

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก พบว่าเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกสามารถเจริญได้ในโยเกิร์ตข้าวกล้อง โดยสรุปผลการศึกษาแต่ละขั้นตอนดังนี้

5.1.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์

จากการสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกโดยใช้ Ideal ratio profile technique พบว่า ผู้ทดสอบชิมได้ทำการกำหนดลักษณะสำคัญของด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกได้ 10 ลักษณะได้แก่ สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด ความเรียบเนียน กลิ่นนมผง กลิ่นข้าวกล้อง กลิ่นเปรี้ยว รสเปรี้ยว รสหวาน และพบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกก่อนการพัฒนานี้มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกในอุดมคติของผู้ทดสอบชิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

5.1.2 อัตราส่วนของข้าวกล้องสุกต่อน้ำที่ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวกล้องสุกต่อปริมาณน้ำ ที่มีผลต่อคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก พบว่า อัตราส่วนของข้าวกล้องสุกต่อน้ำที่ 1: 6 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดและมีการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกก่อนการพัฒนา

ส่วนคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ พบว่าคุณภาพทางด้านกายภาพโดยเฉพาะด้านความขุ่นหนืด ค่า peak force ค่าความเหนียว และค่าต้านทานการไหล อัตราส่วนของข้าวกล้องสุกต่อน้ำที่ 1:6 ลดลงแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนคุณภาพทางด้านเคมี และจุลินทรีย์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

5.1.3 การพัฒนาสูตรและศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่าง ๆ ต่อคุณภาพและการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก

ในการกลั่นกรองปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก โดยวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design ($N = 8$) พบว่าปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก ได้แก่ นมผงขาดมันเนยและคาราจีแนน ส่วนปัจจัยคงที่หรือปัจจัยถาวรได้แก่ น้ำตาล เชื้อโยเกิร์ตและเชื้อ *B. longum* โดยการกำหนดการใช้เป็นร้อยละของปัจจัยคือ 10, 1 และ 2 ตามลำดับ

นมผงขาดมันเนยและคาราจีแนนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก เมื่อวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment in central composite design (CCD) จะสามารถหาความสัมพันธ์(multiple regression) ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสที่สัมพันธ์กับปัจจัยทดลอง โดยปริมาณการใช้ที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก คือ ปริมาณนมผงขาดมันเนยร้อยละ 10.15 และคาราจีแนนร้อยละ 0.078

5.1.4 ระยะเวลาการหมักโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกที่เหมาะสม

จากการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการหมักผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่าระยะเวลาการหมักนาน 12 ชั่วโมง จะเป็นระยะของช่วง log phase และมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นทั้งหมดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกนั้นอยู่ในช่วง 10^9 CFU/g ส่วนเชื้อ *B. longum* มีปริมาณจำนวนเชื้อเหลือรอดอยู่หลังกระบวนการหมักนาน 12 ชั่วโมงอยู่ในช่วง 10^9 CFU/g และคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี โดยรวมดีขึ้น ส่วนการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม

5.1.5 ผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกหลังการพัฒนา

คุณภาพของผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกผลิตจากสูตรและกระบวนการหมักที่เหมาะสม มีค่าสี L (ความสว่าง) เท่ากับ 73.37 ค่าสี a (แดง-เขียว) เท่ากับ -0.67 ค่าสี b (เหลือง-น้ำเงิน) เท่ากับ 11.98 ซึ่งทำให้ผลิตกัณฑ์มีลักษณะสีเหลืองอ่อน และมีค่าความหนืด 2,337 เซนติพอยส์ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 78.29 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 21.71 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 15.66 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.90 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.75 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 1.71 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.61 ปริมาณกรดแลคติกที่ไตรเตรทได้ร้อยละ 1.09 (w/v) ค่าความเป็นกรดต่าง 4.27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 7.33 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 5.13 ปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 2.20 ปริมาณเชื้อเริ่มต้นรวม 9.46 log CFU/g ปริมาณเชื้อ *B. longum* 9.43 log CFU/g ปริมาณเชื้อ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* รวม 9.17 log CFU/g ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต่ำกว่า 3 MPN/g ปริมาณเชื้อยีสต์และราต่ำกว่า 10 CFU/g และผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกหลังการพัฒนามีการยอมรับที่ดีของผู้ทดสอบชิม ทั้งในด้านลักษณะสี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด ความเรียบเนียน กลิ่นนม กลิ่นข้าวกล้อง กลิ่นเปรี้ยว รสเปรี้ยว รสหวาน และการยอมรับโดยรวม โดยมีค่า Mean ideal ratio scores ของลักษณะดังกล่าวเท่ากับ 0.99, 0.93, 1.05, 0.95, 0.94, 0.95, 0.96, 0.98, 0.97 และ 0.85 ตามลำดับ และไม่มีมีความแตกต่างกับผลิตกัณฑ์ในอุดมคติในด้านลักษณะ สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด ความเรียบเนียน กลิ่นนม กลิ่นข้าวกล้อง กลิ่นเปรี้ยว รสเปรี้ยวและรสหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

5.1.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัสของผลิตกัณฑ์เมื่อเก็บรักษาผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน

จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีเพียงเล็กน้อยในระยะเวลาการเก็บรักษานาน 15 วัน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์นั้นมีเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นรวมที่เหลือรอดในผลิตกัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกเหลือรอดอยู่มากกว่า 10^6 CFU/g และเชื้อ *B. longum* ซึ่งเป็นเชื้อโพรไบโอติก มีจำนวนเชื้อเหลือรอดมากกว่า 10^7 CFU/g ในระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางด้าน

การยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน พบว่าลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกผู้ทดสอบ ให้คะแนนด้าน สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นหนืด ความเรียบเนียน กลิ่นนม กลิ่นข้าวกล้อง กลิ่นเปรี้ยวและการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกหลังการผลิตในวันแรก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาจากงานวิจัยต่างๆ ถึงการเพิ่มปริมาณการอยู่รอดของเชื้อ Bifidobacteria หลังกระบวนการผลิตในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอาหารเพื่อสุขภาพ (functional food) โดยพบว่า ถ้ามีการใช้ Oligosaccharides เช่น fructose ที่มีมากในน้ำผึ้ง จะช่วยให้เชื้อ Bifidobacteria เจริญได้ดี ดังนั้นถ้ามีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารประเภทที่มีการใช้เชื้อ Bifidobacteria น่าจะมีการใช้น้ำผึ้งร่วมในกระบวนการผลิตทดแทนน้ำตาลทรายขาว เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณการเจริญของเชื้อ Bifidobacteria

2. นำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต ข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติกเพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

3. จากการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องเต็มเชื้อโพรไบโอติก พบว่าสามารถนำไปผลิตได้จริงและอาจพัฒนาเพิ่มเติมในการเติมผลไม้หรือส่วนผสมอื่นคล้ายกับการผลิตโยเกิร์ตรสผลไม้ที่มีจำหน่ายทั่วไป

4. การทดสอบชิมควรมีจำนวนผู้ทดสอบชิมคงที่ในแต่ละการทดลอง เหตุผลที่แต่ละการทดลองในวิทยานิพนธ์นี้ให้ผู้ทดสอบชิมจำนวนไม่เท่ากัน เนื่องจากการทดลองนี้ศึกษาในช่วงต่อเนื่อง ตั้งแต่ปิดภาคเรียน จนถึงการสอบปลายภาคอีกหนึ่งเทอมถัดมาจึงทำให้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาไม่ว่างมาทดสอบชิม จึงทำให้มีจำนวนผู้ทดสอบชิมแต่ละการทดลองไม่เท่ากัน

5. ควรมีการทดลองคัดเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะที่เหมาะสมในการนับจำนวน (Selective enumeration media) ของเชื้อเริ่มต้น *B. longum*