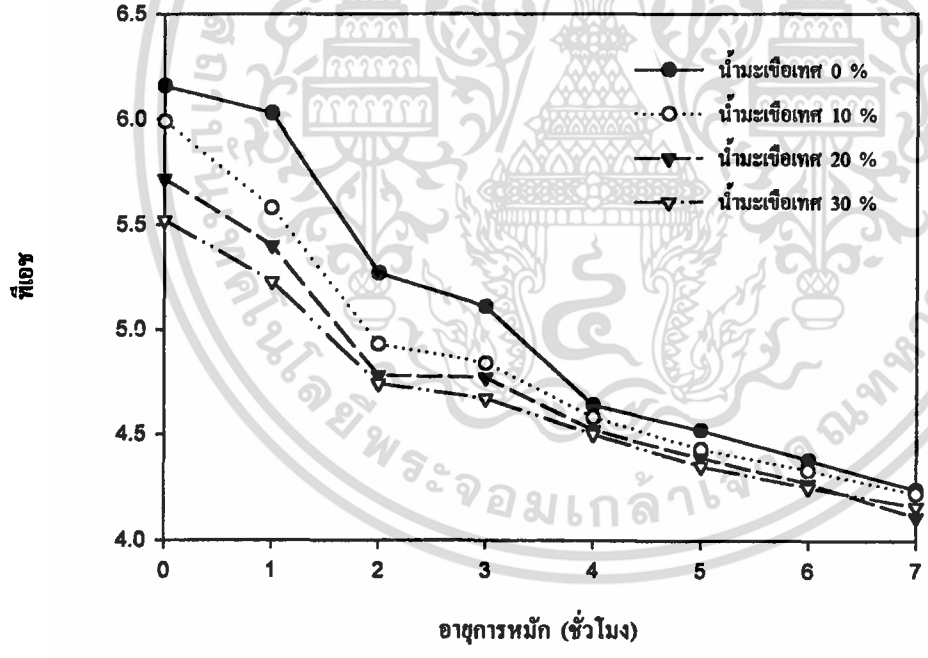
ตารางที่ 7 ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุ การหมัก 0 – 7 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ / การวิเคราะห์	อายุการหมัก (ชั่วโมง)								หมายเหตุ
	0	1	2	3	4	5	6	7	
1 / pH	6.16	6.03	5.27	5.11	4.64	4.52	4.38	4.24	น้ำมะเขือเทศ
TSS (% Brix)	20.3	20	20	18	15	14.33	14.33	14.33	0 % (โดย
Lactic acid (%)	0.319	0.346	0.346	0.526	0.796	0.836	0.836	0.836	ปริมาณ)
2 / pH	5.99	5.58	4.93	4.84	4.58	4.43	4.33	4.22	น้ำมะเขือเทศ
TSS (% Brix)	19	18	15	14.67	14.67	14.33	14.33	14.19	10 % (โดย
Lactic acid (%)	0.358	0.448	0.718	0.748	0.748	0.778	0.778	0.798	ปริมาณ)
3 / pH	5.72	5.40	4.78	4.77	4.52	4.39	4.27	4.11	น้ำมะเขือเทศ
TSS (% Brix)	19	18	15	14.67	14.56	14.50	14	14	20 % (โดย
Lactic acid (%)	0.378	0.468	0.738	0.768	0.768	0.783	0.828	0.828	ปริมาณ)
4 / pH	5.52	5.23	4.74	4.67	4.50	4.35	4.25	4.16	น้ำมะเขือเทศ
TSS (% Brix)	19	18	15	15	14.83	14.67	14	14	30 % (โดย
Lactic acid (%)	0.397	0.487	0.757	0.757	0.772	0.787	0.847	0.847	ปริมาณ)

การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศโดยรวมจะเห็นได้ว่า ค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงไปทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.16 5.99 5.72 และ 5.72 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 4.24 4.22 4.11 และ 4.16 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ภาพที่ 3) โดยที่อายุการหมัก 4 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 4.64 4.58 4.52 และ 4.50 ซึ่งค่าพีเอชระดับนี้สอดคล้องกับข้อมูลของ สุชาดา สังขพันธุ์ (2538 : 12) ที่กล่าวว่าค่าพีเอชระหว่าง 4.6 – 4.7 จะทำให้โปรตีนในนมสูญเสียสภาพธรรมชาติและจะจับตัวตกตะกอนลงมา ซึ่งเป็นช่วงที่โยเกิร์ตเริ่มเกิดเคิร์ด ส่วนเปอร์เซ็นต์บริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเปอร์เซ็นต์บริกซ์ เริ่มต้นเท่ากับ 20.3 19 19 และ 19 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 14.33 14.19 14 และ 14 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ภาพที่ 4) โดยที่อายุการหมัก 4 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์บริกซ์เท่ากับ 15 14.67

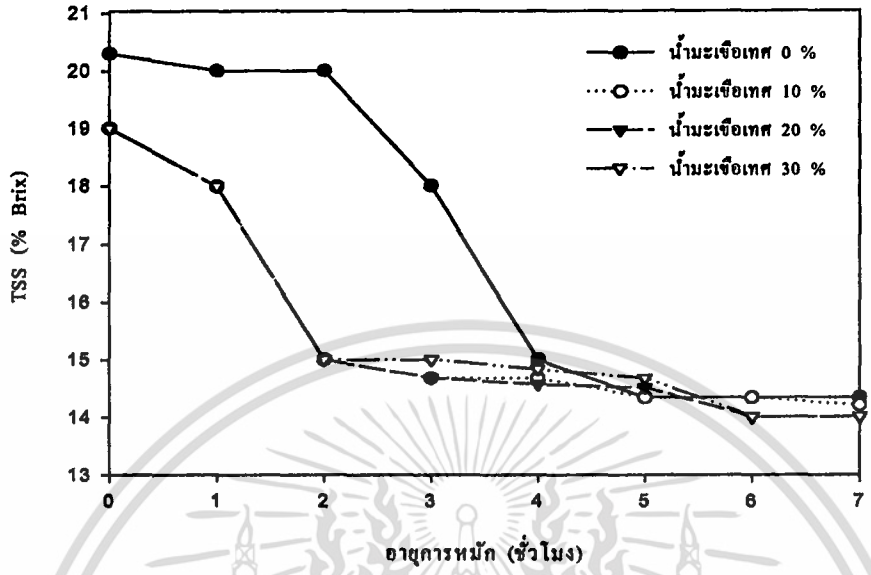
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.56 และ 14.83 ซึ่งเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ระดับนี้สอดคล้องกับข้อมูลของ วรรณา ตั้งเจริญสุข และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ (2530 : 6) ที่กล่าวว่า ในระหว่างการหมักแบคทีเรียจะใช้น้ำตาลเป็นอาหารในการสร้างกรดแลคติกจึงทำให้เปอร์เซ็นต์บริกซ์ลดลง และเปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตควรมีค่าระหว่าง 15 – 14 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระหว่างการหมักจะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.319 0.358 0.378 และ 0.397 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.836 0.798 0.828 และ 0.847 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ภาพที่ 5) โดยที่อายุการหมัก 6 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.836 0.778 0.828 และ 0.847 ซึ่งเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกระดับนี้สอดคล้องกับข้อมูลของ Robinsin and Tamin (1985 : 431) ที่กล่าวว่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตควรมีค่าระหว่าง 0.8 – 0.9 เปอร์เซ็นต์

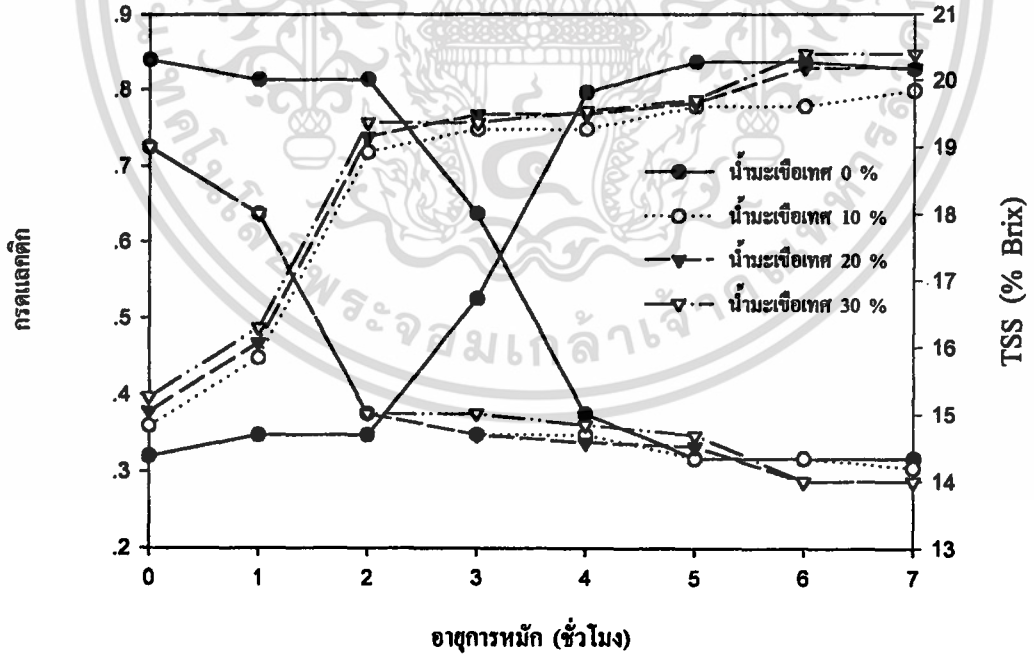


ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ในระหว่างการหมักโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมัก 0 – 7 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อโยเกิร์ตมะเขือเทศ

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตมะเขือเทศ

ทรีตเมนต์	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
1. น้ำมะเขือเทศ 0 %	6.95^{a}	6.90^{ab}	6.45^{a}	7.10^{a}	6.90^{a}
2. น้ำมะเขือเทศ 10 %	6.05^{a}	6.75^{ab}	5.95^{ab}	6.00^{ab}	6.85^{a}
3. น้ำมะเขือเทศ 20 %	7.10^{a}	7.10^{a}	6.40^{ab}	6.45^{ab}	6.65^{a}
4. น้ำมะเขือเทศ 30 %	6.30^{a}	5.90^{b}	5.15^{b}	5.30^{b}	5.55^{b}

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตมะเขือเทศโดยตัวแทนผู้บริโภค จำนวน 20 คน การวิเคราะห์ทางด้านสีของโยเกิร์ตมะเขือเทศ พบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของสีเท่ากับ 7.10 6.95 6.30 และ 6.05 ในตัวอย่างที่ 3 1 4 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากในทรีตเมนต์ที่ 3 มีปริมาณมะเขือเทศที่พอเหมาะสม ซึ่งสีออกมาเป็นสีชมพูอมขาวจึงทำให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคดังนั้นจึงมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ส่วนทางด้านกลิ่น พบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของกลิ่นเท่ากับ 7.10 6.90 6.75 และ 5.90 ในตัวอย่างที่ 3 1 2 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนทรีตเมนต์ที่ 4 มีความแตกต่างกับทรีตเมนต์ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณมะเขือเทศที่สูงเกินไปจึงทำให้โยเกิร์ตที่ออกมามีกลิ่นรสเฉพาะของมะเขือเทศซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ส่วนทางด้านรสชาติ พบว่า แต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของรสชาติเท่ากับ 6.45 6.40 5.95 และ 5.15 ในตัวอย่างที่ 1 3 2 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันส่วนทรีตเมนต์ที่ 4 มีความแตกต่างกันทรีตเมนต์ที่ 1 ทั้งนี้เป็นเพราะทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่มีส่วนผสมของมะเขือเทศอยู่จึงมีรสชาติและกลิ่นของน้ำนมเป็นหลักจึงทำให้ผู้บริโภคชอบมาก แต่ในทรีตเมนต์ที่ 4 ซึ่งเป็นทรีตเมนต์ที่ผู้บริโภคไม่ชอบอาจเนื่องมาจากมีรสชาติของน้ำมะเขือเทศมากเกินไปและมีรสชาติค่อนข้างเปรี้ยว การวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า แต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 7.10 6.45 6.00 และ 5.30 ในตัวอย่างที่ 1 3 2 และ 4 ตามลำดับ โดยทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันส่วนทรีตเมนต์ที่ 4 มีความแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ 1 ทั้งนี้เป็นเพราะทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่มีการแยกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันของเนื้อโยเกิร์ตจึงมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันตลอดและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่ในทรีตเมนต์ที่ 4 เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตมะเขือเทศจะแยกชั้นอย่างเห็นได้ชัดและยังมีน้ำแยกออกมา ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีของเนื้อโยเกิร์ต ส่วนการวิเคราะห์ด้านการยอมรับรวม พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 6.85 6.65 ตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่ 4 แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ 1 2 และ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.55 ดังนั้นถ้าจะผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค ควรเลือกใช้สัดส่วนของมะเขือเทศ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เพราะผลการยอมรับไม่ต่างจาก 0 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ โดยใช้ปริมาณน้ำมะเขือเทศ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยหมักที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส แล้วนำไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการหมักของโยเกิร์ตตั้งแต่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 ชั่วโมง

จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ผลปรากฏว่า ค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงไปทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.16 5.99 5.72 และ 5.52 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 4.24 4.22 4.11 และ 4.16 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์บริกซ์มีการเปลี่ยนแปลงไปทางเดียวกันตลอดระยะเวลาการหมัก โดยค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 20.3 19 19 และ 19 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าพีเอชเท่ากับ 14.33 14.19 14 และ 14 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ สุดท้ายการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ กรดแลคติก พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก โดยเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.319 0.358 0.378 และ 0.397 เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 7 ชั่วโมง ค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเท่ากับ 0.836 0.798 0.828 และ 0.847 ในทรีตเมนต์ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

จากผลการหมักชั่วโมงที่ 6 จึงเป็นอายุที่เหมาะสมในการหมักดังนั้นจึงทำการผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศที่อายุการหมักนี้ แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นข้ามคืน จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวแทนผู้บริโภค พบว่า ปริมาณน้ำมะเขือเทศทั้ง 4 ระดับ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในระดับความเชื่อมั่นที่ ($P < 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏของ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($P < 0.05$) ในด้านสีโดยสัดส่วนของน้ำมะเขือเทศในโยเกิร์ต 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลการยอมรับทางด้านสีและกลิ่นสูงสุดส่วนรสชาติ และเนื้อสัมผัสได้รับการยอมรับรองจากระดับน้ำมะเขือเทศ 0 เปอร์เซ็นต์ สุดท้ายการยอมรับรวมมีค่าเฉลี่ยรองจากระดับน้ำมะเขือเทศ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยผลรวมของการทดสอบทางประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัส ที่สัดส่วนของน้ำมะเขือเทศ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการยอมรับสูงกว่าระดับอื่น ๆ ดังนั้นจึงน่าจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อสำหรับนำไปศึกษาต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้กล้าเชื้อโยเกิร์ตที่เตรียมขึ้นเองในห้องทดลองเป็นหัวเชื้อโยเกิร์ต

2. ควรใช้การวิเคราะห์กรดแลคติกนอกเหนือจากการไตเตรทเพราะดูการเปลี่ยนแปลงของสีค่อนข้างยาก

3. ควรนำโยเกิร์ตมะเขือเทศที่มีสัดส่วนของน้ำมะเขือเทศ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไปศึกษาต่อในด้านการพัฒนาโยเกิร์ตมะเขือเทศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2532. อาหารจากมะเขือเทศ. คู่มือส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ. 40 น.

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538. นมเปรี้ยว. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการกรมสาธารณสุขมูลฐาน. 254 น.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2522. มะเขือเทศผักอุตสาหกรรม. นนทบุรี : ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. 63 น.

จริงแท้ ศิริพนิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังจากเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. 396 น.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. "สารให้สีของพืช". วารสารวิทยาศาสตร์. ปีที่ 20 ฉบับที่ 2 (มีนาคม – เมษายน 2530) น. 119.

ปิยรัตน์ จินดาธนสาร. 2541. การศึกษาโยเกิตพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพรสแครอท. กรงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรีครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 56 น.

พรพรรณ รัตนนาคินทร์. 2538 "สีผสมอาหารจากพืชสมุนไพร". วารสารวิทยาศาสตร์. ปีที่ 49 ฉบับที่ 1 (มกราคม - กุมภาพันธ์ 2538) น. 224.

พิษณุ วิเชียรสวรรค์. 2533. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น : ขอนแก่น. 53 น.

ภาวินี บุรพลชัย. 2531. โยเกิร์ตแช่แข็ง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโยลีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 45 น.

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2541. มหัศจรรย์ผัก 108. กรุงเทพฯ : ม.ป.ส. 422 น.

เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะทวนทวี. 2532. สวนผัก 2 ชุดผักบ้านเรา. กรุงเทพฯ : สยามคอมพิวกราฟฟิก. 984 น.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิตย์. 2531. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 209 น.

วิลาวัณย์ เจริญจริตระกูล. 2536. ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์. สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 237 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิรดา ลิ้นจู่. 2545. ผลของน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และ แล็กโทส ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตถั่วเหลืองแช่แข็ง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรีครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 70 น.

สถาบันวิจัยโภชนาการ, มหาวิทยาลัยมหิดล. 2541. สารให้ความหวาน. กรุงเทพฯ : จาร์พาเท็ดเซ็นเตอร์. 316 น.

สุชาดา สังขพันธุ์. 2538. ไอศกรีมโยเกิร์ตเคลือบชั้นด้วยเชอร์เบท. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโยลีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 52 น.

อรชุน เลียววัฒนะผล. 2539. ต้านโรคต้านมะเร็งด้วยเบต้าเคโรทีน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : รวมทรรศน์. 215 น.

เอกชัย ไตรพิศ. 2539. การปรับปรุงเนื้อสัมผัสไอศกรีมโยเกิร์ต. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโยลีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 10 น.

อำไพพรรณ อมรวิวัฒน์. 2534. ผลิตภัณฑ์นมแคลอรี่ต่ำ รายงานสัมนา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 97 น.

Hans G. Schlegel. 1992. General microbiology. Cambridge University, Press. 655 p.

Hayes,S. 1981. Dairy Microbiology. National Dairy Council, London. 257 p.

Robinson, R.K. and A.Y. Tamine. 1985. 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 ส่วนผสมการผลิตหัวเชื้อ

ส่วนผสม	สูตรหัวเชื้อ
นมโค (ชนิดหวาน) (ม.ล.)	100
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	10

ตารางที่ 2 ส่วนผสมการทำโยเกิร์ตมะเขือเทศในสูตรต่าง ๆ

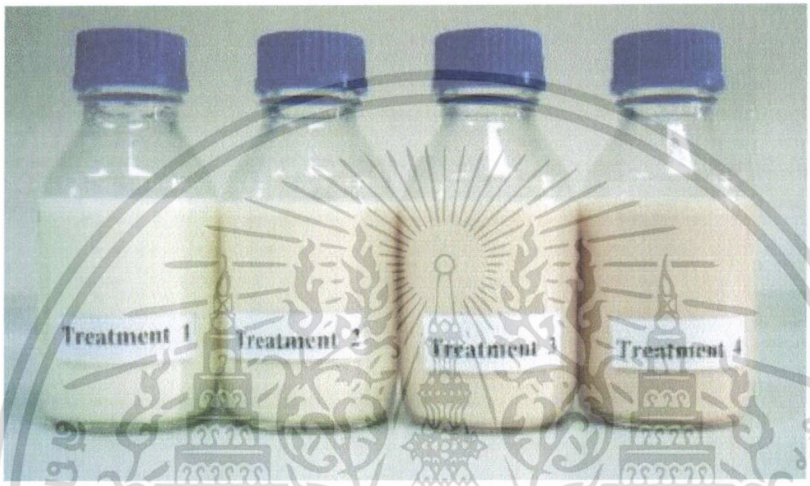
ส่วนผสม	สูตรโยเกิร์ตมะเขือเทศ			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
1. น้ำนมโค (ชนิดจืด) (ม.ล.)	420	370	320	270
2. หัวเชื้อโยเกิร์ต (ม.ล)	25	25	25	25
3. นมผง (กรัม)	30	30	30	30
4. น้ำตาลทราย (กรัม)	25	25	25	25
5. น้ำมะเขือเทศเข้มข้น (ม.ล.)	-	50	100	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพที่ 1 ภาพหัวเชื้อโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตมะเขือเทศ

ที่ปริมาณมะเขือเทศในระดับต่าง ๆ คือ

ทรีตเมนต์ที่ 1 = ปริมาณมะเขือเทศ 0 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 2 = ปริมาณมะเขือเทศ 10 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 = ปริมาณมะเขือเทศ 20 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 4 = ปริมาณมะเขือเทศ 30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

HEDONIC SCALE SCORING TEST PREGFERENCE

ชื่อผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ การผลิตโยเกิร์ตมะเขือเทศ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบดังต่อไปนี้ และให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบในระดับใด

ระดับคะแนนความชอบ

9 = ชอบมากที่สุด (Like eztremely)

8 = ชอบมาก (Like very much)

7 = ชอบปานกลาง (Like moderately)

6 = ชอบเล็กน้อย (Like slightly)

5 = เฉย ๆ (Nither like nor dislike)

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)

3 = ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)

2 = ไม่ชอบมาก (Dislike very much)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)

ปัจจัยคุณภาพ	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
	.....	.....	.....	.....
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
การยอมรับรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้