การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว
PRODUCTION OF PROBIOTIC BEVERAGE FROM COCONUT JUICE

ปริชญา ประภากรรัตนา
พริ้มพรรณ สมบูรณ์ธรรม
ภัทราภรณ์ สิงห์เรือง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว

PRODUCTION OF PROBIOTIC BEVERAGE FROM COCONUT JUICE

ปริชญา ประภากรรัตนา

พริ้มพรรณ สมบูรณ์ธรรม

ภัทราภรณ์ สิงห์เรือง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

PRODUCTION OF PROBIOTIC BEVERAGE FROM COCONUT JUICE

PARICHAYA PRAPAKORNRATTANA

PRIMPUN SOMBOONTHAM

PATRAPORN SINGRUANG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN MICROBIOLOGY PROGRAM

DEPARTMENT OF BIOLOGY

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

หัวข้อโครงงานพิเศษ การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว

Production of probiotic beverage from coconut juice

ชื่อนักศึกษา นางสาวปริชญา ประภากรรัตนา รหัสนักศึกษา 55051330

นางสาวพริ้มพรรณ สมบูรณ์ธรรม รหัสนักศึกษา 55051343

นางสาวภัทราภรณ์ สิงห์เรือง รหัสนักศึกษา 55051364

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา พ.ศ.2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลินจง สุขลำภู

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ประธานกรรมการ	
ดร.ดวงกมล เรือนงาม กรรมการ	
ผศ.ลินจง สุขลำภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว

ชื่อนักศึกษา นางสาวปริชญา ประภากรรัตนา รหัสนักศึกษา 55051330
นางสาวพริ้มพรรณ สมบูรณ์ธรรม รหัสนักศึกษา 55051343
นางสาวภัทราภรณ์ สิงห์เรือง รหัสนักศึกษา 55051364

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา พ.ศ.2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวน้ำหอมผสมโพรไบโอติกโดยศึกษาผลของอุณหภูมิในพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พบว่าการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเล็กน้อยในขณะที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำมะพร้าว และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนความชอบจากผู้ชิมสูงสุด จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่ 10 15 และ 20 นาที พบว่าการแช่เม็ดอัลจิเนต 10 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมซึ่งมีปริมาณเชื้อ *L. plantarum* ในเม็ดอัลจิเนตเท่ากับ 5.14 logCFU/ml จากการประเมินคุณภาพเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ปริมาณ *L. plantarum* เพิ่มขึ้นในน้ำมะพร้าวแต่ในเม็ดอัลจิเนตมีปริมาณลดลง

คำสำคัญ : เครื่องดื่มน้ำมะพร้าวน้ำหอม เม็ดอัลจิเนต *Lactobacillus plantarum*

Title	Production of probiotic beverage from coconut juice		
Students	Miss Parichaya	Prapakornrattana	Student ID 55051330
	Miss Primpun	Somboontham	Student ID 55051343
	Miss Patraporn	Singruang	Student ID 55051364
Degree	Bachelor of Science in Microbiology Program		
Department	Biology		
Academic Year	2015		
Advisor	Assist.Prof.Linchong	Suklampoo	

Abstract

The purpose of this study was to produce probiotic beverage from coconut juice. The effects of pasteurization at temperatures 70 80 and 90 °C for 20 minutes were studied. The results showed that pasteurization at 80 °C for 20 minutes was the optimum condition because it was effected to slightly change a pH, total soluble solid, titrable acidity as malic acid, reducing sugar, % DPPH inhibition and total phenolic, while it was effective to reduce contaminate microorganisms in coconut juice and the product had the highest acceptance from the panelist. The optimium period for alginate beads soaked in the suspension of *Lactobacillus plantarum* at 10 15 and 20 minutes was investigated. It was found that soaking at 10 minutes was the optimum condition which presence of *L. plantarum* in alginate beads was 5.14 logCFU/ml. The probiotic beverage from coconut juice was evaluated during storage at 8 °C for 15 days and the results showed that pH, total soluble solid, titrable acidity as malic acid, reducing sugar, % DPPH inhibition and total phenolic decreased slightly during storage, and the microbiological quality of the probiotic beverage during storage found that the count of *L. plantarum* in coconut juice increased, whereas the count decreased in alginate beads.

Keywords : Coconut juice beverage, alginate bead, *Lactobacillus plantarum*

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของ ผศ.ลินจง สุขลำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ความรู้ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ประธานสอบโครงงานพิเศษ และกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ดร.ดวงกมล เรือนงาม ที่ให้ความกรุณาในการตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องรวมทั้งเสนอข้อชี้แนะให้โครงงานฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา และเจ้าหน้าที่ประจำอาคารคณะวิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว และขอบคุณเพื่อนในภาควิชาชีววิทยาทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือ และกำลังใจที่มอบให้เสมอมา

นางสาวปริชญา ประภากรรัตนา
นางสาวพริ้มพรรณ สมบูรณ์ธรรม
นางสาวภัทราภรณ์ สิงห์เรือง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มะพร้าวน้ำหอม	4
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	4
2.1.2 การปลูกและการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอม	5
2.1.3 ประโยชน์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	6
2.2 น้ำผักและผลไม้	8
2.2.1 การผลิตน้ำผลไม้	8
2.3 การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้	9
2.4 การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)	10
2.4.1 การพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว	10
2.4.2 การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ	11
2.4.3 ผลกระทบต่ออาหาร	11
2.5 อัลจิเนต	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 โพรไบโอติก	13
2.6.1 ความหมายของโพรไบโอติก	13
2.6.2 จุลินทรีย์โพรไบโอติก	14
2.6.3 หลักเกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก	14
2.6.4 ประโยชน์ของโพรไบโอติก	15
2.7 แบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum*	16
2.7.1 อนุกรมวิธานของ *Lactobacillus plantarum*	16
2.7.2 ลักษณะทั่วไปของ *Lactobacillus plantarum*	16
2.7.3 ประโยชน์ของ *Lactobacillus plantarum*	17
2.7.4 การใช้ *Lactobacillus plantarum* ในผลิตภัณฑ์อาหาร	17
2.8 อนุมูลอิสระ	17
2.8.1 ความหมายของอนุมูลอิสระ	17
2.8.2 การเกิดอนุมูลอิสระ	19
2.8.3 ผลของอนุมูลอิสระต่อร่างกาย	20
2.9 สารต้านอนุมูลอิสระ	21
2.9.1 ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ	21
2.9.2 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระ	21
2.9.3 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์	22
2.9.4 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ	24
2.9.5 กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ	26
2.10 การประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH	26
2.11 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds)	28
2.11.1 ปฏิกิริยาการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin - Ciocalteu	29
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	35
3.1.1 วัตถุดิบ	35
3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก	35
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ	35
3.1.4 สารเคมี	35
3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือ	36
3.2 วิธีการทดลอง	37
3.2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมะพร้าว	37
3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	37
3.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	39
3.2.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม	40
3.2.5 การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอม	40
3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ	43
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	44
4.1 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	44
4.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม	46
4.2.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	46
4.2.2 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	48
4.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	50
4.2.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	52
4.2.5 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เพื่อผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติก	56
4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	57
4.4.1 คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	57
4.4.2 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	59
4.4.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	61
4.4.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	63
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก ก.	74
ภาคผนวก ข.	76
ภาคผนวก ค.	79
ภาคผนวก ง.	80
ภาคผนวก จ.	81
ภาคผนวก ฉ.	95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมะพร้าวต่อปริมาณ 100 กรัม	7
4.1	คุณภาพทางเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	44
4.2	คุณภาพทางเคมีกายภาพ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที	46
4.3	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	48
4.4	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	51
4.5	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์และน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที	53
4.6	คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	54
4.7	ปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนตหลังการแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เป็นระยะเวลาต่าง ๆ	56
4.8	คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	58
4.9	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	60
4.10	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	62
4.11	คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวระหว่างการเก็บรักษา	63
4.12	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในส่วนเม็ดอัลจิเนตต่อคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	64
จ - 1	ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ - 2	ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	81
จ - 3	ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	83
จ - 4	ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม	84
จ - 5	ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียแลคติก ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	85
จ - 6	ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในการแช่เม็ดอัลจิเนตที่เวลาต่าง ๆ	86
จ - 7	ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* และยีสต์และราของน้ำมะพร้าว จากเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว ในระหว่างการเก็บรักษา	86
จ - 8	ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ของเม็ดอัลจิเนต จากเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวในระหว่างการเก็บรักษา	87
จ - 9	การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของ น้ำมะพร้าวน้ำหอม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	87
จ - 10	การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวานของ น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	88
จ - 11	การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใสของน้ำมะพร้าว น้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	90
จ - 12	การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติของน้ำมะพร้าว น้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	91
จ - 13	การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวมของ น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
จ - 14	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส	93
จ - 15	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT	94
จ - 16	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานกรดแกลลิค	94
ฉ - 1	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	95
ฉ - 2	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	95
ฉ - 3	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	96
ฉ - 4	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	96
ฉ - 5	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	97
ฉ - 6	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	97
ฉ - 7	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 8	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	98
ฉ - 9	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	98
ฉ – 10	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการ พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	99
ฉ - 11	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	99
ฉ - 12	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	100
ฉ - 13	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	100
ฉ - 14	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	101
ฉ - 15	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	101
ฉ - 16	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	102
ฉ - 17	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 18	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	103
ฉ - 19	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	103
ฉ - 20	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำตารีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	104
ฉ - 21	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตารีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	104
ฉ - 22	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณน้ำตารีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	105
ฉ - 23	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	105
ฉ - 24	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	106
ฉ - 25	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	106
ฉ - 26	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 27	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	107
ฉ - 28	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	108
ฉ - 29	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	108
ฉ - 30	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	109
ฉ - 31	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	109
ฉ - 32	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	110
ฉ - 33	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	110
ฉ - 34	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	111
ฉ - 35	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 36	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ*Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ	112
ฉ - 37	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ*Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ	112
ฉ - 38	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	113
ฉ - 39	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	113
ฉ - 40	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	114
ฉ - 41	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	114
ฉ - 42	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	115
ฉ - 43	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา	115
ฉ - 44	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	116
ฉ - 45	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 46	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	117
ฉ - 47	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวาน ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	117
ฉ - 48	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวาน ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	118
ฉ - 49	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวานของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	118
ฉ - 50	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	119
ฉ - 51	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	119
ฉ - 52	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	120

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ - 53	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	120
ฉ - 54	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	121
ฉ - 55	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	121
ฉ - 56	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	122
ฉ - 57	แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	122
ฉ - 58	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)	123

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะทะลายของมะพร้าวน้ำหอม	4
2.2	โครงสร้างของอัลจิเนตชนิดต่าง ๆ	12
2.3	*Lactobacillus plantarum*	16
2.4	(ก) แสดงโครงสร้างโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนรอบนอกสุดเป็นเลขคู่เป็นโมเลกุลที่มีความเสถียร (ข) แสดงโครงสร้างโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนรอบนอกสุดเป็นเลขคี่เป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียร หรืออนุมูลอิสระ	19
2.5	โครงสร้างทางเคมีของ Gallic acid	23
2.6	โครงสร้างทางเคมีของ Butylated hydroxytoluene	24
2.7	สูตรโครงสร้างพื้นฐานของ Flavonoid	25
2.8	การเกิดปฏิกิริยาของ DPPH assay	27
2.9	สูตรโครงสร้างของ Phenolic compound	28
4.1	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	49
4.2	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรของสารมาตรฐานกรดแกลลิคที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	50
4.3	แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	51
4.4	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	60
4.5	แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา	62
จ – 1	กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	93

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

มะพร้าวน้ำหอม (*Cocos nucifera L.*) เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกเป็นการค้าเพื่อบริโภคทั้งในประเทศและส่งออก เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าส่งออกหลายร้อยล้านบาทต่อปี และเป็นมะพร้าวพื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ปัจจุบันจัดเป็นพืชสงวนห้ามส่งออกในรูปผลแก่ รวมถึงเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากเป็นที่นิยมในการบริโภคผลสด และแปรรูปในด้านอุตสาหกรรมเครื่องดื่มมากขึ้น จากคุณสมบัติพิเศษ รสชาติ และกลิ่นที่หวานหอมชื่นใจ ช่วยแก้กระหาย คลายร้อนได้ดี ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้าง เพราะเกษตรกรมีการใช้สารเคมีน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางอาหาร และสรรพคุณทางยาอีกด้วย (วิไลวรรณ และคณะ, 2550) การบริโภคน้ำมะพร้าวจะได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเช่น สารจำพวกน้ำตาล คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยอาหาร วิตามินบีคอมเพล็กซ์ ไบโอติน ไรโบฟลาวิน รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม สังกะสี (วิไลวรรณ และคณะ, 2550) นอกจากนี้น้ำมะพร้าวมีกรดอะมิโนอิสระที่ซึ่งสามารถรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่างๆมากมาย เช่น โรคชรา โรคมะเร็ง โรคหัวใจขาดหลอดเลือด โรคความจำเสื่อม โรคข้ออักเสบ โรคภูมิแพ้ โรคความดันโลหิต โรคเหงือก โรคเกี่ยวกับสายตา เกิดความผิดปกติของปอด ระบบประสาท (บุหรัน, 2556) และยังสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโต การแบ่งเซลล์ได้ดี มีฤทธิ์ขับปัสสาวะ ขับของเสีย หรือสารพิษออกจากร่างกาย ส่งเสริมให้มีการพัฒนาน้ำมะพร้าวเป็นเครื่องดื่มสำหรับผู้ออกกำลังกาย หรือ Sport drink เนื่องจากมีแคลอรี่ และไขมันต่ำ น้ำมะพร้าวมีปริมาณเกลือแร่ที่สำคัญสูง จึงสามารถดื่มเพื่อทดแทนเกลือแร่ ช่วยบรรเทาความอ่อนเพลียได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะนักกีฬาที่ต้องสูญเสียเหงื่อมาก (Saat และคณะ, 2002) มีการศึกษาพบอีกว่า ในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนคล้ายฮอร์โมนเพศหญิง หรือเอสโตรเจนสูง ซึ่งมีผลช่วยชะลอการเกิดโรคอัลไซเมอร์ หรือความจำเสื่อมในสตรีวัยทอง การดื่มน้ำมะพร้าวเป็นประจำยังช่วยสมานแผลทำให้แผลหายเร็วขึ้นกว่าปกติ ไม่ทิ้งรอยแผลเป็นด้วย มีส่วนสำคัญต่อการสร้างคอลลาเจน และอีลาสติน ทำให้ผิวกระชับ ยืดหยุ่น ชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัยได้ (นิซาอูดะห์, 2549)

ในปัจจุบันได้มีผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่นิยมเอาเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus rhamnosus* ใส่ลงในอาหาร (Nualkaekul และคณะ, 2012) เนื่องจากมีประโยชน์ต่อร่างกายในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค ช่วยย่อยอาหารที่มนุษย์ย่อยไม่ได้ หรือย่อยได้ไม่หมด ช่วยการดูดซึมของสารอาหาร คอเรสเตอรอล และสร้างวิตามิน ซึ่งเมื่อบริโภคในปริมาณที่เหมาะสม จะส่งผลดีต่อสุขภาพที่นอกเหนือจากผลจากสารอาหารพื้นฐาน (ไชยวัฒน์, 2556) ในช่วงปีที่ผ่านมามีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารโพรไบโอติกในท้องตลาดมีจำนวนเพิ่มขึ้น และสามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักโดยนม เช่น ในน้ำผลไม้ และน้ำเบอรี่ต่าง ๆ (Saarela และคณะ, 2006)

ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตน้ำมะพร้าวน้ำหอม โดยใช้วิธีการพาสเจอไรซ์ เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของน้ำมะพร้าว รวมทั้งมีการเติมจุลินทรีย์โพรไบโอติกลงไปในผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประโยชน์ในด้านสุขภาพและเพิ่มความหลากหลายให้กับเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าว เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนและรักษาคุณภาพของน้ำมะพร้าว
2. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เพื่อผลิตน้ำมะพร้าวผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติก
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

โครงงานพิเศษนี้ได้ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าว โดยทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าว ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* รวมทั้งประเมินคุณภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโพรไบโอติก ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์จากน้ำมะพร้าวแล้วยังได้ประโยชน์จากจุลินทรีย์โพรไบโอติก

2. เป็นทางเลือกหนึ่งในการบริโภคน้ำมะพร้าวที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่สนใจด้านสุขภาพ และต้องการความสะดวกสบายในการบริโภคมากขึ้น

3. เพิ่มมูลค่าของมะพร้าวหอมมีตำหนิ ผิวด้านนอกช้ำ หรือขนาดของผลเล็กไม่ได้มาตรฐาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera Linn.* เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก หมาก สาคู ลาน และหวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าวดังนี้ Class : Angiospermae, Subclass : Monocotyledoneae, Order : Palmales, Family : Palmae, Subfamily : Cocoideae, Tribe : Cocoideae, Genus : Cocos, Species : Nucifera

รูปที่ 2.1 : ลักษณะทะลายของมะพร้าวน้ำหอม
ที่มา : http://frynn.com/มะพร้าว (สืบค้นวันที่ 18 ธันวาคม 2558)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (วาสนา, 2541)

มะพร้าวประกอบด้วยส่วนของราก ใบ ดอก ลำต้น ผล และเมล็ด ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ รากเป็นแบบรากฝอย (fibrous root system) แผ่กระจายออกรอบลำต้น รากชุดแรก (main root) งอกมาจากส่วนของคัพภะ นอกจากนี้มีรากขนาดเล็ก (rootlet) รากอากาศ (pneumatophore หรือ breathing root) ใบจะเป็นใบประกอบ แบบ pinnate ประกอบด้วยก้าน

ใบ (petiole) และใบย่อย (leaflet) จำนวนมาก และเรียงเป็นระเบียบ ใบมะพร้าว หรือทางมะพร้าว อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของลำต้น เป็นก้านใบมีขนาดใหญ่ ดอกจะออกเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกันดอกมี 6 กลีบ สีครีมเหลืองไม่มีก้านดอกย่อยผล และเมล็ด ผลที่สุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวเกิดเป็นช่อเรียกว่า ทะลาย (bunch) ดังรูปที่ 2.1 ผลเป็นแบบ fibrous drupe เรียกว่า nut มีเยื่อหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ 1.เปลือกนอกสุด (exocarp) เป็นแผ่นบาง แข็ง ผิวมัน 2.เปลือกชั้นกลาง (mesocarp หรือ husk หรือ coir) เป็นชั้นเส้นใย (fiber) 3.เปลือกชั้นใน endocarp มีเมล็ดเรียกว่า seed คือ ส่วนของผลที่อยู่ในกะลา ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) บาง ๆ สีน้ำตาลม่วง เนื้อมะพร้าว (solid endosperm) น้ำมะพร้าว (liquid endosperm) และคัพภะ (embryo) เมื่อคัพภะงอก ใบเลี้ยงจะพองโตคล้ายฟองน้ำ เรียกว่า จาว (apple หรือ haustorium)

มะพร้าวน้ำหอม จัดเป็นมะพร้าวกลุ่มต้นเตี้ยกว่ามะพร้าวพันธุ์ไทยทั่วไป เป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ย พันธุ์มะพร้าวน้ำหอมนี้มักจะติดดอกออกผลในช่วง 3 - 4 ปีหลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9 - 10 ปี อายุการออกทลายจะเร็ว ในปีหนึ่ง ๆ ทลายจะทยอยออกประมาณ 15 - 16 ทลาย หรืออาจมากกว่านั้น ในแต่ละทลายจะติดผลอยู่ระหว่าง 10 - 18 ผล อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจ อยู่ประมาณ 30 - 40 ปี มีแนวโน้มว่าเมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์ เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้บางช่วงจะพร้อมกัน การเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้ และตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลือง ทอง สีเหลืองงาช้าง สีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็ก และผลใหญ่ ลำต้นมีขนาดเล็ก ใบสั้น

2.1.2 การปลูกและการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอม

การปลูกมะพร้าวน้ำหอมมีปัจจัยหลายอย่าง การเลือกสภาพแวดล้อมในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเป็นสิ่งสำคัญต้องเป็นสภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง การระบายน้ำในดินดีควรใกล้แหล่งน้ำ ฝนตกกระจายสม่ำเสมอ อุณหภูมิของอากาศอยู่ระหว่าง 20 - 29 องศาเซลเซียส และปริมาณแสงแดดเฉลี่ย 7.1 ชั่วโมง/วัน มีการดูแลรักษาสวนมะพร้าวน้ำหอมโดยการใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยมะพร้าวน้ำหอม ให้แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง หว่านปุ๋ยรอบ ๆ บริเวณทรงพุ่มพรวนดินตื้น ๆ กลบปุ๋ยรอบทรงพุ่ม การให้น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการทำสวนมะพร้าวน้ำหอมในฤดูแล้ง หากฝนทิ้งช่วงนานติดต่อกัน 1 - 2 เดือน ต้องมีการให้น้ำ การกำจัดและควบคุมวัชพืช ควรกำจัดวัชพืช จำพวกหญ้าคาและวัชพืชที่แย่งน้ำ แย่งอาหารอื่น ๆ บริเวณรอบโคนต้นให้หมด การเพิ่มอินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุเป็น

สิ่งจำเป็นเนื่องจากมะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่ต้องการอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง ควรใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างน้อยปีละครั้ง หรือปีเว้นปี ขึ้นอยู่กับสภาพดินว่ามีความอุดมสมบูรณ์เพียงใด

โดยทั่วไปหากมีการดูแลรักษาสวนที่ดีให้ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ มะพร้าว จะออกจั่นเร็ว อายุประมาณ 3 ปีเศษ ก็เริ่มทยอยเก็บผลผลิตได้แล้ว มะพร้าวน้ำหอมจะเริ่มเก็บผลอ่อนได้เมื่ออายุ 7 เดือน หรือประมาณ 190 - 200 วัน น้ำมะพร้าวในระยะนี้จะหวานและหอม เนื้อจะนุ่มเหมาะต่อการบริโภค เกษตรกรชาวสวนจะสังเกตโดยดูสีผลรอบกลีบเลี้ยง มีวงสีขาวล้อมรอบเพียงเล็กน้อย หรือดูทะลายอ่อนที่อยู่เหนือเยื้อง ทะลายที่จะตัดมีขนาดใหญ่กว่ากำปั้นเล็กน้อย เกษตรกรบางรายจะนับวันหลังจากตัดทะลายแรกผ่านไป 20 วัน จึงเริ่มตัดทะลายถัดมา (กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ยืนต้น, 2557)

2.1.3 ประโยชน์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

น้ำมะพร้าวอ่อนเป็นที่รู้จักกันดีในนามของน้ำเกลือแร่จากธรรมชาติ และมีการใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เพื่อความสดชื่นมานาน น้ำมะพร้าวอ่อนที่เป็นที่นิยมกันคือได้จากผลมะพร้าวที่มีอายุไม่เกิน 7 เดือน จะมีน้ำอยู่ประมาณ 400 – 465 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก อุดมด้วยเกลือแร่ เอนไซม์ วิตามินต่าง ๆ แร่ธาตุหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม เหล็ก โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ทองแดง กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ และยังมีน้ำตาลกลูโคสที่ร่างกายสามารถจะดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ร่างกายได้อย่างดี (สุนทร, 2557)

1. ชะลออาการอัลไซเมอร์ จากผลงานวิจัยของ ดร.นิชาอูดะห์ ระเด่นอาหมัด อาจารย์ประจำภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่าในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนคล้ายฮอร์โมนเพศหญิงหรือเอสโตรเจนสูง ซึ่งจะช่วยชะลอการเกิดโรคอัลไซเมอร์ หรือความจำเสื่อมในสตรีวัยทอง ดังนั้นการดื่มน้ำมะพร้าวเป็นประจำทุกวัน นอกจากชะลออาการอัลไซเมอร์แล้ว ยังช่วยสมานแผลให้หายเร็วขึ้น โดยไม่ทิ้งรอยแผลเป็น รวมทั้งยังช่วยให้หน้าใสขึ้นได้อีกด้วย

2. ช่วยให้ผิวพรรณสดใส น้ำมะพร้าวทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง เพราะในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการสร้างคอลลาเจนและอีลาสตินที่จะทำให้ผิวกระชับ ยืดหยุ่น ชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย นอกจากนี้น้ำมะพร้าวยังมีฤทธิ์ขับปัสสาวะขับของเสียหรือสารพิษออกจากร่างกาย คล้ายกับการทำดีท็อกซ์ จึงช่วยทำให้ผิวพรรณผ่องใส อีกทั้งความเป็นด่างของน้ำมะพร้าว

ยังช่วยปรับสมดุลของร่างกายในช่วงที่มีความเป็นกรดสูง ทำให้กลไกการทำงานของระบบภายในร่างกายเป็นปกติ

3. น้ำมะพร้าวช่วยเพิ่มความสดชื่นให้กับร่างกาย เนื่องจากมีปริมาณเกลือแร่ที่จำเป็นสูง รวมทั้งมีคุณสมบัติช่วยบรรเทาความอ่อนเพลียจากอาการท้องเสียหรือท้องร่วงได้ ดังนั้นน้ำมะพร้าวจึงจัดเป็นสปอร์ตดริงก์ (Sport Drink) สามารถดื่มหลังการสูญเสียเหงื่อจากการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกายได้เช่นกัน โดยมีรายงานเพิ่มเติมว่าชาวไต้หวันและชาวจีนนิยมดื่มน้ำมะพร้าวเพื่อลดอาการเมาหลังการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อีกด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมะพร้าวต่อปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	หน่วย	ปริมาณต่อ 100 กรัม
น้ำ	กรัม	95.03
พลังงาน	กิโลแคลอรี่	18
โปรตีน	กรัม	0.22
ไขมันรวม	กรัม	0
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	4.24
เส้นใยอาหารทั้งหมด	กรัม	0
น้ำตาลทั้งหมด	กรัม	3.92
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	มิลลิกรัม	7
เหล็ก	มิลลิกรัม	0.03
แมกนีเซียม	มิลลิกรัม	6
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	5
โพแทสเซียม	มิลลิกรัม	165
โซเดียม	มิลลิกรัม	26
สังกะสี	มิลลิกรัม	0.02
วิตามิน		
วิตามินซี (กรดแอสคอร์บิกทั้งหมด)	มิลลิกรัม	9.9
ไทอะมีน	มิลลิกรัม	0.030

ที่มา : USDA National Nutrient Database for Standard

2.2 น้ำผักและผลไม้ (ทวีทอง, 2550)

น้ำผักและน้ำผลไม้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ คำว่า “น้ำผักและน้ำผลไม้” ในที่นี้มีสองชนิดคือ น้ำที่ได้จากผักและผลไม้สด ซึ่งมีทั้งแบบคั้นเอาแต่น้ำกับน้ำที่เกิดจากการต้มผักและผลไม้เพื่อให้เกิดกลิ่นและรสที่เข้มข้นกับแบบที่ปั่นรวมเนื้อผักและผลไม้เข้าไปด้วย

ในผักและผลไม้ มีคุณค่าอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะวิตามิน เกลือแร่ มีอยู่มากเป็นพิเศษ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ และวิตามินอี มีคุณสมบัติช่วยป้องกันสารก่อมะเร็ง ทางวิทยาศาสตร์จะเรียกว่า สารแอนติออกซิแดนท์ ส่วนเกลือแร่ที่มีอยู่ในผัก ผลไม้ ช่วยให้ระบบการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายสมบูรณ์ได้แก่ โพแทสเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส แคลเซียม ซัลเฟอร์ แมกนีเซียม แมงกานีส โซเดียม และซีลีเนียม นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโน เป็นโปรตีนที่ถูกย่อยจนเล็กที่สุด ยังมีเอนไซม์ช่วยย่อยช่วยสร้างเซลล์ มีคลอโรฟิลล์ที่ช่วยสร้างและรักษาเม็ดเลือดแดงอีกด้วย

2.2.1 การผลิตน้ำผลไม้ (กำพล และคมสัน, 2549)

การทำน้ำผลไม้ให้มีคุณภาพที่ดีต้องทำจากผลไม้ที่สดไม่เน่าเสีย เพราะน้ำผลไม้สด มีกลิ่นรสชวนดื่มและควรทำให้มีสภาพคล้ายธรรมชาติมากที่สุด การรักษาน้ำผลไม้ให้มีรสชาติ สี และคุณค่าทางอาหารเหมือนกับน้ำผลไม้สด ควรนำน้ำผลไม้มาให้ความร้อนโดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำในกรณีของมะเขือเทศ ซึ่งมีความเป็นกรดน้อยกว่าผลไม้อื่น ๆ จะต้องใช้ความร้อนที่จุดเดือดของน้ำ คือ 212 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วบรรจุขวดหรือกระป๋อง และเก็บเยือกแข็ง น้ำผลไม้ที่เก็บโดยวิธีเยือกแข็งนั้นจะให้กลิ่นรสชาติของน้ำผลไม้ดีที่สุด

การทำน้ำผลไม้มีหลายวิธี (จริยา, 2547) ด้วยกัน ดังนี้

1. การปั่น ผลไม้ที่นำมาปั่นส่วนใหญ่เป็นผลไม้เนื้ออ่อนและเส้นใยน้อย สามารถกินโดยไม่ปั่นก็ได้ เวลาปั่นใช้แรงปานกลางจนถึงแรงสุด เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดีและเป็นเนื้อเดียวกัน

2. การคั้น เป็นการคั้นเอาแต่น้ำผลไม้ แล้วนำมาผสมกับส่วนผสมอื่น เช่น น้ำเชื่อม เกลือและน้ำผลไม้เข้าด้วยกัน

3. การต้ม ผลไม้บางชนิดต้องใช้ความร้อนในการทำให้ผลไม้เกิดสี กลิ่น รสของผลไม้นั้นๆโดยต้มน้ำผลไม้ไปกับน้ำจนได้สี กลิ่น รส ตามที่ต้องการแล้วกรอกเอาแต่น้ำมาผสมกับส่วนผสมอื่น เช่น น้ำเชื่อม เกลือ แล้วแต่รสของผลไม้ ถ้าต้องการเนื้อผลไม้ด้วยก็นำไปปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ภาชนะที่มีฝาปิดแล้วนำไปแช่ในตู้เย็นเก็บไว้ดื่มได้ทุกโอกาส การต้มยังช่วยให้น้ำผลไม้เก็บไว้ได้นาน

เนื่องจากผ่านความร้อนฆ่าเชื้อโรคแล้วบางส่วน วิธีนี้ควรต้มหรือลวกภาชนะที่จะน้ำมาใช้บรรจุน้ำผลไม้ด้วย

2.3 การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้

น้ำผลไม้คล้ายคลึงกับอาหารประเภทอื่น ๆ ที่สามารถเสื่อมคุณภาพได้ มูลเหตุสำคัญของการเสื่อมคุณภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้รสชาติ และสีเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนี้วัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมในการบรรจุใส่น้ำผลไม้ยังอาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาอื่น ๆ ทำให้คุณภาพของน้ำผลไม้ลดลง (ปุ่น, 2554) ซึ่งวิธีการเก็บรักษาเพื่อให้น้ำผลไม้มีสภาพคงตัวมากที่สุดเป็นระยะเวลานาน โดยไม่เสื่อมเสียจากปฏิกิริยาเคมี จุลินทรีย์ เอนไซม์ และโลหะ สามารถทำได้หลายวิธี คือ

1. การพาสเจอไรซ์ โดยปกติจะใช้อุณหภูมิ 175 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 20 นาที (ประมาณ 80 องศาเซลเซียส) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค แต่สำหรับน้ำผลไม้ทั่วไปจะมี pH ต่ำกว่า 4.5 ซึ่งเป็นสภาพที่สปอร์ของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย ไม่สามารถเจริญได้ การใช้อุณหภูมิ 160 - 165 องศาฟาเรนไฮต์ (71.1 - 73.8 องศาเซลเซียส) นาน 20 นาที ก็เพียงพอต่อการทำลายเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และรา ในน้ำผลไม้ ในโรงงานผลิตน้ำผลไม้แบบใหม่จะใช้พาสเจอไรซ์แบบต่อเนื่องที่ใช้ความร้อนสูง 180 - 195 องศาฟาเรนไฮต์ (82.2 - 95.5 องศาเซลเซียส) นาน 2 - 3 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันที

2. การใช้สารเคมี นิยมใช้วิธีนี้กับเครื่องดื่มผสมเข้มข้นสารเคมีที่ช่วยในการรักษา ได้แก่

1) เบนโซเอต (Benzoate) เป็นเกลือของกรดเบนโซอิก

2) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3) น้ำตาล ถ้ามีอยู่ในปริมาณความเข้มข้นสูง 65 - 70 เปอร์เซ็นต์ จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยไม่ต้องใส่วัตถุกันเสีย

3. การใช้ความเย็นช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ (0 องศาเซลเซียส) แต่ก็ยังอาจมีเชื้อราเจริญได้

2.4 การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) (วิไล, 2546)

การพาสเจอไรซ์ (pasteurization) เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) โดยการใช้ความร้อน (thermal processing) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage) (พิมพ์เพ็ญ, 2554)

การพาสเจอไรซ์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนัก มักจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือหลายเดือน เช่น ผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น เชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์กำหนดได้โดย pH ของอาหาร วัตถุประสงค์หลักสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ($pH > 4.5$) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์หลักสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง ($pH < 4.5$) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ การบรรจุอาหารเหล่านี้ไม่ว่าจะสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดตามธรรมชาติ เช่น น้ำผลไม้ หรืออาหารที่มีการเติมสาร หรือทำให้ pH ลดต่ำลง เช่น ผลไม้หมักดอง มีขั้นตอนคล้ายกับการบรรจุกระป๋อง การพาสเจอไรซ์เป็นการบ่งบอกถึงการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนัก

2.4.1 การพาสเจอไรซ์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว

การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวบางชนิด เช่น เบียร์ และน้ำผลไม้ จะทำหลังจากการบรรจุลงภาชนะแล้ว สำหรับอาหารที่บรรจุขวดแก้วต้องบรรจุน้ำด้วยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน (thermal shock) ซึ่งจะทำให้เกิดรอยร้าวของบรรจุภัณฑ์ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์ น้ำที่ภาชนะแก้วจะทนได้ คือ 20 องศาเซลเซียส สำหรับการให้ความร้อน และ 10 องศาเซลเซียส สำหรับการทำให้เย็น การพาสเจอไรซ์อาหารในบรรจุภัณฑ์ประเภทโลหะ หรือพลาสติกจะใช้ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศ หรือน้ำร้อนเพราะมีความเสี่ยงต่อการแตกร้าวต่ำในทุกกรณี อาหารจะถูกทำให้เย็นลงไปยัง 40 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยน้ำบนผิวบรรจุภัณฑ์และป้องกันการเกิดสนิมภายนอกหรือที่ฝา เพื่อเร่งให้ฉลากติดได้เร็วขึ้น กระบวนการนี้มีทั้งแบบกะและแบบต่อเนื่อง เครื่องมือที่ง่ายที่สุดจะประกอบด้วยอ่างน้ำร้อนซึ่งจะให้ความร้อนแก่อาหารที่บรรจุแล้วว่างในภาชนะที่อุณหภูมิ และเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะมีการปล่อยน้ำเย็นเข้าไปเพื่อทำให้อาหาร

เย็นลงสำหรับในระบบแบบต่อเนื่องจะมีสายพานเพื่อลำเลียงอาหารที่บรรจุแล้วเข้าไปในหน่วยให้ความร้อนและหน่วยทำให้เย็น

2.4.2 การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวก่อนการบรรจุ

การพาสเจอไรซ์อาหารเหลวบางชนิดในปริมาณไม่มากนักอาจใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบมีใบมีดปาดผิวหรือใช้หม้อเปิดในการต้มก็ได้ อย่างไรก็ตามในการพาสเจอไรซ์ของเหลวที่มีความหนืดต่ำก่อนการบรรจุในปริมาณมาก เช่น นม ผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ ไข่เหลว เบียร์ และไวน์ นิยมใช้เครื่องที่ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น สำหรับน้ำผลไม้ ไวน์ ผลิตภัณฑ์บางอย่างจำเป็นต้องมีขั้นตอนการกำจัดอากาศออกเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการเก็บรักษา อาหารเหลวเหล่านี้จะถูกฉีดพ่นเข้าไปในภาชนะสุญญากาศและอากาศจะถูกกำจัดออกไปด้วยปั๊มสุญญากาศก่อนการพาสเจอไรซ์

2.4.3 ผลกระทบต่ออาหาร

การพาสเจอไรซ์เป็นกระบวนการที่ไม่ค่อยรุนแรงถึงแม้จะทำร่วมกับกระบวนการอื่น ๆ เช่น การฉายรังสี การแช่เย็น จึงทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านโภชนาการ และประสาทสัมผัสของอาหารน้อยมาก อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะสามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์ออกไปได้เป็นหลายวัน หรือหลายอาทิตย์เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาหลายเดือนเมื่ออาหารผ่านกระบวนการสเตอริไรซ์ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่ค่อนข้างจะรุนแรง

1. ผลกระทบต่อสี กลิ่นและรส

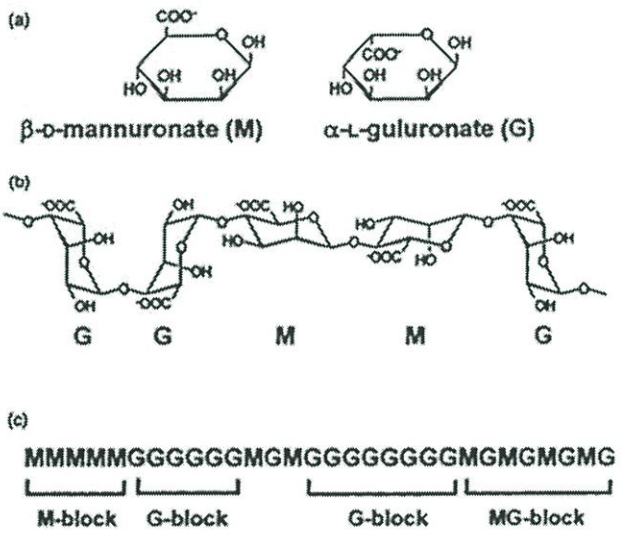
ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์โพลีฟินอลออกซิเดสเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สีของน้ำผลไม้เกิดการเปลี่ยนแปลง ออกซิเจนจะเป็นตัวเร่งการเกิดสีน้ำตาล เพราะฉะนั้นโดยทั่วไปจะต้องกำจัดอากาศในน้ำผลไม้ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการพาสเจอไรซ์ ความขาวของนมดิบกับนมพาสเจอไรซ์ต่างกันเนื่องจากการฮีโมจิไนเวชัน ไม่ใช่สาเหตุจากการพาสเจอไรซ์ การพาสเจอไรซ์ไม่มีผลต่อสีในพืชและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ชนิดอื่น ๆ ด้วย การสูญเสียกลิ่นเพียงเล็กน้อยในระหว่างการพาสเจอไรซ์น้ำผลไม้ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง และอาจกลบกลิ่นไหม้อื่น ๆ ของอาหารได้อาจมีการเก็บเกี่ยวสารหอมระเหย เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำผลไม้ให้ดีขึ้น แต่ยังไม่เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป การสูญเสียสารหอมระเหยของนมดิบช่วยลดกลิ่นหญ้า ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสนวลขึ้น

2. การสูญเสียวิตามิน

การสูญเสียวิตามินนั้นจะเกิดขึ้นน้อยอาจมีกระบวนการเพิ่มเติม เพื่อช่วยลดการสูญเสียนี้ เช่น ในน้ำผลไม้ ถ้ามีการกำจัดอากาศก่อนการพาสเจอไรซ์ จะช่วยลดการสูญเสียวิตามิน และแคโรทีนได้

2.5 อัลจิเนต

เป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล หรือผลิตจาก Ascophyllum และ kelp มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีเป็นพอลิเมอร์ร่วมของ D-manuronic acid และ L-guluronte acid โครงสร้างโมเลกุลของอัลจิเนตแสดงดังรูป 2.2



รูปที่ 2.2 : โครงสร้างของอัลจิเนตชนิดต่าง ๆ
ที่มา : http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter4_3.html (สืบค้นวันที่ 31 มีนาคม 2559)

อัลจิเนตเป็น unbranched binary copolymer ของ 1,4-b-D-manuronic acid (M) และ L-guluronic acid (G) ในโมเลกุลประกอบด้วย homopolymeric regions ของ G []และ M ที่เรียกว่า G- และ M-blocks ตามลำดับและยังมีบางส่วนของโมเลกุลเป็น MG-blocks ดังรูปที่ 2.2 สัดส่วนของ copolymer โครงสร้างเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของอัลจิเนต เช่น ถ้าโพลีเมอร์มี G ในปริมาณที่สูงจะมีสมบัติเป็นเจลที่แข็งที่ความเข้มข้นของโลหะประจุบวกเฉพาะ (polyvalent metal cation) แต่ถ้าโพลิเมอร์มี M ปริมาณสูงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดเจลที่อ่อนนุ่มและมีสภาวะใน การเกิด

เจลที่กว้างกว่า อัลจิเนตที่ผลิตจำหน่ายเป็นการค้ามีหลายอนุพันธ์จึงมีสมบัติการละลายในน้ำที่แตกต่างกัน เช่น อนุพันธ์ ของเกลือ Ca^{2+}, K^{+}, Na^{+}, NH_4^{+} และยังผลิตในรูปของ propylene glycol alginate ซึ่งได้จากปฏิกิริยาของ alginic acid กับ propylene oxide ภายใต้ความดัน อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ความหนืดของสารละลายอัลจิเนตที่ได้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล และการมีโลหะประจุบวก

อัลจิเนตถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 โดยเติมในอาหารกระป๋องบางชนิด ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว ทำให้อีมัลชั่นคงตัว สารทำให้เกิดเจล สารยับยั้งการเกิด syneresis ตัวอย่างเช่น propylene glycol alginate ใช้ในน้ำสลัด (salad dressing) และเบียร์ เพราะมีความสามารถละลายได้สูงที่ pH ต่ำ โซเดียม อัลจิเนตใช้เป็นส่วนผสมในไส้พายมะนาวที่แช่เย็นเพื่อให้เกิดความคงตัวระหว่าง freeze - thaw ใช้เคลือบผิวชิ้นเนื้อปลาก่อนนำไปแช่เยือกแข็งเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด freeze burn กับชิ้นเนื้อปลา ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม, frozen dessert, sherbet, processed cheese และใช้เป็น Alginate gel restructured products เช่น Onion rings และ Shrimp-like fish products

2.6 โพรไบโอติก

2.6.1 ความหมายของโพรไบโอติก

โพรไบโอติก (Probiotic) มาจากภาษากรีก หมายถึง “สำหรับชีวิต” จุลินทรีย์โพรไบโอติก จึงหมายถึง เชื้อจุลินทรีย์เดี่ยวหรือผสมที่มีชีวิต เมื่อมีการนำมาใช้กับสัตว์ หรือมนุษย์จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่รับ และช่วยให้ร่างกายเกิดการสมดุล (ไชยวัฒน์ และศศิธร, 2553) เมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไปแล้วจะเป็นตัวช่วยควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ร่างกายไม่ต้องการให้อยู่ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดโรค เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกส่วนใหญ่ได้รับจาการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของ โพรไบโอติก เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดต่างๆ แหนมสด แบคทีเรียที่เป็นโพรไบโอติกมีคุณสมบัติปกป้องร่างกายไม่ให้ได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค สามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยสารอาหารบางประเภทที่ระบบย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ให้เป็นสารที่มีประโยชน์ และร่างกายดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ (อาทิตย์, 2550)

2.6.2 จุลินทรีย์โพรไบโอติก

จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกมีหลายชนิด ได้แก่ สกุล *Bifidobacteria* เช่น *Bifidobacterium lactis, Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium longum* สกุล *Lactobacillus* เช่น *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus plantarum* อย่างไรก็ตามยังมีจุลินทรีย์กลุ่มอื่น ๆ ที่จัดเป็นโพรไบโอติก เช่น *Enterococcus, Streptococcus, Propionbacterium* และยีสต์ *Saccharomyces boulardii* ซึ่งโพรไบโอติกที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ *Bifidobacteria* และ *Lactobacillus* เป็นต้น (สวรรยา, 2550)

2.6.3 หลักเกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก (เพชรรุ้ง, 2554)

1. จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโพรไบโอติกต้องผ่านการพิสูจน์ว่าเป็นสายพันธุ์ที่ปลอดภัย (GRAS = Generally Recognized As Safe) ซึ่งจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ปลอดภัยมีลักษณะดังต่อไปนี้

1) แหล่งที่มาในการแยกเชื้อต้องเป็นแหล่งที่มีความปลอดภัย เมื่อตรวจสอบสกุลและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ในเบื้องต้นต้องพบว่าเป็นสายพันธุ์ที่ปลอดภัย

2) เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างสารพิษ

3) มีการยึดติดของจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหาร

4) จุลินทรีย์สายพันธุ์ที่จะเป็นโพรไบโอติกต้องมีความสัมพันธ์เกื้อกูลหรือสายพันธุ์ชนิดเดียวกันกับแบคทีเรียประจำถิ่นในสัตว์เจ้าบ้าน

2. สามารถทนต่อน้ำดีและความเป็นกรดภายในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เจ้าบ้าน รวมทั้งสามารถดำรงชีวิตอยู่ในระบบทางเดินอาหารได้

3. สามารถยึดติดกับผนังลำไส้ของสัตว์เจ้าบ้าน และแข่งขันการยึดติดกับจุลินทรีย์ก่อโรค

4. ความสามารถในการเพิ่มจำนวนในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ได้มากโดยจำนวนเซลล์เริ่มต้นน้อย

5. ผลิตสารต่อต้านจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหาร ได้แก่

1) กรดอินทรีย์ (Organic acid) เช่น กรดอะซิติก กรดโพรไพโอนิก กรดแลกติก

2) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide)

3) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

4) ไดอะซิติล (Diacetyl)

5) สารต้านจุลชีพน้ำหนักโมเลกุลต่ำ

6) อะซิตาลดีไฮด์ (Acetaldehyde)

7) แบคเทอริโอซิน (Bacteriocin)

6. การป้องกันการรุกรานของจุลินทรีย์ก่อโรค และช่วยเพิ่มระดับของภูมิคุ้มกัน

7. มีความคงตัวสูงโดยเมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้ว โพรไบโอติกต้องสามารถที่จะมีชีวิตอยู่และเก็บรักษาได้นาน

8. ผลิตเอนไซม์สำหรับย่อยสารอาหารบางชนิดได้

2.6.4 ประโยชน์ของโพรไบโอติก (พิมพ์เพ็ญ, 2554)

โพรไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Friendly Microorganisms) ช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติกทำให้ร่างกายจะได้รับประโยชน์หายประการ เช่น

1. กรดแลคติก (lactic acid) ที่จุลินทรีย์สร้างจะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) เช่น *Clostridium perfringens*, *Salmonella* เป็นต้น

2. ช่วยลดระดับของคอเลสเตอรอล (cholesterol) ฟอสฟอลิพิด (phospolipid) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ในเลือดโดย *Lactobacillus acidophilus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ กลุ่มบิฟิโดแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้จะช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอล และยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลผ่านผนังลำไส้

3. ช่วยในการทำงานของลำไส้ ลดอาการท้องผูกได้ เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ Bifidobacteria ผลิตขึ้นจะกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ และช่วยเพิ่มความชื้นของอุจจาระ ทำให้สามารถขับถ่ายได้สะดวกมากขึ้น

4. ช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียมในระบบย่อยอาหาร

5. สามารถผลิตวิตามินต่างๆ เช่น Vitamin B1, Vitamin B2, Vitamin B6, Vitamin B12, biotin (vitamin H) nicotinic acid และ folic acid ได้

2.7 แบคทีเรีย *Lactobacillus plantarum*

2.7.1 อนุกรมวิธานของ *Lactobacillus plantarum*

การจัดลำดับอนุกรมวิธานของแบคทีเรีย มีดังนี้

Kingdom Procaryotae

Division The bacteria

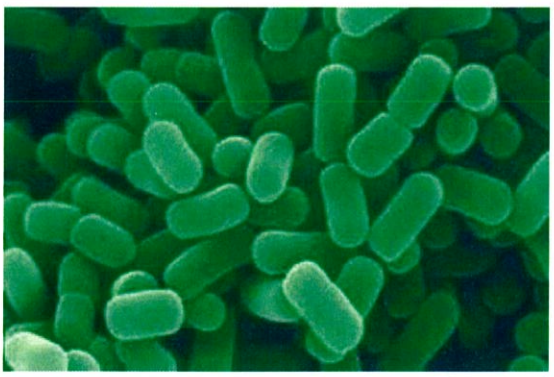
Family Lactobacillaceae

Genus Lactobacillus

Species Plantarum

2.7.2 ลักษณะทั่วไปของ *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum จัดอยู่ในวงศ์ Lactobacillus แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) รูปร่างเป็นท่อนเดี่ยวหรือต่อกันเป็นสายสั้น ดังแสดงในรูป 2.3 ไม่สร้างสปอร์เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ไม่เคลื่อนที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง แต่บางชนิดชอบเจริญที่อุณหภูมิต่ำจัดอยู่ในกลุ่ม lactic acid bacteria ที่สามารถหมัก น้ำตาลกลูโคส (glucose) น้ำตาลแล็กโทส (lactose) ให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid fermentation) (พิมพ์เพ็ญ, 2554)



รูปที่ 2.3 : *Lactobacillus plantarum*

ที่มา : https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:LP.jpg (สืบค้นวันที่ 1 เมษายน 2559)

2.7.3 ประโยชน์ของ *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum มีประโยชน์ดังนี้

1. มีบทบาทในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร

2. เป็นเอกลักษณ์สามารถสลับระหว่างการ heterofermentative หรือ homofermentative หมายความว่า มันมีความสามารถในการทำงานในสองวิธีที่จะแปลงคาร์บอน (น้ำตาล, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ลงในสารที่มีประโยชน์ เช่น กรดแลคติก เอทานอล และกรดอะซิติก

3. ผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งสามารถฆ่าแบคทีเรียที่ไม่ดีได้

4. สามารถทนต่อยาปฏิชีวนะมากที่สุด จึงเป็นจุลินทรีย์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอาหารเสริม

5. กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้ดีขึ้น

2.7.4 การใช้ *Lactobacillus plantarum* ในผลิตภัณฑ์อาหาร

อาหารที่มี *Lactobacillus plantarum* ได้แก่ กะหล่ำปลีดอง กิมจิ มะกอกเค็ม แตงกวาดอง และ sourdough และ *Lactobacillus plantarum* มีอยู่ในรูปแบบอาหารเสริมจากบริษัทอาหารยา และสุขภาพมากมาย

2.8 อนุมูลอิสระ

2.8.1 ความหมายของอนุมูลอิสระ (รัชนี และริญ, 2555)

อนุมูลอิสระ (Free Radicals) หมายถึง สารประกอบ โมเลกุล หรืออะตอม ที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (unpaired electrons) ไม่มีคู่ในวงโคจรรอบนอกสุด ซึ่งปกติจะมีอิเล็กตรอนอยู่เป็นคู่จึงจะเป็นสารประกอบ โมเลกุล หรืออะตอมที่เสถียร การที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวอยู่รอบนอกจึงเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียร ดังรูปที่ 2.4 ดังนั้นอิเล็กตรอนจึงมีการเคลื่อนย้ายออกจากโมเลกุล หรือดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่นมาแทนที่อิเล็กตรอนที่ขาดหายไปเพื่อให้ตัวเองเกิดความสมดุลหรือเสถียร โมเลกุลที่ไม่เสถียรจะมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี หากร่างกายไม่สามารถควบคุมได้ ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ส่งผลให้มีอนุมูลอิสระหลายล้านโมเลกุลเกิดขึ้นในชั่วพริบตา โดยที่อนุมูลอิสระก็มีสมบัติเหมือนสารทั่วๆไป ตรงที่ความสามารถในการเข้าทำ

ปฏิกิริยากับสารอื่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) และความชื้น เป็นต้น อนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆ ที่อยู่รอบข้างในทันทีที่ถูกสร้างขึ้น ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่ องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ภายในร่างกาย โครงสร้างอะตอมหรือโมเลกุลของอนุมูลอิสระจะเขียนได้โดยมีจุดยกกำลัง (·) ไว้ทางด้านหน้า หรือด้านหลังอะตอม หรือโมเลกุลเสมอ จุดดังกล่าวเป็นสัญลักษณ์ของอิเล็กตรอนที่ไร้คู่ ยกตัวอย่างการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของออกซิเจนอนุมูลอิสระเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่สามารถเกิดขึ้นในเซลล์ตลอดเวลา (ดังสมการ 1 และ 2)

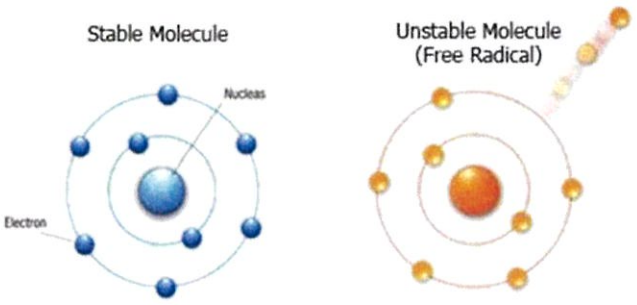
$$R^{\bullet} + O_2 \longrightarrow ROO^{\bullet} \text{ ----------1}$$

$$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet} \text{ ----------2}$$

อนุมูลอิสระและสารที่เกี่ยวข้องต่างๆในทางชีววิทยาที่สามารถเป็นตัวตั้งต้นที่ทำให้เกิดเป็น อนุมูลอิสระได้อีกหลายชนิด สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (reactive oxygen species, ROS) กลุ่มที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (reactive nitrogen species, RNS) และกลุ่มที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบสำคัญ (reactive chlorine species, RCS)

อนุมูลอิสระที่พบบ่อย เกิดในเซลล์ที่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ oxygen radical, อนุพันธ์ของ oxygen radical (เช่น superoxide radical และ hydroxyl radical), hydrogen peroxide, transition metals (โลหะทรานซิชัน), carbonate radical ($CO_3^{\bullet-}$), nitrate radical ($NO_3^{\bullet}$), methyl radical ($CH_3^{\bullet}$), superoxide radical ($O_2^{\bullet}$), peroxyl radical ($ROO^{\bullet}$), reactive oxygen species (ROS) เป็นต้น

อนุมูลอิสระที่มีความสำคัญในทางชีวภาพ ได้แก่ Hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$), Superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$) อนุมูลเหล่านี้จัดเป็นอนุมูลที่ไวในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นสูงมาก



(ก) (ข)

รูปที่ 2.4 : (ก) แสดงโครงสร้างโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนรอบนอกสุดเป็นเลขคู่เป็นโมเลกุลที่มีความเสถียร

: (ข) แสดงโครงสร้างโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนรอบนอกสุดเป็นเลขคี่เป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรหรืออนุมูลอิสระ

ที่มา : http://www.jsppharma.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539320534 (สืบค้นวันที่ 1 เมษายน 2559)

2.8.2 การเกิดอนุมูลอิสระ (อนันต์, 2551)

อนุมูลอิสระสามารถเกิดได้ทุกแห่งในน้ำ ของเหลว ก๊าซ อากาศ ของแข็ง ในสิ่งแวดล้อมและในร่างกาย มักเกิดโดยเมแทบอลิสต์ที่มีการใช้ออกซิเจนมากในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพจะมีอนุมูลอิสระของออกซิเจนเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา การเกิดอนุมูลอิสระเหล่านี้ มีสาเหตุปัจจัยการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายมนุษย์แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

2.8.2.1 ปัจจัยภายในร่างกาย

ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีปฏิกิริยามากมาย ที่เกี่ยวข้องกับทั้งการสร้าง การสลายโมเลกุลของสาร ที่เรียกว่ากระบวนการเมทาบอลิซึมเกิดขึ้นตลอดเวลาซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาเคมี และกิจกรรมของเซลล์ในร่างกายที่ต้องดำเนินการตามปกติถือเป็นสาเหตุหลักอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ตัวอย่าง ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ได้แก่ ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเอง (auto-oxidation) ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีเอมไซม์เป็นตัวเร่ง การทำงานของเอมไซม์ มีผลกระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระ ภายในร่างกายได้แก่ เอมไซม์แซนธีนออกซิเดส และเอมไซม์ไลโพออกซีจีเนส กระบวนการกำจัดสิ่งแปลกปลอมของเม็ดเลือดขาว โลหะทรานสิชัน

2.8.2.2 ปัจจัยภายนอกร่างกาย

ภายนอกร่างกายอนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ด้วยหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น การรับประทานยารักษาโรค ยาบางชนิดที่รับประทานเข้าไปในร่างกายสามารถก่อให้เกิดอนุมูลอิสระได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยาในกลุ่มต้านจุลชีพและต้านมะเร็ง เช่น บลีโอไมซินแอนทราไซคลินส์ และ เมโธทรีเสต เนื่องจากมีฤทธิ์เสริมปฏิกิริยาออกซิเดชัน การใช้รังสีรักษาโรค เช่น รังสีเอกซ์ (X-ray), รังสีแกมมา (γ-ray) อาจเป็นสาเหตุทาให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในร่างกายจากการถ่ายทอดพลังงาน ให้กับน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบของเซลล์แล้วก่อให้เกิดปฏิกิริยาขั้นต่อไป (secondary reaction) กับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในเซลล์นั้นได้อนุมูลอิสระเกิดขึ้น การสูบดมควันบุหรี่ ในควันบุหรี่มีส่วนประกอบของ ไนตริกออกไซด์ (NO), ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) และ เพอรอกซีไนไตรท์ ($ONOO^-$) รวมทั้งสารมลพิษ ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และ คาร์บอนเตรตตะคลอไรด์ (CCl_4) ซึ่งจะถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการทำงานของเอมไซม์ ไซโทโครม P-450 ไฮดรอกซีเจส (cytochrome P-450 hydroxylase) ที่มีอยู่มากในเซลล์ตับ พบได้บ้างในเซลล์ ปอด และลำไส้เล็ก ทำให้เป็นสาเหตุของการสร้างอนุมูล ซูเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์ดังกล่าว โอโซนไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระแต่จัดเป็นสารออกซิไดส์แรงสูงซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นอนุมูลไฮดรอกซิลได้จากการกระตุ้นของคลื่นแสง ยังรวมถึงการได้รับเชื้อโรคเช่น การติดเชื้อโรคไวรัส หรือเชื้อแบคทีเรีย โรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน (immune diseases) เช่น ข้ออักเสบรูมาตอยด์ แก๊สจากท่อไอเสีย เช่น ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เขม่าจากเครื่องยนต์ ฝุ่นจากกระบวนการประกอบอาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง การนำน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารที่มีอุณหภูมิสูง ๆ กลับมาใช้อีก การทำให้เกิดอาหารประเภทเกรียม ไหม้ หรือเกิดจากการปิ้งย่าง และจากยาบางชนิด เช่น โดโซรูบิซิน (doxorubicin) เพนนิซิลลามิน (penicillamine) พาราเซตามอล (paracetamol) เป็นต้น

2.8.3 ผลของอนุมูลอิสระต่อร่างกาย

อนุมูลอิสระในปริมาณมากมีผลสามารถทำลายชีวโมเลกุลทุกประเภท ทั้งในเซลล์ และส่วนประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น ลิพิด (lipid) โปรตีน (protein) เอนไซม์ (enzyme) ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เซลล์เมมเบรน (cell membrane) คอลลาเจน (collagen) ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย การเกิดการกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอในเซลล์ ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคชรา (aging) โรคมะเร็ง (cancer) โรคหัวใจขาดเลือด (coronary heart disease)

โรคความจำเสื่อม (Alzheimer's disease) โรคข้ออักเสบ (arthritis) โรคภูมิแพ้ (allergies) โรคความดันโลหิต โรคเหงือก โรคเกี่ยวกับสายตา ความผิดปกติของปอด ระบบประสาท โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับความผิดปกติของผิวหนัง และโรคลำไส้อักเสบ เป็นต้น

2.9 สารต้านอนุมูลอิสระ (เจนจิรา และประสงค์, 2554)

2.9.1 ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรง เพื่อกำจัดอนุมูลให้หมดไปหรือไปหยุดยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ไม่ให้ดำเนินต่อมีทั้งที่เป็นสารธรรมชาติ และสารสังเคราะห์ เป็นใช้สารที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระยับยั้ง หรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นสารที่สามารถขจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย ร่างกายมีระบบต้านออกซิเดชัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ป้องกันการเกิดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอมไซม์ superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, peroxidase, cytochrome C peroxidase ทองแดง สังกะสี ซีเลเนียม โปรตีนซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านออกซิเดชัน ใน กลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่นี้ ได้แก่ วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone, uric acid, bilirubin, albumin, sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากวิธีนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และสารกลุ่ม flavanoids ที่เป็นสารต้านออกซิเดชันอีกด้วย

2.9.2 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระ

บทบาทสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระคือ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ ของมนุษย์ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพในอาหาร ปัจจุบันองค์กรที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอาหารและยา ได้พยายามพัฒนาสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติ เช่น สาหร่ายทะเล แบคทีเรีย เชื้อรา และพืชชั้นสูง สารต้านอนุมูลอิสระยังมีบทบาททำลายอนุมูลอิสระโดยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระทำให้ลดการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดเริ่มต้น หรือไม่ก็ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาเมื่อสารอนุมูลอิสระมีจำนวนน้อยลง ปฏิกิริยาดังกล่าวในตอนแรกก็น้อยลงด้วย การกระทบต่อเยื่อหุ้มเซลล์หรือดีเอ็นเอก็เกิดน้อยลง โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงต่อโรคร้ายก็ลดลงด้วย ดังนั้นผู้ที่ร่างกาย

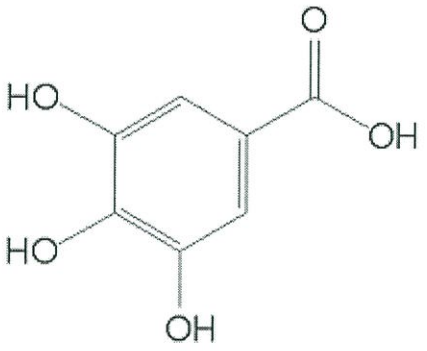
ได้รับอนุมูลอิสระอยู่เป็นประจำย่อมลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคร้าย สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง เป็นต้น รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการบางขั้นตอนที่ทำให้เกิดความแก่ โดยปกติร่างกายสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้เองก่อนที่มันจะทำอันตราย แต่ถ้ามีการสร้างอนุมูลอิสระเร็ว หรือร่างกายได้รับสารอนุมูลอิสระจากภายนอกเข้ามามากเกินไป ร่างกายก็จะกำจัดสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นไม่ทัน ก็อาจจะสร้างผลกระทบต่อสุขภาพ

2.9.3 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

สารต้านออกซิเดชันที่พัฒนาสังเคราะห์ขึ้นส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีโมเลกุลขนาดเล็ก ใช้โครงสร้างของสารต้านออกซิเดชันที่มีในธรรมชาตินำมาดัดแปลงให้มีคุณสมบัติทางเคมี และมีฤทธิ์ที่ดีขึ้น เช่น สารต้านออกซิเดชันที่พัฒนาจากสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ โดยพัฒนามาจากโครงสร้างของวิตามินอี โครงสร้างสารโพลีฟีนอล สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอันเป็นสาเหตุให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติที่เปลี่ยนไป สารสังเคราะห์เหล่านี้มี ประสิทธิภาพ และความคงตัวสูงกว่าสารสกัดจากธรรมชาติ แต่มีข้อจากัดของการใช้เนื่องจากปัญหาด้านความปลอดภัยในการบริโภค ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ เช่น Gallic acid และ BHT

2.9.3.1 Gallic acid

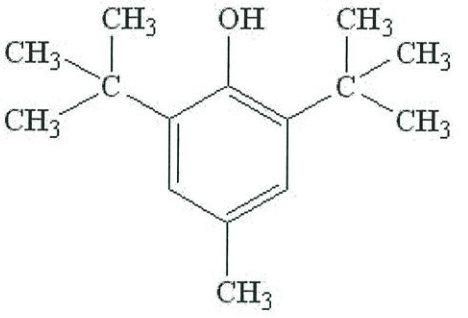
Gallic acid หรือ 3, 4, 5-hydroxybenzoic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ ดังรูป 2.5 Gallic acid เป็นส่วนประกอบของแทนนิน พบมากในองุ่น ใบชา เปลือกไม้โอ๊ค และพืชอื่น ๆ โดยทั่วไปจะใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมทางยา คุณสมบัติของ Gallic acid คือ สามารถยับยั้งเชื้อรา เชื้อไวรัส และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดี



รูปที่ 2.5 : โครงสร้างทางเคมีของ Gallic acid
ที่มา : http://www.rdchemicals.com (สืบค้นวันที่ 31 มีนาคม 2559)

2.9.3.2 BHT

Butylated hydroxytoluene หรือเรียกย่อว่า BHT เป็นสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) ดังรูป 2.6 ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ป้องกันการหืน (rancidity) ของไขมันและน้ำมันจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) เช่นเดียวกับ BHA มักผสมรวมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่น เพื่อเสริมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นปริมาณการใช้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอาจจะใช้เพียงอย่างเดียว หรือใช้รวมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่นที่กำหนดไว้ แต่ปริมาณแกลเลตต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร อาหารที่ใช้กับ น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ (bakery) ผลิตภัณฑ์เนื้อ (meat product) ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ น้ำมันหอมระเหย เป็นต้น BHT ยังใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay โดยใช้เป็นสารมาตรฐานที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ



รูปที่ 2.6 : โครงสร้างทางเคมีของ Butylated hydroxytoluene
ที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1576/butylated-hydroxy toluene-bht (สืบค้นวันที่ 31 มีนาคม 2559)

2.9.4 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ

สารกลุ่มนี้ได้รับความสนใจและมีการค้นคว้าอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากความเชื่อมั่นว่ามีความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้พบได้ทั้งในจุลชีพ สัตว์ และพืช ซึ่งมีทั้งที่เป็นวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน สารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (non-nutrient) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่น แซนโธน (xanthone) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป หมู่ฟังก์ชั่น (functional group) เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดัก จับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้น หรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยการให้อนุมูล $H^{\bullet}$ แก่อนุมูลอิสระเหล่านั้น นอกจากนี้สารประกอบโพลีฟีนอลที่มีโครงสร้างของ ortho-dihydroxyl phenol อยู่ในโมเลกุลยังสามารถยับยั้งการเกิดอนุมูล $OH^{\bullet}$ ใน ปฏิกิริยาที่มีอนุมูลโลหะทรานซิชั่น สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอล ซึ่งพบในพืชพรรณธรรมชาตินานาชนิด สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีทั้งในห้องปฏิบัติการ และในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เช่น วิตามินเอ และ แคโรทีนอยด์

2.9.4.1 วิตามินเอ

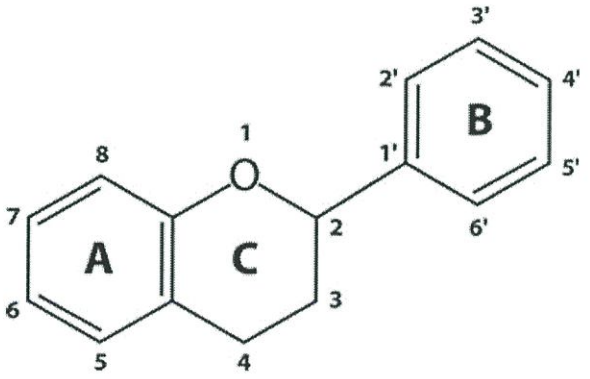
ในธรรมชาติวิตามินเอจะพบเฉพาะในสัตว์เท่านั้น แต่ในพืชจะมีสารประกอบแคโรทีนอยด์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ จัดเป็น Precursor ของวิตามินเอ เรียกว่า โปรวิตามินเอ มักพบในพืชผักใบเขียว ผักและผลไม้ที่มีสีเหลือง หรือสีส้มแดง

2.9.4.2 แคโรทีนอยด์

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบทั่วไปในธรรมชาติ จะถูกสังเคราะห์ขึ้นในคลอโรพลาสต์ของพืช และพบมากในผักและผลไม้สุก โครงสร้างพื้นฐานของแคโรทีนอยด์ประกอบด้วยโครงสร้างหลักที่เรียกว่า tetraterpene skeleton ซึ่งอาจมีวงแหวนห้า หรือหกเหลี่ยมก็ได้ ที่บริเวณปลายด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของโมเลกุล แคโรทีนอยด์สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ตามองค์ประกอบหนึ่ง หรือทั้งสองด้านของโมเลกุล แคโรทีนอยด์สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ตามองค์ประกอบของโครงสร้างในโมเลกุล

1. ฟลาโวนอยด์ (Fravonoids)

เป็นสารประกอบกลุ่มพอลิฟีโนลซึ่งประกอบด้วยวงอะโรมาติกตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป โดยมีการจับกับคาร์บอนและ Aromatic Hydroxyl ดังรูป 2.7



รูปที่ 2.7 : สูตรโครงสร้างพื้นฐานของ Flavonoid
ที่มา : http://www.smj.ejnal.com/e-journal/showdetail/?show_detail=T&art_id=1829 (สืบค้นวันที่ 31 มีนาคม 2559)

ฟลาโวนอยด์เป็นสารที่พบในพืชซึ่งส่วนใหญ่จะมีสี พบว่าทำให้ผนังหลอดเลือดแข็งแรงขึ้นในขณะที่วิตามินซีไม่มีคุณสมบัตินี้ ฟลาโวนอยด์ที่พบในธรรมชาติ มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติกที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลรวมอยู่ในโมเลกุล ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป สามารถละลายได้ในน้ำ ซึ่งพบส่วนใหญ่ในพืชมากที่สุด เช่น ผลไม้ ถั่วเหลือง แครนเบอร์รี่ เป็นต้น สารประกอบฟลาโวนอยด์สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามระดับการออกซิเดชัน และหมู่ฟังก์ชันของ C Ring

2. วิตามินซีหรือกรดแอสคอบิก

วิตามินซีมีชื่อทางเคมีว่า กรดแอสคอร์บิก เป็นวิตามินที่ละลายน้ำได้ จะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนหรือทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้น วิตามินซีมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยจะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อนุมูล hydroxyl และอนุมูล peroxyl นอกจากนี้วิตามินซียังสามารถเป็นตัวส่งเสริมประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชันของวิตามินอีด้วย

2.9.5 กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ

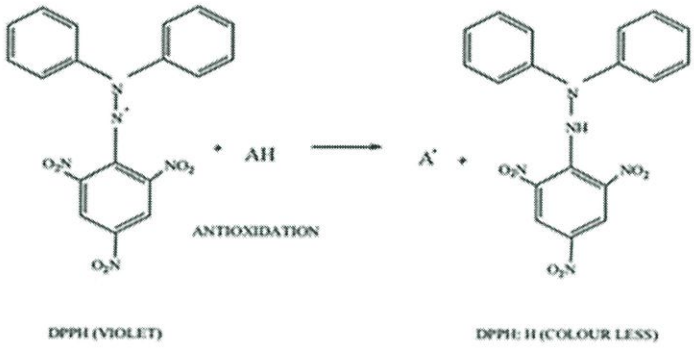
สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) ทำลาย หรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ เป็นต้น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) เป็นที่ทราบดีว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ โดยการทำให้โมเลกุลของอนุมูลอิสระมีความเสถียรขึ้นซึ่งกลไกของปฏิกิริยาเกิดโดยการให้ไฮโดรเจน หรืออิเล็คตรอนแก่อนุมูลอิสระ

2.10 การประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH (บุหรัน, 2556)

วิธีการที่นิยมนามาใช้ในการตรวจสอบฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความจำเพาะต่อสารแตกต่างกัน โดยปกติแล้วการตรวจสอบมักจะสรุปผลจากหลายวิธีร่วมกันเพื่อทำให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องยิ่งขึ้น วิธีที่ใช้ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่นิยม ได้แก่ 2,2-Diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH), Ferric reducing /antioxidant power (FRAP), Trolox equivalents antioxidant capacity (TEAC), lipid peroxidation reducing power และ metal chelating ability ซึ่งโครงงานใช้วิธี DPPH (2,2-Diphenyl-1-picryhydrazyl)

ปฏิกิริยาการทดสอบความสามารถการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay การศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการดักจับอนุมูลอิสระของ DPPH ใช้ในการวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยหลักการคือ สารไดฟินิลไพคิลไฮดราซิล (DPPH) เป็นสารอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่มีความเสถียรและคงตัว เมื่อละลายในตัวทำละลายเมทานอลจะให้สีม่วงเข้ม และดูดกลืนแสงได้ในช่วงความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร การวัดประสิทธิภาพในการทำลาย

อนุมูลอิสระของสารสกัดที่ทดสอบ จะอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อสารละลาย DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านออกซิเดชัน ดังรูป 2.8 สารที่มีคุณสมบัติต้านออกซิเดชันจะให้ไฮโดรเจนอะตอมกับโมเลกุลของ DPPH ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระ ทำให้สีของสารอนุมูลอิสระเปลี่ยนไป โดยเปลี่ยนจากสีม่วงจนเกิดการฟอกจางไปเป็นสีเหลืองทำให้อนุมูลอิสระหมดสภาพไปการที่สีของสารละลายจางลงจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการทำลายอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะทำการวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และจะวัดได้เมื่อการทำปฏิกิริยาของสารสิ้นสุดแล้ว



รูปที่ 2.8 : การเกิดปฏิกิริยาของ DPPH assay

ที่มา : https://data.epo.org/publicationserver/rest/v1.0/publicationdates/20091202/patents/ (สืบค้นวันที่ 31 มีนาคม 2559)

DPPH radical ใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง (scavenging activity) สารละลายของ DPPH$^{\bullet}$ มีสีม่วงในเอทานอลและเมื่อได้รับ H จะเปลี่ยนเป็น สารละลายสีเหลือง ตามสมการดังนี้

$$\underset{\text{สีม่วง}}{DPPH^{\bullet}} + \underset{\text{ตัวอย่างทดสอบ}}{RH} \longrightarrow \underset{\text{สีเหลือง}}{DPPH\text{-}H} + R^{\bullet}$$

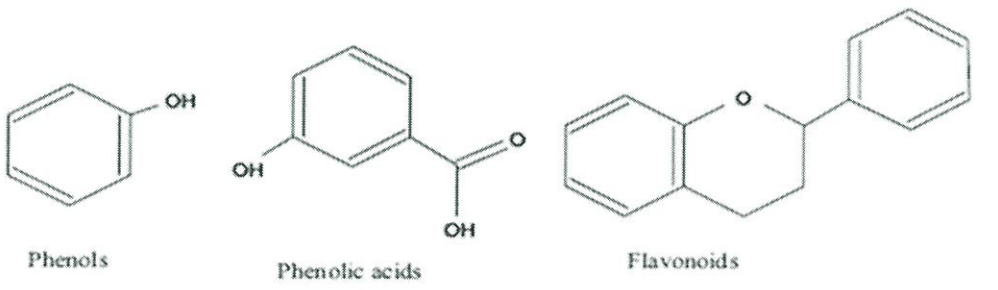
ค่าที่วัดได้จะแสดงความสามารถในการสารต้านออกซิเดชันออกมาในค่า % inhibition ตามสมการดังนี้

$$\% \text{ inhibition} = \frac{(A_{517}\text{control} - A_{517}\text{test sample})}{A_{517}\text{control}} \times 100$$

ข้อดีของวิธีนี้ คือ ทำได้ง่าย นิยมใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ข้อเสียของวิธีนี้คือ อนุมูล DPPH$^{\bullet}$ มีความคงตัวไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลที่เกิดในเซลล์ หรือร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้

2.11 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) (Yong และคณะ, 2009)

จัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอก พบได้มากในธรรมชาติได้แก่ พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิดในธรรมชาติ ตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโปรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ ไปจนถึงโครงสร้างโพลิเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม ถึง 1 กรัม สารโพลีฟีนอลิกเป็นสารที่บทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมถึงเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง สามารถลดความดันโลหิตในการสลายลิ่มเลือดเหล่านี้เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูล โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก ดังรูป 2.9 ประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นวงอะโรมาติก และมีหมู่แทนที่เป็นหมู่ ไฮดรอกซีอย่างน้อย 1 หมู่ ในที่นี้จะกล่าวถึงสารกลุ่มที่สำคัญ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์



รูปที่ 2.9 : สูตรโครงสร้างของ Phenolic compound

ที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound (สืบค้นวันที่ 30 มีนาคม 2559)

2.11.1 ปฏิกิริยาการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin - Ciocalteu

วิธี Folin - Ciocalteu นิยมนำมาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งสารละลาย Folin - Ciocalteu นั้นประกอบไปด้วย phosphomolybdate และ phosphotungstate จะเป็นตัววัดปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบจำพวกฟีนอล โดยสารละลาย Folin - Ciocalteu ในสภาวะที่เป็นด่างให้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ค่าที่ได้นั้นนิยมนำมาเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากกราฟมาตรฐาน โดยกราฟมาตรฐานส่วนมากที่ใช้จะเป็นกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิค

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รวินิภา และ ศิริจันทร์ (2557) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin - Ciocalteu reagent และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิธี DPPH assay ในน้ำผลไม้แปรรูปที่วางจำหน่ายในจังหวัดจันทบุรี 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมังคุด น้ำสำรอง และน้ำลูกหว้า รวม 10 ตัวอย่าง พบว่าน้ำลูกหว้ามีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยวัดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของการยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 69.95 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อกรัมกรดแกลลิค และ 92.17 ± 0.32 ตามลำดับ ส่วนน้ำมังคุด และน้ำสำรองมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในปริมาณที่น้อยกว่าน้ำลูกหว้า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value > 0.05) ทั้งนี้ผลไม้ทั้ง 3 ชนิด อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ไม่ว่าจะเป็นแอนโธไซยานิน แซนโธน แทนนิน และวิตามินซี รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูงอีกด้วย อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอีกหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งที่มาของวัตถุดิบ กระบวนการล้าง การให้ความร้อน การเค้นน้ำ การบรรจุภัณฑ์ และการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้

ปาลิดา (2555) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำสับปะรด มะม่วง และส้มโอ ด้วยแบคทีเรียกรดแลคติก (*Lactobacillus plantarum* M29) โดยศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2-2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) วิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าการหมักมีผลในการเพิ่มสมบัติการต้านออกซิเดชัน จากการตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระทุกๆ 24 ชั่วโมง โดยปริมาณวิตามินซี ปริมาณฟีนอลิก และค่าการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของน้ำผลไม้หมักเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น และพบว่าที่ 60 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดโดยสามารถเพิ่มค่าการต้านอนุมูลอิสระในน้ำสับปะรด และมะม่วงเป็น 55.64 และ 72.39 เมื่อเทียบจากปริมาณก่อนการหมัก คือ 34.62 และ 47.39 ตามลำดับ ยกเว้นน้ำส้มโอมีค่าลดลงเหลือเพียง 4.27 เมื่อเทียบจากปริมาณก่อนการหมัก คือ 5.26 ส่วนปริมาณวิตามินซีในน้ำสับปะรด มะม่วง และส้มโอมีปริมาณที่ 39.65 7.15 และ 202.54 mg Ascorbic acid/100 ml ตามลำดับ เมื่อเทียบจากปริมาณก่อนการหมัก คือ 24.05 4.29 และ 43.29 mg Ascorbic acid/100 ml ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิคในน้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีค่าสูงสุดเมื่อทำการหมัก 24 ชั่วโมง ในน้ำสับปะรด มะม่วง และส้มโอมีค่าอยู่ที่ 6.49 11.14 และ 3.20 mg gallic acid/L เมื่อเทียบจากปริมาณก่อนการหมัก คือ

2.31 1.41 และ 2.38 mg gallic acid/L ตามลำดับ หลังจากนั้นจะมีค่าลดลง (48 ชั่วโมง) และเพิ่มขึ้นเมื่อหมักที่ 60 ชั่วโมง ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการหมักน้ำผลไม้ด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้

พินิจ (2555) ศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และองค์ประกอบคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอม ผลการศึกษาวิจัยพบว่า (1) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของมะพร้าวน้ำหอม จำนวน 3 พันธุ์ ที่มาจาก มะพร้าวน้ำหอมจากอำเภอบ้านแพ้ว มะพร้าวน้ำหอมจากอำเภอสามพราน และมะพร้าวน้ำหอมจากการปรับปรุงพันธุ์โดยศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร พบว่าความสูง เส้นรอบวงโคนต้น จำนวนใบทั้งหมด จำนวนใบคลี่ ความยาวจั่น และจำนวนดอกเพศเมีย ของมะพร้าวน้ำหอม ทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (2) องค์ประกอบคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมพบว่า จำนวนผล น้ำหนักเปลือก น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อ น้ำหนักน้ำ น้ำหนักกะลา ของมะพร้าวน้ำหอม ทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระดับความหอมโดยการชิม ไม่มีความแตกต่างกันมาก มะพร้าวน้ำหอมจากอำเภอบ้านแพ้ว มีค่าเปอร์เซ็นต์ soluble solid (SS): titratable acidity (TA) Ratio สูงสุดคือ 136.84

รมณี และ ศศิธร (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์ จากผลการทดลองพบว่าระยะการเจริญเติบโตของมะพร้าวมีผลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์ โดยน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์จากมะพร้าวที่มีระยะการเจริญเติบโต 25 สัปดาห์ (หลังการผสมเกสร) มีการเปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด ตามด้วยน้ำมะพร้าวที่ระยะการเจริญเติบโต 28 30 และ 33 สัปดาห์ ตามลำดับ การเกิดสีชมพูในน้ำมะพร้าว ไม่ได้เป็นผลของการทำงานของเอนไซม์ พอลีฟีนอลออกซิเดส และเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส และไม่ได้เป็นผลของปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกจากนี้พบว่าน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์ที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูไม่มีองค์ประกอบของสารแอนโธไซยานิน คุณสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของน้ำมะพร้าวมีปริมาณลดลงเมื่อน้ำมะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีชมพู ซึ่งการเปลี่ยนเป็นสีชมพูมีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุแมงกานีส และสารประกอบฟีนอลิกบางชนิด ที่มีค่าการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ 286.5 นาโนเมตร โดยน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์ที่มีระยะการเจริญเติบโตน้อยที่สุด (เปลี่ยนเป็นสีชมพูเร็วที่สุด) มีปริมาณของธาตุแมงกานีส และสารประกอบฟีนอลิกชนิดดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถชะลอให้ช้าลงได้ด้วยการเติมสารรีดิวซิงเอเจนต์ จึงมีความเป็นไปได้ที่การเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์มีสาเหตุเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกโดยมีธาตุแมงกานีสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

รมณี และ ศศิธร (2554) ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว (25, 28, 30 และ 33 สัปดาห์หลังจั่นบาน) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองพบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาน้ำมะพร้าวมีการเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีชมพู โดยน้ำมะพร้าวที่ได้จากมะพร้าวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 25 สัปดาห์เปลี่ยนสีเร็วที่สุด (2 วัน ภายหลังเก็บรักษา) รองลงมาคือมะพร้าวมีอายุการเก็บเกี่ยว 28, 30 และ 33 สัปดาห์ โดยมีการเปลี่ยนสีในวันที่ 4, 7 และ 12 ตามลำดับ ในระหว่างการเก็บรักษาค่า hue ของน้ำมะพร้าวทุกอายุการเก็บเกี่ยวลดลง (เปลี่ยนจากโทนสีเหลืองเป็นสีชมพู) ในขณะที่ค่า chroma เพิ่มขึ้นและ ค่า value คงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อมะพร้าวมีอายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Haze) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TSS) ค่าความเป็นกรดเบส (pH) และปริมาณน้ำตาลซูโครสของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเป็นกรด ปริมาณน้ำตาลฟรุกโทสและกลูโคสลดลง และตลอด ระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีเพียงเล็กน้อย และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์ หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน

สิรสา (2556) ศึกษาการรอดชีวิตของโปรไบโอติกที่ถูกห่อหุ้มด้วยแคลเซียมอัลจิเนต ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus plantarum* CIF 17 A5, *Lactobacillus plantarum* TISTR 857 และ *Lactobacillus acidophilua* TISTR 1034 ที่แยกมาจากคน หนูและอาหารหมัก ตามลำดับ จากการนำไปทดสอบการทนต่อสภาวะที่เป็นกรด พีเอช 2 นาน 3 ชั่วโมง พบว่าการห่อหุ้ม *Lactobacillus plantarum* CIF 17 A5 มีการรอดชีวิตสูงสุดคือ 83.57 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ *Lactobacillus plantarum* TISTR 857 และ *Lactobacillus acidophilua* TISTR 1034 ซึ่งแยกได้จากหนู และกะหล่ำปลีดองให้การรอดชีวิต 74.79 และ 65.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการห่อหุ้มเซลล์โพรไบโอติกช่วยเพิ่มการรอดชีวิตของโพรไบโอติกจากสภาวะที่มีกรดสูงได้มากกว่าเซลล์อิสระ

ธนศิริ และคณะ (2557) ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ความพึงพอใจของผู้ชิมและปริมาณแร่ธาตุของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ช่วงอายุ 6 เดือน จากสวนดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี โดยแบ่งผลมะพร้าวน้ำหอมออกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ทะลาย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 33 วันโดยเก็บรักษา 0, 4, 8, 12, 19 และ 33 วัน จากนั้นสุ่มตัวอย่างนำมาตรวจสอบพบว่า ผลน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษา

ไว้ได้นาน 33 วัน แต่วันที่ 19 น้ำมะพร้าวมีลักษณะเริ่มขุ่น กลิ่นหอมน้อย และความพอใจโดยรวมอยู่ในระดับน้อย แต่ความหวานและความเปรี้ยวผู้ชิมชอบมาก ผลมะพร้าวมีสีเขียวถึงเหลืองแต่หลังจากวันนี้แล้วน้ำมะพร้าวไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้ชิม ปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม และสังกะสีมีค่า 201.60 - 280.58, 51,815.11 - 71,167.81, 809.50 - 1,847.50, 79.84 - 201.3045 และ 0.33 - 0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ขณะที่ผลมะพร้าวน้ำหอมที่ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้เพียง 12 วัน โดยมะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง มักพบปริมาณแร่ธาตุต่ำกว่ามะพร้าวเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

Gabriel และ Pineda (2014) ศึกษาผลของความร้อนและระยะเวลาการให้ความร้อนต่อน้ำมะพร้าวในการลดปริมาณ *E.coli* ที่ปนเปื้อนในน้ำมะพร้าว โดยนำน้ำมะพร้าวมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาที่แตกต่างกัน 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส รวมถึงระยะเวลาที่แตกต่างกันตามลำดับ 15 20 30 นาทีตามลำดับ จากนั้นดูจำนวนการรอดชีวิตของเชื้อ *E. coli* พบว่ามีการลดลงของ *E.coli* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่ออุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์เพิ่มขึ้น การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พบว่าเหมาะสมกับเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวมากที่สุด

Santos และคณะ (2013) ศึกษาเครื่องดื่มจากน้ำมะพร้าว โดยในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาปริมาณของกรดแอสคอบิก กรดคาเฟอิก และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้เครื่อง HPLS/ MS/ MS ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 25.8 ± 0.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 1.078 ± 0.013 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 99.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากตัวอย่างน้ำมะพร้าวทั้งหมด 500 ± 50 มิลลิลิตร และมีการตรวจหาสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่มาจากสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยสีเขียว เหลือง แดง และเหลืองมาเลเซีย จากการทดลองพบว่า น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยสีเขียวมีความสามารถการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ป้องกันการรีดิวซ์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระทำลายเซลล์

Yong และคณะ (2009) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว เนื่องจากน้ำมะพร้าวเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติที่มีประโยชน์สูง เป็นเครื่องดื่มที่ทำให้ สดชื่น มีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย และมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ จากการนำน้ำมะพร้าวมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 2.61 กรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร แร่ธาตุ

ได้แก่ แคลเซียม 24 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร แมกนีเซียม 25 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร ฟอสฟอรัส 20 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร โพแทสเซียม 250 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร และโซเดียม 105 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร วิตามิน ได้แก่วิตามินซี 2.4 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยมิลลิลิตร

Haseena และคณะ (2012) ศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของ มะพร้าวน้ำหอม โดยนำมะพร้าวน้ำหอมที่มีการเจริญเต็มที่ช่วงอายุ 7 - 8 เดือนจากพื้นที่ท้องถิ่นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27 ± 2 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำมะพร้าวระหว่างการเก็บรักษาผลทางกายภาพพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของมะพร้าวระหว่างการเก็บรักษา ค่าพีเอช ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด กรดอะมิโน แร่ธาตุ (โซเดียม และโพแทสเซียม) ในการทดลองพบว่าการเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมที่อุณหภูมิ 13 ± 2 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมไว้ที่อุณหภูมิห้อง 27 ± 2 องศาเซลเซียส

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

1. มะพร้าวน้ำหอม สายพันธุ์สามพราน ปลูกในจังหวัดสมุทรสาคร

2. เม็ดอัลจิเนตสำเร็จรูป ยี่ห้อ KSO มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดอัลจิเนตเท่ากับ 5 มิลลิเมตร

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก

Lactobacillus plantarum TISTR 2075 ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ยี่ห้อ Himedie
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ยี่ห้อ Himedie
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth ยี่ห้อ Himedie

3.1.4 สารเคมี

1. Sodium hydroxide ยี่ห้อ Fisher scientific
2. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ยี่ห้อ Sigma
3. Absolute ethanol ยี่ห้อ BDH prolabo
4. BHT (Butylated hydroxyl toluene) ยี่ห้อ Sigma Alorich
5. Disodium hydrogen phosphate dodecahydrate ยี่ห้อ Merck
6. Sodium potassium tartate ยี่ห้อ Ajax Finechem
7. Sodium sulphate ยี่ห้อ Ajax Finechem
8. Sulfuric acid ยี่ห้อ Carlo Erba
9. Folin-Ciocalteu phenol reagent ยี่ห้อ Merck
10. Sodium carbonate ยี่ห้อ Merck

11. Gallic acid ยี่ห้อ Sigma Alorich

12. Glucose ยี่ห้อ Merck

13. Potassium dihydrogen phosphate ยี่ห้อ Merck

14. 3, 5-dinitrosalicylic acid ยี่ห้อ Aldrich

15. Sodium sulphite ยี่ห้อ Ajax Finechem

16. Phenol ยี่ห้อ Merck

17. Potassium sodium tartrate tetrahydrate ยี่ห้อ APS Finechem

18. Tartaric acid ยี่ห้อ Ajax Finechem

19. Phenolphthalein

3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ Memmert

2. หม้อนึ่งอัดไอ (Autoclave) ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HVE-50

3. เครื่อง Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น N-1α

4. ตู้อบ ยี่ห้อ Memmert

5. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ยี่ห้อ Hermle รุ่น Z383K

6. เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ A&D รุ่น GF-800

7. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohaus รุ่น Pioneer

8. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow) ยี่ห้อ Mircotech

9. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ยี่ห้อ Memmert

10. เครื่องสเปกโตรโฟโตรมิเตอร์ (Spectophotometer) ยี่ห้อ Genesys รุ่น 10S UV-VIS

11. เครื่อง pH meter ยี่ห้อ Clean รุ่น PH200 & PH500

12. อุปกรณ์ในการไตเตรท

13. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

14. อุปกรณ์เครื่องครัว

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมะพร้าว

นำมะพร้าวน้ำหอม สายพันธุ์สามพราน มาล้างให้สะอาดปอกเปลือกจากนั้นทำการเฉาะกรองน้ำมะพร้าวด้วยผ้าขาวบางที่สะอาด เพื่อเอาเศษเปลือกมะพร้าวออก นำน้ำมะพร้าวที่กรองได้ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพได้แก่

1. วัดค่าความเป็นกรด - ด่างโดยใช้เครื่อง pH meter
2. วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand refractometer
3. วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก ตามวิธีของ AOAC (2000)
4. วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี DNS ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Wanida และคณะ (2010)

โดยนำตัวอย่างน้ำมะพร้าวมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นปิเปตเฉพาะส่วนใสมาทำการวิเคราะห์โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1) นำส่วนใสของตัวอย่างน้ำมะพร้าวปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารละลาย DNS ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2) นำส่วนผสมในหลอดทดลองต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที

3) เมื่อครบเวลานำไปแช่ในน้ำเย็นทันที

4) จากนั้นเติมน้ำกลั่นเพิ่มลงในหลอดทดลองปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน

5) นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส (Glucose) รายงานผลเป็นกรัมของกลูโคสต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง

5. วิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Santos และคณะ (2013)

นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที ปิเปตเฉพาะส่วนใสมาทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีวิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) เตรียมสารละลายมาตรฐาน DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ใน Absolute ethanol สารนี้ต้องเตรียมใหม่ ๆ ก่อนใช้งาน

2) เตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใน Absolute ethanol

3) ปิเปตสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

4) เติมส่วนใสของตัวอย่างน้ำมะพร้าวลงไป 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้สารละลาย DPPH และตัวอย่างเข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง

5) สำหรับตัวอย่างควบคุม (Control) ใช้ Absolute ethanol แทนตัวอย่างน้ำมะพร้าว และทำการวิเคราะห์ตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น

6) เมื่อครบ 30 นาที นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวและตัวอย่างควบคุม ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงใช้ Absolute ethanol เป็น blank วัดที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

7) คำนวณฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% inhibition) เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้ง DPPH} = \frac{A_{\text{ควบคุม}} - A_{\text{ตัวอย่าง}}}{A_{\text{ควบคุม}}} \times 100$$

เมื่อ $A_{\text{ควบคุม}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

$A_{\text{ตัวอย่าง}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม หรือสารละลาย BHT

6. วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ He และคณะ (2016)

นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที จากนั้นปิเปตเฉพาะส่วนใส มาทำการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin - Ciocalteu reagent โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) ดูดส่วนใสของตัวอย่างน้ำมะพร้าวปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง

2) เติมสารละลาย Folin - Ciocalteu phenol reagent ลงในหลอดทดลองปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้นร้อยละ 0.1 โมล ลงไปปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน

4) เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองอีกปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

5) ตั้งไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากกนั้นนำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

6) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิค (Gallic acid) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง (mg GAE /ml)

3.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

1. นำน้ำมะพร้าวมาทำการเจือจางให้มีระดับความเจือจางที่เหมาะสมด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

2. จากนั้นนำน้ำมะพร้าวที่ทำการเจือจาง มาทำการตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหาร PCA agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และตรวจหายีสต์และราด้วยเทคนิค spread plate โดยใช้อาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็น CFU/ml

3.2.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม

ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม โดยแปรอุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์เป็น 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. นำตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่เตรียมไว้แบ่งใส่ 3 ขวด แต่ละขวดมีปริมาตร 150 มิลลิลิตร

2. นำน้ำมะพร้าวไปทำการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิที่ต่าง ๆ ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) เป็นเวลา 20 นาที

3. นำน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วมาประเมินคุณภาพดังนี้

1) ประเมินคุณภาพทางเคมี ตามหัวข้อที่ 3.2.2

2) ประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตามหัวข้อที่ 3.2.3 และทำการตรวจหาแบคทีเรียแลคติกด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหาร MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รายงานผลเป็น CFU/ml

3) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวพาสเจอไรซ์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพแบบ Hedonic Scale มีระดับความพึงพอใจ 7 ระดับ โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 7 = ชอบมากที่สุด โดยการให้คะแนนสำหรับกลิ่นของมะพร้าวน้ำหอม ความหวาน ความใส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนเป็นตัวเลขตามความชอบ

3.2.5 การผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอม

3.2.5.1 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum*

1. การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นของ *Lactobacillus plantarum*

1) ถ่ายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* จาก MRS agar slant ที่เตรียมไว้ลงในอาหารเหลว MRS ปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง

2) ทำการเก็บเกี่ยวเซลล์โดยนำอาหารเลี้ยงเชื้อไปปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็วรอบ 8,500 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

3) เทอาหารเลี้ยงเชื้อออก ทำการล้างเซลล์ โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง

4) ทำการเจือจางสารละลายของเซลล์โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณเพื่อให้ได้ปริมาณเซลล์เริ่มต้นประมาณ 10^{10} CFU/ml

2. นำเอาเม็ดอัลจิเนตมาแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเท่ากับ 10^{10} CFU/ml เพื่อให้เม็ลอัลจิเนตดูดซับเอาสารละลายของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เข้าไปโดยวิธีการดังต่อไปนี้

1) นำเม็ดอัลจิเนตมาฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาทีเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิวด้านนอก

2) ชั่งเม็ดอัลจิเนตปริมาณ 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จากนั้นใส่ลงในสารละลายเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* ที่เตรียมไว้ปริมาตร 30 มิลลิลิตร

3) จับเวลาในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่เวลา 10 15 และ 20 นาที ตามลำดับ

4) กรองสารละลายของเชื้อออก และล้างเม็ดอัลจิเนตด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

5) ทำการตรวจสอบปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนตโดยนำเม็ดอัลจิเนตมาทำให้ละลายด้วยสารละลาย Butterfield phosphate-buffered ปริมาตร 225 มิลลิลิตร

6) จากนั้นทำการเจือจางให้มีระดับความเจือจางที่เหมาะสมด้วยสารละลาย Butterfield phosphate-buffered นำระดับความเจือจางที่เหมาะสมมาทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหาร MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็น CFU/ml

3.2.5.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

ทำการผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอม โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. นำน้ำมะพร้าวมาให้ความร้อนโดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม (จากหัวข้อ 3.2.4) จากนั้นบรรจุน้ำมะพร้าวลงขวดที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 125 มิลลิลิตร

2. ชั่งเม็ดอัลจิเนตที่แช่สารละลายของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่ระยะเวลาที่เหมาะสม (จากหัวข้อ 3.2.5.2) จำนวน 25 กรัม เติมลงในน้ำมะพร้าวที่เตรียมไว้ ปิดฝาขวดให้แน่น

3. นำเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอม ไปเก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มทุก 3 วัน จนกระทั่งเสื่อมคุณภาพ ดังนี้

1) การตรวจสอบคุณภาพของน้ำมะพร้าว

(1) การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ดังหัวข้อที่ 3.2.2

(2) การวิเคราะห์ปริมาณ *Lactobacillus plantarum* โดยใช้อาหาร MRS agar ด้วยเทคนิค pour plate บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รายงานผลเป็น logCFU/ml และตรวจหายีสต์และรา โดยใช้อาหาร PDA ด้วยเทคนิค spread plate บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็น CFU/ml

2) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนต

(1) นำเม็ดอัลจิเนตที่แยกออกจากเครื่องดื่มน้ำมะพร้าว มาล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

(2) ชั่งเม็ดอัลจิเนตจำนวน 10 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จากนั้น ใส่ลงในสารละลาย Butterfield phosphate-buffered ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เม็ดอัลจิเนตให้เข้ากันกับสารละลาย ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที

(3) จากนั้นทำการเจือจางให้มีระดับความเจือจางที่เหมาะสม ด้วย Butterfield phosphate-buffered ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำสารละลายที่มีระดับความเจือจางที่เหมาะสมมาทำการตรวจหาเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ด้วยเทคนิค pour plate โดยใช้อาหาร MRS agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และรายงานผลเป็น log CFU/ml

3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีกายภาพแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปและเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

นำผลมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการคัดคุณภาพ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด นำมาเฉาะแล้วกรองน้ำมะพร้าวด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำน้ำมะพร้าวที่ได้มาศึกษาคุณภาพคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณจุลินทรีย์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

คุณภาพทางด้านเคมี	ค่าที่ได้
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.06 ± 0.00
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	7.00 ± 0.00
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (เปอร์เซ็นต์)	0.08 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)	4.25 ± 0.02
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH	87.07 ± 0.37
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic) (mgGAE/ml)	24.54 ± 0.37
คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	4.33×10^2
ยีสต์และรา (CFU/ml)	1.13×10^4

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด - ด่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.06 ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับในงานวิจัยของ Manjunatha และ Raju (2013) ได้ศึกษาคุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ให้ความร้อนตั้งแต่ 10 - 85 องศาเซลเซียส โดยนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ พบว่ามีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 4.91 ส่วนปริมาณ

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.00 องศาบริกซ์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Alyaqoubi และคณะ (2015) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวในประเทศมาเลเซีย โดยนำมะพร้าวจากประเทศมาเลเซียมาเปรียบเทียบกับมะพร้าวประเทศไทย ฟิลิปินส์ และศรีลังกา พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าอยู่ในช่วง 5.4 – 9 องศาบริกซ์ สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำมะพร้าวมีความเปรี้ยวเล็กน้อย

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 กรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งใกล้เคียงจากการศึกษาของ Manjunatha และ Raju (2013) โดยศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ให้ความร้อนตั้งแต่ 10 - 85 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 กรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม

ผลของฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง มีค่าเท่ากับ 87.07 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 24.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง จากการศึกษาของ Ali และคณะ (2010) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ชนิดต่างๆในท้องตลาดของประเทศอินเดีย พบว่าน้ำมะพร้าวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 22.79 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าองุ่น แอปเปิ้ล สับปะรด ที่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 21.81 21.53 และ19.01 ตามลำดับ

คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าว พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.47×10^3 CFU/ml ปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 1.13×10^4 CFU/ml ซึ่งจุลินทรีย์ที่ตรวจพบเหล่านี้อาจปนเปื้อนลงมาในระหว่างขั้นตอนการเตรียมน้ำมะพร้าว เช่น การเฉาะ การกรอง เป็นต้น

4.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม

4.2.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

โดยนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่เตรียมไว้ มาบรรจุลงในขวดแก้วขนาด 150 มิลลิลิตร ปริมาตร 125 มิลลิลิตร ปิดฝาขวด จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำมาทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมะพร้าวที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้ผลดังแสดงตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีกายภาพ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

ตัวอย่างน้ำมะพร้าว	คุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ			
	ค่าความเป็นกรด – ด่าง	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)
C – 0	$5.06^{a} \pm 0.00$	$7.00^{a} \pm 0.00$	$0.08^{a} \pm 0.00$	$4.25^{a} \pm 0.02$
C – 70	$5.06^{a} \pm 0.00$	$7.00^{a} \pm 0.00$	$0.07^{a} \pm 0.00$	$4.15^{b} \pm 0.03$
C – 80	$5.07^{a} \pm 0.00$	$7.07^{a} \pm 0.12$	$0.07^{a} \pm 0.00$	$3.97^{c} \pm 0.00$
C – 90	$5.05^{a} \pm 0.00$	$7.00^{a} \pm 0.00$	$0.07^{a} \pm 0.00$	$3.95^{c} \pm 0.03$

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณกรดในรูปของกรดมาลิกของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.06 และน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิระหว่าง 70 - 90 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 5.05 - 5.07 ซึ่งมี รายงานวิจัย

ของ Kaya และคณะ (2015) ได้ศึกษาผลกระทบของการพาสเจอไรซ์ของเครื่องดื่มน้ำมะนาวผสมกับน้ำเมลอน พบว่าการให้อุณหภูมิที่ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 71 วินาที กับน้ำมะนาวผสมกับน้ำเมลอน พบว่าความเป็นกรด – ด่างไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรซ์ นอกจากนี้ Santhirasegaram และคณะ (2015) ได้รายงานว่าค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำมะม่วงที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) กับน้ำมะม่วงที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ เช่นเดียวกัน

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ มีค่าเท่ากับ 7.00 องศาบริกซ์ และมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิระหว่าง 70 -90 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 7.00 - 7.07 สอดคล้องกับการศึกษาของ Chauhan และคณะ (2002) ที่ศึกษาการรักษาคุณภาพของน้ำอ้อย โดยนำน้ำอ้อยมาพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 60 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที พบว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำอ้อย เมื่อผ่านการพาสเจอไรซ์ มีค่าอยู่ในช่วง 21.9 – 22.0 องศาบริกซ์ ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เนื่องมาจากกระบวนการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอมนั้นบรรจุใส่ขวดปิดฝาแน่นสนิททำให้ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดไม่สามารถระเหยออกไปได้

ปริมาณกรดในรูปของกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ มีค่าเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ และมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ ระหว่าง 70 - 90 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดในรูปของกรดมาลิก เท่ากับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่างๆพบว่า มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรซ์ โดยมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ อยู่ในช่วง 3.95 – 4.15 กรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ มี 4.25 กรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม การลดลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เมื่อให้ความร้อนกับน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากการพาสเจอไรซ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลซูโคสในน้ำมะพร้าว อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำตาลซูโคสกลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดียว เช่น กลูโคส ฟรุกโทส ซึ่งน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวบางส่วนจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ ที่อยู่ในน้ำมะพร้าวเรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) โดยมี ความร้อนเร่งปฏิกิริยาทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่วัดได้จึงมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (พิมพ์เพ็ญ, 2554)

4.2.2 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

DPPH (2,2-dipheenyl-1-piclylhydrazyl) เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรที่มีธาตุไนโตรเจน (N) เป็นอะตอมกลาง ชอบละลายในไขมัน (Lipophillic) ซึ่งสารนี้ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการประเมินค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและเมื่อเกิดปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) สีของสารละลาย DPPH จะเปลี่ยนจากสีม่วงไปเป็นสีเหลือง ซึ่งสามารถทราบถึงปฏิกิริยาได้ที่ความยาวคลื่นที่เหมาะสมต่อการทดสอบคือ 517 นาโนเมตร (Moktan และคณะ, 2008) ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ

ตัวอย่างน้ำมะพร้าว	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH
C – 0	$87.07^{b} \pm 0.37$
C – 70	$86.27^{c} \pm 0.24$
C – 80	$86.21^{c} \pm 0.33$
C – 90	$84.76^{d} \pm 0.40$
BHT	$93.24^{a} \pm 0.16$

หมายเหตุ

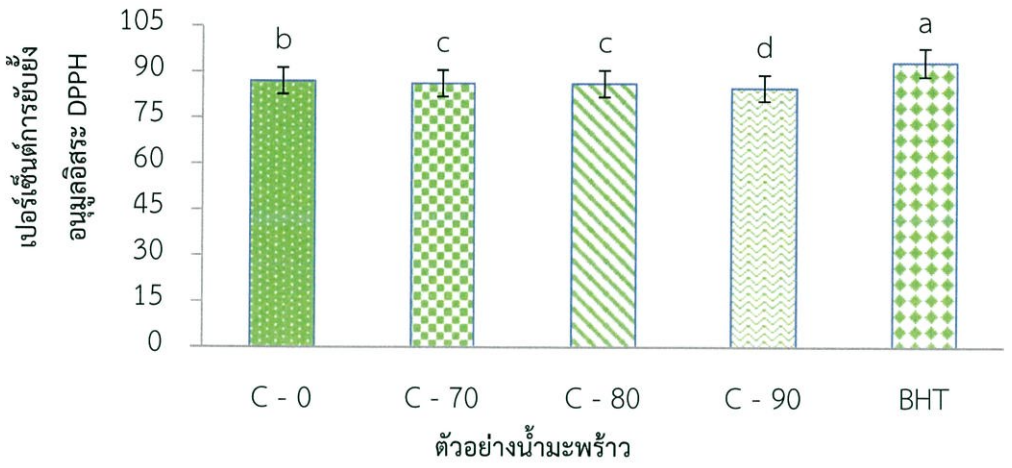
a,b,c,d ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

หมายเหตุ

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

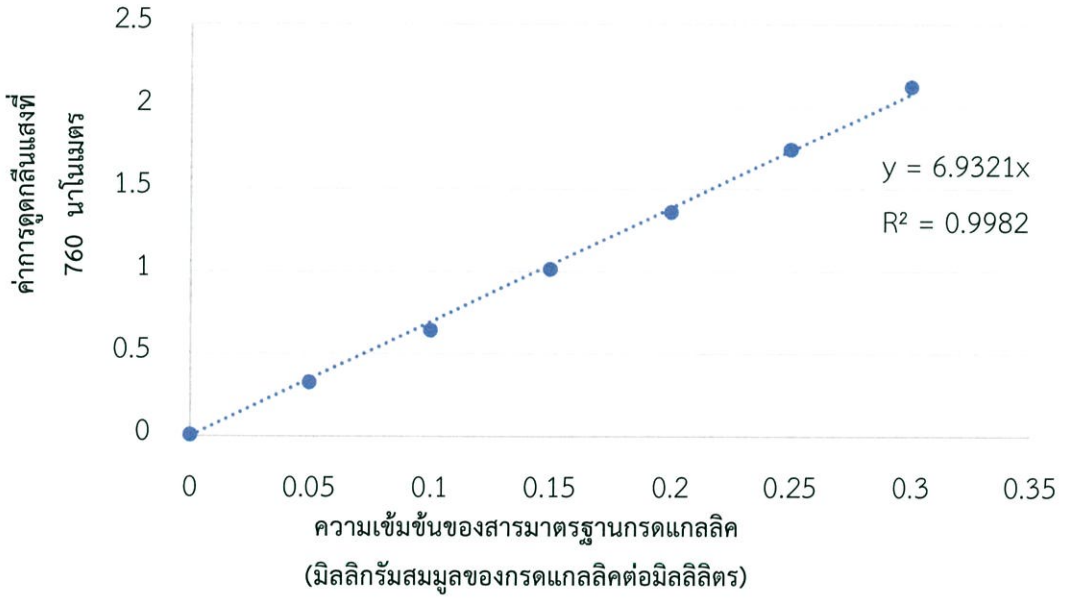
C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

จากการทดลองพบว่าการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ลดลง น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ (C – 0) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุดเท่ากับ 87.07 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม จะวัดได้จากสารที่อยู่ในน้ำมะพร้าว เช่น วิตามินซี (กรดแอสคอร์บิกทั้งหมด) สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กรดอินทรีย์ (organic acid) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน และที่สำคัญ ได้แก่ ธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียมที่เป็นส่วนประกอบที่มีค่าสูงในน้ำมะพร้าว ในขณะเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เท่ากับ 86.27, 86.21 และ 84.76 ตามลำดับ จากการศึกษาของ Paul และ Ghosh (2012) พบว่าการพาสเจอไรซ์น้ำทับทิมที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เมื่ออุณหภูมิการพาสเจอไรซ์เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสังเคราะห์ BHT พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 94.24 อย่างไรก็ตาม จะพบว่าน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ยังมีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ค่อนข้างสูง

4.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Foiln - Ciocalteu เป็นการศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันและดูการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้น โดยสารละลาย Foiln – Ciocalteu Reagent จะถูกทำให้เป็นด่าง โดยการเติมสรละลายโซเดียมคาร์บอเนตเพื่อให้เกิดการแตกตัวของสารประกอบ ฟีนอลิก จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน (Huang และคณะ, 2005) จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร และรายงานค่าที่ได้เป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม (mgGAE/ml) เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิคดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานกรดแกลลิคที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 24.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง และเมื่อนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมไปผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตัวอย่างน้ำมะพร้าว	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/ml)
C – 0	$24.54^{a} \pm 0.37$
C - 70	$20.96^{b} \pm 0.08$
C - 80	$20.82^{b} \pm 0.33$
C - 90	$19.13^{c} \pm 0.15$

หมายเหตุ

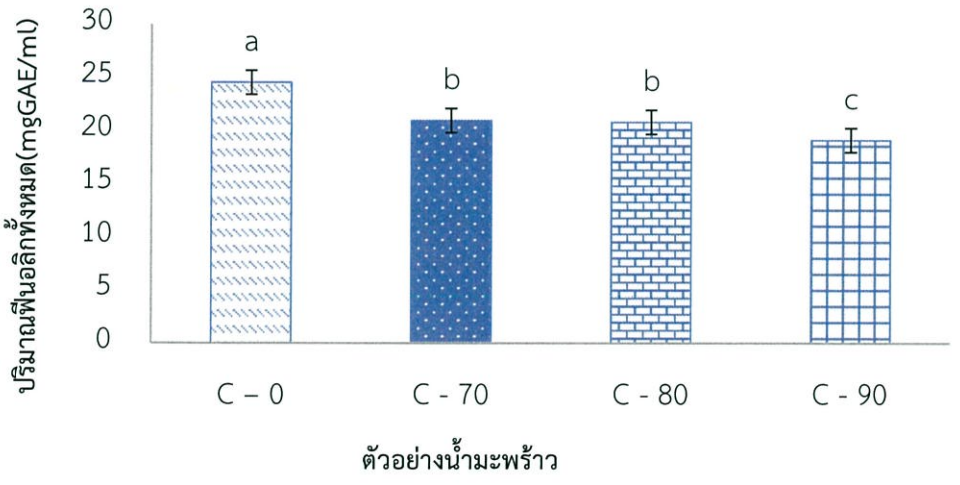
a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

หมายเหตุ

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองน้ำมะพร้าวที่ให้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 20.96 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 20.82 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง และที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 19.13 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง การที่น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง เมื่อใช้อุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนจะทำปฏิกิริยาเร่งการสลายของสารโพลีฟีนอล ซึ่งงานวิจัยของ Santhirasegaram และคณะ (2015) ได้ศึกษาการพาสเจอไรซ์น้ำมะม่วงที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที และทำการตรวจหาปริมาณฟีนอลิกหลังการพาสเจอไรซ์พบว่ามีค่าลดลง เนื่องจากความร้อนเป็นตัวกระตุ้นให้ทำลายการทำงานของเอมไซม์ phenylalanine ammonia lyase ซึ่งเป็นสาเหตุของการยับยั้งปฏิกิริยา phenolic biosynthesis pathway ไม่ให้เพิ่มปริมาณสารประกกอบฟีนอลิก และความร้อนยังมีผลในการสลายสารฟีนอลิก อุณหภูมิที่สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเริ่มสลายที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นการลดปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมถึงมีปัจจัยในส่วนของเวลาการพาสเจอร์ไรซ์ร่วมด้วย นอกจากนี้ Pala และ Toklucu (2013) ได้ทดลองพาสเจอไรซ์น้ำส้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 71 วินาที โดยทำการ เปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดกับน้ำส้มที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ พบว่าน้ำส้มที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 1124.7 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง แต่เมื่อผ่านนำไปพาสเจอไรซ์ พบว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าลดลงเหลือ 1089.75 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของน้ำส้ม

4.2.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากการศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มาตรวจสอบ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา และแบคทีเรียแลคติก ได้แสดงผลดังในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

ตัวอย่างน้ำมะพร้าว	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/ml)	ยีสต์และรา (CFU/ml)	แบคทีเรียแลคติก (CFU/ml)
C – 0	4.40×10^2	1.23×10^4	< 25
C – 70	< 25	< 25	< 10
C – 80	< 10	< 10	< 10
C – 90	< 10	< 10	< 10

หมายเหตุ

C – 0 คือ น้ำมะพร้าวที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ (C - 0) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total count) เท่ากับ 4.40×10^2 CFU/ml เชื้อยีสต์และรามีปริมาณเชื้อเท่ากับ 1.23×10^4 CFU/ml และมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกต่ำกว่า 25 CFU/ml และเมื่อนำน้ำมะพร้าวไปผ่านการพาสเจอไรซ์ พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ต่ำกว่า 25 CFU/ml ในขณะที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีปริมาณต่ำกว่า 10 CFU/ml การให้ความร้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำมะพร้าว เนื่องมาจากการให้ความร้อนแก่น้ำมะพร้าว มีผลทำลายเซลล์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทำให้เซลล์จุลินทรีย์ได้รับความเสียหาย จุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนจะส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดอาการท้องเสียเมื่อปนเปื้อนอยู่ในน้ำมะพร้าวจำนวนมาก และส่งผลต่อคุณภาพของน้ำมะพร้าวทำให้ระยะการเก็บรักษาได้สั้นลง Santhirasegaram และคณะ (2015) ได้ศึกษาการใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรซ์ของน้ำมะม่วงที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที แล้วตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าการใช้ความร้อนระดับพาสเจอไรซ์สามารถยับยั้งจุลินทรีย์พวกแอโรบิคแบคทีเรีย โคลิฟอร์ม ยีสต์และเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิที่สูงทำให้เกิดความเสียหายต่อโมเลกุลของสารอินทรีย์ (โปรตีน และกรดนิวคลีอิก) ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของเซลล์จุลินทรีย์จึงเป็นผลทำให้เกิดการตายของเซลล์

4.2.5 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

นำน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นของน้ำมะพร้าว ความหวาน ความใส รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ชิมจำนวน 25 คน โดยให้คะแนนความชอบ ตั้งแต่ 7 คือ ชอบมากที่สุด และ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด ให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คะแนนตามความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่างๆ

คุณลักษณะลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
กลิ่นของมะพร้าวน้ำหอม	$4.48^{a} \pm 1.39$	$4.68^{a} \pm 1.18$	$4.84^{a} \pm 1.46$
ความหวาน	$3.92^{b} \pm 1.26$	$5.04^{a} \pm 1.46$	$5.04^{a} \pm 1.54$
ความใส	$4.16^{b} \pm 1.65$	$5.92^{a} \pm 1.00$	$5.76^{a} \pm 1.05$
รสชาติ	$4.16^{b} \pm 1.46$	$5.20^{a} \pm 1.44$	$4.96^{a,b} \pm 1.54$
ความชอบโดยรวม	$4.20^{b} \pm 1.26$	$5.40^{a} \pm 1.15$	$5.20^{a} \pm 1.58$

หมายเหตุ

a,b ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

C – 70 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

C – 80 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

C – 90 คือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ นำมาแช่เย็นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ในด้านกลิ่นของน้ำมะพร้าว ความหวาน ความใส และรสชาติ ของน้ำมะพร้าว พบว่าคุณลักษณะทางด้านกลิ่นของมะพร้าวน้ำหอม เมื่อนำไปผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากในการพาสเจอไรซ์ต้องบรรจุขวดปิดฝาสนิท ทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นน้อยมาก โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 4.48 - 4.84 ส่วนด้านความหวาน น้ำมะพร้าว

ที่พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบทางด้านหวานที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 5.04 ในขณะที่การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผู้ชิมให้คะแนนความหวานน้อยที่สุด เท่ากับ 3.92 การที่ความหวานเพิ่มขึ้นเมื่อให้อุณหภูมิที่สูงเนื่องจากความร้อนจะกระตุ้นการสลายตัวของน้ำตาลโมเลกุลคู่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส และฟรุกโตส ซึ่งจะทำให้รับรู้รสชาติประสาทสัมผัสด้านความหวานเพิ่มขึ้นในน้ำมะพร้าว

ในด้านความใส น้ำมะพร้าวที่พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบทางด้านความใสที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 5.92 และ 5.76 ตามลำดับ ในขณะที่การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผู้ชิมให้คะแนนความใสน้อยที่สุด เท่ากับ 4.16 ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ น้ำมะพร้าวที่พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบทางด้านรสชาติที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 5.20 และ 4.96 ตามลำดับ ในขณะที่การพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผู้ชิมให้คะแนนด้านรสชาติน้อยที่สุด เท่ากับ 4.16

ดังนั้นความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของ C - 80 มากที่สุด ถึงแม้ว่า C - 80 กับ C - 90 จะมีคะแนนความชอบโดยรวมที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนแล้ว พบว่า C - 80 มีคะแนนความชอบมากกว่า C - 90 เนื่องจาก มีคะแนนความหวาน ความใส และรสชาติสูงสุด จึงส่งผลให้มีคะแนนความชอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีคะแนนสูงสุด ในขณะที่ C - 70 มีคะแนนความชอบต่ำสุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากคะแนนของกลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ความหวาน ความใส และรสชาติ มีคะแนนต่ำสุด

ดังนั้นจากการศึกษาผลของอุณหภูมิการพาสเจอไรซ์ที่ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ต่อคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอม พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอม คือ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ค่าความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณกรดในรูปของกรดมาลิก และปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำมะพร้าวน้ำหอมสดที่ไม่ได้ผ่านการพาสเจอไรซ์ นอกจากนี้อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ความหวาน ความใส รสชาติ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังจะเห็นจากการที่มีคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคที่สูงสุด

4.3 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เพื่อผลิตเครื่องดื่มโพรไบโอติก

จากการนำเม็ดอัลจิเนตมา แช่ในสารละลายของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^{10} CFU/ml ที่ระยะเวลาต่างๆ จากนั้นนำตัวอย่างเม็ดอัลจิเนตที่ไปตรวจสอบปริมาณของจุลินทรีย์ที่อยู่ในเม็ดอัลจิเนต พบว่าปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนต ที่แช่เป็นเวลา 10 15 และ 20 นาที มีปริมาณเชื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนตหลังการแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เป็นระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* (นาที)	ปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่อยู่ในเม็ดอัลจิเนต (logCFU/g)
0	-
10	$5.41^{a} \pm 0.11$
15	$5.64^{a} \pm 0.06$
20	$5.44^{a} \pm 0.15$

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เป็นเวลา 10 15 และ 20 นาที ตรวจพบปริมาณเชื้อเท่ากับ 5.41 5.64 และ 5.44 logCFU/g ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการดูดซับสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ของเม็ดอัลจิเนต มีปริมาณใกล้เคียงกันซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* เป็นเวลา 10 นาที เนื่องจากในการดูดซับสารละลายเชื้อเม็ดอัลจิเนตมีความอิ่มตัว การแช่เป็นระยะเวลานานไม่ส่งผลต่อปริมาณการดูดซึมเชื้อที่แตกต่างกัน จึงเลือกใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุด

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการผลิตเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวผสมโพรไบโอติกในเม็ดอัลจิเนต จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวโพรไบโอติกทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน ได้ผลดังนี้

4.4.1 คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

จากการนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ (ตารางที่ 4.8) พบว่า ค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 5.04 - 5.12 อาจเกิดเนื่องจาก เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ใส่เข้าไป ใช้น้ำตาล หรือสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำมะพร้าวเพื่อการเจริญเติบโต และสร้างกรดออกมาในระหว่างการเก็บรักษา มีผลทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นแต่เนื่องจากสภาวะที่ใช้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิเย็น ไม่ได้เป็นสภาวะที่เหมาะแก่การสร้างกรดอย่างเต็มที่ จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Walter และคณะ (2009) ศึกษาจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เพื่อพัฒนาคุณภาพของอาหาร รายงานว่าจุลินทรีย์โพรไบโอติกเป็นเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแลคติกที่สามารถสร้างกรดได้ เมื่อมีจุลินทรีย์รวมอยู่ในผลิตภัณฑ์จะสร้างกรดส่งผลให้ค่าที่วัดได้มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ			
	ค่าความเป็นกรด – ด่าง	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)
0	$5.15^{a} \pm 0.00$	$8.15^{a} \pm 0.04$	$0.08^{b} \pm 0.00$	$4.38^{a} \pm 0.01$
3	$5.12^{ab} \pm 0.02$	$6.73^{bcd} \pm 0.12$	$0.08^{bc} \pm 0.00$	$4.22^{b} \pm 0.02$
6	$5.04^{c} \pm 0.01$	$6.58^{d} \pm 0.08$	$0.08^{bc} \pm 0.00$	$4.14^{c} \pm 0.01$
9	$5.12^{a} \pm 0.02$	$6.78^{b} \pm 0.10$	$0.07^{c} \pm 0.01$	$4.22^{b} \pm 0.04$
12	$5.11^{b} \pm 0.01$	$6.60^{cd} \pm 0.00$	$0.08^{bc} \pm 0.00$	$3.98^{d} \pm 0.04$
15	$5.12^{ab} \pm 0.04$	$6.76^{bc} \pm 0.14$	$0.10^{a} \pm 0.00$	$4.17^{c} \pm 0.01$

หมายเหตุ

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่า ในวันแรกมีค่าเท่ากับ 8.15 °Brix และเมื่อเก็บ รักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.76 องศาบริกซ์ ซึ่งมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* จะใช้น้ำตาลในกระบวนการเมตาบอลิซึมในการอยู่รอดและเพิ่มปริมาณในเครื่องดื่มระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ Lindner และคณะ (2008) ศึกษากระบวนการพัฒนาของการหมักน้ำมะพร้าวเพื่อประโยชน์ด้านสุขภาพ โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในการหมักเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่ามีการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาล ค่าที่ลดลงของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้ glucose และ fructose ของ *Lactobacillus plantarum* เพื่อการเพิ่มปริมาณในน้ำมะพร้าว

ปริมาณกรดในรูปกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วันเมื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่าวันแรก มีค่าเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วันมีค่าเท่ากับ 0.09 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณกรดในรูปกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ ดวงพร และคณะ (2548) ศึกษาการคัดเลือกโพรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกสำหรับ

ประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และเครื่องดื่มมังสะวิรัต พบว่าในการใส่จุลินทรีย์ลงในน้ำผลไม้จะเกิดกรดอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องมาจากการกระทำของเอนไซม์ซึ่งอาจจะเป็นเอนไซม์ที่มีในผลไม้ หรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ทำการย่อยน้ำตาลให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ ซึ่งกรดอินทรีย์ที่เกิด คือ กรดมาลิก กรดแลคติก กรดอะซิตริก กรดซิตริก

ผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพบว่า มีแนวโน้มลดลง โดยในที่วันแรก (0 วัน) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นเท่ากับ 4.38 กรัมสมมูลต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม เมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น พบว่ามีผลทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 4.17 กรัมต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง เนื่องจากการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวในขั้นตอนการเตรียมเครื่องดื่มมีผลต่อการไฮโดรไลซ์น้ำตาลให้เปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งอยู่ในรูปที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นสารอาหาร เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและ จึงมีผลทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา

4.4.2 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

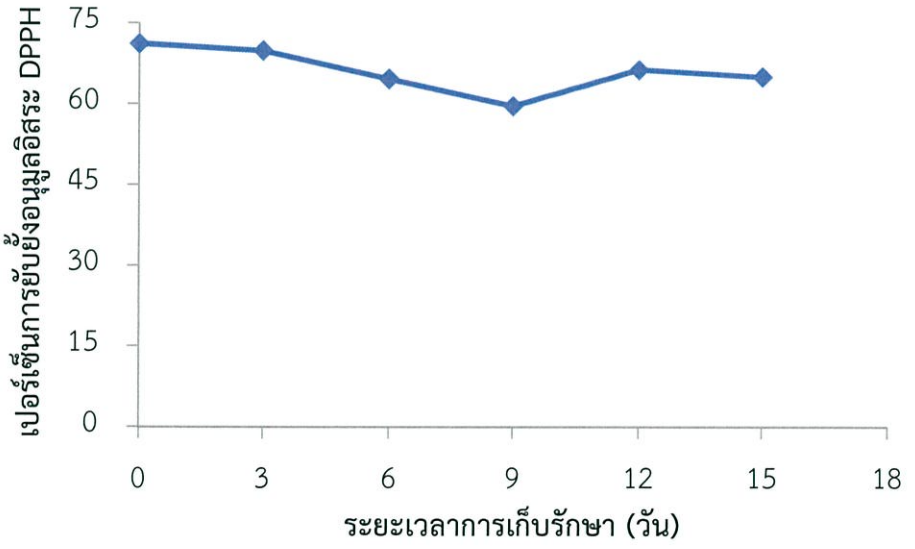
การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่ามีแนวโน้มลดลง ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.3 ในวันที่ 0 น้ำมะพร้าวมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าเท่ากับ 71.13 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 64.98

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH
0	$71.13^{a} \pm 0.73$
3	$69.82^{a} \pm 0.68$
6	$64.58^{b} \pm 1.05$
9	$59.56^{c} \pm 1.88$
12	$66.31^{b} \pm 0.67$
15	$64.98^{b} \pm 0.06$

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 4.4 เปอร์เซ็นการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส แสดงดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.3 ในวันที่ 0 น้ำมะพร้าวมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูล อิสระ DPPH มีค่าเท่ากับ 71.13 และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

เท่ากับ 64.98 พบว่ามีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปัจจัยในการเก็บรักษาน้ำมะพร้าวเป็นเวลานาน รวมถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น แสง อุณหภูมิในการเก็บรักษา น้ำผลไม้ที่ใช้ เป็นต้น จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระที่ลดลง Alothman และคณะ (2009) จากการศึกษาของ อริสรา (2554) ศึกษาผลของความร้อนและระยะเวลาเก็บรักษาต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มไหมข้าวโพด พบว่าการเก็บรักษาระยะเวลาในการเก็บรักษาเครื่องดื่มไหมข้าวโพดพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เนื่องมาจากมีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งสามารถคงคุณค่า และสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงลงได้ แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระที่ลดลง

4.4.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

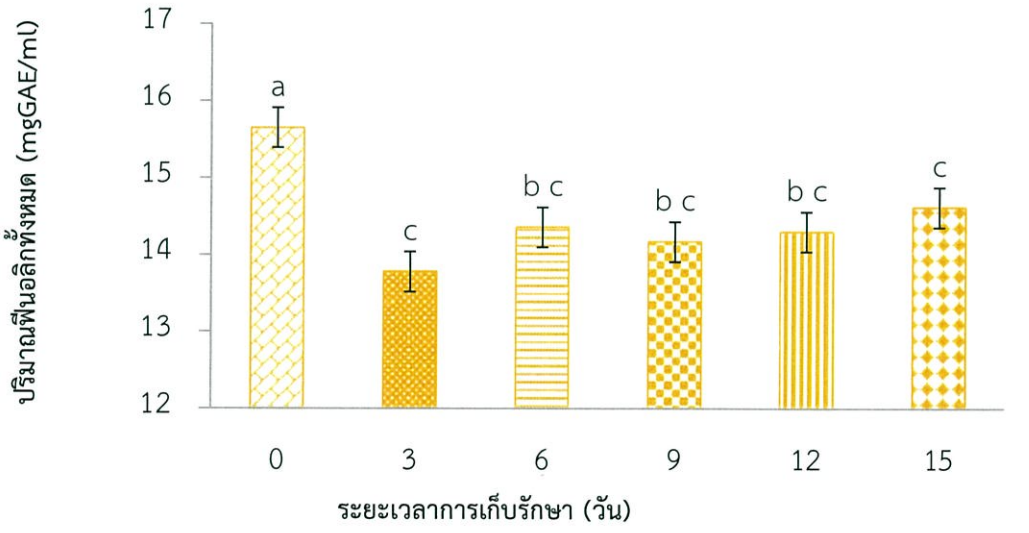
การศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วันที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณลดลงเล็กน้อยดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.5 โดยในวันที่ 0 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 15.65 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 14.62 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตรของตัวอย่าง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การยับยั้งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกันในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.10 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/ml)
0	$15.65^{a} \pm 0.59$
3	$13.78^{c} \pm 0.15$
6	$14.36^{bc} \pm 0.37$
9	$14.17^{bc} \pm 0.64$
12	$14.30^{bc} \pm 0.13$
15	$14.62^{b} \pm 0.10$

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 4.5 แสดงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

4.4.4 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวที่ผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

4.4.4.1 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว

จากการนำน้ำมะพร้าวน้ำหอมผสมเม็ดอัลจิเนตที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาส่วนของน้ำมะพร้าวมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ทุกๆ 3 วันเป็นเวลา 15 วัน ได้ผลแสดงดังในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* (logCFU/ml)	ยีสต์และรา (CFU/ml)
0	$4.67^{c} \pm 0.06$	‹10
3	$5.83^{b} \pm 0.09$	‹10
6	$5.82^{b} \pm 0.06$	‹10
9	$5.86^{b} \pm 0.11$	‹10
12	$5.87^{b} \pm 0.21$	‹10
15	$7.04^{a} \pm 0.23$	‹10

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวนานขึ้น ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* ในน้ำมะพร้าวมีค่าเพิ่มขึ้นดังตารางที่ 4.11 โดยน้ำมะพร้าวเริ่มต้น (0 วัน) มีปริมาณเชื้อ *L. plantarum* เท่ากับ 4.67 logCFU/ml เพิ่มจำนวนเป็น 5.83 logCFU/ml เวลา 3 วัน 5.82 logCFU/ml เวลา 9 วัน 5.87 logCFU/ml เวลา 12 วัน และสูงสุดเท่ากับ 7.04 logCFU/ml เป็นเวลา 15 วัน เมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น พบว่าจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากจุลินทรีย์มีคุณสมบัติทนต่อสภาวะที่เย็น จุลินทรีย์จะมีการตายจำนวนหนึ่งแต่ส่วนมากจะอยู่ในระหว่างการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เมื่อปรับตัวได้จึงส่งผลให้แนวโน้มเพิ่มขึ้น (Ahamed และ Vijay, 2003) และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำมะพร้าวเป็นเวลา 15 วัน มีปริมาณเชื้อยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/ml

4.4.4.2 ปริมาณเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในเม็ดอัลจิเนต

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* ในเม็ดอัลจิเนต พบว่ามีปริมาณเชื้อ *L. plantarum* มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน ดังตารางที่ 4.12 โดยปริมาณเชื้อในเม็ดอัลจิเนตเก็บรักษาที่ 0 วัน มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 4.89 logCFU/g และในวันที่ 3 – 12 ของการเก็บรักษา พบว่ามีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3.71 - 3.97 logCFU/g ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา พบว่า มีปริมาณเชื้อ *L. plantaum* ลดลงเท่ากับ 2.92 logCFU/g ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมมีค่าความเป็นกรด - ด่างเล็กน้อย เมื่อเม็ดอัลจิเนตถูกผสมอยู่ในน้ำมะพร้าวน้ำหอม และเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานจะทำให้เม็ดอัลจิเนตดูดซับน้ำเข้าสู่โครงสร้าง ส่งผลให้โครงสร้างของอัลจิเนตที่มีความแข็งแรงลดลงเกิดลักษณะอ่อนนิ่มและแตกออก จึงมีการหลุดรอดของเชื้อ *L. plantaum* ออกมาในน้ำมะพร้าว ผลที่ได้สอดคล้องกับปริมาณ *L. plantarum* ที่วิเคราะห์ในน้ำมะพร้าวน้ำหอมมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.12 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในส่วนเม็ดอัลจิเนตต่อคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* (logCFU/g)
0	$4.89^{a} \pm 0.04$
3	$3.71^{b} \pm 0.39$
6	$3.78^{b} \pm 0.20$
9	$3.92^{b} \pm 0.02$
12	$3.97^{b} \pm 0.17$
15	$2.92^{c} \pm 0.76$

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เนื่องจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมจัดเป็นเครื่องดื่ม มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย และมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง ในสภาวะเช่นนี้ แบคทีเรียกลุ่มแลคติก เชื้อราและยีสต์ จะเจริญในน้ำมะพร้าวน้ำหอมได้ ซึ่งถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมทำให้ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์เหลืออยู่มาก ทำให้เก็บรักษาได้ในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นการพาสเจอไรซ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำมะพร้าว

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่าการพาสเจอไรซ์น้ำมะพร้าวน้ำหอมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดลดลงเล็กน้อย และมีประสิทธิภาพในยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำมะพร้าว นอกจากนี้ยังมีคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงกว่าน้ำมะพร้าวที่ใช้อุณหภูมิในการพาสเจอไรซ์ระดับอื่น ๆ จากการศึกษาการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารลายของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* พบว่าการแช่เม็ดอัลจิเนตเป็นเวลา 10 นาทีเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมจากการที่ปริมาณของเชื้อ *L. plantarum* ในเม็ดอัลจิเนตที่แช่เป็นเวลา 10 นาที ไม่แตกต่างจากการแช่ที่ระยะเวลา 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.5$) โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ในเม็ดอัลจิเนตเท่ากับ 5.14 logCFU/ml และเมื่อนำน้ำมะพร้าวผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกมาศึกษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าปริมาณ *L. plantarum* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในน้ำมะพร้าวแต่ในเม็ดอัลจิเนตมีแนวโน้มลดลง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ยืนต้น. 2557. มะพร้าวน้ำหอม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/06_yong%20coconut.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2559.

กำพล กาหลง และคมสัน หุตะแพทย์. 2549. เครื่องเพื่อสุขภาพ น้ำผัก ผลไม้ น้ำสมุนไพร น้ำธัญพืช ชาเขียว. กรุงเทพฯ : วารสารเกษตรธรรมชาติ.

จริยา เดชกุญชร. 2547. เครื่องดื่มและน้ำสมุนไพร. กรุงเทพฯ : เพชรการเรือน.

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ : แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 1(1) :59-67.

ไชยวัฒน์ ไชยสุต. 2556. โพรไบโอติก จุลินทรีย์ทางเลือกเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

ไชยวัฒน์ ไชยสุต และศศิธร ศิริลุน. 2553. โพรไบโอติก : จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ. วารสาร สำนักการแพทย์ทางเลือก. 3(3) :4-13.

ดวงพร คันธโชติ, วราภรณ์ วุฑฒะกุล และวิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2548. การคัดเลือกโปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกำหรับประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมังสะวิรัส. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลนครินทร์.

ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2550. น้ำผักผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ : แสงแดด.

ธนศิริ รื่นรวย, ธีรนุช ร่มโพธภักดิ์, จงรักษ์ แก้วประสิทธิ์ และอาทร ลอยสรวงสิน. 2557. ผลของอุณหภูมิและระยะการเก็บรักษาต่อความพอใจในรสชาติและปริมาณแร่ธาตุของมะพร้าวน้ำหอม (*Cocos nucifera* Linn.) เพื่อการบริโภคะดับครัวเรือน . การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 "ก้าวสู่การวิจัยระดับโลก" กรุงเทพฯ : ดุสิต.

นิซาอูดะห์ ระเด่นอาหมัด. 2549. เอสโตรเจนในน้ำมะพร้าวอ่อน ชะลอโรคอัลไซเมอร์. คมชัดลึก. หน้า 10.

บุหรัน พันธุ์สวรรค์. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(3) :276-284.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์. 2555. การเพิ่มขีดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำผลไม้ด้วยแบคทีเรียกรดแลคติก. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปุ่น คงเจริญเกียรติ. 2554. การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/news_and_articles/article. เข้าถึงเมื่อ 5 มีนาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. การพาสเจอไรซ์.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0428/pasteurization. เข้าถึงเมื่อ 24 มีนาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. ประโยชน์โพรไบโอติก.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0780/probiotic. เข้าถึงเมื่อ 24 มีนาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. ลักษณะ Lactobacillus.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1271/lactobacillus. เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. น้ำตาลรีดิวซ์.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1056/reducing. เข้าถึงเมื่อ 17 มีนาคม 2559

พินิจ เขียวพุ่มพวง, สัจจา บรรจงศิริ และวสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2555. ศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และองค์ปะกอบคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอม 3 สายต้น ที่ปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดพิจิตร . การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัย - ธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.กรุงเทพฯ หน้า 274-275.

เพชรรุ้ง เสนานุช. 2554. การศึกษาการตรึงเซลล์โพรไบโอติกและการประยุกต์ใช้ในน้ำฝรั่ง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

รมณี เชยสุนทร และศศิธร ตรงจิตภักดี. 2554. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ หน้า 658-664.

รมณี เชยสุนทร และศศิธร ตรงจิตภักดี. 2555. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีชมพูของน้ำมะพร้าวน้ำหอมพาสเจอไรซ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ หน้า 68-75.

รัชนี คงคาฉุยฉาย และริญ เจริญศิริ. 2555. อนุมูลอิสระ (Free Radicals). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sfrr-thai.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=539375948. เข้าถึงเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2559.

รวินิภา ศรีมูล และศิริจันทร์ ตาใจ. 2557. ปริมาณฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้แปรรูปในจังหวัดจันทบุรี. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2541. มะพร้าว. ในพฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ เล่ม 1 ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 118-126.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

วิไลวรรณ ทวิชศรี, เสรี อยู่สถิต, ปริญดา หรูนหิม และปานหทัย นพชินวงศ์ . 2550. การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพระหว่างมะพร้าวน้ำหอมกับมะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ยพันธุ์ต่าง ๆ . รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548 -2550 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

สวรรยา เม็งเกร็ด. 2550. การใช้เจลบุกร่วมกับเพคตินเป็นสารเคลือบจุลินทรีย์โพรไบโอติกและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิรสา สุมงคล. 2556. การเพิ่มการรอดชีวิตของแบคทีเรียโปรไบโอติกโดยวิธีการห่อหุ้มร่วมกับเส้นใยจากพืชหัว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

สุนทร ตรีนันทวัน. 2557. ประโยชน์ของน้ำมะพร้าว. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/18-2011-08-09-06-29-06/1635-2014-05-29-02-55-43.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2559.

อนันต์ สกุลกิม. 2551. อนุมูลอิสระ สารอันตรายต่อสุขภาพและร่างกาย. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 8(1) : 28-33.

อริสรา โพธิ์สนาม. 2554. กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกของไหมข้าวโพดและเครื่องดื่มไหมข้าวโพด. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาทิตย์ คมขำ. 2550. การเจริญและการเหลือรอดของ *Lactobacillus acidophilus* ในเครื่องดื่มแอซิโดฟิลัสระบบกระเพาะอาหาร-ลำไส้จำลอง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

Ahmed, E.Y. and Vijay, K.J. 2003. "Microbial adaptation and survival in foods." *Micro Adaptation and Food Safety*. CRC Press LLC.

Ali, M.A., Devi, L.I., Nayan, V., Chanu, K.V. and Ralte, L. 2010. "Antioxidant activity of fruits Available in Aizawl market of Mizoram, India." *International Journal of Biological and Pharmaceutical Research*. 1(2) : 76-81.

Alothman, M., Bhat, R. and Karim, A.A. 2009. " Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents." *Food Chemistry*. 115(3) : 785-788.

Alyaqoubi, S., Abdullah, A., Samudi, M., Abdullah, N., Addai, Z.R. and Musa, K.H. 2015. "Study of antioxidant activity and physicochemical properties of coconut milk (*Pati santan*) in Malaysis." *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(4) : 967-973.

Chauhan, O.P., Singh, D., Tyagi, S.M. and Balyan, D.K. 2002. "Studies on preservation of Sugarcane juice." *International Journal of food properties*. 5(1) : 217-229.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

Gabriel, A. A. and Pineda, J. K. 2014. "Influences of vanillin and licorice root extract supplementations on the decimal reduction times of Escherichia coli O157:H7 in mildly heated young coconut liquid endosperm." *Food Control*. 38 : 136-141.

Haseena, M., Bai, K.V.K. and Padmanabhan, S. 2012. "Post-harvest quality and shelf-life of tender coconut." *Journal of Food Science and Technology*. 47(6) : 686-689.

Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. 2005. "The chemistry behind antioxidant capacity assays." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 : 1841-1856.

Kaya, Z., Yildiz, S. and Unluturk, S. 2015. "Effect of UV-C irradiation and heat treatment on the shelf life stability of a lemon-melon juice blend: multivariate statistical approach." *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 29 : 230-239.

Lindner, D.D.J., Lorentiis, D.A., Bottari, B., Santarelli, M., Bernini, V. And Neviani, E. 2008. "Dynamics of whole and lysed bacterial cells during Parmigano-Reggiano cheese production and ripening." *Apply Environment Microbiology*. 74(19) : 6160-6170.

Manjunath, S.S. and Raju, P.S. 2013. "Modelling the Rheological behavious of tender coconut (*Cocos nucifera* L.) water and its concentrates." *International Food Research Journal*. 20(2) : 731-743.

Moktan, B., Saha, J. and Sarkar, P.K. 2008. "Antioxidant activities of soybean as affected by Bacillus-fermentation to kinema." *Food Research International*. 41 : 586-593.

Nualkaekul, S., Deepika, G. and Charalampopoulos, D. 2012. "Survival of freeze dried *Lactobacillus plantarum* in instant fruit powders and reconstituted fruit juices." *Food Research International Volume*. 48(2) : 627–633 .

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

Pala, C.U. and Toklucu, A.K. 2013. "Microbial, physicochemical and sensory properties of UV-C processed orange juice and its microbial stability during refrigerated storage." *LWT- Food Science and Technology.* 50 : 426-431.

Paul, R. and Ghosh, U. 2012. " Effect of thermal treatment on ascorbic acid content of pomegranate juice." *Indian Journal of Biotechnology.* 11 : 309-313.

Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Matto, J. and Matilla, S.T. 2006. "Probiotic bacteria : Safety, functional and technological properties." *Journal of Biotechnology.* 84 : 197-215.

Saat, M., Singh, R., Sirisinghe, R.G. and Nawawi, M. 2002. "Rehydration after exercise with Fresh young coconut water, carbohydrate-electrolyte beverage and plain water." *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 21(2) : 93-104.

Santhirasegaram, V., Razali, Z., George, D.S. and Somasundram, C. 2015. "Comparison of UV-C treatment and thermal pasteurization on quality of Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice." *Food and Bioproducts Processing.* 94 : 313-321.

Santos, J.L.A. , Bispo, V.S., Filho, A.B.C., Pinto, I.F.D., Dantas, L.S., Vasconcelos, D.F., Abreu, F.F., Melo, D.A., Matos, I.A., Freitas, F.P., Gomes, O.F., Medeiros, M.H.G. and Matos, H.R. 2013. "Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of coconut water (*Cocos nucifera* L.) and caffeic acid in cell culture." *Annals of the Brazilian Academy of Sciences.* 85(4) : 1235-1246.

Walter, E.H.M., Nascimento, M.S. and Kuaye, A.Y. 2009. "Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic in sanitizing green coconuts." *Letters in Applied Microbiology.* 49(3) : 366-371.

Yong, J. W. H., Ge, L., Ng, Y. F. and Tan, S.N. 2009. "The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) Water." *Molecules.* 14 : 5144-5164.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

https://data.epo.org/publicationserver/rest/v1.0/publicationdates/20091202/ patents/ (เข้าถึงเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2559)

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1576/butylated-hydroxytoluene-bht (เข้าถึงเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2559)

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound (เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559)

http://frynn.com/มะพร้าว (เข้าถึงเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2558)

http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter4_3.html (เข้าถึงเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2559)

http://www.jsppharma.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539320534 (เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2559)

https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:LP.jpg (เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2559)

https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4187?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=coconut (เข้าถึงเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2558)

http://www.rdchemicals.com (เข้าถึงเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2559)

http://www.smj.ejnal.com/e-journal/showdetail/?show_detail=T&art_id= 1829 (เข้าถึงเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2559)

ภาคผนวก ก.

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหาร Plate count agar (PCA)

1.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) สำเร็จรูปปริมาณ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อไปต้ม คนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มเป็นช่วง ๆ จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มแล้วใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหาร Aciddified Potato dextrose agar (APDA)

2.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose broth (PDB) สำเร็จรูปปริมาณ 24 กรัม และวุ้น 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อไปต้ม คนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มเป็นช่วง ๆ จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มแล้วใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติมกรดทาร์ทาริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งให้เย็นจนมีอุณหภูมิประมาณ 48 องศาเซลเซียส ลงในอาหาร PDA ปริมาตร 1.85 มิลลิลิตรต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ระวังอย่าให้เกิดฟอง

3. อาหาร MRS agar

3.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth สำเร็จรูปปริมาณ 55.15 กรัม และวุ้น 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อไปต้ม คนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มเป็นช่วง ๆ จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้มแล้วใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

4. อาหาร MRS broth

4.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS broth สำเร็จรูปปริมาณ 55.15 กรัม ละลายให้เข้ากันในน้ำกลั่น 1 ลิตร จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในขวดอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข.

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลาย 0.1 N โซเดียมไฮดรอกไซด์

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 2 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) เข้มข้น 0.1 mM

1. ชั่ง 2,2-diphenyl-1- picrylhydrazyl 0.0039 กรัม
2. ละลายด้วยแอลกอฮอล์ 99.5 เปอร์เซ็นต์
3. ทำการปรับปริมาตรด้วยแอลกอฮอล์จนครบ 100 มิลลิลิตร (สารละลายต้องเตรียมใหม่ ๆ ก่อนใช้งาน)

1. สารละลาย BHT ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

1. ชั่ง BHT 1 กรัม
2. ละลายด้วยแอลกอฮอล์ 99.5 เปอร์เซ็นต์
3. ทำการปรับปริมาตรด้วยแอลกอฮอล์จนครบ 10 มิลลิลิตร

2. สารละลาย DNS (Dinitrosalicylic Method) (Somogyi – Nelson, 1952)

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 โมล ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 16 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตร
2. ชั่ง 3,5-dinitrosalicylic 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ 1 ลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร
4. เติมเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 โมล ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ลงไป
5. คนให้เข้ากันด้วย Magnetic stirrer รอจน 3,5-dinitrosalicylic ละลายหมด
6. ชั่ง Potassium sodium phlathalate 300 กรัม
7. ค่อย ๆ เติม Potassium sodium phlathalate จนหมด
8. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. สารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

1. ชั่งกลูโคสที่ผ่านการอบแห้ง 0.1 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

4. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โมล

1. ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10.6 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

5. สารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

1. ชั่งกรดแกลลิก 0.1 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

6. สารละลาย Butterfield's phosphate – buffered (สุรีย์, 2558)

1. ชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1 นอร์มัล
4. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
5. นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

7. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85 เปอร์เซ็นต์

1. ชั่งโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 4.25 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 350 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

8. สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

1. ชั่งกรดทาร์ทาริก 50 กรัม
2. ละลายด้วยน้ำกลั่น
3. ปรับปริมาตรของสารละลายให้ เป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น
4. นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ค่าความเป็นกรด – ด่าง

วัดค่าความเป็นกรด – ด่างโดยเครื่อง pH meter ทำการวัด 3 ซ้ำ และบันทึกค่า (ก่อนทำการวัดค่าพีเอช ต้องทำการ Calibrate เครื่อง pH meter ก่อนทุกครั้ง)

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid :°Brix)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่อง Hand Refectometer มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ใช้เครื่อง Hand Refectometer วัดช่วงความหวานที่ 0 – 32 ทำการวัด 3 ซ้ำ และบันทึกค่า

3. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก (Total tritratable acid) ตามวิธีของ AOAC (2000)

วิธีการ

1. นำน้ำมะพร้าว 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2 หยด
3. ทำการไทเทรตน้ำมะพร้าวด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH จนสังเกตเห็นจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน
4. บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้
5. คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก

$$\% \text{ TA (mg/ml)} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{1000} \times 134 \times 100$$

เมื่อ A คือ ความเข้มข้นของ NaOH (N)

B คือ ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

C คือ ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างแบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

น้ำมะพร้าวพาสเจอร์ไรส์

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ..... อายุ.....

ท่านชอบดื่มน้ำมะพร้าวหรือไม่.....ดื่มบ่อยแค่ไหน.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับคือ น้ำมะพร้าวที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิต่างๆ กรุณาชิมน้ำมะพร้าวตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

7 = ชอบมากที่สุด
6 = ชอบปานกลาง
5 = ชอบเล็กน้อย
4 = เฉยๆ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบปานกลาง
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	กลิ่นของมะพร้าวน้ำหอม	ความหวาน	ความใส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
170					
280					
390					

ข้อเสนอแนะ (กรุณาให้ข้อเสนอแนะในทุกตัวอย่าง)

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ.

ตารางผลการทดลอง

1. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ

1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

ตารางที่ จ - 1 ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	น้ำมะพร้าวน้ำหอม			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.06	5.06	5.06	5.06 ± 0.00
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	7.00	7.00	7.00	7.00 ± 0.00
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)	0.08	0.08	0.08	0.08 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)	4.240	4.272	4.248	4.253 ± 0.02
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH	87.28	86.64	87.28	87.07 ± 0.37
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/ml)	24.20	24.93	24.49	24.54 ± 0.37

1.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตารางที่ จ - 2 ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ซ้ำที่	ตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์			
		C – 0	C - 70	C - 80	C – 90
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	1	5.06	5.06	5.07	5.05
	2	5.06	5.06	5.07	5.05
	3	5.06	5.06	5.07	5.05
	เฉลี่ย	5.06 ± 0.00	5.06 ± 0.00	5.07 ± 0.00	5.05 ± 0.00

ตารางที่ จ - 2 ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่อ)

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ซ้ำที่	ตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์			
		C – 0	C - 70	C - 80	C – 90
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	1	7.00	7.00	7.20	7.00
	2	7.00	7.00	7.00	7.00
	3	7.00	7.00	7.00	7.00
	เฉลี่ย	7.00 ± 0.00	7.00 ± 0.00	7.07 ± 0.12	7.00 ± 0.00
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)	1	0.080	0.067	0.067	0.067
	2	0.080	0.067	0.067	0.067
	3	0.080	0.067	0.067	0.067
	เฉลี่ย	0.080 ± 0.00	0.067 ± 0.00	0.067 ± 0.00	0.067 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)	1	4.240	4.136	3.960	3.912
	2	4.272	4.148	3.968	3.976
	3	4.248	4.128	3.968	3.952
	เฉลี่ย	4.253 ± 0.02	4.149 ± 0.03	3.965 ± 0.00	3.947 ± 0.03
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH	1	87.28	86.48	85.84	85.19
	2	86.64	86.00	86.32	84.39
	3	87.28	86.32	86.48	84.71
	เฉลี่ย	87.07 ± 0.37	86.27 ± 0.24	86.21 ± 0.33	84.76 ± 0.40
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/ml)	1	24.20	20.87	21.01	18.98
	2	24.93	21.01	20.43	19.13
	3	24.49	21.01	21.01	19.28
	เฉลี่ย	24.54 ± 0.37	20.96 ± 0.08	20.82 ± 0.33	19.13 ± 0.15

1.3 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ จ - 3 ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ซ้ำที่	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	1	5.15	5.12	5.04	5.13	5.10	5.10
	2	5.15	5.11	5.05	5.14	5.10	5.16
	3	5.14	5.14	5.05	5.10	5.12	5.09
	เฉลี่ย	5.15 ± 0.00	5.12 ± 0.02	5.04 ± 0.01	5.12 ± 0.02	5.11 ± 0.01	5.12 ± 0.04
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	1	8.20	6.80	6.53	6.87	6.60	6.80
	2	8.13	6.60	6.67	6.67	6.60	6.60
	3	8.13	6.80	6.53	6.80	6.60	6.87
	เฉลี่ย	8.15 ± 0.04	6.73 ± 0.12	6.58 ± 0.08	6.78 ± 0.10	6.60 ± 0.00	6.76 ± 0.14
ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (%)	1	0.085	0.076	0.076	0.071	0.071	0.098
	2	0.080	0.080	0.076	0.080	0.076	0.094
	3	0.085	0.080	0.080	0.067	0.080	0.098
	เฉลี่ย	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.00	0.10 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/ml)	1	4.389	4.200	4.144	4.269	4.000	4.184
	2	4.373	4.205	4.122	4.197	4.003	4.157
	3	4.381	4.240	4.147	4.205	3.933	4.160
	เฉลี่ย	4.381 ± 0.01	4.215 ± 0.02	4.138 ± 0.01	4.224 ± 0.04	3.979 ± 0.04	4.167 ± 0.01

ตารางที่ จ - 3 ค่าการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ซ้ำที่	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH	1	71.96	70.11	64.12	60.82	65.61	64.92
	2	70.58	69.05	63.83	57.40	66.96	65.04
	3	70.85	70.32	65.78	60.45	66.36	64.96
	เฉลี่ย	71.13 ± 0.73	69.82 ± 0.68	64.58 ± 1.05	59.56 ± 1.88	66.31 ± 0.67	64.98 ± 0.06
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mgGAE/ml)	1	16.33	13.62	14.11	14.59	14.20	14.73
	2	15.31	13.91	14.78	13.43	14.25	14.59
	3	15.31	13.82	14.20	14.49	14.44	14.54
	เฉลี่ย	15.65 ± 0.59	13.78 ± 0.15	14.36 ± 0.37	14.17 ± 0.64	14.30 ± 0.13	14.62 ± 0.10

2. การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

2.1 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

ตารางที่ จ - 4 ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	ตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอม			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	4.4×10^2	4.5×10^2	4.1×10^2	4.33×10^2
ยีสต์และรา (CFU/ml)	1.2×10^4	1.1×10^4	1.1×10^4	1.13×10^4

2.2 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตารางที่ จ - 5 ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแบคทีเรียแลคติก ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ซ้ำที่	ตัวอย่างน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์			
		C – 0	C - 70	C - 80	C – 90
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/ml)	1	4.7×10^2	1	0	0
	2	4.5×10^2	2	0	0
	3	4.0×10^2	1	0	0
	เฉลี่ย	4.40×10^2	1.33	0	0
ยีสต์และรา (CFU/ml)	1	1.5×10^4	10	0	0
	2	1.0×10^4	0	0	0
	3	1.2×10^4	10	0	0
	เฉลี่ย	1.23×10^4	6.67	0	0
แบคทีเรียแลคติก (CFU/ml)	1	10	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	เฉลี่ย	3.33	0	0	0

2.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในการแช่เม็ดอัลจิเนตที่เวลาต่าง ๆ

ตารางที่ จ - 6 ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ในการแช่เม็ดอัลจิเนตที่เวลาต่าง ๆ

ระยะเวลาการแช่เม็ดอัลจิเนตในสารละลายเชื้อ *L. plantarum* (นาที)	ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* ในเม็ดอัลจิเนต (logCFU/g)			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
10	5.33	5.36	5.53	5.41 ± 0.11
15	5.69	5.57	5.65	5.64 ± 0.06
20	5.34	5.37	5.61	5.44 ± 0.15

2.4 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวในระหว่างการเก็บรักษา

2.3.1 น้ำมะพร้าว

ตารางที่ จ - 7 ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* และยีสต์และราของน้ำมะพร้าว จากเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวในระหว่างการเก็บรักษา

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ซ้ำที่	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* (logCFU/ml)	1	4.66	5.88	5.89	5.96	5.77	6.78
	2	4.73	5.88	5.77	5.75	5.72	7.16
	3	4.61	5.73	5.80	5.86	6.11	7.18
	เฉลี่ย	4.67 ± 0.06	5.83 ± 0.09	5.82 ± 0.06	5.86 ± 0.11	5.87 ± 0.21	7.04 ± 0.23
ยีสต์และรา (CFU/ml)	1	1	0.33	0	1.33	3	0.33
	2	1.33	0	0.33	5.67	2.33	0
	3	1.67	0.33	1.33	0	2.67	0
	เฉลี่ย	1.33	0.22	0.55	2.33	2.67	0.11

2.3.2 เม็ดอัลจิเนต

ตารางที่ จ - 8 ค่าการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ของเม็ดอัลจิเนตจากเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวในระหว่างการเก็บรักษา

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ซ้ำที่	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ปริมาณเชื้อ *L. plantarum* (logCFU/g)	1	4.92	4.07	3.78	3.92	3.78	2.60
	2	4.84	3.77	3.98	3.90	4.02	2.37
	3	4.91	3.29	3.59	3.93	4.11	3.78
	เฉลี่ย	4.89 ± 0.04	3.71 ± 0.39	3.78 ± 0.20	3.92 ± 0.02	3.97 ± 0.17	2.92 ± 0.76

3. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

3.1 กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

ตารางที่ จ - 9 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
1	6	4	3
2	4	4	4
3	4	4	5
4	4	4	4
5	4	6	4
6	4	5	4
7	4	5	4
8	4	5	6
9	6	5	6
10	3	4	6

ตารางที่ จ - 9 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (ต่อ)

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 70	C – 70
11	6	4	4
12	6	6	6
13	3	4	5
14	4	4	4
15	3	3	3
16	3	5	4
17	5	5	5
18	5	4	6
19	6	6	7
20	1	1	1
21	4	5	4
22	7	6	7
23	4	6	7
24	6	6	6
25	6	6	6
เฉลี่ย	4.48 ± 1.39	4.68 ± 1.18	4.84 ± 1.46

3.2 ความหวาน

ตารางที่ จ - 10 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวานของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
1	3	6	7
2	4	5	5
3	3	5	4
4	4	5	5

ตารางที่ จ - 10 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวานของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ **(ต่อ)**

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 70	C – 70
5	4	7	7
6	4	6	5
7	5	6	3
8	5	5	7
9	4	7	6
10	4	5	6
11	6	5	5
12	1	2	1
13	5	7	6
14	4	3	4
15	1	4	5
16	4	6	6
17	5	6	4
18	4	6	7
19	6	5	5
20	3	2	2
21	4	3	5
22	2	3	5
23	4	6	7
24	4	5	4
25	5	6	5
เฉลี่ย	3.92 ± 1.26	5.04 ± 1.46	5.04 ± 1.54

3.3 ความใส

ตารางที่ จ - 11 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใสของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
1	3	6	6
2	5	6	4
3	3	7	7
4	5	6	6
5	3	7	6
6	2	7	6
7	4	5	4
8	4	7	6
9	6	6	6
10	6	6	6
11	4	7	6
12	7	7	7
13	3	6	6
14	2	4	4
15	1	5	5
16	4	4	4
17	6	6	6
18	3	6	7
19	7	7	7
20	3	4	4
21	4	5	6
22	4	6	6
23	3	6	7
24	7	7	7
25	5	5	5
เฉลี่ย	4.16 ± 1.65	5.92 ± 1.00	5.76 ± 1.05

3.4 รสชาติ

ตารางที่ จ – 12 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
1	5	6	7
2	3	5	4
3	6	7	5
4	5	6	5
5	5	6	5
6	3	5	4
7	5	5	3
8	5	6	7
9	5	7	6
10	4	5	7
11	6	5	5
12	2	4	3
13	5	6	3
14	3	3	4
15	1	5	5
16	4	5	3
17	6	7	6
18	4	5	6
19	6	6	6
20	1	1	1
21	3	2	6
22	3	6	5
23	4	6	7
24	5	6	6
25	5	5	5
เฉลี่ย	4.16 ± 1.46	5.20 ± 1.44	4.96 ± 1.54

3.5 ความชอบโดยรวม

ตารางที่ จ - 13 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวมของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

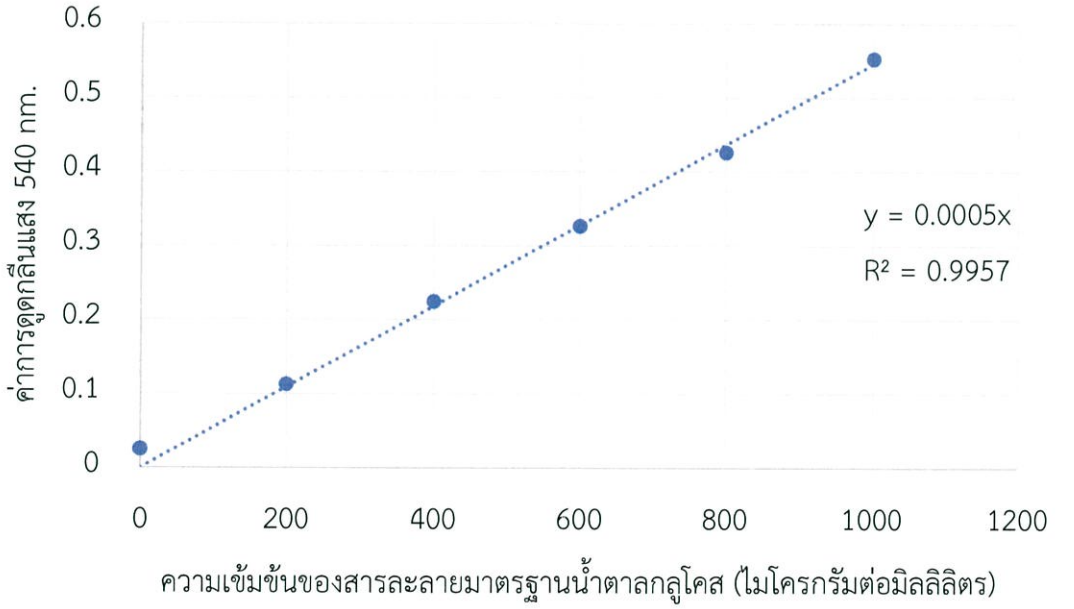
ผู้ทดสอบ	ตัวอย่างน้ำมะพร้าว		
	C – 70	C – 80	C – 90
1	5	6	7
2	4	5	4
3	5	6	5
4	5	6	6
5	4	6	6
6	4	6	5
7	4	5	4
8	4	5	6
9	5	7	6
10	4	5	6
11	7	5	6
12	2	3	2
13	4	6	2
14	3	4	4
15	2	5	5
16	4	5	6
17	5	6	6
18	4	5	6
19	5	7	6
20	1	2	1
21	4	5	6
22	5	6	5
23	4	6	7
24	5	7	7
25	6	6	6
เฉลี่ย	4.20 ± 1.26	5.40 ± 1.15	5.20 ± 1.58

4. ค่ามาตรฐาน

4.1 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ตารางที่ จ – 14 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส

ความเข้มข้นของสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร
0	0.025
200	0.113
400	0.224
600	0.326
800	0.426
1000	0.552



รูปที่ จ – 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

4.2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

ตารางที่ จ – 15 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
สารมาตรฐาน BHT	93.24	93.40	93.08	93.24 ± 0.16

4.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

ตารางที่ จ – 16 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานกรดแกลลิค

ความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิค (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร
0	0.006
0.05	0.326
0.10	0.642
0.15	1.013
0.20	1.361
0.25	1.741
0.30	2.123

ภาคผนวก ฉ.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

1.1.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง

ตารางที่ ฉ - 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 0	3	5.0600	.00000	.00000	5.0600	5.0600	5.06	5.06
C - 70	3	5.0600	.00000	.00000	5.0600	5.0600	5.06	5.06
C - 80	3	5.0700	.00000	.00000	5.0700	5.0700	5.07	5.07
C - 90	3	5.0500	.00000	.00000	5.0500	5.0500	5.05	5.05
Total	12	5.0600	.00739	.00213	5.0553	5.0647	5.05	5.07

ตารางที่ ฉ - 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	3	.000	.	.
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.001	11			

1.1.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ตารางที่ ฉ - 3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 0	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00	7.00
C - 70	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00	7.00
C - 80	3	7.0667	.11547	.06667	6.7798	7.3535	7.00	7.20
C - 90	3	7.0000	.00000	.00000	7.0000	7.0000	7.00	7.00
Total	12	7.0167	.05774	.01667	6.9800	7.0533	7.00	7.20

ตารางที่ ฉ - 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.010	3	.003	1.000	.441
Within Groups	.027	8	.003		
Total	.037	11			

ตารางที่ ฉ - 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

Brix	N	Subset for alpha = 0.05
		1
C – 0	3	7.0000
C – 70	3	7.0000
C – 90	3	7.0000
C – 80	3	7.0667
Sig.		.220

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก

ตารางที่ ฉ - 6 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 0	3	.080400	.0000000	.0000000	.080400	.080400	.0804	.0804
C - 70	3	.067000	.0000000	.0000000	.067000	.067000	.0670	.0670
C - 80	3	.067000	.0000000	.0000000	.067000	.067000	.0670	.0670
C - 90	3	.067000	.0000000	.0000000	.067000	.067000	.0670	.0670
Total	12	.070350	.0060604	.0017495	.066499	.074201	.0670	.0804

ตารางที่ ฉ - 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	.	.
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.000	11			

1.1.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ตารางที่ ฉ - 8 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 0	3	4.25333	.016653	.009615	4.21196	4.29470	4.240	4.272
C - 70	3	4.14933	.030288	.017487	4.07409	4.22457	4.128	4.184
C - 80	3	3.96533	.004619	.002667	3.95386	3.97681	3.960	3.968
C - 90	3	3.94667	.032332	.018667	3.86635	4.02698	3.912	3.976
Total	12	4.07867	.135457	.039103	3.99260	4.16473	3.912	4.272

ตารางที่ ฉ - 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.197	3	.066	116.340	.000
Within Groups	.005	8	.001		
Total	.202	11			

ตารางที่ ฉ - 10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

data

Duncan[a]

Reduc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
C – 90	3	3.94667		
C – 80	3	3.96533		
C – 70	3		4.14933	
C – 0	3			4.25333
Sig.		.364	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

1.2.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง

ตารางที่ ฉ - 11 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	5.1477	.00404	.00233	5.1376	5.1577	5.14	5.15
3	3	5.1233	.01528	.00882	5.0854	5.1613	5.11	5.14
6	3	5.0445	.00693	.00400	5.0273	5.0617	5.04	5.05
9	3	5.1233	.02082	.01202	5.0716	5.1750	5.10	5.14
12	3	5.1067	.01155	.00667	5.0780	5.1354	5.10	5.12
15	3	5.1156	.03597	.02077	5.0262	5.2049	5.09	5.16
Total	18	5.1102	.03650	.00860	5.0920	5.1283	5.04	5.16

ตารางที่ ฉ - 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.018	5	.004	10.193	.001
Within Groups	.004	12	.000		
Total	.023	17			

ตารางที่ ฉ - 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
pH	N	1	2	3
6	3	5.0445		
12	3		5.1067	
15	3		5.1156	5.1156
9	3		5.1233	5.1233
3	3		5.1233	5.1233
0	3			5.1477
Sig.		1.000	.338	.078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ตารางที่ ฉ - 14 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	8.1533	.04041	.02333	8.0529	8.2537	8.13	8.20
3	3	6.7333	.11547	.06667	6.4465	7.0202	6.60	6.80
6	3	6.5767	.08083	.04667	6.3759	6.7775	6.53	6.67
9	3	6.7790	.10016	.05783	6.5302	7.0278	6.67	6.87
12	3	6.6000	.00000	.00000	6.6000	6.6000	6.60	6.60
15	3	6.7557	.13891	.08020	6.4106	7.1007	6.60	6.87
Total	18	6.9330	.57230	.13489	6.6484	7.2176	6.53	8.20

ตารางที่ ฉ - 15 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.466	5	1.093	129.051	.000
Within Groups	.102	12	.008		
Total	5.568	17			

ตารางที่ ฉ - 16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Data

Duncan[a]

Brix	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
6	3	6.5767			
12	3	6.6000	6.6000		
3	3	6.7333	6.7333	6.7333	
15	3		6.7557	6.7557	
9	3			6.7790	
0	3				8.1533
Sig.		.070	.071	.574	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิก

ตารางที่ ฉ - 17 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	.0834	.00258	.00149	.0770	.0898	.08	.08
3	3	.0789	.00258	.00149	.0725	.0853	.08	.08
6	3	.0774	.00258	.00149	.0710	.0838	.08	.08
9	3	.0730	.00682	.00394	.0560	.0899	.07	.08
12	3	.0759	.00447	.00258	.0648	.0870	.07	.08
15	3	.0968	.00258	.00149	.0904	.1032	.09	.10
Total	18	.0809	.00865	.00204	.0766	.0852	.07	.10

ตารางที่ ฉ - 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	5	.000	14.000	.000
Within Groups	.000	12	.000		
Total	.001	17			

ตารางที่ ฉ - 19 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดมาลิกของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
TA	N	1	2	3
9	3	.0730		
12	3	.0759	.0759	
6	3	.0774	.0774	
3	3	.0789	.0789	
0	3		.0834	
15	3			.0968
Sig.		.111	.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

1.2.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ตารางที่ ฉ - 20 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	4.38133	.008000	.004619	4.36146	4.40120	4.373	4.389
3	3	4.21511	.021719	.012540	4.16116	4.26906	4.200	4.240
6	3	4.13778	.013154	.007594	4.10510	4.17046	4.123	4.147
9	3	4.22400	.039463	.022784	4.12596	4.32203	4.197	4.269
12	3	3.97867	.039285	.022681	3.88108	4.07626	3.933	4.003
15	3	4.16711	.014688	.008480	4.13062	4.20360	4.157	4.184
Total	18	4.18400	.125164	.029501	4.12176	4.24624	3.933	4.389

ตารางที่ ฉ - 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.258	5	.052	76.997	.000
Within Groups	.008	12	.001		
Total	.266	17			

ตารางที่ ฉ - 22 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

data

Duncan[a]

Reducing	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
12	3	3.97867			
6	3		4.13778		
15	3		4.16711		
3	3			4.21511	
9	3			4.22400	
0	3				4.38133
Sig.		1.000	.191	.682	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. การวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

2.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตารางที่ ฉ - 23 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C – 0	3	87.0667	.36950	.21333	86.1488	87.9846	86.64	87.28
C - 70	3	86.2667	.24440	.14111	85.6595	86.8738	86.00	86.48
C - 80	3	86.2133	.33307	.19230	85.3860	87.0407	85.84	86.48
C - 90	3	84.7633	.40266	.23247	83.7631	85.7636	84.39	85.19
BHT	3	93.2400	.16000	.09238	92.8425	93.6375	93.08	93.40
Total	15	87.5100	3.07516	.79400	85.8070	89.2130	84.39	93.40

ตารางที่ ฉ - 24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	131.403	4	32.851	331.869	.000
Within Groups	.990	10	.099		
Total	132.392	14			

ตารางที่ ฉ - 25 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
DPPH	N	1	2	3	4
C – 90	3	84.7633			
C – 80	3		86.2133		
C – 70	3		86.2667		
C – 0	3			87.0667	
BHT	3				93.2400
Sig.		1.000	.840	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ ฉ - 26 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	71.1316	.73319	.42331	69.3103	72.9530	70.58	71.96
3	3	69.8244	.67960	.39237	68.1362	71.5127	69.05	70.32
6	3	64.5762	1.04870	.60547	61.9711	67.1813	63.83	65.78
9	3	59.5558	1.87935	1.08505	54.8873	64.2244	57.40	60.82
12	3	66.3109	.67410	.38919	64.6363	67.9855	65.61	66.96
15	3	64.9776	.06044	.03489	64.8274	65.1277	64.92	65.04
Total	18	66.0628	3.97845	.93773	64.0843	68.0412	57.40	71.96

ตารางที่ ฉ - 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	256.898	5	51.380	50.627	.000
Within Groups	12.178	12	1.015		
Total	269.077	17			

ตารางที่ ฉ - 28 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

data

Duncan[a]

DPPH	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
9	3	59.5558		
6	3		64.5762	
15	3		64.9776	
12	3		66.3109	
3	3			69.8244
0	3			71.1316
Sig.		1.000	.067	.138

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตารางที่ ฉ - 29 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 0	3	24.5400	.36756	.21221	23.6269	25.4531	24.20	24.93
C - 70	3	20.9633	.08083	.04667	20.7625	21.1641	20.87	21.01
C - 80	3	20.8167	.33486	.19333	19.9848	21.6485	20.43	21.01
C - 90	3	19.1300	.15000	.08660	18.7574	19.5026	18.98	19.28
Total	12	21.3625	2.07071	.59776	20.0468	22.6782	18.98	24.93

ตารางที่ ฉ - 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	46.613	3	15.538	224.969	.000
Within Groups	.553	8	.069		
Total	47.166	11			

ตารางที่ ฉ - 31 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่ผ่านการพาสเจอไรซ์ และที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
Phenolic	N	1	2	3
C – 90	3	19.1300		
C – 80	3		20.8167	
C – 70	3		20.9633	
C – 0	3			24.5400
Sig.		1.000	.514	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ ฉ - 32 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	15.6522	.58572	.33817	14.1972	17.1072	15.31	16.33
3	3	13.7840	.14762	.08523	13.4173	14.1507	13.62	13.91
6	3	14.3639	.36586	.21123	13.4550	15.2727	14.11	14.78
9	3	14.1707	.64323	.37137	12.5728	15.7685	13.43	14.59
12	3	14.2994	.12756	.07365	13.9825	14.6163	14.20	14.44
15	3	14.6213	.10048	.05801	14.3717	14.8709	14.54	14.73
Total	18	14.4819	.68334	.16106	14.1421	14.8217	13.43	16.33

ตารางที่ ฉ - 33 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.060	5	1.212	7.746	.002
Within Groups	1.878	12	.156		
Total	7.938	17			

ตารางที่ ฉ - 34 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Data

Duncan[a]

Phenolic	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	3	13.7840		
9	3	14.1707	14.1707	
12	3	14.2994	14.2994	
6	3	14.3639	14.3639	
15	3		14.6213	
0	3			15.6522
Sig.		.121	.220	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

4.1 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ

ตารางที่ ฉ - 35 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ*Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10	3	5.4067	.10786	.06227	5.1387	5.6746	5.33	5.53
15	3	5.6367	.06110	.03528	5.4849	5.7884	5.57	5.69
20	3	5.4400	.14799	.08544	5.0724	5.8076	5.34	5.61
Total	9	5.4944	.14458	.04819	5.3833	5.6056	5.33	5.69

ตารางที่ ฉ - 36 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ*Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.093	2	.046	3.731	.089
Within Groups	.075	6	.012		
Total	.167	8			

ตารางที่ ฉ - 37 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเม็ดอัลจิเนตที่ทำการแช่ในสารละลายเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ที่เวลาต่าง ๆ

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05
LPtime	N	1
10	3	5.4067
20	3	5.4400
15	3	5.6367
Sig.		.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.2 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

4.2.1 ส่วนของน้ำมะพร้าว

ตารางที่ ฉ - 38 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

Day	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	4.6667	.06028	.03480	4.5169	4.8164	4.61	4.73
3	3	5.8300	.08660	.05000	5.6149	6.0451	5.73	5.88
6	3	5.8200	.06245	.03606	5.6649	5.9751	5.77	5.89
9	3	5.8567	.10504	.06064	5.5957	6.1176	5.75	5.96
12	3	5.8667	.21221	.12252	5.3395	6.3938	5.72	6.11
15	3	7.0400	.22539	.13013	6.4801	7.5999	6.78	7.18
Total	18	5.8467	.71528	.16859	5.4910	6.2024	4.61	7.18

ตารางที่ ฉ - 39 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8.454	5	1.691	83.220	.000
Within Groups	.244	12	.020		
Total	8.698	17			

ตารางที่ ฉ - 40 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

data

Duncan[a]

Water	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	3	4.6667		
6	3		5.8200	
3	3		5.8300	
9	3		5.8567	
12	3		5.8667	
15	3			7.0400
Sig.		1.000	.716	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.2.1 ส่วนของเม็ดอัลจิเนต

ตารางที่ ฉ - 41 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	4.8900	.04359	.02517	4.7817	4.9983	4.84	4.92
3	3	3.7100	.39345	.22716	2.7326	4.6874	3.29	4.07
6	3	3.7833	.19502	.11260	3.2989	4.2678	3.59	3.98
9	3	3.9167	.01528	.00882	3.8787	3.9546	3.90	3.93
12	3	3.9700	.17059	.09849	3.5462	4.3938	3.78	4.11
15	3	2.9167	.75646	.43674	1.0375	4.7958	2.37	3.78
Total	18	3.8644	.66755	.15734	3.5325	4.1964	2.37	4.92

ตารางที่ ฉ - 42 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.983	5	1.197	9.016	.001
Within Groups	1.593	12	.133		
Total	7.576	17			

ตารางที่ ฉ - 43 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มโพรไบโอติกจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมในระหว่างการเก็บรักษา

data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
alginate	N	1	2	3
15	3	2.9167		
3	3		3.7100	
6	3		3.7833	
9	3		3.9167	
12	3		3.9700	
0	3			4.8900
Sig.		1.000	.433	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

5. คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

5.1 คุณลักษณะด้านกลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอม

ตารางที่ ฉ - 44 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 70	25	4.4800	1.38804	.27761	3.9070	5.0530	1.00	7.00
C - 80	25	4.6800	1.18040	.23608	4.1928	5.1672	1.00	6.00
C - 90	25	4.8400	1.46287	.29257	4.2362	5.4438	1.00	7.00
Total	75	4.6667	1.33895	.15461	4.3586	4.9747	1.00	7.00

ตารางที่ ฉ - 45 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.627	2	.813	.447	.641
Within Groups	131.040	72	1.820		
Total	132.667	74			

ตารางที่ ฉ - 46 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

Smell	N	Subset for alpha = 0.05
		1
C - 70	25	4.4800
C - 80	25	4.6800
C – 90	25	4.8400
Sig.		.379

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

5.2 คุณลักษณะด้านความหวาน

ตารางที่ ฉ - 47 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวาน ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 70	25	3.9200	1.25565	.25113	3.4017	4.4383	1.00	6.00
C - 80	25	5.0400	1.45717	.29143	4.4385	5.6415	2.00	7.00
C - 90	25	5.0400	1.54056	.30811	4.4041	5.6759	1.00	7.00
Total	75	4.6667	1.50075	.17329	4.3214	5.0120	1.00	7.00

ตารางที่ ฉ - 48 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวาน ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.907	2	10.453	5.164	.008
Within Groups	145.760	72	2.024		
Total	166.667	74			

ตารางที่ ฉ - 49 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความหวาน ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Sweet	N	1	2
C - 70	25	3.9200	
C - 80	25		5.0400
C – 90	25		5.0400
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

5.3 คุณลักษณะด้านความใส

ตารางที่ ฉ - 50 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C – 70	25	4.1600	1.65025	.33005	3.4788	4.8412	1.00	7.00
C - 80	25	5.9200	.99666	.19933	5.5086	6.3314	4.00	7.00
C - 90	25	5.7600	1.05198	.21040	5.3258	6.1942	4.00	7.00
Total	75	5.2800	1.48470	.17144	4.9384	5.6216	1.00	7.00

ตารางที่ ฉ - 51 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47.360	2	23.680	14.728	.000
Within Groups	115.760	72	1.608		
Total	163.120	74			

ตารางที่ ฉ - 52 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความใส ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

data

Duncan[a]

Clear	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C – 70	25	4.1600	
C – 90	25		5.7600
C – 80	25		5.9200
Sig.		1.000	.657

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

5.4 คุณลักษณะด้านรสชาติ

ตารางที่ ฉ - 53 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 70	25	4.1600	1.46287	.29257	3.5562	4.7638	1.00	6.00
C - 80	25	5.2000	1.44338	.28868	4.6042	5.7958	1.00	7.00
C - 90	25	4.9600	1.54056	.30811	4.3241	5.5959	1.00	7.00
Total	75	4.7733	1.52965	.17663	4.4214	5.1253	1.00	7.00

ตารางที่ ฉ - 54 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.827	2	7.413	3.371	.040
Within Groups	158.320	72	2.199		
Total	173.147	74			

ตารางที่ ฉ - 55 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์รสชาติ ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
Flavor	N	1	2
C – 70	25	4.1600	
C – 90	25	4.9600	4.9600
C – 80	25		5.2000
Sig.		.060	.569

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.

5.5 คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม

ตารางที่ ฉ - 56 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
C - 70	25	4.2000	1.25831	.25166	3.6806	4.7194	1.00	7.00
C - 80	25	5.4000	1.15470	.23094	4.9234	5.8766	2.00	7.00
C - 90	25	5.2000	1.58114	.31623	4.5473	5.8527	1.00	7.00
Total	75	4.9333	1.42690	.16476	4.6050	5.2616	1.00	7.00

ตารางที่ ฉ - 57 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20.667	2	10.333	5.723	.005
Within Groups	130.000	72	1.806		
Total	150.667	74			

ตารางที่ ฉ - 58 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ของการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์ความชอบโดยรวม ของน้ำมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (70 80 และ 90 องศาเซลเซียส)

Data

Duncan[a]

entirely	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C - 70	25	4.2000	
C - 90	25		5.2000
C - 80	25		5.4000
Sig.		1.000	.600

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 25.000.