การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์

A STUDY ON THE PRODUCTION OF KHAO-MAK (SWEET FERMENTED RICE) FROM PURE MOLD CULTURE AND PRODUCTS DEVELOPMENT

จิรัชญา โตหนองหว้า

ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล

ลินดา ภูมิภิรมย์กุล

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์

A STUDY ON THE PRODUCTION OF KHAO-MAK (SWEET FERMENTED RICE) FROM PURE MOLD CULTURE AND PRODUCTS DEVELOPMENT

จัดทำโดย

จิรัชญา โตหนองหว้า รหัสนักศึกษา 58080086

ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล รหัสนักศึกษา 58080097

ลินดา ภูมิภิรมย์กุล รหัสนักศึกษา 58080130

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา ..... 29 / ก.ค. / 62

(ผศ.ดร.สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์
ชื่อนักศึกษา	จิรัชญา โตหนองหว้า รหัสนักศึกษา 58080086
	ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล รหัสนักศึกษา 58080097
	ลินดา ภูมิภิรมย์กุล รหัสนักศึกษา 58080130
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา

บทคัดย่อ

ข้าวหมากเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทย ทำจากข้าวเหนียว ในการทำข้าวหมากจะต้องใช้ลูกแป้งข้าวหมาก โดยมีเชื้อราสกุล *Mucor* spp., *Amylomyces* spp. ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์อะมิเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาล เรียกว่า น้ำต้อย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวหมากเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับอาหารหมักพื้นบ้านของไทย และทำให้คนรุ่นใหม่ได้รู้จักข้าวหมากมากขึ้น โดยในการทดลองมีการใช้กล้าเชื้อราบริสุทธิ์ *Amylomyces rouxii* ในรูปของทาเนะโคจิในการผลิตข้าวหมาก เพื่อให้ได้กระบวนการหมักมีประสิทธิภาพและลดปัญหาความไม่คงที่ของผลิตภัณฑ์ และสามารถลดการปนเปื้อนจากกล้าเชื้อตามธรรมชาติ หลังกระบวนการหมักเสร็จสิ้นใน 2 วัน จะได้น้ำต้อยที่มีปริมาณเพียงพอในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก เจลลี่ข้าวหมาก คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก โดยเปรียบเทียบกับคีเฟอร์น้ำมะพร้าว และนำน้ำข้าวหมากไปวิเคราะห์ค่าทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรด แลคติก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ทุกผลิตภัณฑ์จะผ่านการทดสอบโดยผู้ทดสอบชิม 30 คน จากผลการศึกษาพบว่า สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมากที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบนั้นประกอบด้วย สตรอเบอร์รีไซรัป 7 มิลลิลิตร น้ำข้าวหมาก 33 มิลลิลิตร และน้ำแข็ง 125 กรัม สำหรับเจลลี่ข้าวหมากได้ทำการศึกษา 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก ทำการศึกษาด้านเนื้อสัมผัส โดยมีปริมาณคาราจีแนนผสมบุกเป็นตัวแปรในการศึกษาขั้นตอนนี้ (ปริมาณคาราจีแนนผสมบุกทั้ง 3 สูตร เท่ากับ 3 5 และ 7 กรัม ตามลำดับ) และควบคุมปริมาณน้ำตาล (กรัม): กรดซิตริก (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) เท่ากับ 40: 1: 50: 150 ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าเจลลี่ข้าวหมาก ด้านเนื้อสัมผัสที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบนั้นคือ ปริมาณคาราจีแนนผสมบุก 5 กรัม ขั้นตอนที่ 2 ทำการศึกษาด้านรสชาติ โดยมีปริมาณน้ำตาล น้ำข้าวหมาก และน้ำดื่มเป็นตัวแปรในการศึกษาขั้นตอนนี้ (ปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) ทั้ง 3 สูตร เท่ากับ 40: 50: 150, 20: 100: 100, 30: 75: 125 ตามลำดับ) และควบคุมปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม): กรดซิตริก (กรัม) เท่ากับ 5: 1 จากผลการศึกษาพบว่าด้านรสชาติของเจลลี่ข้าวหมาก ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบนั้นคือ ปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) เท่ากับ 40: 50: 150 ในขั้นตอนที่ 3 ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเติมกากข้าวหมากลงในเจลลี่ข้าวหมาก โดยมีกากข้าวหมากเป็นตัวแปรในการศึกษาขั้นตอนนี้ (ปริมาณกากข้าวหมาก ทั้ง 3 สูตร เท่ากับ 10 15 และ 20 กรัม ตามลำดับ) และควบคุมปริมาณน้ำตาล (กรัม): กรดซิตริก (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) เท่ากับ 5: 40: 1: 50: 150 ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่า เจลลี่ข้าวหมากที่มีการเติมกากข้าวหมากไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ สำหรับคีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าวได้ทำการศึกษาทั้งหมด 3 ส่วน โดยส่วนแรกคือการนำไปศึกษาด้านเชื้อจุลินทรีย์ (แบคทีเรียแลคติกและยีสต์) จากผลการศึกษาพบว่า การเจริญของยีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณมากกว่ายีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก สำหรับคีเฟอร์น้ำมะพร้าวทำการศึกษาเช่นเดียวกับคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และจากผลการศึกษาพบว่าในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแลคติกใน คีเฟอร์น้ำมะพร้าว ส่วนที่ 2 คือการนำไปวิเคราะห์ค่าทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก และการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด่าง และส่วนที่ 3 คือการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยศึกษาระยะเวลาในการบ่มคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และคีเฟอร์น้ำมะพร้าวที่ 16, 20 และ 24 ชั่วโมง จากผลการทดสอบพบว่าทั้งคีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าวไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

คำสำคัญ: ข้าวหมาก คีเฟอร์น้ำ เจลลี่ สมูทตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Study on Production of Fermented Thai Rice Dessert from Pure Mold Culture and Products Development	
Student name	Jiratchaya Tonongwar	Student ID 58080086
	Nattaporn Ungrungruengkul	Student ID 58080097
	Linda Bhumbhiromkul	Student ID 58080130
Program	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology	
Year	2019	
Advisor	Asst. Prof. Dr. Soisuda Pornpukdeewattana	

ABSTRACT

Khao-Mak is a traditional Thai fermented food made from glutinous rice and Loog-pang. Loog-pang comprises of *Mucor* spp., *Amylomyces* spp. which can produce amylase enzymes to digest starch in glutinous rice into sugar. The purposes of the research were to develop products from fermented rice to enhance the value of Thai traditional fermented food and Khao-Mak will be known in the teenager's group. This experiment used pure mold culture in the Tane-Koji form to support the quality of the fermentation process reduced product instability and reduced contamination from natural microorganisms. After the fermentation process was completed in 2 days, the amount of sweet water (Sweet fermented rice juice) was sufficient to develop into products such as Khao-Mak strawberry smoothie, Khao-Mak jelly, Khao-Mak water kefir compared with coconut water kefir. After that, the sweet fermented rice juice was analyzed the chemical properties such as total soluble solids, total acidity, pH, and reducing sugar. The products were tested by 30 panelists. Khao-Mak strawberry smoothie was accepted by panelists consisted of 7 ml of strawberry syrup, 33 ml of sweet fermented rice juice, and 125 g of Ice. Khao-Mak jelly was studied in three steps. The first one was about the texture. The amount of carrageenan mixed with konjac was variable in this step (3 formulas were equal 3, 5 and 7 g, respectively) and control the amount of sugar, citric acid, sweet fermented rice juice (ml), and drinking water (ml). The results found that the texture of Khao-Mak jelly was accepted by panelists consisted of carrageenan mixed with konjac in 5 g. Step 2: Study on the taste with the amount of sugar (g), sweet fermented rice juice (ml), and drinking water (ml) were variable in this step and control the amount of carrageenan mixed with konjac and citric acid. The results

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

presented that the taste of Khao-Mak jelly was accepted by panelists consisted of sugar (g): sweet fermented rice juice (ml): drinking water (ml) at 40: 50: 150. Step 3: Study on Khao-Mak jelly with solids residue was variable in this step with 3 formulas at 10, 15 and 20 g, respectively and control the amount of sugar, citric acid, sweet fermented rice juice (ml), and drinking water (ml). The results showed that Khao-Mak jelly supplemented with solids residue was not accepted by the panelists. Sweet fermented rice kefir and coconut water kefir were studied in three parts. The first one studied on microorganisms (Lactic acid bacteria and yeast). The results that found the growth of yeast in sweet fermented rice kefir was higher than the yeast in grain. Coconut water kefir was studied as well as sweet fermented rice kefir. The results exhibited the growth of Lactic acid bacteria in kefir grain was higher than Lactic acid bacteria in coconut water kefir. Part 2 was analyzed the chemical values of sweet fermented rice water kefir and coconut water kefir including total soluble solids, amount of lactic acidity, and pH. Part 3 was sensory evaluation of sweet fermented rice water kefir and coconut water kefir. Sweet fermented rice kefir and coconut water kefir were incubated at 16, 20 and 24 hours for sensory evaluation. The results presented that both of sweet fermented rice kefir and coconut water kefir were not accepted by panelists.

Keywords: Khao-Mak, Water Kefir, Jelly, Smoothie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้ความรู้ คำปรึกษา และคอยดูแลในเรื่องการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึงการจัดหา เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ และการตรวจสอบในการแก้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบของ พระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดหากล้าเชื้อราบริสุทธิ์สำหรับการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนๆและนักวิทยาศาสตร์ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน รวมถึงผู้ที่ไม่ได้เอ่ยถึงที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

จิรัชญา โตหนองหว้า
ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล
ลินดา ภูมิภิรมย์กุล
27 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
ABSTRACT	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	viii
สารบัญภาพ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ข้าวหมาก	2
2.2 เชื้อรา	3
2.3 ข้าวเหนียว	5
2.4 คาราจีแนนและบุก	7
2.5 ซิตริก	10
2.6 คีเฟอร์น้ำ	12
2.7 น้ำมะพร้าว	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	17
3.2 อุปกรณ์	18
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	25
4.1 ผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ของกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ	25
4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำข้าวหมาก	25
4.3 ผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก	26
4.4 ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำ 36
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 47
เอกสารอ้างอิง 49
ภาคผนวก 52
ภาคผนวก ก 53
ภาคผนวก ข 66
ภาคผนวก ค 69
ประวัติผู้เขียน 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก	21
3.2	สูตรเจลลี่ข้าวหมากเพื่อประเมินความชอบด้านเนื้อสัมผัส	21
3.3	สูตรเจลลี่ข้าวหมากเพื่อประเมินความชอบด้านรสสัมผัส	22
3.4	สูตรเจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก	22
4.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวหมาก	26
4.2	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก	27
4.3	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก	29
4.4	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก	32
4.5	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก	35
4.6	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก	40
4.7	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว	45
ก.1	การเตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะเชื้อรา *Amylomyces* spp.	4
2.2	ต้นข้าวเหนียวสายพันธุ์เขี้ยวงู	6
2.3	เมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู	7
2.4	โครงสร้างของคาราจีแนน	8
2.5	บุก	9
2.6	สูตรโมเลกุลของกรดซิตริก	10
2.7	การผลิตกรดซิตริกโดย Glycolysis pathway	11
2.8	การใช้น้ำตาลชนิดต่างๆของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria)	13
2.9	องค์ประกอบของสารอาหารและพลังงานในน้ำมะพร้าว 100 กรัม	15
4.1	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก	27
4.2	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก โดยใช้คาราจีแนนและบุกในปริมาณที่แตกต่างกัน	30
4.3	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก	33
4.4	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก	36
4.5	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก	37
4.6	การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก	38
4.7	การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก	39
4.8	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก	41
4.9	องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว	42
4.10	การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว	43
4.11	การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว	44
4.12	ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว	46
ก.1	กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส	57
ก.7	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	60
ค.1	กล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิ และกล้าเชื้อคีเฟอร์	69
ค.2	ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิ	69
ค.3	ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิวันที่ 1 และผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิวันที่ 2	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ค.4	ผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก	70
ค.5	ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก; ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากเติมกากข้าวหมาก	71
ค.6	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก	71
ค.7	การขยายพันธุ์กล้าเชื้อคีเฟอร์	72
ค.8	ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และใช้เวลาหมักต่างๆ: ใช้เวลาหมัก 16 ชั่วโมง; ใช้เวลาหมัก 20 ชั่วโมง; ใช้เวลาหมัก 24 ชั่วโมง	72
ค.9	ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว และใช้เวลาหมักต่างๆ: ใช้เวลาหมัก 16 ชั่วโมง; ใช้เวลาหมัก 20 ชั่วโมง; ใช้เวลาหมัก 24 ชั่วโมง	73
ค.10	การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าว	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวหมากเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทย ทำจากข้าวเหนียวทั้งข้าวเหนียวธรรมดา และข้าวเหนียวดำ แต่ข้าวเหนียวดำมักไม่ค่อยพบบ่อยนัก ในการทำข้าวหมากจะต้องใช้ลูกแป้งข้าวหมาก ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแป้งครึ่งวงกลม สีขาวนวล น้ำหนักเบา ในลูกแป้งข้าวหมากจะมีเชื้อราสกุล *Mucor* spp., *Amylomyces* spp. ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์อะมิเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาล เรียกว่าน้ำต้อย และถ้าหมักไว้นานนับสัปดาห์จะมีกลิ่นเหล้าอ่อน ๆ เนื่องจากมียีสต์บางชนิดเช่น ยีสต์ในสกุล *Sacchacomyces* spp., หมักน้ำตาลในข้าวหมากเป็นแอลกอฮอล์ จึงควรเก็บข้าวหมากไว้ในตู้เย็นเมื่อหมักได้ที่แล้ว (ปราโมทย์, 2544)

ปัจจุบันข้าวหมากไม่เป็นที่นิยมในกลุ่มคนรุ่นใหม่มากนัก และยังหารับประทานได้ยาก ดังนั้นจึงมีแนวความคิดในการนำข้าวหมากมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น สมูทตี้ข้าวหมาก เจลลี่ข้าวหมาก คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าว เป็นต้น โดยใช้กล้าเชื้อราบริสุทธิ์ *Amylomyces rouxii* ในรูปของทาเนะโคจิในการผลิตข้าวหมาก เพราะการใช้ลูกแป้งซึ่งเป็นกล้าเชื้อราตามธรรมชาติอาจส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในลูกแป้งนอกจากเชื้อราและยีสต์ ก็ยังมีเชื้ออื่นที่ปนเปื้อนและไม่จำเป็นต่อกระบวนการหมักอีกด้วย (ธัญวรรณ, 2558)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส และกลูโคอะมิเลสในทาเนะโคจิที่เตรียมจากเชื้อรา *Amylomyces rouxii*

1.2.2 เพื่อนำข้าวหมากไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่ สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก เจลลี่ข้าวหมาก คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และคีเฟอร์น้ำมะพร้าว

1.2.3 เพื่อศึกษาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสมูทตี้ข้าวหมาก เจลลี่ข้าวหมาก คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และคีเฟอร์น้ำมะพร้าว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถนำข้าวหมากมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวหมาก

1.3.2 ทำให้คนรุ่นใหม่ที่ไม่รู้จักหรือไม่ชอบรับประทานข้าวหมาก หันมารับประทานและสนใจข้าวหมากมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวหมาก

2.1.1 ประวัติข้าวหมาก

ขาวหมากเปนขนมไทยที่เกิดจากภูมิปญญาของคนโบราณ มีรสหวานและมีกลิ่นหอม สมัยก่อนคนไทยนิยมรับประทานเพื่อบำรุงรางกาย บำรุงโลหิต และบำรุงกำลัง ขาวหมากทำจากขาวเหนียวนึ่งผสมกับลูกแป้งนำมาหมักเพียง 2-3 วัน สามารถรับประทานไดทั้งเด็กและผูใหญ่ (อรุณ และคณะ, 2555) ซึ่งลักษณะของลูกแป้งข้าวหมาก จะมีลักษณะเป็นก้อนแป้งครึ่งวงกลม สีขาวนวล น้ำหนักเบา ในลูกแป้งข้าวหมากจะมีเชื้อราสกุล *Mucor* spp., *Amylomyces* spp. ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์อะมิเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาลหรือน้ำหวานที่ได้จากการย่อยข้าวเหนียวเรียกว่า น้ำต้อย มีความหวานประมาณ 30-40 องศาบริกซ์ โดยในระยะแรกชวงวันที่ 1 และ 2 น้ำตอยยังไมคอยหวานจัดเพราะแปงยังถูกยอยไมสมบูรณจะเริ่มหวานจัดประมาณวันที่ 3 และถ้าหมักไว้นานนับสัปดาห์ก็จะมีกลิ่นแอลกอฮอล์อ่อนๆ จากเชื้อยีสต์สกุล *Sacchacomyces* spp. ซึ่งจะทำหน้าที่หมักน้ำตาลในข้าวหมากเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ นอกจากนั้นในข้าวหมากยังมีแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตกรดแลคติก แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกจัดเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติกส์ (probiotics) จะทำหน้าที่เปลี่ยนสารอาหารบางชนิดให้เป็นกรดแลคติกทำให้อาหารมีรสเปรี้ยว และสร้างสารให้กลิ่นในข้าวหมาก (เมทินี และคณะ, 2556)

2.1.2 ประโยชน์ของข้าวหมาก

ข้าวหมากมีรสหวานจากธรรมชาติ คือเชื้อราในลูกแป้งย่อยแป้งให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ร่างกายนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องย่อยก่อนเหมือนน้ำตาลทราย ทำให้เมื่อรับประทานข้าวหมากแล้วจะรู้สึกสดชื่น เพราะได้น้ำตาลไปให้พลังงานกับร่างกายอย่างรวดเร็ว อีกทั้งแป้งที่ยังเหลือจากการย่อยก็สามารถให้พลังงานแก่ร่างกายได้เช่นเดียวกับการรับประทานข้าวตามปกติ และยังมีวิตามินต่างๆ จากข้าวอีกด้วย (เจริญ, 2547) นอกจากนี้ข้าวหมากจะประกอบไปด้วยสารอาหารกลุ่มของวิตามินบี ช่วยในเรื่องบำรุงประสาท ทำให้มีระบบความจำที่ดีขึ้น ลดอาการความจำเสื่อมได้ เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันภายในร่างกาย ทำให้ร่างกายแข็งแรง ไม่เป็นหวัดได้ง่าย ทำให้ระบบย่อยอาหารได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากมีจุลินทรีย์เข้าไปช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย ระบบขับถ่าย ลดอาการท้องผูก และแก้อาการท้องเสีย จุลินทรีย์จะเข้าไปช่วยเพิ่มปริมาณกากใยของอาหารมากขึ้น ช่วยในการควบคุมระบบไขมัน เพิ่มการดูดกลับไขมันออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกาย ทำให้ไม่มีภาวะไขมันในเลือดสูง และใช้เป็นทางเลือกสำหรับคนที่แพ้นมไม่สามารถดื่มนมได้ ก็สามารถกินข้าวหมากแทนได้เหมือนกัน (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, 2561)

2.2 เชื้อรา

2.2.1 ความหมายของเชื้อรา

ราหรือเชื้อรา (mold หรือ mould) คือ จุลินทรีย์ในกลุ่มฟังไจ (fungi) ราเจริญได้ในภาวะที่มีอากาศเท่านั้น (obligate aerobe) จึงพบการเจริญของราบริเวณผิวหน้าของอาหาร ราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) แต่ในอุตสาหกรรมอาหารก็นำรามาใช้ ประโยชน์โดยอาศัยการหมัก (fermentation) เช่น ซีอิ้ว (fermented soy sauce) เต้าเจี้ยว มิโซะ เนยแข็ง เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2553)

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของเชื้อรา (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2553)

2.2.2.1 เซลล์เป็นแบบยูแคริโอต (eukaryotic cell) (มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส) ในหนึ่งเซลล์อาจมีมากกว่าหนึ่งนิวเคลียส

2.2.2.2 ราสร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrope) ไม่มีคลอโรฟิลล์ ต้องได้รับพลังงานและสารอาหารจากแหล่งอาหารอื่นด้วยการออกซิไดส์สารอินทรีย์ดูดซับสารจากสิ่งแวดล้อมหรือเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นปรสิต หรือ symbionts

2.2.2.3 ผนังเซลล์ประกอบด้วย เซลลูโลส (cellulose) (พบเฉพาะใน zygomycota) หรือ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) หรือ ไคทิน (chitin)

2.2.2.4 รามีลักษณะเป็นเส้นใย หรือไฮฟา (hypha) เส้นใยของรา มีหน้าที่ยึดติดกับอาหารและสืบพันธุ์ รวมทั้งสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ คือสปอร์ (spore) เส้นใยของเชื้อราแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1.เส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น (non septate hyphae) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อ ภายในมีนิวเคลียส และไซโตพลาสซึมกระจายอยู่ทั่วไป 2.เส้นใยแบบมีผนังกั้น (septate hyphae) ภายในเส้นใยมีผนังกั้น เส้นใยของเชื้อรามีสีต่างๆ เช่น ขาว เขียว เหลือง แดง ฟ้า เส้นใยที่อยู่รวมกันเป็นกระจุกหรือกลุ่มเส้นใย เรียกว่า ไมซีเลียม (mycelium) กลุ่มของไมซีเลียมที่เจริญบนผิวหน้าของอาหาร เรียกว่า โคโลนี (colony) สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2.2.3 *Amylomyces* spp.

Amylomyces เปนเชื้อราที่มีความสำคัญที่สุดในการทำขาวหมาก จัดอยู่ในพวก Mucorales เมื่อเลี้ยงบนอาหาร Synthetic Mucor Agar (SMA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เจริญไดอยางรวดเร็ว โคโลนีเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อภายใน 7 วัน เสนใยมีสีขาวจนถึงสีเทา ดังภาพที่ 2.1 และสามารถเจริญบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) และ Malt Extract Agar แตเจริญชากวามากบนอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Czapek's solution agar ลักษณะการเจริญบนอาหาร PDA เสนใยมีสีเทาน้ำตาลออนจนถึงสีขาว สราง sporangium ซึ่งไมมี sporangiospore หรือมี sporangiospore บางแตอยูในสภาพเปนหมัน sporangiospore ไมเจริญเปนเสนใยเหมือน *Rhizopus* ลักษณะที่สำคัญคือ ทุกสายพันธุจะสราง chlamydospore อยางมากในเสนใยบนผิวหนาและอากาศอาจเกิดเดี่ยวๆ หรือเปนหมูๆ ก็ได ลักษณะของ chlamydospore มีตางๆ กันจากรูปรางทรงกระบอกสั้นๆ รูปไข จนกระทั่งกลม มีขนาด ตั้งแต 127×60 µm เชื้อรา *Amylomyces* นี้ไมสามารถเจริญที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สวนมากจะเจริญไดดีที่ 40 องศาเซลเซียส (ลมภูริพล, 2555)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะเชื้อรา *Amylomyces* spp.

ที่มา: ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. *Amylomyces* spp. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://funcode.bcrc.firdi.org.tw/detail.jsp?fbid=FB000353. 2 กรกฎาคม 2562

2.2.4 การใช้กล้าเชื้อราบริสุทธิ์ในผลิตภัณฑ์หมักจากข้าว

จากงานวิจัย เรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตไวน์ข้าวโดยใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ *Amylomyces* sp. กล่าวว่าลูกแป้งนั้นประกอบด้วยเชื้อผสมของจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ เชื้อราและยีสต์ที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการหมัก และนอกจากนี้ยังมีเชื้อปนเปื้อนอื่นที่ไม่จำเป็นต่อกระบวนการหมัก ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของสาโท และอาจเกิดการเน่าเสียได้ ดังนั้นจึงเป็นการยากในการพัฒนามาตรฐานทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของสาโท การใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่คัดแยกได้จากลูกแป้งเพื่อผลิตข้าวหมาก จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว (ธัญวรรณ, 2558) การใช้ลูกแป้งทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถควบคุมคุณภาพของลูกแป้ง เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของจุลินทรีย์ ไม่สะดวกต่อการใช้งาน และการทำลูกแป้งยังต้องอาศัยผู้ชำนาญในการปั้นก้อนแป้ง และสูตรการทำลูกแป้งที่ตกทอดกันมาในครอบครัวเท่านั้น (เจริญ, 2549) นอกจากนี้ข้อดีอื่นของการใช้กล้าเชื้อคือ ผลิตภัณฑ์มีความคงที่ อัตราการสูญเสียน้อย (วันชัย, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงมีการใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ *Amylomyces rouxii* ในรูปของทาเนะโคจิแทนการใช้ลูกแป้งซึ่งเป็นกล้าเชื้อตามธรรมชาติในการผลิตข้าวหมาก

2.3 ข้าวเหนียว

2.3.1 ความหมายของข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (*Oryza sativa* var. glutinosa) มีลักษณะทางกายภาพตรงข้ามกับข้าวเจ้า คือ ข้าวสารจะมีสีขาวขุ่น เมื่อผ่านการนึ่งให้สุก เมล็ดจะมีสีใส ส่วนข้าวสารเจ้าจะมีสีขาวใส เมื่อผ่านการหุงต้มจะมีสีขาวขุ่น องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว ส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต ประเภทแป้ง ประกอบด้วยอะไมโลเพกติน เกือบทั้งหมด (99-100 เปอร์เซนต์) ทำให้ข้าวมีความเหนียวนุ่ม จับตัวติดแน่น เหนียวติดมือ ส่วนข้าวเจ้าจะมีอะมิโลส เป็นองค์ประกอบหลัก และมีอะไมโลเพกตินในปริมาณเพียงเล็กน้อย (พัดชา, 2560) ข้าวเหนียวจะให้พลังงานที่มากกว่าข้าวสวยธรรมดาคือ ข้าวเหนียวปริมาณ 1 ทัพพี ให้พลังงานแก่ร่างกายเท่ากับข้าวสวยปริมาณ 2 ทัพพี และข้าวเหนียวยังอุดมไปด้วยสารอาหาร วิตามินกับแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น กรดโฟลิก ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามินอี วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 โดยเฉพาะข้าวเหนียวดำที่มีสารอาหารมากกว่าข้าวเหนียวขาว และยังมีสารสำคัญอย่าง OPC (โอพีซี) ที่พบได้ใน ชมพู่ มะเหมี่ยว องุ่น องุ่นดำ มะเขือม่วง ฯลฯ ซึ่งช่วยชะลอความเสื่อมถอยของร่างกาย ช่วยบำรุงร่างกาย ช่วยป้องกันโรคได้หลายโรค (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, 2560)

2.3.2 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, ไม่ปรากฏปี)

2.3.2.1 ลักษณะประจำพันธุ์

2.3.2.1.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์

ประเภท พืชล้มลุก วงศ์หญ้า เป็นข้าวนาสวน ไวต่อช่วงแสง

ต้น ทรงกอตั้ง ปล้องสีเขียว ลำต้นแข็ง ความสูงถึงปลายรวงเฉลี่ย 183 เซนติเมตร ความยาวรวงเฉลี่ย 23.5 เซนติเมตร

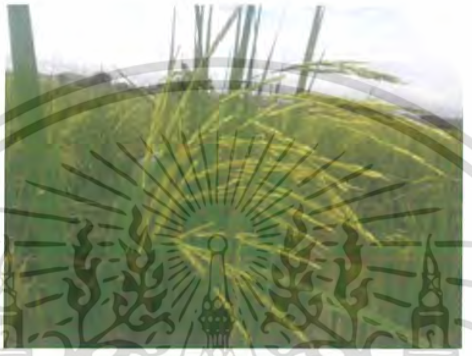
ใบ สีเขียว มีขนบ้าง กาบใบสีเขียว ใบธงยาวเฉลี่ย 42.4 เซนติเมตร กว้างเฉลี่ย 1.36 เซนติเมตร ลักษณะใบธงหักลง ใบแก่เร็ว

ดอก/ช่อดอก ยอดดอกสีชมพู ยอดเกสรตัวเมียสีขาว กลีบรองดอกสีเขียวอ่อน คอรวงยาว รวงแน่นและแตกระแง้ปานกลาง

เมล็ด จำนวนเมล็ดดีต่อรวงเฉลี่ย 124 เมล็ด สีของเปลือกเมล็ดในระยะสุกแก่สีฟาง ก้นจุด ไม่มีขน ไม่มีหางกลีบรองดอกสีขาว เมล็ดเรียว ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกยาว 10.74 ± 0.32 มิลลิเมตร กว้าง 2.35 ± 0.06 มิลลิเมตร หนา 1.89 ± 0.04 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวกล้องยาว 7.29 ±

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.22 มิลลิเมตร กว้าง 1.87 ±0.05 มิลลิเมตร หนา 1.67 ± 0.04 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวสารยาว 6.84 ± 0.20 มิลลิเมตรกว้าง 1.78 ± 0.05 มิลลิเมตร หนา 1.62 ± 0.05 มิลลิเมตร ข้าวกล้องสีขาว รูปร่างเรียว (3.90 ± 0.16 มิลลิเมตร) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 21.80 กรัม น้ำหนักข้าวเปลือกต่อถัง 9.78 กิโลกรัม ลักษณะของต้นและใบข้าวเหนียวสายพันธุ์เขี้ยวงู และเมล็ดข้าวเหนียวสายพันธุ์เขี้ยวงูดังแสดงในภาพที่ 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.2 ต้นข้าวเหนียวสายพันธุ์เขี้ยวงู

ที่มา: ไม่ปรากฏผู้แต่ง. 2561. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chiangraifocus.com/forums/index.php?topic=953374.0. 10 มิถุนายน 2562

2.3.2.2 ประโยชน์ของข้าวเหนียวเขี้ยวงู

ข้าวเหนียวเขี้ยวงูเป็นข้าวเหนียวที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ในรูปของวิตามินอี โดยเฉพาะวิตามินอีในรูป Mixed tocopherols ซึ่งข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงูนี้ พบว่ามี α-tocopherol สูงถึง 5.32 มิลลิกรัมต่อรำ 100 กรัม โดยมีบทบาทสำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกายโดยเฉพาะช่วยลดคอเลสเตอรอลมี υ-tocopherol สูงถึง 4.11 มิลลิกรัมต่อรำ 100 กรัม และมี δ-tocopherol จำนวน 0.26 มิลลิกรัมต่อรำ 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีสาร γ–oryzanol ปริมาณ 188.2 มิลลิกรัมต่อรำ 100 กรัม ซึ่งเป็นสารช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเป็นผลผลิตจากคอเลสเตอรอล ที่อาจก่อให้เกิดสารประกอบที่ทำให้เป็นอันตรายต่อเซลต่างๆในหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเส้นเลือดอุดตันในหัวใจ โรคที่เกี่ยวกับปอดและโรคมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.3 เมล็ดข้าวเหนียวเขี้ยวงู

ที่มา: กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. ไม่ปรากฏปี. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=31. 10 มิถุนายน 2562

2.4 คาราจีแนนและบุก

2.4.1 คาราจีแนน

2.4.1.1 ความหมายของคาราจีแนน

คาราจีแนน (carageenan) เป็นกัม (gum) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือดูดน้ำและแขวนลอยในน้ำ ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) คาราจีแนนสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (Rhodophyceae) เช่น สาหร่ายผมนาง (Gracilaria fisheri) (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)

2.4.1.2 โครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนน

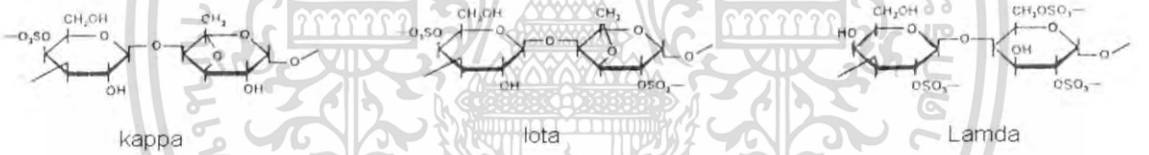
โมเลกุลของคาราจีแนน (ภาพที่ 2.4) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส (galactose) และ 3,6-anhydrogalactose (3,6-AG) มีทั้งชนิดที่มีหมู่ซัลเฟต และไม่มีหมู่ซัลเฟตซึ่งทำให้คาราจีแนนมีสมบัติด้านต่างๆ เช่น การละลาย (soluability) การเกิดเจล (gelation) แตกต่างกันไป (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 ประเภทของคาราจีแนน

คาราจีแนน แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ตามจำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต ดังนี้

1. Kappa-carrageenan โมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลกาแล็กโทส (galactose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิด บีตา-1,3 และมีกลุ่มซัลเฟต (sulphate) ที่ตำแหน่งที่ 4 kappa-carrageenan ละลายได้ดีในน้ำร้อน น้ำนมร้อน และละลายได้ในน้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือที่ร้อน (ความเข้มข้นของน้ำตาลหรือเกลือ ต่ำกว่า 50%) เมื่อเย็นตัวลงจะเกิดเจล (gel) ประเภท thermoreversible gel มีลักษณะใส เนื้อสัมผัส แข็ง แน่น แต่เปราะ ซึ่งเกิดเจลได้ทั้งกับน้ำ น้ำผลไม้ และน้ำนม Kappa-carageenan ใช้เป็นสารที่ทำให้คงตัว (stabilizing agent) ในน้ำนม เนื่องจากแรงระหว่างประจุ ทำให้เคซีนไมเซล (casein micelle) คงตัวอยู่ได้โดยไม่แยกชั้นออกจากเวย์ (whey) คาราจีแนนทำให้เจลจะแข็งแรงขึ้นถ้ามีโพแทสเซียมไอออน (K^+) และจะคงตัวต่อกรดที่ค่าพีเอช มากกว่า 3.8 เจลจากคาราจีแนน ไม่ทนต่อการแช่เยือกแข็ง และการหลอมละลาย (freezing-thawing instability) แต่ถ้าใช้ร่วมกับ locust bean gum จะช่วยให้ทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายได้ดีขึ้น (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของคาราจีแนน

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และคณะ. ไม่ปรากฏปี. คาราจีแนน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274. 11 มิถุนายน 2562

2. Iota-carrageenan มีจำนวนกลุ่มซัลเฟต มากกว่า kappa ประมาณ 25-50% ทำให้ความไวต่อโพแทสเซียมไอออนลดลง มีผลทำให้ได้เจลที่อ่อนนุ่ม และยืดหยุ่นกว่า kappa-carageenan และทนต่อการแช่เยือกแข็งและการละลายในน้ำแข็งได้ดีกว่า (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)

3. Lambda-carrageenan มีกลุ่มซัลเฟต ทั้งที่ตำแหน่งที่ 2 และ ที่ตำแหน่งที่ 6 และไม่เกิดการปิดวง ที่คาร์บอนตำแหน่ง 3 และ 6 จึงมีผลทำให้ไม่มีสมบัติในการเกิดเจล (gel) (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 บุก

2.4.2.1 ความหมายของบุก

บุก (konjac) (ภาพที่ 2.5) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Amorphophallus konjac* เป็นพืชหัว ภาษาพื้นเมืองเรียกว่า หัวกระบุกสดมีน้ำประมาณ 80-90% ส่วนที่เป็นของแข็ง เป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งประกอบด้วย กลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส (manose) และกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ที่ตำแหน่งบีตา-1,4 (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ไม่ปรากฏปี) โดยมีโครงสร้างเป็นสายยาวเรียงต่อกันไปโดยมีสัดส่วนกลูโคสต่อแมนโนส 5 ต่อ 8 โมเลกุล โดยทุกๆ 50-60 โมเลกุลจะพบการแตกแขนง โครงสร้างดังกล่าวเมื่อละลายน้ำทำให้มีความข้นหนืดหรือมีสภาพเป็นเจลได้ (ศรีสมพร, 2545)

ภาพที่ 2.5 บุก

ที่มา: Rossi, M. 2017. KONJAC FROM A TO Z: 26 THINGS WORTH KNOWING. [Online]. Available: https://www.finedininglovers.com/stories/konjac-what-is-it/. 19 June 2019

2.4.2.2 ประโยชน์ของบุก

เป็นสารให้ความข้นหนืดทำให้เกิดเจล ปรับปรุงเนื้อสัมผัส และใช้ทดแทนไขมันในอุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) โดยกลูโคแมนแนนมีคุณสมบัติในการควบคุมความดันโลหิตสูง โคเลสเตอรอล และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (สุภาวดี, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การใช้คาราจีแนนและบุกร่วมกัน

การก่อเจลของ K-Carrageenan อย่างเดียวนั้น ไม่เพียงแต่จะเปราะบาง มีความยืดหยุ่นต่ำ แต่ยังละลายน้ำได้อย่างดีเกินไป ส่วนบุกนั้น เป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดที่ไม่ใช่เจล ดังนั้นการใช้ K-Carrageenan และบุกร่วมกัน จึงสามารถทำให้ลดความเปราะบางลง มีความยืดหยุ่นที่ดีขึ้น และไม่ละลายน้ำดีเกินไป ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของโพลีแซคคาไรด์ทั้งสองชนิดใน K-Carrageenan และบุก (Weita *et al.*, 2011)

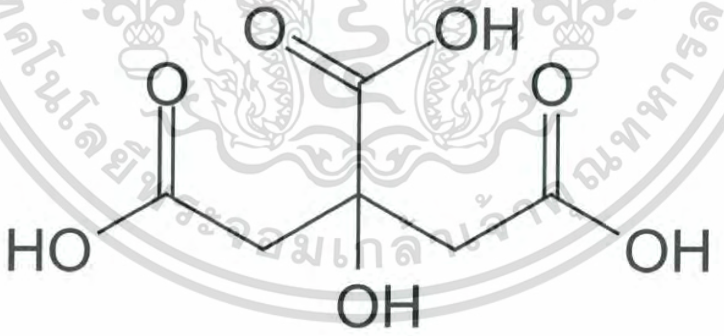
2.5 กรดซิตริก

2.5.1 ความหมายของกรดซิตริก

กรดซิตริก หรือ กรดมะนาว (Citric acid) (ภาพที่ 2.6) จัดเป็นกรดอินทรีย์ที่มีรสเปรี้ยว สามารถผลิตได้จากน้ำผลไม้หรือการหมักแป้ง และน้ำตาล นิยมใช้ประโยชน์ในด้านอาหาร ยา เครื่องสำอาง และการเกษตร รวมถึงอุตสาหกรรมบางชนิด (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, ไม่ปรากฏปี)

2.5.2 แหล่งของกรดซิตริก

1. ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น มะนาว มะขาม สับปะรด และส้ม เป็นต้น
2. ในกิจกรรมการย่อยของจุลินทรีย์บางชนิด
3. ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการ Kreb's cycle เพื่อการหายใจ (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, ไม่ปรากฏปี)



ภาพที่ 2.6 สูตรโมเลกุลของกรดซิตริก

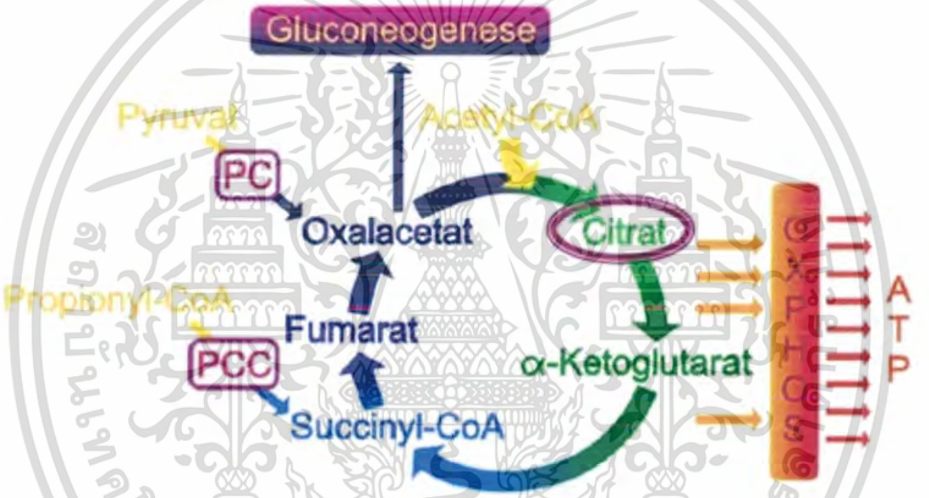
ที่มา: ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. กรดซิตริก/กรดมะนาว (Citric acid) ประโยชน์ และความเป็นพิษของกรดซิตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.siamchemi.com/กรดซิตริก. 11 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การผลิตกรดซิตริก

ในระยะแรก การผลิตกรดซิตริกทำโดยการคั้นมะนาวโดยตรง ซึ่งจะได้น้ำมะนาวที่มีความเข้มข้นของกรดซิตริก ประมาณ 7-9 เปอร์เซนต์ ปัจจุบันการผลิตกรดซิตริก นิยมใช้กระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสกับจุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการไกลโคไลซีส (Glycolysis Pathway) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 จนได้สารออกซาโลอะซิเตท (Oxaloacetate) ก่อนสะสม และเปลี่ยนเป็นกรดซิตริก โดยจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ ได้แก่

1. เชื้อรา *Aspergillus niger*
2. ยีสต์ *Candida lypolitica*



ภาพที่ 2.7 การผลิตกรดซิตริกโดย Glycolysis pathway

ที่มา: ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. กรดซิตริก/กรดมะนาว (Citric acid) ประโยชน์ และความเป็นพิษของกรดซิตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.siamchemi.com/กรดซิตริก. 11 มิถุนายน 2562

2.5.4 ประโยชน์ของกรดซิตริก

กรดซิตริกสามารถใช้ได้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ หรือแม้กระทั่งอุตสาหกรรมอื่นๆ ในที่นี้จะกล่าวถึงประโยชน์ของกรดซิตริกในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มรสเปรี้ยวของอาหารและช่วยป้องกันการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผักหรือผลไม้แปรรูป เนื่องจาก สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี โดยทำหน้าที่เป็นสารคีเลท (chelating agent) เข้าจับกับทองแดงที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenols oxidase; PPO) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ช้าลง รวมถึงช่วยปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่าง ช่วยให้แอนโธไซยานินในผลิตภัณฑ์คงสภาพได้นาน รวมถึงช่วยป้องกัน และชะลอการเกิดกระบวนการ auto-oxidation ของกรดแอสคอร์บิคได้ด้วย ทั้งนี้ อาหารที่มีการเติมกรดซิตริก ได้แก่ แยม เยลลี่ อาหารกระป๋อง อาหารดอง และเครื่องดื่ม เป็นต้น

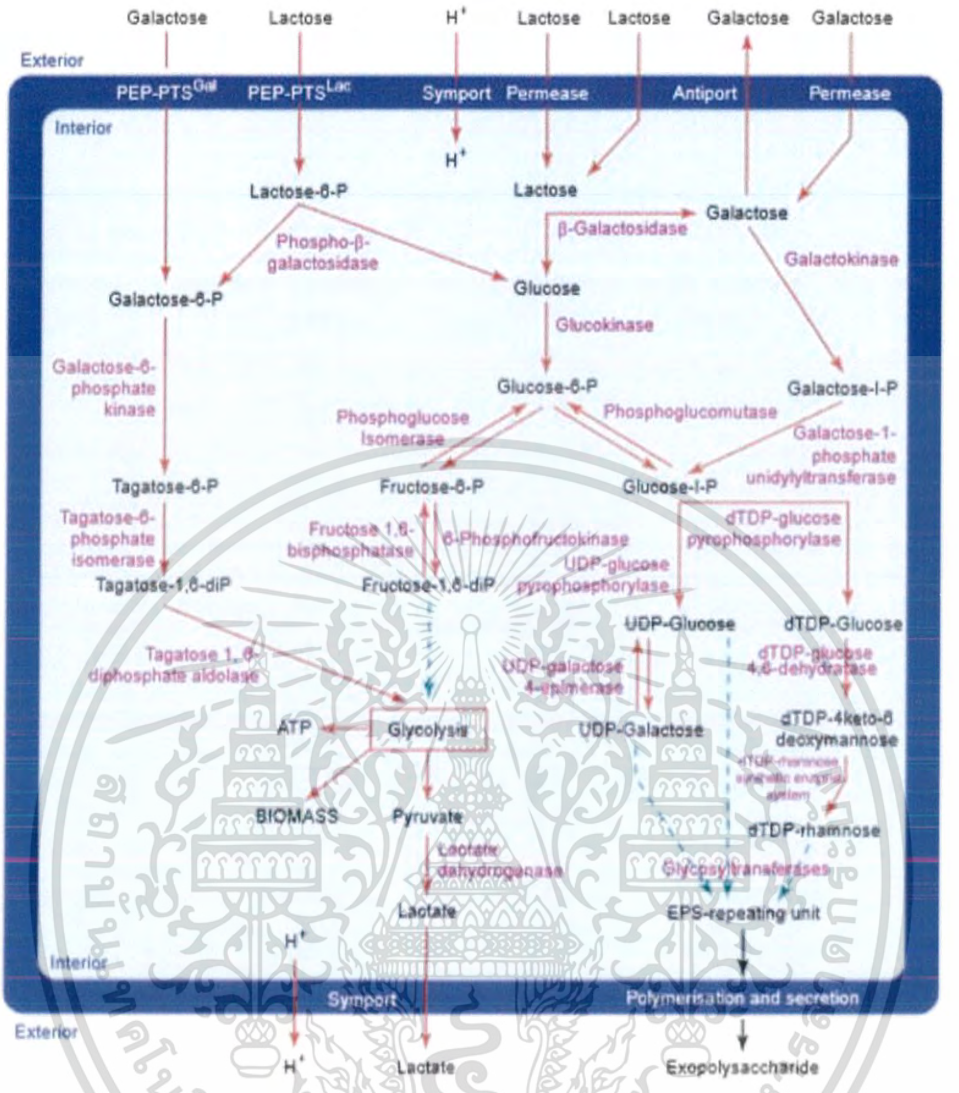
2. ใช้ผสมในอาหารประเภทเนื้อเพื่อปรับปรุงรสสัมผัสให้เกิดความนุ่มมากขึ้น (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, ไม่ปรากฏปี)

2.6 คีเฟอร์น้ำ

2.6.1 ความหมายของคีเฟอร์น้ำ

คีเฟอร์น้ำ เป็นเครื่องดื่มโปรไบโอติกส์ที่ทำจากเม็ดคีเฟอร์น้ำ ซึ่งสามารถเลี้ยงในอาหารพวกน้ำตาล น้ำผลไม้ หรือน้ำมะพร้าว การเพาะเลี้ยงหัวเชื้อคีเฟอร์แบบผงอาจใช้เพาะเลี้ยงในน้ำมะพร้าวหรือน้ำผลไม้ โดยมีการทำงานร่วมกันภายในเม็ดคีเฟอร์ระหว่างแบคทีเรียและยีสต์ (ไม่ปรากฏผู้แต่ง, ไม่ปรากฏปี) นอกจากนี้คีเฟอร์น้ำยังมีรสชาติเปรี้ยว มีแอลกอฮอล์เล็กน้อย มีกลิ่นหอมหวานคล้ายผลไม้ซึ่งเกิดจากการหมักสารละลายน้ำตาลด้วยเม็ดคีเฟอร์น้ำ และโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งโพลีแซคคาไรด์เหล่านี้ประกอบไปด้วยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (LAB) ยีสต์ และบางครั้งอาจพบบิฟิโดแบคทีเรีย (bifidobacteria) และ / หรือแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติกซึ่งใช้ซูโครสเพื่อผลิต exopolysaccharides กรดแลคติก กรดอะซิติก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ (Laureys and Vuyst, 2014) จากภาพที่ 2.8 จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการใช้น้ำตาลชนิดต่างๆของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 การใช้น้ำตาลชนิดต่างๆของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria)

ที่มา: Alan D.W., Ian S.M., 2003. Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: perspectives and challenges. TRENDS in Biotechnology. 21(6): 269-274

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ประโยชน์ของคีเฟอร์น้ำ (พรรณพร บุนนาค, 2556)

1.ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งสดใส
2.มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระช่วยในการชะลอวัยและลดการเกิดริ้วรอย
3.เป็นยาจากธรรมชาติที่ไม่มีผลข้างเคียงใดๆ ต่อร่างกาย
4.ช่วยปรับสมดุลในร่างกาย ความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นปกติ
5.ช่วยบำรุงร่างกาย บรรเทาอาการเหนื่อยล้า
6.ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของเซลล์ต่างๆในร่างกาย
7.ช่วยบำรุงระบบประสาทและสมอง
8.ช่วยลดความเครียด รักษาอาการซึมเศร้า ทำให้อารมณ์ดี
9.ช่วยทำให้นอนหลับสบายมากยิ่งขึ้น
10.ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งและการแพร่ขยายตัวของเซลล์มะเร็ง
11.มีส่วนช่วยยับยั้งการเติบโตของเนื้องอก
12.ช่วยเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดขาวให้แก่ร่างกาย
13.ช่วยบำรุงหัวใจ ป้องกันและรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ อย่างโรคหัวใจขาดเลือด เป็นต้น
14.ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ยับยั้งการสร้างคอเลสเตอรอลในร่างกาย
15.ช่วยในการเผาผลาญสารอาหารจำพวกน้ำตาล
16.ช่วยควบคุมคุมน้ำหนักในร่างกาย
17.ช่วยรักษาอาการแพ้น้ำตาลแลคโตส
18.ช่วยบำรุงและเสริมสร้างกระดูกและฟัน
19.ช่วยให้ความดันโลหิตเป็นปกติ ช่วยรักษาโรคความดันโลหิตสูง
20.ช่วยรักษาโรคเมตาบอลิกซินโดรม (อ้วนลงพุง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 น้ำมะพร้าว

2.7.1 ความหมายของน้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าว (Coconut water) เป็นของเหลวใสอยู่ในลูกมะพร้าว มีหน้าที่หล่อเลี้ยงเอนโดสเปิร์ม(Endosperm) หรือเซลล์ที่คอยสร้างอาหารให้กับต้นอ่อนของมะพร้าว มนุษย์นิยมดื่มน้ำ มะพร้าวอ่อนที่อายุพอเหมาะประมาณ 6 เดือน ด้วยรสชาติ และมีสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ตลอดจนกระทั่งวิตามิน แร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายนานัปการ (อภัย, 2561)

2.7.2 องค์ประกอบของน้ำมะพร้าว

ในน้ำมะพร้าว 100 กรัม มีองค์ประกอบของพลังงานและสารอาหารต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.9

พลังงาน	19	กิโลแคลอรี	Glutamic acid	0.165	กรัม
น้ำตาล	2.61	กรัม	Glycine	0.034	กรัม
เส้นใยอาหาร	1.1	กรัม	Serine	0.037	กรัม
ไขมันอิ่มตัว	0.176	กรัม	Thiamine (B1)	0.03	มิลลิกรัม
ไขมันไม่อิ่มตัว	0.01	กรัม	Riboflavin (B2)	0.057	มิลลิกรัม
Tryptophan	0.008	กรัม	Niacin (B3)	0.080	มิลลิกรัม
Threonine	0.026	กรัม	Pantothenic acid	0.043	มิลลิกรัม
Isoleucine	0.028	กรัม	Vitamin B6	0.032	มิลลิกรัม
Leucine	0.053	กรัม	Folate	3	ไมโครกรัม
Lysine	0.032	กรัม	Choline	1.1	มิลลิกรัม
Methionine	0.013	กรัม	Vitamin C	2.4	มิลลิกรัม
Cystine	0.014	กรัม	Calcium	24	มิลลิกรัม
Phenylalanine	0.037	กรัม	Copper	0.04	มิลลิกรัม
Tyrosine	0.022	กรัม	Iron	0.29	มิลลิกรัม
Valine	0.044	กรัม	Magnesium	25	มิลลิกรัมArginine0.118 กรัม
	Phosphorus		20	มิลลิกรัม	
Histidine	0.017	กรัม	Potassium	250	มิลลิกรัม
Alanine	0.037	กรัม	Selenium	1	ไมโครกรัม
Aspartic acid	0.070	กรัม	Sodium	105	มิลลิกรัม
			Zinc	0.1	มิลลิกรัม

ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบของสารอาหารและพลังงานในน้ำมะพร้าว 100 กรัม

ที่มา: อภัย. 2561. น้ำมะพร้าว (Coconut water). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://haamor.com/thน้ำมะพร้าว/. 19 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ประโยชน์ของน้ำมะพร้าว (อภัย, 2561)

1. น้ำมะพร้าวมีคุณค่าทางโภชนาการด้วยมีส่วนประกอบของ คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร โปรตีน วิตามินซี เกลือแร่ต่างๆ การดื่มน้ำมะพร้าวเหมือนกับได้รับอาหารเสริมอีกทางหนึ่ง

2. น้ำมะพร้าวมีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี ซึ่งช่วยป้องกันการทำลายของเซลล์ในร่างกาย

3. น้ำมะพร้าวมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ ธาตุแมกนีเซียมมีคุณสมบัติกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดเป็นไปได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

4. ดื่มน้ำมะพร้าวช่วยให้ออกกำลังกายได้ยาวนานขึ้น ด้วยน้ำมะพร้าวเป็นแหล่งเกลือแร่ เช่น โปแตสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เคยมีการศึกษาเปรียบเทียบผู้ที่ดื่มน้ำมะพร้าวและดื่มเครื่องดื่มน้ำเกลือแร่ก่อนออกกำลังกายพบว่า การดื่มน้ำมะพร้าวทำให้ ร่างกายมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าเครื่องดื่มประเภทเกลือแร่

5. ทำให้ความดันโลหิตลดลง ด้วยเกลือโปแตสเซียมในน้ำมะพร้าวจะลดผลกระทบหรือรบกวนการสะสมโซเดียมในเลือด เป็นผลให้ความดันโลหิตลดลงตามกันมา

6. ในน้ำมะพร้าวมีแมกนีเซียมและแคลเซียม ธาตุทั้งสองจะทำให้การคลายตัวของกล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อเรียบ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนกระทั่งป้องกันกล้ามเนื้อหัวใจไม่ให้ทำงานหนักจนเกินไป

7. ลดอาการปวดศีรษะโดยเฉพาะปวดจากไมเกรน นักวิชาการพบว่าการปวดไมเกรนจะเกิดได้ง่ายเมื่อร่างกายอยู่ในภาวะขาดน้ำ และมีระดับเกลือแร่ต่ำ น้ำมะพร้าวมีน้ำและเกลือแร่ที่ช่วยป้องกันภาวะขาดน้ำของร่างกาย จึงสามารถลดความเสี่ยงการเกิดอาการไมเกรนเช่นกัน

8. น้ำมะพร้าวมีองค์ประกอบของแทนนิน (Tannin) ที่ช่วยลดภาวะอักเสบของผนังกระเพาะอาหาร การอักเสบภายในกระเพาะอาหารเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ท้องอืด ดังนั้นน้ำมะพร้าวจึงมีส่วน ช่วยบรรเทาอาการท้องอืดไม่มากก็น้อย

9. ชดเชยการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์/เกลือแร่ในเลือด เนื่องจากภาวะท้องเสีย ด้วยน้ำมะพร้าวอุดมไปด้วยสารอิเล็กโทรไลต์อย่างมากมายและยังมีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียอีกด้วย

10. น้ำมะพร้าวช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในไต ด้วยมีเกลือโปแตสเซียมสูงทำให้น้ำมะพร้าวมีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งช่วยต่อต้านป้องกันการจับตัวของหินปูนที่ไต จึงอาจกล่าวว่าน้ำมะพร้าวช่วยป้องกันนิ่วในไตได้ด้วย

11. การดื่มน้ำมะพร้าวช่วยลดอาการเมาค้าง ด้วยในน้ำมะพร้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งช่วยซ่อมแซมเซลล์ตับได้ในระดับหนึ่ง อาจเป็นที่เหตุผลนี้ทำให้อัตราการ ทำลายแอลกอฮอล์ในตับทำได้รวดเร็วขึ้นก็เป็นได้ (อภัย, 2561)

12. ใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรคและเป็นสารละลายไอโซโทนิก ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงสามารถนำน้ำมะพร้าวไปใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดเวนในผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดผิดปกติได้ น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำวุ้นมะพร้าว ได้ โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

ข้าวเหนียว สายพันธุ์เขี้ยวงู ตราข้าวแสนดี
น้ำดื่ม ตราคริสตัล
กล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เตรียมในรูปทาเนะโคจิ โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
กล้าเชื้อคีเฟอร์จาก DairyKefir Thailand
น้ำสตรอเบอร์รี่เข้มข้น ตราติ่งฟง
น้ำแข็ง ตราลูกโลก
ผงคาราจีแนนผสมบุก (ทางการค้า) จาก Monkey king food
ผงกรดซิตริก ตราบริษัทกรุงเทพเคมี จำกัด
น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
น้ำตาลทรายแดง ตราไร่ทิพย์
น้ำมะพร้าวบรรจุกล่อง ตรามาลี

3.1.2 สารเคมี

สารเคมี	**บริษัท**	**ประเทศผู้ผลิต**
3, 5- dinitrosalicylic acid (DNS)	CARLO EBRA	Italy
Sodium hydroxide (NaOH)	Merck	Germany
Phenolphthalein	Merck	Germany
Sodium Potassium Tartrate	CARLO EBRA	Italy
Glucose ($C_6H_{12}O_6$)	Merck	Germany
Sodium carbonate	Merck	Germany
Acetic acid (glacial) 100%	Merck	Germany
Sodium acetate trihydrate	Merck	Germany
Starch, potato	VWR	Australia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Iodine resublimed	CARLO EBRA	Italy
Hydrochloric acid fuming 37%	Merck	Germany
Bacto™ Yeast Extract	Becton Dickinson	USA
Difco™ Agar Technical	Becton Dickinson	USA
Bacto™ Peptone	Becton Dickinson	USA
Bacto™ Malt Extract	Becton Dickinson	USA
Lactobacilli MRS Broth	Hardy Diagnostics	USA

3.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์	บริษัท	ประเทศผู้ผลิต
ผ้าขาวบาง		
กล่องพลาสติก		
หม้อนึ่งข้าวเหนียวอลูมิเนียม		
หวดนึ่งข้าว		
โหลแก้ว		
กะละมังสแตนเลส		
แม่พิมพ์พลาสติก		
เครื่องปั่นน้ำผลไม้		
กระดาษกรอง	Whatman	Turkey
กระบอกตวง	Pyrex	USA
กรวยแก้ว	Pyrex	USA
ขาตั้ง	Pyrex	USA
ขวดดูแรน 250 1,000 2,000 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
ขวดรูปชมพู่ 50 125 250 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
ขวดปรับปริมาตร 100 1000 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
บิวเรต 10 50 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
บีกเกอร์แก้ว 1,000 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
บีกเกอร์พลาสติก 100 มิลลิลิตร	Nalgene	USA
ปิเปต 1 5 10 มิลลิลิตร	Pyrex	USA
ลูกยาง	Sigma-Aldrich	China
หลอดเซนติฟิวก์พลาสติก 15 50 มิลลิลิตร	Thermo Scientific	USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชั่งน้ำหนัก	Sartorius	USA
เครื่องหมุนเหวี่ยง	Eppendorf	Germany
เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	Thermo Scientific	USA
ตู้ควบคุมอุณหภูมิ	Sanyo	Japan
พีเอชมิเตอร์	Mettlertoledo	USA
อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	Memmert GmbH	Germany
แฮนด์รีแฟรกโตมิเตอร์	ATAGO	USA
หม้อนึ่งอัดไอ	Tomy รุ่น ES-315	Germany
ตู้ UV รุ่น Astec Microflow		
ตู้ดูดควันสารเคมี		
เครื่องเขย่า รุ่น Innova 2100	Sithiporn Associates	USA

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต)

1. แช่ข้าวในน้ำ 1 คืน

2. เทน้ำออก และนึ่งให้ข้าวสุกเป็นเวลา 50 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น

3. เติมเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ลงบนข้าว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 วัน หรือจนกว่าเชื้อราจะสร้างเส้นใยคลุมข้าวทั้งหมด หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ในทาเนะโคจิ ตามหัวข้อ 3.3.9

3.3.2 การเพิ่มจำนวนกล้าเชื้อคีเฟอร์

1. ชั่งน้ำตาลทรายแดง 30 กรัม ลงในโหลแก้วขนาด 1 ลิตร และเติมน้ำดื่มปริมาตร 500 มิลลิลิตร คนให้น้ำตาลทรายแดงละลาย

2. ชั่งกล้าเชื้อคีเฟอร์ 30 กรัม นำกล้าเชื้อที่ได้ผสมลงในโหลแก้ว

3. คลุมด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นทำการถ่ายเชื้อลงในสารละลายน้ำตาลทรายแดงโหลแก้วใหม่ เพื่อให้ได้กล้าเชื้อในปริมาณที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเตรียมข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการทำข้าวหมาก

1. แช่ข้าวเหนียวปริมาณ 500 กรัม ในน้ำอุ่น เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

2. นึ่งข้าวเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกลับข้าว และนึ่งต่อไปอีก 5 นาที

3. คลุมด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ให้เย็น

3.3.4 การทำข้าวหมาก

1. นำข้าวเหนียวที่นึ่งแล้วในข้อ 3.3.3 ใส่กล่องพลาสติก เติมน้ำดื่ม 350 มิลลิลิตร

2. คลุกข้าวเหนียวให้เข้ากับน้ำ

3. เติมกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิในข้อ 3.3.1 จำนวน 6 กรัม จากนั้นคลุกให้เข้ากันอีกครั้ง

4. คลุมกล่องพลาสติกด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 วัน โดยระหว่างการเก็บบ่มมีการเก็บตัวอย่างปริมาตร 30 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ตัวอย่างดังนี้ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณกรด ตามหัวข้อ 3.3.10

3.3.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

1. น้ำข้าวหมากจากข้อ 3.3.4 มาผสมกับสตรอเบอร์รี่ไซรัป และน้ำแข็ง ตามสูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

2. เทส่วนผสมลงในเครื่องปั่นน้ำผลไม้ และกดปุ่มเครื่องปั่นเบอร์ 2 ปั่นให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ตามหัวข้อ 3.3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 สูตรสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

สูตรที่	สตรอเบอร์รี่ไซรัป (มิลลิลิตร)	น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร)	น้ำแข็ง (กรัม)
1	3	37	125
2	5	35	125
3	7	33	125

3.3.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

1. เตรียมน้ำข้าวหมากจากข้อ 3.3.4 น้ำดื่ม น้ำตาลทรายขาว คาราจีแนนผสมบุก และกรดซิตริก ดังแสดงในตารางที่ 3.2, 3.3 และ 3.4
2. นำน้ำข้าวหมากที่ผสมกับน้ำดื่มเทลงในกะละมังสแตนเลส ตั้งไฟที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส จนเกือบเดือด
3. เทส่วนผสมจากข้อที่ 1 ลงในกะละมังสแตนเลส จากนั้นคนให้เข้ากัน โดยคนอย่างช้าๆ เป็นเวลา 5 นาที
4. เทส่วนผสมลงในแม่พิมพ์พลาสติก และทิ้งไว้ให้เจลลี่คงตัวที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำไปแช่ในตู้เย็น
5. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ตามหัวข้อ 3.3.11

ตารางที่ 3.2 สูตรเจลลี่ข้าวหมากเพื่อประเมินความชอบด้านเนื้อสัมผัส

สูตรที่	คาราจีแนนผสมบุก (กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	กรดซิตริก (กรัม)	น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร)	น้ำดื่ม (มิลลิลิตร)
1	3	40	1	50	150
2	5	40	1	50	150
3	7	40	1	50	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สูตรเจลลี่ข้าวหมากเพื่อประเมินความชอบด้านรสสัมผัส

สูตรที่	คาราจีแนนผสมบุก (กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	กรดซิตริก (กรัม)	น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร)	น้ำดื่ม (มิลลิลิตร)
1	5	40	1	50	150
2	5	20	1	100	100
3	5	30	1	75	125

ตารางที่ 3.4 สูตรเจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก

สูตรที่	คาราจีแนนผสมบุก (กรัม)	น้ำตาล (กรัม)	กรดซิตริก (กรัม)	น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร)	น้ำดื่ม (มิลลิลิตร)	กากข้าวหมาก (กรัม)
1	5	40	1	50	150	10
2	5	40	1	50	150	15
3	5	40	1	50	150	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

1. เตรียมน้ำข้าวหมากจากข้อ 3.3.4 ปรับให้มีค่าของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 8 องศาบริกซ์ และมีปริมาตร 500 มิลลิลิตร เทลงในโหลแก้วขนาด 1 ลิตร

2. ชั่งกล้าเชื้อคีเฟอร์ 30 กรัม ผสมลงในโหลแก้วในข้อที่ 1

3. คลุมด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน โดยระหว่างการเก็บบ่ม มีการวิเคราะห์ตัวอย่างดังนี้ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ วิเคราะห์หาปริมาณกรด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อ ตามหัวข้อ 3.3.10

4. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ตามหัวข้อ 3.3.11

3.3.8 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

1. นำน้ำมะพร้าว ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เทลงในโหลแก้วขนาด 1 ลิตร

2. ชั่งกล้าเชื้อคีเฟอร์ 30 กรัม ผสมลงในโหลแก้วในข้อที่ 1

3. คลุมด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน โดยระหว่างการเก็บบ่ม มีการวิเคราะห์ตัวอย่างดังนี้ วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ วิเคราะห์หาปริมาณกรด ตรวจสอบการเจริญของเชื้อ ตามหัวข้อ 3.3.10

4. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ตามหัวข้อ 3.3.11

3.3.9 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ในทาเนะโคจิ

1. การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลส โดยวิธีของ Fuwa (1994) (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 2)

2. การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์กลูโคอะมิเลส โดยวิธีของ Ueda *et al.* (1991) (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 3)

3.3.10 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่เก็บอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นำมาละลายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 3)

2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี DNS (Miller, 1989) (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 4)

3. การวิเคราะห์ปริมาณกรด โดยใช้พีเอชมิเตอร์ (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 5)

4. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติค (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 6)

5. การวิเคราะห์การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Anna Gulitz, 2011) (ภาคผนวก ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน รสชาติ สี ความข่น กลิ่น และ ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้เข้าร่วมทดสอบเป็นนักศึกษาทั้งเพศชายและเพศหญิงของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยใช้วิธี affective test ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาจากข้าวหมาก ตัวอย่างประกอบด้วย สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก เจลลี่ข้าวหมาก และคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก นำผลที่ได้จากการประเมินมาทดสอบทางสถิติ (ภาคผนวก ก หัวข้อที่ 6)

3.3.12 การทดสอบทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว Analysis of variance (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rand Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ของกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ

4.1.1 กิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลส และ เอนไซม์กลูโคอะมิเลส

จากการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ โดยสกัดเอนไซม์ จากกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ ในอัตราส่วนน้ำต่อข้าวเท่ากับ 3:1 โดยวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลส ด้วยวิธีของ Fuwa (1994) และเอนไซม์กลูโคอะมิเลส ด้วยวิธีของ Ueda (1991) พบว่ากล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ สามารถผลิตเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลสได้เท่ากับ 41.08 หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และสามารถผลิตเอนไซม์กลูโคอะมิเลสได้เท่ากับ 5.80 หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอุทุมพร (2560) พบว่าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ผลิตเอนไซม์กลูโคอะมิเลสสูงสุด เท่ากับ 6.28 หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้พบว่าเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส สามารถย่อยแป้งแบบสุ่มที่ตำแหน่ง α-D-(1,4) gluco-sodic linkages ระหว่างหน่วยของกลูโคส ถ้าหากเกิดการย่อยอย่างสมบูรณ์จะได้น้ำตาลมอลโทสและกลูโคส แต่ถ้าเกิดการย่อยแบบไม่สมบูรณ์จะได้น้ำตาลกลูโคส มอลโทสและเด็กซ์ติน ในขณะที่เอนไซม์กลูโคอะมิเลส จะย่อยแป้งที่ตำแหน่ง α-D-(1,4) และ α-D-(1,6) glucosodic โดยจะย่อยแป้งได้น้ำตาลกลูโคสได้อย่างสมบูรณ์ (มณชัย, 2546)

4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำข้าวหมาก

จากผลการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำข้าวหมากที่ได้จากผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ โดยเก็บตัวอย่างในวันที่ 1 และวันที่ 2 นำมาวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติก พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในวันที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 38.53 และ 40.27 องศาบริกซ์ตามลำดับ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในวันที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 1,112.90 และ 1,376.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ มีค่าความเป็นกรดด่างในวันที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 3.69 และ 3.75 ตามลำดับ และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติกในวันที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากันคือ 0.40 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.1 จากผลการวิเคราะห์พบว่าผลทางเคมีของน้ำข้าวหมากในวันที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งผลของน้ำตาลรีดิวซ์สอดคล้องกับปริมาณกิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสสูงกว่าเอนไซม์กลูโคอะมิเลส เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซ์คือ น้ำตาลที่มีหมู่แอลดีไฮด์ (aldehyde) หรือคีโทน (ketone) ที่เป็นอิสระอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาล ได้แก่ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (ที่มา :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

https://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap1/chapter1_3.html) ดังนั้นกิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสที่มีปริมาณสูงกว่า ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าไม่แตกต่างกันมากถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำข้าวหมากในวันที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันมาก แต่ลักษณะปรากฏของน้ำข้าวหมากแตกต่างกัน โดยวันที่ 1 พบว่ามีปริมาณน้ำข้าวหมากเพียงเล็กน้อย ในขณะที่วันที่ 2 พบว่ามีปริมาณน้ำข้าวหมากมากกว่าวันที่ 1 (ภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวหมาก

	วันที่ 1	วันที่ 2
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	38.53	40.27
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	1,112.90	1,376.00
ค่าความเป็นกรดด่าง	3.69	3.75
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติก (กรัมต่อลิตร)	0.40	0.40

4.3 ผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

4.3.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 8 คน และเพศหญิง 22 คน โดยทำการทดสอบด้านสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมทั้งหมด 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 3 มีสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.97±1.27, 6.20±1.35, 6.70±1.26, 7.20±1.19 และ 7.300±1.09 ตามลำดับ สูตรที่ 1 มีสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.53±1.74, 5.57±1.38, 5.57±1.43, 5.37±1.19 และ 5.70±0.95 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1

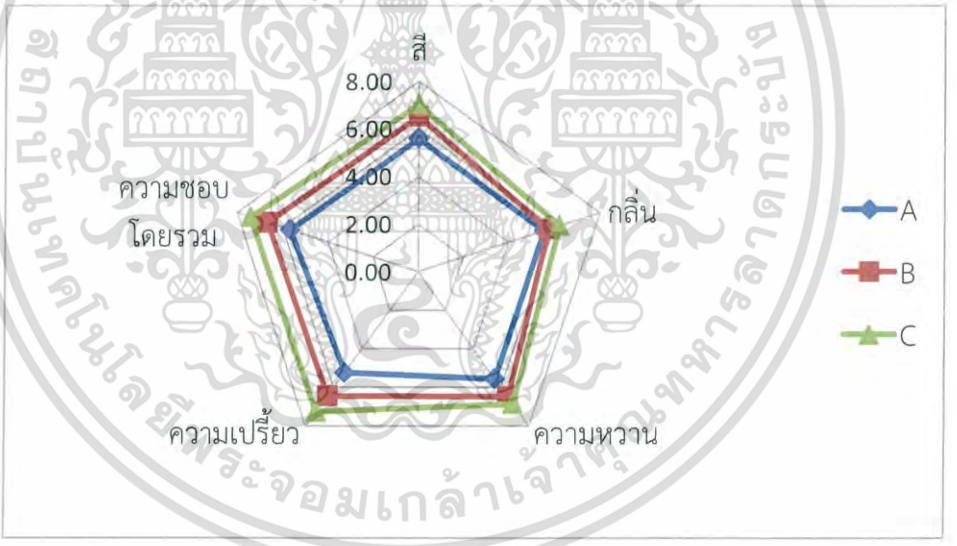
โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่เลือกสูตรที่ 3 เนื่องจากสูตรที่ 3 มีรสชาติเปรี้ยวมากกว่า และมีกลิ่นของข้าวหมากน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	5.53±1.74[a]	6.40±1.22[b]	6.97±1.27[c]
กลิ่น	5.57±1.38[a]	5.70±1.06[ab]	6.20±1.35[b]
ระดับความหวาน	5.57±1.43[a]	6.60±1.13[b]	6.70±1.26[b]
ระดับความเปรี้ยว	5.37±1.19[a]	6.47±0.94[b]	7.20±1.19[c]
ความชอบโดยรวม	5.70±0.95[a]	6.70±0.99[b]	7.30±1.09[c]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

หมายเหตุ: A: สูตรที่ 1 (สตรอเบอร์รี่ไซรัป (มิลลิลิตร): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำแข็ง (กรัม) = 3: 37: 125 ตามลำดับ), B: สูตรที่ 2 (สตรอเบอร์รี่ไซรัป (มิลลิลิตร): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำแข็ง (กรัม) = 5: 35: 125 ตามลำดับ), และ C: สูตรที่ 3 (สตรอเบอร์รี่ไซรัป (มิลลิลิตร): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำแข็ง (กรัม) = 7: 33: 12 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

4.4.1 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 8 คน และเพศหญิง 22 คน โดยทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมทั้งหมด 3 สูตร โดยแปรผันปริมาณคาราจีแนนผสมบุก สูตรที่ 1 มีปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม) = 3, สูตรที่ 2 มีปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม) = 5, และ สูตรที่ 3 มีปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม) = 7 พบว่าด้านลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.77±1.17 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.10±1.43 ด้านสีที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.53±1.17 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.03±1.10 ด้านกลิ่นจะพบว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ได้คะแนนใกล้เคียงกัน ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.37±1.65 และ 5.37±1.63 ตามลำดับ ด้านรสชาติที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.87±1.53 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.77±1.68 ด้านเนื้อสัมผัสที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 7.03±1.47 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.03±1.43 และด้านความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.97±1.38 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.77±1.30 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2

โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่เลือกสูตรที่ 2 เนื่องจากสูตรที่ 1 เนื้อสัมผัสมีลักษณะเละ และไม่จับตัวกันดี ในขณะที่สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งเกินไป แต่สูตรที่ 2 เนื้อสัมผัสมีลักษณะไม่แข็งเกินไปและไม่นิ่มเกินไป เนื่องจากปริมาณที่ใช้และคุณสมบัติของคาราจีแนนซึ่งจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็งและเปราะ แต่เมื่อนำมาใช้รวมกันกับผงบุกซึ่งจะให้เนื้อสัมผัสของเจลที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุธาสินี และปราณี (2544) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณคาราจีแนนผสมผงบุกสูงขึ้น ส่งผลให้เจลลี่มีความแข็งขึ้นและยืดหยุ่น ทั้งนี้ปริมาณสัดส่วนระหว่างคาราจีแนนและผงบุกมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเจลลี่เช่นกัน ทำให้ผู้ทดสอบจึงเลือกสูตรที่ 2 มากที่สุด

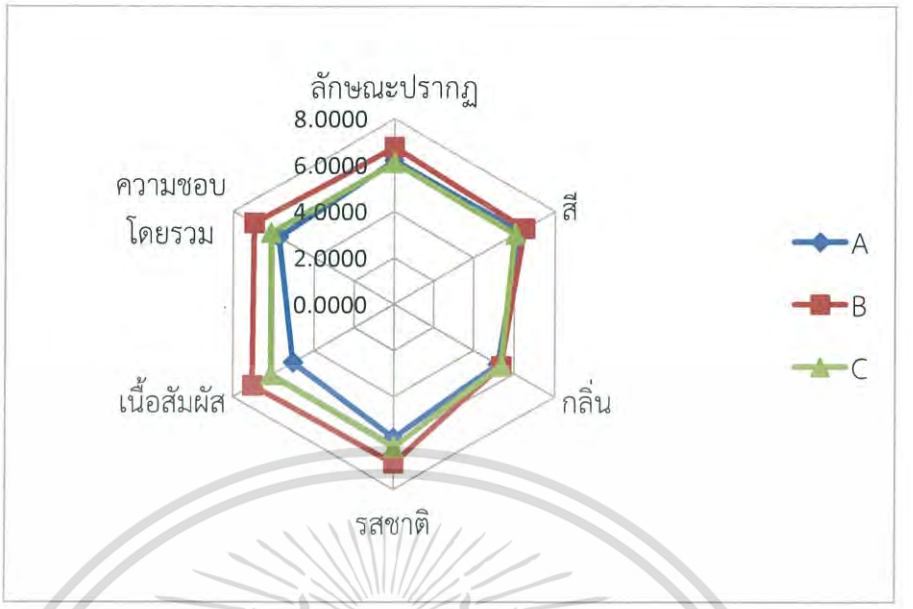
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.20±1.45^{ab}	6.77±1.17^{a}	6.10±1.43^{b}
สี	6.26±1.26^{ab}	6.53±1.17^{a}	6.03±1.10^{b}
กลิ่น	5.20±1.52^{a}	5.37±1.65^{a}	5.37±1.63^{a}
รสชาติ	5.77±1.68^{a}	6.87±1.53^{b}	6.17±1.68^{a}
เนื้อสัมผัส	5.03±1.43^{a}	7.03±1.47^{b}	6.13±1.87^{c}
ความชอบโดยรวม	5.77±1.30^{a}	6.97±1.38^{b}	6.13±1.43^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก โดยใช้คาราจีแนนและบุกในปริมาณที่แตกต่างกัน

หมายเหตุ: สูตรเจลลี่ข้าวหมาก โดยใช้คาราจีแนนและบุกในปริมาณที่แตกต่างกันมีส่วนผสมดังนี้ คาราจีแนนผสมบุก (กรัม), น้ำตาล (กรัม), กรดซิตริก (กรัม), น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร) และน้ำดื่ม (มิลลิลิตร) โดยจะควบคุมปริมาณน้ำตาล: กรดซิตริก: น้ำข้าวหมาก: น้ำดื่ม = 40: 1: 50: 150 ตามลำดับ และมี การปรับปริมาณคาราจีแนนผสมบุก ดังนี้ A: สูตรที่ 1 มีปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม) = 3, B: สูตรที่ 2 มีปริมาณคาราจีแนนผสม บุก (กรัม) = 5, และ C: สูตรที่ 3 มีปริมาณคาราจีแนนผสมบุก (กรัม) = 7

4.4.2 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 11 คน และเพศหญิง 19 คน โดยทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ทั้งหมด 3 สูตร โดยแปรผันปริมาณปริมาณน้ำตาล: น้ำข้าวหมาก: น้ำดื่ม สูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 40: 50: 150, สูตรที่ 2 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 20: 100: 100, และสูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 30: 75: 125 พบว่าด้านลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.53±1.25 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.17±1.49 ด้านสีที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.60±1.38 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.43±1.45 ด้านกลิ่นผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.70±1.44 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.63±1.19 ด้านรสชาติที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.40±1.63 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.90±1.79 และด้านความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.53±1.38 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.23±1.22 โดยสูตรที่ 1 ได้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3

โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่เลือกสูตรที่ 1 เนื่องจากสูตรที่ 2 และ 3 มีลักษณะเละ ไม่คงตัว และมีกลิ่นของข้าวหมากที่แรงเกินไป แต่สูตรที่ 1 มีลักษณะปรากฏกำลังดี และรสชาติดีที่สุด และจากข้อเสนอแนะจะเห็นได้อีกว่า อัตราส่วนของน้ำตาลที่ลดลงและน้ำข้าวหมากที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่ ถึงแม้ว่าจะใส่คาราจีแนนผสมบุก 5 กรัมก็ตาม เนื่องจากปริมาณน้ำตาลมีผลต่อความข้นหนืดของเจลลี่ เมื่อลดปริมาณน้ำตาลจะทำให้ความข้นหนืดลดลง และการเพิ่มปริมาณน้ำข้าวหมากเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คาราจีแนนผสมบุกละลายน้ำได้ไม่ดี เนื่องจากมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำข้าวหมากสูง และจะเห็นได้ชัดว่าสูตรที่ดีที่สุดคือสูตรที่ 1

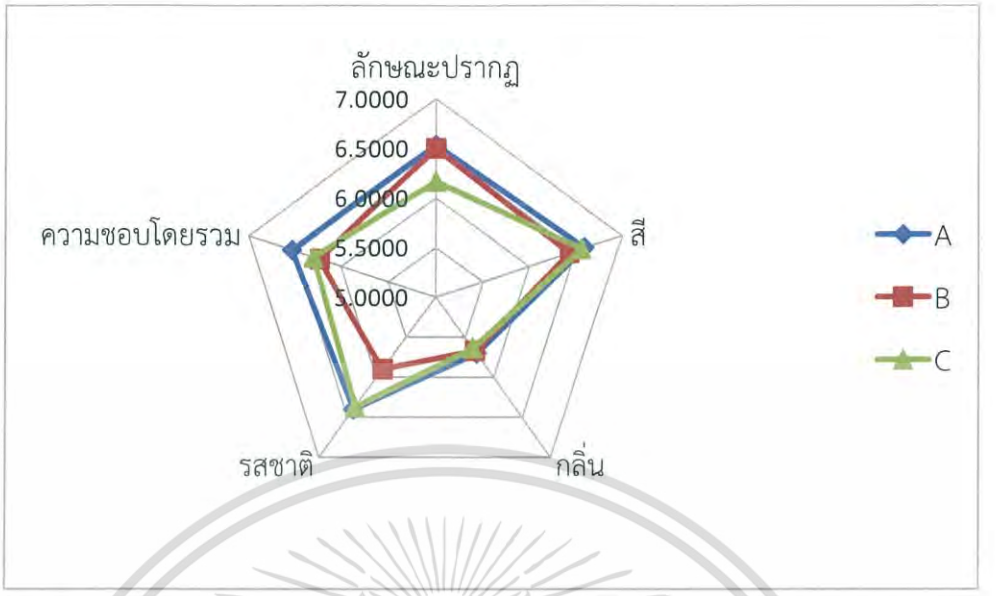
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.53±1.25[a]	6.50±1.20[a]	6.17±1.49[b]
สี	6.60±1.38[a]	6.43±1.45[a]	6.57±1.61[a]
กลิ่น	5.70±1.44[a]	5. 67±1.27[a]	5.63±1.19[a]
รสชาติ	6.40±1.63[a]	5.90±1.79[a]	6.37±1.52[a]
ความชอบโดยรวม	6.53±1.38[a]	6.23±1.22[a]	6.30±1.09[a]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

หมายเหตุ: สูตรเจลลี่ข้าวหมากมีส่วนผสมดังนี้ คาราจีแนนผสมบุก (กรัม), น้ำตาล (กรัม), กรดซิตริก (กรัม), น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร) และน้ำดื่ม (มิลลิลิตร) โดยจะควบคุมปริมาณ คาราจีแนนผสมบุก: กรดซิตริก = 5: 1ตามลำดับ และมีการปรับปริมาณน้ำตาล: น้ำข้าวหมาก: น้ำดื่ม ดังนี้ A: สูตรที่ 1 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 40: 50: 150, B: สูตรที่ 2 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 20: 100: 100, และ C: สูตรที่ 3 มีปริมาณน้ำตาล (กรัม): น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร): น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) = 30: 75: 125

4.4.3 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก

จากการผลิตข้าวหมาก ได้มีการนำน้ำข้าวหมากมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก แต่พบว่ากากข้าวหมากที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้นั้นมีประโยชน์ ถึงแม้ว่าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* จะสามารถผลิตเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส และกลูโคลอะมิเลส ย่อยแป้งในข้าวเหนียวเป็นน้ำตาลได้ แต่ยังมีสารอาหารจำพวกวิตามิน แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระในรูปของวิตามินอี โดยเฉพาะวิตามินอีในรูป Mixed tocopherols ภายในกากข้าวหมาก จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจนำกากข้าวหมากที่มีประโยชน์มาเติมลงในผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 20 คน ให้ทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมทั้งหมด 3 สูตร โดยแปรผันปริมาณกากข้าวหมาก พบว่าด้านลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.20±1.654 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.57±1.57 ด้านสีพบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ได้คะแนนเท่ากัน ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.97±1.13 ด้านกลิ่นผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.77±1.43 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.40±1.35 ด้านรสชาติที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.13±1.98 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.50±1.76 ด้านเนื้อสัมผัสที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.80±1.35 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.07±1.44 และด้านความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.23±1.50 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.40±1.33 ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.4

โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบค่อนข้างน้อย เนื่องจากลักษณะเจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมากมีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และการเติมข้าวหมาก 20 กรัมในสูตรที่ 3 ทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกว่ามีกากข้าวหมากมากเกินไป ทำให้เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมากยังไม่เป็นที่ยอมรับแก่ผู้ทดสอบ

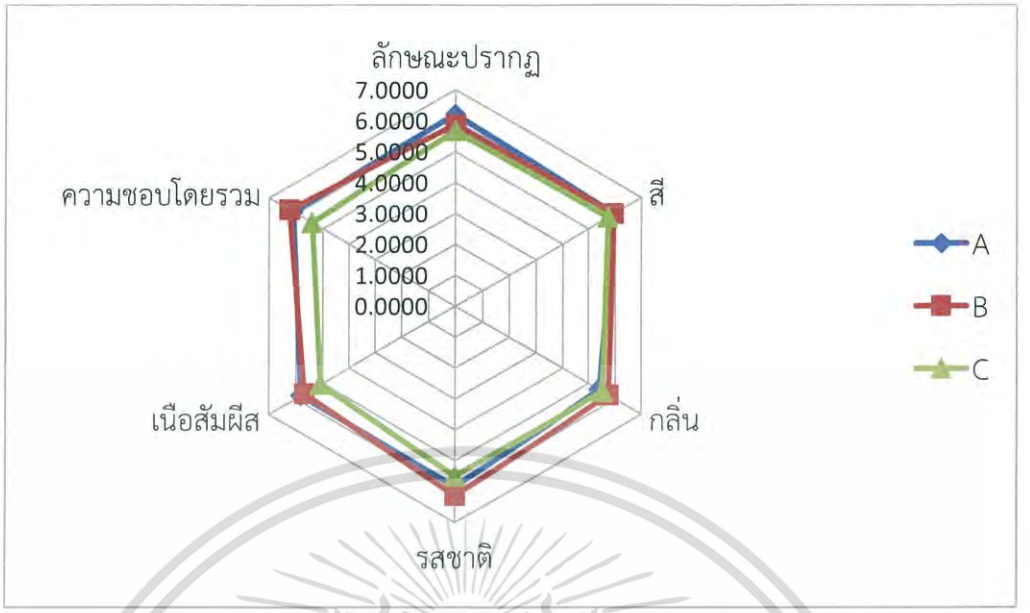
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.20±1.65[a]	5.87±1.61[ab]	5.57±1.57[b]
สี	5.97±1.13[a]	5.97±1.33[a]	5.73±1.20[a]
กลิ่น	5.40±1.35[a]	5.77±1.43[b]	5.53±1.38[ab]
รสชาติ	5.83±1.68[a]	6.133±1.98[b]	5.50±1.76[ab]
เนื้อสัมผัส	5.80±1.35[a]	5.67±1.63[a]	5.07±1.44[b]
ความชอบโดยรวม	6.10±1.49[a]	6.23±1.50[a]	5.40±1.33[b]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก

หมายเหตุ: สูตรเจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก มีส่วนผสมดังนี้ คาราจีแนนผสมบุก (กรัม), น้ำตาล (กรัม), กรดซิตริก (กรัม), น้ำข้าวหมาก (มิลลิลิตร), น้ำดื่ม (มิลลิลิตร) และกากข้าวหมาก (กรัม) โดยจะควบคุมปริมาณคาราจีแนนผสมบุก: น้ำตาล: กรดซิตริก: น้ำข้าวหมาก: น้ำดื่ม = 5: 40 1: 50: 150 ตามลำดับ และมีการปรับปริมาณกากข้าวหมาก ดังนี้ A: สูตรที่ 1 มีปริมาณกากข้าวหมาก (กรัม) = 10, B: สูตรที่ 2 มีปริมาณกากข้าวหมาก (กรัม) = 15, และ C: สูตรที่ 3 มีปริมาณกากข้าวหมาก (กรัม) = 20

4.5 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำ

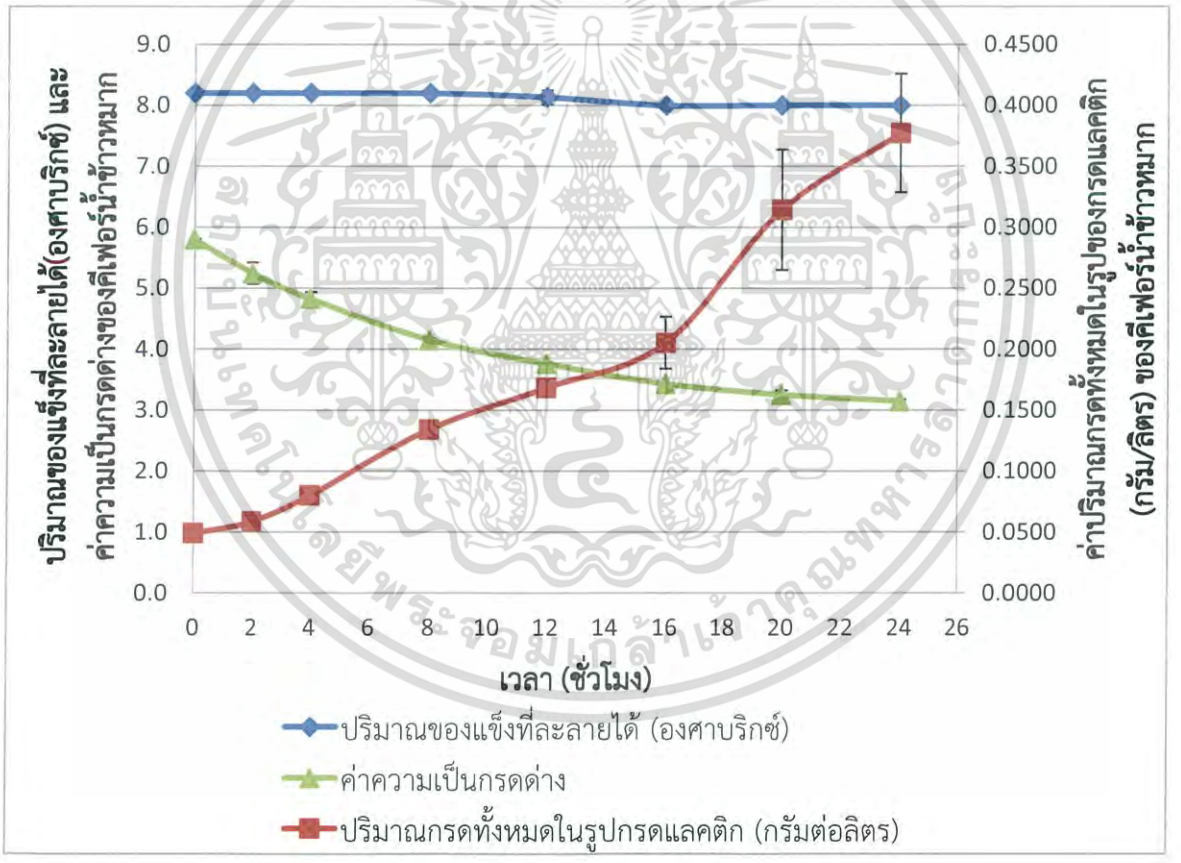
4.5.1 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ตัวอย่างคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก โดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่ามีค่าของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 8.2, 8.2, 8.2, 8.2, 8.1, 8.0, 8.0 และ 8.0 องศาบริกซ์ ตามลำดับ มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกเท่ากับ 0.05, 0.06, 0.08, 0.13, 0.17, 0.21, 0.31 และ 0.38 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.80, 5.25, 4.83, 4.15, 3.76, 3.43, 3.25 และ 3.15 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) เนื่องจากในน้ำข้าวหมากที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย่อยโดยเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส และเอนไซม์กลูโคอะมิเลสจะได้น้ำตาลมอลโทสและกลูโคส ซึ่งเชื้อแบคทีเรียแลคติกไม่สามารถใช้น้ำตาลมอลโทสได้ ทำให้เมื่อนำน้ำข้าวหมากมาทำผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากจะทำให้พบว่าค่าของแข็งที่ละลายได้มีค่าลดลงเล็กน้อย และค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกจะใช้น้ำตาลกลูโคสเปลี่ยนเป็นไพรูเวทโดยผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส หลังจากนั้นเปลี่ยนไพรูเวทเป็นกรดแลคเตรท ผ่านกระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ (Laureys and Vuyst, 2014) ในขณะเดียวกันยีสต์สามารถใช้น้ำตาลมอลโทสได้ โดยใช้น้ำตาลมอลโทสเปลี่ยนเป็นไพรูเวทผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส และเปลี่ยนไพรูเวทเป็นกรดแลคเตรทผ่านกระบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ เช่นเดียวกันกับแบคทีเรีย และเนื่องจากน้ำตาลมอลโทสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ทำให้ยีสต์นำน้ำตาลไปใช้ได้ยากกว่าน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Danilo, *et al*, 1999)

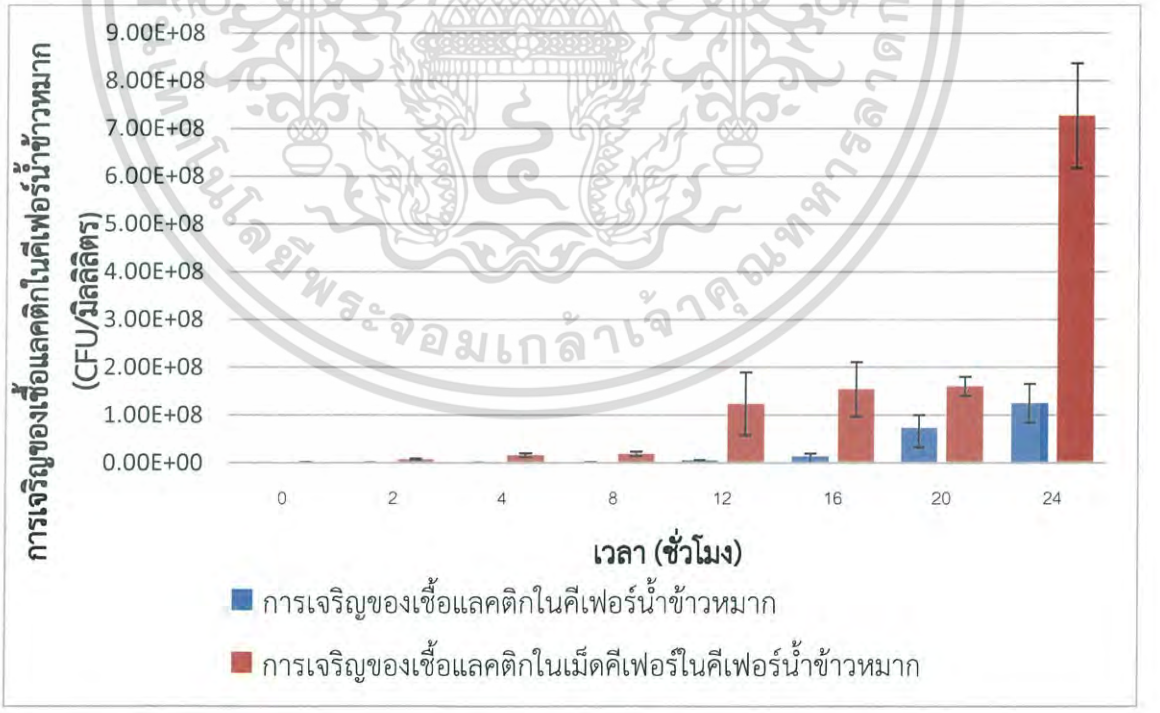


ภาพที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

จากผลการทดลองการวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก โดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่าทั้งเชื้อแบคทีเรีย แลคติกในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากและเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมง 0 จน ถึงชั่วโมง 24 และพบว่าการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก สังเกตได้จากชั่วโมงที่ 24 เชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณ 7.27×10^{8} CFU/มิลลิลิตร และเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณ 1.25×10^{8} CFU/มิลลิลิตร เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกถูกตรึงเซลล์ในเม็ดคีเฟอร์ ซึ่งเม็ดคีเฟอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวตรึงเซลล์ (การตรึงเซลล์ คือ การจำกัดขอบเขตของจุลินทรีย์ให้อยู่ที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยจุลินทรีย์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ และเซลล์จุลินทรีย์ไม่สูญเสียคุณสมบัติการทำงาน และยังสามารถนำเซลล์กลับมาใช้ใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง สภาพของเซลล์ที่ถูกตรึงนั้นอาจจะกำลังเจริญ กำลังพักตัวหรือตายก็ได้) (จันทร์จรัส และคณะ, 2559) ทำให้พบเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์มากกว่าแบคทีเรียแลคติกในน้ำคีเฟอร์ ดังแสดงในภาพที่ 4.6

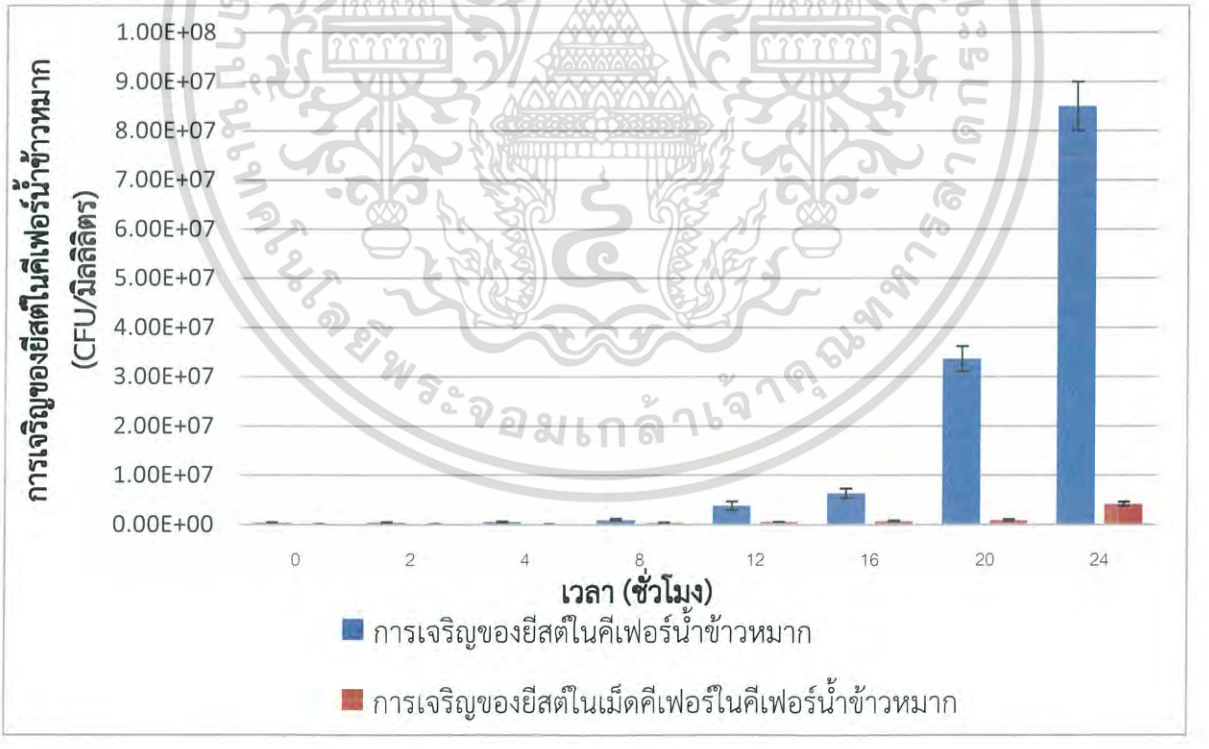


ภาพที่ 4.6 การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

จากผลการทดลองการวิเคราะห์การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก โดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่าทั้งยีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และยีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก มีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมง 0 จน ถึงชั่วโมง 24 และพบว่าการเจริญของยีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณมากกว่ายีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก สังเกตได้จากชั่วโมงที่ 24 ยีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณ 3.37×10^{7} CFU/มิลลิลิตร และยีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณ 4.16×10^{6} CFU/มิลลิลิตร เนื่องจากภายในเม็ดคีเฟอร์มีทั้งแบคทีเรียแลคติกและยีสต์ ซึ่งแบคทีเรียแลคติกสามารถผลิตกรดแลคติก และในขณะที่แบคทีเรียแลคติกเจริญอย่างรวดเร็วในเม็ดคีเฟอร์ ส่งผลให้ในเม็ดคีเฟอร์มีค่าความเป็นกรดสูงและทำให้มีอากาศภายในต่ำ ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมแก่การเจริญของยีสต์ จึงทำให้พบยีสต์ในน้ำคีเฟอร์มากกว่าในเม็ดคีเฟอร์ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.4 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 20 คน โดยทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม ทั้งหมด 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 1 มีลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.47±1.83 5.83±1.62 5.40±1.92 5.47±1.98 5.37±1.92 และ 5.47±2.00 ตามลำดับ สูตรที่ 3 มีสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.17±1.82 5.80±1.47 3.63±1.19 3.50±1.74 3.57±2.10 และ 3.83±1.60 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.8

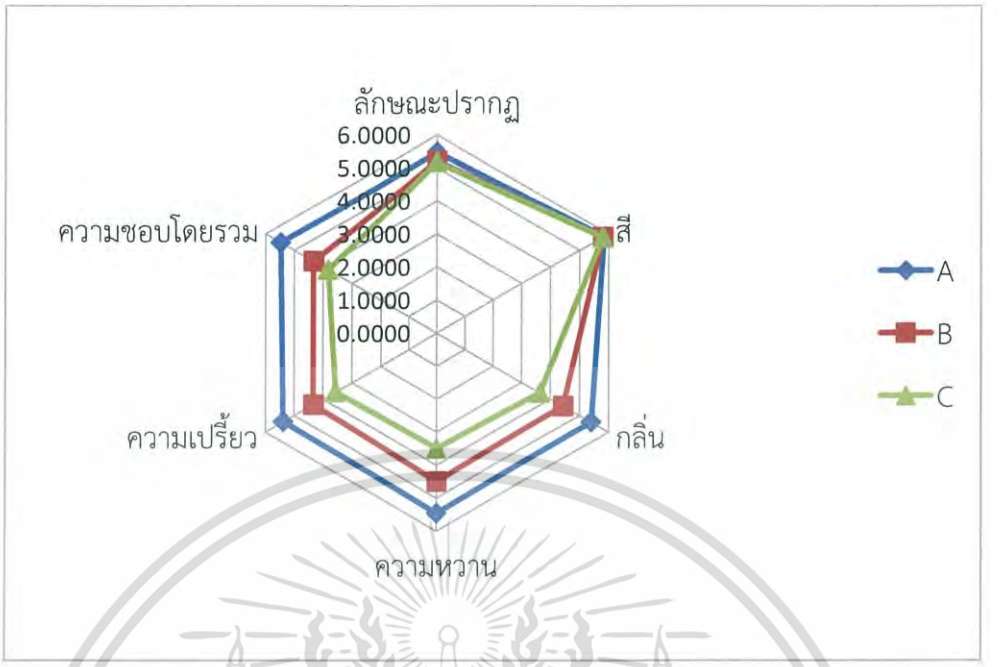
โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบค่อนข้างน้อย พบว่าสูตรที่ 1 ที่มีการบ่มเป็นเวลา 16 ชั่วโมง มีความหวาน และความเปรี้ยวที่พอดี ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 3 มีรสชาติเปรี้ยวมากเกินไป และถึงแม้ สูตรที่ 1 จะเป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบมากที่สุด แต่ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ เนื่องจากกลิ่นของน้ำข้าวหมากที่แรงมากเกินไป

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	5.47±1.83[a]	5.20±1.79[b]	5.17±1.82[b]
สี	5.83±1.62[a]	5.80±1.49[a]	5.80±1.47[a]
กลิ่น	5.40±1.92[a]	4.43±1.38[b]	3.63±1.19[c]
ระดับความหวาน	5.47±1.98[a]	4.50±1.94[b]	3.50±1.74[c]
ระดับความเปรี้ยว	5.37±1.92[a]	4.33±1.90[b]	3.57±2.10[c]
ความชอบโดยรวม	5.47±2.00[a]	4.43±1.83[b]	3.83±1.60[c]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

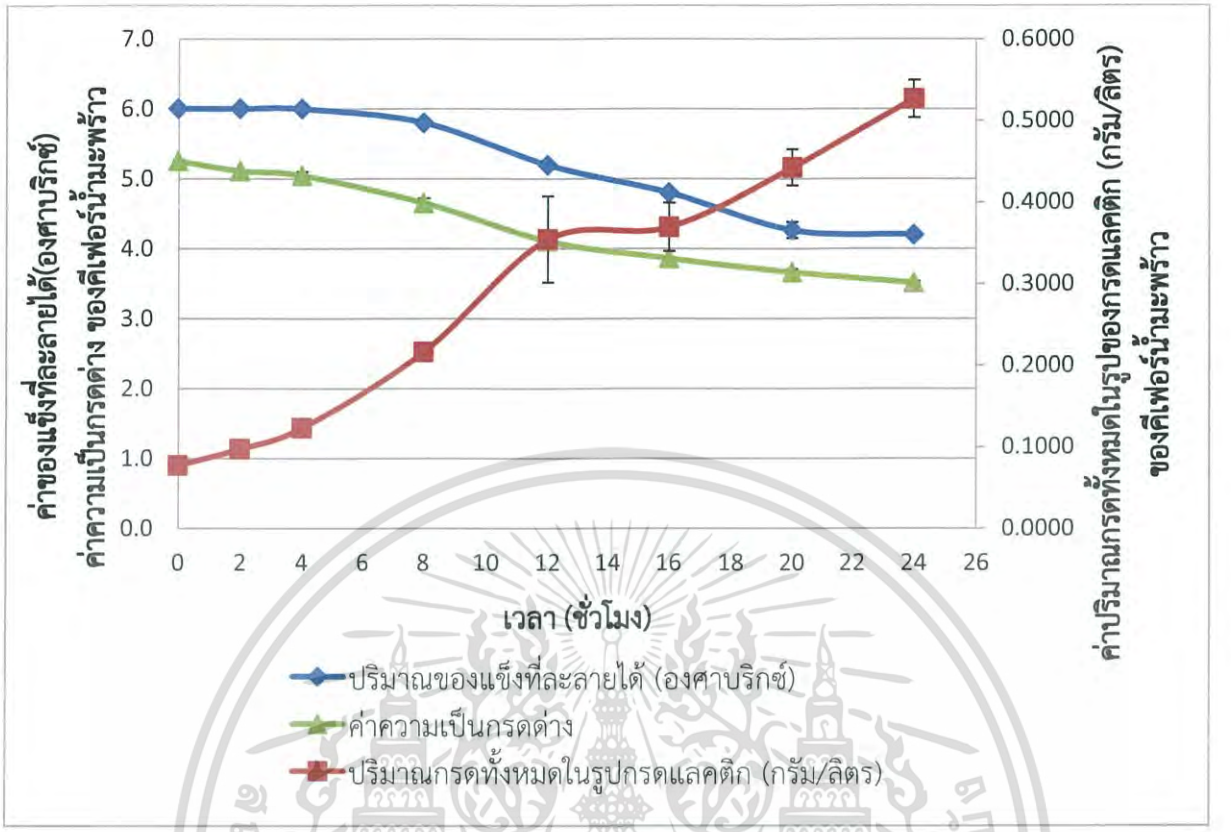
หมายเหตุ: A: สูตรที่ 1 (คีเฟอร์น้ำข้าวหมากที่ผ่านการบ่ม 16 ชั่วโมง), B: สูตรที่ 2 (คีเฟอร์น้ำข้าวหมากที่ผ่านการบ่ม 20 ชั่วโมง) และ C: สูตรที่ 3 (คีเฟอร์น้ำข้าวหมากที่ผ่านการบ่ม 24 ชั่วโมง)

4.5.2 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ตัวอย่างคีเฟอร์น้ำมะพร้าว โดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่ามีค่าของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 6.0, 6.0, 6.0, 5.8, 5.2, 4.8, 4.3 และ 4.2 องศาบริกซ์ ตามลำดับ มีค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกเท่ากับ 0.08, 0.10, 0.12, 0.22, 0.35, 0.37, 0.44 และ 0.53 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.25, 5.11, 5.05, 4.65, 4.11, 3.86, 3.66 และ 3.51 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่าค่าของแข็งที่ละลายได้และค่าความเป็นกรดด่างลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ค่าปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีส่วนประกอบของสารอาหารต่างๆเช่น แม็กนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม และโซเดียม ซึ่งส่งเสริมให้เชื้อแบคทีเรียและยีสต์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

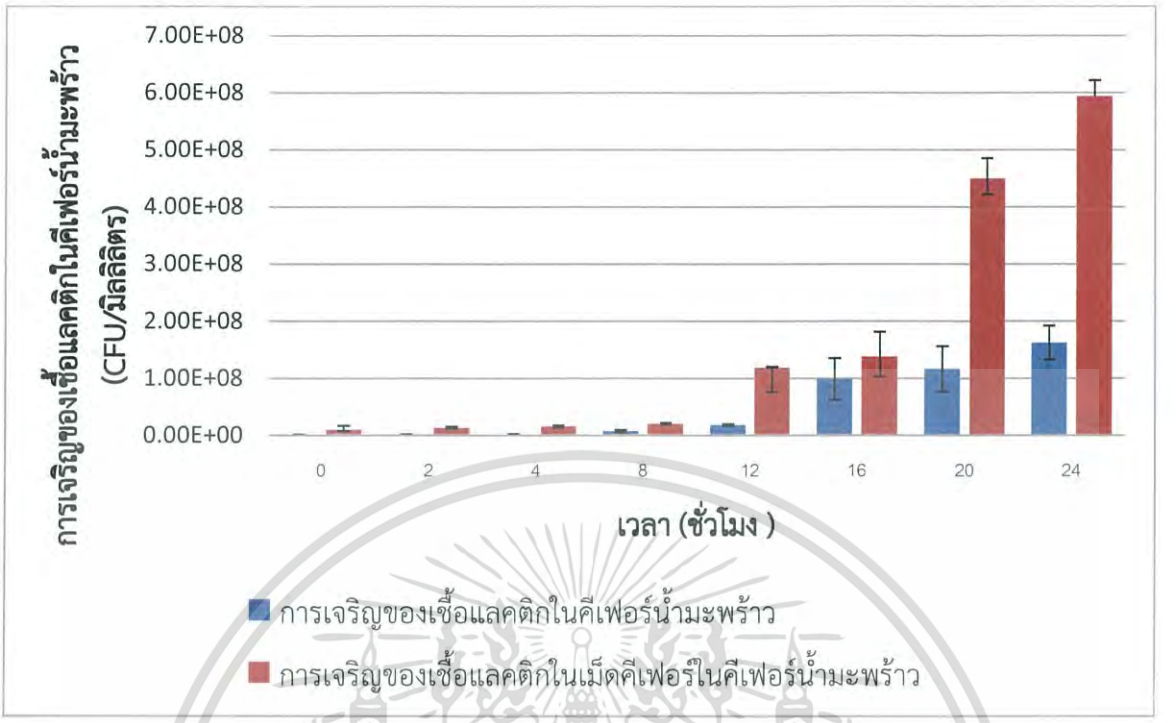


ภาพที่ 4.9 องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

จากผลการทดลองการวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวโดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่าทั้งเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำมะพร้าว และเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวโดยมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมง 0 จน ถึงชั่วโมง 24 โดยเฉพาะชั่วโมงที่ 24 เชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณ 5.93×10^{8} CFU/มิลลิลิตร และเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณ 1.62×10^{8} CFU/มิลลิลิตร ซึ่งจะพบว่าการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวเช่นเดียวกันกับการเจริญของแบคทีเรียแลคติกเช่นเดียวกับคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก สังเกตได้จากดังแสดงในภาพที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

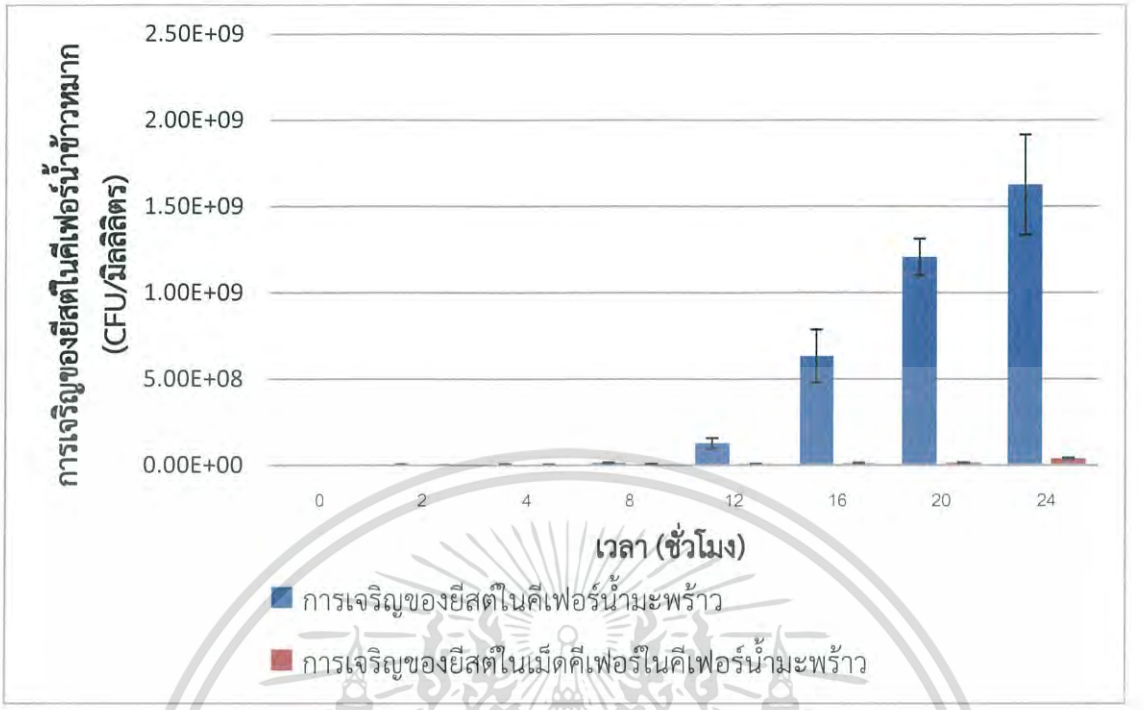


ภาพที่ 4.10 การเจริญของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

จากผลการทดลองการวิเคราะห์การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวโดยเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในชั่วโมงที่ 0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 พบว่าทั้งยีสต์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวและยีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวโดยมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมง 0 จน ถึงชั่วโมง 24 โดยเฉพาะชั่วโมงที่ 24 ยีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมีปริมาณ 1.63×10^{9} CFU/มิลลิลิตร และยีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณ 3.87×10^{7} CFU/มิลลิลิตร ซึ่งจะพบว่าการเจริญของยีสต์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมีปริมาณมากกว่ายีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวเช่นเดียวกับคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก ดังแสดงในภาพที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 การเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

4.5.2.4 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 20 คน โดยทำการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม พบว่าด้านลักษณะปรากฏที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.17±1.49 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.90±1.65 ด้านสีที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 6.13±1.41 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.77±1.76 ด้านกลิ่นผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.93±1.60 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 4.83±1.42 ด้านระดับความหวานที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 4.43±1.22 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 3.80±1.32 ด้านระดับความเปรี้ยวที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 1 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 4.53±1.66 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 3.73±1.70 และด้านความชอบโดยรวมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดคือ สูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 5.17±1.32 ส่วนที่ผู้ทดสอบชอบน้อยที่สุดคือ สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบเท่ากับ 3.93±1.39 ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

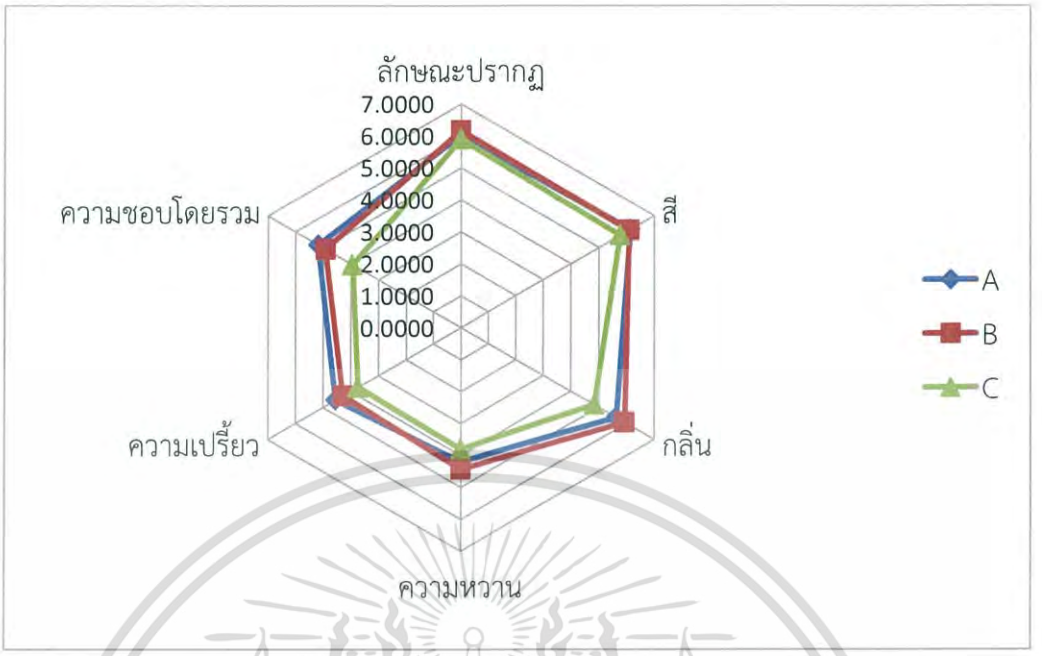
โดยจากข้อเสนอแนะจากแบบทดสอบที่ได้รับทำให้ทราบว่าเหตุผลที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบค่อนข้างน้อย เนื่องจากสูตรที่ 2 และ 3 มีรสชาติเปรี้ยวมากเกินไป สำหรับสูตรที่ 1 รสชาติเปรี้ยวกำลังพอดี แต่ทุกตัวอย่างมีรสชาติเค็ม ซึ่งความเค็มเกิดจากน้ำมะพร้าวที่ใช้ และถึงแม้ว่ากลิ่นของคีเฟอร์น้ำมะพร้าวจะดีกว่าน้ำข้าวหมาก แต่รสชาติคีเฟอร์น้ำมะพร้าวยังขาดความหวาน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

	ผลิตภัณฑ์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.03±1.61^{ab}	6.17±1.49^{a}	5.90±1.65^{b}
สี	6.13±1.41^{a}	6.10±1.45^{a}	5.77±1.76^{b}
กลิ่น	5.63±1.16^{a}	5.93±1.60^{a}	4.83±1.42^{b}
ระดับความหวาน	4.20±0.92^{a}	4.43±1.22^{a}	3.80±1.32^{b}
ระดับความเปรี้ยว	4.53±1.66^{a}	4.27±1.95^{a}	3.73±1.70^{b}
ความชอบโดยรวม	5.17±1.32^{a}	4.90±1.52^{a}	3.93±1.39^{b}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในแถวเดียวกันคือค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

หมายเหตุ: A: สูตรที่ 1 (คีเฟอร์มะพร้าวที่ผ่านการบ่ม 16 ชั่วโมง), B: สูตรที่ 2 (คีเฟอร์น้ำมะพร้าวที่ผ่านการบ่ม 20 ชั่วโมง) และ C: สูตรที่ 3 (คีเฟอร์น้ำมะพร้าวที่ผ่านการบ่ม 24 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ของกล้าเชื้อรา *Amylomyces rouxii* ในรูปทาเนะโคจิ พบว่าเชื้อราสามารถผลิตเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลสได้เท่ากับ 41.08 หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และสามารถผลิตเอนไซม์กลูโคอะมิเลสได้เท่ากับ 5.80 หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

5.1.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างน้ำข้าวหมาก พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติกเพิ่มขึ้น และมีค่าความเป็นกรดด่างลดลง ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่างน้ำข้าวหมากมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ในวันที่ 1 และวันที่ 2

5.1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าว พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแลคติกเพิ่มขึ้น และมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 24

5.1.4 การวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกและยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากพบว่ามีการเจริญของแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก และมีการเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากพบว่ายีสต์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมากมากกว่ายีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก โดยมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 24

5.1.5 การวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียแลคติกและยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวพบว่ามีการเจริญของแบคทีเรียแลคติกในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมากกว่าเชื้อแบคทีเรียแลคติกในคีเฟอร์น้ำมะพร้าว และมีการเจริญของยีสต์ในผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าวพบว่ายีสต์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าวมากกว่ายีสต์ในเม็ดคีเฟอร์ในคีเฟอร์น้ำมะพร้าว โดยมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้นจากช่วงชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.1.6.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก ทำการทดสอบด้านสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม ทั้งหมด 3 สูตร ซึ่งใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พบว่าสูตรที่ 3 ที่ประกอบด้วยสตรอเบอร์รี่ไซรัป 7 มิลลิลิตร น้ำข้าวหมาก 33 มิลลิลิตรและน้ำแข็ง 125 กรัม มีสี กลิ่น ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยวและความชอบโดยรวมสูงที่สุด

5.1.6.2 การทดสอบทางประสาสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก พบว่าสูตรที่ 2 ที่ประกอบด้วยคาราจีแนนผสมบุก 5 กรัม มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากทั้ง 3 สูตร และเมื่อทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก พบว่าสูตรที่ 1 ประกอบด้วยคาราจีแนนผสมบุก 5 กรัม น้ำตาล 40 กรัม กรดซิตริก 1 กรัม น้ำข้าวหมาก 50 มิลลิลิตรและน้ำดื่ม 150 มิลลิลิตร มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากทั้ง 3 สูตร และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก พบว่าสูตรที่ 2 ที่ประกอบด้วยคาราจีแนนผสมบุก 5 กรัม น้ำตาล 40 กรัม กรดซิตริก 1 กรัม น้ำข้าวหมาก 50 มิลลิลิตร น้ำดื่ม 150 มิลลิลิตรและกากข้าวหมาก 15 กรัม มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากทั้ง 3 สูตร แต่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม

5.1.6.3 การทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าว พบว่าผู้ทดสอบสูตรที่ 1 ที่บ่มเป็นเวลา 16 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบสูงที่สุดจากทั้ง 3 สูตร แต่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการวิเคราะห์ค่าทางเคมีในผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิด เช่น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรดด่าง

5.2.2 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เติมกากข้าวหมากยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ จึงควรนำกากข้าวไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันกับของเหลวก่อนที่จะนำไปผลิตเยลลี่

5.2.3 ผู้ทดสอบไม่ยอมรับกลิ่นเยลลี่ข้าวหมาก จึงแนะนำให้มีการใช้น้ำผลไม้ และผลิตภัณฑ์เยลลี่ควรนำไปวิเคราะห์โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.2.4 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและน้ำมะพร้าวยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่จากการข้อเสนอแนะกลับพบว่ารสชาติของคีเฟอร์น้ำข้าวหมากดีกว่าคีเฟอร์น้ำมะพร้าว แต่กลิ่นของน้ำมะพร้าวดีกว่าน้ำข้าวหมาก จึงแนะนำให้นำทั้งสองผลิตภัณฑ์มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1 หรืออื่นๆ เพื่อลดกลิ่นของน้ำข้าวหมากและเพิ่มรสชาติให้กับคีเฟอร์น้ำอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. ไม่ปรากฏปี. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=31. 10 มิถุนายน 2562

เจริญ เจริญชัย. 2549. การพัฒนากล้าเชื้อสำเร็จเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากข้าว. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธัญวรรณ ศรีจันทร์ม่วง, สร้อยสุดา พรภักดีวัฒนา และสุกัญญา ต๊ะปวง. 2558. การพัฒนากระบวนการผลิตไวน์ข้าวโดยใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ *Amylomyces* sp. ปัญหาพิเศษ. สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปราโมทย์ ธรรมรัตน์. 2544. การทำข้าวหมาก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.ku.ac.th/e-magazine/january44/agri/kmak/. 19 มิถุนายน 2562

พัดชา เศรษฐากา. 2560. ข้าวเหนียว: พืชยุทธศาสตร์เฉพาะถิ่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร 45(1): 1464-1469.

พิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์ และคณะ. ไม่ปรากฏปี. คาราจีแนน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274. 11 มิถุนายน 2562

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. ไม่ปรากฏปี. Mold/รา . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0831/mold-รา. 29 พฤศจิกายน 2561.

พรรณพร บุนนาค. 2556. ประโยชน์ บัวหิมะ (ธิเบต) kefir ชนิด นม และ น้ำ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

https://www.facebook.com/notes/593992727300850/. 11 มิถุนายน 2562.

เมทินี มาเวียง, ปัญจภรณ์ ทัดพิชญางกูร และเอกสิทธิ์ อ่อนสะอาด. 2556. การรวบรวมวัฒนธรรมกระบวนการแปรรูปและการผลิตอาหาร หมักพื้นบ้านจากข้าวในจังหวัดอุบลราชธานี. โครงการวิจัยด้านศิลปวัฒนธรรม. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=31. 10 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://cri-rrc.ricethailand.go.th/images/sampledata/research-cri/GS8974/GSno8974.pdf. 10 มิถุนายน 2562

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. กรดซิตริก/กรดมะนาว (Citric acid) ประโยชน์ และความเป็นพิษของกรดซิตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.siamchemi.com/กรดซิตริก. 11 มิถุนายน 2562

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. WATER KEFIR FAQ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.culturesforhealth.com/learn/water-kefir/water-kefir-frequently-asked-questions-faq/. 11 มิถุนายน 2562

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. ไม่ปรากฏปี. *Amylomyces* sp. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://funcode.bcrc.firdi.org.tw/detail.jsp?fbid=FB000353. 2 กรกฎาคม 2562

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. 2560. ข้าวเหนียว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.sanook.com/women/66491/. 10 มิถุนายน 2562.

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. 2561. ข้าวเหนียวเขี้ยวงู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chiangraifocus.com/forums/index.php?topic=953374.0 10 มิถุนายน 2562

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. 2561. ข้าวหมาก เคล็ด(ไม่)ลับ ของคนโบราณ กินแล้วผิวสวย แก่ช้า ลดอ้วน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://goodlifeupdate.com/healthy-body/74495.html/4. 10 มิถุนายน 2562

ลมภูริพล สรสุพิสิฐกุล. 2555. การประยุกต์ใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์ในกระบวนการผลิตข้าวหมากทางการค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วันชัย พันธ์ทวี. 2558. อาหารจากจุลินทรีย์. วารสารวิชาการ ปีที่ 45(1): 32-36.

ศรีสมพร ปรีเปรม. 2545. คาราจีแนนกับคอนยัคกุ. สารสารศูนย์บริการวิชาการ. ปีที่ 10(2): 21-23.

สุภาวดี แช่ม และภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ. 2561. การพัฒนาวิธีสกัดผงบุกด้วยเทคนิคการขัดอนุภาคเชิงกลจากบุกเนื้อทราย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 49(1): 605-608.

อุทุมพร กุละนาม. 2560. อิทธิพลของสายพันธุ์เชื้อราและข้าวต่อองค์ประกอบของสารให้กลิ่นในไวน์ข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภัย ราษฎรวิจิตร. 2561. น้ำมะพร้าว (Coconut water). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://haamor.com/th/น้ำมะพร้าว/. 19 มิถุนายน 2562

อรุณ ชาญชัยเชาว์วิวัฒน, เพ็ญพร จีนคำพะเนา และสุวินัย เกิดทับทิม. 2557. ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากแปรรูปเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. ปีที่ 5(2): 186-195.

Alan D.W., Ian S.M., 2003. Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: perspectives and challenges. TRENDS in Biotechnology. 21(6): 269-274.

AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Texas: Association of Official Analytical Chemistry.

Fuwa, H. 1954. A new method for microdetermination of amylase as the substrate. Journal Biochem. 41: 583-587

Laureys, D. and Vuyst, L.D. 2014. Water kefir as a promising low-sugar probiotic fermented beverage. [Online]. Available: http://www.archpublichealth.com/content/72/S1/P1. 11 June 2019

Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry 31: 426-428.

Rossi, M. 2017. KONJAC FROM A TO Z: 26 THINGS WORTH KNOWING. [Online]. Available: https://www.finedininglovers.com/stories/konjac-what-is-it/. 19 June 2019

Ueda, S., Teramoto, Y., Saigusa, N., Ueki, T., Ohba, R. and Yoshizawa, K. 1991. Improvement of the quality of aromatic red rice wine. Journal of Fermentation and Bioengineering 72(3): 173-178

Weita, Y., Wang, Y. and Hec, X. 2011. Gel properties of K-Carrageenan-Konjac Gum Mixed Gel. Advanced Materials Research ISSN: 1662-8985, 396-398: 1389-1393

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์

ก.1 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา–อะมิเลส (Fuwa, 1994)

1. สารเคมี

1.1 สารละลายน้ำแป้งเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยชั่ง Soluble starch 0.5 กรัม ละลายในสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 5.0 ต้มจนเดือด ทิ้งให้เย็น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์

1.2 สารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 5.0 เตรียมโดยผสมสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.2 โมลาร์ (ปิเปตกรดอะซิติกเข้มข้น 1.2 มิลลิลิตร ในตู้ดูดควันสารเคมี ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) กับสารละลายโซเดียมอะซิเตทเข้มข้น 0.2 โมลาร์ (ละลายโซเดียมอะซิเตท 2.72 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้เท่ากับ 5.0

1.3 สารละลายไอโอดีนความเข้มข้น 0.167 ไมโครโมลาร์ เตรียมโดยละลายโปรแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 5 กรัม ในน้ำกลั่น 3-5 มิลลิลิตร แล้วเติมไอโอดีนเกร็ด (I_2) 2.538 กรัม ลงไป เติมน้ำกลั่นทีละน้อยพร้อมกับคนจนไอโอดีนละลายหมด ปรับปริมาตรเป็น 300 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ถ้ามีตะกอนกรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารละลายไอโอดีนไว้ในขวดสีชา และเก็บไว้ในที่มืด

1.4 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มอล

1.5 เตรียมสารละลายเอนไซม์ โดยทำการสกัดเอนไซม์ในตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อข้าวเท่ากับ 3:1 จากนั้นเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองตัวอย่างแบบหยาบด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำส่วนใสที่กรองได้ทำการหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสที่ได้กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บตัวอย่างที่ -20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ปิเปตสารละลายน้ำแป้ง 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

2.2 ปิเปตสารละลายเอนไซม์ ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในสารละลายน้ำแป้งข้อ 2.1 ที่บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ผสมให้เข้ากัน บ่มต่อไปอีก 10 นาที

2.3 ปิเปตสารละลายน้ำแป้งที่เติมสารละลายตัวอย่างแล้วข้อ 2.2 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในสารละลายไอโอดีน ความเข้มข้น 0.167 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ที่เตรียมใหม่ๆ (ผสมสารละลายไอโอดีน ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลายกรดไฮโดรคลอลิกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 60 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) สีของไอโอดีนเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

2.4 นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 700 นาโนเมตร ปรับค่าเซต 0 ด้วยน้ำกลั่น หรือสารละลายบัฟเฟอร์

ค่า Blank (B) ใช้สารละลายน้ำแป้งที่เติมสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ตามข้อ 1.2.3

3. การคำนวณกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส

กิจกรรมเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลส 1 หน่วย หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยแป้งได้ 1 มิลลิกรัม ในเวลา 1 นาที ที่ความเป็นกรดด่าง 5.0 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

$$\text{หน่วยของเอนไซม์แอลฟา-อะมิเลสต่อมิลลิลิตร (หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)} = \frac{(B - S) \times dil_n \times d}{B \times \text{dry wt.}}$$

โดยที่ B = ค่าการดูดกลืนแสงของ Blank ที่ 700 นาโนเมตร

S = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ 700 นาโนเมตร

dil_n = ค่าการเจือจางของสารละลายเอนไซม์

d = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัดเอนไซม์ (45 มิลลิลิตร)

dry wt. = น้ำหนักตัวอย่างแห้งที่ใช้ในการสกัดเอนไซม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์กลูโคอะมิเลส (Ueda,1991)

1. สารเคมี

1.1 สารละลายน้ำแป้งเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เตรียมโดยชั่ง Soluble starch 0.5 กรัม ละลายในสารละลายอะซิเจทบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 4.5 ต้มจนเดือด ทิ้งให้เย็น และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายอะซิเจทบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์

1.2 3,5 – Dinitrosalicylic acid (DNS) เตรียมโดยละลาย DNS 20 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายด่างไปทีละน้อย (โซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร) คนให้เข้ากัน นำไปอังบนอ่างน้ำร้อนจนละลาย แล้วเติมโพแทสเซียมโซเดียมทาเทรตลงไปทีละน้อยจนครบ 600 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 2,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิห้อง

1.3 สารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ความเป็นกรดด่าง 4.5 เตรียมโดยผสมสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.2 โมลาร์ (ปิเปตกรดอะซิติกเข้มข้น 1.2 มิลลิลิตร ในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) กับสารละลายโซเดียมอะซิเตทเข้มข้น 0.2 โมลาร์ (ละลายโซเดียมอะซิเตท 2.72 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น) ปรับความเป็นกรดด่างให้ได้เท่ากับ 4.5

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 ปิเปตสารละลายน้ำแป้ง 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร สารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ความเป็นกรดด่าง 4.5 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

2.2 เติมสารละลายเอนไซม์ ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสมลงไป 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มให้เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

2.3 ปิเปตสารละลายจากข้อ 2.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีสารละลาย DNS 1 มิลลิลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์

2.4 นำหลอดทดลองจากข้อ 2.3 ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที

2.5 แช่ในอ่างน้ำเย็น 5 นาที

2.6 เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองจากข้อ 2.5 ผสมให้เข้ากัน และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ 540 นาโนเมตร เตรียมสารละลายที่ปรับค่า Set 0 ทำตามวิธีที่ 2.3-2.6 โดยใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง นำค่าดูดกลืนแสงที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหา ปริมาณน้ำตาลกลูโคส เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน

สำหรับ RS_0 ใช้สารละลายเอนไซม์เติมลงใน Substrate (2.1) โดยไม่ต้องบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และทำตามวิธีการข้อ 2.3-2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการทำสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส 0.1 กรัมในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงปริมาตร ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐาน 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นโดยให้ปริมาตรในแต่ละหลอดเป็น 1 มิลลิลิตร เติม DNS หลอดละ 1.0 มิลลิลิตร แช่หลอดทดลองในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที และนำมาแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นให้เติมน้ำกลั่นลงไปหลอดละ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

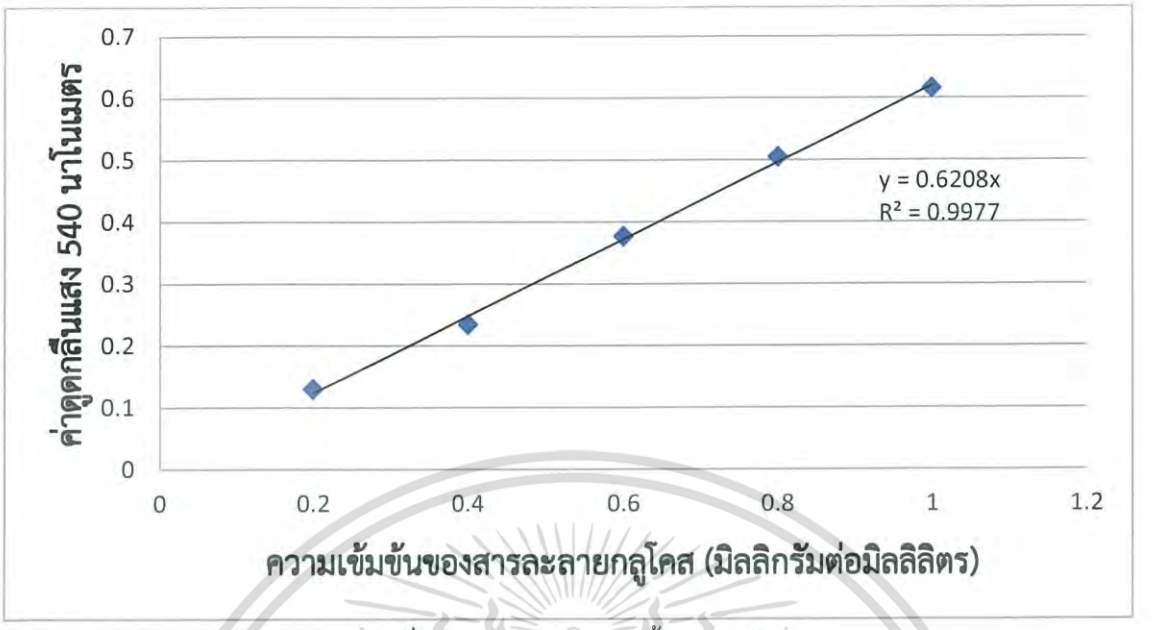
4. การคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสง} \times \text{อัตราการเจือจาง}}{\text{ความชันของกราฟ}}$$

ตารางที่ ก.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

ความเข้มข้นของกลูโคส (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกลูโคส (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
0.2	0.2	0.8
0.4	0.4	0.6
0.6	0.6	0.4
0.8	0.8	0.2
1.0	1.0	0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.1 กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

5. การคำนวณกิจกรรมของเอนไซม์กลูโคอะมิเลส

กิจกรรมเอนไซม์กลูโคอะมิเลส 1 หน่วย หมายถึง ปริมาณกลูโคสที่เกิดขึ้น 1 มิลลิกรัม ในเวลา 1 นาที ที่ความเป็นกรดด่าง 4.5 อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

$$\text{หน่วยของเอนไซม์กลูโคอะมิเลสต่อน้ำหนักแห้ง (หน่วยต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)} = \frac{(RS - RS_0) \times b \times c \times d}{RS_s \times e \times t \times a \times \text{dry wt.}}$$

โดยที่ RS = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ที่วัดได้เมื่อให้เอนไซม์ย่อยสารละลายน้ำแป้ง 10 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

RS_0 = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ที่วัดได้เมื่อหยุดกิจกรรมในการย่อยของเอนไซม์ก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยาการย่อย

RS_s = ค่าคงที่ที่ได้จากค่าความชันของกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

a = ปริมาตรสารละลายเอนไซม์ที่ใช้ในการตรวจสอบกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ ในการทดลองใช้ 1.0 มิลลิลิตร

b = ปริมาตรรวมของสารละลายเอนไซม์ที่เกิดปฏิกิริยาทั้งหมดเท่ากับ 4.5 มิลลิลิตร

c = จำนวนเท่าการเจือจางสารละลายเอนไซม์เริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

e = ปริมาตรของสารละลายที่เกิดปฏิกิริยาที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 1 มิลลิลิตร

d = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัดเอนไซม์ (45 มิลลิลิตร)

t = เวลาที่เอนไซม์เกิดปฏิกิริยาในที่นี้ใช้เวลา 10 นาที

dry wt. = น้ำหนักตัวอย่างแห้งที่ใช้ในการสกัดเอนไซม์

ก.3 การวิเคราะห์สารที่ละลายในน้ำ โดยวิธีแฮนรีแฟกโตมิเตอร์

1. วิธีวิเคราะห์

นำส่วนใสของน้ำข้าวหมาก นำมาหยดลงเครื่องแฮนรีแฟกโตมิเตอร์ วัดค่าที่ได้และบันทึกผล

ก.4 การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ (Miller, 1959)

1. สารเคมี

1.1 เตรียมสารละลายด่าง โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 16 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนจนสารละลายใส

1.2 ชั่ง DNS ปริมาณ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายด่างลงไปทีละน้อย นำไปอังบนอ่างน้ำร้อนคนจนสารละลายใส

1.3 เติมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาเทรต (เตรียมโดยชั่งโซเดียมโพแทสเซียมทาเทรต 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 600 มิลลิลิตร คนจนสารละลายใส) ลงในสารละลาย DNS ที่เตรียมไว้

1.4 ปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

2. วิธีวิเคราะห์

นำตัวอย่างใสที่ของน้ำข้าวหมาก 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย DNS ลงในหลอดทดลองปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที นำมาแช่ในน้ำเย็น เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank บันทึกค่าที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณกรดโดยใช้ pH meter

1. วิธีวิเคราะห์

1.1 ทำได้โดยเริ่มจากการล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) หรือน้ำกลั่น (distilled water) แล้ว ซับด้วยกระดาษทิชชูเพื่อทำความสะอาด

1.2 จุ่มอิเล็กโทรด ลงในสารละลายที่ต้องการวัด ความเป็นกรดด่าง แล้วจดบันทึก

1.3 ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) หรือน้ำกลั่น(distilled water) แล้ว ซับด้วยกระดาษทิชชู

ก.6 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติค (AOAC, 1995)

1. สารเคมี

1.1 น้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ เตรียมได้โดยต้มน้ำกลั่นให้เดือดเป็นเวลา 20 นาที

1.2 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มัลเตรียมได้โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกเซียม (NaOH) 4 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร นำมาหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานก่อนนำไปใช้ โดยอบโพแทสเซียมพาทาเลตที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งโพแทสเซียมพาทาเลต 0.3 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำปลอดคาร์บอนไดออกไซด์ 100 มิลลิลิตร หยดสารละลาย ฟีนอฟทาลีน 2-3 หยด ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นมาตรฐาน (นอร์มัล)} = \frac{\text{น้ำหนักโพแทสเซียมพาทาเลต (กรัม)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)} \times 204.229}$$

1.3 สารละลายฟีนอฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่งฟีนอฟทาลีน 1 กรัม ละลายโดยใช้แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 นำตัวอย่างใสของน้ำข้าวหมาก หรือคีเฟอร์น้ำมะพร้าว หรือคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ฟีนอฟทาลีน 3 หยด ไตเตรทตัวอย่างกับ NaOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล สังเกตสีที่เปลี่ยนและบันทึกผล

$$\text{ปริมาณกรด (กรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{\text{ปริมาตร NaOH} \times \text{ความเข้มข้น} \times 90.08 \times 100}{1000 \times \text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.7 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่..... ../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของสตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

คำแนะนำ กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.สี (Color)			
2.กลิ่น (Odor)			
3.ระดับความหวาน (Sweet)			
4.ระดับความเปรี้ยว (Sour)			
5.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

2.1 แบบทดสอบประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่..... ../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจลลี่ข้าวหมาก

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.ลักษณะปรากฏ (Appearance)			
2.สี (Color)			
3.กลิ่น (Odor)			
4.รสชาติ (Taste)			
5.เนื้อสัมผัส (Texture)			
6.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่...../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจลลี่ข้าวหมาก

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.ลักษณะปรากฏ (Appearance)			
2.สี (Color)			
3.กลิ่น (Odor)			
4.รสชาติ (Taste)			
5.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C

ถ้ามีสินค้านี้วางขาย ( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

ราคาของผลิตภัณฑ์

( ) 10 บาท ( ) 19 บาท ( ) 29 บาท

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากที่เติมกากข้าวหมาก

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่...../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเจลลี่ข้าวหมาก

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.ลักษณะปรากฏ (Appearance)			
2.สี (Color)			
3.กลิ่น (Odor)			
4.รสชาติ (Taste)			
5.เนื้อสัมผัส (Texture)			
6.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์

3.1 แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่...../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำข้าวหมาก

คำแนะนำ กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.ลักษณะปรากฏ (Appearance)			
2.สี (Color)			
3.กลิ่น (Odor)			
4.ระดับความหวาน (Sweet)			
5.ระดับความเปรี้ยว (Sour)			
6.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แบบทดสอบประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว

ชื่อ-สกุล.....เพศ.....อายุ.....วันที่...../...../.....

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของคีเฟอร์น้ำมะพร้าว

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบทุกตัวอย่างและให้เขียนคะแนนตามความชอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จัดให้ทดสอบ ให้ตรงกับตัวอย่างที่เสนอมา ซึ่งกำหนดให้คะแนนความชอบดังนี้

9 ชอบมากที่สุด 8 ชอบมาก 7 ชอบปานกลาง 6 ชอบ 5 เฉยๆ

4 ไม่ชอบ 3 ไม่ชอบปานกลาง 2 ไม่ชอบมาก 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....	ตัวอย่าง.....
1.ลักษณะปรากฏ (Appearance)			
2.สี (Color)			
3.กลิ่น (Odor)			
4.ระดับความหวาน (Sweet)			
5.ระดับความเปรี้ยว (Sour)			
6.ความชอบโดยรวม (Overall acceptance)			

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) D ( ) E ( ) F

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เลือกตัวอย่างที่ชอบมากที่สุด ( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( ) F

ถ้ามีสินค้านี้วางขาย ( ) ซื้อ เพราะ .....

( ) ไม่ซื้อ เพราะ .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

.1 การวิเคราะห์หาเชื้อแบคทีเรียแลคติก ด้วยวิธีการ Spread plate technique (Anna Gulitz, 2011)

1.1 สารเคมี

1.1.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ De Man Rogosa and Sharpe (MRS) เตรียมโดยชั่ง MRSมิลลิลิตร คนให้เข้า 500 กรัม เติมน้ำกรอง 20 กรัม และเติมผงวุ้น 5 กรัม เติมแคลเซียมคาร์บอเนต 55 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกรอง นำไปเข้า 1000 กัน ต้มให้ส่วนประกอบละลายให้หมด ปรับปริมาตรเป็นหม้อนึ่งอัดไอน้ำ นาที 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 121

เตรียมน้ำยาเจือจางโซ 1.1.2เดียมคลอไรด์ เตรียมโดยชั่ง โซเดียมคลอไรด์ กรัม 8.5 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากัน นำไปเข้า 1000 เติมน้ำกรองปริมาตรหม้อนึ่งอัดไอน้ำ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 121 นาที 15

วิธีเคราะห์ 1.2

เทอาหารเลี้ยงเชื้อ 1.2.1MRS ประมาณ มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ รอจน 20-15 ผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแห้งสนิท

1.2.2เจือจางตัวอย่างน้ำคีเฟอร์และเม็ดคีเฟอร์โดยเจือจางด้วยสารละลายโซเดียม คลอไรด์ความเข้มข้น นอร์มอล 0.1 โดยมีระดับการเจือจาง 1:10 จนได้ระดับการเจือจางที่ต้องการ โดยเปลี่ยน ปิเปตอันใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนระดับความเจือจาง พร้อมทั้งเขย่าสารละลายในหลอดทุกครั้งก่อนใช้ปิเปตดูด สารละลายเพื่อถ่ายไปยังหลอดถัดไป

ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับความเจือจางที่ต้องการใส่จานเพาะเชื้อจานละ 1.2.3 มิลลิลิตร ด้วยวิธี 0.1Aseptic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยมที่จุ่มแอลกอฮอล์เผาไฟฆ่าเชื้อแล้ว เก 1.2.4ลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้มือหมุนจานเพาะเชื้อ ให้เกลี่ยจนกระทั่งตัวอย่างอาหารแห้งซึมเข้าไปในอาหารเลี้ยงเชื้อจนหมด

กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต้องการ 1.2.5

อ่านผลโดยนับเฉพาะจานเพาะเชื 1.2.6้อที่ระดับการเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีเท่านั้น และนับเฉพาะโคโลนีที่เกิดวงใส รายงานผลการตรวจนับ โดยให้รายงานเป็น CFU/ml

1.3 การคำนวณหาจุลินทรีย์ในตัวอย่าง

จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/ml) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ × 10 × ระดับความเจือจางที่ตรวจนับ

.2 การวิเคราะห์หาเชื้อยีสต์ ด้วยวิธีการ Spot plate technique (Anna Gulitz, 2011)

2.1 สารเคมี

2.1.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อYeast Extract peptone Dextrose Agar (YPD agar) เตรียมโดยชั่ง Yeast extract 10 กรัม เติม Peptone 20 กรัม เติม Glucoseกรัม 20 กรัม และเติมผงวุ้น 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกรอง 1000 มิลลิลิตร ต้มให้ส่วนประกอบละลายให้หมด ปรับปริมาตรเป็น 1000 เติมน้ำกรอง นำไปเข้าหม้อนึ่งอัดไอน้ำ นาที 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 121

เตรียมน้ำยาเจือจางโซเดียมคลอไรด์ เตรียมโดยช 2.1.2ั่ง โซเดียมคลอไรด์ กรัม 8.5 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากัน นำไปเข้า 1000 เติมน้ำกรองปริมาตรหม้อนึ่งอัดไอน้ำ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 121 นาที 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิธีเคราะห์

2.2.1 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD agar ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ รอจนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแหงสนิท

2.2.2 เจือจางตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 1:10 จนได้ระดับการเจือจางที่ต้องการ โดยเปลี่ยนปิเปตอันใหม่ทุกครั้งที่เปลี่ยนระดับความเจือจาง พร้อมทั้งเขย่าสารละลายในหลอดทุกครั้งก่อนใช้ปิเปตดูดสารละลายเพื่อถ่ายไปยังหลอดถัดไป

2.2.3ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่มีระดับความเจือจางที่ต้องการใส่จานเพาะเชื้อจานละ มิลลิลิตร ด้วยวิธี 0.01Aseptic รอจนตัวอย่างแห้งซึมลงไปในอาหาร

กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ต้องการ 2.2.4

2.2.5อ่านผลโดยนับเฉพาะจานเพาะเชื้อที่ระดับการเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนีเท่านั้น รายงานผลการตรวจนับ โดยให้รายงานเป็น CFU/ml

23. การคำนวณหาจุลินทรีย์ในตัวอย่าง

จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/ml) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ × 100 × ระดับความเจือจางที่ตรวจนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

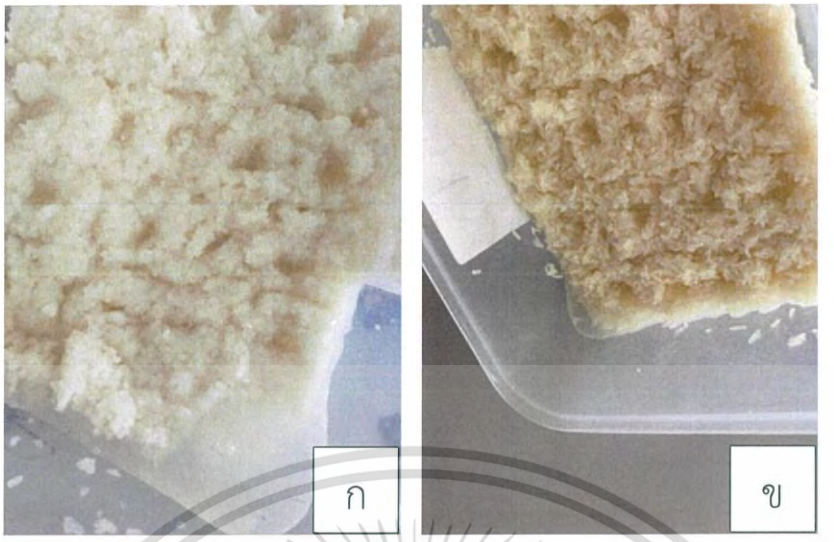
ภาคผนวก ค

ภาพประกอบการทดลอง

ภาพที่ ค.1 กล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิ (ก) และกล้าเชื้อคีเฟอร์ (ข)

ภาพที่ ค.2 ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิ

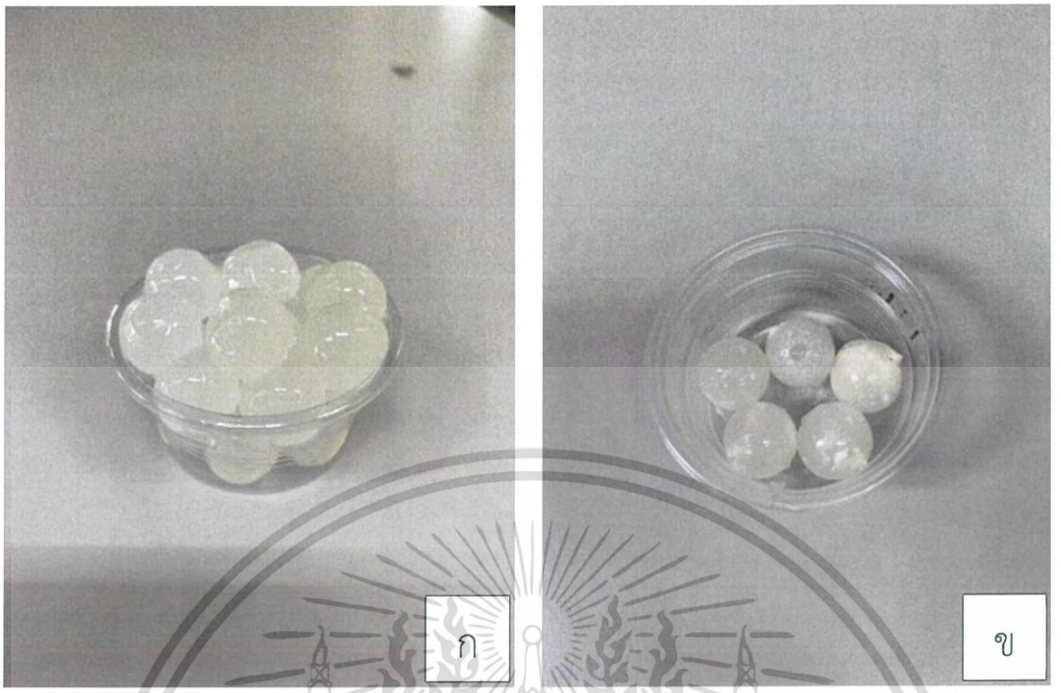
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิวันที่ 1 (ก) และผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากกล้าเชื้อราในรูปทาเนะโคจิวันที่ 2 (ข)

ภาพที่ ค.4 ผลิตภัณฑ์สตรอเบอร์รี่สมูทตี้ข้าวหมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

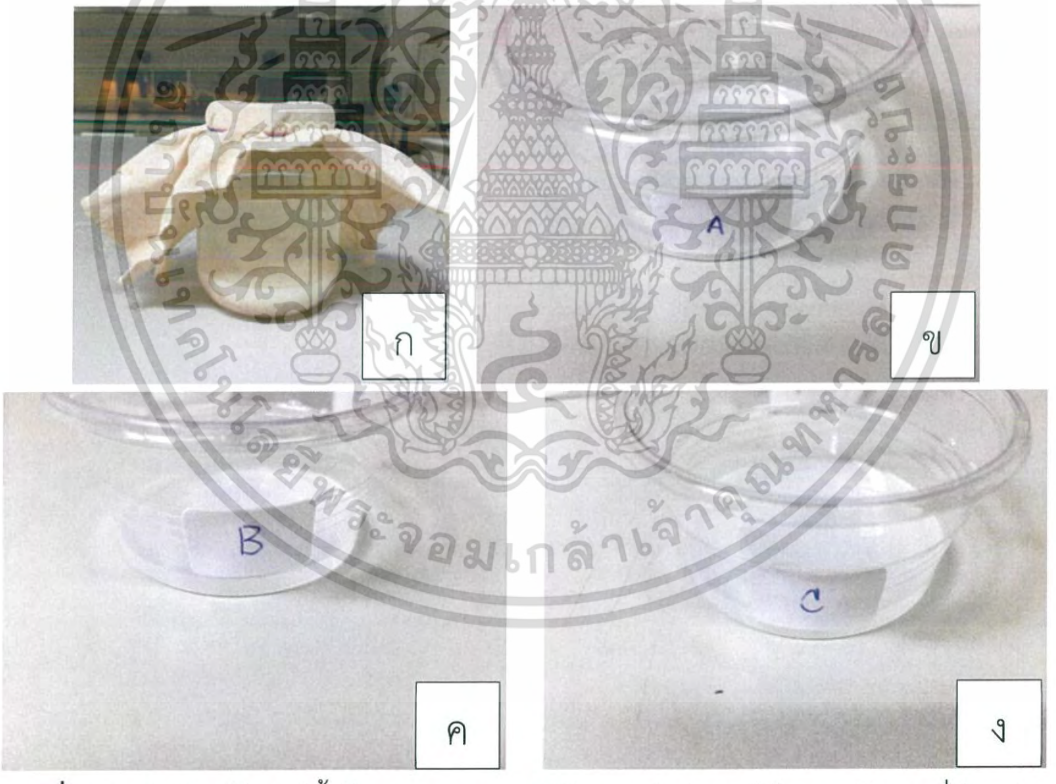


ภาพที่ ค.5 ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก (ก); ผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมากเติมกากข้าวหมาก (ข)

ภาพที่ ค.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจลลี่ข้าวหมาก

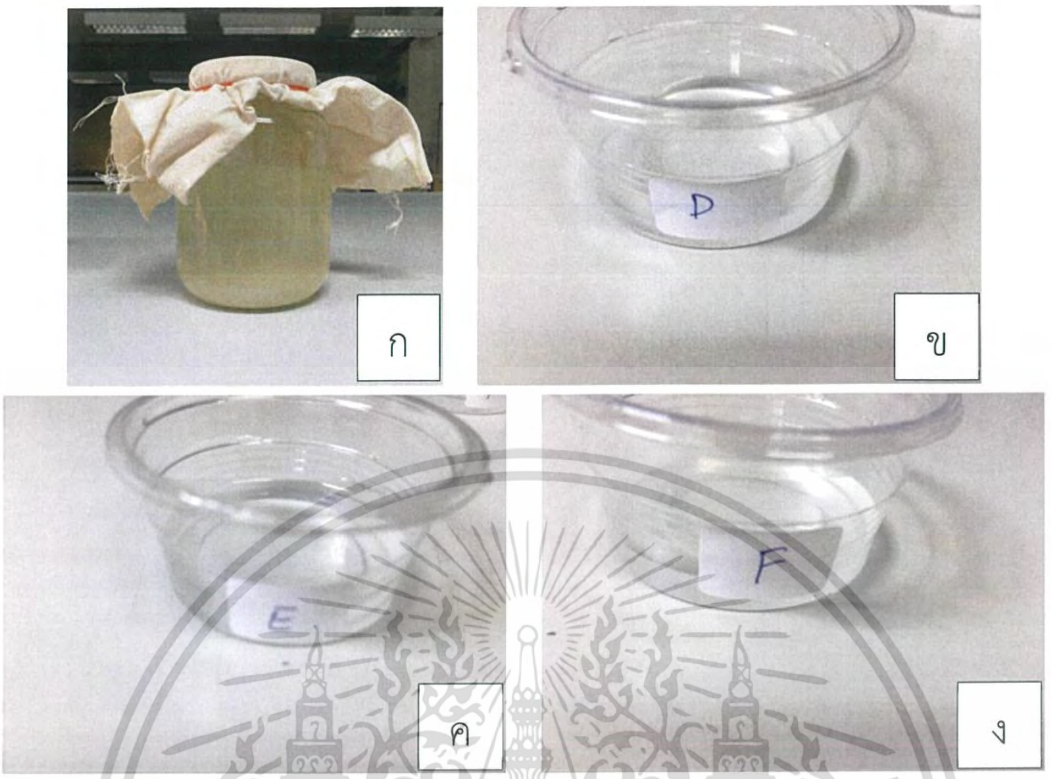
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค.7 การขยายพันธุ์กล้าเชื้อคีเฟอร์



ภาพที่ ค.8 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมาก (ก) และใช้เวลาหมักต่างๆ: ใช้เวลาหมัก 16 ชั่วโมง (ข); ใช้เวลาหมัก 20 ชั่วโมง (ค); ใช้เวลาหมัก 24 ชั่วโมง (ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.9 ผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำมะพร้าว (ก) และใช้เวลาหมักต่างๆ: ใช้เวลาหมัก 16 ชั่วโมง (ข); ใช้เวลาหมัก 20 ชั่วโมง (ค); ใช้เวลาหมัก 24 ชั่วโมง (ง)

ภาพที่ ค.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คีเฟอร์น้ำข้าวหมากและคีเฟอร์น้ำมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจิรัชญา โตหนองหว้า
วันเดือนปีเกิด	23 กุมภาพันธ์ 2539
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนพระแม่มารีสาธุประดิษฐ์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2561
ประสบการณ์ทำงาน	นักศึกษาฝึกงานบริษัทฟรีสแลนด์คัมพินา (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
ผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย จิรัชญา โตหนองหว้า, ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล และ ลินดา ภูมิภิรมย์กุล. 2562. การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล
วันเดือนปีเกิด	12 กรกฎาคม 2540
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 4 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 4 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2561
ประสบการณ์ทำงาน	นักศึกษาฝึกงานบริษัทยูนิแชมป์ จำกัด
ผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย จิรัชญา โตหนองหว้า, ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล และ ลินดา ภูมิภิรมย์กุล. 2562. การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวลินดา ภูมิภิรมย์กุล
วันเดือนปีเกิด	17 เมษายน 2540
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2561
ประสบการณ์ทำงาน	นักศึกษาฝึกงานบริษัทยูนิแชมป์ จำกัด
ผลงานวิจัย	ผลงานการวิจัย จิรัชญา โตหนองหว้า, ณัฐพร อึ้งรุ่งเรืองกุล และ ลินดา ภูมิภิรมย์กุล. 2562. การศึกษาการผลิตข้าวหมากจากกล้าเชื้อราบริสุทธิ์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์. ปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้