ผลของการเสริมสาหร่ายพวงองุ่นต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

(Effects of *Caulerpa lentillifera* aqueous extract supplementation on physicochemical properties of Drinking yoghurt)

นางสาวณิชาภัทร มิตรภาพ

นายธัญจิรา สิงห์เรือง

นางสาวปวิชญา เอี้ยวน้อย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ผลของการเสริมสาหร่ายพวงองุ่นต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

(Effects of *Caulerpa lentillifera* aqueous extract supplementation on physicochemical properties of Drinking yoghurt)

จัดทำโดย

นางสาวณิชาภัทร	มิตรภาพ	รหัสนักศึกษา 58080098
นายธัญจิรา	สิงห์เรือง	รหัสนักศึกษา 58080101
นางสาวปวิชญา	เอี้ยวน้อย	รหัสนักศึกษา 58080112

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ภาวินี ดีแท้ ..... 19 / กค. / 62

(ผศ.ดร.ภาวินี ดีแท้)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ผลของการเสริมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม			
ชื่อนักศึกษา	ณิชาภัทร	มิตรภาพ	รหัสนักศึกษา	58080098
	ธัญจิรา	สิงห์เรือง	รหัสนักศึกษา	58080101
	ปวิชญา	เอี้ยวน้อย	รหัสนักศึกษา	58080112
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม			
พ.ศ.	2562			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาวินี ดีแท้			

บทคัดย่อ

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ในกลุ่มของแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus delbereuckii* subsp *bulgaricus* (Muniandy et al., 2016) ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจผลิตภัณฑ์ที่มีผลดีต่อสุขภาพมากขึ้น โยเกิร์ตก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจ โดยมีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาการเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับผลิตภัณโยเกิร์ต โดยการเติมโปรไบโอติก (Shah, 2007) หรือสารสกัดจากธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมสารสกัดสาหร่ายสาหร่ายพวงองุ่นลงในโยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อเพิ่มคุณสมบัติคุณสมบัติที่ดีให้กับโยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยทำการเตรียมตัวอย่างโดยนำสาหร่ายพวงองุ่นมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบดแห้ง แล้วนำตัวอย่างสาหร่ายผงไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ จากนั้นนำสาหร่ายผงไปสกัดที่อุญหภูมิ 75 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ก่อนแยกเอาน้ำสกัดมาใส่ลงในโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการหมักแล้ว เก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าการหดตัว ค่าความหนืดและการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าการเติมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นเข้าไปในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มส่ผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ การหดตัวและความหนืดมีค่าลดน้อยลงเนื่องจากสารสกัดเข้าไปเจือจางตัวอย่างแต่ในขณะเดียวกันยิ่งเติมสารสกัดเข้าไปในปริมาณมากจะช่วยให้การเจริญของเชื้อโยเกิร์ตและการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างรวมถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดแลคติกเห็นได้ชัดว่าดียิ่งขึ้นมื่อเทียบกับโยเกิร์ตทีไม่ได้เติมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

คำสำคัญ สาหร่ายพวงองุ่น โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Effects of *Caulerpa lentillifera* aqueous extract supplementation on physicochemical properties of Drinking yoghurt
Student name	Nichapat Mittapan Student ID 58080098
	Thanjira Singruang Student ID 58080101
	Pawichaya Eawnoi Student ID 58080112
Program	Industrial Fermentation Technology
Year	2019
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pawinee Deetae

ABSTRACT

Yogurt is a dairy product that is fermented by beneficial microorganisms in the group of lactic acid bacteria, including Streptococcus Thermophiles and Lactobacillus delbereuckii subsp Bulgaricus (Muniandyet al., 2016). At present,consumers interest the products that are more healthy. Yogurt is the most popular fermented dairy product. There are many research studies that have added special features to yogurt products by adding probiotics (Shah, 2007) or natural extracts. The purpose of this study is the effect of adding seaweed extract in the drinking yogurt to increase the properties. Preparing samples by drying the *Caulerpa lentillifera*, seaweed. with a dryer at a temperature of 55 °c before being grinder thoroughly using a Hammer Mill. Next, take the seaweed powder to analyze the physical chemistry. And then extracted seaweed powder at a temperature of 75 °c for 1 hour. After that the extract was put into the fermented yogurt for 28 days. Analyzing the pH, Water Activity, Water holding capacity, Oil holding capacity, Syneresis, Viscosity and microbial testing during storage. Results the addition of seaweed extract into the drinking yogurt product in the ability to Water holding capacity, Syneresis and viscosity are reduced due to the extracts being diluted into the sample. But at the same time, adding large amounts of extracts will help the Culture in the yogurt grow better and decrease the pH value. Including the increase in lactic acid content It is clearly better when compared to yogurt that does not add seaweed extract.

Keywords: *Caulerpa lentillifera*, drink yogurt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษ 2 ในหัวข้อเรื่อง ผลของการเสริมสาหร่ายต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งในการจัดทำครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้จัดทำได้รับการสนับสนุนจากหลาย ๆ ฝ่าย ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ภาวินี ดีแท้ ที่คอยให้คำแนะนำข้อเสนอแนะ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการหาข้อมูล การตรวจทานความถูกต้องของงานปัญหาพิเศษนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่ทำให้งานฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณโครงการสารชีวภาพสำคัญของไทยและการประยุกต์ใช้ ที่ช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยครุ้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ ที่ให้ความกรุณาเข้าร่วมเป็นกรรมการในการนำเสนอปัญหาพิเศษนี้ รวมถึงการให้คำแนะนำกับกลุ่มของข้าพเจ้าตลอดการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนและสร้างกำลังใจในการทำงาน ขอขอบคุณ นางสาวพรรษพร เปล่งแสงศรี นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร ที่ช่วยให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ และขอบคุณเพื่อนนักศึกษาที่คอยให้คำปรึกษารวมถึงช่วยเหลือให้การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ณิชาภัทร มิตรภาพ
ธัญจิรา สิงห์เรือง
ปวิชญา เอี้ยวน้อย
26 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โยเกิร์ต	3
2.2 โพรไบโอติก	4
2.3 สาหร่าย	5
2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ	12
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	15
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	25
4.1 ผลการศึกษาการลดความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่น	25
4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของสาหร่ายพวงองุ่น	29
4.3 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น	30
4.4 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำมันของสาหร่ายพวงองุ่น	31
4.5 ผลการศึกษาความสามารถในการบวมน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น	31
4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	32
4.8 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายของโยเกิร์ตธรรมชาติระหว่างการหมัก	33
4.9 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและกรดแลคติกของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	34
4.10 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	35
4.11 ผลการศึกษาความสามารถในการหดตัวของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	36
4.12 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	37
4.13 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	38
4.14 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	39
4.15 ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผลการทดลอง	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก	48
ภาคผนวก ข	77
ประวัติผู้เขียน	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงองค์ประกอบทางโภชนาการของสาหร่ายสีน้ำตาล แดงและเขียว	7
2.2	แสดงค่าโพลีแซคคาไรด์ ในสาหร่ายทะเลสีเขียว แดงและน้ำตาล	10
2.3	คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพวงองุ่น	12
4.1	แสดงค่าความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นระหว่างการแช่ในน้ำที่อัตราส่วนและเวลาต่าง ๆ	25
4.2	แสดงผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลดความเค็ม	27
4.3	แสดงผลเปรียบเทียบองค์ประกอบของสาหร่ายพวงองุ่นแบบเค็มและลดความเค็ม	30
4.4	แสดงความสามารถในการอุ้มน้ำของสาหร่าย	31
4.5	แสดงความสามารถในการอุ้มน้ำมันของสาหร่าย	31
4.6	แสดงความสามารถในการบวมน้ำของสาหร่าย	32
4.7	แสดงค่าปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์	32
4.8	แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่น	33
4.9	แสดงค่าความเป็นกรด ด่าง ของโยเกิร์ตระหว่างกระบวนการหมัก	33
4.10	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	34
4.11	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	35
4.12	แสดงค่าการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	36
4.13	แสดงค่าการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	37
4.14	แสดงค่าความหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	38
4.15	แสดงค่าปริมาณน้ำอิสระของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	39
4.16	แสดงค่าความสว่างของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	40
4.17	แสดงค่าความเป็นสีเขียวและแดงของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	40
4.18	แสดงค่าความเป็นสีน้ำเงินและเหลืองของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	41
4.19	แสดงการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงลักษณะของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophiles*....	3
2.2	สาหร่ายพวงองุ่น.....	11
4.1	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นกับเวลา 2 ชั่วโมง.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญในการดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้นดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาสารที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างเสริมสุขภาพที่ดีของร่างกายจึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะงานวิจัยเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) จากข้อมูลทางสถิติ พ.ศ.2561 นพ. สมศักดิ์ อรรฆศิลป์ อธิบดีกรมการแพทย์เปิดเผยถึงสถานการณ์โรคมะเร็งในประเทศไทย พบว่าโรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของคนไทย โดยล่าสุดพบผู้ป่วยใหม่ 112,392 คนต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสาเหตุมาจากอนุมูลอิสระ (free radical) เป็นส่วนใหญ่จากข้อมูลทางสถิติข้างต้นทำให้คนไทยหันมาให้ความสำคัญกับสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งมากขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าไปช่วยยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย (วรสารคลินิกอาหารและโภชนาการ, 2553) สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากการสังเคราะห์ทางเคมีแม้มีประสิทธิภาพสูงแต่มีข้อจำกัดของการใช้และมีปัญหาด้านความปลอดภัยในการบริโภค การหาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติจึงได้รับความสนใจ (มนต์สรวง และคณะ, 2558) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการศึกษาคุณประโยชน์ของในวัตถุดิบที่เป็นพืชผัก ผลไม้รวมไปถึงสาหร่ายกันอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสาหร่ายจัดเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่อุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) (วสันต์ และคณะ, 2557) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่ามีส่วนช่วยในการออกฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง

สาหร่าย (algae) ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบทั้งในด้านการบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ การทำปุ๋ยชีวภาพ การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น (PattamaและAnong, 2006) ในด้านการบริโภคของมนุษย์สาหร่ายทะเลถูกนำมาบริโภคอย่างแพร่หลายในทวีปเอเชียโดยเฉพาะประเทศ ญี่ปุ่น จีน และเกาหลี (Anantharaman, 2010) ซึ่งสาหร่ายมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) สารออกฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือด (anticoagulant) สารออกฤทธิ์ลดไขมันในเลือด (antihyperlipidemic) และสารออกฤทธิ์ต้านไวรัส (antiviral) เป็นต้น เนื่องจากมีสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) (Silvaและคณะ, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของสาหร่ายพวงองุ่นที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มเพื่อพัฒนาในเรื่องของเนื้อสัมผัส ความคงตัว ความยืดหยุ่น ความสามารถในการอุ้มน้ำรวมถึงเพิ่มคุณประโยชน์ให้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการลดเกลือในสาหร่ายพวงองุ่นต่อผลได้ของผลิตภัณฑ์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรีย ยีสต์และรา ในโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดสาหร่าย

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของการเติมสาหร่ายพวงองุ่นและสาหร่ายเตาในโยเกิร์ตพร้อมดื่มต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ช่วยส่งเสริมอาชีพการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในประเทศไทย

1.3.2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถนำไปแปรรูปและสามารถใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไปได้

1.3.3 สามารถใช้สาหร่ายในการเพิ่มคุณประโยชน์ในด้านของการเป็นสารต้านอนุมูลอิระให้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โยเกิร์ต (Yogurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการหมักทำให้มีรสเปรี้ยวและมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว (อุษา, 2555) โดยน้ำนมที่ใช้อาจเป็นนมสด นมพร่องมันเนย นมคืนรูปจากนมพร่องมันเนย ในกระบวนการหมักโยเกิร์ตอาศัยการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด ซึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลายคือ เชื้อผสมของ Lactic acid bacteria ได้แก่ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophiles* โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะใช้น้ำตาลแลคโตสในนมเป็นแหล่งพลังงานเพื่อผลิตกรดแลกติก (lactic acid) รวมทั้งสารที่ให้กลิ่นรสออกมา กรดแลกติกที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เคซีน ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในนมเกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ทำให้เกิดการรวมตัวกัน และตกตะกอน (curd) ลงบางส่วนทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่นๆ เกิดขึ้นอีกด้วยแต่มักจะมีในปริมาณน้อยได้แก่ สารประกอบที่ระเหยได้ (volatite compound) หรือสารประกอบ อะโรมาติก (aromatic compound) ซึ่งพบว่าสารประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่นรสชาติ และเนื้อสัมผัส ที่แตกต่างออกไป (นัฐนันท์, 2558)

ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophiles*

ที่มา : http://biology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/16/2014/07/57-3-1.jpg

ในการใช้เชื้อแบคทีเรียสองชนิดร่วมกันส่งผลทำให้ผลิตโยเกิร์ตได้เร็วขึ้นอีกทั้งมีกลิ่นและรสชาติดีกว่าการใช้เชื้อชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว เนื่องจากแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้จะเสริมการทำงานซึ่งกันและกัน (synergy) (สุนัดดา, 2557) โดย *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* สามารถเปลี่ยนกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกติกให้เป็นแอซีทาลดีไฮด์ (acetyldehyde) ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นรสของผลิตภณฑ์โยเกิร์ต และสร้างเอนไซม์โปรติเอส (protease) ซึ่งจะย่อยโปรตีน (protien) ในน้ำนม ให้ได้กรดอะมิโน (amino acid) โดยเฉพาะฮีสทิดีน (histidine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่สามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ในขณะที่ *Streptococcus thermophilus* จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลแลกโตสไปเป็นกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดแลกติกและยังสร้างกรดฟอร์มิกออกมาส่งผลให้ ค่า pH ลดลง ซึ่งส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacillus* (วราวุฒิ, 2556)

2.1.1 ประเภทของโยเกิร์ต

2.1.1.1 โยเกิร์ตชนิดเซ็ต (Set yogurt) โยเกิร์ตชนิดเซ็ต เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่กระบวนการหมักเกิดขึ้นภายในภาชนะบรรจุ โดยนมจะเกิดการตกตะกอนในระหว่างการหมักภายในบรรจุภัณฑ์ หลังจากนั้นนำไปแช่เย็นเพื่อเก็บรักษาโดยไม่มีการกวน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันหรือมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว

2.1.1.2 โยเกิร์ตชนิดกวน (Stirred yogurt) โยเกิร์ตชนิดกวน เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่กระบวนการหมักเกิดขึ้นภายในถังหมักและมีการกวนส่วนผสมต่างๆให้เข้ากันก่อนนำไปบรรจุในภาชนะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลว

2.1.1.3 โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Drinking yogurt) เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีการเจือจางด้วยน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้ แล้วปรุงแต่งโดยการเติมสารเจือปนอาหาร เช่น สี กลิ่นผลไม้ และสารเสริมความคงตัว เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหลว (Tamime และ Robinson, 1985)

2.1.1.4 โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (Concentrated yogurt)

2.1.1.5 โยเกิร์ตแช่เยือกแข็ง (Frozen yogurt) เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีลักษณะคล้ายไอศกรีม

2.2 โพรไบโอติก (Probiotics)

จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายโดยสามารถเข้าไปทำลายหรือยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค (pathogen) และขัดขวางจุลินทรีย์ตัวร้ายไม่ให้สามารเจริญเติบโตและมีชีวิตอยู่ในผนังลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ได้เพื่อสร้างความสมดุลของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหารและผลิตสารอาหารที่เป็นประโยชน์กับร่างกาย โพรไบโอติกมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ชนิดที่พบว่าเป็นประโยชน์ต่อร่างกายและมีการนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย คือ แลคโตบาซิลลัส (Lactobacillus) ซึ่งจะอาศัยอยู่ในลำไส้เล็ก และ บิฟิโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium) ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ ในปัจจุบันมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติกสามารถป้องกันและรักษาโรคติดเชื้อ หรือโรคที่เกิดจากความผิดปกติต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยลดความรุนแรงหรือลดระยะเวลาของการเป็นโรคได้ โดยอาศัยคุณสมบัติหรือกลไกต่าง ๆ อย่างจำเพาะ เช่น การสร้างสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งจะช่วยป้องกันการติดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางเดินอาหาร การส่งสัญญาณที่มีผลในการกระตุ้นเซลล์ให้มีการปรับระบบภูมิคุ้มกันให้เหมาะสมมากขึ้น อีกทั้งสารมารถช่วยลดอาการของโรคภูมิแพ้บางอย่าง นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งบางชนิดได้ เป็นต้น คุณสมบัติของจุลินทรีย์โพรไบโอติกเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งอาจจะมีความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆอย่าง การนำจุลินทรีย์มาใช้เป็นโพรไบโอติกอาจจะมีสายพันธุ์เดียวหรืออาจจะประกอบด้วยหลายสายพันธุ์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในหลายด้าน

2.3 สาหร่าย (Algae)

สาหร่าย เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติอีกทั้งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางน้ำมีการดำรงชีวิตแบบออโตโทรฟิค (autotrophic organism) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ผลิตออกซิเจนให้แก่น้ำและเป็นผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหาร (ปริญญา, 2559) สาหร่ายมีการดำรงชีวิตอยู่ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นแพลงก์ตอน (plankton) ลอยอยู่ในมวลน้ำ หรือยึดติดกับพวกหิน พืช สัตว์ เป็นต้น เช่น กลุ่มของสาหร่ายหลายเซลล์ที่เรียกรวมว่า สาหร่ายทะเล (Seaweeds) นอกจากนี้ยังอาจดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในลักษณะความสัมพันธ์แบบพึ่งพา เช่น ไลเคน ซึ่งเป็นสาหร่ายที่ดำรงชีวิตร่วมกับรา เป็นต้น (สรวิศ, 2543)

สาหร่ายสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามขนาด ได้แก่ จุลสาหร่ายหรือสาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae) และ มหสาหร่ายหรือสาหร่ายขนาดใหญ่ (Macroalgae)

2.3.1 สาหร่ายขนาดเล็ก (Microalgae)

สาหร่ายขนาดเล็ก จัดเป็นพืชชั้นต่ำเซลล์เดียวมีขนาดเล็กสามารถมองเห็นโครงสร้างของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ เช่น แหล่งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม เป็นต้น นอกจากนี้สาหร่ายต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสง เช่นเดียวกับพืชทั่วไป สาหร่ายขนาดเล็กได้รับความสนใจในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากภายในเซลล์สาหร่ายขนาดเล็กบางสายพันธุ์มีการสะสมน้ำมันอยู่สูง (สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง , 2557)

2.3.2 สาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae)

สาหร่ายขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าซึ่งมีลักษณะการรวมตัวเป็นโคโลนีหรือทัลลัสที่แตกต่างกันไป (Sheath และ Cole, 1992) ส่วนใหญ่จะเป็นสาหร่ายประเภทยึดเกาะกับพื้นท้องน้ำโดยรวมไปถึงกลุ่มของสาหร่ายทะเล (seaweeds) และก็รวมถึงสาหร่ายน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ด้วย (สรวิศ, 2543) ลักษณะของพื้นท้องน้ำมีผลต่อการกระจายของสาหร่ายขนาดใหญ่และสาหร่ายขนาดใหญ่สามารถเจริญได้ดีบนกรวดและ ก้อนหิน ดังนั้นพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นกรวดและก้อนหินจะพบความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ค่อนข้างสูง

สาหร่ายทะเลโดยทั่วไปจำแนกออกเป็น 4 ชนิด ตามความแตกต่างของสี ได้แก่ Cyanobacteria (สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว) ,Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) มีรงควัตถุของ ฟูโคแซนทิน คลอโรฟิลล์ เอ และซี , Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) มีรงควัตถุของ แซนโทฟิล คลอโรฟิลล์ เอ และบี รวม และ Rhodophyta (สาหร่ายทะเลสีแดง) ซึ่งมีสีของ phycoerythrinและ phycocyanin (O'Sullivan *et al*., 2010)

1. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (BLUE-GREEN ALGAE)

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวหรือ เรียกว่า cyanobacteria นี้เป็นสาหร่ายที่พบมากที่สุด มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับแบคทีเรีย สาหร่ายชนิดนี้มีคลอโรฟิลล์เอ และมีการปล่อยออกซิเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งไม่พบในแบคทีเรีย สามารถพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำ บนบก ในดินหรือผิวดิน รวมไปถึงบริเวณที่เปียกชื้น สาหร่ายชนิดนี้สามารถอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยหรือน้ำทะเล รวมไปถึงมีความสามารถต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ดี ดังนั้นจึงพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเจริญเติบโตได้ดีในบ่อน้ำพุร้อน หรือแม้กระทั่งแถบภูมิประเทศที่มีอุณหภูมิต่ำ

2. สาหร่ายสีเขียว (GREEN ALGAE)

สาหร่ายสีเขียว (Green algae) มีหน้าที่เป็นผู้ผลิตอาหารและก๊าซออกซิเจนแก่ระบบนิเวศ มีลักษณะคล้ายพืชทั้งในแง่โครงสร้าง ผนังเซลล์และส่วนประกอบของรงควัตถุจะเป็นเช่นเดียวกับที่พบในพืชชั้นสูง คือมีคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี แคโรทีน และแซนโทฟิล เจริญเติบโตได้ดีทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิดอยู่ร่วมกับราเป็น lichens ปริมาณสาหร่ายสีเขียวมีมากพอๆ กับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว แต่จะไม่มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติได้เช่นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

3. สาหร่ายสีน้ำตาล (BROWN ALGAE)

สาหร่ายสีน้ำตาลสามารถพบได้ตามชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกและแปซิฟิก ที่อยู่บริเวณเขตหนาว และสามารถพบได้ในทะเลเขตอบอุ่น เช่น อ่าวไทย สาหร่ายชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่เป็นส่วนมาก มีรงควัตถุของ ฟูโคแซนทิน คลอโรฟิลล์ เอ และซี สาหร่ายสีน้ำตาลส่วนมากเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์และมีความสำคัญ โดยมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม กล่าวคือ ใช้สกัดโพแทสเซียมและไอโอดีน เนื่องจากสาหร่ายสีน้ำตาลเป็นพืชที่มีธาตุโพแทสเซียมและไอโอดีนเป็นจำนวนมาก ประโยชน์อีกประการหนึ่ง คือ การสกัดสารแอลจิน (ALGIN) ซึ่งเป็นสารที่ใช้นำมาทำเส้นแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สาหร่ายสีแดง (RED ALGAE)

สาหร่ายสีแดงนี้ขึ้นอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล-ในน้ำจืด ซึ่งมีสีของ phycoerythrinและ phycocyanin (O'Sullivan *et al*., 2010) พวกที่อยู่ในน้ำทะเลเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตหนาวและเขตอบอุ่น ลักษณะรูปร่างของสาหร่ายสีแดงมีทั้งขนาดเล็กมากชอบขึ้นตามบริเวณที่น้ำค่อนข้างเย็นจัด สามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ *เช่น PORPHYRA SP.* เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีชื่อไทยว่า สายใบ ชาวญี่ปุ่นเรียกว่า โนริ นำมาทำเป็นแผ่นบางใช้ห่อซูชิ และเป็นชนิดเดียวกับสาหร่ายแห้งแผ่นกลมที่ใส่ในแกงจืด ซึ่งชาวจีนเรียกว่า จีฉ่าย นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงจะมีสารเคลือบอยู่รอบนอกของผนังเซลล์ เรียกว่า คาแลคจินิน (CARRHAGEENIN) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณประโยชน์ใช้ในการทำวุ้น สำหรับใช้เลี้ยงแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการ อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง การทำขนมหวาน ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางค์

จากมุมมองด้านโภชนาการ สาหร่ายทะเลมีความเข้มข้นสูงของแร่ธาตุ วิตามิน โพลีแซคคาไรด์ ใยอาหาร โพลีฟีนอล โปรตีนและ ไขมัน (Burtin, 2003) อีกทั้งเป็นแหล่งที่ดี ของวิตามิน เช่น วิตามิน A B C D และ E ไรโบฟราวิน ไนอาซิน กรดแพนโททินิคและกรดโฟลิค รวมทั้งแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น Ca P Na และ K มีมากกว่า 54 ธาตุที่จำเป็น โดยองค์ประกอบของสาหร่ายทะเลจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางโภชนาการของสาหร่ายสีน้ำตาล แดงและเขียว

Nutrients	Brown	Red	Green
Water (g)	81.6	79–88	90.7
Total sugars (g)	0.6	NA	NA
Protein (g)	8–14	12–21	10–18
Fat (g)	1.0	0.7–3.0	0.5–1.7
Carbohydrates (g)	48.0	46–50	48.0
Total fiber (g)	6.2	5.4	4.9
Vitamins			
B1	5.0	7	NA
B2	22.0	2–5	NA
B3	34.0	2–19	NA
B6	NA	9.0	NA
B12	0.6–0.12	6.6 ppb	NA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C	12–18	150–280	40–122
E	NA	1.71	NA
Ash (g)	6.61	15–30	0.6
Other major components (g)			
Laminarin	14.4	0	0
Mannitol	13.3	0	0
Fucoidan	5.5	0	0
Alginic acid	32.2	0	0

หมายเหตุ : ค่าคำนวณจากน้ำหนักสาหร่ายสด 100 กรัม , NA คือ ไม่มีข้อมูล

ที่มา: MacArtain *et al.* (2007) และ Morrissey *et al.* (2001).

สาหร่ายทะเลเป็นที่ทราบกันดีว่าถูกใช้เป็นแหล่งโปรตีนมาเป็นเวลาหลายทศวรรษโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในสาหร่ายทะเล ได้แก่สภาพแวดล้อมและวิธีการที่ใช้ในการกำหนดความเข้มข้นของโปรตีน (Fleurence, 1999; Lourenço *et al.*, 2002; Fountoulakis และ Lahm, 1998) โดยทั่วไปสาหร่ายสีแดงและสีเขียวมีความเข้มข้นของโปรตีนสูง มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 10-30% (Mabeau และ Fleurence, 1993; Burtin, 2003; Ramos *et al.*, 2000) ในขณะที่สาหร่ายสีน้ำตาลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3-15% (Burtin, 2003; Dawczynski *et al.*, 2007) สำหรับกรดอะมิโนทั้งหมดในสาหร่ายโดยเฉพาะ ไกลซีน, อาร์จินีน, อะลานีนและกรดกลูตามิก ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในสาหร่ายทะเลมีค่าใกล้เคียงกับข้อกำหนดของ FAO / WHO เมื่อเทียบกับแหล่งอาหารที่อุดมด้วยโปรตีนอื่น ๆ สำหรับสาหร่ายทะเลสีแดง สีน้ำตาลและเขียวมีกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิด Lourenço et al. (2002) รายงานว่าระดับของ ไอโซลิวซีนและ ทริโอนีน ใน *Palmaria palmata* มีความคล้ายคลึงกับระดับที่พบในพืชตระกูลถั่วและ ฮิสทีดีน พบใน U. pertusa ที่ระดับใกล้เคียงกับโปรตีนไข่ กรดอะมิโนที่จำเป็นในสาหร่ายทะเลสีแดงสูงกว่าสาหร่ายสีน้ำตาลและสาหร่ายสีเขียว สำหรับกรดแอสพาติกและกรดกลูตามิคเป็นกรดอะมิโนเกิดขึ้นมากที่สุดในสาหร่ายทะเลส่วนใหญ่ (น้ำตาล แดงและเขียว) กรดอะมิโนทั้งสองนี้มีคุณสมบัติที่น่าสนใจในการพัฒนารสชาติและกรดกลูตามิคเป็นองค์ประกอบหลักในความรู้สึกของรสชาติ "อูมามิ" และพบว่าระดับของกรดกลูตามิคสูงที่สุดในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล

ภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุล (Oxidative stress) เป็นสาเหตุลำดับต้น ๆ ในการพัฒนาไปเป็นโรคเรื้อรังต่าง ๆ ของมนุษย์เช่นโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคมะเร็งและโรคเกี่ยวกับความผิดปรกติของระบบประสาท สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติจึงได้รับความสนใจและมีการศึกษาวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้น สำหรับหมู่โปรตีนและเปปไทด์ที่ได้จากสาหร่ายมีความสามารถในการชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ Bermejo et al. (2002) ได้ตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ phycocyanin ซึ่งเป็นโปรตีนที่พบในสาหร่ายและชี้ให้เห็นว่าการออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้เป็นผลมาจากความสามารถในการจับกับโลหะและขับไล่อนุมูลอิสระได้ ต่อมา Yabuta et al. (2010) แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ phycoerythrobilin ที่ได้จาก *Porphyra* sp. ผลการศึกษาพบว่าเปปไทด์ที่ได้จากสาหร่ายที่ถูกย่อยสามารถใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายที่ถูกย่อยได้รับการพิจารณาจากวิธีการต่าง ๆ เช่นปฏิกิริยาการดูดซับอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl,peroxide, hydroxyl, และ superoxide anion Heo et al. (2003) ได้ผลของการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอนไซม์โปรตีเอสจากสาหร่ายสีน้ำตาลที่กินได้ 7 ชนิด ได้แก่ *Ecklonia cava, Scytosiphon lomentaria, Ishigeokamurae, Sargassum fulvelum, Sargassum horneri* และ *Sargassum thunbergii* ที่เก็บรวบรวมจากเกาะเจจูประเทศเกาหลีใต้ ได้รายงานว่า carnosine (b-alanyl-l-histidine) และ glutathione เป็นเปปไทด์ที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งโดยทั่วไปมีความเข้มข้นสูงในกล้ามเนื้อสัตว์และสามารถพบในสาหร่ายด้วย นอกจากนี้ยังรายงานว่า carnosine , histidyl dipeptide และ taurine มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระซึ่งคิดว่าเกี่ยวข้องกับความสามารถในการจับโลหะได้ โดยถูกแยกได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (*Ancanthophora delilei*) อีกทั้งยังทำหน้าที่ป้องกันความเป็นพิษของโลหะหนักหลายชนิด เช่น ตะกั่วและแคดเมี่ยมโดยการป้องกันการดูดซึมในกระเพาะอาหาร

สาหร่ายทะเลมีปริมาณไขมันในอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ (1-5% ของน้ำหนักแห้ง) ครึ่งหนึ่งของไขมันเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเช่นกรด eicosapentaenoic (EPA) และกรด arachidonic (AA) ซึ่งสามารถควบคุมความดันโลหิตและการแข็งตัวของเลือดรวมถึงสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคกระดูกพรุนและโรคเบาหวาน (Maeda et al. 2008) ซึ่งในสาหร่ายสีแดงและสีน้ำตาลอุดมไปด้วย EPA และ AA และสาหร่ายสีเขียวเช่น Ulva pertusa ส่วนใหญ่มี hexadecatetraenoic, oleic และ Palmitic acid (Norziah and Ching, 2000; Ortiz et al., 2006)

โพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีบทบาทสำคัญต่อสาหร่ายทะเลในฐานะเส้นใยอาหาร (dietary fiber, DF) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทนต่อการถูกไฮโดรไลซิสโดยเอนไซม์ของมนุษย์ คำจำกัดความนี้ถูกแก้ไขในภายหลังโดยกล่าวรวมถึง lignin ทั้งหมดด้วยซึ่งไม่สามารถถูกย่อยด้วยสารคัดหลั่งภายในของระบบทางเดินอาหารของมนุษย์" (Bach Knudsen, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 Polysaccharides ในสาหร่ายทะเลสีเขียว แดงและน้ำตาล

Seaweed	Polysaccharides
Green	Starch
	Ulvan-sulfated
	Xylan
	Mannan
	Cellulose
Red	Floridean starch
	Carrageenans – sulfated
	Agar – sulfated
	Xylan
	Mannan
	Cellulose
Brown	Laminaran
	Alginate
	Fucoidan – sulfated fucans
	Cellulose

ที่มา: Misurcova (2011)

2.3.2.1 สาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวงองุ่น เป็นสาหร่ายทะเลสีเขียว (green algae) หรือมีชื่อสามัญว่า Sea Grapes หรือ Green Caviar เนื่องจากมีเม็ดกลมและเป็นช่อคล้ายพวงองุ่น หรือคล้ายไข่ปลาคาร์เวียร์ นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกว่า Lelato, Ararusip, Lato ชาวญี่ปุ่นเรียกสาหร่ายชนิดนี้ว่า umibudo และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Caulerpa lentillifera* เป็นสาหร่ายที่มีการแพร่กระจายอยู่ในเขต tropical และ subtropical พบได้ในประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย เวียดนามและญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังแพร่กระจายไปเขตร้อน ได้แก่ เคนยา มาดากัสการ์ มอริเชียส โมแซมบิก โซมาเลีย อาฟริกาใต้ แทนซาเนียและปาปัวนิวกินี สาหร่ายชนิดนี้เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสารอาหารบริบูรณ์และแสงแดด มีลักษณะคล้ายองุ่น สีเขียวสด มีคุณค่าทางอาหารสูง (Trono และ Toma, 1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 สาหร่ายพวงองุ่น
ที่มา: MGR Online (2559)

สาหร่ายชนิดนี้อุดมด้วยแร่ธาตุ และวิตามินหลายชนิด ทั้งกรดไขมัน PUFA วิตามินบี 2 วิตามินอี และแร่ธาตุ ได้แก่ I, P, Zn, Ca, Mg, Se, Fe, Mn, Co เนื่องจากเป็นแหล่งสำคัญของแมกนีเซียม ที่ช่วยลดความดันโลหิต และป้องกันโรคหัวใจ ช่วยต้านมะเร็ง ไอโอดีนสูงจึงช่วยผู้ป่วยที่เป็นโรค ไทรอยด์ นิยมบริโภคกับอาหารทะเล รับประทานสดแทนผัก สลัด ตกแต่งจานอาหาร อีกทั้งยังเป็นอาหารที่มีราคาแพง

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพวงองุ่น

องค์ประกอบทางเคมี	มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง
โปรตีน	12.49
ไขมัน	0.86
เยื่อใย	3.17
เถ้า	24.2
คาร์โบไฮเดรต	59.27
ความชื้น	25.31

ที่มา: Ratana-arporn และ Chirapart (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้สาหร่าย *Caulerpa lentillifera* ยังมีกรดอะมิโนจำเป็นเกือบ 40% ของกรดอะมิโนรวม ซึ่งใกล้เคียงกับในไข่และโปรตีนถั่วเหลือง และมีกรดอะมิโนชนิด แอสพาติก และ กลูตามิก สูงประมาณ 25% ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดทำให้สาหร่ายมีกลิ่นและรสเฉพาะตัว

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

อนุมูลอิสระ (free radical) หมายถึง อะตอม โมเลกุลหรือไอออนซึ่งมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อนุมูลอิสระอาจมีประจุเป็นบวก ลบหรือเป็นศูนย์ก็ได้ ด้วยข้อยกเว้นบางประการ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหล่านี้ทำให้อนุมูลอิสระว่องไวต่อปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) กับโมเลกุลอื่น (Herzberg, 1971) ซึ่งการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายเกิดได้จากกระบวนการเผาผลาญอาหารซึ่งมีความจำเป็นต้องอาศัยออกซิเจนช่วยทำให้ได้ออกซิเจนที่มีประจุลบซึ่งก็คืออนุมูลอิสระ มันสามารถรวมตัวกับสารบางชนิดในร่างกายแล้วก่อให้เกิดเป็นสารพิษที่ทำลายเนื้อเยื่อ หรืออาจไปเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมภายในเซลล์ ทำให้เซลล์ปกติแปรสภาพเป็นเซลล์มะเร็งได้ในที่สุด สารต้านอนุมูลอิสระคือโมเลกุลของสารที่สามารถจับกับตัวรับและสามารถยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่นๆได้ ซึ่งมีทั้งสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วิตามินอี คาเทชินจากชาเขียว เป็นต้น (Baillie, 2009) ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA) และ บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT) เป็นต้น

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กานต์ชนา และ มนัสวี ได้ทำการศึกษาผลของการผสมสารสกัดใบชะมวง 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเจริญของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในโยเกิร์ต และทำการเปรียบเทียบการเจริญของ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ในอาหาร MRS Broth ที่เติมน้ำตาลที่แตกต่างกัน ได้แก่ สารสกัดจากแก่นตะวันที่ทำให้เป็นผง และ Fructo oligosaccharide (FOS) ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการเจริญของ *L. bulgaricus* ในโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดจากใบชะมวงมีจำนวนเพิ่มขึ้น 13.97 เปอร์เซ็นต์ และ *S. thermophilus* ในโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดจากใบชะมวงมีจำนวนเพิ่มขึ้น 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตควบคุม หลังกระบวนการหมักสิ้นสุด และในการสกัดแก่นตะวันด้วยน้ำทำให้สามารถสกัดเอา Fructo oligosaccharides (FOS) ออกมาได้เนื่องจากมีความเป็นขั้วสูง FOS สามารถละลายน้ำได้ดี และมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก เมื่อนำ 2 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากแก่นตะวันเติมลงในโยเกิร์ต เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตควบคุม พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* เพิ่มขึ้น 1 log CFU แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นผลกระทบจากภาวะ osmotic pressure ที่ปริมาณน้ำตาลในกระบวนการหมักโยเกิร์ตสูงเกินไป ทั้งที่ได้จากหางนม และสารสกัดจากแก่นตะวัน

Caleja *et al.* (2016) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดคาโมมายล์ ผักชีล้อม และโพแทสเซียมซอลเบส ในโยเกิร์ต หลังการหมักสิ้นสุดในวันที่ 0, 7 และ 14 พบว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลให้การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระลดลง และสารสกัดคาโมมายล์ที่เติมลงโยเกิร์ตมีผลในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือสารสกัดผักชีล้อม และโพแทสเซียมซอลเบสตามลำดับ

Najgebauer-Lejko *et al.* (2011) ได้ศึกษาผลกระทบของการเสริมชาต่อจุลชีพ ค่าความเป็นกรดด่างและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของโยเกิร์ต โดยทำการเตรียมสารสกัดชาเขียวและชาผู่เออร์เพื่อเติมลงในโยเกิร์ต โดยเติมลงไปที่ความเข้มข้น 5% , 10% และ 15% พบว่าสารสกัดชาเขียวและชาผู่เออร์ที่ความเข้มข้น 15% ในโยเกิร์ต มีกิจกรรมการยับยั้งอนุมูลอิสระของ DPPH สูงกว่าโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมชา 31 และ 15 เท่า ตามลำดับ ส่วนค่า FRAP พบว่าสูงกว่าโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมชา 12 และ 5 เท่า นอกจากนี้พบว่ามีผลต่อปริมาณ *Streptococcus thermophilus* ที่เพิ่มขึ้นในโยเกิร์ตที่มี 10 และ 15% ของการชงชาแต่สำหรับจำนวน Lactobacillus bulgaricus เทียบกับโยเกิร์ตธรรมดาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชนิดและระดับของชาที่ใช้

Osullivan (2016) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากสาหร่ายสีน้ำตาล *Ascophyllum nodosum* (สกัดด้วยน้ำ (AN_{100}) และสกัดด้วยเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ (AN_{80e})) และ *Fucus vesiculosus* (สกัดด้วยเอทานอล 60 เปอร์เซ็นต์ (FN_{60e})) ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ลงในโยเกิร์ต โดยทำการศึกษาเป็นเวลา 28 วัน หลังการหมักสิ้นสุด พบว่าสารสกัดสาหร่ายมีผลต่อลักษณะสีของโยเกิร์ต โดยที่ FN_{60e} ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ AN_{80e} ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในการวัดระดับออกซิเดชั่นของไขมันในโยเกิร์ตที่เก็บรักษาในวันที่ 14, 21 และ 28 พบว่า AN_{80e} และ FN_{60e} ที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีระดับออกซิเดชั่นของไขมันต่ำกว่าโยเกิร์ตอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆที่อยู่ในสารสกัด ในการวิเคราะห์ค่า pH, การแยกชั้นของเวย์โปรตีน และการตรวจหาปริมาณของเชื้อ *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* พบว่าในตัวอย่างโยเกิร์ตทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ของทุกวันที่ทำการวิเคราะห์ ในข้อนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าการเติมสารสกัดจากสาหร่ายไม่มีผลกระทบต่อเวลาการเก็บรักษาของโยเกิร์ต ในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่เป็นที่น่าพอใจเนื่องจากการเติมสารสกัดสาหร่ายทำให้คะแนนทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ลดลง โดยที่ AN_{100} ที่ความข้มข้น 0.25 และ0.5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตที่เติมสารสกัดจากสาหร่ายอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังพบว่าในตลอดการเก็บรักษา 28 วัน ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสาหร่ายในโยเกิร์ตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ และมีค่าสูงกว่าโยเกิร์ตควบคุม จึงสรุปได้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดสาหร่ายมีความเสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

สาหร่ายพวงองุ่น

นมโคพาสเจอร์ไรซ์ ผลิตโดยบริษัท ซีพี-เมจิ จำกัด

ผงนม ตราดูมิลค์ ผลิตโดยบริษัท ดูเม็กซ์ จำกัด

ผงเชื้อโยเกิร์ต

น้ำตาลทราย ผลิตโดยบริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.2 สารเคมี

Plate count agar (PCA)

Potato dextrose agar (PDA)

เมธิลเรด

เมทิลีนบลู

โบรโมครีซอลกรีน

ฟีนอล

กลูโคส

โพแทสเซียมทาเทรต

3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก แอซิด

คูแมสซี บิลเลี่ยนบลู บี-250

กรดฟอสฟอริก

โบวินเซรัมแอลบูมิน (BSA)

Boric acid, Pathumwan Bangkok, Thailand

Copper(II) sulphate, Carlo Erba Reagents

Potassium sulfate, Carlo Erba Reagents

Sulfuric acid 96%, Carlo Erba Reagents

Hydrochloric acid 37%, Merck KGaA, Darmstadt Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sodium hydroxide, Merck KGaA, Darmstadt Germany

Petroleum ether 40-60, Pathumwan Bangkok, Thailand

Sodium thiosulfate pcntahydrate, Merck KGaA, Darmstadt Germany

Nitric acid 65%, Pathumwan Bangkok, Thailand

Silver nitrate, Merck KGaA, Darmstadt Germany

KSCN, Merck KGaA, Darmstadt Germany

Ethyl Alcohol 95%

เมทานอล 96

กรดฟอสฟอริก 85%

3.2 อุปกรณ์

เครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender)

ตู้อบลมร้อน (Tray dry)

หลอดทดลองขนาด 16 × 100 มิลลิลิตร

จานเพาะเชื้อ

ปิเปตขนาด 1 , 5 และ 10 มิลลิลิตร

เครื่องผสมตัวอย่าง (Vortex)

ตู้ถ่ายเชื้อ (Lamimar air flow)

Pin mill

เครื่องชั่งไฟฟ้า

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

เครื่องวัดสี Minolta

เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ aW

เครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet extraction)

เครื่องวิเคราะห์โปรตีน, Gerhardt รุ่น Vap 45S

เครื่องวัดความเค็ม (Salinity refractometer)

เครื่องวัดความหวาน (Brix refractometer)

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)

ตะแกรงเมช (Screen mesh)

เครื่องลดขนาด

กระดาษกรอง เบอร์ 1และ4

ตู้เผาไฟฟ้า, Carbolite รุ่น LEF Series

เครื่อง Vacuum pump

Hot plate sterrier

Hot plate

เครื่องวัดสี, รุ่น CR-400, Konica Minolta Sensing Inc. , Tokyo, Japan

เครื่องวัดสี (Colorimeter), Hunter Lab รุ่น Color Quest XE, Hunter Lab, Inc. USA

เครื่อง pH meter, SevenCompact pH / Ion S220, Schwerzenbach, Switzerland

เครื่องวัด water activity, รุ่น AQUALAB SERIES 3 water activity meter, Decagon Devices Inc., Washington, USA

หลอดเซนติฟิว

Water bath, Memmert รุ่น WB22

เครื่องวัดความหนืด, Brookfield, รุ่น Ultra DV3

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างสาหร่าย

3.3.1.1 การลดความเค็มในสาหร่าย

นำสาหร่ายสดมาแช่ในน้ำเปล่าที่อัตราส่วนต่างกันเพื่อหาความเข้มข้นของน้ำที่เหมาะสม สำหรับการแช่สาหร่ายเพื่อลดความเค็มโดยใช้อัตราส่วนดังนี้ 100:500 100:700 100:1000 100:1500 100:2000และ100:3000 กรัม/มิลลิลิตร จากนั้นทำการวัดความเค็มทุก ๆ 10 นาที โดยใช้เครื่องวัดความเค็ม (Salinity refractometer) เพื่อดูการลดลงของความเค็ม จดบันทึกเวลาและค่าความเค็มที่ได้ ก่อนทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมจำนวน 30 คนต่อไป

3.3.1.2 การล้างสาหร่าย

หลังจากเลือกอัตราส่วนของน้ำแช่สาหร่ายแล้วนำสาหร่ายสดมาแช่ด้วยน้ำในอัตราส่วนดังกล่าว เมื่อครบระยะเวลา นำสาหร่ายออกมาล้างด้วยน้ำสะอาด 1-2 ครั้ง ก่อนนำไปวางเรียงบนตะแกรงและนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 การเตรียมสาหร่ายผง

นำสาหร่ายที่ผ่านการล้างแล้วมาอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดความชื้นออก จากนั้นนำมาบดอย่างหยาบด้วยเครื่องปั่น (Blender) ก่อนบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง Pin mill นำผงที่ได้จากการบดมาลดขนาดด้วยการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 ไมครอนก่อนบรรจุใส่ถุงปลอดเชื้อและเก็บไว้ในโถดูดความชื้น

3.3.1.4 การเตรียมสารสกัดสาหร่าย

นำผงสาหร่ายใส่วดรูปชมพู่ผสมกับน้ำกลั่นอัตราส่วน 1 : 20 นำไปให้ความร้อนโดยใช้ water bath ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ หลังจากนั้นนำไปกรองแยกของแข็งออกก่อนนำไปวิเคราะห์ สำหรับในกรณีที่นำสารสกัดไปใช้ผสมในโยเกิร์ตจะทำการแยกของแข็งออกโดยการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Cantrifuge เพื่อความรวดเร็วในการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์สาหร่าย

3.3.2.1 การวัดความเค็ม

เปิดฝาครอบของเครื่องวัดความเค็มและนำน้ำกลั่นหยดลงไปปิดฝาครอบลงสังเกตบริเวณขอบของแถบแบ่งระหว่างสีฟ้าและสีขาวให้ค่าแสดงเป็น 0 จากนั้นซับน้ำออกแล้วหยดตัวอย่างที่ต้องการวัดความเค็มลงไปแทนและอ่านค่าที่ได้

3.3.2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จาก 4.1.1 เลือกอัตราส่วนที่คาดว่ามีประสิทธิภาพในการลดความเค็มมากที่สุดมาทำการทดสอบชิมกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน เพื่อยืนยันว่าเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลดความเค็มของตัวอย่างสาหร่ายก่อนนำไปบดเพื่อเก็บรักษาในรูปของผง

3.3.2.3 การวัดค่าคลอไรด์โดยวิธี Mohr method (Mohr, 1856)

อบตัวอย่างที่ 110 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมงและทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.25 กรัม ใส่ลงในฟลาก์สขนาด 250 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ค่าเท่ากับ 8 ด้วย $NaHCO_3$ เติมอินดิเคเตอร์ 2 มิลลิลิตร ของ K_2CrO_4 และไทเทรตด้วย $AgNO_3$ จนได้จุดยุติเป็นสีแดงอิฐของสารละลาย $Ag_2Cr_2O_4$ สำหรับแบลงค์ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 การหาค่าการอุ้มน้ำ Water holding capacity

ในการหาค่าการอุ้มน้ำ (WHC) นำตัวอย่างผงสาหร่าย 0.5 กรัม ผสมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ในหลอดปั่นเหวี่ยง นำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 g นาน 25 นาที (Yaich *et al* ., 2011) วิเคราะห์จากส่วนใสที่ได้หลังการปั่นเหวี่ยง สามารถคำนวณได้ตามสมการนี้

$$WHC\ (\%) = (1 - W1/W2) \times 100$$

W1 = น้ำหนักส่วนใสที่ได้หลังจากการปั่นเหวี่ยง

W2= น้ำหนักของตัวอย่าง

3.3.2.5 การหาค่าการอุ้มน้ำมัน Oil holding capacity

ในการหาค่าการอุ้มน้ำมัน (OHC) นำตัวอย่างสาหร่าย 0.5 กรัมน้ำหนักแห้ง ผสมน้ำมันข้าวโพด 20 มิลลิลิตร ในหลอดปั่นเหวี่ยง นำไปตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 g นาน 25 นาที (Yaich *et al* ., 2011) วิเคราะห์จากน้ำมันที่ได้หลังการปั่นเหวี่ยง สามารถคำนวณได้ตามสมการนี้

$$OHC\ (\%) = (1 - W1/W2) \times 100$$

W1 = น้ำหนักน้ำมันที่ได้หลังจากการปั่นเหวี่ยง

W2= น้ำหนักของตัวอย่าง

3.3.2.6 การหาค่า Swelling capacity

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย .05 กรัมน้ำหนักแห้ง ใส่ลงในหลอดปั่นเหวี่ยงและทำการวัดความสูงของสาหร่ายเริ่มต้น จากนั้นเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ก่อนนำไปตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4และ40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Gómez-Ordóñes, Jiménez-Escrig & Rupérez ,2011) ก่อนวัดความสูงอีกครั้งเพื่อหาปริมาตรการบวมของสาหร่าย

3.3.2.7 การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดโดยวิธี Phenol-Sulfuric acid

เจือจางตัวอย่างในอัตราส่วนที่เหมาะสม ปิเปตตัวอย่างที่ระดับการเจือจางต่าง ๆ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารประกอบฟีนอล (4%) ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริก (96%) ปริมาณ 25 มิลลิลตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้ Vortex สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 480 นาโนเมตร คำนวณค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดจากกราฟมาตรฐานสารละลายกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.8 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี DNS

เจือจางตัวอย่างในอัตราส่วนที่เหมาะสม ปิเปตตัวอย่างที่ระดับการเจือจางต่าง ๆ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร แช่หลอดลงในน้ำเดือด 10 นาที หลังจากนั้นนำมาแช่ในน้ำเย็นทันที เติมน้ำกลั่นหลอดละ 10 มิลลิลิตร สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่นแทนสารละลายตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันโดยใช้ Vortex นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร คำนวณค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากกราฟมาตรฐานสารละลาย

3.3.2.9 การหาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Coomassie Dry-Binding (Bradford)

เจือจางตัวอย่างในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่ระดับของการเจือจางต่าง ๆ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย Coomassie 5.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันโดยใช้ Vortex ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 595 นาโนเมตร อ่านค่าปริมาณโปรตีนจากกราฟมาตรฐาน BSA

3.3.3 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.3.3.1 การตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total plate count)

ทำการเจือจางตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ก่อนใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้วในแต่ละระดับความเจือจาง ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ลงไป ใช้มือหมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วในอาหารเลี้ยงเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง ก่อนกลับจานเพาะเชื้อให้อาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีเฉพาะจานเพาะเชื้อที่ระดับการเจือจางที่มีโคโลนี อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี และรายงานผลเป็น CFU/g หรือ CFU/mL โดยนับจำนวนโคโลนีที่นับได้คูณด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ

3.3.3.2 การตรวจสอบเชื้อราและยีสต์

ทำการเจือจางตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ก่อนใช้ปิเปตดูดตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้วในแต่ละระดับความเจือจางใส่ลงในจานเพาะเชื้อ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำการปรับกรดของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โดยใช้ปิเปตดูดกรดทาร์ทาริกประมาณ 1- 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร PDA 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันก่อนเทลงจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอยู่ ใช้มือหมุนจานเพาะเชื้อเพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วในอาหารเลี้ยงเชื้อ และปล่อยให้อาหารแข็งตัว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 48-72 ชั่วโมง คำนวณปริมาณยีสต์และราด้วยวิธีเดียวกันกับการคำนวณปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3 การตรวจเชื้อ *Escherichia coli*

ทำการเจือจางตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ก่อน วางแผ่น 3M Petrifilm *E. coli*/Coliform Count บนพื้นผิวเรียบ เปิดแผ่นฟิล์มด้านบนขึ้นจากนั้นให้ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงกึ่งกลางของแผ่นฟิล์มแล้วปิดแผ่นฟิล์มด้านบนลงบนตัวอย่าง วางตัวกด (Spreader) ลงตรงกลางของแผ่น Petrifilm แล้วกดตรงกลางเพื่อให้ตัวอย่างกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอนำ spreader ออกแล้วปล่อยแผ่น Petrifilm ทิ้งไว้อย่างน้อยหนึ่งนาที บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง

3.3.3.4 การตรวจเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยใช้ 3M Petrifilm Staph Count

ทำการเจือจางตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ก่อน วางแผ่น 3M Petrifilm Staph Count บนพื้นผิวเรียบ เปิดแผ่นฟิล์มด้านบนขึ้นและให้ใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่ลงบริเวณกึ่งกลางของแผ่นฟิล์มและปิดแผ่นฟิล์มด้านบนลงบนตัวอย่าง วาง Spreader ด้านแบนลงบนแผ่นฟิล์มที่บริเวณกึ่งกลางของแผ่น กดเบา ๆ ให้กระจายทั่วบริเวณ นำ spreader ออกแล้วปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อยหนึ่งนาทีนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง

3.3.4 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.3.4.1 การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000)

อบถ้วยอลูมิเนียมไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมงนำออกมาชั่งน้ำหนักโดยนำมาวางให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) ก่อนนำมาชั่งและอบอีกครั้งจนแน่ใจว่าน้ำหนักคงที่แล้วบันทึกค่าน้ำหนักที่แน่นอนไว้ หลังจากนั้นนำตัวอย่าง 2-3 กรัม ใส่ลงถ้วยอลูมิเนียมที่อบไล่ความชื้นแล้วเกลี่ยให้ตัวอย่างกระจายทั่วและบันทึกน้ำหนักก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 30 นาที จากนั้นนำออกมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและนำไปชั่งน้ำหนัก อบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่แล้วบันทึกน้ำหนัก

3.3.4.2 การวิเคราะห์เถ้า (AOAC, 2000)

นำถ้วยกระเบื้อง (Crucible) ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่แล้วนำมาวางให้เย็นในโถดูดความชื้น ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน หลังจากนั้นนำตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ลงถ้วยกระเบื้องที่อบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาที่ไฟอ่อน ๆ จนหมดควัน นำไปเผาต่อในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวแล้ววนำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นก่อนนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.3 การวิเคราะห์ไขมัน (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างผงสาหร่ายที่หาความชื้นแล้ว 3 กรัมใส่บนกระดาษกรองแล้วห่อก่อนนำไปใส่ในทิมเบิลแล้วนำทิมเบิลใส่ในชุดสกัด Soxhlet เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดกลั่นที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 150 มิลลิลิตร ประกอบเครื่อง Soxhlet เข้าด้วยกัน ความร้อนจะทำการสกัดไขมันจากตัวอย่างเป็นเวลาประมาณ 4 ชั่งโมง โดยปรับความร้อนให้หยดของสารทำละลายกลั่นจาก condenser มีอัตรา 150 หยดต่อนาที จากนั้นกลั่นเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมันก่อนนำขวดกลั่นและไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักและจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

3.3.4.4 การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ลงใน Kjeldalh flask เติม ส่วนผสม catalyst : $CuSO_4$ 0.1 กรัม, $NaSO_4$ 2 กรัม และ H_2SO_4 เข้มข้น 25 กรัม นำไปทำการย่อยบน heating mantle โดยให้ความร้อนจนกระทั่งฟองหมด แล้วค่อยเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึงประมาณ 380 องศาเซลเซียส รอจนกระทั่งสารละลายใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการกลั่นโดยเติมน้ำกลั่นลงในหลอดย่อย 10-15 มิลลิลิตร นำหลอดย่อยมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่นแล้ว เติม 40% NaOH 40-50 มิลลิลิตรนำ receiving flask ที่มี 4% กรดบอริก อยู่ 20-25 มิลลิลิตร และเติม indicator แล้วมารองรับสารละลายที่กลั่นได้ กลั่นจนได้สารละลายประมาณ 25 ml นำไปไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.1 N HCl จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอมชมพู

3.3.4.5 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (AOAC, 1999)

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปปั่นรวมด้วยเครื่องปั่นตัวอย่างของเหลวเป็นเวลา 30 วินาที นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter ที่ผ่านการสอบเทียบด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.0 , 7.0 และ 10.0 แล้ว

3.3.5 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.3.5.1 การวัดค่าสี (Barkallah , 2017)

วัดค่าสีของผงสาหร่ายโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta ทำการ Calibration เครื่องกับแผ่น White Plate ก่อนการใช้งาน หลังจากนั้นทำการวัดค่าสีตัวอย่าง ซึ่งระบบที่ใช้ในระบบ Hunter (L*,a* และb*) โดยที่ค่า L* แสดงค่าความสว่าง มีค่าระหว่า 0-100 ค่า a* แสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ สำหรับค่า b* แสดงค่าสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวกและแสดงค่าสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

3.3.5.2 การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Water activity, aW) (AOAC, 2000)

นำสาหร่ายอบแห้งจำนวน 3 กรัม วัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ (aW) โดยใช้เครื่องวัดแบบพลวัต (Aqua Lab model:Series 3 TE) โดยเครื่องจะใช้เวลาในการวัดค่า aw ภายใน 5 นาที จากนั้นเครื่องจะแสดงผล บนหน้าจอพร้อมบันทึกค่า

3.3.6 การผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่าย

เตรียมนมพาสเจอร์ไรซ์ 1000 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมนมผง 3 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นต้มที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนตลอดเพื่อไม่ให้นมเกิดการไหม้ เมื่อครบเวลาตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 40 องศาเซลเซียส ก่อนเติมผงเชื้อโยเกิร์ตลงไป 0.09 กรัมคนให้เข้ากันก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส จนกระทั่งค่าพีเอชลดลงถึง 4.5 ก่อนนำมาผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 5 10และ15 เปอร์เซ็นต์ แบ่งใส่ขวดขวดละ 150 มิลลิลิตร เพื่อสะดวกต่อการตรวจวิเคราะห์ นำโยเกิร์ตไปแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ทุก ๆ 7 วัน

3.3.7 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่าย

3.3.7.1 การวัดค่า pH

สำหรับเครื่องวัดค่า pH ก่อนการใช้งาน จะต้องปรับเทียบมาตรฐาน (calibration) โดยการปรับเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ซึ่งจะปรับช่วง pH ที่ต้องการวัดด้วยสารบัฟเฟอร์ 2 ค่า คือ pH 4 และ pH 7 จากนั้นล้างโพลปด้วยน้ำกลั่นและซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้งก่อน นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวัดค่า pH จดบันทึกค่าที่วัดได้ หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างทำความสะอาด และเช็ดด้วยกระดาษเช็ดชู

3.3.7.2 การวัดค่าความเป็นกรด

ปิเปตตัวอย่างโยเกิร์ตมา 9 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ หยกอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มอล สังเกตจุดยุติสีชมพูอ่อน ทำการบันทึกค่าปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรต นำไปคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกด้วยสูตร

$$\frac{\text{น้ำหนักโมเลกุลกรดแลคติก} \times \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้ไทเทรต} \times \text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times 100}{1000 \times \text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้}}$$

หมายเหตุ น้ำหนักโมเลกุลกรดแลคติก ($C_3H_6O_3$) เท่ากับ 90.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7.3 การวิเคราะห์หาค่า Syneresis

ในการหาเปอร์เซ็นต์การหดตัว (Syneresis) นำฟลาก์สไปอาบให้แห้งแล้วตั้งทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอน พับกระดาษกรองใส่ลงบนกรวยพลาสติกก่อนนำไปวางลงในฟลาก์สที่ทราบน้ำหนักแล้วจากนั้น นำตัวอย่างโยเกิร์ต 100 กรัม เทลงบนกระดาษกรอง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำฟลาก์สที่ใส่วนใส่จากการกรองไปอบแล้วจดค่าที่ได้ วิเคราะห์จากเวย์ที่แยกออกจากตัวอย่าง สามารถคำนวณได้ตามสมการนี้

$$STS\ (\%) = (V1/V2) \times 100$$

V1 = ปริมาณของเวย์ที่แยกออก

V2 = ปริมาณของโยเกิร์ต

3.3.7.4 การหาค่าการอุ้มน้ำ Water holding capacity

ในการหาค่าการอุ้มน้ำ (WHC) นำตัวอย่างโยเกิร์ต 5 กรัม ปั่นเหวี่ยงที่ 3,500 rpm 15 นาที วิเคราะห์จากเวย์ที่แยกออกมาหลังการปั่นเหวี่ยง สามารถคำนวณได้ตามสมการนี้

$$WHC\ (\%) = (1 - W1/W2) \times 100$$

W1 = น้ำหนักของเวย์ที่แยกออกมาหลังจากการปั่นเหวี่ยง

W2= น้ำหนักของตัวอย่าง

3.3.7.5 การวัดสีด้วยเครื่อง Hunter Lab

ก่อนใช้งานทำการปรับเทียบมาตรฐานก่อนทุกครั้ง การวิเคราะห์ตัวอย่างนำโยเกิร์ตบรรจุลงในภาชนะบรรจุตัวอย่างปริมาตรประมาณ 40 มิลลิลิตร ตรวจดูความสะอาดของภาชะนบรรจุก่อนวางลงที่องสำหรับอ่านค่าสีและปิดฝาเพื่อป้องกันแสงจากภายนอกกดอ่านค่าที่คอมพิวเตอร์ ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง โปรแกรมจะแสดงค่าเฉลี่ย X Y Z และ L a b จดบันทึกค่าที่ได้

3.3.7.6 การวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer

ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะบรรจุตัวอย่าง จุ่มเข็มลงในตัวอย่างจนถึงระดับขีด Mark ที่กึ่งกลาง กด selected spindle เพื่อเลือกเบอร์ของเข็มให้ตรงกับเข็มที่นำมาใช้ เช่น 18,25,31หรือ34 แล้วกด selected spindle อีกครั้งเพื่อให้เครื่องบันทึก จากนั้นเปิดเครื่อง กำหนดความเร็วรอบในการหมุนโดยเลือกความเร็วรอบในการหมุนให้มีค่าใกล้ 100% torque จากนั้นเปลี่ยนความเร็วรอบจะต้องเพิ่มค่าครั้งละน้อย จนกว่าค่า torque จะมีค่าเท่าใกล้หรือเท่ากับ 100 ทำการบันทึกค่าที่เครื่องอ่านได้แต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาการลดความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่น

จากการลดความเค็มในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นโดยวิธีการแช่น้ำที่อัตราส่วนแตกต่างกันไปและทำการตรวจวัดความเค็มเบื้อต้นด้วยเครื่อง Salinity refractometer

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นระหว่างการแช่ในอัตราส่วนสาหร่ายพวงองุ่นสดต่อน้ำ (กรัม/มิลลิลิตร) ที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณความเค็ม (กรัม/100กรัม)					
	100:500	100:700	100:1000	100:1500	100:2000	100:3000
0	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
0.1	1.17	1.13	1.20	0.93	1.17	1.03
0.2	1.07	0.93	0.80	0.77	0.83	0.83
0.3	1.00	0.73	0.80	0.50	0.43	0.53
0.4	0.73	0.63	0.63	0.37	0.37	0.33
0.5	0.80	0.67	0.57	0.30	0.37	0.27
1	0.73	0.63	0.43	0.30	0.20	0.20
1.1	0.63	0.50	0.40	0.23	0.20	0.20
1.2	0.53	0.53	0.37	0.23	0.13	0.20
1.3	0.53	0.40	0.40	0.23	0.07	0.17
1.4	0.57	0.47	0.40	0.17	0.10	0.10
1.5	0.47	0.40	0.40	0.20	0.07	0.17
2	0.40	0.40	0.40	0.20	0.10	0.13
4	0.43	0.40	0.40	0.17	0.03	0.07
24	0.43	0.40	0.40	0.17	0.17	0.10

จากผลของการลดความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นโดยการทดลองแช่สาหร่ายพวงองุ่นในน้ำอัตราส่วน 100:500 100:700 100:1000 100:1500 100:2000 และ 100:3000 กรัม/มิลลิลิตร และทำการตรวจวัดความเค็มโดยใช้เครื่อง Salinity refractometer พบว่าทุกอัตราส่วนสามารถลดปริมาณความ

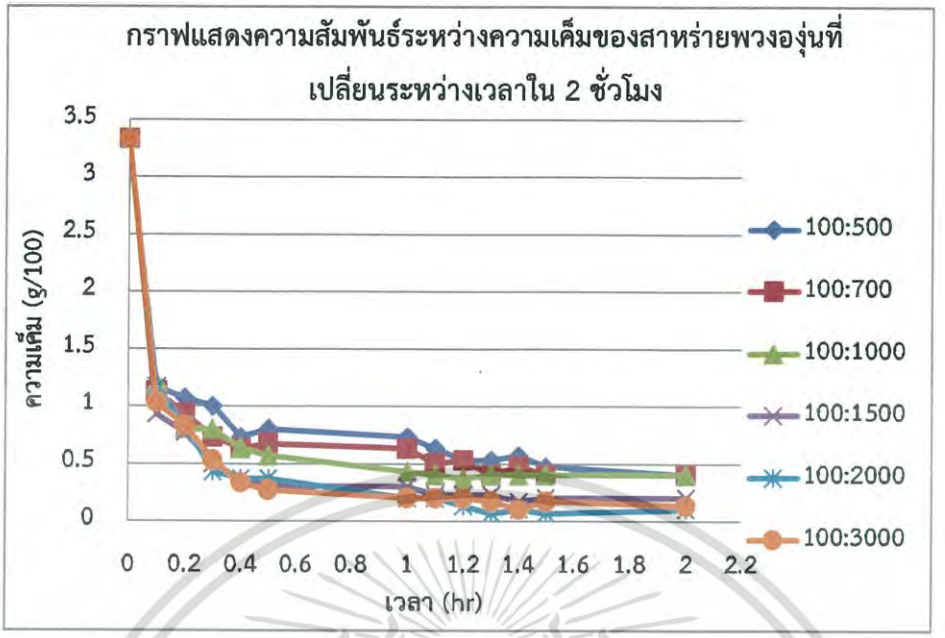
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เค็มของสาหร่ายพวงองุ่นได้แตกต่างกันออกไป จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาในการแช่ผ่านไป 30 นาที ที่อัตราส่วนของน้ำแช่ 100:1500 100:2000 และ 100:3000 กรัม/มิลลิลิตร สามารถลดปริมาณความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นลง จาก 3.3% เหลือประมาณ 0.5% ในขณะที่อัตราส่วน 100:500 100:700 และ 100:1000 กรัม/มิลลิลิตร สามารถลดปริมาณความเค็มลงเหลือ 1% 0.7% และ 0.8% ตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไปจะสังเกตเห็นความคงที่ของประมาณเกลือที่ได้ โดยที่อัตราส่วน 100:500 100:700 และ 100:1000 กรัม/มิลลิลิตร มีค่าคงที่ประมาณ 0.4 % และไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง

การลดความเค็มอาศัยหลักการออสโมซิส คือการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) โดยเยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติในการเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) การแพร่ของน้ำจะแพร่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของน้ำมากกว่าผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของน้ำน้อยกว่าและจะเกิดสภาวะเช่นนี้จนกระทั่งเข้าสู่สภาวะสมดุลของสารละลาย (Torreeggiani, D., 1993, Osmotic dehydration in food and vegetable processing, J. Food Res. Int. 26: 59-68.) จากการทดลองที่ทำการลดความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่น โดยทำการแช่สาหร่ายในน้ำที่อัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการแพร่แบบออสโมซิส โดยน้ำที่ความเข้มข้นสูงนั่นคือน้ำที่ใช้ในการแช่จะแพร่เข้าสู่เซลล์เพื่อไปแทนที่เกลือภายในสาหร่ายซึ่งเป็นการลดความเข้มข้นของเกลือในสาหร่ายลงทำให้สาหร่ายมีความเค็มลดลงและจากผลการทดลองยิ่งความเข้มข้นของน้ำมากก็ส่งผลให้ความเค็มลดลงได้รวดเร็วเนื่องจากโมเลกุลของน้ำที่มากกว่าจะแย่งกันเข้าแทนที่โมเลกุลของเกลือที่อยู่ในสาหร่ายในทิศทางเดียวกันหากปริมาณของน้ำน้อยก็ส่งผลให้ความเค็มในสาหร่ายลดลงได้ช้า

จากผลการทดลองดังกล่าวที่ทำการตรวจวัดค่าความเค็มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าความเค็มที่คงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 ผู้ทดลองจึงทำการทดลองตรวจวัดความเค็มซ้ำอีกครั้งโดยทำการแช่สาหร่ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ เช่นเดิม และทำการวัดความเค็มทุก ๆ 10นาที จนครบ 2 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่นที่เปลี่ยนแปลงภายในเวลา 2 ชั่วโมง

เพื่อเลือกอัตราส่วนของน้ำแช่สาหร่ายที่เหมาะสมได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ประหยัดค่าใช้จ่ายและใช้เวลาน้อยที่สุดในการลดความเค็มผู้ทดสอบทำการทดสอบชิมทุก ๆ 10 นาที ของการตรวจวัดเกลือระหว่างการแช่และเลือกสุ่มตัวอย่างออกมาเพื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิม 30 คน โดยอัตราส่วนที่เลือกคือ 100:700 ที่แช่เป็นเวลา1 ชั่วโมง 30 นาที และ100:1000 ที่แช่เป็นเวลา1 ชั่วโมง โดยทำการแช่สาหร่ายในอัตราส่วนดังกล่าวจนกระทั่งค่าความเค็มที่วัดได้อยู่ที่ 0.4 กรัม/100กรัม และทดสอบกับผู้ชิมจำนวน 30 คน แสดงในตารางที่ 2 พบว่าทั้ง 30 คน ไม่สัมผัสถึงรสชาติเค็มของสาหร่ายที่แช่ในอัตราส่วนทั้งสองระดับแต่ที่อัตราส่วน 100:700 มีผู้ชิม 2 คน สามารถสัมผัสถึงกลิ่นเค็มของสาหร่าย ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วน 100:1000 ที่แช่เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในการลดความเค็มของสาหร่ายพวงองุ่น

ตารางที่ 4.2 แสดงผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลดความเค็ม

ผู้ทดลอง	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		หมายเหตุ
	เค็ม	ไม่เค็ม	เค็ม	ไม่เค็ม	
1		/		/	
2		/		/	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3		/		/	
4		/		/	
5		/		/	
6		/		/	
7		/		/	
8		/		/	
9		/		/	
10		/		/	
11		/		/	
12		/		/	
13		/		/	
14		/		/	
15		/		/	
16		/		/	
17		/		/	
18		/		/	
19		/		/	
20		/		/	
21		/		/	ได้กลิ่นเค็มตย.1
22		/		/	
23		/		/	
24		/		/	
25		/		/	ได้กลิ่นเค็มตย.1
26		/		/	
27		/		/	
28		/		/	
29		/		/	
30		/		/	

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่ 1 = สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลดความเค็มโดยการแช่น้ำ ในอัตราส่วนระหว่างสาหร่าย 100 กรัม ต่อ น้ำ 700 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

ตัวอย่างที่ 2 = สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลดความเค็มโดยการแช่น้ำ ในอัตราส่วนระหว่างสาหร่าย 100 กรัม ต่อ น้ำ 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของ *Caulerpa lentillifera*

ผลของการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีกายภาพของ *Caulerpa lentillifera* แบบเค็มและลดความเค็มที่อยู่ในรูปผงแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าโปรตีนของ *Caulerpa lentillifera* แบบเค็มและลดความเค็มมีค่าเท่ากับร้อยละ 19.70±0.9 และ 19.67±0.46 ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า สาหร่ายทั้ง 2 แบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดย *Caulerpa lentillifera* แบบเค็มมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.08±0.02 และแบบลดเค็มมีค่าเท่ากับร้อยละ1.43±0.04

สำหรับการวิเคราะห์เถ้าของ *Caulerpa lentillifera* แบบเค็ม มีค่าเท่ากับร้อยละ 13.7±0.02 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า *Caulerpa lentillifera* แบบลดความเค็มที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 14.32±05 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าความชื้นของ *Caulerpa lentillifera* แบบเค็มและแบบลดความเค็มมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.16±0.33 และ10.61±0.27 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแบบเค็มมีค่ามากกว่าซึ่งตรงกันข้ามกับค่าวอเตอร์แอคติวิตี (Aw) ที่มีค่ามากกว่าใน *Caulerpa lentillifera* แบบลดความเค็มโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.42±0.1 ในขณะที่แบบเค็มมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.40±0.1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

สำหรับค่าสีของ *Caulerpa lentillifera* ทั้งสองแบบพบว่าแบบเค็มมีค่าความสว่าง(L*) เท่ากับ 54.39±0.52 ซึ่งมากกว่าแบบที่ลดความเค็มซึ่งมีค่าเท่ากับ 49.57±0.23 ส่วนของค่า a* ของแบบเค็มและลดความเค็มมีค่าเท่ากับ -3.43±0.11 และ -3.94±012 ตามลำดับ จากค่าที่ติดลบแสดงถึงค่าความเป็นสีเขียวซึ่งสาหร่ายที่ลดความเค็มมีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่าเล็กน้อย ค่า b* ของแบบเค็ม (15.57±0.19) มีค่ามากกว่าสาหร่ายพวงองุ่นลดความเค็ม (14.52±0.14) ซึ่งค่าที่ได้แสดงถึงความเป็นสีเหลืองของแบบเค็มมีมากกว่าแบบลดความเค็ม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการหาปริมาณคลอไรด์ของตัวอย่างผง *Caulerpa lentillifera* แบบเค็มและลดความเค็มแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 7.0±0.2 และ 6.01±0.2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณคลอไรด์ของสาหร่ายที่ทำการลดความเค็มมีค่าน้อยกว่า เนื่องจากผลของการเตรียมผงสาหร่ายที่แตกต่างกัน คือสาหร่ายเค็มทำการล้างด้วยน้ำสะอาด ในขณะที่สาหร่ายลดความเค็มมีการแช่น้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่งผลให้น้ำเกิดการออสโมซิสเข้าสู่เซลล์แทนที่เกลือ ทำให้มีปริมาณของคลอไรด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบองค์ประกอบของ *Caulerpa lentillifera* เค็มและลดความเค็ม

องค์ประกอบ	*Caulerpa lentillifera*	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
%Yield	2.025[a]	1.1096[b]
โปรตีน (Nx6.25)(ร้อยละ)	19.70±0.9[ns]	19.67±0.46[ns]
เถ้า (ร้อยละ)	13.72±0.02[a]	14.32±0.57[b]
ไขมัน (ร้อยละ)	1.08±0.02[a]	1.43±0.04[b]
ใยอาหาร (ร้อยละ)	29.88±0.00[a]	50.36±0.00[b]
ความชื้น (ร้อยละ)	12.16±0.33[a]	10.6±0.27[b]
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	22.48±1.35[a]	4.21±0.77[b]
Total solid (ร้อยละ)	91.53±0.13[ns]	91.47±0.32[ns]
pH	6.45±0[a]	6.62±0.1[b]
Aw	0.40±0.1[a]	0.42±0.1[b]
Cl (%)	7.0±0.2[a]	6.1±0.2[b]
สี		
L*	54.39±0.52[a]	49.57±0.23[b]
a*	-3.43±0.11[a]	-3.94±0.12[b]
b*	15.57±0.19[a]	14.52±0.14[b]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

L* คือค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว

a* บรรยายแกนสีจากสีเขียว (-a*)ไปจนถึงสีแดง(+a*)

b* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงสีเหลือง (+b*)

4.3 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของสาหร่าย (Water holding capacity)

จากการวิเคราะห์ค่าการอุ้มน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นที่เปรียบเทียบกันระหว่างแบบธรรมดาและลดความเค็มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.56±0.26 และ 9.61±0.6 และที่ 40 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 6.12±0.09 และ 10.31±0.2 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ชัดเจนว่าสำหรับสาหร่ายที่ลดความเค็มมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่าสาหร่ายที่ไม่ได้ลดความเค็มเนื่องจากมีปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่น้อยกว่า โดยโซเดียมคลอไรด์มีคุณสมบัติในการขัดขวางการจับตัวกันระหว่างน้ำกับผงสาหร่ายสำหรับสาหร่ายเค็มที่มีปริมาณของเกลืออยู่มากจึงส่งผลให้มีอัตราการการอุ้มน้ำที่น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC)

อุณหภูมิ °C	สาหร่าย	
	Caulerpa lentillifera	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
4	5.56±0.26[a]	9.61±0.6[b]
40	6.12±0.09[a]	10.31±0.2[b]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

4.4 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำมันของสาหร่าย (Oil holding capacity)

จากการวิเคราะห์ค่าการอุ้มน้ำมันของสาหร่ายพวงองุ่นที่เปรียบเทียบกันระหว่างแบบธรรมดาและลดความเค็มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.34±0.08 และ 3.31±0.23 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แต่ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 3.03±0.79 และ 2.50±1.07 ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 โดยจะเห็นได้ว่าสาหร่ายพวงองุ่นแบบธรรมดามีค่าการอุ้มน้ำมันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างจากสาหร่ายพวงองุ่นแบบลดเค็มที่มีค่าอารอุ้มน้ำมันมากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (OHC)

อุณหภูมิ °C	สาหร่าย	
	Caulerpa lentillifera	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
4	2.34±0.08[a]	3.31±0.23[b]
40	3.03±0.79[ns]	2.50±1.07[ns]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) และ ns คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.5 ผลการศึกษาความสามารถในการบวมน้ำของสาหร่าย (Water swelling)

จากการวิเคราะห์ค่าการบวมน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นที่เปรียบเทียบกันระหว่างแบบธรรมดาและลดความเค็มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าเท่ากับ 4.07±0.31และ 6.00±0.40 กรัม/กรัม สำหรับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 4.4±0.20 และ 7.00±0.23 กรัม/กรัม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสามารถในการบวมน้ำ (Water swelling)

อุณหภูมิ °C	สาหร่าย	
	Caulerpa lentillifera	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
4	4.07±0.31[a]	6.00±0.40[b]
40	4.40±0.20[a]	7.00±0.23[b]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

4.6 ผลการวิเคราห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ลดความเค็มมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บีและแคโรทีนอยด์เท่ากับ 33.00±0.1 119.22±0.4และ 5684.74±13.2 ตามลำดับ โดยที่มีปริมาณมากกว่าเมื่อเทียบกับสาหร่ายพวงองุ่นแบบธรรมชาติ

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ ที่มีอยู่ใน *Caulerpa lentillifera*

องค์ประกอบ	สาหร่าย	
	Caulerpa lentillifera	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
คลอโรฟิลล์ เอ	12.99±0.3[a]	33.00±0.1[b]
คลอโรฟิลล์ บี	24.19±0.3[a]	119.22±0.4[b]
คลอโรฟิลล์	1422.57±8.6[a]	5684.74±13.2[b]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ผลของการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์แสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นเค็มมีค่าเท่ากับ 1482.80±1.16 และ250.03±1.64มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่สาหร่ายพวงองุ่นลดเค็มมีค่าเท่ากับ 3158.67±3.24และ 131.6±0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เห็นได้ว่าสาหร่ายลดเค็มมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าสาหร่ายเค็ม

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่น

องค์ประกอบ	ตัวอย่างสาหร่าย	
	Caulerpa lentillifera	*Caulerpa lentillifera* (ลดเค็ม)
total sugar	1482.80±1.16[a]	3158.67±3.24[b]
reducing sugar	250.03±1.64[a]	131.6±0.07[b]

หมายเหตุ [a, b] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

4.8 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของโยเกิร์ตธรรมชาติระหว่างการหมัก

ระหว่ากระบวนการหมักโยเกิร์ตเป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยอาศัยกิจกรรมของเชื้อโยเกิร์ต 4 สายพันธุ์ ได้ แก่ *Bifidobacterium Sp.* , *Streptococcus thermophiles* , *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus delbrueckil subsp.Bulgaricus* พบว่ามีกิจกรรมของการผลิตกรดแลกติคเพิ่มขึ้นทุก ๆ ชั่วโมง จากชั่วโมงที่ 0 มีกรดแลกติคอยู่ที่ 0.2 % เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นของกรดเพิ่มมากขึ้นเป็น 0.5% ซึ่งสอดคล้องกับค่า pH ที่ลดลงจากเดิมเท่ากับ 6.39 เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.49 แสดงไว้ในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างโยเกิร์ตระหว่างกระบวนการหมัก

	เวลา (ชั่วโมง)			
	0	1	2	3
พีเอช	6.39±0.00[a]	5.44±0.13[b]	4.81±0.00[c]	4.49±0.00[d]
% กรดแลคติก	0.2±0.01[a]	0.36±0.00[b]	0.43±0.01[c]	0.5±0.010[d]

หมายเหตุ [a, b,c,d] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

จากลักษณะดังกล่าวที่มีการผลิตกรดแลคติกออกมา โดยเชื้อโยเกิร์ตจะใช้น้ำตาลแลคโตสในนมเป็นแหล่งคาร์บอนในการผลิตกรดแลกติค อีกทั้งทั้งนมยังเป็นแหล่งอาหารแก่การเจริญของเชื้อ *Lactobacillus* spp. ซึ่งพบว่าตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึง 5 มีอัตราการเจริญของเชื้อดังกล่าวเพิ่มขึ้นแต่เมื่อเข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 6 อัตราการเจริญของเชื้อลดลง อาจเป็นผลมาจากปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิด feedback inhibition หรือการยับยั้งแบบย้อนกลับ

4.9 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชและกรดแลคติกของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ผลของการตรวจวัfค่าพีเอชและปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้น 5% 10% และ 15% ระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 4.11 และ4.12 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าพีเอชของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลให้ค่าพีเอชลดลงได้เร็วกว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ไม่ได้เติมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น แต่สำหรับปริมาณความเข้มข้นของสารสกัดสาหร่ายที่แตกต่างกันนั้นไม่ได้ส่งผลให้ค่าพีเอชแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าpHของโยเกิร์ตพร้อมดื่มพร้อมดื่ม

	ตัวอย่าง				
เวลาการเก็บรักษา	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	4.39 ± 0.01^{aD}	4.17 ± 0.00^{bD}	4.21 ± 0.01^{cD}	4.16 ± 0.00^{dD}	4.17 ± 0.01^{bB}
7 วัน	3.97 ± 0.01^{aA}	3.83 ± 0.01^{bA}	3.85 ± 0.01^{cA}	3.78 ± 0.01^{dA}	3.74 ± 0.00^{eA}
14 วัน	4.17 ± 0.01^{aC}	4.07 ± 0.01^{bC}	4.06 ± 0.01^{bC}	3.98 ± 0.01^{cC}	-
21 วัน	4.12 ± 0.01^{aB}	4.04 ± 0.01^{bB}	4.00 ± 0.01^{cB}	3.94 ± 0.02^{dB}	-
28 วัน	4.05 ± 0.01^{aE}	3.99 ± 0.01^{bE}	3.99 ± 0.01^{bB}	3.93 ± 0.01^{cB}	-

หมายเหตุ $^{a, b, c, d,e}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D,E}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการตรวจวัดปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้น 5% 10% และ 15% ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน พบว่าทุกสัปดาห์ที่มีการตรวจวัดปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุก ๆ ตัวอย่าง สำหรับความแตกต่างของแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดที่เติมนั้นพบว่าที่ 5และ10% มีปริมาณกรดมากที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าเปอร์เซ็นกรดของโยเกิร์ตพร้อมดื่มพร้อมดื่ม

	ตัวอย่าง				
เวลาการเก็บรักษา	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	0.66 ± 0.01^{aA}	0.67 ± 0^{aA}	0.64 ± 0.01^{bA}	0.68 ± 0.02^{aA}	0.63 ± 0.02^{bA}
7 วัน	0.77 ± 0.04^{aB}	0.83 ± 0.01^{bB}	0.84 ± 0.01^{bB}	0.74 ± 0.01^{aB}	0.77 ± 0.01^{aB}
14 วัน	0.89 ± 0.03^{aC}	0.94 ± 0.02^{bD}	0.88 ± 0.01^{aC}	0.87 ± 0.03^{aC}	-
21 วัน	0.83 ± 0.04^{aB}	0.9 ± 0.01^{bC}	0.9 ± 0.02^{bC}	0.85 ± 0.02^{abC}	-
28 วัน	0.88 ± 0.03^{aC}	0.84 ± 0.02^{bB}	0.89 ± 0.01^{aC}	0.81 ± 0.01^{cD}	-

หมายเหตุ $^{a, b,c,d}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.10 ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

สำหรับความสามารถในการอุ้มน้ำในโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีการเติมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่น พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน ค่าการอุ่มน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่น แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา 7 วัน พบว่าค่าไม่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแสดงไว้ในตารางที่ 4.13 และเมื่อเวลาผ่านไป 14 และ 21 วัน พบว่าค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)และตัวอย่างโยเกิร์ตธรรมชาติยังคงมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงที่สุด อาจเป็นผลมาจากสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เติมเข้าไปในปริมาณต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการเจือจางเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

	ตัวอย่าง				
เวลาการเก็บรักษา	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	74.4 ± 3.0^{aC}	54.80 ± 0.4^{bC}	49.00 ± 0.4^{cC}	45.27 ± 2.4^{dAB}	39.53 ± 1.4^{eA}
7 วัน	64.87 ± 2.7^{nsB}	54.33 ± 0.6^{nsB}	48.87 ± 1.2^{nsC}	43.27 ± 1.2^{nsA}	43.33 ± 1.9^{nsB}
14 วัน	67.13 ± 2.5^{aB}	56.27 ± 0.8^{bB}	41.20 ± 0.4^{cA}	41.73 ± 0.4^{cA}	-
21 วัน	59.6 ± 1.4^{aA}	52.2 ± 0.7^{bA}	46.2 ± 2.1^{cB}	47.67 ± 2.8^{cB}	-
28 วัน	65.0 ± 0.3^{aB}	60.2 ± 1.4^{cD}	57.93 ± 1.2^{bcD}	55.93 ± 1.7^{bC}	-

หมายเหตุ $^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.11 ผลการศึกษาความสามารถในการหดตัวของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

จากผลการวิเคราะห์การหดตัวหรือการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% ระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน พบว่าการแยกชั้นของโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นทุกความเข้มข้นและโยเกิร์ตที่ไม่ได้ผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นในการเก็บรักษาของวันที่ 1 เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในวันที่ 28 การแยกชั้นมีการเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) และในการเปรียบเทียบการแยกชั้นระหว่างโยเกิร์ตที่ไม่ผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่นกับโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่น พบว่าการแยกชั้นจะเพิ่มสูงขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

	ตัวอย่าง				
เวลาการเก็บรักษา	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	43.41 ± 0.7^{aA}	44.47 ± 0.9^{abA}	45.20 ± 0.2^{bA}	46.90 ± 0.7^{cA}	49.82 ± 0.6^{dNS}
7 วัน	44.22 ± 0.3^{aAB}	45.08 ± 0.7^{bAB}	46.96 ± 0.2^{cB}	47.10 ± 0.5^{cAB}	50.87 ± 0.3^{dNS}
14 วัน	45.45 ± 0.7^{aC}	45.93 ± 0.1^{aB}	47.06 ± 0.1^{cB}	48.14 ± 0.4^{bC}	-
21 วัน	45.3 ± 0.8^{aBC}	46.03 ± 0.5^{abB}	46.9 ± 0.7^{bB}	48.31 ± 0.3^{cC}	-
28 วัน	44.74 ± 0.3^{aBC}	46.01 ± 0.8^{aB}	47.08 ± 1.4^{bcB}	47.87 ± 0.4^{cBC}	-

หมายเหตุ $^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.12 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม พบว่าการเติมสารสกัดในปริมาณที่สูงขึ้นจะยิ่งส่งผลให้ความความหนืดลดน้อยลงเนื่องจากสารสกัดที่เติมเข้าไปเจือจางโยเกิร์ต และระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามีความหนืดที่ลดน้อยลงในทุก ๆ ตัวอย่าง แสดงไว้ดังตารางที่ 4.15 จากผลดังกล่าวจึงสอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าความสามารถในการหดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความหนืดของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เวลาการเก็บรักษา	ตัวอย่าง				
	NY	CEY 5%	CEY 10%	CEY 15% ^{NS}	CEY 20%
1 วัน	2687±245.0^{aA}	923.3±2.3^{bB}	432.1±18.3^{cA}	184.50±12.35^{d}	233.9±1.27^{cd}
7 วัน	2467.67±127.7^{aA}	1252.3±48.52^{bA}	548.4±12.2^{cB}	204.77±65.05^{d}	244.80±17.24^{d}
14 วัน	1130.3±68.4^{aC}	904.6±31.3^{bB}	396.6±67.6^{cA}	190.8±13.10^{d}	-
21 วัน	1716.0±84.0^{aB}	836.6±28.9^{bC}	482.2±7.9^{cAB}	210.13±12.53^{d}	-
28 วัน	779.6±59.2^{aD}	780.8±47.2^{aC}	474.9±54.7^{bAB}	162.2±24.90^{c}	-

หมายเหตุ $^{a, b}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.13 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระของโยเกิร์ตผสมสารสกัดจากสาหร่ายแสดงไว้ในตารางที่ 4.16 พบว่าปริมาณน้ำอิสระในตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มธรรมชาติรวมถึงตัวอย่างโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าประมาณ 0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าปริมาณน้ำอิสระของโยเกิร์ตพร้อมดื่มพร้อมดื่ม

	ตัวอย่าง				
เวลาการเก็บรักษา	NY^{NS}	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}{}^{NS}$
1 วัน	0.9676 ± 0^{a}	0.9668 ± 0^{aA}	0.9656 ± 0^{aA}	0.9819 ± 0^{bB}	0.9854 ± 0^{c}
7 วัน	0.9709 ± 0^{a}	0.9743 ± 0^{bBC}	0.9744 ± 0^{bB}	0.9743 ± 0^{bB}	0.9745 ± 0^{b}
14 วัน	0.9724 ± 0^{a}	0.9768 ± 0^{bC}	0.9749 ± 0^{abB}	0.9772 ± 0^{bB}	-
21 วัน	0.9675 ± 0^{ns}	0.9675 ± 0^{nsAB}	0.9738 ± 0^{nsA}	0.9728 ± 0^{nsA}	-
28 วัน	0.9669 ± 0^{a}	0.9671 ± 0^{aA}	0.9676 ± 0^{aB}	0.9704 ± 0^{b}	-

หมายเหตุ $^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

ns คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.14 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

จากการวิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเขียวและแดง ค่าความเป็นสีน้ำเงินและเหลือง พบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตธรรมชาติมีค่าความสว่างมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น ๆ แสดงไว้ดังตารางที่ 4.17 สำหรับค่าความเป็นสีเขียวและแดงพบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น 5และ15 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา มีค่าไม่แตกต่างจากโยเกิร์ตธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าที่แสดงเป็บผลทางบวกสื่อถึงความเป็นสีแดงของตัวอย่าง โดยระยะเวลาในการเก็บรักษานั้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความสว่างของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เวลาการเก็บรักษา	ค่า L* ของตัวอย่าง				
	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	3.62 ± 0.02^{cC}	2.19 ± 0.02^{abE}	1.83 ± 0.08^{aE}	2.95 ± 0.06^{bE}	2.00 ± 0.05^{a}
7 วัน	3.99 ± 0.01^{cD}	1.21 ± 0.04^{aB}	1.55 ± 0.03^{aC}	1.38 ± 0.04^{aA}	2.26 ± 0.03^{b}
14 วัน	1.63 ± 0.05^{bA}	1.93 ± 0.05^{cD}	1.53 ± 0.04^{aBC}	1.93 ± 0.03^{cD}	-
21 วัน	1.74 ± 0.03^{cB}	$1.07\pm0..02^{aA}$	1.07 ± 0.02^{aA}	1.64 ± 0.02^{bB}	-
28 วัน	1.59 ± 0.0^{bA}	1.51 ± 0.00^{aC}	1.45 ± 0.00^{aB}	1.84 ± 0.0^{cC}	-

หมายเหตุ L* คือค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความเป็นสีเขียวไปจนถึงสีแดงของโยเกิร์ตพร้อมดื่มพร้อมดื่ม

เวลาการเก็บรักษา	ค่า a* ของตัวอย่าง				
	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	4.70 ± 0.10^{dB}	3.28 ± 0.12^{cD}	3.09 ± 0.18^{abC}	3.91 ± 0.19^{bcD}	2.92 ± 0.09^{a}
7 วัน	5.69 ± 0.13^{cC}	2.53 ± 006^{aB}	2.73 ± 0.05^{aB}	2.47 ± 0.14^{aA}	3.30 ± 0.12^{b}
14 วัน	3.43 ± 0.04^{bA}	3.61 ± 0.05^{cD}	2.75 ± 0.11^{aB}	3.32 ± 0.11^{bCD}	-
21 วัน	3.38 ± 0.10^{dA}	2.30 ± 0.09^{bA}	2.03 ± 0.15^{aA}	2.86 ± 0.01^{cAB}	-
28 วัน	3.25 ± 0.1^{bA}	3.23 ± 0.1^{bC}	2.81 ± 0.1^{aB}	3.05 ± 0.2^{bBC}	-

หมายเหตุ a* บรรยายแกนสีจากสีเขียว (-a*)ไปจนถึงสีแดง(+a*)

สำหรับค่าความเป็นสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลืองพบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น 15เปอร์เซ็นต์มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 2.87±0.1 เมื่อเทียบกับตัวอย่างโยเกิร์ตอื่น ๆ เนื่องจากปริมาณของสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ใส่ลงไปมาก จึงมีผลต่อความเป็นสีเหลืองได้มากกว่าตัวอย่างอื่นเพราะสีของสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นนั่นหากมองด้วยตาเปล่าจะสังเกตเห็นเป็นสีเขียวเมื่อเติมลงไปในโยเกิร์ที่ผ่านกระบวนการหมักแล้วก็จะผสมกันและวัดค่าสีออกมาได้โดยแสดงไว้ดังตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความเป็นสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลืองของโยเกิร์ตพร้อมดื่มพร้อมดื่ม

เวลาการเก็บรักษา	ค่า b* ของตัวอย่าง				
	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	6.29 ± 0.28^{cC}	3.66 ± 0.09^{aB}	3.10 ± 0.12^{aD}	5.03 ± 0.08^{bD}	3.35 ± 0.08^{a}
7 วัน	6.70 ± 0.03^{cD}	2.00 ± 0.03^{aA}	2.54 ± 0.02^{aC}	2.33 ± 0.04^{bA}	3.84 ± 0.02^{a}
14 วัน	2.67 ± 0.05^{aA}	3.27 ± 0.05^{bB}	2.58 ± 0.05^{aC}	3.22 ± 0.07^{bC}	-
21 วัน	2.94 ± 0.04^{bB}	2.15 ± 0.64^{aA}	1.79 ± 0.04^{aA}	2.81 ± 0.04^{bB}	-
28 วัน	2.5 ± 0.00^{bA}	2.32 ± 0.2^{bA}	2.07 ± 02^{aB}	2.87 ± 0.1^{cB}	-

หมายเหตุ b* บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงสีเหลือง (+b*)

$^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\%\ 10\%\ 15\%\ 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

4.14 ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ตโยเกิร์ตพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา 28 วัน

ผลของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มจุลินทรีย์แลคติกพบว่าระยะเวลาของการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์แลคติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน หลังจากนั้นค่อย ๆ ลดลงหลังจากผ่านไป 21 วัน และจากตารางที่ 4.19 พบว่าโยเกิร์ตที่ผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น 5 เปอร์เซ็นต์ พบจุลินทรีย์แลคติกคงเหลืออยู่มากที่สุดเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตธรรมชาติและโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แลคติกในโยเกิร์ตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

เวลาการเก็บรักษา	ตัวอย่าง				
	NY	$CEY_{5\%}$	$CEY_{10\%}$	$CEY_{15\%}$	$CEY_{20\%}$
1 วัน	8.4033 ± 0.07^{dB}	8.3600 ± 0.11^{cB}	8.3400 ± 0.03^{bE}	8.1733 ± 0.13^{aC}	8.3767 ± 0.07^{c}
7 วัน	8.0500 ± 0.06^{bAB}	8.000 ± 0.19^{bA}	7.5400 ± 0.08^{bB}	8.0333 ± 0.08^{bB}	7.4930 ± 0.20^{a}
14 วัน	8.2700 ± 0.01^{dC}	8.3633 ± 0.06^{cB}	8.1500 ± 0.02^{bD}	8.0133 ± 0.08^{aB}	-
21 วัน	8.1533 ± 0.09^{dB}	8.2467 ± 0.02^{cB}	7.9700 ± 0.03^{bC}	7.9667 ± 0.04^{aB}	-
28 วัน	8.0167 ± 0.03^{bA}	8.2667 ± 0.02^{cB}	7.2533 ± 0.06^{aA}	7.4133 ± 0.05^{aA}	-

หมายเหตุ $^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

$^{A, B,C,D}$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

NY คือโยเกิร์ตธรรมชาติ(ตัวควบคุม) , CEY คือโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ และ $_{5\% 10\% 15\% 20\%}$ ปริมาณของสารสกัดที่ใส่ลงในโยเกิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

สำหรับการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มเสริมสาหร่ายพวงองุ่น โดยทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี กายภาพและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเพื่อที่ได้รู้ว่าคุณค่าของสาหร่ายที่เรานำมานั้นมีประโยชน์อย่างไร ก่อนทำการวิเคราะห์ ซึ่งการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเตรียม 2 แบบ คือแบบธรรมดาและแบบลดความเค็ม แบบลดความเค็มจะทำโดยการนำสาหร่ายพวงองุ่นสดมาทำการลดระดับความเค็มหรือกล่าวคือลดปริมาณเกลือที่มีอยู่ในสาหร่ายลงโดยการแช่น้ำเปล่าที่อัตราส่วนสาหร่าย 100 กรัม ต่อน้ำ 1000 มิลลิลิตร แช่แบบวางนิ่งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วไปบดโดยใช่เครื่องปั่นแห้งก่อนจะนำไปบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่อง pin mil แล้วนำไปแยกโดยใช้เครื่องลดขนาดที่ 200 ไมครอน ก่อนการนำไปวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ สำหรับแบบธรรมดานั้นจะทำการล้างสาหร่ายสดและนำไปอบทันทีไม่มีการแช่สาหร่าย

ผลการศึกษาด้านองค์ประกอบด้านเคมี เป็นการทดลองหาค่าความชื้น, ค่าเถ้า, ค่าโปรตีน, ค่าไขมัน, ใยอาหาร, คาร์โบไฮเดรต และค่าพลังงาน จากการทดลองพบว่า สาหร่ายพวงองุ่นแบบธรรมชาติและแบบลดความเค็มมีค่าโปรตีนที่ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าแบบลดความเค็มมีค่าความชื้น เถ้า ไขมันและใยอาหารในปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับสาหร่ายพวงองุ่นแบบธรรมดา สาหร่ายพวงองุ่นแบบธรรมชาติมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตอยู่ที่ 51.84±1.3 ซึ่งมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายพวงองุ่นแบบลดความเค็มที่มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตอยู่ที่ประมาณ 4.21±0.77 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพของสาหร่าย โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าปริมาณน้ำอิสระ การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือและค่าสี ของสาหร่ายทั้ง 2 แบบ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าปริมาณน้ำอิสระของสาหร่ายพวงองุ่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยแบบลดความเค็มมีปริมาณที่มากกว่าอยู่เล็กน้อย ในส่วนของปริมาณเกลือสาหร่ายพวกองุ่นแบบธรรมชาติจะมีค่ามากกว่า สำหรับการวัดค่าสีพบว่าสาหร่ายแบบธรรมชาติมีค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองที่มากกว่าสาหร่ายแบบลดความเค็ม แต่พบว่ามีค่าความเป็นสีเขียวที่น้อยกว่า โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่าสีของสาหร่ายทั้งสองแบบมีแนวโน้มสว่างไปทางสีเขียวและสีเหลือง เนื่องจากสาหร่ายมีรงค์วัตถุในตัว

ผลการศึกษาความสามรถในการอุ้มน้ำของสาหร่าย พบว่าสาหร่ายแบบลดเค็มมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าสาหร่ายแบบธรรมชาติ ที่อุณหภูมิ 4และ40 องศาเซลเซียส โดยความสามารถในการอุ้มน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูง ความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีของสาหร่ายพวงองุ่นแบบลดความเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมีปริมาณใยอาหารที่มาก ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการวิเคราะห์การบวมน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างระกว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นมีค่าลดลงได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตธรรมชาติ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อีกทั้งเมื่อเพิ่มปริมาณของสารสกัดยังทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงได้เร็วยิ่งขึ้นสอดคล้องกับปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นและปริมาณเชื้อโพรไบโอติกที่เจริญเติบโตระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ส่วนการวิเคราะห์ค่าความหนืด พบว่าการเติมสารสกัดในปริมาณที่สูงขึ้นจะยิ่งส่งผลให้ความความหนืดลดน้อยลงเนื่องจากสารสกัดที่เติมเข้าไปเจือจางโยเกิร์ต จากผลดังกล่าวจึงสอดคล้องกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าความสามารถในการหดตัวซึ่งพบว่าในตัวอย่างที่เสริมสารสกัดสาหร่ายในปริมาณสูงจะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและความสามารถในการหดตัวลดน้อยลงเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตธรรมชาติที่ไม่ได้เติมสารสกัดสาหร่าย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การวิเคราะห์หาความสามารถในการอุ้มน้ำ อุ้มน้ำมันและค่าการบวมน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิในการแช่และการปั่นเหวี่ยงตัวอย่างให้แน่นอนเพื่อให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำเนื่องจากอุณหภูมิส่งผลอย่างมาก

5.2.2 การวิเคราะห์หาค่าคความหนืดของโยเกิร์ตมีความจำเป็นจะต้องควบคุมอุณหภูมิของแต่ละตัวอย่างให้เท่ากันตลอดจนการเลือกหัววัดความหนืดจะต้องเลือกให้เหมาะกับตัวอย่างนั้น ๆ เพื่อความแม่นยำของค่าที่วิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ปริญญา มูลสินและอมรรัตน์ วงษ์กลม. การศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ เครื่องสำอาง. สาขาวิชาชีววิทยา และสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2556

ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่งเพชรบุรี. 2555. การเลี้ยงสาหร่าย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th. 13 พฤษภาคม 2562

AOAC (2005). Official methods of analysis of AOAC international. In W.Horwitz & G. Latimer (Eds.) (18th ed. (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.

A.M. O'Sullivan, M.N. O'Grady, Y.C. O'Callaghan, T. Smyth, N.M. O'Brien and J.P. Kerry., (2016). Seaweed Extracts as Potential Functional Ingredients in Yogurt. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.*

Anantharaman, P., Karthikaidevi, G., Manivannan, K., Thirumaran, G. and Balasubramanian, T.(2010). Mineral composition of marine macroalgae from Mandapam Coastal Regions; Southeast Coast of India. *Recent Research in Science and Technology*. 2: 66-71.

Barkallah, M., Dammak, M., Louati, I., Hentati, F., B., Mechichi, T., Ayadi, M.,Fendri, I., Attia, H. and Abdrlkafi, S., (2017). Effect of Spirulina platensis fortification on physicochemical, textural,antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWC-Food Science and Technology* ,84, 323-330.

Bight E.G. and Dyer W.J. (1959). A rapid method of total lipid extractionand purification : *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*

Capuano E., Veer G.V.D., Peter J.J. Verheijen ., Samuel P. Heenan.,Leo F.J. van de Laak ., Henk B.M. Koop. (2013) . Comparison of a sodium-based and a chloride-based approach for the determination of sodium chloride content of processed foods in the Netherlands . *Journal of Food Composition and Analysis 31 129–136.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ma C., Gong G., Liu Z., Ma A., Chen Z.(2015) . Stimulatory effects of tea supplements on the propagation of *Lactobacillus casei* in milk. *International Dairy Journal 43 1e6.*

Muniandy, P., Shori, A.B., and Baba, A.S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 1-8.

Najgebauer-Lejko, D., Sady, M., Grega, T., and Walczycka, M. (2011). The impact of tea supplementation on microflora: pH and antioxidant capacity of yoghurt. *International Dairy Journal*, 21, 568-574.

Tamime, A. Y. and Robinson. (1985). Yoghurt Science Technology. Great Britain: Pergamon Press Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ก.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

ก.1.1 สาหร่ายพวงองุ่น

ก.1.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของสาหร่ายพวงองุ่น

ตาราง ก.1.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักตัวอย่าง+น้ำหนัก can (หลังอบ)	% ความชื้น	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	17.7705	2.0083	19.5275	12.5131		
2	เค็ม	17.3111	2.0036	19.0770	11.8636	12.16	0.33
3	เค็ม	17.7129	2.0077	19.4775	12.1084		
1	ลดเค็ม	17.6994	2.0004	19.4825	10.8625		
2	ลดเค็ม	17.6283	2.0070	19.4212	10.6677	10.61	0.29
3	ลดเค็ม	17.6353	2.0051	19.4339	102987		

ก.1.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณค่าเถ้า

ตาราง ก.1.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณค่าเถ้าของสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักตัวอย่าง+น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (หลังเผา)	% เถ้า	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	29.4701	2.2060	29.8014	15.0181	14.99	0.49
2	เค็ม	30.2101	2.2417	30.5454	14.9574		
3	เค็ม	36.4698	2.2260	36.7844	14.1330		
1	ลดเค็ม	32.0903	2.4169	32.4224	13.7407	13.72	0.02
2	ลดเค็ม	36.2016	2.4012	36.5306	13.1015		
3	ลดเค็ม	36.1894	2.4186	36.5215	13.7311		

ก.1.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

ตาราง ก.1.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันของสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักบีกเกอร์	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักตัวอย่าง+น้ำหนักบีกเกอร์ (หลังอบ)	% ไขมัน	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	146.2461	2.0013	146.2680	1.0943	1.08	0.02
2	เค็ม	142.4455	2.0024	142.4670	1.0737		
3	เค็ม	144.7385	2.0060	144.7598	1.0618		
1	ลดเค็ม	143.2966	2.0081	143.3262	1.4740	1.43	0.04
2	ลดเค็ม	145.6641	2.0047	145.6923	1.4067		
3	ลดเค็ม	139.5757	2.0027	139.6040	1.4131		

ก.1.1.4 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

ตาราง ก.1.1.4 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักตัวอย่าง	ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก (ไตเตรท)	% โปรตีน (x6.25)	รวม	SD
1	เค็ม	2.00	47.3	20.56	19.70	0.90
2	เค็ม	2.00	42.9	18.77		
3	เค็ม	2.00	45.2	19.78		
1	ลดเค็ม	2.00	45.8	20.04	19.67	0.46
2	ลดเค็ม	2.00	45.3	19.82		
3	ลดเค็ม	2.00	43.8	19.16		
Blank	0.3					

ก.1.1.5 การวิเคราะห์ค่าพีเอช

ตาราง ก.1.1.5 การวิเคราะห์ค่าพีเอชของสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	ค่าพีเอช	น้ำหนักตัวอย่าง	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	6.45	5.00	6.45	0.00
2	เค็ม	6.45	5.00		
3	เค็ม	6.45	5.00		
1	ลดเค็ม	6.62	5.00	6.62	0.00
2	ลดเค็ม	6.63	5.00		
3	ลดเค็ม	6.62	5.00		

ก.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ก.2.1 การวัดสีของตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่น

ตาราง ก.2.1 การวัดค่าสีของตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่น

ครั้งที่	ชนิด	L*	a*	b*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
1	เค็ม	54.97	-3.40	15.55	-42.40	-3.47	13.43	44.61
2	เค็ม	54.23	-3.55	15.76	-43.15	-3.68	13.63	45.40
3	เค็ม	53.96	-3.33	1539	-4342	-3.41	13.27	45.53
	เฉลี่ย	54.39	-3.43	15.57	-42.99	-3.52	13.44	45.18
	SD	0.52	0.11	0.19	0.53	0.14	0.18	0.50
1	ลดเค็ม	49.68	-3.82	14.50	-47.69	-3.90	12.37	49.42
2	ลดเค็ม	49.30	-3.93	14.40	-48.07	-4.00	12.28	49.78
3	ลดเค็ม	49.72	-4.06	14.67	-47.65	-4.13	12.54	49.45
	เฉลี่ย	49.57	-3.94	14.52	-47.80	-4.01	12.40	49.55
	SD	0.23	0.12	0.14	0.23	0.12	0.13	0.20

ก.2.2 การวัดสีโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

ตาราง ก.2.2.1 การวัดค่าสีของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 1 วัน

ตัวอย่าง		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
NY	L*	3.61	3.64	3.62	3.62	0.02
	a*	4.67	4.62	4.81	4.70	0.10
	b*	6.14	6.61	6.12	6.29	0.28
CEY 5%	L*	2.20	2.20	2.16	2.19	0.02
	a*	3.92	3.69	3.85	3.82	0.12
	b*	3.57	3.74	3.67	3.66	0.09
CEY 10%	L*	1.90	1.84	1.75	1.83	0.08
	a*	2.90	3.11	3.25	3.09	0.18
	b*	3.20	3.13	2.96	3.10	0.12
CEY 15%	L*	3.02	2.91	2.91	2.95	0.06
	a*	3.70	3.96	4.08	3.91	0.19
	b*	5.12	4.98	4.98	5.03	0.08
CEY 20%	L*	2.03	2.03	1.95	2.00	0.05
	a*	2.88	2.86	3.03	2.92	0.09
	b*	3.45	3.30	3.31	3.35	0.08

ตาราง ก.2.2.2 การวัดค่าสีของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 7 วัน

ตัวอย่าง		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
NY	L*	4.00	3.99	3.99	3.99	0.01
	a*	5.80	5.72	5.54	5.69	0.13
	b*	6.67	6.72	6.70	6.70	0.03
CEY 5%	L*	1.16	1.24	1.23	1.21	0.04
	a*	2.47	2.52	2.59	2.53	0.06
	b*	1.97	2.03	1.99	2.00	0.03
CEY 10%	L*	1.58	1.52	1.54	1.55	0.03
	a*	2.69	2.72	2.78	2.73	0.05
	b*	2.56	2.54	2.52	2.54	0.02
CEY 15%	L*	1.35	1.42	1.36	1.38	0.04
	a*	2.48	2.61	2.33	2.47	0.14
	b*	2.30	2.38	2.32	2.33	0.04
CEY 20%	L*	2.23	2.28	2.26	2.26	0.03
	a*	3.16	3.40	3.33	3.30	0.12
	b*	3.82	3.85	3.85	3.84	0.02

ตาราง ก.2.2.3 การวัดค่าสีของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ตัวอย่าง		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
NY	L*	1.68	1.63	1.58	1.63	0.05
	a*	3.44	3.39	3.46	3.43	0.04
	b*	2.62	2.72	2.68	2.67	0.05
CEY 5%	L*	1.99	1.91	1.90	1.93	0.05
	a*	3.56	3.60	3.66	3.61	0.05
	b*	3.31	3.28	3.21	3.27	0.05
CEY 10%	L*	1.49	1.57	1.53	1.53	0.04
	a*	2.77	2.85	2.63	2.75	0.11
	b*	2.55	2.64	2.56	2.58	0.05
CEY 15%	L*	1.90	1.96	1.92	1.93	0.03
	a*	3.23	3.29	3.45	3.32	0.11
	b*	3.23	3.28	3.14	3.22	0.07

ตาราง ก.2.2.4 การวัดค่าสีของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 21 วัน

ตัวอย่าง		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
NY	L*	1.74	1.71	1.76	1.74	0.03
	a*	3.46	3.26	3.41	3.38	0.10
	b*	2.90	2.94	2.98	2.94	0.04
CEY 5%	L*	1.06	1.06	1.10	1.07	0.02
	a*	2.34	2.37	2.21	2.31	0.09
	b*	1.75	1.81	2.89	2.15	0.64
CEY 10%	L*	1.08	1.09	1.05	1.07	0.02
	a*	2.11	1.85	2.12	2.03	0.15
	b*	1.80	1.82	1.75	1.79	0.04
CEY 15%	L*	1.66	1.62	1.65	1.64	0.02
	a*	2.87	2.85	2.85	2.86	0.01
	b*	2.85	2.77	2.82	2.81	0.04

ตาราง ก.2.2.5 การวัดค่าสีของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตัวอย่าง		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	SD
NY	L*	1.63	1.55	1.59	1.59	0.0
	a*	3.36	3.15	3.23	3.25	0.1
	b*	2.5	2.51	2.48	2.50	0.0
CEY 5%	L*	1.52	1.52	1.48	1.51	0.0
	a*	3.28	3.28	3.12	3.23	0.1
	b*	2.41	2.41	2.15	2.32	0.2
CEY 10%	L*	1.45	1.44	1.47	1.45	0.0
	a*	2.79	2.93	2.7	2.81	0.1
	b*	2.2	1.86	2.15	2.07	0.2
CEY 15%	L*	1.85	1.8	1.88	1.84	0.0
	a*	2.93	3.23	2.98	3.05	0.2
	b*	2.96	2.81	2.85	2.87	0.1

ก.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ การอุ้มน้ำมันและการบวมน้ำ

ก.3.1 สาหร่ายพวงองุ่น

ก.3.1.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	อุ้มน้ำ/1(กรัมของน้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	24.57	0.56	49.27	27.91	5.68	5.56	0.26
2	เค็ม	24.72	0.56	49.71	28.09	5.74		
3	เค็ม	24.99	0.56	50.17	28.12	5.26		
1	ลดเค็ม	24.46	0.55	49.66	30.07	10.22	9.61	0.60
2	ลดเค็ม	24.74	0.55	50.11	30.04	9.60		
3	ลดเค็ม	25.01	0.55	50.12	30.02	9.01		

ก.3.1.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	อุ้มน้ำ/1(กรัมของน้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	25.13	0.56	50.47	28.68	6.10		
2	เค็ม	25.21	0.56	50.50	28.73	6.04	6.12	0.09
3	เค็ม	24.73	0.56	49.68	28.34	6.22		
1	ลดเค็ม	25.25	0.55	50.16	30.89	10.28		
2	ลดเค็ม	24.70	0.55	49.72	30.46	10.52	10.31	0.20
3	ลดเค็ม	24.47	0.55	49.16	30.03	10.12		

ก.3.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำมันของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักของแข็งหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักน้ำมันที่ถูกอุ้มไว้	น้ำหนักน้ำมันที่ถูกอุ้มไว้ x ความหนาแน่น	อุ้มน้ำมัน (กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	25.21	0.56	42.85	1.74	1.24	1.14	2.28		
2	เค็ม	24.73	0.56	42.55	1.75	1.25	1.15	2.30	2.34	0.08
3	เค็ม	25.16	0.56	42.56	1.82	1.32	1.21	2.43		
1	ลดเค็ม	2459	0.55	42.85	2.32	1.82	1.67	3.35		
2	ลดเค็ม	24.32	0.55	42.29	2.41	1.91	1.76	3.51	3.31	0.23
3	ลดเค็ม	24.45	0.55	42.33	2.16	1.66	1.53	3.05		

ก.3.1.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำมันของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักของแข็งหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักน้ำมันที่ถูกอุ้มไว้	น้ำหนักน้ำมันที่ถูกอุ้มไว้ x ความหนาแน่น	อุ้มน้ำมัน (กรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	24.64	0.56	42.34	2.64	2.14	1.97	3.94		
2	เค็ม	25.00	0.56	42.99	1.93	1.43	1.32	2.63	3.03	0.79
3	เค็ม	24.05	0.56	42.47	1.87	1.37	1.26	2.52		
1	ลดเค็ม	25.24	0.55	42.88	1.19	0.69	0.63	1.27		
2	ลดเค็ม	25.29	0.55	42.34	2.26	1.76	1.62	3.24	2.5	1.07
3	ลดเค็ม	25.18	0.55	42.41	2.12	1.62	1.49	2.98		

ก.3.1.5 ความสามารถในการบวมน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.5 ความสามารถในการบวมน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักตัวอย่าง	ความสูงของสาหร่าย (ซม.)	ความสูงหลังทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	บวมน้ำ (มล./กรัม น้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	0.56	2.80	5.00	4.40	4.07	0.31
2	เค็ม	0.56	2.80	4.80	4.00		
3	เค็ม	0.56	2.90	4.80	3.80		
1	ลดเค็ม	0.55	4.30	7.10	5.60	6.00	0.40
2	ลดเค็ม	0.55	4.10	7.30	6.40		
3	ลดเค็ม	0.55	4.30	7.30	6.00		

ก.3.1.6 ความสามารถในการบวมน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ตาราง ก.3.1.6 ความสามารถในการบวมน้ำของสารหร่ายพวงองุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	ชนิด	น้ำหนักตัวอย่าง	ความสูงของสาหร่าย (ซม.)	ความสูงหลังทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	บวมน้ำ (มล./กรัม น้ำหนักแห้ง)	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	0.56	2.70	4.90	4.40	4.40	0.20
2	เค็ม	0.56	2.80	4.90	4.20		
3	เค็ม	0.56	2.70	5.00	4.60		
1	ลดเค็ม	0.55	4.30	77	6.80	7.07	0.23
2	ลดเค็ม	0.55	4.30	7.9	7.20		
3	ลดเค็ม	0.55	4.30	7.9	7.20		

ก.3.2 โยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

ก.3.2.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 1 วัน

ตาราง ก.3.2.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 1 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักส่วนใส	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	% การอุ้มน้ำ	เฉลี่ย	SD
NY	1	5.00	6.85	11.87	1.44	10.43	71.20	74.40	3.02
	2	5.00	6.83	11.78	1.14	10.64	77.20		
	3	5.00	6.80	11.76	1.26	10.50	74.80		
CEY 5%	1	5.00	6.78	11.78	2.28	9.50	54.40	54.80	0.40
	2	5.00	6.80	11.79	2.26	9.53	54.80		
	3	5.00	6.83	11.87	2.24	9.63	55.20		
CEY 10%	1	5.00	6.79	11.85	2.55	9.30	49.00	49.00	0.40
	2	5.00	6.71	11.80	2.57	9.23	48.60		
	3	5.00	6.72	11.77	2.53	9.24	49.40		
CEY 15%	1	5.00	6.71	11.71	2.82	8.89	43.60	45.27	2.39
	2	5.00	6.71	11.75	2.79	8.96	44.20		
	3	5.00	6.79	11.86	2.60	9.26	48.00		

ก.3.2.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 7 วัน

ตาราง ก.3.2.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 7 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักส่วนใส	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	%WHC	เฉลี่ย	SD
NY	1	5.00	6.72	11.76	1.87	9.89	62.60	64.87	2.66
	2	5.00	6.84	11.88	1.79	10.09	64.20		
	3	5.00	6.80	11.89	1.61	10.28	67.80		
CEY 5%	1	5.00	6.84	11.81	2.29	9.52	54.20	54.33	0.61
	2	5.00	9.70	11.73	2.31	9.42	53.80		
	3	5.00	6.79	11.84	2.25	9.59	55.00		
CEY 10%	1	5.00	6.77	11.82	2.59	9.23	48.20	48.87	1.15
	2	5.00	6.79	11.82	2.59	9.23	48.20		
	3	5.00	6.74	11.76	2.49	9.27	50.20		
CEY 15%	1	5.00	6.77	11.81	2.90	8.91	42.00	43.27	1.21
	2	5.00	6.72	11.77	2.83	8.94	43.40		
	3	5.00	6.73	11.76	2.78	8.98	44.40		

ก.3.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ตาราง ก.3.2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักส่วนใส	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	%WHC	เฉลี่ย	SD
NY	1	5.00	6.74	11.76	1.79	9.97	64.20	67.13	2.54
	2	5.00	6.74	11.85	1.57	10.28	68.60		
	3	5.00	6.79	11.97	1.57	10.40	68.60		
CEY 5%	1	5.00	6.77	11.82	2.21	9.61	55.80	56.27	0.81
	2	5.00	6.79	11.84	2.14	9.70	57.20		
	3	5.00	6.68	11.79	2.21	9.58	55.80		
CEY 10%	1	5.00	6.74	11.84	2.96	8.88	40.80	41.20	0.40
	2	5.00	6.79	11.77	2.94	8.83	41.20		
	3	5.00	6.78	11.78	2.92	8.86	41.60		
CEY 15%	1	5.00	6.76	11.74	2.89	8.85	42.20	41.73	0.42
	2	5.00	6.7	11.82	2.92	8.90	41.60		
	3	5.00	6.81	11.78	2.93	8.85	41.40		

ก.3.2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 21 วัน

ตาราง ก.3.2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 21 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักส่วนใส	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	%WHC	เฉลี่ย	SD
NY	1	5.00	6.56	11.78	2.07	9.69	58.60	59.60	1.40
	2	5.00	6.56	11.76	1.94	9.69	61.20		
	3	5.00	6.68	11.88	2.05	9.72	59.00		
CEY 5%	1	5.00	6.66	11.86	2.39	8.65	52.20	52.00	0.72
	2	5.00	6.53	11.8	2.37	9.01	52.60		
	3	5.00	6.7	11.83	2.44	9.37	51.20		
CEY 10%	1	5.00	6.68	11.72	2.79	8.96	44.20	46.20	2.11
	2	5.00	6.7	11.79	2.7	9.21	46.00		
	3	5.00	6.7	11.75	2.58	9.17	48.40		
CEY 15%	1	5.00	6.63	11.68	2.75	8.83	45.00	47.67	2.81
	2	5.00	6.58	11.46	2.63	8.91	47.40		
	3	5.00	6.63	11.48	2.47	8.95	50.60		

ก.3.2.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตาราง ก.3.2.5 ความสามารถในการอุ้มน้ำของโยเกิร์ตผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	น้ำหนักหลอด	น้ำหนักหลังปั่นเหวี่ยง	น้ำหนักส่วนใส	น้ำหนักของแข็งรวมหลอด	%WHC	เฉลี่ย	SD
NY	1	5.00	6.85	11.9	1.73	10.17	65.4	65.0	0.35
	2	5.00	6.81	11.86	1.76	10.09	64.8		
	3	5.00	6.77	11.75	1.76	9.98	64.8		
CEY 5%	1	5.00	6.85	11.89	2.07	9.82	58.6	60.2	1.39
	2	5.00	6.8	11.83	1.95	9.88	61.0		
	3	5.00	6.81	11.81	1.95	9.86	61.0		
CEY 10%	1	5.00	6.78	11.82	2.04	9.78	59.2	57.9	1.21
	2	5.00	6.71	11.74	2.11	9.63	57.8		
	3	5.00	6.73	11.71	2.16	9.55	56.8		
CEY 15%	1	5.00	6.71	11.67	2.3	9.37	54.0	55.9	1.70
	2	5.00	6.87	11.97	2.17	9.8	56.6		
	3	5.00	6.71	11.71	2.14	9.57	57.2		

ก.4 ความสามารถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

ก.4.1 ความสามารถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 1 วัน

ตาราง ก.4.1 ความสามารถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 1 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักฟลาสก์	น้ำหนักหลังทิ้งไว้ 6 ชม.	น้ำหนักเวย์	%STS	เฉลี่ย	SD
NY	1	120.81	163.97	42.56	42.56	43.41	0.74
	2	129.2	173.11	43.91	43.91		
	3	130.28	174.03	43.75	43.75		
CEY 5%	1	116.92	159.84	43.42	43.42	44.47	0.91
	2	121.87	166.13	45.07	45.07		
	3	122.87	167.79	44.92	44.92		
CEY 10%	1	120.78	165.93	45.15	45.15	45.20	0.22
	2	129.21	174.23	45.02	45.02		
	3	130.32	175.76	45.44	45.44		
CEY 15%	1	116.4	163.28	46.88	46.88	46.90	0.74
	2	121.06	168.71	47.65	47.65		
	3	122.86	169.04	46.18	46.18		
CEY 20%	1	120.31	170.23	49.92	49.92	49.82	0.58
	2	120.29	169.49	49.20	49.20		
	3	121.99	172.34	50.35	50.35		

ก.4.2 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 7 วัน

ตาราง ก.4.2 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 7 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักฟลาสก์	น้ำหนักหลังทิ้งไว้ 6 ชม.	น้ำหนักเวย์	%STS	เฉลี่ย	SD
NY	1	120.80	165.07	44.27	44.27	44.22	0.26
	2	130.25	174.18	43.93	43.93		
	3	116.39	160.84	44.45	44.45		
CEY 5%	1	151.06	166.43	45.37	45.37	45.08	0.74
	2	122.84	168.48	45.64	45.64		
	3	120.28	164.52	44.24	44.24		
CEY 10%	1	120.77	167.18	46.41	46.41	46.39	0.16
	2	130.25	176.47	46.22	46.22		
	3	116.39	162.92	46.53	46.53		
CEY 15%	1	121.03	168.20	47.17	47.17	47.10	0.52
	2	122.84	170.42	47.58	47.58		
	3	120.28	166.82	46.54	46.54		
CEY 20%	1	122.00	172.58	50.58	50.58	50.87	0.31
	2	122.84	173.67	50.83	50.83		
	3	119.7	170.89	51.19	51.19		

ก.4.3 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ตาราง ก.4.3 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 14 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักฟลาสก์	น้ำหนักหลังทิ้งไว้ 6 ชม.	น้ำหนักเวย์	%STS	เฉลี่ย	SD
NY	1	120.78	166.77	45.94	45.94	45.45	0.65
	2	130.25	174.96	44.71	44.71		
	3	116.40	162.11	45.71	45.71		
CEY 5%	1	121.03	167.11	46.08	46.08	45.93	0.14
	2	122.85	168.65	45.80	45.80		
	3	120.28	166.20	45.92	45.92		
CEY 10%	1	120.80	167.78	46.98	46.98	47.06	0.09
	2	130.24	177.4	47.16	47.16		
	3	116.40	163.45	47.03	47.03		
CEY 15%	1	121.03	169.15	48.12	48.12	48.14	0.43
	2	122.84	170.60	47.72	47.72		
	3	120.27	168.85	48.58	48.58		

ก.4.4 ความสามารถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 21 วัน

ตาราง ก.4.4 ความสามารถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 21 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักฟลาสก์	น้ำหนักหลังทิ้งไว้ 6 ชม.	น้ำหนักเวย์	%STS	เฉลี่ย	SD
NY	1	120.79	166.75	45.96	45.96	45.30	0.78
	2	130.25	175.75	45.50	45.50		
	3	121.04	165.48	44.44	44.44		
CEY 5%	1	122.85	168.53	45.68	45.68	46.03	0.54
	2	120.28	166.93	46.65	46.65		
	3	121.79	167.75	45.76	45.76		
CEY 10%	1	120.79	167.67	46.88	46.88	46.84	0.65
	2	130.25	176.42	46.17	46.17		
	3	121.03	168.49	47.46	47.46		
CEY 15%	1	122.83	171.31	48.48	48.48	48.31	0.25
	2	120.29	168.31	48.02	48.02		
	3	121.99	170.91	48.42	48.42		

ก.4.5 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตาราง ก.4.5 ความสามรถในการหดตัวของโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่นที่เวลาการเก็บรักษา 28 วัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักฟลาสก์	น้ำหนักหลังทิ้งไว้ 6 ชม.	น้ำหนักเวย์	%STS	เฉลี่ย	SD
NY	1	120.76	165.64	44.88	44.88	44.74	0.31
	2	130.25	175.20	44.95	44.95		
	3	121.03	166.41	44.38	44.38		
CEY 5%	1	122.85	169.42	46.57	46.57	46.01	0.77
	2	120.30	165.44	45.14	45.14		
	3	122.00	168.33	46.33	46.33		
CEY 10%	1	120.78	168.03	47.25	47.25	47.08	1.38
	2	130.22	178.58	48.36	48.36		
	3	121.03	166.65	45.62	45.62		
CEY 15%	1	122.85	170.61	47.76	47.76	47.87	0.43
	2	120.3	168.64	48.34	48.34		
	3	122.00	169.5	47.50	47.50		

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในสาหร่ายพวงองุ่น

ก.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS

ตาราง ก.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS

ครั้งที่	ชนิด	ค่าการดูดกลืนแสง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เทียบกราฟ	xเจือจาง	ปริมาณของสารสกัดที่ได้	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในหน่วย mg/ml	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	0.1821	0.262	0.2618	950	248.73		
2	เค็ม	0.1827	0.263	0.2626	950	249.48	250.03	1.64
3	เค็ม	0.1846	0.265	0.2651	950	251.87		
1	ลดเค็ม	0.089	0.139	0.1385	950	131.60		
2	ลดเค็ม	0.0889	0.138	0.1384	950	131.47	131.56	0.07
3	ลดเค็ม	0.0890	0.139	0.1385	950	131.60		

ก.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีฟีนอล-กรดซัลฟิวริก

ตาราง ก.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธีฟีนอล-กรดซัลฟิวริก

ครั้งที่	ชนิด	ค่าการดูดกลืนแสง	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เทียบกราฟ	xเจือจาง	ปริมาณของสารสกัดที่ได้	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในหน่วย µg/ml	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในหน่วย mg/ml	เฉลี่ย	SD
1	เค็ม	0.3213	31.194	1559.709	950	1481723.30	1481.723		
2	เค็ม	0.3218	31.243	1562.136	950	1484029.13	1484.029	1482.80	1.16
3	เค็ม	0.3215	31.214	1560.680	950	1482645.63	1482.646		
1	ลดเค็ม	0.3421	33.214	3321.359	950	3155291.26	3155.291		
2	ลดเค็ม	0.3425	33.252	3325.243	950	3158980.58	3158.981	3158.67	3.24
3	ลดเค็ม	0.3428	33.282	3328.155	950	3161747.57	3161.748		

ภาคผนวก ข

รูปภาพ

ภาพที่ ข.1 สาหร่ายพวงองุ่นสด

ภาพที่ ข.2 สาหร่ายพวงองุ่นสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.3 สาหร่ายพวงองุ่นแช่น้ำอัตราส่วน 100 : 1000

ภาพที่ ข.4 สาหร่ายพวงองุ่นหลังแช่ 1 ชั่วโมง

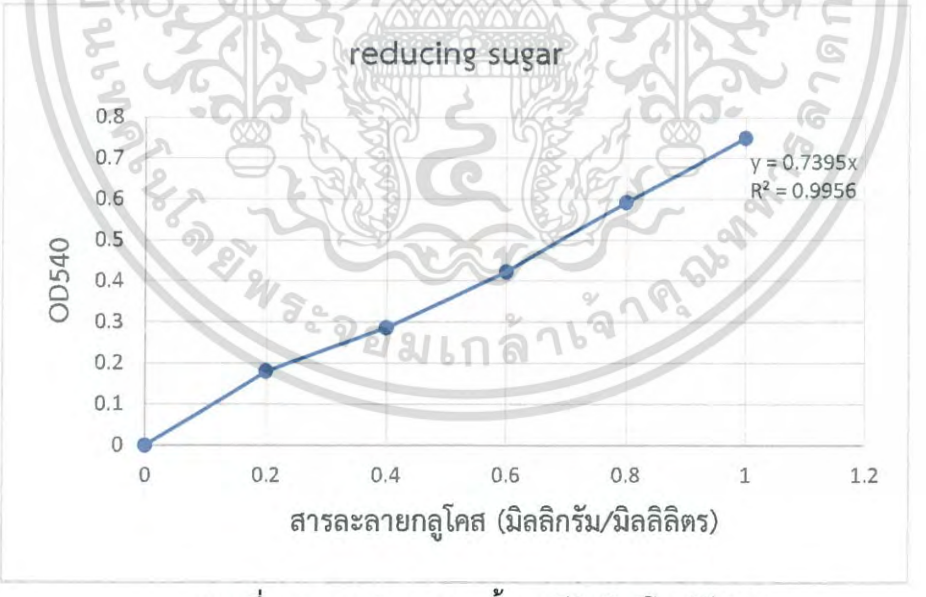
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.5 สาหร่ายพวงองุ่นหลังอบแห้ง 24 ชั่วโมง

ภาพที่ ข.6 สาหร่ายพวงองุ่นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข.7 กราฟมาตรฐานน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีฟีนอล-กรดซัลฟิวริก



ภาพที่ ข.8 กราฟมาตรฐานน้ำตาลรีดิวซิวซ์โดยวิธี DNS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณิชาภัทร มิตรภาพ
วันเดือนปีเกิด	26 สิงหาคม 2539
ที่อยู่	584 หมู่บ้านฉัตรแก้ว ถนนนวมินทร์ แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10240
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปวิชญา เอี้ยวน้อย
วันเดือนปีเกิด	9 มกราคม 2540
ที่อยู่	105/279 หมู่บ้านวังทองเฮาส์ ถนนนวมินทร์ แขวงนวมินทร์ เขตบึงกุ่ม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10240
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นายธัญจิรา สิงห์เรือง
วันเดือนปีเกิด	25 มีนาคม 2540
ที่อยู่	10/90 หมู่ 3 ตำบลบางเมือง อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ 10270
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้