ผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก

Production of Krabok milk

ธัญชนก โควิบูลย์ชัย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก

Production of Krabok milk

จัดทำโดย

ธัญชนก โควิบูลย์ชัย รหัสนักศึกษา 59080154

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร. พงษ์เสริฐ ศรีพรหม)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

31 / ก.ค. / 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ ผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก
ชื่อนักศึกษา ธัญชนก โควิบูลย์ชัย รหัสนักศึกษา 59080154
หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ. 2563
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ทำการศึกษาการผลิตน้ำนมจากเมล็ดกระบก ซึ่งเป็นพืชตระกูล Almond จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษา อีกทั้งได้ทำศึกษาการหาองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบกด้วยวิธี Proximate Analysis พบว่าเมล็ดกระบกแบบปอกเปลือกมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเท่ากับ 9.13±0.92, 63.98±1.23, 2.03±0.08, 16.95±1.07 และ 7.48±0.29 ตามลำดับ ส่วนเมล็ดกระบกแบบไม่ปอกเปลือกมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเท่ากับ 8.65±0.84, 51.75±1.17, 1.85±0.03, 30.38±1.16 และ 7.04±0.35 ตามลำดับ จากนั้นทำการเตรียมน้ำนมกระบก โดยทำการคั่วที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำมาแกะเปลือกแล้วนำไปปั่น พบว่าเมล็ดกระบก 1 กิโลกรัม สามารถผลิตน้ำนมได้ 1.6 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก โดยใช้แบบทดสอบความชอบวิธี 9 point Hedonic Scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าน้ำนมกระบกแบบคั่วแกะเปลือก ไม่ใส่คาร์ราจีแนน ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนที่มากกว่า 4 (ไม่ชอบเล็กน้อย) และทำการทดสอบอายุการเก็บรักษา พบว่าสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยในวันแรกไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่หลังจากวันที่ 4 เกิดการเสื่อมเสียโดยมีลักษณะการเกิดฟองและมีกลิ่นเหม็นหืน

ดังนั้นน้ำนมกระบกยังอยู่ในเกณฑ์ที่ระดับผู้บริโภคไม่ชอบ เนื่องจากบางตัวอย่างมีกลิ่นหืน และมีรสชาติจืด อีกทั้งยังมีเนื้อสัมผัสที่เป็นไขเมื่อน้ำนมกระบกเย็นตัว จึงทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ควรมีการปรับปรุงแก้ไขเรื่องของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าควรมีการนำไปแก้ไขหรือปรับปรุงสูตรเพื่อเพิ่มความเหมาะสมให้กับน้ำนมกระบกต่อไป

คำสำคัญ: เมล็ดกระบก การคั่ว คาร์ราจีแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Production of Krabok milk
Student name	Thanchanok Coviboonchai Student ID 59080154
Program	Bachelor of Science in Food Process Engineering
Year	2020
Advisor	Asst.Prof.Dr.Pongsert Sriprom

ABSTRACT

This special problem is to study the production of milk from Krabok seeds. Which is wild almond familys, Therefore, has the objective to study the production process and shelf life. Moreover, the research on the chemical composition of the Krabok seeds by Proximate Analysis showed that the peeled seeds contained protein, fat, ash, crude fiber and carbohydrates. The percentage of weight was 9.13 ± 0.92, 63.98 ± 1.23, 2.03 ± 0.08, 16.95 ± 1.07 and 7.48 ± 0.29 respectively. The non-peeled seeds contained protein, fat, ash, crude fiber and carbohydrate. The percentage of weight was 8.65 ± 0.84, 51.75 ± 1.17, 1.85 ± 0.03, 30.38 ± 1.16 and 7.04 ± 0.35 respectively. By roasting at 200 degrees Celsius for 10 minutes, then peeled and blender. It was found that 1 kilogram of Krabok seeds produced 1.6 milliliter of milk. By using the 9-point Hedonic scale test, number of 30 participants found that roasted Krabok milk don't put carrageenan. The test takers accepted the most at the score level greater than 4 (slightly disliked) and tested the shelf life. Found that the product can be stored at 4 degrees Celsius for 7 days with no change on the first day. But after the 4th day, deterioration.

Therefore, Krabok milk is still at the level that consumers do not like. Because some samples have rancid odor and tasteless. There is also a texture that is when the milk buds cool down. Therefore does not meet the criteria at the level of consumer satisfaction should improve the smell, taste and texture. However, the results of the experiment show that it should be modified or improved the formula to increase suitability for briquette milk.

Key words: Krabok seeds, roasting, carrageenan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม ที่ได้ให้การแนะนำช่วยปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ และติดตามความก้าวหน้าในการทำสัมมนานี้ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.ระจิตร สุวพานิช และดร.วินัฏฐา ศักดาศรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และแนะนำเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุตสาหกรรมอาหารทุกท่าน ที่คอยสั่งสอน ให้ความรู้แก่ผู้จัดทำตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาอยู่ในคณะอุตสาหกรรมอาหาร จนกระทั่งประสบความสำเร็จในวันนี้

รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมอาหารทุกท่าน ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่างๆ จนปัญหาพิเศษสำเร็จไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆมากมาย อนึ่ง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปัญหาพิเศษเล่มนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย ข้าพเจ้าในฐานะผู้จัดทำปัญหาพิเศษนี้ รู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ธัญชนก โควิบูลย์ชัย

1 มิถุนายน 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เมล็ดกระบก	3
2.2 คุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณของเมล็ดกระบก	3
2.3 ไฮโดรคอลลอยด์	4
2.4 การโฮโมจีไนซ์	7
2.5 การฆ่าเชื้อ	7
2.6 คุณค่าทางโภชนาการของนม	8
2.7 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	8
2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อการยอมรับผลิตภัณฑ์	9
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	12
3.2 อุปกรณ์	12
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	21
4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบก	21
4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำนมกระบก	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก 25

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 27

บรรณานุกรม 28

ภาคผนวก 31

ภาคผนวก ก 32

ภาคผนวก ข 34

ประวัติผู้เขียน 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบกแบบปอกเปลือก และแบบไม่ปอกเปลือก	21
4.2	ลักษณะปรากฏของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบกในตู้เย็นระยะเวลา 7 วัน	23
4.3	คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบกทั้ง 4 แบบ	25
4.4	คะแนนลำดับความคล้าย หรือใกล้เคียง (ranking test) ด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก เมื่อเปรียบเทียบกับนมอัลมอนด์ ตรา137 degrees	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เมล็ดกระบก	3
2.2	Kappa-Caragenan	5
2.3	การเสริมความแข็งแรงของการเกิดเจลคาร์ราจีแนนกับเคซีน (casein) ในน้ำนมด้วย K+	6
2.4	Lota-Caragenan	6
2.5	Lamda-Caragenan	6
3.1	เมล็ดกระบก	15
3.2	เมล็ดกระบกที่นำไปคั่วในระยะเวลา 5 และ10 นาที	16
3.3	เมล็ดกระบกคั่ว และแกะเปลือก	17
3.4	เมล็ดกระบกไม่คั่ว แกะเปลือก	17
3.5	ปั่นด้วยความเร็วสูง	17
3.6	การกรองกาก และคั้นน้ำนมกระบก	18
3.7	พาสเจอร์ไรซ์น้ำนมกระบก แบบLTLT	18
3.8	ฆ่าเชื้อภาชนะที่จะบรรจุ	19
3.9	น้ำนมกระบก	19
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบก	22
4.2	ตัวอย่างทั้ง 4 สูตร	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบกเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบที่มีขนาดกลางไปจนถึงขนาดใหญ่ พบมีการกระจายพันธุ์ อยู่ในประเทศอินเดียมาจนถึงประเทศอินโดนีเซีย ตามป่าดิบแล้ง ป่าชายหาด ป่าเบญจพรรณ ป่าแดง และป่าหญ้า ที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 100-300 เมตร สำหรับในประเทศไทยพบมีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วทุกภาค ในส่วนของเมล็ดกระบกมีรสหวานมันคล้ายถั่วลิสง นิยมนำมาคั่วใช้รับประทานเป็นของว่าง ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางค์ หรือจะใช้น้ำมันจากเมล็ดนำมาทำเป็นสบู่หรือเทียนไขก็ยังได้ (วิชาการเกษตร, 2013)

สารอาหารที่พบในเนื้อเมล็ดกระบก 100 กรัม จะประกอบไปด้วยไขมัน 66.78%, โปรตีน 3.40%, คาร์โบไฮเดรต 9.07%, ความชื้น 2.08%, ธาตุแคลเซียม 103.30 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 61.43 มิลลิกรัม (MedThai, 2017) ซึ่งสารอาหารเหล่านี้สามารถนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็นนมได้ เนื่องจากสามารถทดแทนการดื่มนมวัวหรือนมถั่วและธัญพืชต่างๆได้เป็นอย่างดีเนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างมากมาย เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรดปาล์มมิติก, กรดลอริก, ไมริสติก, และกรดสเตียริก ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดไลโนเลอิก, กรดโอเลอิกและกรดปาล์มมิโตเลอิก ซึ่งในสารอาหารเหล่านี้มีทั้งไขมันชนิดดีที่ช่วยลดระดับไขมันชนิดเลว จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคหัวใจทำให้เจริญอาหาร และผู้ที่มีคลอเรสเตอรอลสูง อีกทั้งยังช่วยลดน้ำหนัก ช่วยบำรุงกระดูกและฟัน บำรุงสมอง บำรุงไต บำรุงเส้นเอ็นและไขข้ออีกด้วย (วิชาการเกษตร, 2013) ทั้งนี้กระบกถูกเรียกว่าเป็น “อัลมอนด์อีสาน” เนื่องจากมีคุณค่าสารอาหารมากมายโดยกระบกนั้นได้ถูกจัดเป็นถั่วชนิดหนึ่งที่มีคุณประโยชน์เทียบเท่ากับอัลมอนด์

นมมีสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย อาทิ ไขมันมีประมาณ 3.20% ของส่วนประกอบทั้งหมดเป็นแหล่งของพลังงาน และมีกรดไขมันที่จำเป็น คาร์โบไฮเดรตในน้ำนมเป็นน้ำตาลแลคโตส ประมาณ 4.9% ของส่วนประกอบอย่างอื่น ซึ่งน้ำตาลแลคโตส ช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุแคลเซียม และมีความสำคัญต่อการพัฒนาเยื่อหุ้มสมองและเยื่อหุ้มประสาท โปรตีนในน้ำนมที่ปริมาณ 3.40% ของส่วนประกอบทั้งหมด มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะ แคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน โดยเฉพาะในเด็ก หากได้ดื่มนมวันละ 1-2 กล่อง(ประมาณ 240-480 ซีซี) จะช่วยร่างกายโดยเฉพาะด้านความสูงจะดีกว่าคนที่ไม่ดื่มนม อีกทั้งยังมีวิตามินเอสูง ซึ่งช่วยให้เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโต ช่วยในการมองเห็น และช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ส่วนวิตามินบี2 มีมากเช่นกัน ทำหน้าที่กระตุ้นให้ร่างกายทำงานได้เป็นปกติป้องกันโรคปากนกกระจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(พิจารณา สามนจิตติ, 2007) ทั้งนี้สารอาหารที่พบใน นม เนย โยเกิร์ต และซอสล้วนได้มาจากสัตว์ ซึ่งสารอาหารเหล่านี้บริโภคทุกวันในปริมาณที่มากเกินไป อาจก่อให้เกิดไขมันส่วนเกินที่กรดไขมันอิ่มตัว ดังนั้นจึงมีบทบาทที่เป็นอันตรายในคนที่มีแนวโน้มที่จะเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ (Pant, 2020) นอกจากนี้ส่วนประกอบของอาหารที่ได้จากสัตว์บางครั้งก็ไม่ได้รับการตอบสนองที่ดีจากผู้บริโภค ยกตัวอย่างเช่น ผู้บริโภคนมวัวส่วนใหญ่ไม่เกิดปัญหาใด ๆ กับการดูดซึมในนมวัว เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีน และแคลเซียม อย่างไรก็ตามสำหรับผู้บริโภครายอื่นไม่สามารถทนได้ในระยะหลัง โปรตีนจากนมวัวสามารถก่อให้เกิดอาการแพ้ได้โดยเฉพาะในเด็ก

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ จึงทำการศึกษากระบวนการเตรียมและผลิตนมจากเมล็ดกระบก ซึ่งเป็นการหาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมเพื่อความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำนม รวมทั้งศึกษาปริมาณสารอาหารในน้ำนมกระบก เพื่อแปรรูปและพัฒนาให้เป็นเครื่องดื่มประเภทนมจากกระบก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการเตรียมและผลิตน้ำนมกระบก

1.2.2 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำนมกระบก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดกระบก และหาสภาวะที่เหมาะสมในการศึกษาปริมาณสารไฮโดรคอลลอยด์ในน้ำนมกระบก เพื่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยมีขอบเขตในการศึกษาดังนี้

<u>ตัวแปรต้น</u>

เมล็ดกระบก (Wild almond)

<u>ตัวแปรตาม</u>

ผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก การทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษา

<u>ตัวแปรควบคุม</u>

อุณหภูมิ, เวลา, และชนิดของวัตถุดิบ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 สามารถทำการเตรียมและหาสภาวะที่เหมาะสมของการผลิตเมล็ดกระบกให้เป็นน้ำนม

1.4.2 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำนมกระบกด้วยการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณสารอาหารของน้ำนมที่ได้

1.4.3 สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับเมล็ดกระบก ด้วยการนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มหรือนมธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมล็ดกระบก

กระบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Irvingia malayana* เป็นไม้ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภาคเหนือเรียกว่า มะมื่น ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า หมากบก เป็นไม้ยืนต้นในวงศ์ Irvingiaceae (นิดดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์, 2562) ทรงเรือนยอดเป็นพุ่มแน่นทึบ มีความสูงของต้นประมาณ 10-30 เมตร ลำต้นเปลา เปลือกต้นมีสีเทาอ่อนปนสีน้ำตาลค่อนข้างเรียบ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินทุกชนิด ในที่กลางแจ้ง ต้องการน้ำและความชื้นปานกลาง ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด มีเขตการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ ตามป่าดิบแล้ง ป่าชายหาด ป่าเบญจพรรณ ป่าหญ้า และป่าแดง (วิชาการเกษตร, 2556) ทั้งนี้เมล็ดกระบกคนอีสานมักจะรู้จักกันเป็นอย่างดี เนื่องจากต้นกระบกจะมีให้พบเห็นอยู่มากมายในพื้นที่ชนบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อีกทั้งยังเป็นต้นไม้ประจำจังหวัดร้อยเอ็ด (MedThai, 2017) จึงไม่แปลกที่จะพบเห็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมทานเมล็ดกระบกเป็นของว่างทานเล่นจนได้รับการขนานนามว่า “อัลมอนด์อีสาน” ทั้งนี้ยังสามารถหาทานได้ง่ายเพราะมีขายตามร้านค้าริมทางในแถบจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือแทบทุกพื้นที่

ภาพที่ 2.1 เมล็ดกระบก

ที่มา: จำหน่ายเมล็ดกระบก (2018)

2.2 คุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณของเมล็ดกระบก

เมล็ดกระบก อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างมากมาย เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้แก่ กรดปาล์มมิติก, กรดลอริก, ไมริสติก, และกรดสเตียริก ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดไลโนเลอิก, กรดโอเลอิก และกรดปาล์มมิโตเลอิก ซึ่งสารอาหารเหล่านี้จะช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงกระดูกและฟัน บำรุงสมอง บำรุงหัวใจ ทำให้เจริญอาหาร ช่วยบำรุงไต ช่วยบำรุงเส้นเอ็นและไขข้อ (วิชาการเกษตร, 2556) เนื้อในเมล็ดกระบกต่อ 100 กรัมประกอบไปด้วย ไขมัน 66.78%, โปรตีน 3.40%, คาร์โบไฮเดรต 9.07%, ความชื้น 2.08%, ธาตุแคลเซียม 103.30 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 61.43 มิลลิกรัม น้ำมันจากเนื้อในเมล็ดสามารถนำมาใช้เป็นสบู่และเทียนไขได้ (MedThai, 2017) ใบอ่อนใช้รับประทานเป็นผักสด ผลสุกใช้เป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัว ควาย หรือสัตว์อื่นๆได้ พืชที่เติบโตอยู่ใต้ต้นกระบกมักจะเจริญได้ดีเนื่องจากผลกระบกที่ร่วงหล่นจะกลายเป็นแหล่งจุลินทรีย์ชั้นดีของพืช เมื่อนำส่วนต่างๆ ของกระบกไปใช้ประกอบเป็นยา ก็จะช่วยในการรักษาโรคริดสีดวงจมูก บรรเทาอาการหอบหืด ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ใช้เป็นยาระบาย ยาขับพยาธิ และใช้รักษาอาการคันตามผิวหนัง (วิชาการเกษตร, 2556)

2.3 ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือสารที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่มากเมื่อเปรียบเทียบกับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งสารกลุ่มนี้ไม่ละลายในน้ำแต่จะแขวนลอย (disperse) อยู่ในน้ำ โดยจับกับโมเลกุลของน้ำ (hydrate) (B.R. Sharma และคณะ, 2007) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในอาหารที่เป็นพวกพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) และโปรตีน (protein) โดยจะทำหน้าที่สำคัญในอาหาร เช่น เป็นสารให้ความหนืด (thickeners) สารทำให้เกิดเจล (gelling agents) สารช่วยให้น้ำกับน้ำมันเข้ากัน (emulsifiers) สารที่ทำให้เกิดความคงตัว(stabilzers) สารป้องกันการตกตะกอนหรือช่วยการแขวนลอย (suspending agents) สารช่วยการยึดเกาะ (adhesives) สารเคลือบผิว (glazing agents) สารทำให้เกิดฟิล์ม (film-forming agents) สารทดแทนไขมันและแป้ง (fat and starch replacers) สารช่วยอุ้มน้ำหรือความชื้น (water-retention agents) สารลดการแยกตัวของน้ำออกจากเนื้ออาหาร (syneresis reducers) สารหล่อลื่น (lubricants) สารทำให้ใส (clarifying agents) สารเพิ่มมวล (bulking agents) และสารใยอาหาร (dietary fiber) เป็นต้น (ซุกรี แวสอเหาะ, 2547)

โดยแหล่งที่มาของไฮโดรคอลลอยด์อาจได้มาจากพืช เช่น pectin, carrageenan, agar, alginate, gum arabic, guar gum, locust bean gum และ starch จากสัตว์ เช่น gelatin และ chitosanจากจุลินทรีย์ เช่น xanthan gum และ gellan gum หรือจากการสังเคราะห์ เช่น modified starch, carboxymethylcellulose (CMC) และ hydroxypropylmethylcellulose (HPMC)

2.3.1 คาร์ราจีแนน (Caragenan)

เป็นกัม (gum) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือดูดน้ำและแขวนลอยในน้ำ ถูกใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) (E-number คือ E 407) โดยคาร์ราจีแนนจะสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (Rhodophyceae) เช่น สาหร่ายผมนาง (Gracilaria fisheri) (Food Network Solution, 2010-2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หน้าที่ของคาร์ราจีแนนในอาหาร

1. เป็น thickening agent ทำให้เกิดความหนืด (viscosity)

2. เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ช่วยให้น้ำมันและไขมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ดี

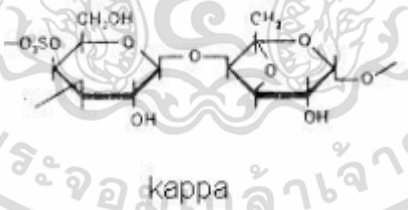
3. เป็นสารก่อเจล (gelling agent) ทำให้เกิดเจล (gel) จากคาร์ราจีแนน

4. เป็นเจลชนิด thermoreversible gel คือ เจลที่สามารถเปลี่ยนเป็นของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน จึงถูกใช้ในผลิตภัณฑ์ของหวานที่เป็นเจล (desset gel) อาหารสัตว์บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม (dairy product) น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk)

2.3.3 โครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส (galactose) และ 3,6-anhydrogalactose (3,6-AG) มีทั้งชนิดที่มีหมู่ซัลเฟต และไม่มีหมู่ซัลเฟตซึ่งทำให้คาราจีแนน มีสมบัติในด้านต่างๆ เช่น การละลาย (soluability) การเกิดเจล (gelation) ที่แตกต่างกันไป

2.3.4 ประเภทของคาร์ราจีแนน ถูกจัดแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามจำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต ดังนี้

2.3.4.1 Kappa-carrageenan โมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลกาแล็กโทส (galactose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิดบีตา-1,3 และมีกลุ่มซัลเฟต (sulphate) ที่ตำแหน่งที่ 4 kappa-carrageenan (ภาพที่ 2.2) ละลายได้ดีในน้ำร้อน น้ำนมร้อน และละลายได้ในน้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือที่ร้อน (ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือเกลือ ต่ำกว่า 50%) เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจล (gel) ประเภท thermoreversible gel มีลักษณะใส เนื้อสัมผัส แข็ง แน่น แต่เปราะ ซึ่งทำให้เกิดเจลได้ทั้งกับน้ำ น้ำผลไม้ และในน้ำนม

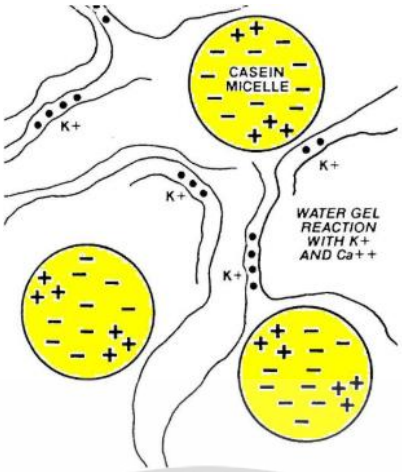


ภาพที่ 2.2 Kappa-Caragenan

ที่มา: Food Network Solution (2007-2020)

ดังนั้น Kappa-carageenan จึงใช้เป็น stabilizing agent ในน้ำนม เนื่องจากแรงระหว่างประจุทำให้เคซีนไมเซล (casein micelle) คงตัวอยู่ได้โดยไม่แยกชั้นออกจากเวย์ (whey) คาร์ราจีแนนจึงเป็นตัวที่ทำให้เจลแข็งแรงขึ้นถ้ามีโพแทสเซียมไอออน (K+) และจะคงตัวต่อกรดที่ค่า pH มากกว่า 3.8 เจลจากคาร์ราจีแนนจะไม่ทนต่อการแช่เยือกแข็ง และการหลอมละลาย (freezing-thawing instability) แต่ถ้าใช้ร่วมกับ locust bean gum จะช่วยให้ทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายได้ดีขึ้น

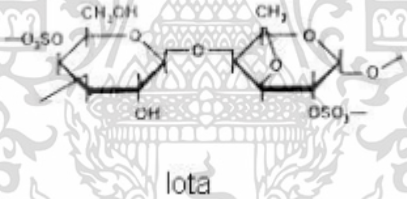
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การเสริมความแข็งแรงของการเกิดเจลคาร์ราจีแนนกับเคซีน (casein) ในน้ำนมด้วย K^+

ที่มา: Food Network Solution (2007-2020)

2.3.4.2 Lota-carrageenan มีจำนวนกลุ่มซัลเฟต มากกว่า kappa ประมาณ 25-50% ทำให้ความไวต่อโพแทสเซียมไอออนลดลง มีผลทำให้ได้เจลที่อ่อนนุ่ม และยืดหยุ่นกว่า kappa-carageenan และทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายในน้ำแข็งได้ดีกว่า (ภาพที่ 2.4)

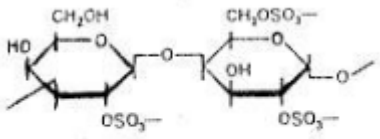


Iota

ภาพที่ 2.4 Lota-Caragenan

ที่มา: Food Network Solution (2007-2020)

2.3.4.3 Lambda-carrageenan มีกลุ่มซัลเฟต ทั้งที่ตำแหน่งที่ 2 และ ที่ตำแหน่งที่ 6 และไม่เกิดการปิดวง ที่คาร์บอนตำแหน่ง 3 และ 6 จึงมีผลทำให้ไม่มีสมบัติในการเกิดเจล (gel) (ภาพที่ 2.5)



Lamda

ภาพที่ 2.5 Lamda-Caragenan

ที่มา: Food Network Solution (2007-2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การโฮโมจีไนซ์

เป็นการทำให้ของเหลวที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ให้รวมเป็นอิมัลชัน (emulsion) ไม่แยกชั้น โดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer) เพื่อทำให้เม็ดอนุภาคไขมันแตก และลดขนาดของเม็ดไขมันให้มีขนาดเล็กลง โดยเฉลี่ยเล็กกว่า 1 ไมครอน เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดไขมันเกิดการรวมตัวกันเป็นชั้นของครีม (cream) และทำให้ส่วนผสมต่างๆ ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดเนียน (Food Network Solution, 2010-2020)

2.5 การฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heat Treatment) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ รวมถึงเอนไซม์ต่างๆที่ไม่ต้องการให้มีอยู่ในนม เช่น เอนไซม์ไลเปส ที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในนม ฯลฯ ตลอดจนช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มให้ยาวนานขึ้น การฆ่าเชื้อจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงไรนั้น (Milky Milk, 2012) ขึ้นอยู่กับกระบวนการฆ่าเชื้อที่ผู้ผลิตเลือก ซึ่งจะมีด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่ การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) การสเตอริไลส์ (Sterilization) และกระบวนการยูเอชที (Ultra High Temperature)

2.5.1 การพาสเจอไรซ์

คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภค (Food Network Solution, 2010-2020)

2.5.2 กรรมวิธีพาสเจอไรซ์ เป็นการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟอสฟาเทส (phospatase) โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

2.5.2.1 ใช้ความร้อนต่ำ - เวลานาน (LTLT: Low Temperature - Long Time) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า (สมโภช เปลี่ยนบางยาง, 2563)

2.5.2.2 ใช้ความร้อนสูง - เวลาสั้น (HTST: High Temperature - Short Time) ด้วยระบบการฆ่าเชื้อแบบต่อเนื่อง (in-line pasteurization) โดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า (สมโภช เปลี่ยนบางยาง, 2563)

2.5.2.3 อุณหภูมิและเวลาที่ให้ผลในการฆ่าเชื้อได้เทียบเท่ากับการใช้ความร้อนต่ำ และการใช้ความร้อนสูง แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า (Food Network Solution, 2010-2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 คุณค่าทางโภชนาการของนม

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของนมโคและผลิตภัณฑ์พบว่าน้ำนมโคเป็นของเหลวที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ส่วนประกอบของน้ำนมโคแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ ส่วนประกอบที่มีปริมาณมาก ได้แก่ น้ำ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุต่างๆ และส่วนประกอบที่มีปริมาณน้อย เช่น เอนไซม์ วิตามินต่างๆ เป็นต้น โดยที่ในน้ำนมโค จะมีน้ำประมาณร้อยละ 82-90 สำหรับปริมาณไขมันจะมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.9 แต่มีค่าแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ อาหาร ฤดูกาล เป็นต้น คาร์โบไฮเดรตที่พบในน้ำนมจะเป็นน้ำตาลแลคโตส นับเป็นส่วนของของแข็งที่มีมากที่สุดและ มีปริมาณค่อนข้างคงที่ โดยจะมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสร้อยละ 4.4-5.2 อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลแลคโตสก็คือ สภาวะของเต้านม ถ้าเต้านมอักเสบจะมีผลทำให้เกลือคลอไรท์ในน้ำนมเพิ่มขึ้น และน้ำตาลแลคโตสลดลง น้ำตาลแลคโตสนี้มีความสำคัญต่อกระบวนการหมักและการบ่มของผลิตภัณฑ์นม ทั้งยังเป็นตัวช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม นอกจากนี้ยังช่วยลดการเกิดกลิ่นและสีเนื่องจากเกิดการไหม้ในผลิตภัณฑ์นมที่ต้องใช้ความร้อนสูง สำหรับโปรตีนในน้ำนมโคที่สำคัญคือ เคซีน (Casein) ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมด ส่วนแร่ธาตุต่างๆในน้ำนมนับเป็นแร่ธาตุที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย แร่ธาตุที่พบมากในน้ำนม ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ปริมาณแร่ธาตุต่างๆจะแปรปรวนไปตามฤดูกาล ระยะการหลั่งน้ำนม และสถานที่ นอกจากนี้ในน้ำนมมี วิตามินเกือบทุกชนิดทั้งที่ละลายในไขมันและละลายในน้ำ วิตามินที่พบมาก ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอาซิน และวิตามินซี (ทองยศ อเนกะเวียง, 2557)

ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์จะเห็นว่าน้ำนมโคเป็นอาหารที่มีโภชนาการสูงมาก และเมื่อดื่มนมวันละ 1 ลิตร จะสามารถตอบสนองความต้องการของวัยรุ่นและเด็กได้ในระดับดีมาก สำหรับแร่ธาตุและวิตามินประเภท แคลเซียม ฟอสฟอรัส และไรโบฟลาวิน ในเกณฑ์ดีสำหรับโปรตีน วิตามินเอ และไทอามีน และตอบสนองความต้องการระดับปานกลาง (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

2.7 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

เป็นกรรมวิธีที่ควบคุมอุณหภูมิของอาหารไว้ระหว่าง -1 ถึง 8 องศาเซลเซียส เพื่อลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารสดหรืออาหารแปรรูป วิธีนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุด ทำให้ผู้บริโภคมองว่าอาหารแช่เย็นเป็นอาหารที่ “สด” และเป็นอาหาร “สุขภาพ” มักมีการใช้วิธีการแช่เย็นควบคู่กับกรรมวิธีแปรรูปอื่นๆ เช่น การหมัก การฉายรังสี หรือการพาสเจอไรซ์ เพื่อยืดอายุให้กับอาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ไม่รุนแรง (Food Network Solution, 2010-2020)

2.7.1 การหาอายุการเก็บ (shelf life evaluation) เป็นการประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ที่ผ่านการหีบห่อแล้ว ณ อุณหภูมิหนึ่งไม่เพียงแต่ใช้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์แต่ยังใช้ข้อมูล จากกระบวนการและบรรยากาศที่ผลิตภัณฑ์ผ่านการแปรรูป การที่คุณภาพของอาหารลดลงหรือเกิดการเสื่อมเสียของอาหารขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง ทางด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ การทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารมี 2 วิธีคือ (งามทิพย์, 2550)

2.7.1.1 การทดสอบในสภาวะปกติ เป็นการเก็บผลิตภัณฑ์ทดสอบไว้ที่สภาวะควบคุมปกติ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะๆ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับ กำหนดอายุการเก็บตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับ เป็นอายุการเก็บ ของผลิตภัณฑ์นั้น

2.7.1.2 การทดสอบในสภาวะเร่ง เป็นการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่สภาวะควบคุมที่สามารถเร่งการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ความเข้มข้นของออกซิเจนสูงกว่าปกติ เป็นต้น สภาวะการเก็บเหล่านี้จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียเร็วขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบจึงสั้นลง จากนั้นนำ ค่าไปแปรผลเป็นอายุการเก็บที่สภาวะปกติ เช่น อาหารชนิดหนึ่งมีอายุการเก็บ 60 วันที่สภาวะปกติและ 15 วันที่สภาวะเร่ง ดังนั้น อายุการเก็บ 1 วันที่ สภาวะเร่งจะเท่ากับ 4 วันที่สภาวะปกติ

2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวัด วิเคราะห์และแปลความหมายของลักษณะผลิตภัณฑ์และอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรส การสัมผัส และการได้ยิน และวิเคราะห์ประมวลผลโดยใช้หลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้วัดความแตกต่างหรือความเหมือนของผลิตภัณฑ์ ใช้วัด คุณภาพหรือปริมาณของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (จิราภรณ์ บุราคร, 2560)

2.8.1 การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Preference or Affective Test)

เป็นวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ตัวแทนผู้บริโภคเป้าหมายเป็นผู้ทดสอบความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ การประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ (Preference Test) และการประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์ (Acceptance Test)

2.8.1.1 การประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ (Preference Tests) เป็นการประเมินความรู้สึกของผู้ทดสอบว่าชอบผลิตภัณฑ์หนึ่งมากกว่าอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยจะมีการประเมิน 2 วิธี ได้แก่ Paired Comparison Test และ Ranking Test ซึ่งในที่นี้หากต้องการเปรียบเทียบตัวอย่างเพื่อหาความคล้ายโดยรวม จึงใช้วิธีการ Ranking Test โดยผู้ทดสอบจะต้องเรียงลำดับความคล้ายของตัวอย่างประมาณ 3-6 ตัวอย่าง โดยมีสเกลการบอกความคล้ายคือ ลำดับที่ 1 = มีความคล้ายน้อยที่สุด ทั้งนี้การประเมินความรู้สึกจะวัดได้เฉพาะว่าชอบหรือคิดว่าคล้ายกับผลิตภัณฑ์ไหนมากกว่าอีกผลิตภัณฑ์ แต่จะไม่สามารถบอกได้ว่าชอบผลิตภัณฑ์นั้นมากน้อยแค่ไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 การประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์ (Acceptance Test) เป็นการประเมินความรู้สึกของผู้ทดสอบ (ผู้บริโภค) ว่าชอบผลิตภัณฑ์มากน้อยแค่ไหน แต่ส่วนใหญ่มักจัดรูปแบบทดสอบพร้อมกับสเกลกำหนดระดับความชอบ เช่น สเกลความพอใจ (Hedonic Scaling) และสเกลพอดี (Just about Right Scale) โดยการใช้ สเกลความพอใจ (hedonic scale) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดซึ่งรู้จักกัน ในอีกชื่อหนึ่งว่า degree of liking scale การใช้สเกลแบบฮีโดนิกนั้นจะอยู่บนหลักการที่ว่าความชอบของผู้บริโภคนั้นสามารถถูกจัดจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) ที่เกิดขึ้นสามารถใช้ สเกลแบบฮีโดนิก 9 จุด (9 – point hedonic scales) ได้ง่ายมากและการแปลผลก็กระทำ ได้ง่ายได้รับการ ยอมรับในการประเมินอาหารเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่อาหารอย่างแพร่หลาย สเกลแบบฮีโดนิกมีสเกลทั้งแบบตัวเลข (numerical hedonic scale) และแบบตัวหนังสือ (verbal hedonic scale) ซึ่งมี หลายระดับ เช่น 3 จุด 5 จุด 7 จุด และ9 จุด

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก Berger และคณะ (1996) ได้รวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตนมจากถั่วลิสงบดหรือพืชตระกูลถั่วที่คล้ายกัน มีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส การกระจายตัวของน้ำอัลมอนด์บางส่วนที่มีสัดส่วนของน้ำ 8:1 และผสมกับไฮโดรคอลลอยด์ที่มีความเสถียรประมาณ 0.1% เป็นระยะเวลานาน เพียงพอที่จะทำให้สารประกอบสามารถละลายได้ จากนั้นทำการบดในขั้นตอนที่ต้องการให้เป็นน้ำ, การปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงในการกำจัดเศษที่มีขนาดใหญ่พอที่จะสามารถตรวจจับด้วยลิ้นหรือเพดานของปาก โดยการรักษาอุณหภูมิสูงพิเศษ ที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันที่ความดัน 180,000 เฮกตาร์ต่อปาสคาล ในระหว่างการระบายความร้อน และบรรจุภัณฑ์ปลอดเชื้อของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับ

นอกจากนี้ ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วเหลืองผสมน้ำผักโขมและน้ำสับปะรด โดย ชมพูนุช เผื่อนพิภพ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาด้วยการใช้นมถั่วเหลืองพาสเจอรไรซ์พร้อมดื่มผสมน้ำผักจากผักโขมไทยและน้ำผลไม้จากสับปะรดพาสเจอรไรซ์ แบบ LTLT (Low Temperature Long Time) ที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากการวางแผนการทดลองวิธี Mixture design ได้สูตรระหว่าง(%)ของปริมาณนมถั่วเหลือง : ผักโขมไทย : น้ำสับปะรด 5 สูตรดังนี้ 70:10:20, 60:10:30, 50:20:30, 60:20:20 และ60:15:25 ทดลอง 2 ซ้ำพบว่าสูตรที่มีนมถั่วเหลือง60% ผักโขม 20% และน้ำสับปะรด20% ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดก้อนลิ่ม แต่เกิดตะกอนนอนที่ก้นภาชนะ จึงมีการศึกษาการใช้ปริมาณคาร์ราจีแนนเพื่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่ 3 ระดับ คือ0%, 0.02% และ0.04% ซึ่งมีการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าค่าที่ 0.02% ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนที่มากกว่า 6 (ชอบเล็กน้อย) และสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไวที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียสได้ เป็นเวลา 7 วัน โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมพบเชื้อ Staphylococcus aureus ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว คาpH 4.50±0.2 ปริมาณของแข็งที่ละลาย 6±1°Brix สีเหลืองอมเขียว ค่าสี 10 Y7/4 ไขมัน0%, เส้นใย 3.02%, โปรตีน 0.042% และเถ้า 0.17%

ต่อมา ได้มีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวจากรวงข้าวอ่อนผสมธัญพืช โดยสุภาวดี รอดศิริ และ พาขวัญ ทองรักษ์ (2555) ได้ใช้วิธีการศึกษาระยะรวงข้าวอ่อนที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการ ผลิตเครื่องดื่มน้ำนมข้าวยาคูผสมงา โดยทำการบีบเมล็ดข้าวที่มีอายุ 14, 16, 18 และ20 วัน (หลังจากวันออกดอก 50%) พบว่ารวงข้าวอ่อนที่มีปริมาณน้ำนมที่ดีที่สุด คือ 16 วัน และทำการศึกษาอัตราส่วนน้ำหนักน้ำ : รวงข้าวอ่อน (4:1, 5:1, 6:1, 7:1 และ8:1) และปริมาณน้ำตาล(1, 2 และ3 ช้อนโต๊ะ)โดยนำไปทดสอบแบบ Hedonic scale 9 point อัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดคือ น้ำ 400 กรัม : รวงข้าวอ่อน 100 กรัม : น้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ จากนั้นนำสูตรน้ำนมข้าวที่ได้มาศึกษาอัตราส่วนน้ำนม : น้ำงาที่เหมาะสม (60:40, 50:50 และ40:60) โดยนำไปทดสอบแบบ Hedonic scale 9 point สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ 60 : 40 (น้ำนม : น้ำงา) จากนั้นนำไปทดสอบแบบสำรวจผู้บริโภค พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวยาคูเมื่อนำไปศึกษาสมบัติทางกาย เคมี จุลินทรีย์ และอายุการเก็บรักษา พบว่าทางกายภาพ ค่า L* 26.73, a* -4.30 และb* 8.66 ผลิตภัณฑ์มีสีเขียวอ่อน ความข้นหนืด36 cp ที่อุณหภูมิ 22.5 องศาเซลเซียส คุณสมบัติด้านเคมี พบว่าน้ำนมข้าวยาคูผสมงา มีความชื้นร้อยละ 99.96 และโปรตีนร้อยละ 0.93 คุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์ ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา 3 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 1 วันที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เมล็ดกระบก (*Irvingia malayana*) จากจังหวัดอุบลราชธานี ประเทศไทย

3.1.2 สารเคมี

กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Sulfuric acid, H_2SO_4)

กรดบอริคเข้มข้น 2% (Boric acid, H_3BO_3)

คลอรีน (Chlorine, Cl2, AR grade, Merck, Germany)

คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate, $CuSO_4$)

น้ำกลั่น (Distilled water, Better Syndicate, Thailand)

ปิโตรเลียม อีเทอร์ 40-60% (Petrolium ether, $C_8H_{18,}$ AR grade, Leonid Chemicals, India)

สารละลายกรดเกลือ หรือกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N (Hydrochloric acid, HCl)

สารละลายอินดิเคเตอร์ เมทิลเรด 0.2% (Methyl Red Indicator, $C_{15}H_{15}N_3O_2$)

คาราจีแนน (Caragenan, Food additive, Philippines)

โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40% (Sodium hydroxide, NaOH)

โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate, K_2SO_4)

3.2 อุปกรณ์

กระชอนกรองกะทิ ขนาด 20 เซนติเมตร

กระทะ 36 เซนติเมตร (Seagull, Thailand)

ขวดแก้วบรรจุ ขนาด 280 มิลลิลิตร

เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Soxhlet Extraction (S306A7, Gerhardt, Germany)

เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Kjeldahl Method (Kjeltec, FOSS, Denmark)

เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย Fibertec System (FT122+FT121, FOSS, Denmark)

เตาเผาความร้อนสูง (L/LT, Nabertherm, Thailand)

ตู้อบลมร้อน (UF110, Memmert, Germany)

บีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร (Duran, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้าขาวบาง ขนาด 20 x 22 นิ้ว

หม้อสตูว์ทรงสูง 26 เซนติเมตร (Zebra, Thailand)

เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sharp, EM-SAVE1, Thailand)

เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (SI-234, Denver instrument, USA)

เครื่องปั่นเปียก (Philips, Thailand)

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate Analysis)

นำเมล็ดกระบกที่ได้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เมล็ดกระบกที่ปอกเปลือก และไม่ปอกเปลือก มาบดให้ละเอียด แล้ววิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.3.1.1 การวิเคราะห์ความชื้น นำถ้วยอลูมิเนียมเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2-3 นาที จากนั้นนำถ้วยอลูมิเนียมที่อบแล้ว ใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น และนำมาชั่ง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนไว้ ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ถ้วยอลูมิเนียม ให้ได้น้ำหนักประมาณ 3-5 กรัม และนำตัวอย่างอาหารเข้าตู้อบ โดยอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำตัวอย่างอาหารที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาชั่ง บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นนำเข้าตู้อบอีกครั้ง จนได้เวลาตามต้องการ ใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำมาชั่ง ทำซ้ำหลายๆครั้งจนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งต้องแตกต่างกันเกิน 0.003-0.005 กรัม ซึ่งน้ำหนักที่หายไปจะเป็นน้ำหนักของความชื้น

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(a-b)}{w} \times 100 \qquad (3.1)$$

a = น้ำหนักของอาหารก่อนอบแห้ง

b = น้ำหนักของอาหารหลังอบแห้ง

w = น้ำหนักของอาหารก่อนอบแห้ง

หรือ % ของวัตถุแห้ง (DM) = 100 - % ความชื้น

3.3.1.2 การวิเคราะห์เถ้า อบถ้วยกระเบื้องเคลือบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7-8 ชั่วโมง แล้ว นำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก และบันทึกไว้ จากนั้นชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3-5 กรัมใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ดูดควัน จนหมดควัน และนำไปเผาอีกครั้งในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7-8 ชั่วโมง จนเถ้าเป็นสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือสีเทา เมื่อครบเวลารอให้เตาเผาเย็น คีบถ้วยกระเบื้องเคลือบเข้าโถดูดความชื้น เมื่อตัวอย่างอาหารเย็นแล้ว นำออกมาชั่ง และบันทึกผล

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(b-a)}{w} \times 100 \qquad (3.2)$$

a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบ

b = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบกับน้ำหนักของเถ้าภายหลังการเผา

w = น้ำหนักของอาหารก่อนเผา

3.3.1.3 การวิเคราะห์ไขมัน อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นชั่งตัวอย่างที่ทำการอบไล่ความชื้นแล้วบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ถ้าตัวอย่างมีไขมันมาก ให้ชั่ง 5-10 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง (Thimble) นำหลอดใส่ตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ เติมตัวทำละลาย (ปิโตรเลียมอีเทอร์) ในบีกเกอร์ประมาณ 140-180 มิลลิลิตร หรือจนท่วมตัวอย่าง ประกอบชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำเย็นหล่ออุปกรณ์ควบแน่น เปิดเครื่องปั๊มลม และเปิดเครื่องควบคุมความร้อน ใช้เวลาในการสกัดไขมันประมาณ 1 ชั่วโมง (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณไขมันในตัวอย่าง) หรือเมื่อทำการสกัดไขมันตามโปรแกรมของเครื่องเสร็จสมบูรณ์ เมื่อครบเวลานำบีกเกอร์มาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาทีเพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก และนำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100 \qquad (3.3)$$

$$\text{หรือ } \% \text{ ไขมัน} = \frac{b-a}{w} \times 100 \qquad (3.4)$$

เมื่อ b = น้ำหนักบีกเกอร์รวมไขมัน

a = น้ำหนักบีกเกอร์

w = น้ำหนักตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 การวิเคราะห์โปรตีน ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.5-5 กรัม โดยชั่งด้วยกระดาษกรองที่ไม่มีสารไนโตรเจน (ใช้กระดาษกรอง Whatman 541) ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ในหลอดย่อยโปรตีน

ขั้นตอนการย่อย (digestion) เติมสารเร่งรวม 10 กรัม เพื่อเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อย เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำไปประกอบเข้ากับเครื่องย่อย โดยในครั้งแรกให้ใช้ความร้อนต่ำ (350 องศาเซลเซียส) จนกระทั่งเดือด แล้วจึงเพิ่มความร้อนให้สูงขึ้น (380-400 องศาเซลเซียส) จนกระทั่งสารละลายในหลอดย่อยโปรตีน มีสีเขียวใส ปิดไฟเอา หลอดย่อยออกจากเครื่องย่อย แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่น (*distillation)* เตรียมกรดบอริคเข้มข้น 2% โดยใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร ปริมาณ 60 มิลลิลิตร แล้วหยดอินดิเคเตอร์ลงในกรดบอริค 1-2 หยด ต่อจากนั้นนำไปวางที่เครื่องกลั่นโปรตีน โดยให้ปลายของหลอดแก้วที่ต่อจากกระบอกแก้วควบแน่นของเครื่องกลั่นโปรตีน จุ่มอยู่ในกรดบอริค ต่อหลอดย่อยโปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น

ขั้นตอนการไตเตรท (titration) นำขวดรูปชมพู่ (จากขั้นตอนการกลั่น) มาไตเตรทด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 หรือ 0.1 N จนถึงจุดยุติ (end point) หากใช้เมทธิลเรด เป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน แต่หากใช้อินดิเคเตอร์รวม สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอ่อน โดยดูจุดยุติจะสังเกตสีได้ชัดเจน จดปริมาตรกรดหรือด่างไว้เพื่อคำนวณต่อไป หมายเหตุ ในการวิเคราะห์โปรตีนแต่ละครั้ง ควรทำตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ (blank) ด้วย โดยไม่ใส่ตัวอย่าง แต่ใส่สารเคมีเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(A-B)\times N\times 14\times 100}{w\times 1000} \qquad (3.5)$$

เมื่อ A = ปริมาตรกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = ปริมาตรของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = เป็นความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก เป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (กรัม)

3.3.1.5 การวิเคราะห์เยื่อใย มีจุดอ่อนบางประการ คือส่วนที่เป็น โครงสร้างของพืชเช่น เพคติน เฮมิเซลลูโลส และลิกนินบางส่วนอาจละลายมาอยู่ในส่วนของ NFE ทำให้ค่าที่ได้ไม่ถูกต้องนัก จึงนิยมใช้การวิเคราะห์โดยวิธี Detergent method หรือที่เรียกว่าวิธีการวิเคราะห์แบบ Forage fiber analysis แทน

3.3.1.6 การคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Nitrogen Free Extract, NFE) หรือการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในตัวอย่าง โดยทั่วไปคำนวณจากผลต่างของน้ำหนักแห้ง กับปริมาณองค์ประกอบส่วนที่เป็นโปรตีน ไขมันและเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = น้ำหนักแห้ง – (โปรตีน + ไขมัน + เถ้า) (3.6)

Nitrogen Free Extract (NFE) ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งได้แก่แป้ง และน้ำตาล แต่อาจมีส่วนของเฮมิเซลลูโลส และลิกนินปนอยู่บ้าง ค่านี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์โดยตรงแต่ได้จากการคำนวณโดยนำค่าทั้งหมดมาหักออกจากค่าของวัตถุแห้ง ดังสูตร

% NFE = (% วัตถุแห้ง - % เถ้า - % โปรตีน - % ไขมัน - % เยื่อใย) (3.7)

3.3.2 ขั้นตอนการทำน้ำนมกระบก

3.3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง นำเมล็ดกระบกไปล้างน้ำให้สะอาด และทำให้สะเด็ดน้ำ

ภาพที่ 3.1 เมล็ดกระบก

3.3.2.2 การคั่ว วางกระทะบนเตาแก๊ส โดยใช้ไฟอ่อน อุณหภูมิของกระทะที่ใช้ในการคั่ว 200 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการคั่วคือ 5 และ10 นาที โดยพักทิ้งไว้รอให้เย็น และนำมาแกะเปลือกออก

ภาพที่ 3.2 เมล็ดกระบกที่นำไปคั่วในระยะเวลา 5 และ 10นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองคั่วเมล็ดกระบกที่ระยะเวลาต่างกัน เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำนมกระบก จากการทดลองได้ทำการเลือกระยะเวลาของการคั่วที่ 10 นาที เนื่องจากกลิ่นและสีของน้ำนมเมล็ดกระบกที่ได้จากการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้มากกว่าการคั่วระยะเวลา 5 นาที เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเมล็ดกระบกที่ไม่คั่ว

3.3.2.3 แบบไม่คั่ว นำเมล็ดกระบกที่ทำการเตรียมไว้แล้ว มาแกะเปลือกออกให้หมด ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า

ภาพที่ 3.3 เมล็ดกระบกคั่ว แกะเปลือก

ภาพที่ 3.4 เมล็ดกระบกไม่คั่ว แกะเปลือก

3.3.3 การเตรียมน้ำนมเมล็ดกระบก

3.3.2.1 นำเมล็ดกระบกที่ได้จากการแกะเปลือก แบบคั่วและไม่คั่วไปทำการปั่นด้วยเครื่องปั่นเปียก โดยเติมน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 (น้ำ : เมล็ดกระบก) ปั่นด้วยความเร็วสูง นาน 5 นาที ชมพูนุช และคณะ (2557) จากนั้นนำมาคั้นและทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง และกระชอน

ภาพที่ 3.5 ปั่นด้วยความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยเตรียมคาร์ราจีแนน ซึ่งดูจากสัดส่วนที่คั้นออกมาได้และใช้ในการเติมลงในนมกระบก ปริมาณคาร์ราจีแนนที่ใช้คือ 0.12% นำคาร์ราจีแนนไปละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ชมพูนุช และคณะ (2557) ก่อนการผสมในนมกระบก จากนั้นปั่นผสมต่อด้วยความเร็วสูง นาน 5 นาที หรือจนกว่าละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นนำส่วนที่ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้ว มาทำการกรองผ่านกระชอนอีกครั้ง

ภาพที่ 3.6 การกรองกาก และคั้นน้ำนมกระบก

3.3.4 การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์

3.3.4.1 นำน้ำกระบกที่ได้จากการเตรียม ทำการพาสเจอร์ไรซ์แบบ LTLT ที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

ภาพที่ 3.7 พาสเจอไรซ์น้ำนมกระบก แบบLTLT

3.3.4.2 นำขวดแก้วและฝาที่ใช้ในการบรรจุ ลวกด้วยน้ำ(เดือด)ที่อุณหภูมิ 100±5 องศาเซลเซียส ก่อนใช้ในการบรรจุเพื่อฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.8 ฆ่าเชื้อภาชนะที่จะบรรจุ

3.3.5 การบรรจุ

3.3.5.1 บรรจุลงในขวดแก้วขณะร้อนพร้อมปิดฝา และนำไป Cooling ด้วยน้ำเย็น 30 วินาที

ภาพที่ 3.9 น้ำนมกระบก

3.3.6 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำนมกระบก (Shelf life)

นำผลิตภัณฑ์หลังจากทำเสร็จใหม่บรรจุลงในภาชนะปิดสนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมาตรวจสอบโดยการสังเกตการณ์เสื่อมเสียจากลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ว่ามีการเกิดฟองและการตกตะกอน กลิ่น และสีเปลี่ยนแปลงหรือไม่

3.3.7 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

ในแต่ละชนิดของน้ำนมกระบกที่ทำการทดสอบความคล้ายหรือความใกล้เคียงของผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี Ranking test ทำการเสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้ทดสอบเรียงลำดับความคล้ายของตัวอย่างซึ่งเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยคะแนน 4 หมายถึง มีความใกล้เคียงมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่มีความใกล้เคียง ในคุณลักษณะด้านความเป็นไปได้ของน้ำนมกระบก และความคล้ายโดยรวม โดยนำผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดมาเทียบกับตัวอย่างน้ำนมกระบกทั้ง 4 แบบ จากนั้นนำตัวอย่างน้ำนมกระบกทั้ง 4 แบบมาประเมินความชอบด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชอบมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

3.3.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลอง โดยทำการทดลอง 2 ครั้ง กรณี Ranking test วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Friedman's test และเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างโดยใช้ LSD_{rank} กรณี Hedonic Scale test วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT) ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น p value ≤ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมจากเมล็ดกระบก เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของปริมาณสารไฮโดรคอลลอยด์ในน้ำนมกระบก โดยได้ทำการศึกษาเมล็ดกระบกที่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ แบบคั่วแกะเปลือก และแบบไม่คั่วแกะเปลือก ซึ่งได้ถูกเปรียบเทียบในเรื่องของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เพื่อให้ได้ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ในการหาองค์ประกอบทางเคมีจึงเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบหลักในอาหาร (Proximate Analysis) เนื่องจากสามารถระบุถึงองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดกระบกได้อย่างครบถ้วน

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบก

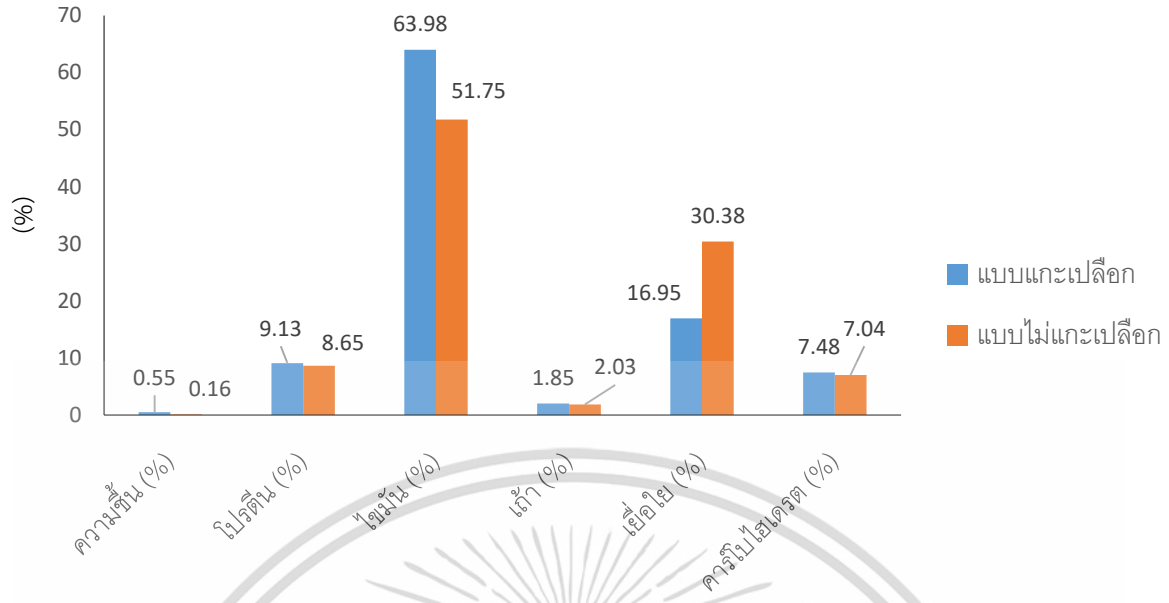
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบกทั้ง 2 แบบ คือ แบบปอกเปลือก และแบบไม่ปอกเปลือก แสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ความชื้นของเมล็ดกระบกแบบปอกเปลือก และแบบไม่ปอกเปลือกมีค่าเท่ากับ 0.55±0.05 และ 0.16±0.03 ตามลำดับ เมล็ดกระบกแบบปอกเปลือกมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเท่ากับ 9.13±0.92, 63.98±1.23, 2.03±0.08, 16.95±1.07 และ 7.48±0.29 ตามลำดับ ส่วนเมล็ดกระบกแบบไม่ปอกเปลือกมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเท่ากับ 8.65±0.84, 51.75±1.17, 1.85±0.03, 30.38±1.16 และ 7.04±0.35 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบกแบบปอกเปลือก และแบบไม่ปอกเปลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	แบบแกะเปลือก	แบบไม่แกะเปลือก
ความชื้น (%)	0.55±0.05	0.16±0.03
โปรตีน (%)	9.13±0.92	8.65±0.84
ไขมัน (%)	63.98±1.23	51.75±1.17
เถ้า (%)	1.85±0.03	2.03±0.08
เยื่อใย (%)	16.95±1.07	30.38±1.16
คาร์โบไฮเดรต (%)	7.48±0.29	7.04±0.35

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกระบก

4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำนมกระบก

ผลจากการนำผลิตภัณฑ์ที่ทำฆ่าเชื้อเสร็จใหม่บรรจุลงในภาชนะขวดแก้วที่ปิดสนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 7 วัน และตรวจสอบการเสื่อมเสียจากลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าภายในภาชนะขวดบรรจุน้ำนมกระบกที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นวันแรกไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่หลังจากวันที่สี่น้ำนมกระบกที่อุณหภูมิตู้เย็นเกิดฟองอากาศ และมีการแยกชั้นเพิ่มขึ้น สีขาวขุ่นปกติ แต่เริ่มมีกลิ่นเหม็นหืนของเมล็ดกระบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ลักษณะปรากฏของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบกในตู้เย็นระยะเวลา 7 วัน

ตัวอย่าง	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะทางกายภาพ		
		สี	กลิ่น	ลักษณะทั่วไป
1	1	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นคล้ายนมอัลมอนด์ผสมกระบกอ่อนๆ	ปกติ
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นคล้ายนมอัลมอนด์	ปกติ
3		สีขาว	กลิ่นกระบกค่อนข้างแรง	ปกติ
4		สีขาวขุ่น	มีกลิ่นของกระบกชัดเจน	ปกติ
1	2	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นคล้ายนมอัลมอนด์อ่อนๆ	ปกติ
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นคล้ายนมอัลมอนด์	ปกติ
3		สีขาว	กลิ่นกระบกค่อนข้างข้างแรง	ปกติ
4		สีขาวขุ่น	มีกลิ่นของกระบกชัดเจน	ปกติ
1	3	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นนมผสมกระบก	มีการแยกชั้นบนผิวนม
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นนมผสมกลิ่นกระบกอ่อนๆ	มีการแยกชั้นบนผิวนมเล็กน้อยและเห็นการตกตะกอน
3		สีขาว	กลิ่นกระบกค่อนข้างแรง	มีการแยกชั้นบนผิวนม
4		สีขาวขุ่น	มีกลิ่นของกระบกชัดเจน	มีการแยกชั้นบนผิวนมมากและเห็นการตกตะกอน
1	4	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นคล้ายนมอ่อนๆ	ไม่มีการแยกชั้นแต่เริ่มมีฟองอากาศ
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นหอมเหมือนนม	มีฟองอากาศเกาะตามขวด
3		สีขาว	กลิ่นกระบกค่อนข้างแรง	มีการแยกชั้นบนผิวนมมากและเริ่มมีฟองอากาศ
4		สีขาวขุ่น	กลิ่นเหมือนนมแต่ติดกลิ่นกระบก	มีการแยกชั้นบนผิวนมและเห็นการตกตะกอน
1	5	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นกระบก	มีการแยกชั้นบนผิวนม
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นกระบกอ่อนๆไม่ฉุน	มีฟองอากาศเกาะตามขวด
3		สีขาว	กลิ่นกระบกค่อนข้างแรง	มีการแยกชั้นบนผิวนมเล็กน้อยและเห็นการตกตะกอน
4		สีขาวขุ่น	มีกลิ่นของกระบกชัดเจน	มีการแยกชั้นบนผิวนมมากและมีการจับตัวของนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะทางกายภาพ		
		สี	กลิ่น	ลักษณะทั่วไป
1	6	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นเหมือนนมแต่จางกว่า	มีการแยกชั้นบนผิวนมเล็กน้อย เห็นการตกตะกอน และมีฟองอากาศตรงการแยกชั้น
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นคล้ายนมผสมกระบก	มีฟองอากาศเกาะตามขวดเป็นจำนวนมาก และมีคราบฟอง
3		สีขาว	มีกลิ่นของกระบกชัดเจน	มีการแยกชั้นบนผิวนม และมีฟองอากาศเล็กน้อยตรงการแยกชั้น
4		สีขาวขุ่น	กลิ่นกระบกค่อนข้างแรง	มีการแยกชั้นบนผิวนมมาก และเห็นการตกตะกอน
1	7	สีคล้ายนมถั่วเหลือง	กลิ่นเหม็นหืนมาก	มีการแยกชั้นบนผิวนม มีฟองอากาศเกาะตามขวดเล็กน้อย และเกิดไขบริเวณผิวนมเล็กน้อย
2		สีคล้ายนมอัลมอนด์	กลิ่นเหม็นหืน	มีฟองอากาศเกาะตามขวด และเกิดไขบริเวณผิวนม
3		สีขาว	กลิ่นเหม็นหืน	มีการแยกชั้นบนผิวของนม และเกิดไขบริเวณผิวนมเล็กน้อย
4		สีขาวขุ่น	กลิ่นเหม็นหืน	มีการแยกชั้นบนผิวนมมาก

หมายเหตุ: ตัวอย่างที่ 1 น้ำนมกระบกแบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน, 2 น้ำนมกระบกแบบคั่ว ใส่คาร์ราจีแนน, 3 น้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน และ 4 น้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ใส่คาร์ราจีแนน

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างทั้ง 4 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 สูตรที่ 1 น้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน, สูตรที่ 2 น้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ใส่คาร์ราจีแนน, สูตรที่ 3 น้ำนมกระบกแบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน และสูตรที่ 4 น้ำนมกระบกแบบคั่ว ใส่คาร์ราจีแนน ทุกสูตรได้เป็นสารละลายสีขาวนวล มีการเกิดตะกอนในเนื้อสัมผัส และจากกการสังเกตลักษณะปรากฏพบว่าสูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสมีความเนียนมากสุดและมีการตกตะกอนน้อยกว่าสูตรที่ 1 2 และ4 เนื่องจากไขมันจับตัวกับโปรตีนในเมล็ดกระบก เกิดการรวมตัวเป็นก้อนและตกตะกอนเป็นเคริ์ด ซึ่งสูตรที่ 3 ไม่เกิดการรวมตัวเป็นก้อนและมีการตกตะกอนน้อยสุด จึงเลือกใช้สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการปรับปรุงความคงตัวของเนื้อสัมผัส โดยการใช้คาร์ราจีแนนที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์

4.3 ผลการทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก

ผลการทดสอบประเมินความชอบของน้ำนมกระบกที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านคุณลักษณะสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.3 ทุกคุณลักษณะของน้ำนมกระบกแบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนนได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (4 คะแนน) และน้ำนมกระบกแบบคั่ว ใส่คาร์ราจีแนนอยู่ในระดับไม่ชอบปานกลาง (3 คะแนน) ส่วนน้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน และแบบไม่คั่ว ใส่คาร์ราจีแนนได้รับคะแนนความชอบในทุกลักษณะอยู่ในระดับไม่ชอบปานกลาง ยกเว้นคุณลักษณะในด้านสีได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉยๆ ซึ่งในการผลิตเพื่อจำหน่ายควรมีการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบกทั้ง 4 แบบ

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	แบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน	แบบคั่ว ใส่คาร์ราจีแนน	แบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน	แบบไม่คั่ว ใส่คาร์ราจีแนน
สี	5.50±1.70^{ab}	5.70±1.12^{b}	5.67±1.58^{b}	4.73±2.27^{a}
กลิ่น	4.70±1.75^{a}	4.53±1.85^{a}	4.03±2.03^{a}	3.73±2.00^{a}
รสชาติ	3.70±1.56^{a}	3.60±1.77^{a}	3.23±1.91^{a}	3.17±1.97^{a}
เนื้อสัมผัส	4.87±1.72^{b}	4.63±2.03^{ab}	4.57±2.21^{ab}	3.63±2.66^{a}
ความชอบโดยรวม	4.13±1.57^{a}	3.90±1.75^{a}	3.53±2.00^{a}	3.23±2.08^{a}

$^{a-b}$ คะแนนเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คะแนนลำดับความคล้าย หรือใกล้เคียง (ranking test) ด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก เมื่อเปรียบเทียบกับนมอัลมอนด์ ตรา137 degrees

โดยเทียบกับนมอัลมอนด์ ตรา137 degrees	**คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**			
	แบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน	แบบคั่ว ใส่คาร์ราจีแนน	แบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน	แบบไม่คั่ว ใส่คาร์ราจีแนน
ความคล้าย	3.07 ± 1.23^{b}	2.50 ± 0.63^{ab}	2.20 ± 1.00^{a}	2.23 ± 1.33^{a}

$^{a-b}$ คะแนนเฉลี่ยของข้อมูลที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผลคะแนนลำดับความคล้ายหรือใกล้เคียง (ranking test) ด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำนมกระบก เมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณลักษณะโดยรวมกับนมอัลมอนด์ในท้องตลาดตรา137 degrees จะเห็นว่าน้ำนมกระบกแบบคั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน ได้คะแนนยอมรับความคล้ายทางคุณลักษณะโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด และคะแนนการยอมรับความคล้ายทางคุณลักษณะโดยรวมน้อยที่สุดคือ น้ำนมกระบกแบบไม่คั่ว ไม่ใส่คาร์ราจีแนน

จากการทดลอง พบว่าน้ำนมกระบกที่ทำการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ระดับผู้บริโภคไม่ชอบ เนื่องจากบางตัวอย่างมีกลิ่นหืน และมีรสชาติจืด อีกทั้งยังมีเนื้อสัมผัสที่เป็นไขเมื่อน้ำนมกระบกเย็นตัว จึงทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ดังนั้นควรมีการปรับปรุงแก้ไขเรื่องของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยอาจใช้วิธีการนำเมล็ดกระบกไปคั่วเพื่อลดกลิ่นหืนของตัวเมล็ดกระบก การแต่งกลิ่นหรือเติมความหวานให้กับรสชาติของน้ำนมกระบก และการนำไปผสมในนมเพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัส อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจระดับหนึ่งในส่วนของสีน้ำนมกระบก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าควรมีการนำไปแก้ไขหรือปรับปรุงสูตรเพื่อเพิ่มความเหมาะสมให้กับน้ำนมกระบกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการเตรียมเมล็ดกระบก ที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำนมกระบก พบว่าการนำเมล็ดกระบกไปคั่ว มีส่วนช่วยในการแกะเปลือกของเมล็ดกระบกได้ง่ายขึ้น และมีกลิ่นหอมมากกว่าเมล็ดกระบกที่ไม่นำไปคั่ว ในการผลิตน้ำนมกระบกพาสเจอร์ไรซ์พร้อมดื่ม โดยการใช้เมล็ดกระบกแบบไม่คั่วแกะเปลือก และเมล็ดกระบกแบบคั่วแกะเปลือกในอัตราส่วนผสมกับน้ำ 1:1 และคาร์ราจีแนนที่ 0.12% นำส่วนผสมมาปั่นผสมด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 5 นาที พาสเจอร์ไรซ์แบบ LTLT ที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติจืด ฝาด และมีความมันจากเมล็ดกระบก มีกลิ่นหอมจากการนำเมล็ดกระบกไปคั่ว เนื้อสัมผัสมีการตกตะกอนของน้ำนมเล็กน้อย ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี 5.70, ด้านกลิ่น 4.70, ด้านรสชาติ 3.70, ด้านเนื้อสัมผัส 4.87 และความชอบโดยรวม 4.13 มีคะแนนความคล้ายของน้ำนมกระบกเมื่อเปรียบเทียบกับนมอัลมอนด์ในท้องตลาดเท่ากับ 3.07 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำนมกระบก ผลจากการนำผลิตภัณฑ์ที่ทำเสร็จใหม่มาเก็บที่ภาชนะขวดแก้วที่ปิดสนิทเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน และตรวจสอบการเสื่อมเสียจากลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ภายในพบว่าน้ำนมกระบกที่เก็บในตู้เย็นโดยในวันแรกไม่พบการเปลี่ยนแปลง แต่หลังจากวันที่สี่เกิดการเสื่อมเสียโดยมีลักษณะการเกิดฟองและมีกลิ่นเหม็นหืน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรพัฒนารสชาติด้วยการผสมกับนมและเติมความหวาน เพื่อเพิ่มความเข้มข้นและรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก

5.2.2 ควรศึกษาปริมาณคาร์ราจีแนน เพื่อปรับปรุงความคงตัวของของเนื้อสัมผัส

5.2.3 ควรทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำนมกระบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การประยุกต์ใช้ Hydrocolloid (สำหรับผลิตภัณฑ์ เยลลี่ และวุ้น แยม และขนมหวาน ขนมขบเคี้ยว และซอส เครื่องดื่ม นม และเบเกอรี่ เนื้อสัตว์ และอาหารทะเล อิมัลชั่น และผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nfi.or.th/training-list-detail.php?id=292. 27 มิถุนายน 2563.

กลุ่มงานความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ กรมป่าไม้. "เม็ดกระบก ขนมขบเคี้ยวในป่าใหญ่". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.fbd.forest.go.th. 8 มิถุนายน 2563.

เกษตรพอเพียงดอทคอม. "สมุนไพรวันละต้น หมากบก". (newfarmer_53). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.kasetporpeang.com. 8 มิถุนายน 2563.

คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร. อ้างอิงใน: การสกัดน้ำมันจากเมล็ดกระบก, (พิเชษฐ เทบำรุง). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.natres.skc.rmuti.ac.th. 8 มิถุนายน 2563.

คุณค่าทางโภชนาการของนมพร้อมดื่ม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaikasetsart.com/คุณค่าทางโภชนาการของนม/. 10 มิถุนายน 2563.

งานประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. "ประโยชน์จากมะมื่น เพื่อเป็นสารช่วยทางยา อาหาร และเครื่องสำอาง". (ภกญ.รศ.ดร.พาณี ศิริสะอาด คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.prcmu.cmu.ac.th. 8 มิถุนายน 2563.

จิราภรณ์ บุราคร. การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสกับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร 4.0. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2560_65_205_p16-17.pdf. 27 มกราคม 2563.

ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์. อ้างอิงใน: หนังสือพรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เล่ม 3, ไม้ต้นในสวน Tree in the Garden2. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.qsbg.org. 8 มิถุนายน 2563.

ชมภูนุช เผื่อนพิภพ, นงเยาว์ ไชยทิพย์, สิรินทร์ เพ็ญประพัฒน์, และเกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วเหลืองผสมน้ำผักโขมและน้ำสับปะรด.

นภัสรพี หาญวัฒนา. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมถั่วเหลืองผสมกาแฟ. ครั้งที่1. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นมอัลมอนด์กับประโยชน์ต่อสุขภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.gourmetandcuisine.com/stories/detail/419. 15 มีนาคม 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุภาวดี รอดศิริ และพาขวัญ ทองรักษ์. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวจากรวงข้าวอ่อนผสมธัญพืช. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา.

วิศินี ศุภพิมล. 2558. การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไส้ขนมลูกชิดจากเศษเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกชิดเชื่อม. สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนดอยสะเก็ดวิทยาคม. "ต้นไม้ประจำโรงเรียน". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.doisaket.ac.th. 8 มิถุนายน 2563.

สุทธิวัฒน์ แซ่ฮ้อ, ณัฐพัฒน์ วัฒนกฤษฎา, ผาณิต ไทยยันโต และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผัก. ครั้งที่2. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.rspg.or.th. 8 มิถุนายน 2563.

อังคนาวรรณ สืบประดิษฐ์, จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร และปัทมา ระตะนะอาพร. ความเหมาะสมของชนิดสาหร่ายและชนิดรสชาติในการผลิตซอสสาหร่าย. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

A.P. Imeson. 2000. “Carrageenan”, In G.O. Phillips and P.A. Williams (ed.), Handbook of hydrocolloids, Wood head Publishing Limited, England.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis Of the AOAC. Washington D.C.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis of the AOAC. Maryland USA.

Food Network Solution, 2020. Homogenization. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0365/homogenization-การโฮโมจีไนซ์. 27 January 2020.

Food Network Solution, 2020. Hydrocolloid. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0375/hqydrocolloid-ไฮโดรคอลลอยด์. 27 January 2020.

Food Network Solution, 2020. Kjeldahl method. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2065/kjeldahl-method-วิธีเจลดาห์ล. 27 January 2020.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Food Network Solution, 2020. Pasteurized milk. [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3178/pasteurized-milk-นมพาสเจอร์ไรซ์. 27 January 2020.

Jacques Berger, Guiiaine Bravay, Martine Berger (1997). Almond Milk Preparation Process And Products Obtained. United States Paltent, US005656321A.

Milky Milk. 2555. ขั้นตอนการผลิตนมสด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/nisachonvv/home/naeana-ran. 27 มกราคม 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ก.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตู้อบลมร้อน (Hot Air oven)

ก.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

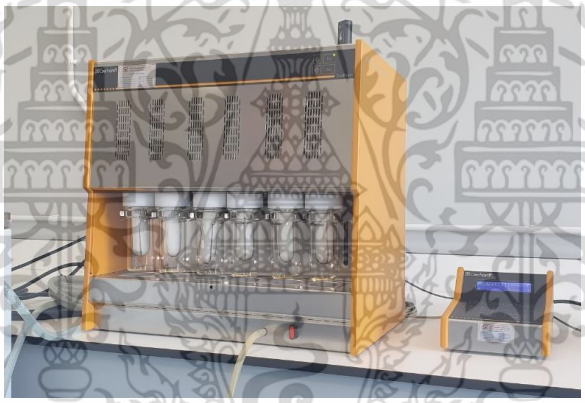
ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Protein Analyzer and Accessories)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ชุดสกัดซอกซ์เล็ต (Soxhlet apparatus)

ก.4 วิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย



เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย Fibertec System

ก.5 วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

เครื่องเผาเถ้า Muffle furnace

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ : น้ำนมกระบก **วันที่** _____

ชื่อผู้ทดสอบ _____

<u>ตอนที่1</u> แบบสอบถามวิธีเรียงลำดับความคล้ายหรือใกล้เคียงโดยรวมซึ่งเปรียบเทียบกับตัวควบคุม

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และเรียงลำดับความคล้ายหรือใกล้เคียงตามที่ท่านรู้สึก โดย 4=ใกล้เคียงมากที่สุด และ1=ใกล้เคียงน้อยที่สุด ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

	272	154	309	423
ลำดับความชอบ	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ _____

<u>ตอนที่2</u> แบบสอบถามวิธีการให้คะแนนความชอบ

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและประเมินตัวอย่างตามความชอบ โดยให้คะแนนดังนี้

สเกลความชอบ :

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

รหัสตัวอย่าง	272	154	309	423
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ธัญชนก โควิบูลย์ชัย
วัน เดือน ปี เกิด	27 กันยายน 2539
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบดินเดชา (สิงห์ สิงหเสนี), สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ พ.ศ. 2559 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	ฝึกงานที่บริษัท เนสเล่ท์ (ไทย) จำกัด
ผลงานวิจัย	-
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้