การใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อน ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น

Use of acetic acid, citric acid, trisodium phosphate and hot water blanching to inhibition pathogen in sea grapes

นิสากร ถวิล

ปิยะวดี ศรีนวล

ศรุตยา เผ่าสังข์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อน ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายน้ำเค็ม

Use of acetic acid, citric acid, trisodium phosphate and hot water blanching to inhibition pathogen in sea grapes

จัดทำโดย

นิสากร ถวิล รหัสนักศึกษา 58080108

ปิยะวดี ศรีนวล รหัสนักศึกษา 58080114

ศรุตยา เผ่าสังข์ รหัสนักศึกษา 58080136

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ลงชื่อ..... 18 / กค / 2562

(ดร. อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น
ชื่อนักศึกษา	นิสากร ถวิล รหัสนักศึกษา 58080108
	ปิยะวดี ศรีนวล รหัสนักศึกษา 58080114
	ศรุตยา เผ่าสังข์ รหัสนักศึกษา 58080136
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ

บทคัดย่อ

สาหร่ายพวงองุ่นเป็นสาหร่ายทะเลสีเขียว มีลักษณะคล้ายพวงองุ่น เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสารอาหารสมบูรณ์และแสงแดด มีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น วิตามินเอ, บี และ ซี เป็นต้น มีแคลอรี่ต่ำและกากใยสูง ช่วยบำรุงสมองและเส้นผมอีกทั้งยังเหมาะสำหรับผู้ต้องการลดความอ้วนได้อีกด้วย เมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นมาแช่ในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 4%, สารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1.4% และสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 5% เป็นเวลา 40 นาทีและนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในการยับยั้งเชื้อก่อโรค เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดมี $1.1x10^3$ cfu/g, ปริมาณเชื้อยีสต์และรามี $9.1x10^3$ cfu/g และปริมาณจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ Coliform, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* และ *Vibrio parahaemolyticus* ไม่พบการเจริญ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังใช้วิธีการลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาทีในการยับยั้งเชื้อก่อโรค เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดมี $1.0x10^3$ cfu/g, ปริมาณเชื้อยีสต์และรามี 0.4 cfu/g, ปริมาณ Coliform มี $4.0x10^1$ cfu/g และปริมาณจุลินทรีย์ *E. coli*, *S. aureus*, *V. cholerae* และ *V. parahaemolyticus* ไม่พบการเจริญ ตามลำดับ

โดยการยับยั้งเชื้อก่อโรคด้วยวิธีแช่สาหร่ายพวงองุ่นในสารละลายกรดอะซิติก, สารละลายกรดซิตริกและสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตนั้นไม่เหมาะสมในการทำระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากสารละลายกรดอะซิติก, สารละลายกรดซิตริกและสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตนั้นทำให้ผิวสัมผัส, กลิ่น, รสชาติของสาหร่ายพวงองุ่นนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงและไม่เหมาะสมต่อการรับประทานจึงทำการเลือกใช้วิธีลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคแทนเนื่องจากวิธีนี้จะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส,ลดการเปลี่ยนแปลงของสีและไม่ทำลายรสชาติของสาหร่ายพวงองุ่นได้อีกด้วย

คำสำคัญ : สาหร่ายพวงองุ่น กรดอะซิตริก กรดซิตริก ไตรโซเดียมฟอสเฟต เชื้อยีสต์และรา จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด Coliform *E. coli* *S. aureus* *V.cholerae* *V. parahaemolyticus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Use of acetic acid, citric acid, trisodium phosphate and hot water blanching to inhibition pathogen in sea grapes.
Student name	Nisakorn Thawin student ID 58080108
	Piyavadee Srinual student ID 58080114
	Sarutaya Phaosang student ID 58080136
Program	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology
Year	2019
Advisor	Dr. Umarphorn Chadseesuwan

ABSTRACT

Sea grapes is green algae and looks like a bunch of grapes. Growing sea grapes can be found in a good nutritions of water and sunlight. Have a high nutritions value such as vitamin A, vitamin B and vitamin C etc. Also, suitable for diet. When taken a sea grapes to soaking in 0.4% concentration of acetic acid solution (v/v), 1.4% concentration of citric acid solution (w/v) and 5% concentration of trisodium phosphate solution (w/v) for 40 minutes and to drying by Tray dryer at temperature of 70 degrees Celsius for 24 hours to inhibition pathogen. When taken analysis of microbial to showed that Numbers of total viable count were $1.1x10^3$ cfu/g, Numbers of yeast and mold were $9.1x10^3$ cfu/g, and Numbers of *Escherichai coli* and Coliform, Numbers of *Staphylococcus aureus*, Numbers of *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* were not detected respectively. In addition, use to hot water blanching at temperature of 85 degrees Celsius for 1 minutes and soak with ice for 5 minutes. After that to drying by Tray dryer at temperature of 70 degrees Celsius for 24 hours to inhibition pathogen. When taken analysis of microbial to showed that Numbers of total viable count were $1.0x10^3$ cfu/g, Numbers of yeast and mold were 0.4 cfu/g, Numbers of coliform were $4.0x10^1$ cfu/g and Number of *E. coli*, Number of *S.aureus*, Number of *V. cholerae* and *V. parahaemolyticus* were not detected respectively. Which inhibition pathogen with soked in acetic acid solution, citric acid solution and trisodium phosphate solution were inappropriate at the industrial level because acetic acid solution, citric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acid solution and trisodium phosphate solution were cause a texture, smell and flavor of sea grapes to changed and inappropriate to eat. Therefore, choose to use hot water blanching method because this method to help adjust a texture, reduce chance of colour and not compromised flavor of sea grapes.

keywords : Sea grapes Acetic acid Citric acid Trisodium phosphate Yeast and mold Total viable count Coliform *E. coli* *S. aureus* *V. cholerae* *V. parahaemolyticus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการสารชีวภาพสำคัญของไทยและการประยุกต์ใช้ (RDG61T0054) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ดร. อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา การสนับสนุนและคำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งขอขอบพระคุณผศ.ดร. ภาวินี ดีแท้ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่คอยให้การสนับสนุนและคำแนะนำ คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาขออาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจเสมอมาและขอบคุณทราย บาส แพรว ยา นิวและเพื่อนๆคนอื่นที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและขอบคุณนางสาวนิสากร ถวิล นางสาวปิยะวดี ศรีนวลและนางสาวศรุตยา เผ่าสังข์ที่ร่วมกันทำงานด้วยความตั้งใจ อดทนและพยายามทำให้วิจัยครั้งน้ำสำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย สำหรับข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นนั้นทางคณะผู้วิจัยขอน้อมรับผิดไว้แต่เพียงผู้เดียวและยินดีที่จะรับฟังคำเสนอแนะจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

นิสากร ถวิล
ปิยะวดี ศรีนวล
ศรุตยา เผ่าสังข์
22 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	VI
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สาหร่าย	3
2.2 สาหร่ายพวงองุ่น	5
2.3 เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค	7
2.4 สารเคมีที่ใช้	15
2.5 การลวก (Blanching)	19
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	24
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	31
4.1 พวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีต่างๆและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	31
4.2 พวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	52
4.4 สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่น้ำแข็ง5 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	57
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก	68
ภาคผนวก ข	71
ภาคผนวก ค	72
ภาคผนวก ง	75
ภาคผนวก จ	78
ประวัติผู้เขียน	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหมวดอาหารที่ 04.2.2.2 ผัก สาหร่ายทะเล นัทและเมล็ดที่แห้ง ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	13
2.2	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคประเภทอาหารทะเล พ.ศ. 2560	13
2.3	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) น้อยกว่า 0.86 เช่น อาหารอบกรอบ อาหารทอดกรอบ น้ำพริกและหมูหยอง เป็นต้น พ.ศ. 2560	14
2.4	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบประเภทอาหารพร้อมบริโภคประเภทผักและผลไม้ตัดแต่งและสลัดผัก เช่น ผักและผลไม้ตัดแต่งที่บรรจุในถาดโฟมหรือถุงพลาสติก เป็นต้น พ.ศ. 2560	14
3.1	การวางแผนการทดลองโดยการแช่สารละลายสารเคมี	27
3.2	การวางแผนการทดลองโดยการลวก	28
4.1	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงอ่อนสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก	33
4.2	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงอ่อนสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก	36
4.3	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงอ่อนสดที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต	40
4.4	ปริมาณเชื้อสาหร่ายอบแห้ง	44
4.5	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	50
4.6	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	54
4.7	ตารางผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายอบแห้งจากสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร (สคอ.) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข	56
4.8	สาหร่ายที่ผ่านการลวกที่เวลาต่างๆ และ แช่น้ำแข็งที่เวลาต่างๆ	58
4.9	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	ตารางผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายอบแห้งจากสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม	62
ค.1	ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเชื้อยีสต์และรา	72
ค.2	ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	73
จ.1	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	78
จ.2	เปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	79
จ.3	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (สาหร่ายคัดทิ้ง)	80
จ.4	เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	81
จ.5	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 30วินาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	82
จ.6	เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แช่น้ำแข็ง 30 วินาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	83
จ.7	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวกน้ำเกลือ 10 กรัม 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสและแช่น้ำแข็ง 5 นาที	84
จ.8	เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	85
จ.9	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ.10	เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera)*	6
2.2	เซลล์ของยีสต์และการแตกหน่อ (Budding) ของ *Saccharomyces cerevisiae*	7
2.3	ลักษณะของรา	9
2.4	ลักษณะของ *E. coli*	10
2.5	ลักษณะของ *Salmonella*	11
2.6	อาหารที่ทำให้เกิดเชื้อ *Salmonella*	11
2.7	ลักษณะของ *S. aureus*	11
2.8	อาหารที่ทำให้เกิดเชื้อ *V. cholerae* และ *V. parahaemolyticus*	12
2.9	โครงสร้างกรดอะซิติก	15
2.10	การผลิตกรดซิตริกผ่านวิถีไกลโคไลซีสของจุลินทรีย์	16
2.11	โครงสร้างกรดซิตริก	18
2.12	โครงสร้างไตรโซเดียมฟอสเฟต	18
2.13	ค่า D value ที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ	19
2.14	การลวกด้วยน้ำร้อน (water blanching)	20
2.15	การลวกด้วยไอน้ำ (steam blanching)	20
4.1	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก	33
4.2	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลายกรดอะซิติกในเวลาต่าง ๆ	34
4.3	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก	37
4.4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลายกรดซิตริกในเวลาต่าง ๆ	37
4.5	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต	40
4.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงและการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลาย ไตรโซเดียมฟอสเฟตในเวลาต่าง ๆ	41
4.7	ปริมาณเชื้อสาหร่ายอบแห้ง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที	45
4.9	ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก 20 นาที	46
4.10	ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก 20 นาที	46
4.11	ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที	47
4.12	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	47
4.13	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	51
4.14	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้งหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	51
4.15	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	55
4.16	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายที่ล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	55
4.17	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	61
4.18	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	62
ง.1	สาหร่ายพวงองุ่น	75
ง.2	โคโลนีของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	75
ง.3	โคโลนีของรา	75
ง.4	โคโลนีของยีสต์	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง.5	โคโลนีของ *V. cholera*	76
ง.6	โคโลนีของ *V. parahaemolyticus*	76
ง.7	โคโลนีของ *S. aureus*	76
ง.8	โคโลนีของ Coliform	76
จ.1	ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	78
จ.2	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้งหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	79
จ.3	ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (สาหร่ายคัดทิ้ง)	80
จ.4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้งหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	81
จ.5	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 30วินาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	82
จ.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 30 วินาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	83
จ.7	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวกน้ำเกลือ 10 กรัม 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสและแช่น้ำแข็ง 5 นาที	84
จ.8	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
จ.9	ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	86
จ.10	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สาหร่ายเป็นอาหารที่นิยมบริโภคในต่างประเทศมาเป็นเวลานาน นอกจากนี้สาหร่ายยังมีประโยชน์หลากหลาย ไม่ว่าจะใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอาง ปุ๋ย ยารักษาโรค อาหารสัตว์ เป็นต้น ในปัจจุบันมีการนิยมบริโภคสาหร่ายมากขึ้น เนื่องจากสาหร่ายมีคุณประโยชน์มากมาย จัดเป็นอาหารสุขภาพโดยรับประทานแทนผัก เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสารอาหารบริบูรณ์และแสงแดด มักพบขึ้นบนก้อนหิน หรือพื้นทรายที่น้ำตื้น ๆ ใกล้แนวปะการัง (Lewmanomont and Ogawa 1995) นอกจากนี้สามารถพบได้ในพื้นทรายปนโคลน และสามารถปรับสภาพให้เจริญเติบโตได้ดีในบ่อเลี้ยง แต่ไม่สามารถทนทานต่อน้ำจืด เนื่องจากแหล่งที่พบสาหร่ายส่วนใหญ่เป็นแหล่งที่มีจุลินทรีย์ปะปนอยู่เยอะ การที่จะนำเอาสาหร่ายมาบริโภคนั้นจำเป็นต้องมีการลดจำนวนจุลินทรีย์ลงก่อนที่จะบริโภคเพื่อความปลอดภัยต่อตัวผู้บริโภค

ในปัจจุบันมีความต้องในการบริโภคสาหร่ายสดในอัตราที่สูงขึ้น เนื่องจากสาหร่ายเป็นอาหารที่สามารถทานเล่นได้ และรวมทั้งยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายเตา ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงต้องผ่านวิธีการที่สามารถทำให้มั่นใจได้ว่าสาหร่ายที่ผลิตออกมามีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สไปโรไจราเป็นสาหร่ายน้ำจืดสีเขียว สามารถพบสไปโรไจราได้ตามแหล่งน้ำจืดในธรรมชาติ เช่น คลอง โดยจะพบบริเวณน้ำนิ่งสะอาดใส ปัจจุบัน เริ่มมีการเพาะเลี้ยงสไปโรไจราในบ่อดินที่ได้น้ำจากยอดเขาตามธรรมชาติ โดยนิยมรับประทานสด นอกจากนี้ยังมีการนำสไปโรไจรามาใช้ศึกษาในงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ปกป้องแผลในกระเพาะอาหารอีกด้วย แหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่ายดีต้องเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำปานกลางถึงดีจากรายงานพบว่ามีผู้ที่บริโภคสาหร่ายแล้วเกิดอาการท้องเสียจากการที่รับประทานสาหร่ายพวงองุ่นเข้าไป ซึ่งโดยปกติแล้วสาหร่ายพวงองุ่นจะไม่ดูดซึมสารพิษและเชื้อแบคทีเรียเข้าไปในตัวของมัน ซึ่งจากกรณีที่มีผู้รับประทานสาหร่ายเข้าไปแล้วเกิดอาการท้องเสียน่าจะเกิดจากกระบวนการที่ผลิตสาหร่าย น้ำที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายหรือเกิดจากการทำความสะอาดสาหร่ายในขั้นตอนการผลิต ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีความระมัดระวังเรื่องสุขอนามัยเป็นอย่างยิ่ง การที่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับสาหร่ายในปริมาณที่มากจะส่งผลเสียถึงผู้ที่รับประทานสาหร่ายเข้าไป ในการที่จะลดผลเสียต่อผู้บริโภคนั้นทำได้โดยการล้างน้ำและกำจัดสิ่งสกปรกขั้นต้นแต่วิธีนี้ทำได้เพียงการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงมีการใช้สารที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ที่บริโภคสาหร่ายเข้าไป เช่น กรดอะซิติก กรดซิตริก และ ไตรโซเดียมฟอสเฟต เป็นต้น นอกจากนั้นยังใช้วิธีการลวกสาหร่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาทีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในสาหร่ายสด

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของกรดอะซิติก กรดซิตริก และ ไตรโซเดียมฟอสเฟต ในการยับยั้งเชื้อก่อโรค

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการลวกสาหร่ายด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ในการยับยั้งเชื้อก่อโรค

1.2.4 เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างทำความสะอาดสาหร่ายที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรค

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ลดปริมาณเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่นและสาหร่ายเตาทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.3.2 ได้วัตถุดิบทางธรรมชาติที่มีประโยชน์และสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

1.3.3 ได้ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของกรดอะซิติก กรดซิตริกและไตรโซเดียมฟอสเฟตที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

1.3.4 ได้ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการลวกสาหร่ายด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาหร่าย

สาหร่าย หมายถึง สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำตรงกับภาษาอังกฤษว่า algae และภาษากรีกว่า phykos เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์จนถึงขนาดใหญ่ที่มองดูเหมือนมีรากลำต้นและใบซึ่งรวมเรียกว่า ทัลลัส ส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสง สาหร่ายเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ สาหร่ายดำรงชีวิตอยู่ได้หลายรูปแบบ เป็นแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และดำรงชีวิตแบบยึดติดกับพื้นทะเลหรือวัสดุอื่น ๆ เช่นกลุ่มของสาหร่ายหลายเซลล์ที่เรียกรวมว่า สาหร่ายทะเล (seaweeds) นอกจากนี้ยังสามารถพบสาหร่ายในสภาพแวดล้อมอื่น ๆ อีก เช่น ในดิน หิมะ น้ำพุร้อน และสาหร่ายที่ใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในลักษณะความสัมพันธ์แบบพึ่งพา ตัวอย่างได้แก่ ไลเคน (Lichen) ซึ่งเป็นการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างสาหร่ายกับรา และสาหร่าย Zooxanthellae ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการังและหอยมือเสือ เป็นต้น กระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะมีลักษณะคล้ายกับพืชชั้นสูง คือ ใช้คลอโรฟิลล์ - เอ เป็นตัวรับพลังงานจากแสง (antenna molecules) และมีการปลดปล่อยออกซิเจนซึ่งจะมีความแตกต่างจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (phytosynthetic bacteria) อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อยกเว้นให้กับสาหร่ายบางชนิดที่สามารถดำรงชีวิตในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือไปจากออโตโทรฟิค (autotrophic) เช่น สาหร่ายหลายชนิดสามารถเจริญได้ทั้งแบบออโตโทรฟิค (สร้างอาหารเองได้โดยการสังเคราะห์แสง) และแบบเฮเทอโรโทรฟิค (heterotrophic หมายความว่า สร้างอาหารเองจากสารอนินทรีย์ไม่ได้ จึงต้องมีการบริโภคสารอินทรีย์เข้าสู่เซลล์) หรือบางชนิดอาจดำรงชีวิตแบบเฮเทอโรโทรฟิคเพียงอย่างเดียวตัวอย่างเช่น Schizochytrium เป็นจุลชีพในกลุ่ม Thraustochytrids ที่ไม่สังเคราะห์แสง แต่บางครั้งก็ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสาหร่าย แม้กระทั่งผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์น้ำที่ผลิตจาก Schizochytrium ก็ถูกเรียกว่าสาหร่ายจุลชีพ กลุ่มนี้เคยถูกจำแนกอยู่ในกลุ่มของราชั้นต่ำ (lower fungi) แต่ที่ได้รับการจำแนกว่าเป็นสาหร่ายเนื่องจากมีสายวิวัฒนาการร่วมกับสาหร่ายในกลุ่ม Chromophyta การที่สาหร่ายแต่ละชนิดมีขนาดและการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน ตั้งแต่สาหร่าย Chlorella vulgaris ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 3 μm จนถึงสาหร่าย Macrocystis pyrifera ที่มีความยาวมากกว่า50 เมตร ทำให้ผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายมักจะแยกความสนใจออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มของจุลสาหร่าย (microalgae) และสาหร่าย (macroalgae) โดยจุลสาหร่ายนั้นมีความหมายครอบคลุมสาหร่ายขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น (microscopic algae) ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่ายจะหมายถึง สาหร่ายที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะกลุ่มของสาหร่ายทะเล (seaweeds) และก็รวมถึงสาหร่ายน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ด้วย (สรวิศ, 2543)

2.1.1 หลักเกณฑ์ในการจัดสาหร่ายออกเป็นหมวดหมู่

2.1.1.1 รงควัตถุในสาหร่ายมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น คลอโรฟิลล์ มี 4 ชนิด Chlorophyll – a, b, c, d แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นสารสีประกอบ (Accessory pigments) แบ่งออกเป็น 2ชนิด แคโรทีน (Carotenes) มีสีส้ม เป็นสารสีพวกไฮโดรคาร์บอนและแซนโธฟิลล์(Xanthophylls) หรือ ออกซี-แคโรทีน (Oxycarotene) มีสีเหลือง ไฟโคบิโลโปรตีน(Phycobiloproteins) เป็นสารสีประกอบเช่นเดียวกันแคโรทีนอยด์ แต่ไฟโคบิโลโปรตีนเป็นสารประกอบเชิงซ้อน สาหร่ายแต่ละชนิดมี รงควัตถุแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ

2.1.1.2 ประเภทของอาหารสะสม (Type of reserved product) อาหารสะสมเป็นผลจากการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นการใช้พลังงานรังสีเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนที่ได้มาจากน้ำหรือจากแหล่งไฮโดรเจนอื่น ๆ ผลจากการสังเคราะห์แสงได้น้ำตาลซึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการหายใจในขบวนการไกลโคโลซีส (Glycolysis)อาหารสะสมของสาหร่ายจะได้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง (Strach) เลียวโคซิน (Leucosin) ลามินาริน (Laminarin) แมนนิทอล (Manitol) ไขมัน(Fat) น้ำมัน (Oil) คอเรสเทอรอล (Chloresterol) เออโกสเทอรอล (Ergosterol) ฟิวโดสเทอรอล (Focosterol) พารามายรอน (Paramyron) เป็นต้น

2.1.1.3 ประเภทขององค์ประกอบของผนังเซลล์ (Type of cell wall components) เซลล์ของสาหร่ายคล้ายกับเซลล์ของพืชทั่วไป คือประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 3 ประการคือ ผนังเซลล์ไซโตพลาสซึมและนิวเคลียส ผนังเซลล์สาหร่ายหลายชนิดไม่มีผนังเซลล์บางชนิด ผนังเซลล์ก็เปลี่ยนแปลงไปโดยมีสารอื่นมาห่อหุ้ม แต่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตบางชนิดประกอบด้วยซิลิเกต (Silicate) เช่น ผนังเซลล์ของไดอะตอมบางชนิดประกอบด้วยโปรตีนลิปิต มิวโคเพบไทด์ (Mucopeptide) และเซลลูโลส ฯลฯ ผนังเซลล์ส่วนใหญ่มี 2 ชั้น ชั้นนอกมีลักษณะอ่อนนิ่มหรือเป็นเมือกละลายได้ในน้ำเดือดเป็นพวกเพคติน ส่วนผนังชั้นในประกอบด้วยเซลลูโลส

2.1.1.4 จำนวนและตำแหน่งของแฟลกเจลลัม (Flagellum) สาหร่ายหลายชนิดมีโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ซึ่งอาจพบทั้งในเซลล์ปกติ (Vegetative cell) หรือผนังเซลล์สืบพันธุ์(Reproduction cell) เซลล์ของสาหร่ายทุกดิวิชั่นยกเว้น Cyanophyta จะมีหนวด จำนวนหนวดในแต่ละเซลล์มี 1, 2, 4, 8 หรือเป็นวง แต่ส่วนใหญ่มักมีหนวด 2 เส้นในเซลล์ปกติ ส่วนเซลล์สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหรือซูโอสเปอร์ (Zoospore) มักมีหนวด 2 หรือ 4 เส้น ส่วนเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศหรือแกมีต (Gemete) มักมีหนวด 2 เส้น สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีจำนวนลักษณะและตำแหน่งที่เฟลกเจลลัมฝังตัวอยู่นั้นแตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้ความแตกต่างดังกล่าวนี้แยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวดหมู่ของสาหร่ายได้

2.1.2 ความสำคัญของสาหร่ายต่อระบบนิเวศ

สาหร่ายเป็นผู้ผลิต (producer) ของระบบนิเวศในน้ำ ความสามารถในการเจริญทวีจำนวน (growth) ของสาหร่ายแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันและเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางกายภาพหลายประการ ที่สำคัญคือ แสง รูปแบบและปริมาณสารประกอบของคาร์บอน และสารอาหารอื่น ๆ ในน้ำ ในธรรมชาติซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะพบการเจริญแบบแข่งขันของสาหร่ายชนิดต่าง ๆ เนื่องจากสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญแตกต่างกันและยังมีปัจจัยที่ควบคุมปริมาณของสาหร่าย คือ แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) ที่กินจุลสาหร่ายเป็นอาหาร จึงมักพบการลดจำนวนของจุลสาหร่าย (แพลงก์ตอนพืช) เมื่อแพลงก์ตอนสัตว์มีปริมาณมากขึ้น ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ก็จะเป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่น ๆ อีกทอดหนึ่ง แต่ความสำคัญของสาหร่ายต่อระบบนิเวศไม่ได้มีแต่เพียงการเป็นผู้ผลิตที่จะถ่ายทอดพลังงานต่อไปในห่วงโซ่อาหาร แต่เมื่อสาหร่ายตายลงมวลชีวภาพของสาหร่ายก็จะเข้าสู่วัฏจักรการย่อยสลายโดยแบคทีเรียอย่างรวดเร็ว เมื่อสาหร่ายตายลงก็จะเกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำนั้นๆได้ นอกจากนี้สาหร่ายยังมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ คือ บริเวณที่มีสาหร่ายขนาดใหญ่อยู่รวมกันมากๆก็จะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำอีกด้วย

2.2 สาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวงองุ่น เป็นสาหร่ายทะเลสีเขียว (green algae) หรือมีชื่อสามัญว่า Sea Grapes หรือ Green Caviar เนื่องจากมีเม็ดกลมและเป็นช่อคล้ายพวงองุ่น หรือคล้ายไข่ปลาคาร์เวียร์ นอกจากนี้ยังมีชื่อ เรียกว่า Lelato, Ararusip, Lato ชาวญี่ปุ่นเรียกสาหร่ายชนิดนี้ว่า umibudo มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Caulerpa lentillifera J. Agardh* อยู่ในครอบครัว Caulerpaceae เป็นสาหร่ายที่มีการแพร่กระจายอยู่ในเขต tropical และ subtropical

2.2.1 ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายชนิดนี้มีส่วนคล้ายลำต้นที่เรียกว่า ทัลลัส เป็นท่อติดต่อกันตลอด ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่คืบคลานไปตามพื้นและแตกแขนงได้มีส่วนคล้ายรากเป็นฝอยทำหน้าที่ ยึดเกาะ ส่วนของแขนงสูง 1-10 เซนติเมตร และประกอบด้วย รามูลัสที่ทำหน้าที่คล้ายใบล้อมรอบแต่ละรามูลัส มีก้านสั้น ๆ และส่วน ปลายมีลักษณะเป็นเม็ดกลมเส้นผ่านนศูนย์กลาง 1.5-2 มิลลิเมตร เบียดแน่นรอบแขนงทำให้มีลักษณะคล้ายช่อองุ่น รามูลัสมีรอยคอดระหว่างก้านและส่วนที่เป็นเม็ดกลมสีเขียวใสเป็นลักษณะเฉพาะของสาหร่ายพวงองุ่นชนิด *C. lentillifera*

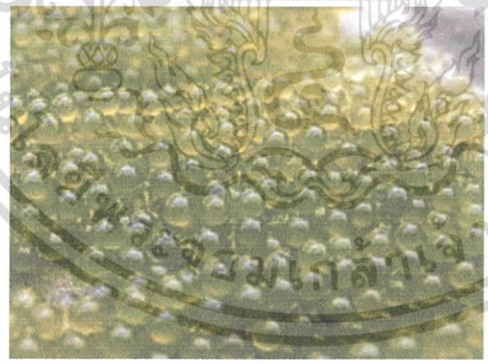
มักพบสาหร่ายชนิดนี้ขึ้นบนก้อนหิน หรือ พื้นทรายที่น้ำตื้น ๆ ใกล้แนวปะการัง (Lewmanomont and Ogawa 1995) นอกจากนี้สามารถพบได้ใน พื้นทรายปนโคลน และสามารถปรับสภาพให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญ เติบโตได้ดีในบ่อเลี้ยง โดยความเค็มที่เหมาะสมต่อ การเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 27-33 ส่วนในพันส่วน และสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างระหว่าง 25-35 ส่วนในพันส่วน แต่ไม่สามารถ เจริญเติบโตในน้ำจืดสาหร่ายพวงองุ่นแพร่กระจายในเขตร้อน แถบมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิก พบได้ในประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย เวียดนามและญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังแพร่กระจาย ไปเขตร้อน ได้แก่ เคนยา มาดากัสการ์ มอริเชียส โมแซมบิก โซมาเลีย อาฟริกาใต้ แทนซาเนียและปาปัวนิวกินี เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสารอาหารสมบูรณ์และแสงแดด มีลักษณะคล้ายองุ่น สีเขียวสด มีคุณค่าทางอาหารสูง จัดเป็นอาหารทะเลที่สำคัญในญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์ มีทั้งการเก็บเกี่ยวจากธรรมชาติและจากการเลี้ยงในบ่อดิน การเลี้ยงแบบเชิงพาณิชย์ในจังหวัดโอกินา เริ่มต้นในปี 1986 (Trono and Toma, 1993)

2.2.2 ประโยชน์ของสาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวงองุ่น จัดเป็นอาหารสุขภาพ มีคุณค่าทางอาหารสูง ทำอาหารได้หลากหลายเมนู เช่น ส้มตำสาหร่ายทะเล น้ำพริกสาหร่าย แซลมอนโรล คานาเป้ ฯลฯ แถมยังมีวิตามินมากมาย ไม่ว่าจะเป็น วิตามินเอ, บี, ซี, อี, และเค ฯลฯ ที่ร่างกายดูดซึมไป ใช้ได้ง่าย มีแคลอรีต่ำ และกากใยสูง ป้องกันท้องผูกและริดสีดวงทวาร เหมาะสำหรับผู้ต้องการลดความอ้วน และเป็นแหล่งแคลเซียมที่สำคัญ สามารถช่วยปรับ สมดุลในร่างกายและรักษาความชุ่มชื้นของเซลล์ผิว บำรุงสมอง บำรุงเส้นผม อีกทั้งยังมีงานวิจัยหลายสถาบันที่เชื่อว่าสาหร่ายให้ผลเป็นยาในการต่อต้าน และยับยั้งเซลล์ผิดปกติหรือมะเร็ง และสามารถ รับประทานได้ทุกเพศทุกวัย ด้วยคุณประโยชน์ที่มากมายจึงทำให้สาหร่ายพวงองุ่นกลายเป็น อาหารสุขภาพที่กำลังได้รับความนิยมและมีราคา ค่อนข้างสูง หลายประเทศจึงนิยมเลี้ยงสาหร่ายทะเล ทั้งเพื่อการส่งออกและบริโภคภายในประเทศรวมถึงประเทศไทยด้วย



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*)

ที่มา: กรมประมง (2016)

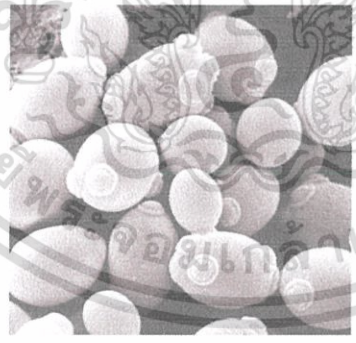
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

จุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) หมายถึง จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในมนุษย์และสัตว์ จุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ (Food poisoning) ที่เป็นอันตรายในอาหาร (Food hazard) ได้แก่ แบคทีเรีย รา ไวรัส และปรสิต แต่จุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นสาเหตุสำคัญของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ คือ แบคทีเรีย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2561)

2.3.1 ยีสต์

ยีสต์มีเซลล์ชนิดยูคาริโอต (Eukariote) เป็นเซลล์เดี่ยวรูปร่างกลม มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย (Bacteria) และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 5 ไมครอน ยีสต์เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจน และไม่มีออกซิเจน ยีสต์ที่เจริญได้ในภาวะที่มีออกซิเจนเรียกว่า ออกซิเดทีฟยีสต์ (Oxidative yeast) โดยเกิดเป็นฟิมส์ที่ผิวหน้าของอาหารเหลว ส่วนยีสต์ที่เจริญได้ทั้งภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน จัดเป็นพวกยีสต์เฟอร์เมนเตทีฟ (Fermentative yeast) โดยยีสต์ส่วนมากขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแตกหน่อ (Budding) แต่ยีสต์บางชนิดอาจขยายพันธ์แบบอาศัยเพศด้วยการสร้างสปอร์ ยีสต์มีเอนไซม์ที่ย่อยสลายกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น กรดแล็กทิก (lacatic acid) กรดแอซีติก (acetic acid) ได้ ทำอาหารหมักที่ต้องการให้เกิดกรดดังกล่าวมีความเป็นกรดลดลง ทำให้อาหารมีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียและเน่าเสียได้ อาหารที่เกิดการเน่าเสียจากยีสต์มักเกิดกลิ่นหมัก เป็นเมือกหรือฝ้าบริเวณผิวหน้า รวมทั้งเกิดความขุ่นและเกิดฟองแก๊ส เป็นต้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2561)



ภาพที่ 2.2 เซลล์ของยีสต์และการแตกหน่อ (Budding) ของ *Saccharomyces cerevisiae*

ที่มา : Aldhous MC, 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 รา

ราหรือเชื้อรา (Mold หรือ Mould) เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มฟังไจ (Fungi) เซลล์เป็นแบบยูแคริโอต (eukaryotic cell) ราเจริญได้ในภาวะที่มีอากาศเท่านั้น (Obligate arobe) ราสร้างอาหารเองไม่ได้(Heterotrop) ไม่มีคลอโรฟิลล์ ต้องได้รับพลังงานและสารอาหารจากแหล่งอาหารอื่นด้วยการออกซิไดส์สารอินทรีย์ดูดซับสารจากสิ่งแวดล้อม ผนังเซลล์ของราประกอบด้วย เซลลูโลส (Cellulose) พบเฉพาะในไซโกไมโคตา (Zygomycota) หรือเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นต้น โดยรามีลักษณะเป็นเส้นใย หรือไฮฟา (Hypha) เส้นใยของราจะมีหน้าที่ยึดติดกับอาหารและสืบพันธุ์ รวมทั้งสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ คือสปอร์ (Spore) เส้นใยของเชื้อราแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. เส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น (Non septate hypha) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อ ภายในมีนิวเคลียส และไซโตปพลาสซึมกระจายอยู่ทั่วไป 2. เส้นใยแบบมีผนังกั้น (Septate hyphae) ภายในเส้นใยมีผนังกั้นซึ่งราขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศแต่ส่วนใหญ่จะขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ อย่างไรก็ตามราจะขยายพันธุ์โดยการสร้างสปอร์และสปอร์ของราจะมีสีต่างๆ เช่น สีเทา เหลือง เขียว น้ำเงิน แดง เป็นต้น ซึ่งสปอร์ของราแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. สปอร์ที่อาศัยเพศ (Sexual spore) ได้แก่ ไซโกสปอร์ (Zygospore) แอสโคสปอร์ (Ascospore) และ เบสิดิโอสปอร์ (Basidiospore) 2. สปอร์ที่ไม่อาศัยเพศ (Asexual spore) ได้แก่ คอร์ดิเนีย (Codinia) และ สปอร์แรนจิโอสปอร์ (Sporangiospore) เป็นต้น (วรวุฒิ เจริญศิริ, 2546) ในทางตรงกันข้ามเชื้อราเป็นสาเหตุทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น *Eurotium amstelodami* ที่เจริญบนขนมปังและขนมชั้น, *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เจริญในผลกล้วยและมะม่วง เป็นต้น นอกจากเชื้อราจะส่งผลเสียต่ออาหารแล้วยังมีบทบาทสำคัญที่ก่อให้ความเป็นพิษต่างๆต่อมนุษย์ ได้แก่

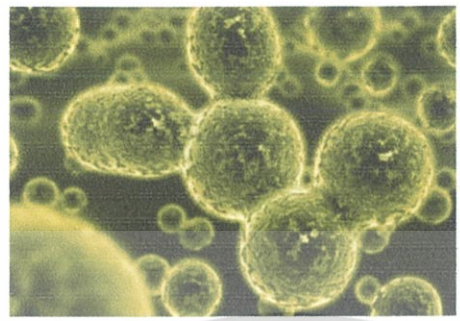
2.3.2.1 สารแอลฟาท็อกซิน (Aflatoxins) เป็นสารพิษจากเชื้อราซึ่งเป็นพิษต่อตับที่สำคัญโดยสารพิษนี้ถูกสังเคราะห์จากเชื้อรา *Aspergillus flavus* สารพิษนี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีกับดีเอ็นเอทำให้การสังเคราะห์ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอถูกหยุดยั้งรวมทั้งสารพิษอาจเข้าไปรวมตัวกับเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (Endoplasmic reticulum) ทำให้การสร้างโปรตีนถูกรบกวนและหยุดชะงักลงตลอดจนเป็นอันตรายต่อสารทางพันธุกรรมอาจก่อให้เกิดโรคตับอักเสบเฉียบพลัน โรคมะเร็งตับ เป็นต้น

2.3.2.2 สารไตรโคทีซีน (Trichothecenes) เป็นสารพิษจากเชื้อราซึ่งเป็นพิษต่อภูมิคุ้มกันโดยสารพิษนี้ถูกสังเคราะห์จากเชื้อราในสกุล *Fusarium, Acremonium, Trichothecium* เป็นต้น ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายเซลล์ในไขกระดูก

2.3.2.3 สารเออกอตแอลคาลอยด์ (Ergot alkaloids) เป็นสารพิษจากเชื้อราที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยสารพิษนี้จะถูกสังเคราะห์จากเชื้อราในสกุล Claviceps ซึ่งเมื่อได้รับสารพิษเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมากจะเกิดอาการปวดศีรษะ อาเจียน ท้องร่วง ชีพจรช้า หายใจขัด ความดันโลหิตต่ำหรือสูงและชัก เป็นต้น (ธงธวัช อนุครรหานนท์, 2526)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของรา

ที่มา : Rachel Zemser, 2017

2.3.3. *Escherichai coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างเป็นท่อน (Gramnegative rod) อยู่ในกลุ่มเอ็นเทอโรแบคทีเรียซี (Enterobacteriaceae) และเป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform) ปกติอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นโดยพบเป็นจำนวนมากในอุจจาระจึงใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของอาหารและน้ำ (เกสร เทพแปง, 2536) *E. coli* ส่วนใหญ่ไม่ใช่จุลินทรีย์ก่อโรคแต่บางชนิดจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ หรือเรียกว่า Enterovirulent Escherichia coli group (EEC group) มี 4 ประเภท ได้แก่

2.3.3.1 Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) เป็น *E. coli* ชนิดที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ อาการทั่วไปคือ ท้องร่วง ปวดท้อง ไข้ต่ำ คลื่นไส้ และ อ่อนเพลีย การติดเชื้อหรือแสดงอาการต่อเมื่อได้รับเชื้อเข้าไปประมาณ 100 ล้าน ถึง 10 พันล้านเซลล์ เป็นต้น

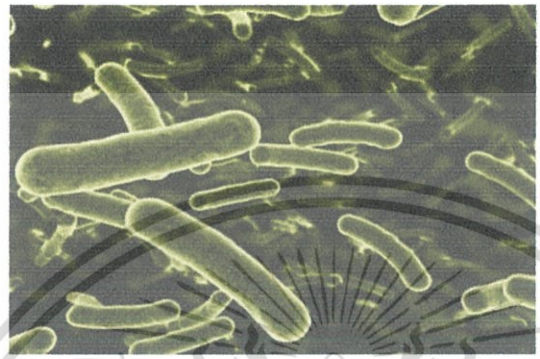
2.3.3.2 Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) เป็น *E. coli* ชนิดที่แพร่ไปในคนและสัตว์หลายชนิด เช่น วัวควาย และหมู มักเป็นโรคที่เป็นกับเด็ก ทำให้อุจจาระร่วงเป็นน้ำหรือเป็นเลือด คล้ายกับอาการที่เกิดจากเชื้อ Shigella ซึ่งเรียกว่า ชิกะทอกซิน (Shigatoxin) เป็นต้น

2.3.3.3 Enteropathogenic *E. coli* (EHEC) หรือ *E. coli* 0157:H7 เป็น *E. coli* พิษที่สร้างโดย *E. coli* 0157:H7 เป็นประเภทเวอโรท็อกซิน (Verotoxin) ที่คล้ายกับชิกะทอกซิน (Shigatoxin) ที่สร้างโดย *Shigella dysenteriae* ทำให้เกิดความเสียหายให้แก่เยื่อบุของลำไส้ ความรุนแรงคือทำให้เกิดลำไส้ใหญ่อักเสบจนตกเลือด (Hemorrhagic colitis) อาการคือ ปวดท้องรุนแรง อุจจาระร่วงเป็นตอนแรกแต่กลายเป็นมูกเลือดต่อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอาจมีอาการอาเจียนบางครั้งนอกจากนั้นยังมีไข้ต่ำหรือไม่มี เป็นต้น

2.3.3.4 Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) เป็น *E. coli* ชนิดที่ทำให้เกิดอาการคล้ายของโรคบิดจากเชื้อ *Shigella dysenteriae* หรือบิดมีตัว (bacillary dysentery) ทำให้ท้องร่วงโดยมีเลือดหรือมูกในอุจจาระของผู้ที่ติดเชื้อ ปริมาณเชื้อที่ทำให้เกิดอาการมีประมาณ 10 เซลล์ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2561)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของ *E. coli*

ที่มา : Shraddha Karve (2017)

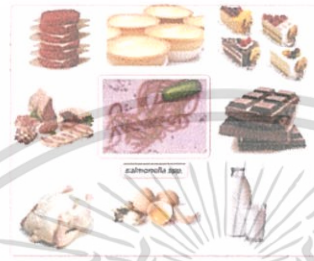
2.3.4 *Salmonella*

ซาลโมเนลลา (Salmonella) เป็นชื่อสกุล (Genus) ของแบคทีเรียในวงศ์เอนเทอโรแบคเตอร์ (Enterobacteriaceae) ซึ่งก่อให้เกิดโรคซึ่งมีอาหารเป็นสื่อกลาง ซาลโมเนลลามีรูปร่างเป็นท่อน (Rod shape) ย้อมติดสีแกรมลบ (Gram negative bacteria) จัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) แต่ในสภาวะที่มีอากาศเจริญได้ดีกว่าและไม่สร้างสปอร์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2561) เชื้อ *Salmonella* ทำให้เกิดโรคซาลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ (Infection) ในระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) สาเหตุเกิดจากความเสียหายหรือการทำลายเยื่อบุผนังลำไส้เล็ก หรือลำไส้ใหญ่โดยจุลินทรีย์จะจับยึดกับเซลล์เยื่อบุลำไส้และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วหลังจากนั้นจะไปรบกวนกระบวนการดูดน้ำและสารอาหารทำให้สูญเสียน้ำ อาหารที่ทำให้เกิดเชื้อ *Sallmonella* ได้แก่ เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ไข่ น้ำนม และผลิตภัณฑ์จากนม ปลา กุ้ง น้ำสลัด แป้งเค้กผสม ขนมหวานที่มีหน้าหรือไส้ครีม เจลาตินแห้ง เนยถั่ว ช็อกโกแลต หอยแมงภู่ ปลาหมึก กุ้งแห้งและกุ้งจ่อม ดังแสดงในภาพที่ 2.5 (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.5 ลักษณะของ *Salmonella*

ที่มา : Korcsmáros (2014)

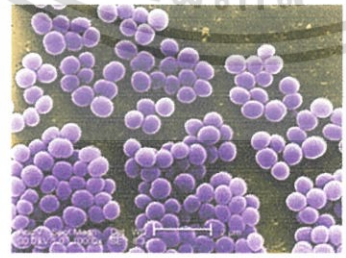


ภาพที่ 2.6 อาหารที่ทำให้เกิดเชื้อ *Salmonella*

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2561)

2.3.5 *Staphylococcus aureus*

S. aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) มีรูปร่างเป็นทรงกลม (Coccus) อยู่รวมกันเป็นพวงคล้ายพวงองุ่นและสร้างสารพิษชนิดเอนทีโรทอกซิน (Enterotoxin) ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้องและอ่อนเพลีย โดย *S. aureus* เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 6-46 องศาเซลเซียสและมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30-37 องศาเซลเซียส มีช่วงค่าพีเอชที่เหมาะสมคือ 7.0-7.5 และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity) ต่ำสุดที่ *S. aureus* สามารถเจริญได้คือ 0.85 และสามารถทนเกลือได้สูงถึง 15-18% (ศิวาพร ศิวาเวช, 2542)



ภาพที่ 2.7 ลักษณะของ *S. aureus*

ที่มา : Volker Brinkmann (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 *Vibrio cholera*

V. cholerae เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) ไม่สร้างสปอร์ จัดอยู่ในกลุ่มเจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) เป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคซึ่งมีอาหารเป็นสาเหตุ โดย *V. cholerae* เป็นแบคทีเรียที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำที่ติดทะเล ตามเขตน้ำกร่อยเพราะในน้ำที่มีโซเดียมไอออนทำให้กระตุ้นการเจริญของเชื้อและพบได้ในน้ำจืด ซึ่ง *V. cholerae* จะปนเปื้อนในอาหารทะเล ได้แก่ กุ้ง หอย ปู ปลา ปลาหมึกและสาหร่าย เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.8 โดยเชื้อ *V. cholerae* จะสร้างสารพิษคอลเรลลาท็อกซิน (Cholera toxin) ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรคหรือโรคอุจจาระร่วงอย่างรุนแรง ซึ่งผู้เป็น อหิวาห์ตกโรคอาจถ่ายเป็นน้ำถึงวันละ 10-12 ลิตรทำให้สูญเสียไบคาร์บอเนตไอออนออกไปจากเลือดมากจึงทำให้ค่าพีเอชของเลือดลดลงและเกิดภาวะเป็นกรด (Acidosis) นอกจากนี้เมื่อมีอาการท้องเสียมากขึ้นจะทำให้โปรตีนในเม็ดเลือดแดงในเลือดข้นขึ้นอาจทำให้ระบบไหลเวียนเลือดล้มเหลวได้ เป็นต้น (สุวรรณา เทพสุนทร, 2546)

2.3.7 *Vibrio parahaemolyticus*

V. parahaemolyticus เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) ไม่สร้างสปอร์ จัดอยู่ในกลุ่มเจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) เป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ เป็นอันตรายทางอาหารประเภทอันตรายทางชีวภาพ (biological hazard) ซึ่ง *V. parahaemolyticus* จะปนเปื้อนในอาหารทะเล ได้แก่ กุ้ง หอย ปู ปลา ปลาหมึกและสาหร่าย เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.8

ภาพที่ 2.8 อาหารที่ทำให้เกิดเชื้อ *V. cholerae* และ *V. parahaemolyticus*
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเชื้อ *V. parahaemolyticus* ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษโดย อาการมักปรากฏหลังจากกินอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อเข้าไป 10 ถึง 12 ชั่วโมง บางรายแสดงอาการภายใน 4 ถึง 96 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดหรือด่างภายในระบบทางเดินอาหารทำให้มีอาการปวดท้อง อุจจาระมีมูกเลือด มีไข้ต่ำ ปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน เป็นต้น (ศรีวรรณา หัทยานานนท์, 2561)

2.3.8 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2560

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหมวดอาหารที่ 04.2.2.2 ผัก สาหร่ายทะเล นัทและเมล็ดที่แห้ง ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ชนิดการตรวจวิเคราะห์	เกณฑ์ที่กำหนด
Total Viable Count (TVC)	น้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม
Yeast and Mold	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Coliform	น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัม

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2556

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคประเภทอาหารทะเล พ.ศ. 2560

ชนิดการตรวจวิเคราะห์	เกณฑ์ที่กำหนด
Total Viable Count (TVC)	น้อยกว่า 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม
Yeast and Mold	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Escherichia coli	น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัม
Salmonella spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
Staphylococcus aureus	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Vibrio cholera	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
Vibrio parahaemolyticus	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) น้อยกว่า 0.86 เช่น อาหารอบกรอบ อาหารทอดกรอบ น้ำพริกและหมูหยอง เป็นต้น พ.ศ. 2560

ชนิดการตรวจวิเคราะห์	เกณฑ์ที่กำหนด
Yeast and Mold	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Escherichia coli	น้อยกว่า 3 โคโลนีต่อกรัม
Staphylococcus aureus	น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม
Clostridium perfringens	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Bacillus cereus	น้อยกว่า 1,000 โคโลนีต่อกรัม
Salmonella spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2560

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารดิบประเภทอาหารพร้อมบริโภคประเภทผักและผลไม้ตัดแต่งและสลัดผัก เช่น ผักและผลไม้ตัดแต่งที่บรรจุในถาดโฟมหรือถุงพลาสติก เป็นต้น พ.ศ. 2560

ชนิดการตรวจวิเคราะห์	เกณฑ์ที่กำหนด
Total Viable Count (TVC)	น้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม
Yeast	น้อยกว่า 1,000 โคโลนีต่อกรัม
Mold	น้อยกว่า 500 โคโลนีต่อกรัม
Escherichia coli	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Staphylococcus aureus	น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม
Salmonella spp.	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
Listeria monocytogenes	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สารเคมีที่ใช้

2.4.1 กรดอะซิติก (Acetic acid) หรือกรดน้ำส้ม

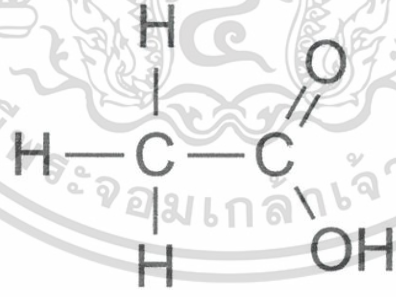
เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นของเหลวใส ไม่มีสี สูตรทางเคมีคือ CH_3COOH หากนำกรดอะซิติกชนิดรับประทาน มาเจือจางกับน้ำบริสุทธิ์ที่มีความเข้มข้น 3 - 9 % เราจะได้ น้ำส้มสายชู (Vinegar) ที่นำมาปรุงอาหารรับประทานกัน หรือในทางอุตสาหกรรมใช้กรดอะซิติกมาเป็นตัวทำละลายในกระบวนการผลิตสารการบูร (Camphor) กรดอะซิติกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.5 - 5 จึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียได้ในระดับหนึ่ง

2.4.1.1 กลไกการออกฤทธิ์ของกรดอะซิติก

กลไกการออกฤทธิ์ของสารละลายกรดอะซิติกคือ การมีฤทธิ์เป็นกรดจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราได้ จากกลไกในระดับเซลล์ จึงส่งผลให้เชื้อโรคดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตจึงหยุดการแพร่พันธุ์ สารละลายกรดอะซิติกอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงอาการข้างเคียง เช่น ทำให้เกิดอาการระคายเคือง แสบ คัน

2.4.1.2 การเก็บรักษากรดอะซิติก

ควรเก็บผลิตภัณฑ์สารละลายกรดอะซิติกในช่วงอุณหภูมิ 15 - 30 องศาเซลเซียส ไม่เก็บในช่องแช่แข็งของตู้เย็น เก็บผลิตภัณฑ์ในภาชนะที่ปิดมิดชิด พ้นแสงแดด ความร้อนและความชื้น เก็บผลิตภัณฑ์ให้พ้นมือเด็กและสัตว์เลี้ยง และไม่เก็บผลิตภัณฑ์ยาในห้องน้ำหรือในรถยนต์ (เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร, 2012)



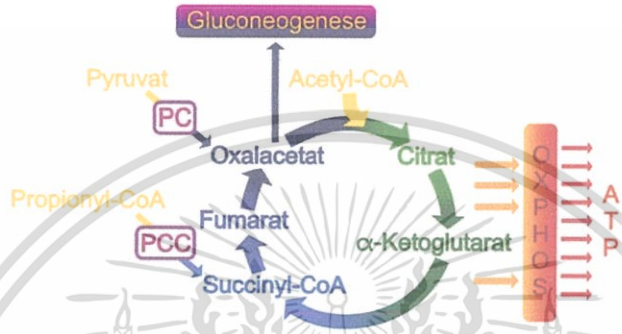
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างกรดอะซิติก

ที่มา: touchzy jung (2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 กรดซิตริก (citric acid)

เป็นกรดอินทรีย์ เป็นกรดอ่อนมีสูตรโมเลกุล $C_6H_{10}O_8$ พบตามธรรมชาติในอาหารหลายชนิด ได้แก่ พืชตระกูลส้ม เช่น ส้ม มะนาว และผลไม้หลายชนิด มะนาวมีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบ 7-9 % กรดซิตริกเคยผลิตจากน้ำมะนาว ปัจจุบันกรดซิตริกส่วนใหญ่ผลิตจากเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก คือกากน้ำตาล



ภาพที่ 2.10 การผลิตกรดซิตริกผ่านวิถีไกลโคไลซีสของจุลินทรีย์
ที่มา: Yang et al. (2014)

2.4.2.1 หน้าที่ของกรดซิตริกในอาหาร

กรดซิตริกใช้เพื่อปรับภาวะความเป็นกรดโดยใช้ปรับค่าพีเอชของอาหารให้เป็นอาหารปรับกรด ปรุงแต่ง กลิ่นรส (flavoring agent) ปรับให้อาหารมีรสเปรี้ยว ใช้ในเครื่องปรุงรส ลูกอม ลูกกวาด เป็นสารกันหืน (antioxidant) เป็นสารกันเสีย (preservative) เป็นสารจับโลหะ (chelating agent) เป็นสารทำความสะอาด (cleaning agent)

2.4.2.2 ความเป็นพิษของกรดซิตริก

2.4.2.2.1 ความเป็นพิษต่อมนุษย์

กรดซิตริก เป็นกรดอินทรีย์มนุษย์สามารถรับประทานหรือใช้เป็นส่วนผสมของอาหารได้ แต่หากรับประทานความเข้มข้นมากเกิน 3% จะทำให้เกิดอาการข้างเคียง คือ เกิดการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง และท้องอืด เนื่องจาก เกิดก๊าซในกระเพาะอาหาร และลำไส้มาก การหายใจเอาไอของกรดซิตริกเข้าไปจะทำให้ระบบทางเดินหายใจระคายเคือง มีอาการแสบคอ คันคอ และไอตามมาสำหรับความเป็นพิษเรื้อรังจากการรับประทานกรดซิตริกต่อเนื่องจะทำให้ฟันสึกกร่อน เพราะกรดจะเข้าทำลายสารเคลือบฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2.2 ความเป็นพิษต่อสัตว์

ความเป็นพิษต่อสัตว์ พบการทดลองได้มีการทดลองให้กรดซิตริกแก่หนูทดลองใน 3 ทาง คือ การให้ทางปาก การฉีดใต้ผิวหนัง และการฉีดเข้าเส้นเลือด พบว่า มีค่าระดับความเป็นพิษต่อร่างกายของมนุษย์ (Lethal Dose, LD_{50}) ของการให้ทางปากเท่ากับ 5040 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักหนูทดลอง การฉีดใต้ผิวหนัง มีค่าเท่ากับ 2700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และการฉีดเข้าเส้นเลือดมีค่าเท่ากับ 42 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักหนูทดลอง นอกจากนั้น อาการของผลข้างเคียงที่หนูทดลองแสดงออก ได้แก่ อาการสั่นอย่างรุนแรง และมีอาการตัวเขียว จนถึงอาการเสียชีวิต

2.4.2.2.3 ความเป็นพิษต่อพืช

ความเป็นพิษในพืช ปัจจุบันยังมีการศึกษาน้อย แต่กรดซิตริกอาจมีผลทำให้ค่า pH ในดินหรือน้ำลดลง มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น มีผลต่อการดูดซึมน้ำ การดูดซึมแร่ธาตุ และการคายน้ำของพืช

2.4.2.3 ประโยชน์กรดซิตริก

2.4.2.3.1 ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มรสเปรี้ยวของอาหารและช่วยป้องกันการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของผักหรือผลไม้แปรรูป เนื่องจาก สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี โดยทำหน้าที่เป็นสารคีเลท (chelating agent) เข้าจับกับทองแดง ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ช้าลง รวมถึงช่วยปรับสมดุลความเป็นกรดด่าง ช่วยให้แอนโธไซยานินในผลิตภัณฑ์คงสภาพได้นานอีกทั้งยังช่วยป้องกันและชะลอการเกิดกระบวนการauto-oxidation ของกรดแอสคอร์บิคได้ด้วย

2.4.2.3.2 อุตสาหกรรมยา

ยาบางชนิดจำเป็นต้องใช้กรดซิตริกเป็นส่วนผสมเพื่อควบคุมความเป็นกรด-ด่าง หรือใช้เป็นตัวทำละลาย ช่วยให้ยามีการแตกตัว และกระจายตัวได้ดีขึ้น และใช้ป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของยา นอกจากนี้ ยังใช้ผสมในยาบางชนิดเพื่อให้เกิดฟองฟู่ โดยอาจใช้ร่วมกับคาร์บอเนต

2.4.2.3.3 อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง กรดซิตริกจะถูกใช้เพื่อป้องกันการออกซิไดซ์ ปรับความเป็นกรด-ด่าง หรือเป็นบัฟเฟอร์ในเครื่องสำอาง เช่น ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำยาเซทผม ครีมบำรุงผมและครีมทาผิวทำหน้าที่ช่วยให้ส่วนผสมผสานกันได้ดีและทำให้เกิดความวาว

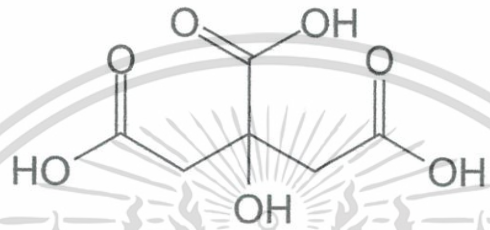
2.4.2.3.4 อุตสาหกรรมอื่น ๆ

กรดซิตริกถูกใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตผงซักฟอก เพื่อใช้แทนสารฟอสเฟต และยังถูกใช้เป็นส่วนผสมของสารทำความสะอาด น้ำยาเติมหม้อต้มน้ำ (Boiler) รวมถึงใช้ทำความสะอาดโลหะ ล้างสนิม ล้างหมึกพิมพ์ น้ำและสี รวมถึงนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3.5 ด้านการเกษตร

กรดซิตริกถูกใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ยน้ำหรือฮอร์โมนพืช ทำหน้าที่ละลายไขที่เคลือบผิวใบ ช่วยให้สารถูกดูดซึมผ่านใบมากขึ้น ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมักชีวภาพสำหรับการฉีดพ่น เพื่อยับยั้งการเติบโตของเชื้อราหรือเชื้อจุลินทรีย์ในพืชและยังสามารถใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์หรือใช้เป็นอาหารเสริมแก่สัตว์ เพื่อเพิ่มความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร ช่วยให้อาหารย่อยได้ง่ายขึ้นและช่วยเพิ่มการดูดซึมสารอาหาร รวมถึงยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ ช่วยเสริมสร้างพลังงาน และส่งเสริมกระบวนการเมทาบอลิซึมของร่างกาย (Chapman, 1988)

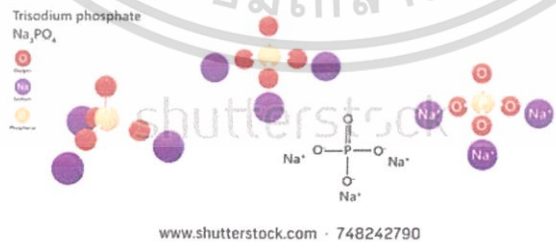


ภาพที่ 2.11 โครงสร้างกรดซิตริก

ที่มา: Puzobox.ru (2018)

2.4.3 ไตรโซเดียมฟอตเฟส (Trisodium phosphate)

ไตรโซเดียมฟอสเฟต (TSP) เป็นสารชนิดอัลคาไลน์ที่ได้รับการรับรองโดย USDA ที่มีความเข้มข้น 8-12% (21 CFR 182.1778) ควรรักษาอุณหภูมิในการรักษาไว้ที่ 4555 ^{0}F จะขจัดแบคทีเรียที่ติดออกจากพื้นผิวซากด้วยคุณสมบัติของ surfactant และความเป็นด่างสูง Slavik et al. (1994) พบว่าระดับ Campylobacter ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อซากสัตว์ปีกถูกจุ่มลงในสารละลาย TSP 10% หลังจากแช่เย็น ในการศึกษาอื่นพบว่า TSP (8%) มีประสิทธิภาพในการลดระดับ *S. Typhimurium* ในผิวหนังของไก่



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างไตรโซเดียมฟอสเฟต

ที่มา: Orange Deer studio (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 กลไกการออกฤทธิ์ของไตรโซเดียมฟอตเฟส

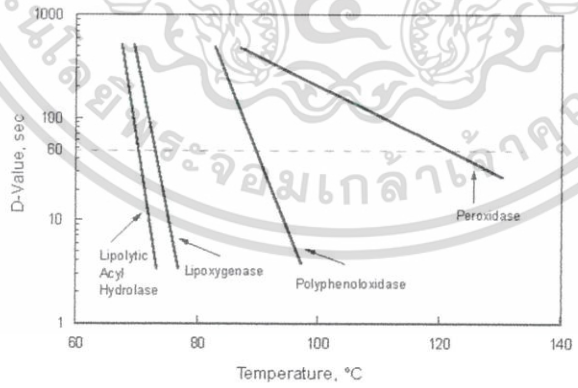
กลไกการทำงานของ Trisodium Phosphate ซึ่ง Trisodium Phosphate มีค่า pH สูง โดยค่า pH ที่สูงนั้นจะช่วยกำจัดฟิล์มไขมัน นอกจากนั้น Trisodium Phosphate เป็นสารลดแรงตึงผิวซึ่งมีกลไกการทำงานโดยจะไปทำลายเมมเบรนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและอาจทำให้ไซโตพลาสซึมหยุดการทำงานลงจึงอาจส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้

2.5 การลวก (Blanching)

เป็นการให้ความร้อนวัตถุดิบก่อนการแปรรูปโดยให้อาหารสัมผัสกับน้ำร้อน ไอน้ำร้อน ไมโครเวฟหรือแหล่งความร้อนใดๆ โดยอุณหภูมิที่ใช้ลวกอยู่ระหว่าง 70-105 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาสั้นๆที่เหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิด การลวกมักใช้เพื่อเตรียมวัตถุดิบจากพืช เช่น ผัก ผลไม้ ก่อนจะนำไปแปรรูปด้วยวิธีต่างๆ เช่น การแช่เยือกแข็ง (freezing) การทำแห้ง (dehydration) เป็นต้น

2.5.1 วัตถุประสงค์หลักของการลวก

วัตถุประสงค์หลักของการลวกเพื่อทำลายเอนไซม์โดยความร้อนจากการลวกจะทำลายเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสีย เช่น เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) การหืนจากปฏิกิริยาไฮโดรเลซิส เป็นต้น นอกจากนั้นเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสียของผักและผลไม้มีหลายชนิด จากรูปที่ 14 แสดงค่า D value ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการลดปริมาณของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ในผัก ผลไม้ ลง 90% จากปริมาณเริ่มต้น โดยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์มี D value ที่อุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียสจะมีค่าเท่ากับ 60 วินาที ขณะที่เอนไซม์เพอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทนร้อนมากที่สุดมี D value ที่อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียสจะมีค่าเท่ากับ 60 วินาที



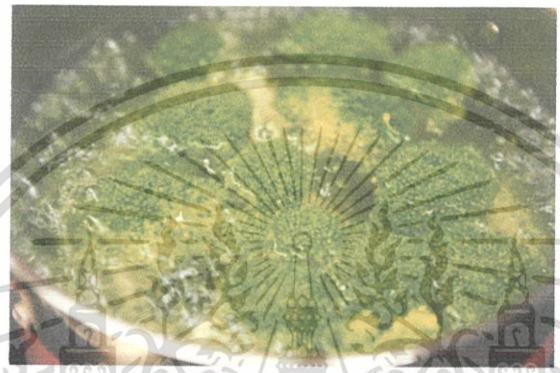
ภาพที่ 2.13 ค่า D value ที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

ที่มา: Rehman (2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 วิธีการลวก

การลวกที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ 1. การลวกด้วยน้ำร้อน (water blacing) ทำได้ทั้งแบบกะ (batch) โดยจุ่มวัตถุดิบลงในอ่างน้ำร้อนเมื่อครบกำหนดเวลาก็ยกขึ้นแช่น้ำเย็นหรือแบบต่อเนื่องจะปล่อยให้วัตถุดิบเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องลงในอ่างน้ำร้อนที่มีการควบคุมอุณหภูมิตามต้องการในช่วง 75-100 องศาเซลเซียส 2. การลวกด้วยไอน้ำ (steam blanching) ทำได้โดยการผ่านผัก ผลไม้ เข้าไปในอุโมงค์ที่มีไอน้ำ



ภาพที่ 2.14 การลวกด้วยน้ำร้อน (water blanching)
ที่มา: Catcharin (2017)

ภาพที่ 2.15 การลวกด้วยไอน้ำ (steam blanching)
ที่มา: www.tsfoodmachine.com (2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ผลดีของการลวกต่อคุณภาพอาหาร

การลวกนอกจากมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์แล้วยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น ช่วยทำความสะอาดและลดปริมาณจุลินทรีย์ของวัตถุดิบ ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสีของผักและผลไม้อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสทำให้ผักและผลไม้มีเนื้อแน่น แข็งและกรอบ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ, 2561)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nabulsi และคณะ (2017) ได้ศึกษาการใช้กรดอะซิติกและกรดซิตริกและการทำงานร่วมกันระหว่างกรดอะซิติกกับกรดซิตริกในการยับยั้งจุลินทรีย์ *E. coli* O157:H7, *Sal. typhimurium* และ *S. aureus* ในสลัดทับบูเล่ห์โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 21 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส กรดอะซิติกมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีกว่ากรดซิตริกในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 และ *Sal. typhimurium* ในสลัดทับบูเล่ห์โดยตัวอย่างสลัดที่ใส่กรดอะซิตริกที่ความเข้มข้น 0.4% ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส หลังจากผ่านไป 5-7 วันพบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 และ *Sal. typhimurium* ลดลง ขณะที่กรดซิตริกจะมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามตัวอย่างสลัดที่ใส่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.3 % กับ กรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1.4% และ กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.4% กับ กรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1% ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส หลังจากผ่านไป 2-3 วันจะไม่พบจำนวน *E. coli* O157:H7 และ *Sal. typhimurium* และตัวอย่างสลัดที่ใส่กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.3% กับ กรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1.4% และ กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.4% กับ กรดซิตริกที่ความ เข้มข้น 1% ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส หลังจากผ่านไป 6 วันจะไม่พบจำนวน *Sal. typhimurium* ตามลำดับ จากข้อมูลที่กล่าวมานั้นแสดงให้เห็นว่าการทำงานร่วมกันของกรดอะซิติกและกรดซิตริกจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานของกรดใดกรดหนึ่งในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 และ *Sal. typhimurium* แต่ไม่ใช่กับ *S. aureus* เพราะ *S. aureus* จะมีความทนทานต่อกรดอะซิติกและกรดซิตริกได้มากกว่า *E. coli* O157:H7 และ *Sal. Typhimurium*

Finten และคณะ (2017) ได้ศึกษาการฆ่าเชื้อ *E. coli* และ *L. innocua* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคตั้งต้น โดยใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 0.5% และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm ในการล้างทำความสะอาดใบปวยเล้งที่ทำการถ่ายเชื้อทั้งสองชนิดลงไป เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6.5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่าโดยรวมแล้วเมื่อล้างทำความสะอาดใบปวยเล้งด้วยกรดซิตริกจะทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* และ *L. innocua* บนตัวอย่างใบปวยเล้งดีกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ หลังจากนั้นทำการศึกษาผลกระทบของประสิทธิภาพของกรดซิตริกและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ต่อเวลาและอุณหภูมิก่อนการแปรรูป เก็บรักษาใบปวยเล้งภายใต้อุณหภูมิ 6.5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน พบว่า ในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปมีบทบาทสำคัญในการลดการเสื่อมสภาพของใบปวยเล้ง แต่ยังคงสามารถรักษาความปลอดภัยของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดซิตริกและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีต่อเชื้อ *E. coli* และ *L. innocua* ได้ และทำการศึกษาผลกระทบทางประสาทสัมผัสของการฆ่าเชื้อที่ใบปวยเล้งโดยได้รับการประเมินผ่านผู้ประเมินและการเปลี่ยนแปลงของสีพบว่าตัวอย่างใบปวยเล้งที่ล้างทำความสะอาดโดยใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 0.5% และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการล้างทำความสะอาดด้วยกรดซิตริกความความเข้มข้น 0.5% เป็นเวลา 2.5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และมีความสอดคล้องกับการฆ่าเชื้อโรคในตัวอย่างใบปวยเล้ง และซึ่งผลจากการทดลองนี้อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้กรดซิตริกล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแทนการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งจะมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สารคลอรีนที่อาจจะมีการตกค้างบนอาหารซึ่งทำให้เป็นอันตรายต่อร่างกายได้

Olaimat และคณะ (2017) ได้ศึกษา ผลของการรอดชีวิตและการยับยั้ง *S. aureus* ในทาฮินิและทาฮินิผสมน้ำโดยใช้กรดอะซิติกและกรดซิตริก ได้มีการทำการทดลองทั้งหมด 28 วันโดยจะใช้ กรดอะซิติกและกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันไปที่ 3 ระดับ คือ 0.1, 0.3 และ 0.5 % และที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 21 และ 37 องศาเซลเซียส โดยจะทำการทดลองใน ทาฮินิและทาฮินิผสมน้ำจากการศึกษาการทดลอง เมื่อให้ปริมาณเชื้อ *S. aureus* เริ่มต้นมีปริมาณที่เท่ากัน ให้มีความเข้มข้นของกรดอะซิติกและกรดซิตริกแตกต่างกันที่ 3 ระดับและอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น ปริมาณของเชื้อ *S. aureus* จะมีปริมาณค่อย ๆ ลดลง โดยการใช้กรดซิตริกในทาฮินิ ที่ความเข้มข้น 0.5 % จะมีผลยับยั้ง *S. aureus* ได้มากที่สุดโดยจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ส่วนใน ทาฮินิผสมน้ำ การใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้น 0.5 % จะมีผลยับยั้ง *S. aureus* ได้มากที่สุดโดยจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส และการใช้กรดอะซิติกในทาฮินิ ที่ความเข้มข้น 0.5 % จะมีผลยับยั้ง *S. aureus* ได้มากที่สุดโดยจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ส่วนในทาฮินิผสมน้ำการใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้น 0.5 % จะมีผลยับยั้ง *S. aureus* ได้มากที่สุดโดยจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การใช้กรดอะซิติกและกรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้เช่นเดียวกับที่ความเข้มข้น 0.5 % แต่จะมีความสามารถลดหย่อนตามความเข้มข้นของกรด โดยที่มีความเข้มข้นมากจะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้มากกว่ากรดที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า โดยจะมีความสามารถในการยับยั้ง *S. aureus* ได้ดีที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจากการศึกษาการทดลองนี้สามารถนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตทาฮินีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการลดจำนวนของ *S. aureus* ให้มีปริมาณที่น้อยลงเพื่อให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยในการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ceylan และคณะ (2017) ได้ศึกษาการลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* และ *Listeria monocytogenes* ในถั่ว, ผักขม, บร็อคโคลี่, มันฝรั่งและแครอท จากผลการทดลองได้นำตัวอย่างผักทั้ง 5 ชนิดไปลวกน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 87.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0.5 นาทีและถูกแช่เย็นอย่างรวดเร็วในน้ำเย็นเป็นเวลา 5 นาที โดยพบว่าจำนวนเชื้อ *Salmonella* และ *L. monocytogenes* มีจำนวนลดลงกว่า 5 log ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมานั้นแสดงให้เห็นว่าวิธีการลวกด้วยน้ำร้อนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมผักแช่แข็ง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์, รักษาผิวสัมผัส, สีและรสชาติของผักได้อีกด้วย

Mari และคณะ (2018) ได้ศึกษาการใช้น้ำร้อนในการควบคุมเชื้อ *Botrytis cinereal*, *Colletotrichum actatum* และ *Neofabraea vagabunda* ที่ก่อให้เกิดรอยแผลในแอปเปิ้ลหลังการเก็บเกี่ยว จากผลการทดลองได้นำแอปเปิ้ลจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยติดตามผลเป็นเวลา 0, 3, 6 และ 24 ชั่วโมง พบว่าในชั่วโมงที่ 6 รอยแผลที่เกิดจากเชื้อ *B. cinereal* เมื่อเปรียบเทียบกับแอปเปิ้ลที่จุ่มด้วยน้ำอุณหภูมิห้องซึ่งเป็นตัวควบคุมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยแผล 22.0 มิลลิเมตรพบว่าเชื้อลดลง 22.7% ในชั่วโมงที่ 6 และ 24 พบว่ารอยแผลที่เกิดจากเชื้อ *C. actatum* เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยแผล 18.5 มิลลิเมตรพบว่าเชื้อลดลง 11.0% และ 10.7% ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 3 พบว่ารอยแผลที่เกิดจากเชื้อ *N. vagabunda* เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรอยแผล 19.67 มิลลิเมตรพบว่าเชื้อลดลง 68.8% จากข้อมูลที่กล่าวมานั้นแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำร้อนสามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดรอยแผลในแอปเปิ้ลหลังการเก็บเกี่ยวได้โดยจะมีประสิทธิภาพการทำงานในการควบคุมเชื้อ *N. vagabunda* ในชั่วโมงที่ 3 ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

สาหร่ายน้ำเค็ม (สาหร่ายพวงองุ่น)

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

Acetic acid บริษัท CARLO ERBA Reagents จำกัด ประเทศฝรั่งเศส

Citric acid บริษัท CARLO ERBA Reagents จำกัด ประเทศฝรั่งเศส

Trisodium phosphate บริษัท CARLO ERBA Reagents จำกัด ประเทศฝรั่งเศส

Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water

1. Potassium Dihydrogenphosphate บริษัท Ajax Finechem จำกัด ประเทศออสเตรเลีย
2. Sodium hydroxide บริษัท CARLO ERBA Reagents จำกัด ประเทศฝรั่งเศส
3. Distilled water

Peptone Water 0.1%

1. Peptone บริษัท Himedia Laboratories จำกัด ประเทศอินเดีย
2. Distilled water

Alkaline peptone water

1. Peptone บริษัท Himedia Laboratories จำกัด ประเทศอินเดีย
2. Sodium chloride บริษัท CARLO ERBA Reagents จำกัด ประเทศฝรั่งเศส
3. Distilled water

3M Petrifilm EC บริษัท 3M จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา

3M Petrifilm STX บริษัท 3M จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา

Plate Count Agar (PCA) บริษัท titanmedia จำกัด ประเทศอินเดีย

Potato Dexyrose Agar (PDA) บริษัท Himedia Laboratories จำกัด ประเทศอินเดีย

Thiosulfate-Citrate-Bile Salts-Sucrose Agar (TCBS) บริษัท HiMedia Laboratories จำกัด ประเทศอินเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) บริษัท Praxor Instrument and Scientific จำกัด ประเทศอินเดีย

น้ำแข็งบรรจุถุง

3.1.3 อุปกรณ์

กระบอกตวงพลาสติกขนาด 100 และ 1000 มิลลิลิตร (Cylinder)

ขวดปรับปริมาตรขนาด 100, 500 และ 1000 มิลลิลิตร (Volume)

ช้อนตักสารพลาสติก

แท่งแก้วคนสารขนาด 8 นิ้ว

บีกเกอร์แก้วขนาด 100, 250, 600 และ 1000 มิลลิลิตร (Beaker)

ปิเปตขนาด 1, 5 และ 10 มิลลิลิตร

ที่คีบ (Forceps)

ลูปเขี่ยเชื้อและเข็มเขี่ยเชื้อ (Loop and Needle)

ลูกยางสีแดงขนาดใหญ่

จานเพาะเชื้อ (Plate)

แท่งแก้วรูปตัวแอล

กรวยแก้วขนาด 6.5 เซนติเมตร (Funnel)

ขวดเอ็มพร้อมฝา

หลอดทดลองขนาด 16x150 พร้อมฝาทดลอง (Test tube)

ตะแกรงเหล็กใส่หลอดทดลองจำนวน 50 ช่อง (Test Tube Racx)

ตะกร้าพลาสติกขนาดกลางและขนาดใหญ่

ตะเกียง

ไฟแช็ก

ถุงซิปล็อกใส

หม้อนึ่งอัดไอน้ำ (Autoclave)

ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์ (Incubator)

ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow)

ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

เครื่องวัดกรดด่าง (pH meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher)

เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer)

เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)

เครื่องไมโครเวฟ (Microwave)

เครื่องซีลถุงพลาสติก (Plastic film sealer)

เทอร์โมมิเตอร์ (Termometer)

อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

หม้อสแตนเลส

เตาแก๊ส

กล่องโฟม

กระชอน

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมสารเคมีและน้ำร้อน

3.2.1.1 การเตรียมสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

เตรียมสารละลายกรดอะซิติกโดยตวง 4 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายกรดอะซิติกที่ได้จะมีความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเทสารละลายกรดอะซิติกเก็บไว้ในขวดสีชา

3.2.1.2 การเตรียมสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

เตรียมสารละลายกรดซิตริกโดยชั่ง 14 กรัม ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายกรดซิตริกที่ได้จะมีความเข้มข้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเทสารละลายซิตริกเก็บไว้ในขวดสีชา

3.2.1.3 การเตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

เตรียมสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตโดยชั่ง 50 กรัมโดยชั่ง ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ได้จะมีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นเทสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเก็บไว้ในขวดสีชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.4 การเตรียมน้ำสำหรับลวกสาหร่ายน้ำเค็ม (สาหร่ายพวงองุ่น)

เตรียมน้ำประปาปริมาตร 7 ลิตรใส่ลงในหม้อสแตนเลสจากนั้นตั้งบนเตาแก๊สรอจนน้ำประปามีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็ม (สาหร่ายพวงองุ่น)

3.2.2.1 นำตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็มจำนวน 1800 กรัม แช่ในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ทำการวัดค่าพีเอชของสารละลายและเทสารละลายกรดอะซิติกทิ้ง ล้างต่อด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วจึงทำการวัดค่าพีเอชอีกครั้งแล้วเทน้ำประปาทิ้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างสาหร่ายที่ผ่านการทดลองข้างต้นแบ่งไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.2.2 นำตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็มจำนวน 1800 กรัม แช่ในสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ทำการวัดค่าพีเอชของสารละลายและเทสารละลายกรดซิตริกทิ้ง ล้างต่อด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วจึงทำการวัดค่าพีเอชอีกครั้งแล้วเทน้ำประปาทิ้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างสาหร่ายที่ผ่านการทดลองข้างต้นแบ่งไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.2.3 นำตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็มจำนวน 1800 กรัม แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ทำการวัดค่าพีเอชของสารละลายและเทสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตทิ้ง ล้างต่อด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วจึงทำการวัดค่าพีเอชอีกครั้งแล้วเทน้ำประปาทิ้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างสาหร่ายที่ผ่านการทดลองข้างต้นแบ่งไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 การวางแผนการทดลองโดยการแช่สารละลายสารเคมี

ความเข้มข้น	เวลา (นาที)				
	0	5	10	15	20
อะซิติก 0.4 %	Trt 1	Trt 2	Trt 3	Trt 4	Trt 5
ซิตริก 1.4 %	Trt 6	Trt 7	Trt 8	Trt 9	Trt 10
ไตรโซเดียมฟอสเฟต 5 %	Trt 11	Trt 12	Trt 13	Trt 14	Trt 15

หมายเหตุ : Trt = Treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 นำตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็มจำนวน 4 กิโลกรัมมาแช่น้ำประปาปริมาตร 40 ลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสาหร่ายน้ำเค็มจำนวน 200 กรัม ลวกในน้ำประปาปริมาตร 7 ลิตร ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0.5, 1, 2 และ 4 นาที โดยจะทำการเปลี่ยนน้ำประปาหลังจากลวกทุกๆ 7 ครั้ง จากนั้นนำไปใส่ถุงพลาสติกและผ่านการซีลปากถุงพลาสติกเพื่อทำการแช่ในน้ำแข็งโดยเวลาลวกที่ 0.5 นาทีจะทำการแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 0.5, 1 และ 5 นาที แล้วเวลาลวกที่ 1, 2 และ 4 นาทีจะทำการแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างสาหร่ายที่ผ่านการทดลองข้างต้นแบ่งไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 การวางแผนการทดลองโดยการลวก

ลวก (นาที)	แช่เย็น (นาที)			
	0	0.5	1	5
0.5	/	/	/	/
1	-	-	-	/
2	-	-	-	/
4	-	-	-	/

หมายเหตุ : / = ทำการทดลอง, - = ไม่ได้ทำการทดลอง

3.2.3 การเตรียมตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็ม (สาหร่ายพวงองุ่น) ปริมาณ 40 กิโลกรัม

3.2.3.1 นำตัวอย่างสาหร่ายน้ำเค็มปริมาณ 40 กิโลกรัม แช่ในสารละลายกรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ (v/v) เป็นเวลา 40 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ทำการวัดค่าพีเอชของสารละลายและเทสารละลายกรดอะซิติกทิ้ง ล้างต่อด้วยน้ำประปา 3, 5 และ 8 ครั้ง ตามลำดับ แล้วจึงทำการวัดค่าพีเอชอีกครั้งแล้วเทน้ำประปาทิ้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างสาหร่ายที่ผ่านการทดลองข้างต้นแบ่งไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.4 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.2.4.1. การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร Plate Count Agar (PCA) โดยใช้เทคนิค pour plate ในการตรวจนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีและบันทึกผล

3.2.4.2 การตรวจนับปริมาณเชื้อยีสต์และรา

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) โดยใช้เทคนิค pour plate ในการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีและบันทึกผล

3.2.4.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *E. coli* และ Coliform

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงใน 3M Petrifilm EC โดยค่อยๆปล่อยแผ่นฟิล์มแผ่นบนลง ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นวางตัวกด (Spreader) โดยให้ด้านเรียบคว่ำหน้าลงสัมผัสกับแผ่นฟิล์มแผ่นบนและค่อยๆกดจนตัวอย่างกระจายเต็มวงกลมภายในขอบโฟม นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงสำหรับ Coliform และเวลา 48 ชั่วโมงสำหรับ *E. coli* โดยจะทำการตรวจตรวจนับจำนวนโคโลนีที่มีสีแดงและสร้างฟองแก๊สสำหรับ Coliform และตรวจนับจำนวนโคโลนีที่มาสีน้ำเงินและสร้างฟองแก๊สสำหรับ *E. coli* และบันทึกผล

3.2.4.4 การตรวจหาเชื้อ *Salmonella*

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Buffered Peptone Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงในอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) นำไปบ่มที่อุณภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบโคโลนีที่มีการผลิตแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H2S) ทำให้ตรงกลางโคโลนีมีสีดำและบันทึกผล

3.2.4.5 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *S. aureus*

ชั่งตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Butterfield's Phosphate Buffered Dilution Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นตัวอย่าง (Stomacher) จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงใน 3M Petrifilm STX โดยค่อยๆปล่อยแผ่นฟิล์มแผ่นบนลง ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ จากนั้นวางตัวกด (Spreader) โดยให้ด้านเรียบคว่ำหน้าลงสัมผัสกับแผ่นฟิล์มแผ่นบนและค่อยๆกดจนตัวอย่างกระจายเต็มวงกลมภายในขอบโฟม นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องงศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทำการตรวจตรวจนับจำนวนโคโลนีที่มีสีม่วง-แดงและบันทึกผล

3.2.4.6 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *Vibrio*

ชั่งตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่น 25 กรัมและทำการเจือจางด้วย Alkaline Peptone Water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรถ่ายลงในอาหาร Thiosulfate - Citrate - Bile - Sucrose Agar (TCBS) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง โดยทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีและบันทึกผล ซึ่งโคโลนีที่มีลักษณะกลมมีสีเขียวจะเป็นโคโลนีของเชื้อ *V. parahaemolyticus* และโคโลนีที่มีลักษณะกลมสีเหลืองจะเป็นโคโลนีของเชื้อ *V. cholerae*

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 พวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีต่างๆและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำสาหร่ายพวงองุ่น 20 กิโลกรัมมาแบ่งแช่ด้วยสารละลายเคมีต่างๆ เช่น กรดอะซิติก, กรดซิตริก และไตรโซเดียมฟอสเฟต โดยแช่เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที จากนั้นนำมาตรวจสอบปริมาณ TPC, Yeast and Mold, *V. cholerae*, *V. paraheamolyticus, E. coli,* Coliform และ *S. aureus*

4.1.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก

4.1.1.1การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $2.2x10^3$ cfu/g, $2.0x10^2$ cfu/g, $5.1x10^2$ cfu/g, $3.5x10^1$ cfu/g และ $3.1x10^1$ cfu/ ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า $1x10^6$ cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดได้ 31.14%, 18.86%, 55.39%, และ 55.39% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.2)

4.1.1.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก ที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.8x10^1$ cfu/g โดยที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด โดยจากผลการทดลองสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดลองมีปริมาณเชื้อ เริ่มต้นไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดพบเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g เมื่อนำมาแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกตามระยะเวลาต่างๆ ทำให้ปริมาณเชื้อน้อยลงไปจากปริมาณเริ่มต้นกว่าเดิมอีก จึงทำให้ตรวจไม่พบ ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% (ดังภาพที่ 4.2)

4.1.1.3 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 0 นาที มีปริมาณ $2.4x10^2$ cfu/g แช่กรดอะซิติกที่ 5 นาที มีปริมาณเชื้อ $8.3x10^1$ cfu/g แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยจากผลการทดลองแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่นาทีที่ 0 และนาทีที่ 5 พบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ 19.33%, 100%, 100%, และ 100% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.2)

4.1.1.4 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ 1.7 $x10^2$ cfu/g แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ 5 นาที มีปริมาณเชื้อ 3.2$x10^1$ cfu/g แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ 10 นาที, 15 นาที และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ <1$x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยจากผลการทดลองแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่นาทีที่ 0 และนาทีที่ 5 พบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 32.29%, 100%, 100%, และ 100% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.2)

4.1.1.5 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 0, 5, 10, 15และ 20 นาที ตรวจไม่พบเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่ 4.1)

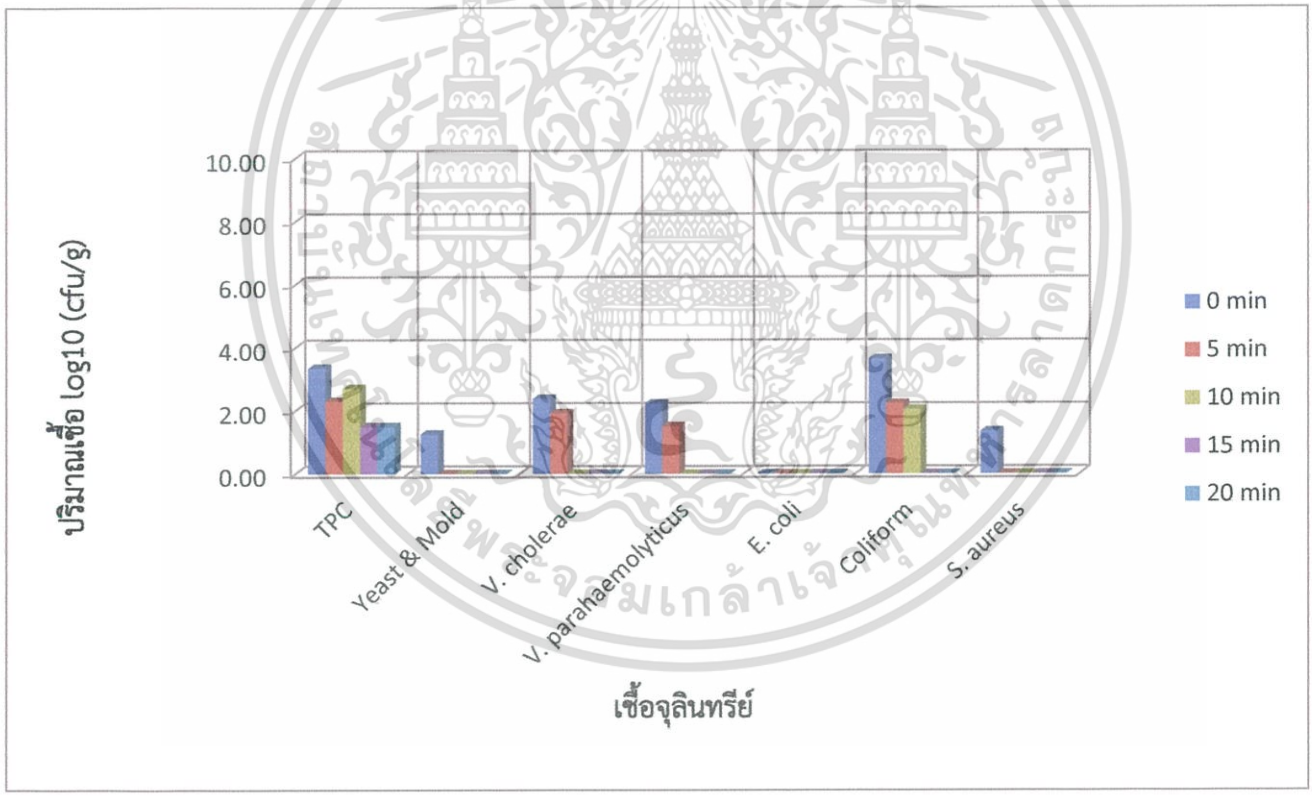
4.1.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 0 นาที (control) มีปริมาณเชื้อ 4.4$x10^3$ cfu/g c แช่กรดอะซิติกที่ 5 นาที มีปริมาณเชื้อ 1.7$x10^2$ cfu/g แช่กรดอะซิติกที่ 10, 15 และ 20 นาที พบว่ามีปริมาณเชื้อ <1$x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดพบเชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g โดยจากผลการทดลองแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่นาทีที่ 0 และนาทีที่ 5 พบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ 38.74%, 43.96%, 100%, และ 100% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.2)

4.1.1.7 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 0 นาที (control) มีปริมาณเชื้อ 2.2$x10^1$ cfu/g แช่สารละลายกรดอะซิติกที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที พบว่ามีปริมาณเชื้อ <1$x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดพบเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g โดยที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นมีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดอยู่แล้ว เมื่อนำมาแช่สารละลายกรดอะซิติกตามเวลาต่างๆ ทำให้เชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% (ดังภาพที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

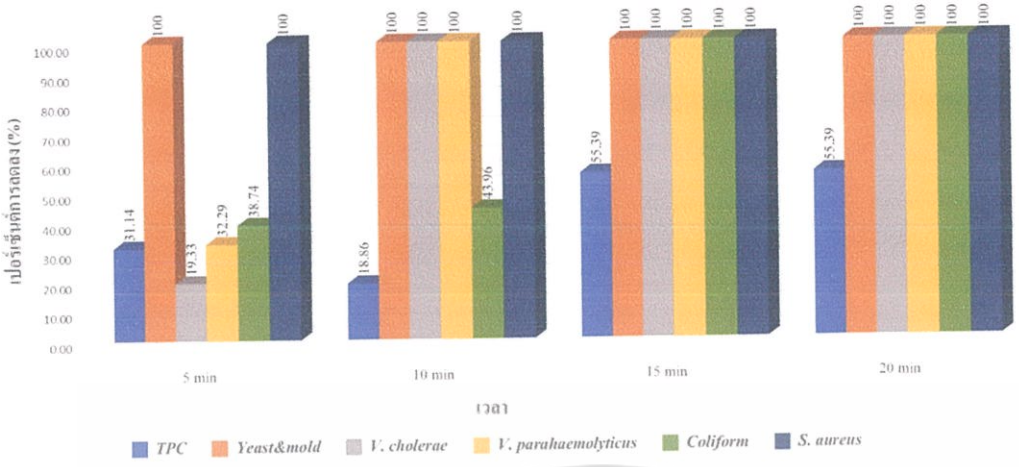
ตารางที่ 4.1 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)				
	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min
TPC	2.2×10^{3}	2.0×10^{2}	5.1×10^{2}	3.5×10^{1}	3.1×10^{1}
Yeast&mold	1.8×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
V. cholerae	2.4×10^{2}	8.3×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	1.7×10^{2}	3.2×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	4.4×10^{3}	1.7×10^{2}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
S. aureus	2.2×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



ภาพที่ 4.1 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลายกรดอะซิติกในเวลาต่าง ๆ

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก มีปริมาณเชื้อ TPC, Yeast and Mold, *V. Cholerae, V. parahaemolyticus,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง มีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด เพราะว่ากรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราได้ จากกลไกในระดับเซลล์ จึงส่งผลให้เชื้อโรคดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตจึงหยุดการแพร่พันธุ์ (เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร, 2012) ซึ่งมีการศึกษาจากงานวิจัยได้นำกรดอะซิติกใส่ลงในทาฮินิผลที่ได้คือเชื้อ *S. aureus* มีปริมาณลดลงจากเชื้อที่อยู่ในทาฮินิเริ่มต้น (Amin N. Olaimat และคณะ)

4.1.2 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก

4.1.2.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่สารละลายแช่กรดซิตริกที่ 0 นาที (control) มีปริมาณเชื้อ 4.8×10^2 cfu/g แช่สารละลายกรดซิตริกที่ 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ 6.5×10^1 cfu/g, 3.2×10^1 cfu/g , 3.4×10^1 cfu/g และ 3.1×10^1 cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.2) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า 1×10^5 cfu/g โดยเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นมาแช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกแล้วตามเวลาที่กำหนด พบว่าเชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณที่ลดลงตามเวลาในการแช่ที่นานขึ้น ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดได้ 32.46%, 43.66%, 42.91%, และ 44.40% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.4)

4.1.2.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่ 0 และ 5 นาที มีปริมาณ เชื้อ$9.6x10^1$ cfu/g และ $1.3x10^1$ cfu/g ที่เวลา 10 15 และ 20 นาทีมีปริมาณเชื้อ $<1.0x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.2) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g โดยเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นมาแช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกแล้วตามเวลาที่กำหนด พบว่าเชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณที่ลดลงตามเวลาในการแช่ที่นานขึ้น ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 43.94%, 50.02%, 60.61%, และ 60.61% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.4)

4.1.2.3 การตรวจวิเคราะห์หา *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $7.2x10^1$ cfu/g, $3.2x10^1$ cfu/g, $1.9x10^1$ cfu/g, $1x10^1$ cfu/g และ $1.7x10^1$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.2) โดยปริมาณเชื้อที่ตรวจพบจะมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาในการแช่ ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ตรงตามที่เกณฑ์กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ 18.82%, 31.18%, 46.24%, และ 33.87% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.4)

4.1.2.4 การตรวจวิเคราะห์ *V. parahaemolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริก ที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $5.8x10^1$ cfu/g, $2.1x10^1$ cfu/g, $2.9x10^1$ cfu/g, $2.8x10^1$ cfu/g และ $<1.0x10^1$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.2) โดยปริมาณเชื้อที่ตรวจพบจะมีปริมาณลดลงตามระยะเวลาในการแช่แต่มีบางช่วงที่มีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นอาจเกิดจากการปนเปื้อน ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ตรงตามที่เกณฑ์กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ 25.00%, 17.05%, 17.61%, และ 51.70% ตามลำดับ(ดังภาพที่ 4.4)

4.1.2.5 การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่เวลาต่างๆ พบว่าไม่มีเชื้อปนเปื้อนมากับสาหร่ายเลย (ดังตารางที่ 4.2) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดพบเชื้อน้อยกว่า $1x10^5$ cfu/g

4.1.2.6 การตรวจวิเคราะห์ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ $2.4x10^1$ cfu/g ซึ่งในเวลาในการแช่สารละลายกรดซิตริกที่จุดอื่นๆ พบว่าไม่มีปริมาณของเชื้ออยู่ในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่ 4.2) ซึ่งปริมาณเริ่มต้นที่ตรวจพบเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

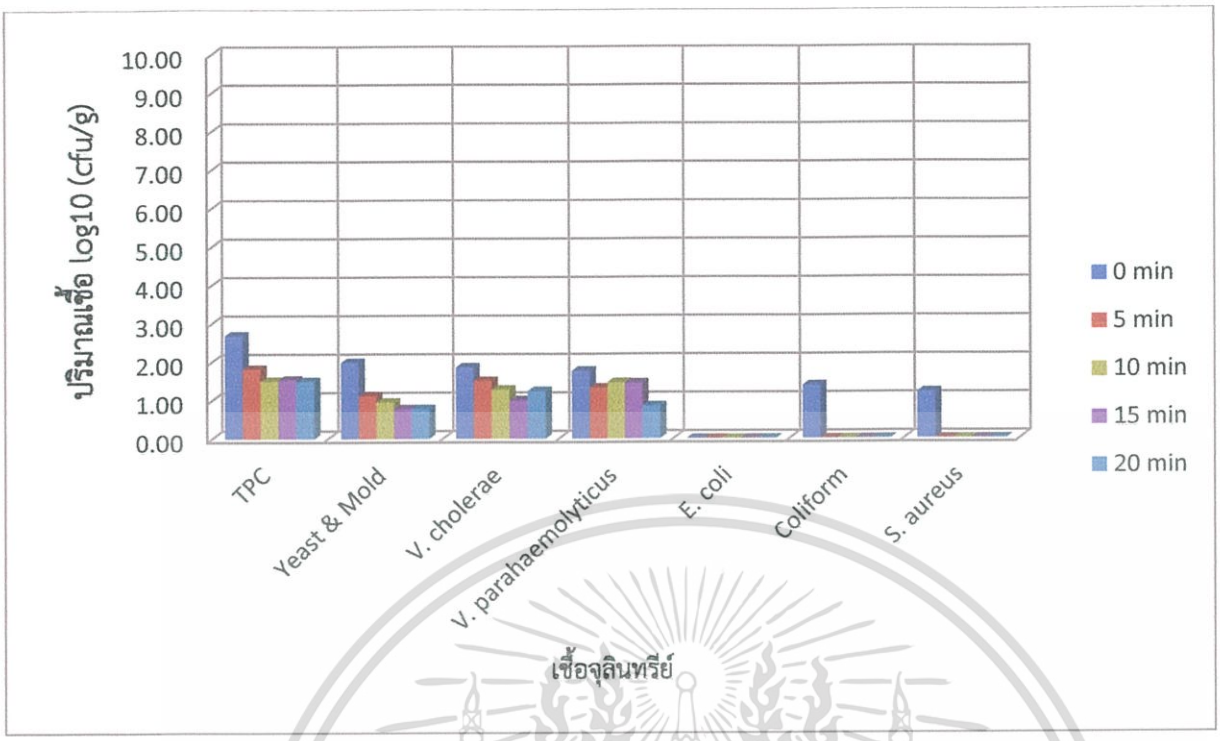
ที่กำหนดคือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% (ดังภาพที่ 4.4)

4.1.2.7 การตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่ 0 นาที มีปริมาณ *S. aureus* 1.6×10^{1} cfu/g ซึ่งในเวลาในการแช่สารละลายกรดซิตริกที่จุดอื่นๆ พบว่าไม่มีปริมาณของ *S. aureus* อยู่ในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่ 4.2) ซึ่งปริมาณเริ่มต้นที่ตรวจพบเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดคือ พบเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% (ดังภาพที่ 4.4)

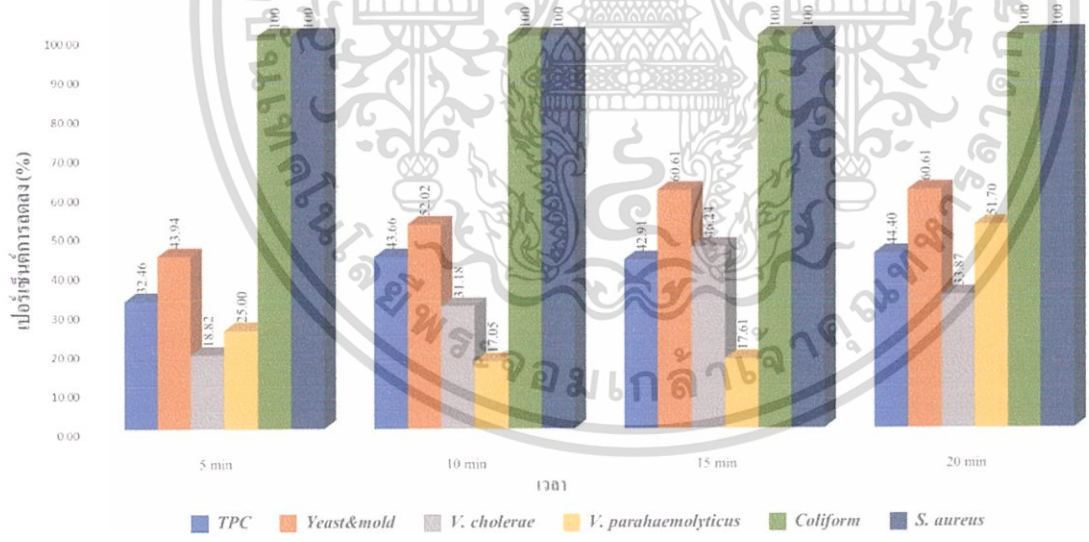
ตารางที่ 4.2 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)				
	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min
TPC	4.8×10^{2}	6.5×10^{1}	3.2×10^{1}	3.4×10^{1}	3.1×10^{1}
Yeast&mold	9.6×10^{1}	1.3×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
V. cholerae	7.2×10^{1}	3.2×10^{1}	1.9×10^{1}	1×10^{1}	1.7×10^{1}
V. parahaemolyticus	5.8×10^{1}	2.1×10^{1}	2.9×10^{1}	2.8×10^{1}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	2.4×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
S. aureus	1.6×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลายกรดซิตริกในเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายที่ผ่านการแช่ด้วยกรดซิตริก มีปริมาณเชื้อ TPC, Yeast and Mold, *V. Cholera, V. parahaemolyticus,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง มีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด เพราะว่ากรดซิตริกมักถูกใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมักชีวภาพสำหรับการฉีดพ่น เพื่อยับยั้งการเติบโตของเชื้อราหรือเชื้อจุลินทรีย์ในพืช ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารเสริมจะยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร (Chapman, 1988) มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณที่ลดลง

4.1.3 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต

4.1.3.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต ที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $4.6x10^3$ cfu/g, $6.5x10^2$ cfu/g, $4.2x10^2$ cfu/g, $2.1x10^1$ cfu/g และ $9.6x10^1$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.3) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า $1x10^5$ cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดได้ 23.22%, 23.22% 63.93%, และ 45.90% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.6)

4.1.3.2 การตรวจวิเคราะห์ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $3.4x10^3$ cfu/g, $1.4x10^2$ cfu/g, $1.8x10^2$ cfu/g, $1.5x10^2$ และ $1.2x10^2$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.3) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 39.09%, 39.09%, 38.24%, และ 41.08% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.6)

4.1.3.3 การตรวจวิเคราะห์ *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ $3.8x10^6$ cfu/g แช่ สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่10 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.9x10^3$ cfu/g แช่ สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 15 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.2x10^1$ cfu/g แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต ที่ 15 นาที ปรากฏว่าไม่พบเชื้อ และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $2.1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.3) โดยรวมแล้วปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณลดลงจากปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบ แต่มีปริมาณเชื้อที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 50.15%, 50.15%, 100%, และ 79.94% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 การตรวจวิเคราะห์ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 0 นาที และ 5 นาที ตรวจไม่พบเชื้อ แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 10 นาที มีปริมาณเชื้อ $9.5x10^1$ cfu/g แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 15 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.1x10^2$ cfu/g แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.7x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.3) ซึ่งปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากเชื้อเริ่มต้น โดยที่เชื้อเริ่มต้นมีปริมาณเป็น 0 cfu/g ซึ่งปริมาณเชื้อที่พบนี้น่าจะเกิดจากการปนเปื้อน ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ตรงตามที่เกณฑ์กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 100% แต่ในนาทีที่ 10, 15, และ 20 นาที ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้มีการเพิ่มขึ้น 198.0%, 204.0%, และ 123.0% ตามลำดับ ตามลำดับ โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น อาจเป็นเนื่องมาจากเชื้อนี้ถูกทำลายโดยกรดที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 4.5 แต่ในการทดลองนี้กรดมีค่าพีเอชที่มากกว่า จึงทำให้ไม่สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ (ดังภาพที่ 4.6)

4.1.3.5 การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต ตรวจไม่พบเชื้อเลยในทุกๆจุดเวลาที่มีการแช่ สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต (ดังตารางที่ 4.3)

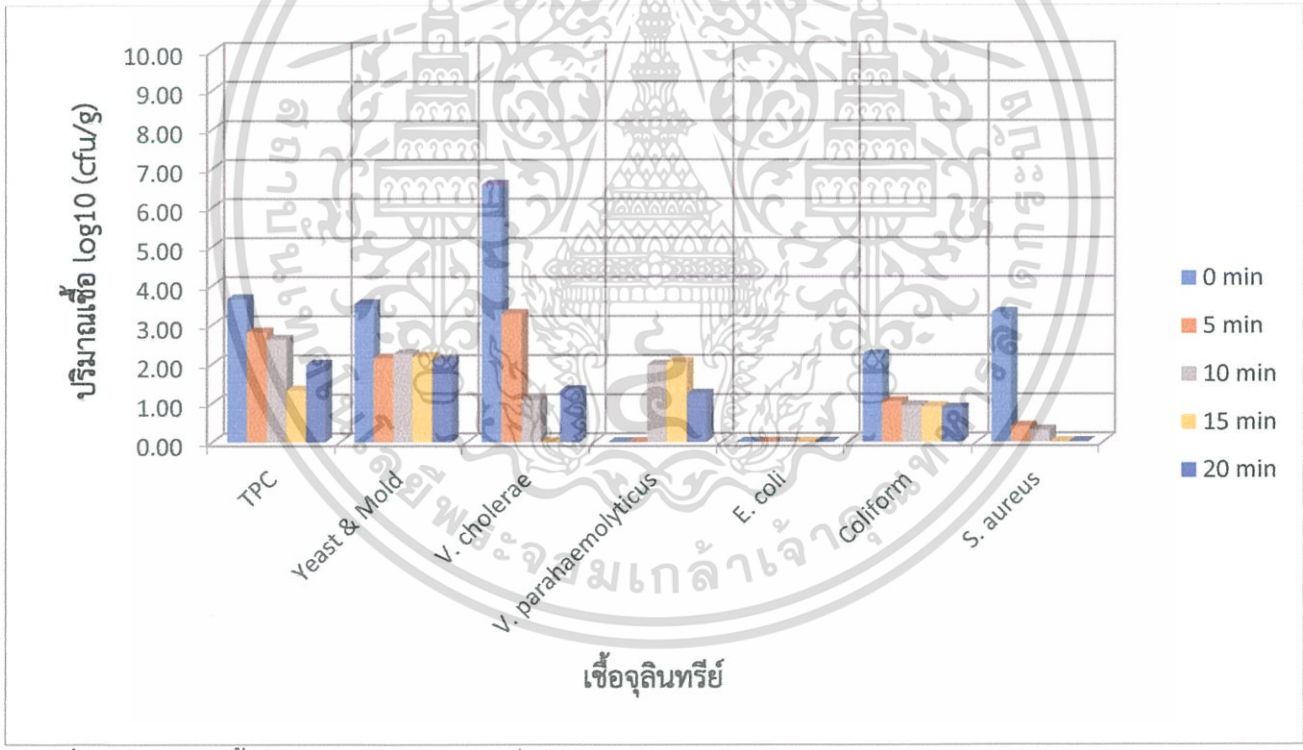
4.1.3.6 การตรวจวิเคราะห์ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 0 และ 5นาที มีปริมาณเชื้อ $1.7x10^2$ cfu/g และ $1.1x10^1$ cfu/g ที่ 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1.0x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.3) ซึ่งปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อลดลงจากเชื้อเริ่มต้น แต่เป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ 53.36%, 58.30%, 59.64%, และ 61.43% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.6)

4.1.3.7 การตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ $2x10^3$ cfu/g ที่ 10, 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1.0x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.3) ซึ่งเชื้อที่ตรวจพบลดลงจากเชื้อเริ่มต้น โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นมีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดคือ มีปริมาณเชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตตามเวลาข้างต้น สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ 87.88%, 90.91%, 100%, และ 100% ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

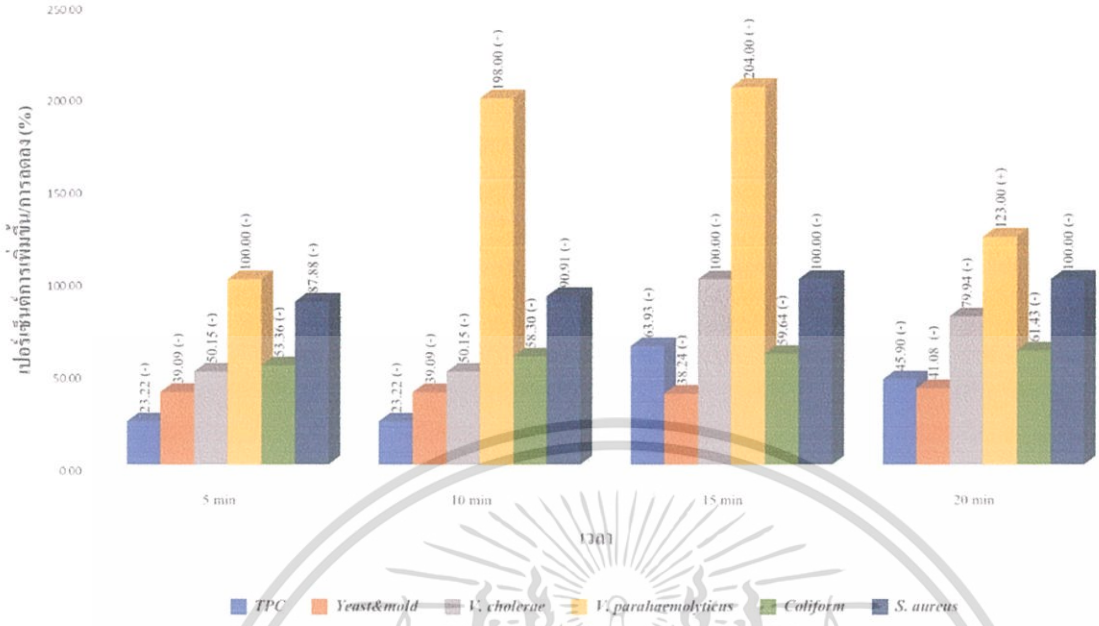
ตารางที่ 4.3 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)				
	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min
TPC	4.6×10^{3}	6.5×10^{2}	4.2×10^{2}	2.1×10^{1}	9.6×10^{1}
Yeast&mold	3.4×10^{3}	1.4×10^{2}	1.8×10^{2}	1.5×10^{2}	1.2×10^{2}
Vibrio total	3.8×10^{6}	1.9×10^{3}	1.1×10^{2}	1.1×10^{2}	3.3×10^{1}
V. cholerae	3.8×10^{6}	1.9×10^{3}	1.2×10^{1}	$<1\times10^{1}$	2.1×10^{1}
V. parahaemolyticus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	9.5×10^{1}	1.1×10^{2}	1.7×10^{1}
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	1.7×10^{2}	1.1×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
S. aureus	2.0×10^{3}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



ภาพที่ 4.5 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงและการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายสดหลังการแช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในเวลาต่าง ๆ โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายที่ผ่านการแช่ด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต มีปริมาณเชื้อ TPC, Yeast and Mold, *V. Cholera,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง เป็นเพราะว่าไตรโซเดียมฟอสเฟตที่มีความเข้มข้น 8-12% จะขจัดแบคทีเรียที่ติดออกจากพื้นผิวซาก โดยมีการศึกษาของ Slavik et al. (1994) ได้ทำศึกษานำซากสัตว์ปีกถูกจุ่มลงในสารละลาย TSP 10% หลังจากแช่เย็น ในการศึกษาอื่นพบว่า TSP (8%) มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อ *S. typhimurium* ในผิวหนังของไก่ โดยกลไกการทำงานของ Trisodium Phosphate ซึ่ง Trisodium Phosphate มีค่า pH สูง โดยค่า pH ที่สูงนั้นจะช่วยกำจัดฟิล์มไขมัน นอกจากนั้น Trisodium Phosphate เป็นสารลดแรงตึงผิวซึ่งมีกลไกการทำงานโดยจะไปทำลายเมมเบรนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและอาจทำให้ไซโตพลาสซึมหยุดการทำงานลงจึงอาจส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ และในการตรวจวิเคราะห์นี้ ปริมาณเชื้อ *V. parahaemolyticus* มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นเนื่องมาจากเชื้อนี้สามารถถูกทำลายโดยกรด ที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4.5 (ศรีวรรณา หัทยานานนท์) แต่ในการทดลองนี้กรดที่ใช้มีค่าพีเอชที่มากกว่า จึงทำให้ไม่สามารถทำลายเชื้อนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายทั้ง 3 ชนิด แล้วนำไปอบแห้ง

จากการตรวจปริมาณเชื้อในสาหร่ายสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก สารละลายกรดซิตริก และสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต เป็นเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที พบว่า ที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก ที่เวลา 15 และ 20 นาที ที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก ที่เวลา 20 นาที และ ที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต ที่เวลา 20 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้ดี จึงนำสาหร่ายสดที่กล่าวมาไปทำการอบ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการตรวจปริมาณเชื้อ แสดงดังตารางที่ 4.4 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่น

4.1.4.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อ พบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบเท่ากับ 3.2×10^3 cfu/g, 1.2×10^3 cfu/g, 4×10^3 cfu/g และ 4.6×10^3 cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 4.87% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกัน 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 7.88% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 34.34% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 0% (ดังภาพที่ 4.12)

4.1.4.2 การตรวจวิเคราะห์ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อพบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบเท่ากับ2.6×10^3 cfu/g, 1.2×10^3 cfu/g, 4.8×10^3 cfu/g และ 5.2×10^3 cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 172.05% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกัน 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 145.30% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น85.71% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 5.23% (ดังภาพที่ 4.12)

4.1.4.3 การตรวจวิเคราะห์ *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยกรดสารละลายซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อพบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบเท่ากับ 6×10^1 cfu/g, $<1\times10^1$ cfu/g, 1×10^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cfu/g และ $2.2x10^4$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 25.29% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกัน 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 7.68% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 34.00% (ดังภาพที่ 4.12)

4.1.4.4 การตรวจวิเคราะห์ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อ พบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบ $2.8x10^2$ cfu/g, $<1.0x10^1$ cfu/g, $8.4x10^2$ cfu/g และ $1.6x10^4$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 9.72% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกันเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 65.83% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 420.0% (ดังภาพที่ 4.12)

4.1.4.5 การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อพบว่าไม่มีเชื้อ *E. coli* ในสาหร่ายพวงองุ่นหลังจากการอบเลย (ดังตารางที่4.4)

4.1.4.6 การตรวจวิเคราะห์ Coliform พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อ พบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบเท่ากับ $5.8x10^2$ cfu/g $6x10^1$ cfu/g $6.8x10^2$ cfu/g และ $5.6x10^3$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 24.15% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกัน 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 51.20% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 105.22% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 68.05% (ดังภาพที่ 4.12)

4.1.4.7 การตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่ 15 และ 20 นาที แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ 20 นาที และแช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 20 นาที เมื่อนำมาอบและตรวจสอบปริมาณเชื้อพบว่ามีปริมาณเชื้อหลังการอบเท่ากับ $2.2x10^2$ cfu/g, $1x10^2$ cfu/g, $2.6x10^2$ cfu/g และ $3.6x10^3$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.4) ซึ่งสาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก

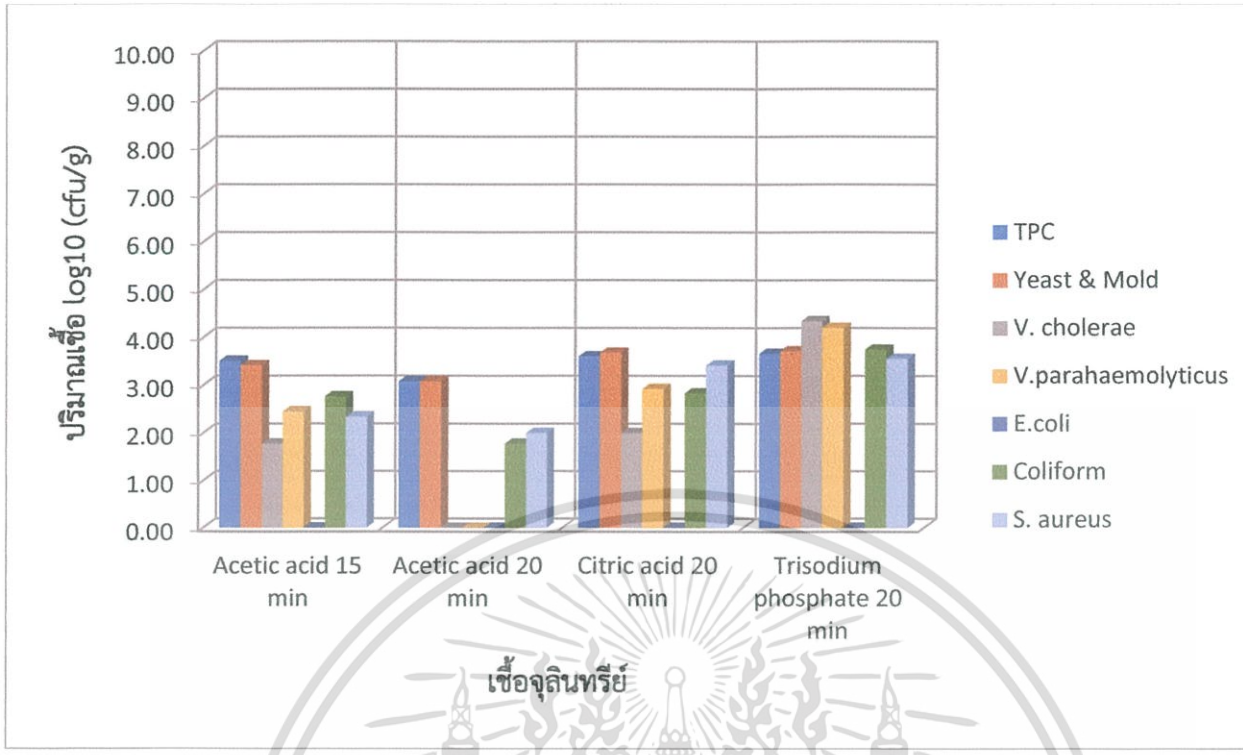
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 74.49% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายเดียวกัน 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 48.98% สาหร่ายที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 100.56% และสาหร่ายที่แช่ในสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 7.73% (ดังภาพที่ 4.12)

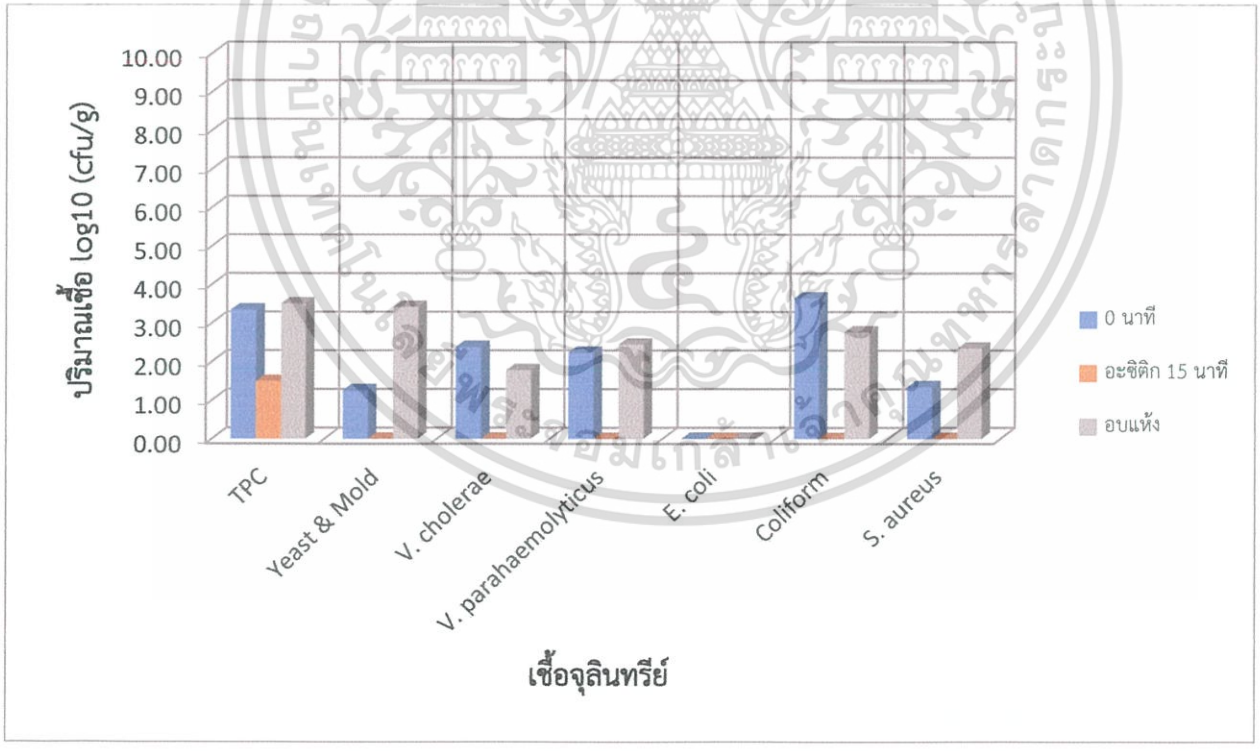
ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อสาหร่ายอบแห้ง

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)			
	Acetic 15 min	Acetic 20 min	Citric 20 min	Tri 20 min
TPC	3.2×10^{3}	1.2×10^{3}	4×10^{3}	4.6×10^{3}
Yeast&mold	2.6×10^{3}	1.2×10^{3}	4.8×10^{3}	5.2×10^{3}
V. cholerae	6×10^{1}	$<1\times10^{1}$	1×10^{2}	2.2×10^{4}
V. parahaemolyticus	2.8×10^{2}	$<1\times10^{1}$	8.4×10^{2}	1.6×10^{4}
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	5.8×10^{2}	6×10^{1}	6.8×10^{2}	5.6×10^{3}
S. aureus	2.2×10^{2}	1×10^{2}	2.6×10^{2}	3.6×10^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

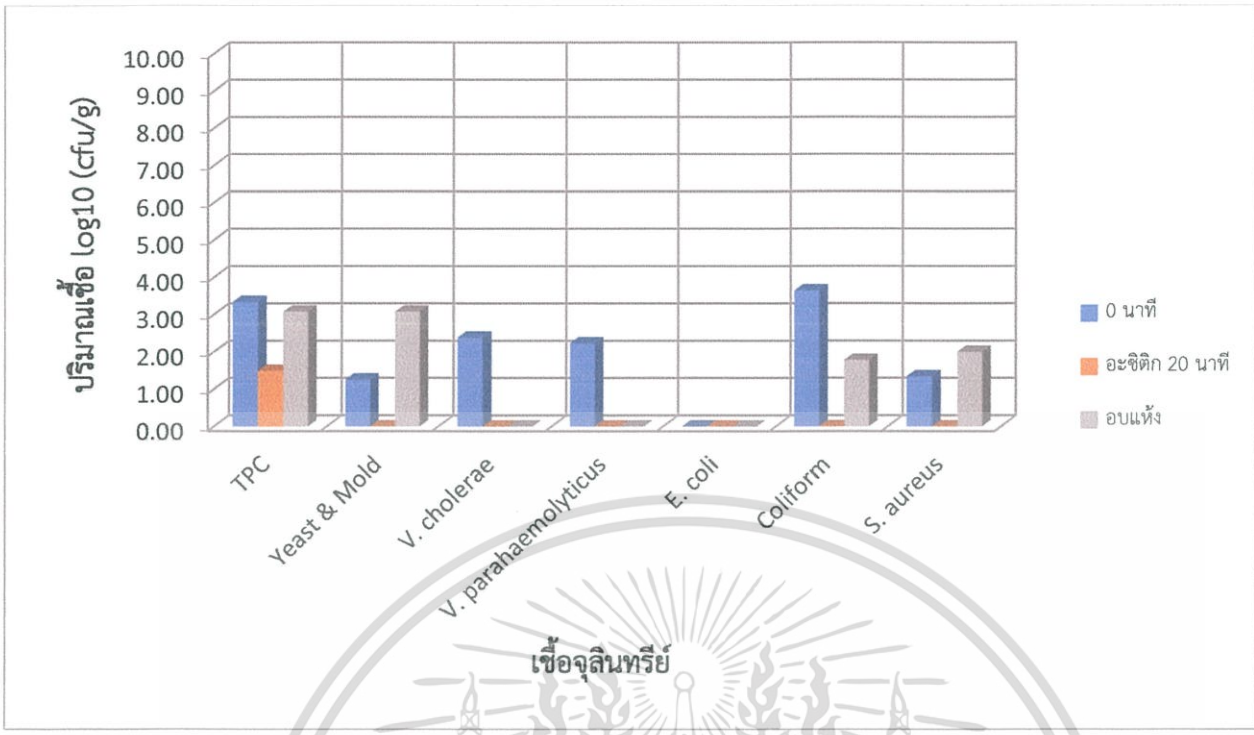


ภาพที่ 4.7 ปริมาณเชื้อสาหร่ายอบแห้ง

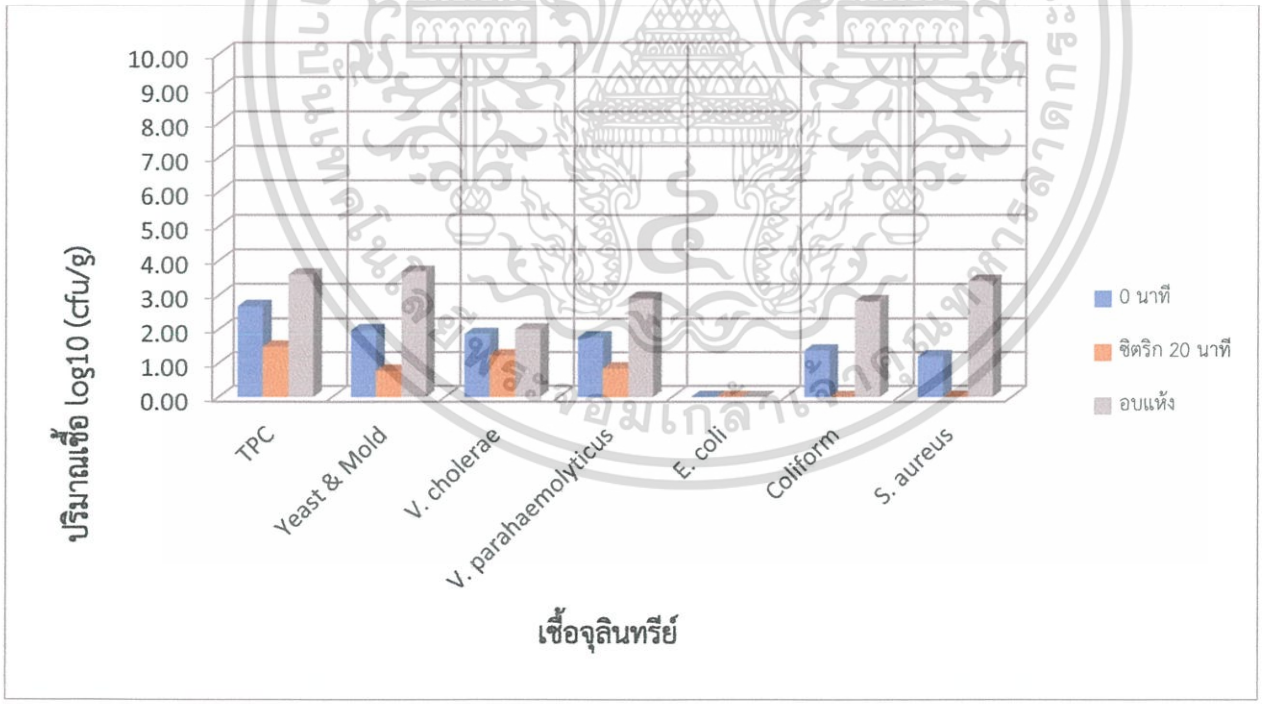


ภาพที่ 4.8 ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

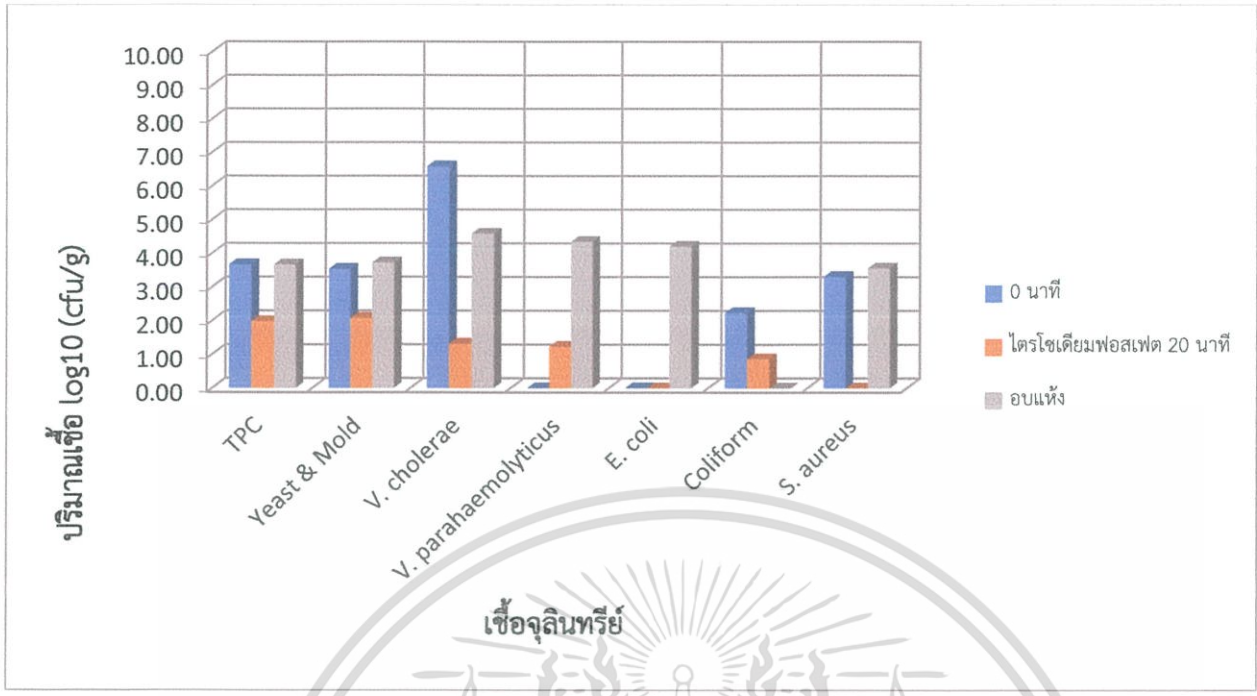


ภาพที่ 4.9 ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติก 20 นาที

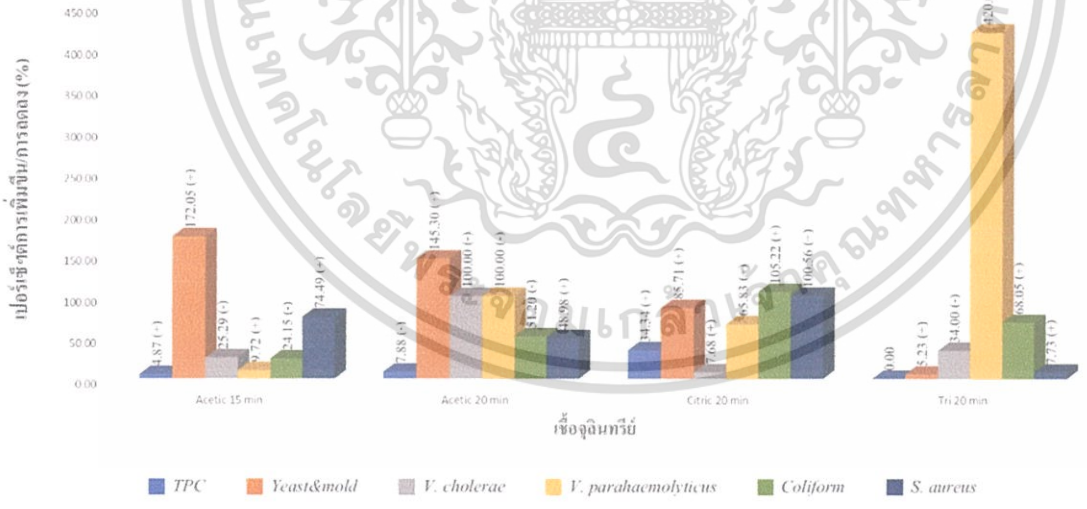


ภาพที่ 4.10 ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 ปริมาณเชื้อสาหร่ายสดและสาหร่ายหลังอบที่แช่ด้วยสารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต20 นาที



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์สาหร่ายอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารเคมีทั้ง 3 ชนิด เมื่อนำไปอบแล้ว มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นทั้งหมดเลย ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่า เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม TPC นั้นมีการกระจายตัวอยู่ในอากาศ ซึ่งอาจจะมีการปนเปื้อนจากขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ซึ่งในการจัดเก็บตัวอย่างนั้นอาจจะเก็บในสภาวะที่ไม่ได้เป็นสุญญากาศทำให้เชื้อราที่ส่วนใหญ่แล้วต้องการออกซิเจนในการเจริญนั้นเจริญได้ดี (วรวุฒิ เจริญศิริ) ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการอบนั้นเป็นอุณหภูมิที่ไม่เพียงพอที่จะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม *V. Cholera, V. parahaemolyticus,* และ Coliform ให้หมดได้ และในระหว่างการตรวจสอบนั้นตัวอย่างสาหร่ายอาจมีการสัมผัสกับมือหรือผิวหนังผู้ทำการตรวจสอบ เพราะว่าเชื้อ *S. aureus* สามารถพบได้ทั่วไปที่ผิวหนังและโพรงจมูกของมนุษย์ ก็อาจจะทำให้สาหร่ายอบแห้งมีการปนเปื้อนได้

4.2 พวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากผลการทดลองที่ 4.1 จะเห็นว่าการแช่ในกรดอะซิติกที่เวลา 20 นาที ทั้งในสาหร่ายสดและอบแห้ง เมื่อนำมาตรวจปริมาณเชื้อพบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่าการแช่ในกรดซิตริกและไตรโซเดียมฟอสเฟต และเนื่องจากที่ทำการทำลองไป เราใช้ปริมาณตัวอย่าง 10 กรัม ต่อน้ำยาเจือจาง 90 มิลลิลิตร ซึ่งไม่เป็นไปตามวิธีมาตรฐาน (ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์) เราจึงได้ทำการทดสอบอีกครั้งโดยทำการแช่สาหร่าย 40 กิโลกรัมในกรดอะซิติกที่เวลา 20 นาที และทำการตรวจสอบปริมาณเชื้อในสาหร่ายสดและอบแห้งที่อบด้วยอุณภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้ตัวอย่างสาหร่าย 25 กรัม ต่อน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร

4.2.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปอบแห้งอุณภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.2.1.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่กรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ 1.0×10^{4} cfu/g และ 8.6×10^{3} cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ 8.2×10^{3} cfu/g (ดังตารางที่4.5) ซึ่งพบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่นำมาทดสอบมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า 1×10^{6} cfu/g ซึ่งจากผลการทดลองแช่ด้วยกรดอะซิติก พบว่าเมื่อแช่เป็นระยะเวลานานขึ้นจะส่งผลต่อเชื้อมากขึ้นคือ พบจำนวนเชื้อน้อยลงเมื่อแช่เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 2.5% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.14)

4.2.1.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $9.6x10^3$ cfu/g, $8.1x10^1$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $3.4x10^2$ cfu/g (ดังตารางที่4.5) ซึ่งเชื้อมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น เป็นปริมาณที่เกินที่กำหนด คือน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 52.01% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 36.43% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.14)

4.2.1.3 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $5.1x10^6$ cfu/g และ $1.6x10^1$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.5) เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ$<1x10^1$ cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยพบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 82.12% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.14)

4.2.1.4 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $5.2 x10^6$ cfu/g และ $<1x10^1$ cfu/g ตามลำดับ (ดังตารางที่4.5) เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยพบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 89.29% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.14)

4.2.1.5 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที รวมถึงเมื่อนำมาอบ ตรวจไม่พบเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่4.5)

4.2.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.0x10^3$ cfu/g และ $1.3x10^1$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณ Coliform $4.6x10^2$ cfu/g (ดังตารางที่4.5) ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g โดยจากผลการทดลองแช่ด้วยกรดอะซิติกตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก แต่เชื้อมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

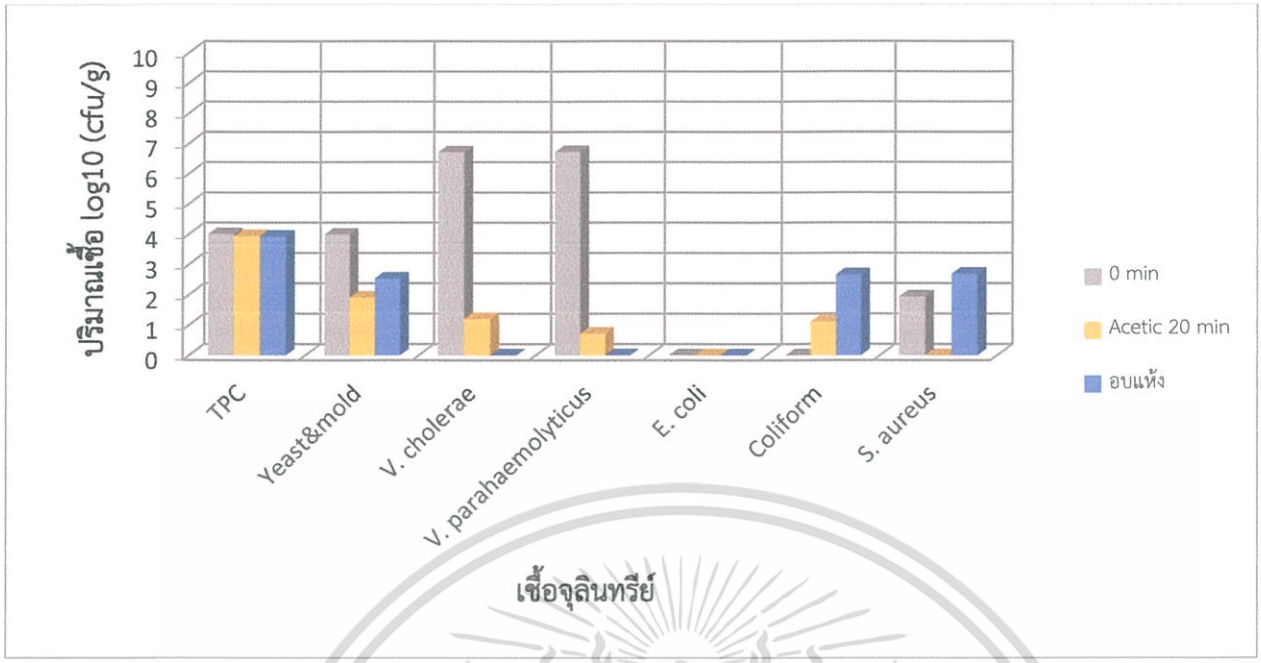
ปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการอบ ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 111% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 266% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.14)

4.2.1.7 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติก ที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $8.7x10^1$ cfu/g และ $<1x10^1$ cfu/g ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณเชื้อ $4.9x10^2$ cfu/g (ดังตารางที่4.5) ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 269% โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (ดังภาพที่ 4.14)

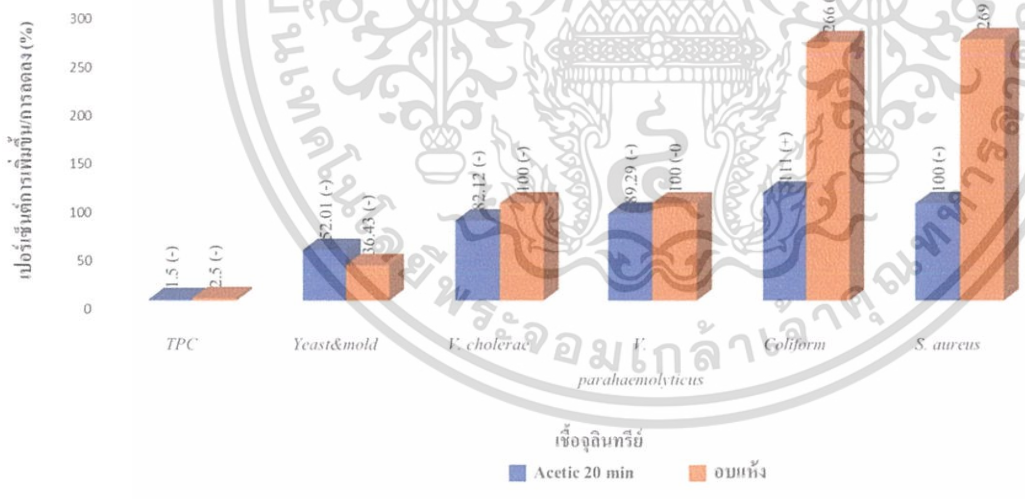
ตารางที่ 4.5 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	20 min (สด)	20 min (อบ)
TPC	$1.0x10^4$	$8.6x10^3$	$8.2x10^3$
Yeast&mold	$9.6x10^3$	$8.1x10^1$	$3.4x10^2$
V. cholerae	$5.1x10^6$	$1.6x10^1$	$<1x10^1$
V. parahaemolyticus	$5.2x10^6$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
E. coli	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
Coliform	$1.0x10^3$	$1.3x10^1$	$4.6x10^2$
S. aureus	$8.7x10^1$	$<1x10^1$	$4.9x10^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้ง หลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 20 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก พบว่า มีปริมาณเชื้อ TPC, Yeast and Mold, *V. Cholera, V. parahaemolyticus,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง ซึ่งเป็นเพราะว่ากรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราได้ จากกลไกในระดับเซลล์ จึงส่งผลให้เชื้อโรคดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตจึงหยุดการแพร่พันธุ์ (เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร, 2012)โดยมีการศึกษาของ Anas A. Al-Nabulsi และคณะ (2017) ได้มีการศึกษาการใช้กรดอะซิติกในการยับยั้งเชื้อ และเมื่อนำสาหร่ายไปอบ พบว่า ปริมาณเชื้อที่กล่าวมาข้างต้นมีการลดลง ยกเว้นเชื้อ *S. aureus* ที่มีการเพิ่มขึ้น โดยอาจเกิดจากมีการปนเปื้อนมาจากผู้ทำการตรวจสอบ ซึ่งอาจมีการสัมผัสกับมือหรือผิวหนังผู้ทำการตรวจสอบ เพราะว่าเชื้อนี้สามารถพบได้ทั่วไปที่ผิวหนังและโพรงจมูกของมนุษย์ ก็อาจจะทำให้สาหร่ายอบแห้งมีการปนเปื้อนได้

4.3 สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากผลการตรวจเชื้อดังตารางที่ 4.5 พบว่าในสาหร่ายอบแห้งมีปริมาณเชื้อมากกว่าสาหร่ายสดที่แช่ในกรดและเกินเกณฑ์ที่กำหนด จึงได้นำสาหร่ายพวงองุ่น 40 กิโลกรัมทำการเพิ่มเวลาในการแช่กรดอะซิติดเป็น 40 นาที และเพิ่มอุณหภูมิในการอบเป็น 70 องศาเซลเซียส เนื่อง Yeast and Mold สามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณเชื้อในสาหร่ายอบแห้งเพิ่มขึ้น

4.3.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที แล้วนำไปอบแห้งอุณภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.3.1.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่กรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณ $6.2x10^1$ cfu/g และ $3.4x10^1$ cfu/g ตามลำดับ พบจำนวนเชื้อน้อยลงเมื่อแช่เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น และ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $1.1x10^3$ cfu/ (ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งพบว่าเมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อมีการเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างกระบวนการ แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า $1x10^6$ cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 14.53% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 69.83% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณเชื้อ $2.2x10^1$ cfu/g และ $1.9x10^1$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ$9.1x10^3$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งเชื้อมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น เป็นปริมาณที่เกินที่กำหนด คือน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 4.48% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 195.52% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวง (ดังภาพที่ 4.16)

4.3.1.3 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. cholera*e พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณเชื้อ $1.2x10^6$ cfu/g และ $8.6x10^6$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 14.14% โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.16)

4.3.1.4 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณเชื้อ $8.1x10^6$ cfu/g และ $<1x10^1$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยพบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.16)

4.3.1.5 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที รวมถึงเมื่อนำมาอบ ตรวจไม่พบเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่ 4.6)

4.3.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1.0x10^1$ cfu/g เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณ เชื้อ $<1.0x10^1$ cfu/g ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า10 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.16)

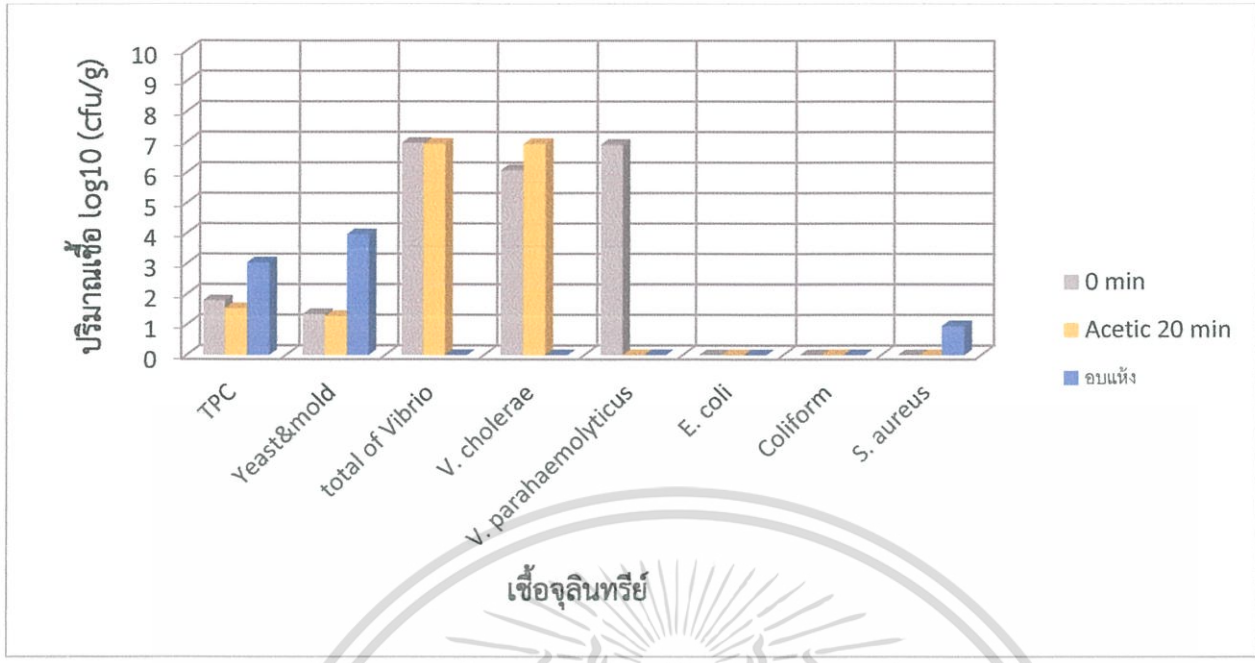
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.7 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยกรดอะซิติกที่ 0 และ 40 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.6) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 95% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.16)

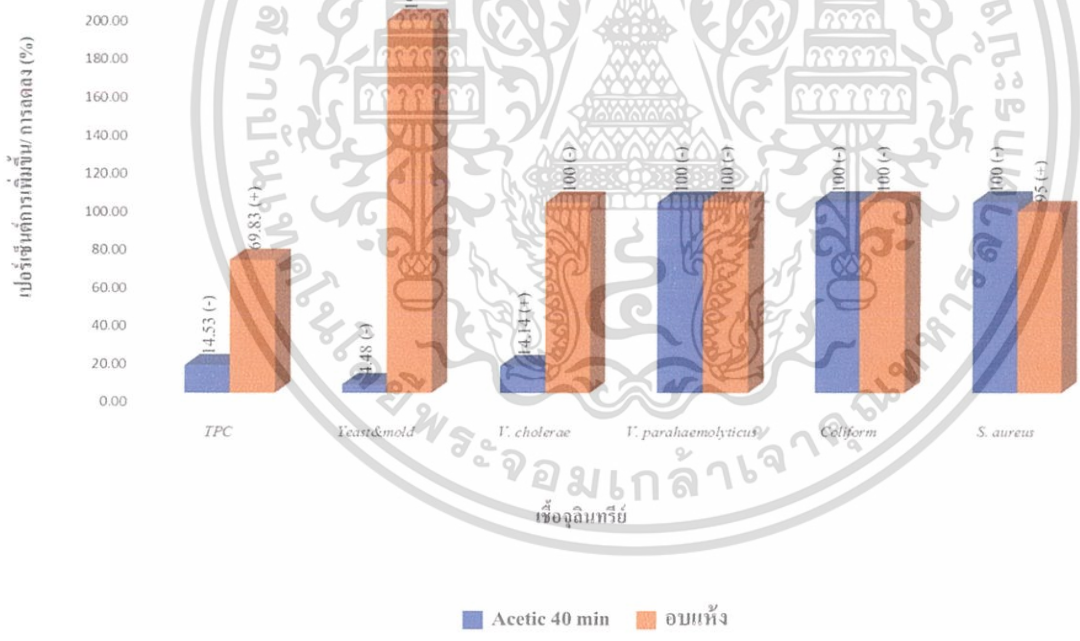
ตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	40 min (สด)	40 min (อบ)
TPC	$6.2x10^1$	$3.4x10^1$	$1.1x10^3$
Yeast&mold	$2.2x10^1$	$1.9x10^1$	$9.1x10^3$
V. cholera	$1.2x10^6$	$8.6x10^6$	$<1x10^1$
V. parahaemolyticus	$8.1x10^6$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
E. coli	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
Coliform	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$
S. aureus	$<1x10^1$	$<1x10^1$	$<1x10^1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายที่ล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4.6 ซึ่งจากผลการทดลองพบปริมาณเชื้ออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงได้มีการส่งตัวอย่างสาหร่ายรอบเดียวกันนี้ไปตรวจสอบผลที่สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร (สคอ.) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของผลที่ได้จากการทดลอง โดยได้ผลการตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายอบแห้งจากสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร (สคอ.) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ
	สาหร่ายอบแห้ง
TPC	3200 cfu/g
Yeast&mold	น้อยกว่า 10 cfu/g
V. cholerae	ไม่พบ
V. parahaemolyticus	ไม่พบ
E. coli	น้อยกว่า 3 cfu/g
Coliform	น้อยกว่า 10 cfu/g
S. aureus	น้อยกว่า 10 cfu/g

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติก มีปริมาณเชื้อ TPC, Yeast and Mold, *V. Parahaemolyticus,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง ซึ่งเป็นเพราะว่ากรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเชื้อราได้ จากกลไกในระดับเซลล์ จึงส่งผลให้เชื้อโรคดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตจึงหยุดการแพร่พันธุ์ (เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร, 2012) แต่เชื้อ *V. Cholerae* มีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเพราะว่าเชื้อนี้สามารถเจริญได้ดีในที่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิ 16-42 องศาเซลเซียส แต่ที่ 37 องศาเซลเซียสเหมาะสมที่สุดในการเจริญ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการแช่สาหร่าย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เชื้อบางส่วนมีการเจริญขึ้นมาได้ และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นไปอบ พบว่า ปริมาณเชื้อ *V. Cholerae, V. parahaemolyticus,* Coliform และ *S. aureus* ที่ลดลง เพราะว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบนั้นเป็นอุณหภูมิที่สูง เป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ จึงมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการตายลดจำนวนลงได้ และมีปริมาณเชื้อ TPC และ Yeast and Mold ที่มีการเพิ่มขึ้น โดยอาจเกิดจากที่ตัวอย่างสาหร่ายอบแห้งนี้เก็บบรรจุในถุงในสภาวะที่ไม่ใช่สุญญากาศ และจัดเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเชื้อ TPC มีการกระจายตัวอยู่ในอากาศ และเชื้อราส่วนใหญ่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

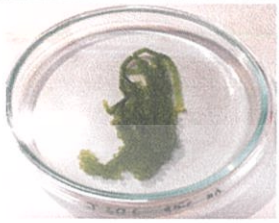
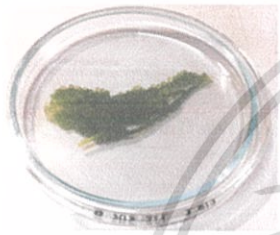
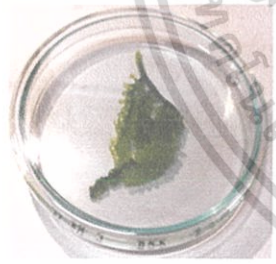
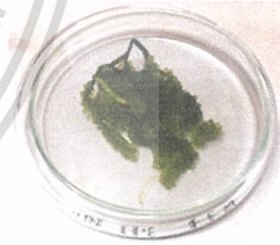
ต้องการออกซิเจนในการเจริญ แล้วอุณหภูมิห้องที่จัดเก็บนั้นเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ (วรวุฒิ เจริญศิริ) จึงอาจทำให้เชื้อมีการเจริญหรือมีการปนเปื้อนได้

4.4 สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

จากผลการตรวจเชื้อดังตารางที่ 4.6 พบว่ามีสาหร่ายสดและอบแห้ง มีปริมาณเชื้อเป็นไปตามเกณฑ์ แต่การใช่กรดอะซิติกในการแช่สาหร่าย ส่งผลให้สาหร่ายมีกลิ่นกรด และสภาพของสาหร่ายสดค่อนข้างมีสีเขียวคล้ำ ไม่เหมาะต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆได้ จึงได้เปลี่ยนวิธีการจากแช่กรด มาเป็นการลวก จึงได้ทำการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ และแช่น้ำแข็งที่เวลาต่างๆ ดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 สาหร่ายที่ผ่านการลวกที่เวลาต่างๆ และ แช่น้ำแข็งที่เวลาต่างๆ

แช่น้ำเย็น (นาที)	ลวก (นาที)			
	0.5	1	2	4
0		-	-	-
0.5		-	-	-
1		-	-	-
5				

หมายเหตุ : - = ไม่ได้ทำการทดลอง

ทำการทดลองลวกสาหร่าย ที่ใช้เวลาในการลวก และ แช่น้ำแข็ง แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.7 ได้ทำการเลือกจากสีและสภาพของสาหร่าย จะเห็นว่าสาหร่ายที่ลวกอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา1นาที แช่น้ำแข็ง 5นาที มีสภาพและสีดีที่สุด จึงนำมาทำการทดลอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์และเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.4.1.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ 0 นาที และลวก มีปริมาณเชื้อ $8.6x10^3$ cfu/g และ $1.1x10^3$ cfu/g ตามลำดับ พบจำนวนเชื้อน้อยลงเมื่อแช่เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น และ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $1.0x10^3$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ พบเชื้อน้อยกว่า $1x10^6$ cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 22.84% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 23.86% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

4.4.1.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Yeast and Mold พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ 0 นาที และ ลวก มีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g และ $4.0x10^1$ cfu/g ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเชื้อมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) เป็นปริมาณที่เกินที่กำหนด คือน้อยกว่า 100 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 160.0% โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น อาจเป็นเนื่องมาจาก ตัวอย่างสาหร่ายบรรจุในถุงที่สภาวะที่ไม่ได้เป็นสุญญากาศ ซึ่งทำให้เชื้อราเมีการเพิ่มจำนวนขึ้นได้ และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่นจากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

4.4.1.3 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. cholerae* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ 0 นาที และลวก มีปริมาณเชื้อ $4.6x10^7$ cfu/g และ $3.9x10^7$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยจากผลการทดลองนาทีที่ 0 และ ลวก พบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการลวก และปริมาณเชื้อลดลงจากลวกเมื่อผ่านการอบ ซึ่งสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 0.91% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

4.4.1.4 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *V. paraheamolyticus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่0 นาที และลวก มีปริมาณเชื้อ $4.4x10^7$ cfu/g และ $2.0x10^7$ cfu/g ตามลำดับ เมื่อนำมาอบมีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินที่กำหนด คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม โดยจากผลการทดลองนาทีที่ 0 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลวก พบว่าเชื้อเริ่มต้นที่ตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลงเมื่อผ่านการลวก และปริมาณเชื้อลดลงจากลวกเมื่อผ่านการอบ ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 4.45% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

4.4.1.5 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *E. coli* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ 0 นาที และลวก รวมถึงเมื่อนำมาอบ ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ในสาหร่ายพวงองุ่นเลย (ดังตารางที่ 4.9)

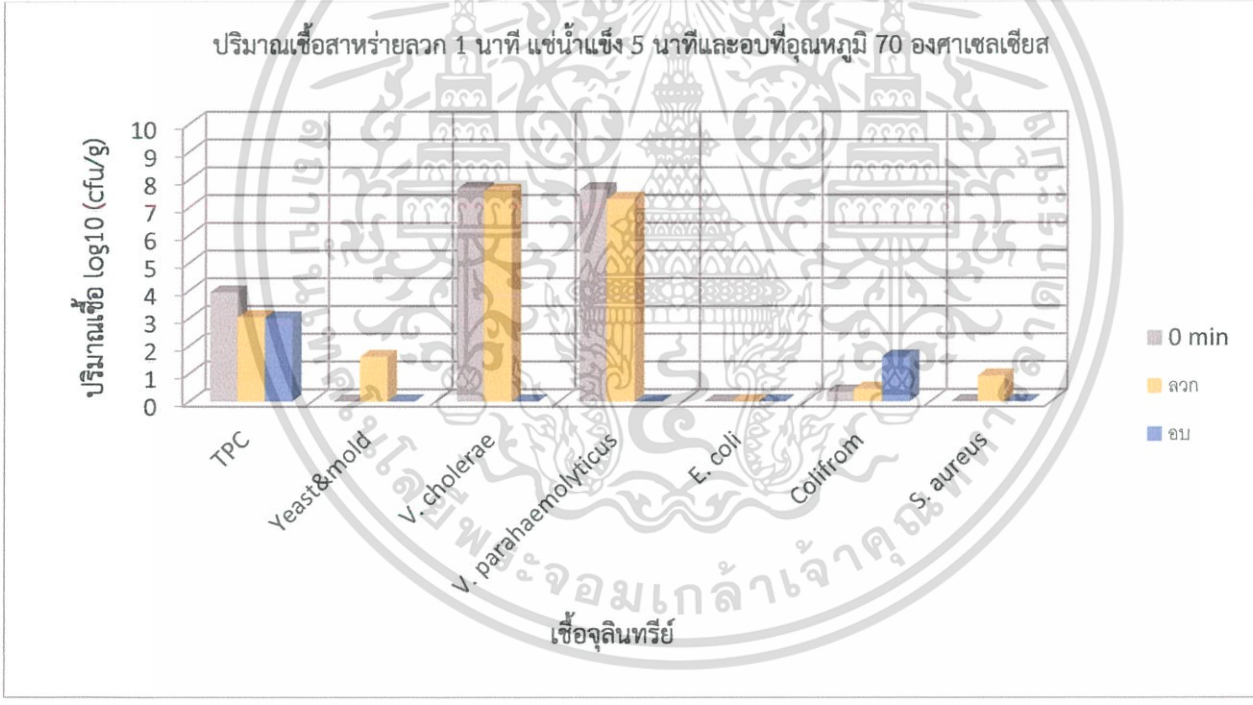
4.4.1.6 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ Coliform พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ 0 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อ $<1x10^1$ เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณเชื้อ $4.0x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g โดยจากผลการทดลองลวกตรวจพบมีปริมาณเชื้อที่ลดลง ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 32.35% โดยสาเหตุที่ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 370.59% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

4.4.1.7 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus* พบว่าสาหร่ายพวงองุ่น 0 นาที และลวกมีปริมาณ *S. aureus* $<1x10^1$ cfu/g (ดังตารางที่ 4.9) ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 100 cfu/g เมื่อนำมาอบ พบว่ามีปริมาณ *S. aureus* $<1x10^1$ cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ เชื้อน้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่ง สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ที่ลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 92% และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (24 ชั่วโมง) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง 100% จากเชื้อเริ่มต้นของสาหร่ายพวงองุ่น (ดังภาพที่ 4.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

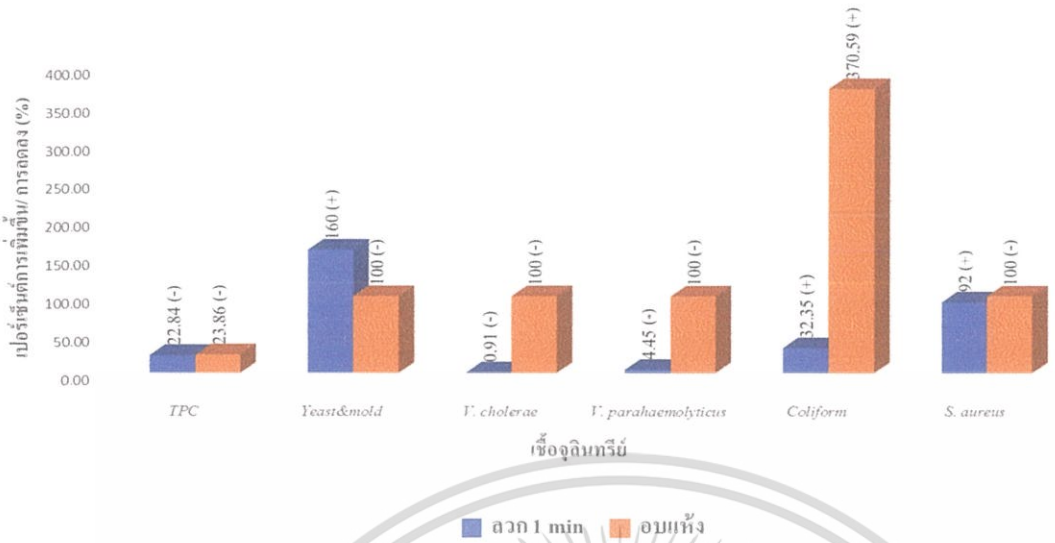
ตารางที่ 4.9 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	ลวก	อบ
TPC	8.6×10^{3}	1.1×10^{3}	1.0×10^{3}
Yeast&mold	$<1\times10^{1}$	4.0×10^{1}	$<1\times10^{1}$
V. cholerae	4.6×10^{7}	3.9×10^{7}	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	4.4×10^{7}	2.0×10^{7}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	4.0×10^{1}
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



ภาพที่ 4.17 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้ง หลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4.9 ซึ่งจากผลการทดลองพบปริมาณเชื้ออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงได้มีการส่งตัวอย่างสาหร่ายรอบเดียวกันนี้ไปตรวจสอบผลที่สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของผลที่ได้จากการทดลอง โดยได้ผลการตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายอบแห้งจากสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม

เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ
	สาหร่ายอบแห้ง
TPC	8.6×10^{2} cfu/g
Yeast&mold	น้อยกว่า 10 cfu/g
V. cholerae	ไม่พบ
V. parahaemolyticus	ไม่พบ
E. coli	น้อยกว่า 3 mpn/g
Coliform	น้อยกว่า 3 mpn/g
S. aureus	ไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่า สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลวกและแช่น้ำแข็ง มีปริมาณเชื้อ TPC, *V. Cholera,* และ *V. parahaemolyticus* ที่ลดลง ซึ่งเป็นเพราะว่าเชื้อทั้ง 3 ชนิดนี้ ไม่ทนความร้อน แล้วเมื่อนำไปลลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เชื้อจึงไม่สามารถอยู่รอดได้ และมีปริมาณเชื้อ Yeast and Mold, Coliform และ *S. aureus* ที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะว่า สาหร่ายพวงองุ่นนั้นไม่อยู่ในสภาวะที่เป็นสุญญากาศ สัมผัสออกซิเจนอยู่ตลอด ซึ่งการมีออกซิเจนนั้นเป็นปัจจัยที่ทำให้เชื้อ Yeast and Mold เจริญได้ (วรวุฒิ เจริญศิริ) แล้วน้ำที่นำมาใช้ในการลวกหรือน้ำแข็งที่นำมาใช้ในการแช่สาหร่ายถึงแม้ว่าในขั้นตอนการแช่สาหร่ายหลังการลวกเสร็จนั้นจะบรรจุสาหร่ายในถุงในขณะที่แช่ก็ตามแต่ก็อาจจะมีการปิดปากถุงไม่สนิทพอ จึงทำให้มีการปนเปื้อนจากเชื้อ Coliform ได้ และในระหว่างการตรวจสอบนั้นตัวอย่างสาหร่ายอาจมีการสัมผัสกับมือหรือผิวหนังผู้ทำการตรวจสอบ เพราะว่าเชื้อ *S. aureus* สามารถพบได้ทั่วไปที่ผิวหนังและโพรงจมูกของมนุษย์ ก็อาจจะทำให้สาหร่ายอบแห้งมีการปนเปื้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลองการใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น พบว่า การแช่สาหร่ายพวงองุ่นสดในสารละลายกรดอะซิติก กรดซิตริก และไตรโซเดียมฟอสเฟต สาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารละลายกรดอะซิติก เป็นเวลา 40 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายพวงองุ่นได้ดีที่สุด และเมื่อนำสาหร่ายพวงองุ่นสดที่แช่ในสารลละลายกรดอะซิติก เป็นเวลาดังกล่าว ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก็จะสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายอบแห้งได้ดีกว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่การแช่สาหร่ายพวงองุ่นในกรดนั้น มีผลทำให้สาหร่ายพวงองุ่นสดมีสีเขียวคล้ำ มีกลิ่นของกรดอะซิติกติดมาด้วย ซึ่งไม่หมาะต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จึงได้ทำการเปลี่ยนวิธีการมาเป็นการลวกแทน โดยทำการทดลองลวกสาหร่ายพวงองุ่นสดที่อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่าง ๆ และทำการแช่น้ำแข็งด้วยที่เวลาต่าง ๆ เพื่อต้องการที่จะทดลองหาเวลาที่ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นสดยังคงสภาพดีที่สุดได้ ฉะนั้นจึงได้ว่า สาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่ในน้ำแข็ง 5 นาที ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นสดมีสภาพและสีดีที่สุด และเมื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายพวงองุ่น ก็พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ลดลง มีค่าไม่เกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาที่กำหนดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2560

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สารเคมีที่สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสาหร่ายพวงองุ่นได้ดีที่สุด คือ กรดอะซิติก

5.2.2 สาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการลวกจะให้สีที่สดกว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดอะซิติก, กรดซิตริก และไตรโซเดียมฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dmsc-library.moph.go.th/เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร/. 5 พฤษภาคม 2562

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์นาชายฝั่ง. 2017. การจัดการความรู้การเพาะเลี้ยงและการจัดการสาหร่ายพวงองุ่นหลังการเกบเกี่ยว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20170808161509_file.pdf. 5 พฤษภาคม 2562

ธงธวัช อนุครรหานนท์. Fungi. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.med.mahidol.ac.th/Fungi/. 5 พฤษภาคม 2562

ดวงพร. 2012. อาหารสุขภาพและเครื่องสำอางจากสาหร่ายเตา หรือเทาน้ำ Spirogyra spp. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://ascannotdo.wordpress.com/tag/สาหร่ายเตา-spirogyra-spp/. 5 พฤษภาคม 2562

นิธิยา รัตนาปนนท์. ยีสต์ (Yeast). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.org/ยีสต์ (Yeast)/. 5 พฤษภาคม 2562

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. จุลินทรีย์ก่อโรค. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.org/จุลินทรีย์ก่อโรค/. 5 พฤษภาคม 2562

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. *Escherichia coli*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.org/*Escherichia coli*/. 5 พฤษภาคม 2562

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2010. citric acid / กรดซิตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1339/citric-acid-กรดซิตริก. 5 พฤษภาคม 2562

วรวุฒิ เจริญศิริ. รา (Mold). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bangkokhealth.com/รา (Mold)/. 5 พฤศจิกายน 2561

วิภาดา. 2012. สาหร่าย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://wipadapoltee.blogspot.com/2012/02/blog-post.html. 5 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรีวรรณา หัทยานานนท์. *Vibrio parahaemolyticus*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dmsc.com/*Vibrioparahaemolyticus*/. 5 พฤษภาคม 2562

ศิวาพร ศิวาเวช. *Staphylococcus aureus*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.org/*Staphylococcus aureus*/. 5 พฤษภาคม 2562

สุวรรณา เทพสุนทร. *Vibrio cholerae*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dmsc.com/*Vibrio cholerae*/. 5 พฤษภาคม 2562

สมศักดิ์ สรั่งบิน. 2542. กรดซิตริก/กรดมะนาว (Citric acid) ประโยชน์ และความเป็นพิษของกรดซิตริก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.siamchemi.com/กรดซิตริก/. 5 พฤษภาคม 2562

เภสัชกร อภัย ราษฎรวิจิตร. 2016. กรดอะซิติก (Acetic acid). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://haamor.com/th/กรดอะซิติก/. 5 พฤษภาคม 2562Aldhous MC. 2010. Yeast. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http//www.fenologica.com/Yeast/.5 พฤษภาคม 2562

Korcsmáros. 2014. *Salmonella*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http//www.earlham.com/*Salmonella*/. 5 พฤษภาคม 2562

Rachel Zemser. 2017. Mold. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http//www.ediblemagazine.com/Yeast/. 5 พฤษภาคม 2562

Volker Brinkmann. 2015. *Staphylococcus aureus*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.isglobal.org/*Staphylococcus aureus*/. 5 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

ก.1 Alkaline peptone water

1. Peptone	10	กรัม
2. Sodium chloride	10	กรัม
3. Distilled water	1	ลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับพีเอชให้ได้ 8.5 ± 0.2 นำเข้า autoclave ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

ก.2 Butterfield's Phosphate-Buffered Dilution Water

1.1 การเตรียมสารละลายสต็อก

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที เก็บในตู้เย็น

1.2 การเตรียม Distilled blank

ตวงสารละลายสต็อก 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดปริมาตร 450 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 50 กรัม) หรือตวงใส่ขวดปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) และดูด 9 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลองขนาด 16x150 mm. นำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

ก.3 Plate Count Agar (Standard Method)

1. Tryptone	5	กรัม
2. Yeast extract	2.5	กรัม
3. Dextose	1	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Agar	15	กรัม
5. Distilled water	1	ลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับพีเอชให้ได้ 7.0 ± 0.2 นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

ก.4 Potato Dextose Agar

1. Potato infusion	200	กรัม
2. Dextose	20	กรัม
3. Agar	20	กรัม
4. Distilled water	1	ลิตร

เตรียม Potato infusion ต้มมันฝรั่งที่หั่นโดยไม่ได้ปอกเปลือก 200 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองเอาเนื้อมันฝรั่งออก เก็บน้ำต้มมันฝรั่งไว้ใช้ ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมดใน Potato infusion ปรับพีเอชให้ได้ 5.6 ± 0.2 นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

ก.5 Thiosulfate-Citrate-Bile-Salt-Sucrose (TCBS Agar)

1. Yeast extract	5	กรัม
2. Sodium chloride	10	กรัม
3. Peptone	10	กรัม
4. Ferric citrate	1	กรัม
5. Sucrose	20	กรัม
6. Bromthymol Blue	0.04	กรัม
7. Sodium thiosulfate·$5H_2O$	10	กรัม
8. Thymol blue	0.04	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Sodium citrate · $2H_2O$	10	กรัม
10. Agar	15	กรัม
11. Sodium cholate	3	กรัม
12. Oxgall	5	กรัม
13. Distilled water	1	ลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมด ต้มพอเดือด ปรับพีเอชให้ได้ 8.6 ไม่ต้องฆ่าเชื้อใน autoclave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารเคมี

ข.1 สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์

1. ตวงกรดอะซิติก 4 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์
2. เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

ข.2 สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 1.4 เปอร์เซ็นต์

1. ชั่งกรดซิตริก 14 กรัม ใส่ในบีกเกอร์
2. เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย
3. ปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

ข.3 สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

1. ชั่งไตรโซเดียมฟอสเฟต 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์
2. เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ละลาย
3. ปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการคำนวณ

ค.1 การคำนวณปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ ค.1 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเชื้อยีสต์และรา

จำนวนโคโลนีที่นับได้				ผลการตรวจนับ
ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง			
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1	37	8	0	
2	58	11	0	
	ค่าเฉลี่ย = 47.5			$4.8x10^2$ cfu/g
	$47.5x10^1$			
	~ 480			

วิธีการคำนวณ

1. ตรวจนับจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี
2. จากตารางที่ ค.1 หลังจากที่ได้ผลการตรวจนับ $4.8x10^2$ CFU/g จากนั้นทำการหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งมีน้ำหนัก 25 กรัม โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ปริมาณเชื้อยีสต์และราที่พบในตัวอย่าง 25 กรัม} = \frac{4.8x10^2}{25} = 19.2 \text{ cfu/g}$$

ดังนั้น ปริมาณเชื้อยีสต์และราที่พบในตัวอย่าง 25 กรัมมี $1.9x10^1$ cfu/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนโคโลนีที่นับได้				ผลการตรวจนับ
ซ้ำที่	ระดับความเจือจาง			
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
1	99	21	3	8.6×10^{2} cfu/g
2	72	15	1	
	ค่าเฉลี่ย = 85.5			
	85.5×10^{1}			
	~ 860			

วิธีการคำนวณ

1. ตรวจนับจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี
2. จากตารางที่ ค.1 หลังจากที่ได้ผลการตรวจนับ 8.6×10^{2} CFU/g จากนั้นทำการหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งมีน้ำหนัก 25 กรัม โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ปริมาณเชื้อยีสต์และราที่พบในตัวอย่าง 25 กรัม $= \frac{8.6 \times 10^{2}}{25} = 34.4$ cfu/g

ดังนั้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่าง 25 กรัมมี 3.4×10^{1} cfu/g

ค.2 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์

1. การคำนวณเปอร์เซ็นต์การลดลง

โดยใช้สูตร 100 - ((จำนวนเชื้อหลัง x 100) / จำนวนเชื้อเริ่มต้น)

ที่ 0 นาที มีปริมาณเชื้อ TPC = 9.1×10^{1} cfu/g ทำเป็น log10(cfu/g) = 1.96

เมื่อแช่ในอะซิติก40 นาที มีปริมาณเชื้อ TPC = 8.8×10^{1} cfu/g ทำเป็น log10(cfu/g) = 1.94

เชื้อ TPC มีการลดลง = 100 - ((1.94 x 100) / 1.96) = 0.74 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น

โดยใช้สูตร ((จำนวนเชื้อหลัง x 100) / จำนวนเชื้อเริ่มต้น) - 100

ที่ 0 นาที มีเชื้อ *S. aureus* = 1.2 cfu/g ทำเป็น log10(cfu/g) = 0.08

เมื่อลวก 1 นาที แล้ว มีเชื้อ *S. aureus* = 2 cfu/g ทำเป็น log10(cfu/g) = 0.3

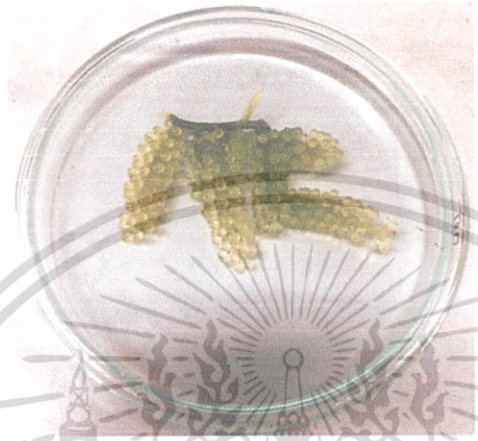
เชื้อ *S. aureus* มีการเพิ่มขึ้น = ((0.3 x 100) / 0.08) – 100 = 280.18 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

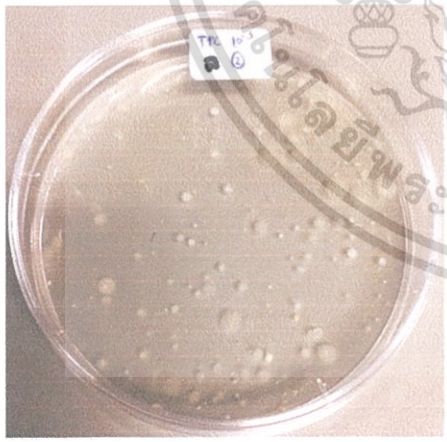
วัตถุดิบและภาพผลการทดลอง

ง.1 วัตถุดิบ



ภาพที่ ง.1 สาหร่ายพวงองุ่น

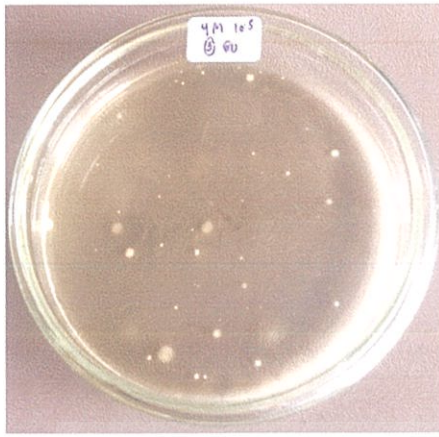
ง.2 ภาพผลการทดลอง



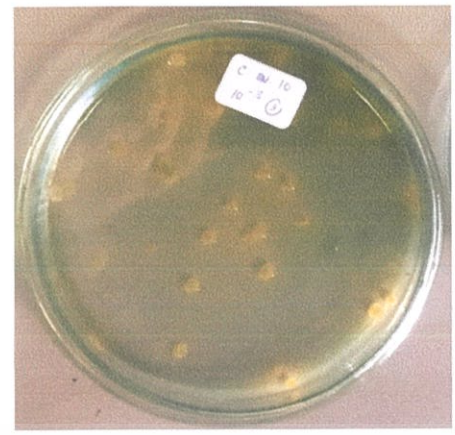
ภาพที่ ง.2 โคโลนีของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ภาพที่ ง.3 โคโลนีของรา

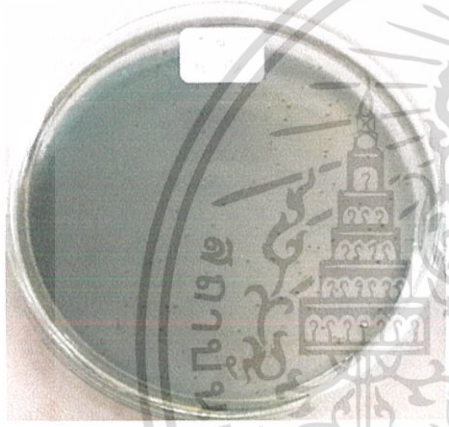
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.4 โคโลนีของยีสต์



ภาพที่ ง.5 โคโลนีของ *V. cholerae*



ภาพที่ ง.6 โคโลนีของ *V. parahaemolyticus*

ภาพที่ ง.7 โคโลนีของ *S. aureus*

ภาพที่ ง.8 โคโลนีของ Coliform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : ภาพที่ ง.2 ลักษณะโคโลนีของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีลักษณะกลมและมีสีขาว

ภาพที่ ง.3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรามีลักษณะเป็นเส้นใยอยู่รวมกันเป็นกระจุกและมีสปอร์

ภาพที่ ง.4 ลักษณะโคโลนีของยีสต์มีลักษณะกลม ผิวมันวาวและมีสีขาว

ภาพที่ ง.5 ลักษณะโคลนีของ *V. cholerae* มีลักษณะกลมนูน ตรงกลางโคโลนีขุ่นแต่รอบนอกโคโลนีมีลักษณะใสและมีสีเหลืองเนื่องจากเกิดการหมักของน้ำตาลซูโครส

ภาพที่ ง.6 ลักษณะโคโลนีของ *V. parahaemolyticus* มีลักษณะกลมนูนและมีสีเขียวเข้มเนื่องจากไม่สามารถหมักน้ำตาลซูโครสได้

ภาพที่ ง.7 ลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* มีลักษณะกลม โคโลนีมีสีน้ำเงินและสีเขียว

ภาพที่ ง.8 ลักษณะโคโลนีของ Coliform มีลักษณะกลม โคโลนีมีสีแดงและสีน้ำเงินและเกิดฟองก๊าซเนื่องจากเกิดการหมักของน้ำตาลแลคโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

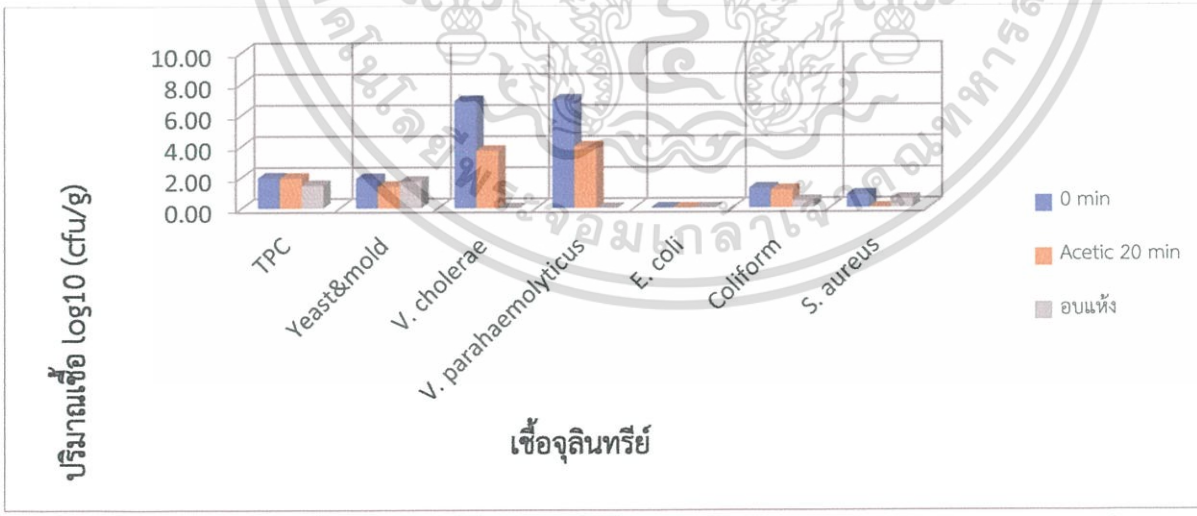
ภาคผนวก จ

ผลการทดลอง

จ.1 ปริมาณเชื้อและเปอร์เซ็นต์การลดลงการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ จ.1 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	40 min (สด)	40 min (อบ)
TPC	9.1×10^{1}	8.8×10^{1}	2.9×10^{1}
Yeast&mold	8.0×10^{1}	2.5×10^{1}	5.3×10^{1}
V. cholerae	7.9×10^{6}	5.0×10^{3}	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	9.2×10^{6}	9.0×10^{3}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	1.8×10^{1}	1.4×10^{1}	$<1\times10^{1}$
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



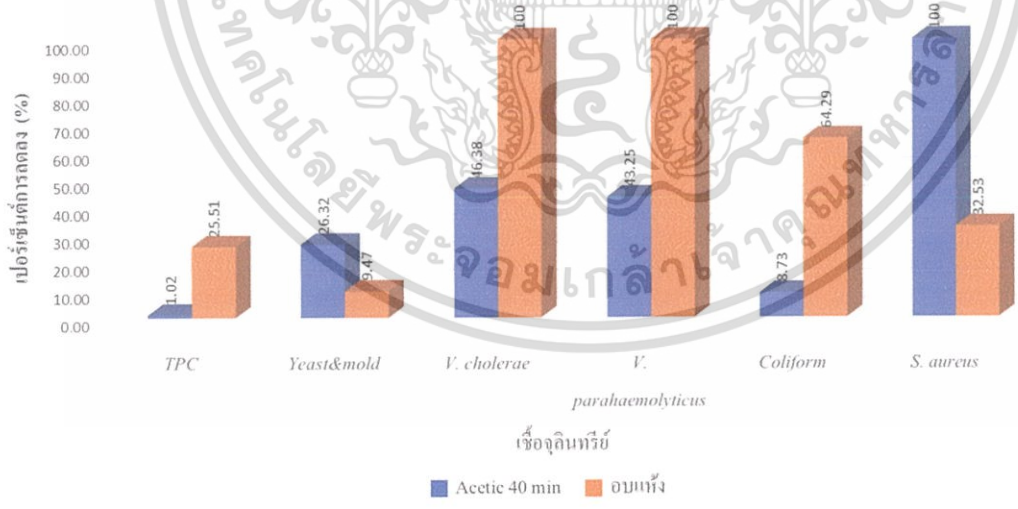
ภาพที่ จ.1 ปริมาณเชื้อในสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 .เปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อจุลินทรีย์	0 min Log10 (Cfu/g)	Acetic 40 min Log10 (Cfu/g)	Acetic 40 min (%)	อบ Log10 (Cfu/g)	อบ (%)
TPC	1.96	1.94	1.02	1.46	25.51
Yeast&mold	1.9	1.4	26.32	1.72	9.47
V. cholerae	6.9	3.7	46.38	0	100
V. parahaemolyticus	6.96	3.95	43.25	0	100
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliform	1.26	1.15	8.73	0.45	64.29
S. aureus	0.83	0	100	0.56	32.53

*-



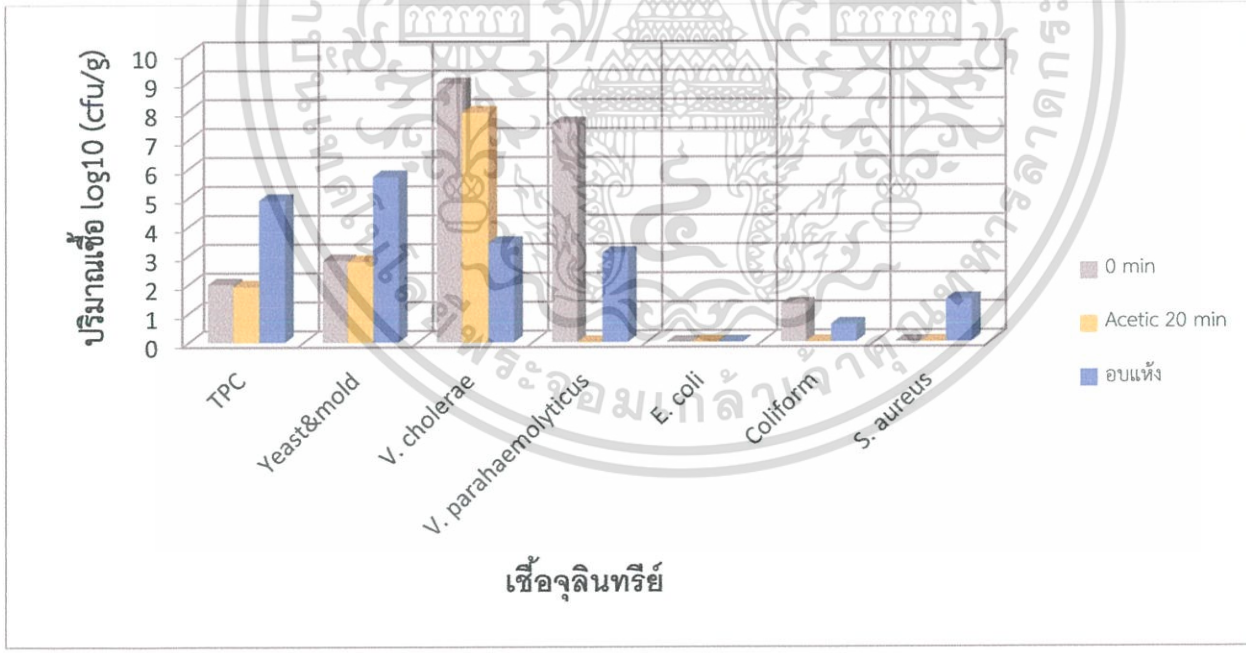
ภาพที่ จ.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้งหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.2 ปริมาณเชื้อและเปอร์เซ็นต์การลดลงการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายพวงองุ่นที่แช่ด้วยสารละลายกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง(สาหร่ายคัดทิ้ง)

ตารางที่ จ.3 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (สาหร่ายคัดทิ้ง)

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	40 min (สด)	40 min (อบ)
TPC	1.0×10^{2}	8.2×10^{1}	8.2×10^{4}
Yeast&mold	6.7×10^{2}	6.0×10^{2}	5.3×10^{5}
V. cholerae	8.6×10^{8}	8.6×10^{7}	2.7×10^{3}
V. parahaemolyticus	3.7×10^{7}	$<1\times10^{1}$	1.2×10^{3}
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	2.0×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	2.9×10^{1}



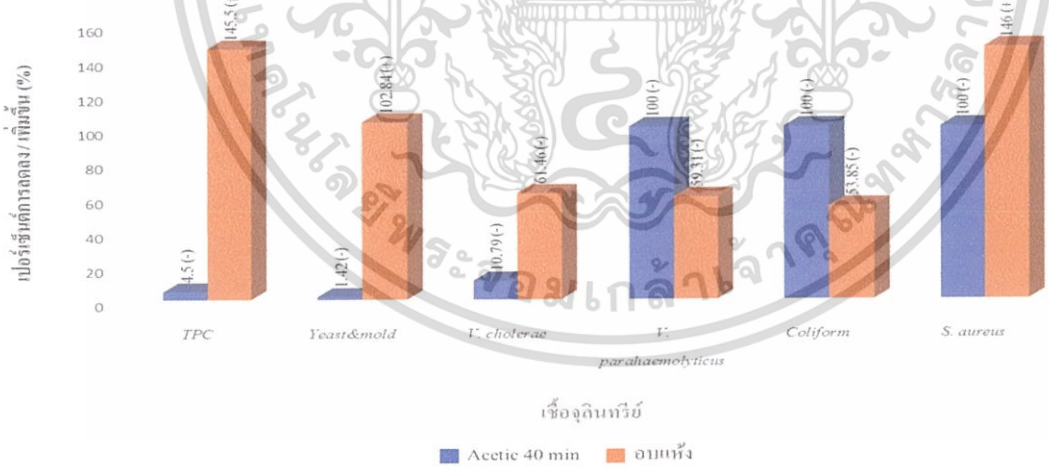
ภาพที่ จ.3 ปริมาณเชื้อสาหร่ายแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (สาหร่ายคัดทิ้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 .เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการแช่ด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อจุลินทรีย์	0 min Log10 (Cfu/g)	Acetic 40 min Log10 (Cfu/g)	Acetic 40 min (%)	อบ Log10 (Cfu/g)	อบ (%)
TPC	2	1.91	4.5 (-)	4.91	145.5 (+)
Yeast&mold	2.82	2.78	1.42 (-)	5.72	102.84 (+)
V. cholerae	8.9	7.94	10.79(-)	3.43	61.46 (-)
V. parahaemolyticus	7.57	0	100 (-)	3.08	59.31 (-)
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliform	1.3	0	100 (-)	0.6	53.85 (-)
S. aureus	0	0	100 (-)	1.46	146 (+)

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น



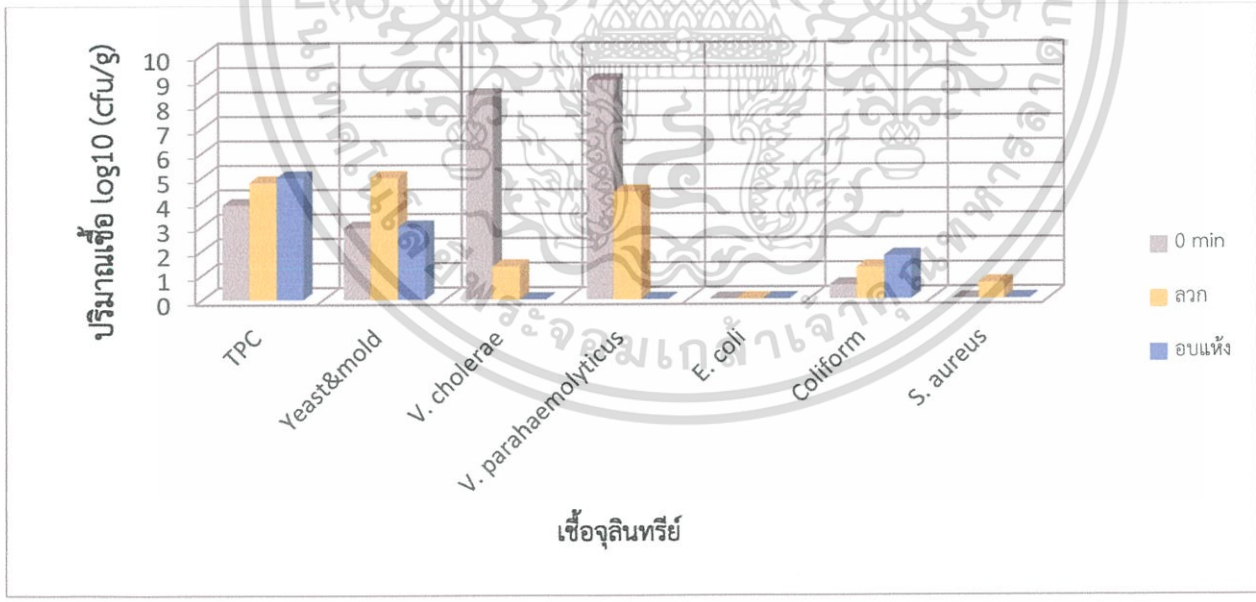
ภาพที่ จ.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายสดและสาหร่ายอบแห้งหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติกเป็นเวลา 40 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.3 ปริมาณเชื้อและเปอร์เซ็นต์การลดลงการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายพวงองุ่นที่ลวก 30 วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 30 วินาที และนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง(สาหร่ายคัดทิ้ง)

ตารางที่ จ.5 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 30วินาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	ลวก	อบ
TPC	7.2×10^{3}	6.0×10^{4}	9.6×10^{4}
Yeast&mold	8.3×10^{2}	9.4×10^{4}	8.8×10^{2}
V. cholerae	2.2×10^{8}	2.2×10^{1}	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	8.8×10^{8}	2.4×10^{4}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	$<1\times10^{1}$	1.9×10^{1}	5.6×10^{1}
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



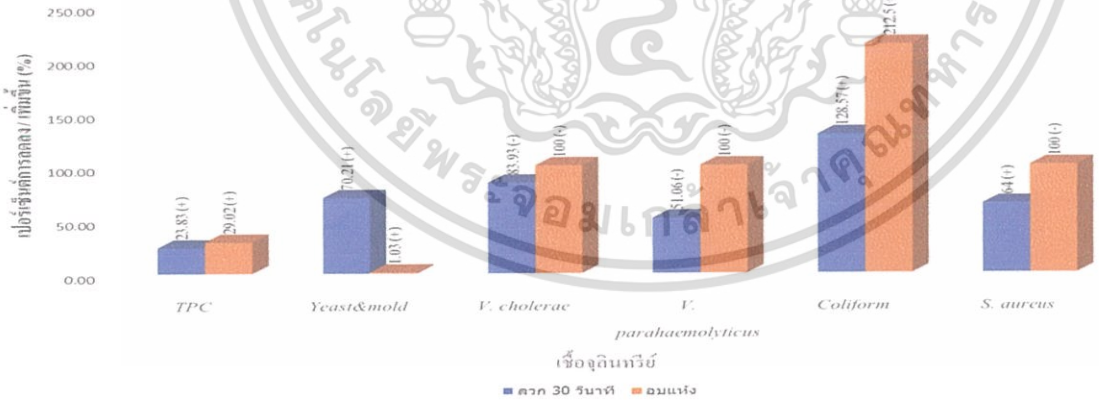
ภาพที่ จ.5 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 30วินาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.6.เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แช่น้ำแข็ง 30 วินาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อจุลินทรีย์	0 min Log10 (Cfu/g)	ลวก 30 วินาที Log10 (Cfu/g)	ลวก 30 วินาที (%)	อบ Log10 (Cfu/g)	อบ (%)
TPC	3.86	4.78	23.83 (+)	4.98	29.02 (+)
Yeast&mold	2.92	4.97	70.21 (+)	2.95	1.03 (+)
V. cholerae	8.34	1.34	83.93 (-)	0	100 (-)
V. parahaemolyticus	8.95	4.38	51.06 (-)	0	100 (-)
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliform	0.56	1.28	128.57 (+)	1.75	212.5 (+)
S. aureus	0	0.64	64 (+)	0	100 (-)

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น



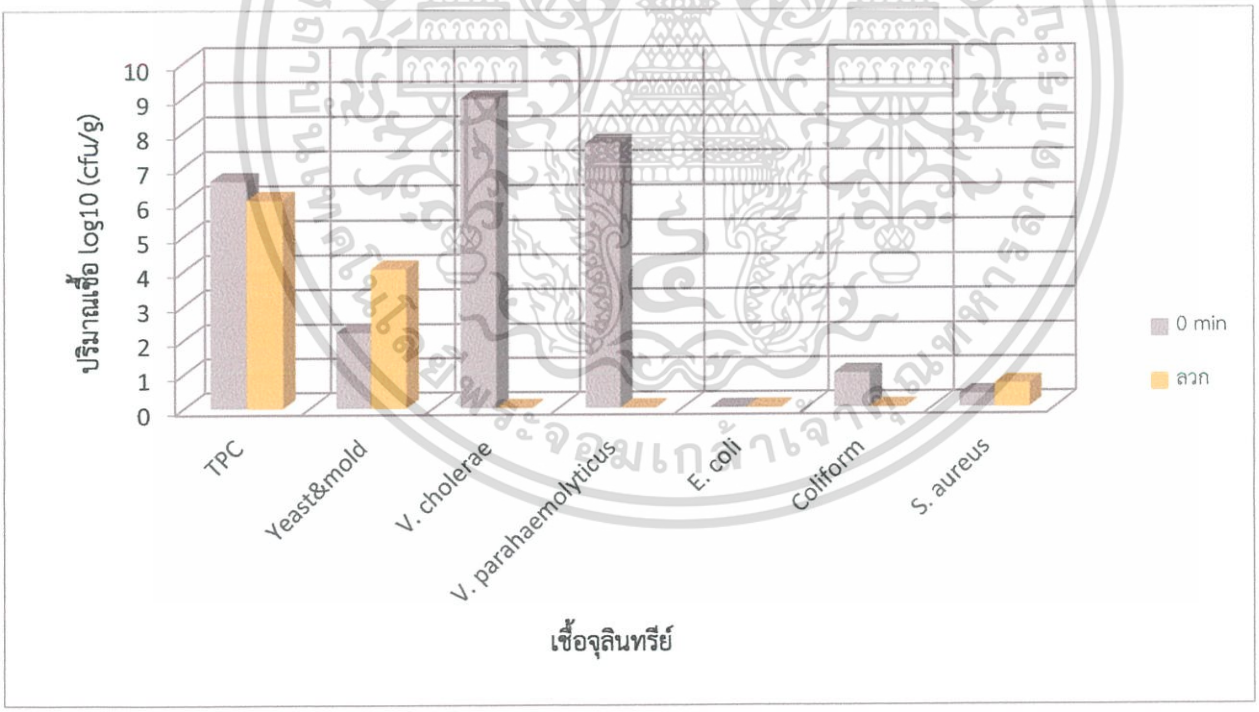
ภาพที่ จ.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 30 วินาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.4 ปริมาณเชื้อและเปอร์เซ็นต์การลดลงการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายพวงองุ่นที่ลวกน้ำเกลือ 10 กรัม 30 วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 5 นาที

ตารางที่ จ.7 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวกน้ำเกลือ 10 กรัม 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสและแช่น้ำแข็ง 5 นาที

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)	
	0 min	ลวก
TPC	3.9×10^{6}	1.1×10^{6}
Yeast&mold	1.6×10^{2}	1.1×10^{4}
V. cholerae	8.8×10^{8}	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	4.6×10^{7}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	1.0×10^{1}	$<1\times10^{1}$
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



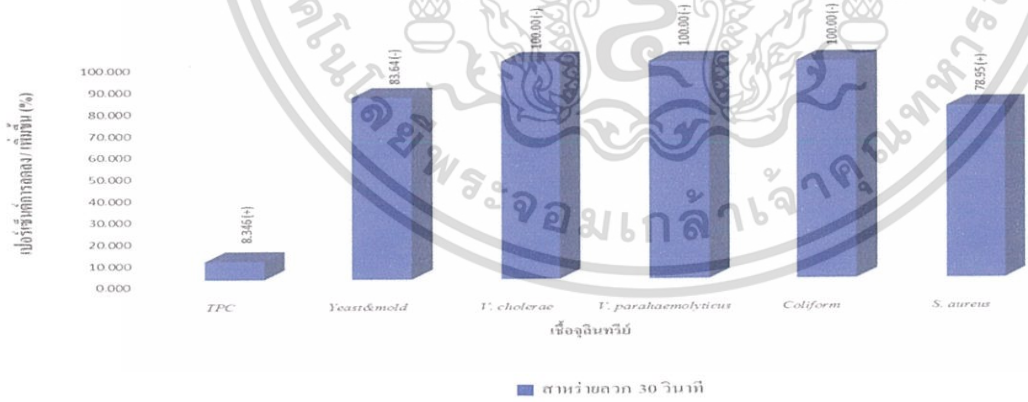
ภาพที่ จ.7 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวกน้ำเกลือ 10 กรัม 30วินาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสและแช่น้ำแข็ง 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อจุลินทรีย์	0 min Log10 (Cfu/g)	ลวก 30 วินาที Log10 (Cfu/g)	ลวก 30 วินาที (%)
TPC	6.59	6.04	8.346 (-)
Yeast&mold	2.2	4.04	83.64 (+)
V. cholerae	8.95	0	100 (-)
V. parahaemolyticus	7.66	0	100 (-)
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliform	1	0	100 (-)
S. aureus	0.38	0.68	78.95 (+)

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น



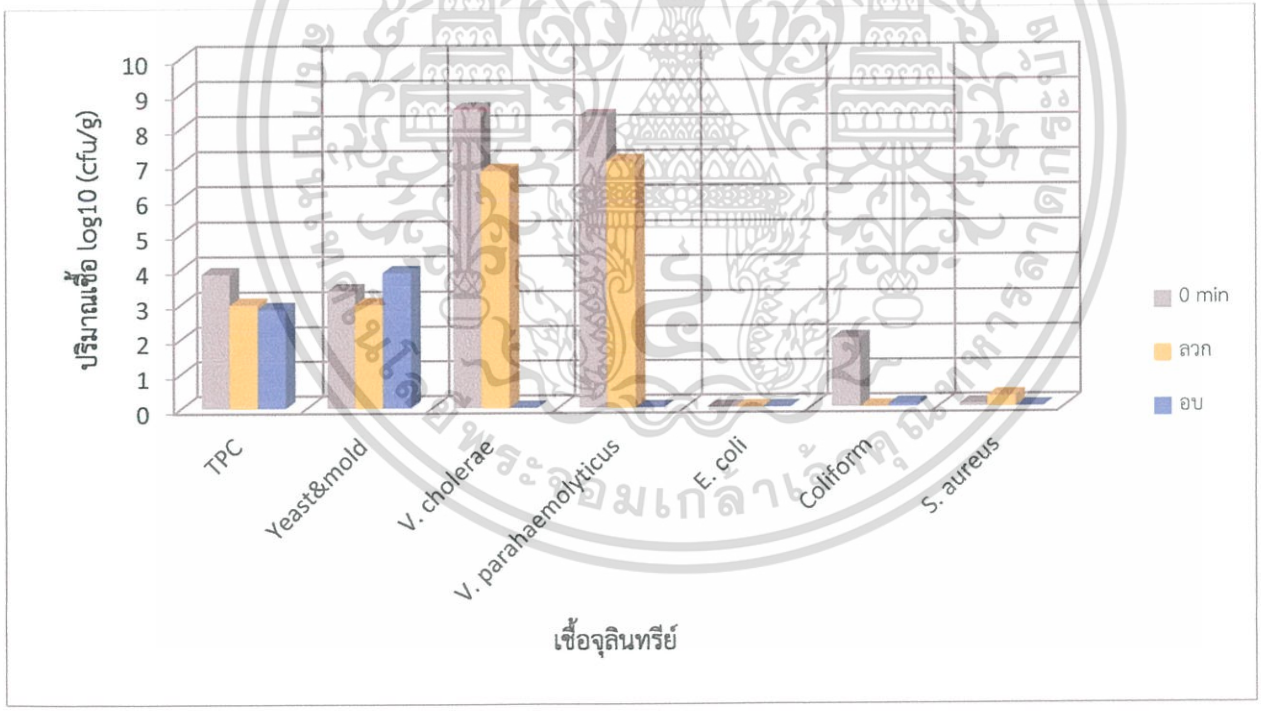
ภาพที่ จ.8 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.4 ปริมาณเชื้อและเปอร์เซ็นต์การลดลงการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายพวงองุ่นที่ลวก 1 นาทีที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส แช่น้ำแข็ง 5 นาที

ตารางที่ จ.9 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการแช่ / เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อ (cfu/g)		
	0 min	ลวก	อบ
TPC	7.2×10^{3}	9.6×10^{2}	7.2×10^{2}
Yeast&mold	2.4×10^{3}	9.5×10^{2}	7.7×10^{3}
V. cholerae	3.4×10^{8}	6.0×10^{6}	$<1\times10^{1}$
V. parahaemolyticus	2.1×10^{8}	1.1×10^{7}	$<1\times10^{1}$
E. coli	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
Coliform	9.6×10^{1}	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$
S. aureus	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$	$<1\times10^{1}$



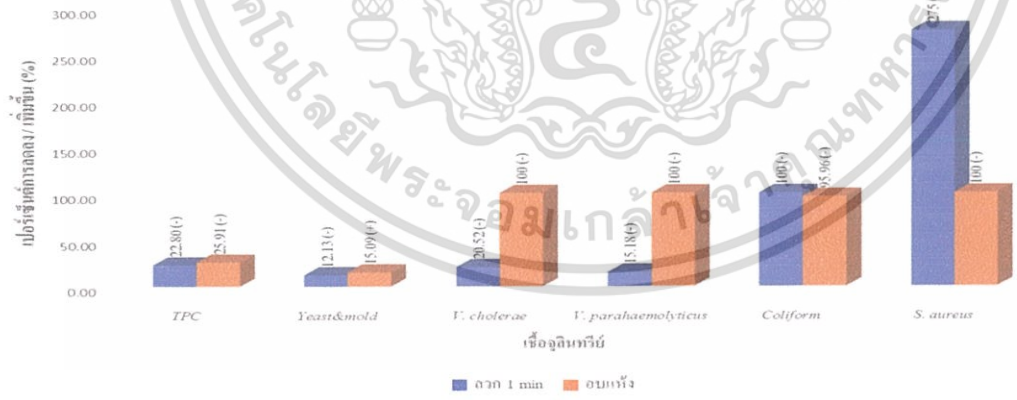
ภาพที่ จ.9 ปริมาณเชื้อสาหร่ายลวก 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาทีและอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 .เปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ในสาหร่ายพวงองุ่นสดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แช่น้ำแข็ง 5 นาที และสาหร่ายพวงองุ่นที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อจุลินทรีย์	0 min	ลวก 1 วินาที	ลวก 1 วินาที	อบ	อบ
	Log10 (Cfu/g)	Log10 (Cfu/g)	(%)	Log10 (Cfu/g)	(%)
TPC	3.86	2.98	22.80 (-)	2.86	25.91 (-)
Yeast&mold	3.38	2.97	12.13 (-)	3.89	15.09 (+)
V. cholerae	8.53	6.78	20.52 (-)	0	100 (-)
V. parahaemolyticus	8.3	7.04	15.18 (-)	0	100 (-)
E. coli	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliform	1.98	0	100 (-)	0.08	95.96 (-)
S. aureus	0.08	0.3	275 (+)	0	100 (-)

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น



ภาพที่ จ.10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การลดลง การเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างสาหร่ายลวกสดและสาหร่ายลวกอบแห้งหลังจากแช่น้ำแข็ง 5 นาที และอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่องหมาย (-) หมายถึง ลดลง เครื่องหมาย (+) หมายถึง เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวนิสากร ถวิล
วัน เดือน ปี เกิด	22 มิถุนายน 2539
ประวัติการศึกษา	-ปีการศึกษา 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแกลง “วิทยสถาวร” แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ -ปีการศึกษา 2561 ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโลโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	พฤษภาคม 2561 – มิถุนายน 2561 บริษัท นิดา ฟู้ด จำกัด (นักศึกษาฝึกงาน) แผนก ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายประกันคุณภาพ และผลงานวิจัย การใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น
รางวัลที่เคยได้รับ	-

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวปิยะวดี ศรีนวล
วัน เดือน ปี เกิด	5 มกราคม 2540
ประวัติการศึกษา	-ปีการศึกษา 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสายปัญญารังสิต แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ -ปีการศึกษา 2561 ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโลโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	มิถุนายน2561-กรกฎาคม2561 บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด สาขาปทุมธานี แผนก ฝ่ายประกันคุณภาพ (QA) และผลงานวิจัยการใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน(ต่อ)

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวศรุตยา เผ่าสังข์
วัน เดือน ปี เกิด	29 มกราคม 2540
ประวัติการศึกษา	-ปีการศึกษา 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแกลง “วิทยสถาวร” แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ -ปีการศึกษา 2561 ระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโลโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย	พฤษภาคม 2561 – มิถุนายน 2561 บริษัท แดรี่โฮม จำกัด (นักศึกษาฝึกงาน) แผนก ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายประกันคุณภาพและผลงานวิจัย การใช้กรดอะซิติก, กรดซิตริก, ไตรโซเดียมฟอสเฟตและลวกด้วยน้ำร้อนในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในสาหร่ายพวงองุ่น
รางวัลที่เคยได้รับ	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้