

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพาสเจอร์ไรส์สู่เชิงพาณิชย์
PROCESS DEVELOPMENT OF PASTEURIZED MANGOSTEEN (*Garcinia
mangostana* L.) JUICE FOR COMMERCIALIZATION



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-270-060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROCESS DEVELOPMENT OF PASTEURIZED MANGOSTEEN (*Garcinia mangostana* L.) JUICE FOR COMMERCIALIZATION



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023
KMITL-2023-EN-M-270-060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์สู่เชิงพาณิชย์
นักศึกษา	นางสาวสุชาวดี เวทจิระสิทธิ์
รหัสประจำตัว	60601016
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต รวมถึงการเปรียบเทียบต้นทุนเบื้องต้นในการประกอบการพิจารณาเลือกสถานะการผลิตที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการ SMEs โดยในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ มีดัชนีชี้วัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี ลักษณะปรากฏ ความหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าพีเอช ปริมาณกรดรวม ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส กระบวนการพาสเจอไรซ์ เริ่มจากการทดลองใช้อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที และเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวิเคราะห์ผลคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุคุดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าตัวอย่างน้ำมัจจุคุดที่พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วินาที มีปริมาณจุลินทรีย์หลังการเก็บรักษาอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐาน มพข.น้ำมัจจุคุด 1452/2554 นอกจากนี้คุณภาพทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผู้บริโภค ยังอยู่ในระดับมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างสถานะอื่น ๆ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการนั้นเป็นแนวทางในการคัดเลือกสถานะที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดลองในระดับโรงประลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์น้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์

การศึกษากระบวนการผลิตน้ำมัจจุคุดในระดับโรงประลองได้ทำการศึกษาน้ำมัจจุคุดแช่แข็ง 3 รูปแบบ คือ บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง เก็บรักษาและทำการวิเคราะห์คุณภาพเป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตน้ำมัจจุคุด ที่จำนวนการผลิต 1,000 ขวดต่อ 1 ชุดการผลิต

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อกระบวนการผลิตน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ รวมถึงประยุกต์ในการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอไรซ์อื่น ๆ ในระดับอุตสาหกรรมได้

Thesis	Process Development of Pasteurized Mangosteen (<i>Garcinia mangostana</i> L.) Juice for Commercialization
Student	Ms.Suchawadee Wetchirasit
Student ID.	60601016
Degree	Master of Engineering
Program	Food Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Pimpen Pornchaloempong

ABSTRACT

The aim of this research was to develop a process for producing pasteurized mangosteen juice to increase production efficiency, including a preliminary cost comparison for SME operators to consider when selecting a suitable production condition. In laboratory experiments, the quality of the product was measured by indicators such as color, appearance, viscosity, total soluble solids, pH, total acidity, microbial content, and sensory tests. The pasteurization process started with a temperature test at three levels: 75, 85, and 95 degrees Celsius for 15 seconds, and then was stored in a refrigerator at 4 degrees Celsius for 8 weeks. Quality analysis of the stored mangosteen juice revealed that samples pasteurized at 85 degrees Celsius for 15 seconds had an acceptable level of microbial content according to the Thai National Standard for mangosteen juice (1452-2011). Additionally, the sensory quality, including taste, flavor, color, texture, and overall preference, was the highest among all conditions tested. However, the results of the laboratory experiment only serve as a guide for selecting appropriate conditions for further testing on a pilot scale to study the market potential of pasteurized mangosteen juice.

The study of the production process of mangosteen juice at the pilot scale has investigated the efficacy of three types of microbial inactivation: hot-fill, cold-fill, and cold-fill combined with high-pressure processing. The samples were stored and analyzed for quality over an 8-week period, including the analysis of production costs for a production quantity of 1,000 bottles per batch.

Therefore, this research can serve as a model for the production process of pasteurized mangosteen juice as well as for the production of other pasteurized fruit juices in the industrial sector.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์สุพัฒน์ บุญยฤทธิ์กิจ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีริสา ชูวัฒนะพงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มธุรดา จิโนรส กรรมการสอบหัวข้อและโครงสร้างวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิรารัตน์ อนันตกุล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประธานสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ

ขอขอบพระคุณ พี่นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการภาควิชาวิศวกรรมอาหารที่ให้ความกรุณาในการบิកใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดูแลความเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มมังคุดศูนย์เรียนรู้การเกษตรท่ามะปลา อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในโครงการต้นแบบกระบวนการแปรรูปมังคุด ตลอดจนการส่งมอบวัตถุดิบมังคุดในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand) ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบุพการีและคนในครอบครัวที่คอยสนับสนุน ขอขอบคุณคุณวสันต์ อินทร์ตา คุณดวงดาว โหมตวัฒนะ คุณพรกัญญา ม้าวิไล คุณมณีนรัตน์ ชูชาติ คุณไกรสุวิทย์ ศรีสวัสดิ์ คุณธัชพงษ์ พงศ์สุทธิยากร คุณวรัญญา โตชูวงศ์ คุณฐาปณี พรหมทาระ คุณชาลิสา ชูแก้ว คุณวนิดา ทองคล้าย คุณธัญชนก ศิริเมฆ คุณบุตสะบา แก้วบุญเฮือง คุณרותิ ปน คุณประทุมคล้ายสุบรรณ คุณสุวัฒน์ นพศรี คุณขวัญฤทัย แก้วนารี คุณธนโชติ คุปติธรรมกุล คุณศิริวิทย์ วิมุกตานนท์ คุณสมพร สุวิมลพันธ์ คุณกมลชนก น้ำใจดี พี่ น้อง และเพื่อน ประจำห้องปฏิบัติการ FACTory Classroom ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ່านทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

สุชาวดี เวทจิระสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของวิทยานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 มังคุด.....	3
2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของมังคุด.....	3
2.1.2 ส่วนประกอบของมังคุด.....	4
2.1.3 สารสำคัญที่พบในมังคุด.....	5
2.2 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์.....	7
2.2.1 หลักการพื้นฐานของการพาสเจอร์ไรซ์.....	7
2.2.2 น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรซ์.....	8
2.2.3 การแปรรูปด้วยความดันสูง.....	9
2.2.4 ผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และสารสำคัญในน้ำผลไม้.....	9
2.2.5 ผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยการใช้ความดันสูงต่อคุณสมบัติทาง กายภาพ และสารสำคัญในน้ำผลไม้.....	10
2.2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
3.1 วัตถุประสงค์ เครื่องมือ และอุปกรณ์.....	12
3.1.1 วัตถุประสงค์.....	12
3.1.2 สารเคมี.....	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา แลVห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	12
3.2 การเตรียมตัวอย่าง.....	13
3.2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมังคุด Puree.....	13
3.2.2 การเตรียมตัวอย่างก่อนการพาสเจอไรซ์.....	15
3.2.3 การเตรียมบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุน้ำมังคุด.....	15
3.3 การศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมังคุด.....	17
3.4 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมังคุดพาสเจอไรซ์.....	19
3.4.1 สี (Color).....	19
3.4.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid ; TSS)...	20
3.4.3 ค่าพีเอช (pH).....	20
3.4.4 ปริมาณกรดรวม.....	20
3.4.5 ความหนืด.....	20
3.4.6 ปริมาณจุลินทรีย์.....	20
3.4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ.....	21
3.4.8 การประเมินทางประสาทสัมผัส.....	21
3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	22
3.6 การศึกษากระบวนการพาสเจอไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรงประลอง.....	22
3.6.1 กระบวนการเตรียมตัวอย่างมังคุด puree ระดับโรงประลอง.....	22
3.6.2 กระบวนการพาสเจอไรซ์ระดับโรงประลอง.....	22
3.6.3 การใช้ความดันสูงร่วมกับการบรรจุเย็นเพื่อการถนอมอาหาร.....	26
3.6.4 การประเมินอายุการเก็บรักษาระดับโรงประลอง.....	26
3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตน้ำมังคุดพาสเจอไรซ์.....	28
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย.....	29
4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมังคุด..	29
4.2 ผลของรูปแบบการฆ่าเชื้อที่มีต่อคุณภาพของน้ำมังคุดระดับโรงประลอง.....	45
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย.....	68
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	68
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	68
เอกสารอ้างอิง.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และVต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก.....	73
ภาคผนวก ข.....	75
ภาคผนวก ค.....	97
ประวัติผู้เขียน.....	108



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และVIต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมังคุด.....	6
2.2 ข้อมูลความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์.....	7
3.1 ตัวแปรที่ศึกษาในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมังคุด.....	17
3.2 แผนการทดลองศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำ มังคุด.....	19
3.3 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์.....	22
3.4 ตัวแปรที่ศึกษาในกระบวนการศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรง ประลอง.....	24
3.5 แผนการตรวจสอบประกันคุณภาพน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ในระดับโรงประลอง	25
3.6 จำนวนผู้ปฏิบัติงานการศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรง ประลอง.....	26
3.7 รายละเอียดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์.....	27
4.1 คุณภาพของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียสก่อน การเก็บรักษา.....	29
4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียสก่อนการเก็บรักษา.....	31
4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศา เซลเซียสก่อนการเก็บรักษา.....	41
4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์.....	55
4.5 ปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ในน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์...	56
4.6 ปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มราในน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์.....	56
4.7 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมังคุด (มผช.น้ำมังคุด 1452/2554) ของน้ำมังคุดสด.....	57
4.8 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมังคุด (มผช.น้ำมังคุด 1452/2554) ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุร้อน สัปดาห์ที่ 0.....	57
4.9 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมังคุด (มผช.น้ำมังคุด 1452/2554) ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็น สัปดาห์ที่ 0.....	58
4.10 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมังคุด (มผช.น้ำ มังคุด 1452/2554) ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ที่ 0.....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมัจคุด (มผช.น้ำมัจคุด 1452/2554) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุร้อน สัปดาห์ที่ 5.....	59
4.12 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมัจคุด (มผช.น้ำมัจคุด 1452/2554) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุเย็น สัปดาห์ที่ 5.....	59
4.13 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมัจคุด (มผช.น้ำมัจคุด 1452/2554) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ที่ 5.....	60



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 กระบวนการเตรียมตัวอย่างมังคุด puree แช่เยือกแข็ง.....	14
3.2 กระบวนการเตรียมตัวอย่างน้ำมังคุดพาสเจอไรซ์.....	15
3.3 กระบวนการทำความสะอาดขวด.....	16
3.4 การศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมังคุด.....	17
3.5 ขั้นตอนการศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมังคุด...	18
3.6 การศึกษากระบวนการพาสเจอไรซ์และบรรจุร้อนในระดับโรงประลอง.....	23
3.7 การศึกษากระบวนการพาสเจอไรซ์และบรรจุเย็นในระดับโรงประลอง.....	23
3.8 การศึกษากระบวนการพาสเจอไรซ์และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูงใน ระดับโรงประลอง.....	24
3.9 ขั้นตอนการศึกษากระบวนการพาสเจอไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรงประลอง.....	25
4.1 ค่าความสว่าง (L^*) ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	32
4.2 ค่าสี a^* ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	33
4.3 ค่าสี b^* ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	34
4.4 ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	35
4.5 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	36
4.6 ค่าปริมาณกรดรวมของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	37
4.7 ค่า pH ของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	38
4.8 ค่าความหนาแน่นของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศา เซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	39
4.9 ค่าการแยกชั้นของน้ำมังคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศา เซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็น 8 สัปดาห์.....	40
4.10 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดพาสเจอไรซ์สัปดาห์ที่ 0.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และX'องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์สัปดาห์ที่ 2.....	43
4.12 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์สัปดาห์ที่ 4.....	43
4.13 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์สัปดาห์ที่ 6.....	44
4.14 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์สัปดาห์ที่ 8.....	44
4.15 ค่า L^* ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	45
4.16 ค่า a^* ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	46
4.17 ค่า b^* ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	46
4.18 ค่า เดลต้า E^* ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	47
4.19 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	47
4.20 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบราง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	48
4.21 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 0 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	48
4.22 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 1 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	49
4.23 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 2 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	49
4.24 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 3 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	49
4.25 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 4 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	50
4.26 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 5 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และXต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.27 ค่าความหนืดของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็น รวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 6 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	50
4.28 ค่าความหนืดของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็น รวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 7 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	51
4.29 ค่าความหนืดของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็น รวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 8 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน.....	51
4.30 ค่า% กรดรวมของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็น รวมกับการใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	51
4.31 ค่า pH ของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับ การใช้ความดันสูง หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	52
4.32 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมิ่งคุดสดและน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์..	53
4.33 สมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำมิ่งคุดสดและน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์..	54
4.34 สมบัติในการรีดิวซ์เฟอริก (FRAP) ของน้ำมิ่งคุดสดและน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์.....	54
4.35 สมบัติในการยับยั้งอนุมูลอิสระ (ABTS) ของน้ำมิ่งคุดสดและน้ำมิ่งคุดพาสเจอ ไรซ์.....	55
4.36 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 0.....	60
4.37 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 1.....	61
4.38 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 2.....	61
4.39 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 3.....	62
4.40 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 4.....	62
4.41 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 5.....	63
4.42 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมิ่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นรวมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 6.....	63

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.43 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 7.....	64
4.44 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ ที่ 8.....	64
4.45 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ชมพู (Pinkness) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	65
4.46 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นของมั่งคุด (Smell of mangosteen) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	65
4.47 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความฝาดเคือง (Astringent taste) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	66
4.48 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความหวาน (Sweet taste) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และ บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	66
4.49 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความเปรี้ยว (Sour taste) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และ บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	66
4.50 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความรู้สึกในปาก (Mouthfeel) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบ Difference from Control.....	67

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของวิทยานิพนธ์

น้ำผลไม้เป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคกันมากที่สุดในโลกเนื่องจากมีสารอาหารที่เป็นธรรมชาติ และทำให้มีสุขภาพดี ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับตลาดน้ำผลไม้ ซึ่งเป็นตัวเลขในปี พ.ศ. 2559 - 2561 จากนِيلเส็นสรุพบว่า มูลค่าตลาดน้ำผลไม้ ปี พ.ศ. 2559 อยู่ที่ 13,984 ล้านบาทเติบโตขึ้นประมาณ 1% ด้วยปริมาณการบริโภคจำนวน 345 ล้านลิตร ซึ่งลดลงประมาณ 1% ในปี พ.ศ. 2560 อยู่ที่ 13,010 ล้านบาท ลดลงประมาณ 8% ด้วยปริมาณการบริโภคจำนวน 313 ล้านลิตร ซึ่งลดลงประมาณ 9% ในปี พ.ศ. 2561 อยู่ที่ 12,424 ล้านบาท ลดลงประมาณ 11.3% ด้วยปริมาณการบริโภคจำนวน 277 ล้านลิตร ซึ่งลดลงประมาณ 11.4% ส่วนข้อมูลจากสถาบันอาหารชี้ว่า ตลาดน้ำผลไม้พร้อมดื่มโดยรวมมีมูลค่าสูงราว 14,000 ล้านบาท หรือสูงขึ้น 5% จากปีก่อนหน้า โดยกลุ่มน้ำผลไม้แท้พรีเมียม 100% จะยังคงโตต่อเนื่องที่ 6% ด้วยมูลค่าตลาดกว่า 5,000 ล้านบาท ซึ่งถือเป็นอันดับหนึ่งในอาเซียนในแง่ของปริมาณการบริโภค โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลให้น้ำผลไม้แท้ 100% โตในไทย มาจากนวัตกรรมการผลิตที่ก้าวหน้า และเทรนด์รักสุขภาพ

ในทศวรรษที่ผ่านมา มีรายงานการระบาดของโรคที่เกิดจากอาหารหรือปัญหาการเน่าเสียของน้ำผลไม้ที่บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่มีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยทั่วไปแล้วการพาสเจอร์ไรส์ด้วยความร้อนของน้ำผลไม้ใช้อุณหภูมิระหว่าง 60°C ถึง 100°C เพื่อทำลายจุลินทรีย์หรือเอนไซม์เป้าหมาย ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้มีความปลอดภัยปราศจากเชื้อโรค มีคุณภาพสูงตรงตามความคาดหวังของผู้บริโภค และลดความเสี่ยงในเชิงพาณิชย์ให้น้อยที่สุด การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะต้องมีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายนั้น โดยจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ ของน้ำผลไม้หลังกระบวนการฆ่าเชื้อร่วมด้วย และสุดท้ายต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ในปัจจุบันนี้ ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่ไม่เพียงแต่กินอาหารที่ปลอดภัยและเก็บไว้ได้นาน แต่ยังกินอาหารที่อุดมไปด้วยโภชนาการและลักษณะที่ปรากฏเป็นอย่างดี

ในการผลิตน้ำผลไม้เพื่อจำหน่ายเชิงการค้า ให้น้ำผลไม้ที่มีรสชาติดีจะต้องเริ่มต้นจากวัตถุดิบที่สดใหม่ ไม่เน่าเสีย จึงจะทำให้ได้น้ำที่มีกลิ่นรสหอมชวนดื่ม และมีสภาพคล้ายธรรมชาติมากที่สุด น้ำผลไม้จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก ทำให้ไม่สะดวกกับการขายและกระจายสินค้า ผู้ผลิตจะต้องมีขั้นตอนในการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ จึงจะทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษา (Shelf life) แต่ในกระบวนการให้ความร้อนจะต้องมีระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม จึงจะสามารถยืดอายุและ

รักษารสชาติไว้ได้มากที่สุด โดยยังคงรักษาคุณภาพและโภชนาการ ซึ่งจะต้องไม่ใช้ความร้อนสูงหรือนานจนเกินไป การให้ความร้อนสูงหรือนานจนเกินไปแก่น้ำผลไม้จะทำให้กลิ่น และรสชาติที่ไม่สด ทั้งยังทำให้คุณภาพและโภชนาการเปลี่ยนไปด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการฆ่าเชื้อน้ำมัจคุด โดยจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางความร้อนของน้ำมัจคุด ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อและคุณภาพของน้ำมัจคุด โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เพื่ออธิบายปัจจัยของอุณหภูมิและเวลาการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์พร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิการให้ความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรซ์ที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมัจคุดระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์

1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการการผลิตน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ระดับโรงประลองสู่เชิงพาณิชย์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างน้ำมัจคุด ได้มาจากมัจคุดเบอร์ดำ จากตำบลท่ามะปลา อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร นำมาแปรรูปเป็นน้ำมัจคุดแช่เยือกแข็งที่ โรงงานกรีนเดย์ลี จำกัด ที่มีมาตรฐานของโรงงานต้นแบบเพื่อการเรียนรู้ FACTory Classroom และนำมาบดเป็นน้ำมัจคุดพิวเร่

1.3.2 ศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 วินาที และทุกสภาวะต้องพบเชื้อไม่เกินตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และมาตรฐาน มพช. น้ำมัจคุด 1452/2554 ตัวอย่างถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.3.3 ศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ สี ลักษณะปรากฏ ความหนืด ความหนาแน่น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ คุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ค่าพีเอช ปริมาณกรดรวม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และคุณภาพด้านประสาทสัมผัส การศึกษาคุณภาพของตัวอย่างจะทำการศึกษาทุกสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบสภาวะอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำมัจคุดในระหว่างการเก็บรักษา

1.4.2 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับน้ำผลไม้ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกันในเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มังคุด

2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของมังคุด

“มังคุด” (Mangosteen) เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบ เขตร้อน เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดที่หมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ ลำต้นสูง 7-25 เมตร อายุยืน ใบออกตรงกันข้าม มียางสีเหลือง ดอกผลออกที่ปลายกิ่ง ผลเมื่อยังดิบมีสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเมื่อสุก เปลือกค่อนข้างแข็ง เนื้อในมีสีขาวฉ่ำน้ำ มีรสชาติดหวานอมเปรี้ยว สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่พื้นดินที่เหมาะสม ควรเป็นดินเหนียวปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อุดมน้ำ และระบายน้ำได้ดี มีแหล่งน้ำสำหรับหน้าแล้งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่พื้นดินและอากาศมีความชื้น มังคุดมีสายพันธุ์เดียว ให้ผลเมื่อต้นมีอายุ 7 ปีขึ้นไป

พื้นที่ปลูกมังคุดของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ (ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงาน) และภาคตะวันออก (จันทบุรี ระยอง ตราด) แหล่งเพาะปลูก 5 อันดับแรกได้แก่ จันทบุรี นครศรีธรรมราช ชุมพร ตราด และระยอง เมื่อพิจารณาศักยภาพทางการตลาดพบว่า มังคุดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพทางการตลาดมากที่สุดในจำนวนผลไม้ที่มีการส่งออกของไทย เนื่องจากมีรสชาติดหวานอมเปรี้ยว เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคทั่วไปทั้งเอเชีย ยุโรป และอเมริกา ในปี 2562 มีพื้นที่ปลูกรวม 457,952 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 409,052 ไร่ ผลผลิตรวม 278,919 ตัน หรือผลผลิตเฉลี่ย 682 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิตมาก คือ เดือนพฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 20.33 และเดือนมิถุนายน ร้อยละ 31.70 รองลงมา คือ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน ร้อยละ 7.23, 9.91 และ 10.23 ตามลำดับ ทำให้ประเทศไทยมีผลผลิตมังคุดออกสู่ตลาดเป็นระยะเวลายาวต่อเนื่องอย่างน้อยถึง 5 เดือน ซึ่งการผลิตมังคุด ปี 2562 พบว่า มีต้นทุนการผลิต 13,768 บาทต่อตันโดยราคาที่เกษตรกรขายได้ (มังคุดคละ) 15,420 บาทต่อตัน คิดเป็นผลตอบแทนสุทธิ 1,652 บาทต่อตัน

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่และไฟเบอร์ ช่วยในเรื่องระบบการขับถ่าย นอกจากนี้ในส่วนของเปลือกและเมล็ดยังมีสารในกลุ่มแซนโทน (Xanthones) ที่มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาที่ช่วยรักษาโรคมะเร็ง ช่วยเสริมสร้างและปรับระบบการทำงานของร่างกาย รักษาอาการอักเสบสมานแผลได้ดี ป้องกันและรักษาอาการแข็งตัวของหลอดเลือดที่เป็นสาเหตุของโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง อัมพฤกษ์ อัมพาต รักษาอาการท้องเสีย ท้องร่วง รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรีย ดังนั้น “มังคุด” จึงเหมาะสมแล้วกับตำแหน่ง “ราชินีผลไม้” คู่กับ “ทุเรียน” ที่เป็น “ราชาผลไม้”

ปัจจุบันได้มีผู้นำมังคุดไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นอาหารหรือส่วนประกอบของอาหาร ทั้งของหวาน ของความมากมายหลายชนิด เป็นเครื่องดื่ม เช่น น้ำมังคุด ไวน์ ไชเดอร์หรือผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับเครื่องดื่มอื่น ๆ ผลิตเป็นเครื่องเวชภัณฑ์รักษาโรค เช่น แคปซูลผงมั่งคุด ยาแดง ผลิตเป็นกลุ่มเครื่องสำอาง สปาและอื่น ๆ อีกมากมายนับร้อยชนิด เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศ

2.1.2 ส่วนประกอบของมั่งคุด

จากรายงานของ USDA Food Composition Databases เนื้อมั่งคุด 100 กรัม มีส่วนประกอบโดยประมาณ ดังต่อไปนี้

พลังงาน	73 กิโลแคลอรี
น้ำ	80.94 กรัม
โปรตีน	0.41 กรัม
คาร์โบไฮเดรตรวมทั้งหมด	17.91 กรัม
ไฟเบอร์	1.8 กรัม
ไขมัน	0.58 กรัม
วิตามิน B1 (Thiamine)	0.054 มิลลิกรัม
วิตามิน B2 (Riboflavin)	0.054 มิลลิกรัม
วิตามิน B3 (Niacin)	0.286 มิลลิกรัม
วิตามิน B5 (Pantothenic acid)	0.032 มิลลิกรัม
วิตามิน B6 (Pyridoxine)	0.018 มิลลิกรัม
วิตามิน B9 หรือโฟเลต	31 ไมโครกรัม
เบต้า แคโรทีน	16 ไมโครกรัม
อัลฟา แคโรทีน	1 ไมโครกรัม
เบต้า คริปโตแซนทีน	9 ไมโครกรัม
วิตามิน C (Ascorbic acid)	2.9 มิลลิกรัม
วิตามิน A	35 IU
แคลเซียม	12 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	0.3 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	13 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	8 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	48 มิลลิกรัม
โซเดียม	7 มิลลิกรัม
ธาตุสังกะสี	0.21 มิลลิกรัม
ธาตุทองแดง	0.069 มิลลิกรัม
ธาตุแมงกานีส	0.102 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 สารสำคัญที่พบในมังคุด

มังคุดนอกจากจะประกอบด้วยสารอาหารต่างที่พบในเนื้อแล้ว ในส่วนของเปลือกที่มีรสฝาดมีฤทธิ์ทางยาในหลายด้าน ประกอบด้วยสารแทนนิน ร้อยละ 7-15 และสารในกลุ่มแซนโทนที่พบมากในยางกว่าร้อยละ 75 ซึ่งประกอบด้วยสารหลายชนิด ได้แก่

1. 1,6-dihydroxy-3-methoxy-2-(3-methyl-2-butenyl) xanthone
2. 1,5,8-trihydroxy-3-methoxy-2-(3-methyl-2-butenyl) xanthone
3. 1,3,6,7-tetrahydroxy xanthone
4. 1,3,6,7-tetrahydroxy xanthone-o-.beta.-D-glucoside
5. Cyaniding-3-O-.beta.-D-sophoroside
6. 8-deoxygartanin
7. 1,5-dihydroxy-2-isopentenyl-3-methoxy xanthone
8. 1,7-dihydroxy-2-isopentenyl-3-methoxy xanthone
9. 5,9-dihydroxy-8-methoxy-2,2-dimethyl-7-(3-methylbut-2-enyl)2(H)
10. 6(H)-pyrano-(3,2,6)-xanthen-6-one
11. cis-hex-3-enyl acetat
12. 3-isomangostin, 3-isomangostin hydrate
13. 1-isomangostin
14. 1-isomangostin hydrate
15. Mangostin-3,6-di-O-gulcoside
16. BR-xanthone-A
17. BR-xanthone-B,2,8-bis-(.gamma.,.gamma.-dimethylallyl)-1,3,7 trihydroxyxanthone
18. Demethylcalabaxanthone2-(.gamma.,.gamma.-dimethylallyl)-1,7-dihydroxy-3-methoxyxanthone1,3,5,8-tetrahydroxy-2,4-diprenylxanthone
19. โคลาโนน (kolanone)
20. แมงโกสทีน (mangostin)
21. เบต้า แมงโกสทีน (beta.-mangostin)
22. อัลฟา แมงโกสทีน (alpha.-mangostin) เลนะ
23. นอร์แมงโกสทีน (normangostin)
24. คาลาบาแซนโทน (calabaxanthone)
25. แมงโกสทานอล (mangostanol)
26. แมคลูรีน (maclurin)
27. ไครแซนเทมิน (chrysanthemin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. การ์ซินोन (garcinone A,B,C,D,E)
29. การ์ทานิน (gartanin)
30. น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโตส

นอกจากปริมาณสารสำคัญที่สามารถพบได้ในมังคุดแล้ว ยังมีงานวิจัยหลายงานที่พบว่า ในเนื้อมังคุดยังมีสารในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระอีกหลายตัว ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดในร่างกายได้ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อมังคุด

สารต้านอนุมูลอิสระ	ปริมาณ ($\mu\text{g}/100\text{g}$ ส่วนที่กินได้)
Epigallocatechin-3-gallate (EGCG)	125.84
Epicatechin (EC)	562.03
Epicatechin-3-gallae (ECG)	152.00
Quercetin	55.31
Luteotin	127.09
Hesperitin	233.78
Kaempferol	466.00
Apigenin	345.41
Hydroxybenzoic acid	18.95
Hydroxycinnamic acid	15.09

ที่มา: เอกสารเผยแพร่ “Thai Fruits Functional Fruits”, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

มังคุดนอกจากจะอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายแล้ว มังคุดยังมีสารชนิดหนึ่งที่มีผลดีต่อระบบภูมิคุ้มกันและต้านทานโรคที่ไม่มีในพืชผักผลไม้อื่น ๆ คือ “กลุ่มสารแซนโทน” (Xanthones) พบมากในเปลือกมังคุด เมล็ดและเนื้อมังคุดตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบใน “ยางสีเหลือง” ที่ผิวเปลือกมังคุด ผลการวิจัยพบว่ายางสีเหลืองประกอบด้วยสารแซนโทนถึงร้อยละ 75 ซึ่งยางมังคุดเป็นปัญหาที่คนส่วนใหญ่มองว่าเป็นมังคุดคุณภาพไม่ดี แต่ในอนาคตอาจมีการนำไปสกัดสารแซนโทน เพื่อใช้ประโยชน์ทางเวชภัณฑ์ นำมาใช้ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา สร้างภูมิต้านทานโรค ร้ายแรงต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น และอาจเป็นประโยชน์อย่างมากต่ออุตสาหกรรมหลายประเภทไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยาสำหรับต่อต้านโรคมะเร็ง โรคเอดส์ ยาแก้ไอเสบ ยาแก้ภูมิแพ้ และยารักษาโรคผิวหนัง หรือผสมรวมกับสารโพลีเอสเทอร์ที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก เชื่อว่าสามารถยืดอายุการใช้งานได้หลายเท่าเพราะคุณสมบัติทนต่อแสงอุลตราไวโอเลตได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

2.2.1 หลักการพื้นฐานของการพาสเจอร์ไรซ์

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์สามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1. ระบบช้าอุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Long Time) เป็นระบบที่ใช้ความร้อนต่ำและใช้เวลานาน แล้วทำให้เย็นทันที

2. ระบบเร็วอุณหภูมิสูง (High Temperature Short time) เป็นระบบที่ใช้ความร้อนสูงแต่ใช้เวลาสั้น แล้วทำให้เย็นโดยรวดเร็ว

ในการคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนตัวแปรที่สำคัญในการบอกให้ทราบถึงความทนทานต่อความร้อน (Heat Resistance) ของจุลินทรีย์และเป็นตัวบ่งชี้ว่าการให้ความร้อนมีผลในการในการฆ่าเชื้อมากน้อยเพียงใด คือ

ค่า D (Decimal Reduction Time) หมายถึง เวลาเป็นนาทีที่อุณหภูมิคงที่ที่ทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ลงไป 90% หรือ 1 log-cycle ไม่ว่าจะมิจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่าไร

ค่า Z (Z value) หมายถึง จำนวนอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือองศาเซลเซียส ที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไป 1 log cycle

เวลาและอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์อาหารขึ้นอยู่กับความต้านทานความร้อนของเซลล์จุลินทรีย์ที่ต้องการทำลายและความไวต่อความร้อนของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากค่า D ของจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนที่สุดในอาหารนั้น ๆ ดังนั้นค่า D จึงสามารถกำหนดกลิ่นสี และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารได้ การออกแบบการพาสเจอร์ไรซ์จึงขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการทำลายจุลินทรีย์กับปัจจัยคุณภาพของอาหารหลังการพาสเจอร์ไรซ์

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์

ชนิดของจุลินทรีย์	ค่า D (นาที)	ค่า Z (องศาเซลเซียส)
เซลล์ปกติของแบคทีเรีย	$D_{48^{\circ}\text{C}} = 3.6$ $D_{70^{\circ}\text{C}} = 0.27$	7
สปอร์ของแบคทีเรีย	$D_{80^{\circ}\text{C}} = 2.7$ $D_{121^{\circ}\text{C}} = 0.27$	9
ยีสต์	$D_{57^{\circ}\text{C}} = 9.4$ $D_{64^{\circ}\text{C}} = 3.5$	5
รา	$D_{60^{\circ}\text{C}} = 0.04$	7

การยับยั้งเชื้อก่อโรคในน้ำผลไม้เป็นสิ่งสำคัญเพื่อรักษาความปลอดภัย และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ มีการใช้เทคนิคการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนแบบดั้งเดิมเพื่อความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา และการเก็บรักษาน้ำผลไม้ อุณหภูมิที่ใช้ในระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนสามารถส่งผลกระทบต่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางประสาทสัมผัสและทำให้เกิดการเสื่อมสภาพในคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้ นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารได้ใช้วิธีการใหม่ที่สามารถหยุดการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส และโภชนาการในระหว่างการแปรรูปน้ำผลไม้เชิงพาณิชย์ โดยเน้นไปที่ การยับยั้งเชื้อ E. coli O157:H7, Salmonella Typhimurium และ Listeria monocytogenes ที่ใช้เทคโนโลยี Nonthermal ที่เป็นนวัตกรรมนำมาใช้เพียงอย่างเดียวและใช้ร่วมกับวิธีการเก็บรักษาอื่น ๆ สำหรับการเก็บรักษาน้ำผลไม้ที่มีประสิทธิภาพ

2.2.2 น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรซ์

การพาสเจอร์ไรซ์เป็นการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ตามคำแนะนำของ Campden and Chorleywood Food Research Association Group ระบุว่า การพาสเจอร์ไรซ์ต้องลดจำนวนจุลินทรีย์เป้าหมายลงอย่างน้อย 6 Log cycle หรือกำหนดค่า F_0 ไม่น้อยกว่า 3 นาที การพาสเจอร์ไรซ์มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียในอาหารจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ทำลายเอนไซม์ที่ไม่ต้องการ ได้แก่ เอนไซม์ไลเปส และ เอนไซม์โปรตีเอส เป็นต้น การพาสเจอร์ไรซ์เป็นวิธีการแปรรูปที่ใช้ร่วมกับกรรมวิธีอื่น ๆ เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา การใช้ น้ำตาลหรือเกลือ หรือกรดในปริมาณสูง ตัวอย่างอาหารที่ถนอมโดยการพาสเจอร์ไรซ์ เช่น น้ำผลไม้ นมพาสเจอร์ไรซ์ แยมที่มีปริมาณน้ำตาลมาก ซอสพริกและน้ำพริกเผาที่มีปริมาณเครื่องเทศมาก เพื่อลดหรือกำจัดจุลินทรีย์ในวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ข้อดีของการพาสเจอร์ไรซ์ คือ ช่วยรักษาสภาพและคุณค่าของอาหารเนื่องจากการใช้ความร้อนที่สูงมาก เช่น สี กลิ่นรส คุณค่าทางโภชนาการ การตกตะกอนของโปรตีน เป็นต้น

การพาสเจอร์ไรซ์อาหารสามารถแบ่งวัตถุประสงค์ของการพาสเจอร์ไรซ์ออกตามค่า pH ของอาหาร คือ อาหารที่มีค่า pH มากกว่า 4.6 และอาหารที่มีค่า pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6

อาหารที่มีค่า pH มากกว่า 4.6

การพาสเจอร์ไรซ์มีวัตถุประสงค์เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียบางส่วนอาจเหลือรอดจากการให้ความร้อนแบบนี้ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การถนอมอาหารแบบอื่นควบคู่ไปด้วยเพื่อป้องกันการเน่าเสีย เช่น การทำให้อยู่ภายใต้สภาวะที่ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่เป็นไปได้น้อยที่สุด เช่น การเก็บรักษาด้วยความเย็น การลดค่าออกซิเจน การปรับกรด และการหมัก

อาหารที่มีค่า pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 4.6

เนื่องจากค่า pH ที่น้อยกว่า 4.6 เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคและการงอกของสปอร์ จุดมุ่งหมายของการพาสเจอร์ไรซ์อาหารที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 เพื่อทำลายเซลล์ปกติ (Vegetative cell) สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดสูงมักใช้วิธีการพาสเจอร์ไรซ์เพื่อทำลายยีสต์

และรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การแปรรูปด้วยความดันสูง

การใช้ความดันสูง หรือ HPP กำจัดเชื้อโรคในอาหารที่อุณหภูมิห้องและยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร การแปรรูปด้วยความร้อนเป็นวิธีการถนอมอาหารที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย Huang *et al.* (2017) การแปรรูปด้วยความดันสูง (HPP) เป็นวิธีการแปรรูปน้ำผลไม้ที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ได้อย่างน้อย 99.999% Good Nature (2017). น้ำผลไม้ HPP ปลอดภัยกว่าน้ำผลไม้สดเพราะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ได้ถึง 5 log cycle รวมถึงแบคทีเรียที่อาจเป็นอันตราย เช่น *E. Coli* และ *Salmonella* Good Nature (2017) น้ำผลไม้ HPP สามารถรักษาสารอาหาร รสชาติ และสีดั้งเดิมของผลไม้ ผักได้อย่างดี Hiper Baric (2023) น้ำผลไม้ HPP ไม่ได้ว่าเป็นน้ำผลไม้สดเนื่องจากโครงสร้างโมเลกุลของน้ำเปลี่ยนไป คุณภาพของน้ำผลไม้ HPP ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้สด รวมถึงสารสำคัญบางอย่างที่อยู่ในน้ำผลไม้สดก็ถูกกำจัดออกไปจนหมด น้ำผลไม้ HPP สามารถมีอายุได้มากถึง 2 เดือนซึ่งส่งผลกระทบต่อรสชาติ Vt Juice Co (2016) บริษัทผลิตน้ำผลไม้บางแห่งใช้การ HPP เพื่อเพิ่มอายุการเก็บให้กับน้ำผลไม้และเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น โดยปกติจะนานถึง 45-60 วัน Vt Juice Co (2016) บางผู้ผลิตไม่ระบุการ HPP บนฉลากและบางบริษัทระบุโดยใช้ “Cold-Pressured” หรือ “Pascalization” Good Nature (2017)

2.2.4 ผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต่อคุณสมบัติทางกายภาพและสารสำคัญในน้ำผลไม้

ในระหว่างการเก็บรักษาจะเกิดปฏิกิริยาการเสื่อมสภาพจำนวนหนึ่ง ซึ่งจำกัดอายุการเก็บรักษาของน้ำส้ม หนึ่งใน การสูญเสียคุณภาพที่สำคัญที่กล่าวถึงอย่างกว้างขวางคือการเสื่อมคุณภาพของสีเป็นที่รู้กันว่าเป็นลักษณะสำคัญของอาหารเพราะมันมีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยรวม Wei รายงานว่าสีมีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคต่อความแข็งแรงของรสน้ำส้มรสชาติ (เช่น ความหวาน ความเปรี้ยว และความขม) และการยอมรับขั้นสุดท้าย ยิ่งไปกว่านั้นการเปลี่ยนสีบ่งบอกถึงช่วงของปฏิกิริยาเคมีที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาของ Wibowo การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำส้มและน้ำมะม่วงพาสเจอไรซ์ในระหว่างการเก็บรักษา ได้ใช้วิธีการตั้งเป้าหมายซึ่งเป็นวิธีการสมมุติฐาน กลไกที่รู้จักกันคุณลักษณะที่มีคุณภาพเฉพาะ (เช่นสี) หรือสารประกอบทางเคมีที่เฉพาะเจาะจง (เช่นแอสคอร์บิกแอซิด) คุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมาย เช่น สี ความเป็นกรด น้ำตาล ออกซิเจน วิตามินซี และแคโรทีนอยด์ ตรวจสอบตามสมมุติฐานที่ว่า การเปลี่ยนแปลงของสีอาจเกี่ยวข้องกับ (i) สีซีดจางที่ต้องการของเม็ดสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติคือ carotenoids (ii) การเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์หรือ (iii) การรวมกันของปฏิกิริยาทั้งสอง

การกำหนดอายุการเก็บรักษาที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นความท้าทายสำหรับผู้ผลิตอาหารเนื่องจากมีหลายตัวแปรที่ต้องพิจารณา ปัจจุบันการตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นั้นใช้วิธีการทดลอง และข้อผิดพลาดซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อตรา

สินค้า (การประเมินค่าสูงเกินไป) เนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายที่พิจารณาอายุการเก็บรักษานั้น ซับซ้อนจริง ๆ การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่ท้าทาย ดังนั้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาตัวแปรหลายตัวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

Londoño ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมะม่วงระหว่างเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 64 วัน พบว่าปริมาณฟีนอลทั้งหมดลดลงหลังจากเก็บรักษาน้ำผลไม้ได้ 16 วัน กรดแอสคอร์บิกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจนกระทั่งเก็บรักษา 48 วัน และปริมาณ mangiferin สารต้านอนุมูลอิสระที่วัดโดยวิธี ORAC นั้นใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยที่ค่า ABTS ลดลงหลังจากเก็บรักษาน้ำผลไม้ได้ 32 วัน สรุปได้ว่าน้ำมะม่วงเก็บรักษาได้นาน 32 วันที่อุณหภูมิ 4°C โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแอสคอร์บิกแอสซิด

2.2.5 ผลของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความดันสูงต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และสารสำคัญในน้ำผลไม้

Song *et. al.* (2023) ศึกษาอายุการเก็บของน้ำส้มและน้ำแอปเปิ้ลที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความดันสูงและพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน การใช้ความดันสูงสามารถรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลไม้ทั้งสองได้ดีขึ้น การเก็บรักษาเย็นมีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งหมด

นลัทพร รัตนตรัยวงศ์ และคณะ (2562) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาของน้ำแตงโมพร้อมดื่มด้วยกระบวนการแปรรูปด้วยความดันสูงที่สภาวะความดัน 500 MPa อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เก็บ 4 องศา อยู่ได้ 16 สัปดาห์ นับเป็น 2 เท่าของน้ำแตงโมพาสเจอร์ไรซ์ซึ่งอยู่ได้เป็นเวลา 8 สัปดาห์

2.2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bhattacharjee *et al.* (2011) ศึกษาการฆ่าเชื้อน้ำมะขามป้อมพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 75-95 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 9 เดือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีและคุณภาพของน้ำมะขามป้อม โดยมีการวัดสีที่เปลี่ยนแปลงโดยดัชนีสีขาว (WI) กรดแอสคอร์บิก ปริมาณโพลีฟีนอล และปริมาณกรดต่างๆ พบว่าปริมาณกรดต่างๆมีมากในตัวอย่างที่พาสเจอร์ไรซ์ 95 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสจะให้ค่าการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยที่สุด แต่เมื่อคำนึงถึงเกณฑ์ความปลอดภัยร่วมด้วย พบว่า อุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อน้ำมะขามป้อมที่สุดเพราะปลอดภัยและให้คุณภาพที่ดีร่วมกัน

Santhirasegaram *et al.* (2015) ศึกษาการฆ่าเชื้อน้ำมะม่วงโชคอนันต์ โดยการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าหลังการพาสเจอร์ไรซ์ คุณภาพด้านจุลชีววิทยา ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ โคลิฟอร์ม แอโรบิกแบคทีเรีย ยีสต์และรา สำหรับคุณภาพด้านเคมี พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์และปริมาณกรดแอสคอร์บิกลดลง แต่

ปริมาณ HMF เพิ่มขึ้น น้ำมะม่วงที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 5 สัปดาห์

Topalcengiz. (2019) ศึกษาการกำหนดการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการยับยั้ง พารามิเตอร์ในน้ำผลไม้ โดยใช้อุณหภูมิที่ 71 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6, 12, 36 และ 48 วินาที พบว่าอุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 วินาที เพียงพอที่จะสามารถลดปริมาณ *E. coli* ได้ 5 log cycle แต่ยังคงพบเชื้อ *E. coli* เช่นเดียวกับระยะเวลา 12 วินาที หากเพิ่มเวลาการให้ความร้อน เป็น 36 และ 48 วินาที จะไม่พบเชื้อ *E. coli*

Wibowo *et al.* (2015a) ศึกษาการฆ่าเชื้อน้ำมะม่วง 7 สูตร (C, AA₂₅₀, AA₅₀₀, CA, CA+ AA₂₅₀, CA+ AA₅₀₀ และ S) พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 92 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง คุณภาพของสี ปริมาณน้ำตาล ปริมาณ headspace oxygen ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ furfural และ ปริมาณ HMF แสดงผลในรูปแบบจำลองจนผลศาสตร์ ผลค่าความแตกต่างสีทั้งหมดของทุกสูตร หลังจากเก็บรักษาได้ 8 สัปดาห์ พบว่าอยู่ในระดับความแตกต่างสีโดยรวมชัดเจน ($\Delta E^* > 6.0$) และ สอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ปริมาณวิตามินซีในแต่ละสูตร หลังการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ มี ปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งสูตร C มีปริมาณมากที่สุด และสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

Wibowo *et al.* (2015b) ศึกษาการฆ่าเชื้อน้ำส้มด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 92 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 32 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีตัวแปรคุณภาพดังนี้ ค่าพีเอช ปริมาณกรด ทั้งหมด ปริมาณกรดอินทรีย์ ปริมาณน้ำตาล ปริมาณ headspace oxygen ปริมาณวิตามินซี ปริมาณ furfural และปริมาณ HMF แสดงผลในรูปแบบจำลองจนผลศาสตร์ พบว่าปริมาณฟรุกโตสและ กลูโคสเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ปริมาณซูโครสและปริมาณวิตามินซีลดลง สอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ เครื่องมือ และอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- มังคุดแช่เยือกแข็งผลิตจาก บริษัท Grendeli Foods Co., Ltd
- น้ำสะอาด (RO)

3.1.2 สารเคมี

- น้ำกลั่น
- 3M Petri film
- 2N Folin-Ciocalteu reagent
- Na_2CO_3
- acetale pH 3.6
- TPT_2
- FeCl_3
- DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)
- BHT
- Trolox
- L-ascorbic acid
- methanol
- ABTS (2,2'-axino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid))

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องฆ่าเชื้อผลิตภัณฑเครื่องต้มและเครื่องบรรจุผลิตภัณฑเครื่องต้มปลอดเชื้อ (รุ่น MicroThermics UHT/HTST Model: Lab 25 EDH HA Research ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- ชุดเครื่องจักรผลิตน้ำผลไม้ On demand Lego-Liked Beverage Processing System (บริษัท Patkol ประเทศไทย)
- HIGH PRESSURE PROCESSING(HPP) 30L/600MPA
- เครื่องแช่เยือกแข็ง Air blast freezer (รุ่น COMPACT Freeze ยี่ห้อ Patkol ประเทศไทย)
- Freeze storage (บริษัท Cool Innotect ประเทศไทย)
- ตู้เย็น showcase (รุ่น SPA-0903D41A ยี่ห้อ SANDEN ประเทศไทย)
- ตู้แช่เยือกแข็งแบบฝาพับ (รุ่น SF-PC1497 ยี่ห้อ PANASONIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องซีลปิดผนึกถุง (รุ่น PFS-F450 ยี่ห้อ brother ประเทศไทย)
- เครื่องแยกกากน้ำผลไม้ (รุ่น Philips Advance Collection HR 1922/20 ยี่ห้อ Philips)
- เครื่องวัดความหนืด (รุ่น Bostwick Consistometer ยี่ห้อ CSC Scientific)
- เครื่องวัดสี (รุ่น ColorFlex, Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- เครื่องชั่งดิจิตอล (รุ่น UX3200G ยี่ห้อ SHIMADZU ประเทศญี่ปุ่น)
- เครื่อง pH meter (รุ่น S-610L, Peak Instrument ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- เครื่อง Pocket Brix-acidity meter master kit (รุ่น PAL-BXIACID1)
- ถังผสมขนาด 200 ลิตร
- ถาดสแตนเลส
- หม้อสแตนเลส 38 ลิตร
- กระจกสแตนเลส
- ทัพพี
- ตะกร้อมือ

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างมังคุด Puree

ตัวอย่างมังคุด puree สูตรที่พัฒนาในโครงการการแปรรูปเพิ่มมูลค่ามังคุดของโรงงานต้นแบบเพื่อการเรียนรู้ FACTory Classroom มังคุดที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างน้ำมังคุดเป็นมังคุดเกรดเบอร์ดำ (มังคุดสุก) ฤดูกาลมังคุด ปี พ.ศ. 2564 จากตำบลท่ามะปลา อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร นำมาแปรรูปเป็นมังคุดแช่เยือกแข็งโดย บริษัท กรีนเดลี ฟู้ดส์ จำกัด (GREEN DELI FOODS CO.,LTD.) ตามข้อกำหนดคุณภาพและมาตรฐานของโรงงานต้นแบบเพื่อการเรียนรู้ FACTory Classroom นำมาบดเป็นมังคุด puree เริ่มจากละลายเนื้อมังคุดแช่เยือกแข็ง นำมาใส่ถาดที่อุณหภูมิห้องไม่ให้อุณหภูมิของมังคุดเกิน 4 องศาเซลเซียส ผสมมังคุดที่ละลายแล้วกับน้ำ RO อัตราส่วนเนื้อมังคุดต่อน้ำ คือ 2 : 1 ตักเนื้อมังคุดพร้อมน้ำใส่เครื่องแยกกาก แล้วนำน้ำมังคุดที่ได้จากเครื่องแยกกากมารองในกระชอนสแตนเลสเพื่อแยกเศษเมล็ด จากนั้นปั่นผสมด้วยหม้อผสมที่มีความเร็วรอบใบพัด 360 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ให้มีค่าอยู่ในช่วง 10-12 °Brix ค่า pH อยู่ระหว่าง 3.39 – 3.72 บรรจุในถุงลามิเนตขนาด 10*15 นิ้ว โดยชั่งน้ำหนักถุงละ 2 กิโลกรัม ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง ปิดผนึกถุงด้วยเครื่องซีล แช่เยือกแข็งด้วยเครื่อง Compact Freezer เป็นเวลา 120 นาที เก็บในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส รายละเอียดการเตรียมตัวอย่างมังคุด puree ทุกขั้นตอน แสดงไว้ในภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) ละลายเนื้อมังคุดแช่เยือกแข็ง



(b) แช่ผสมน้ำ RO



(c) ปั่นแยกกาก



(d) กรอง



(e) ปั่นผสม



(f) บรรจุถุง



(g) ปิดผนึกถุง



(h) แช่เยือกแข็งน้ำมังคุด

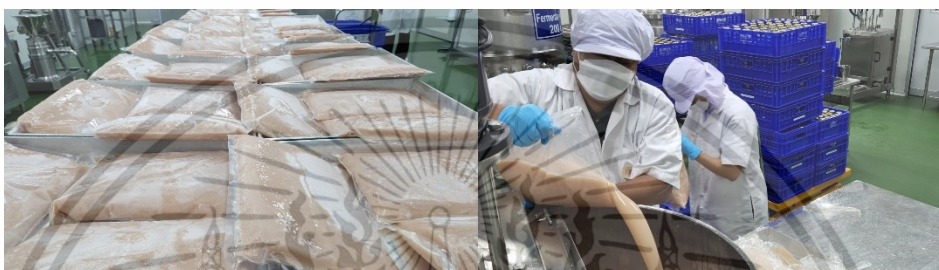


(i) เก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง

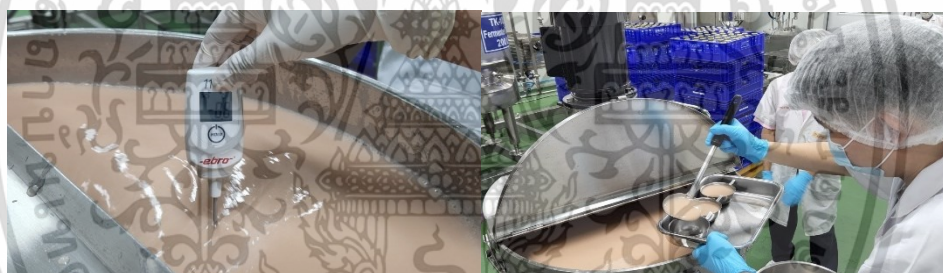
ภาพที่ 3.1 กระบวนการเตรียมตัวอย่างมังคุด puree แช่เยือกแข็ง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างก่อนการพาสเจอร์ไรซ์

นำตัวอย่างมังคุด puree มาวางละลายในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง หรือให้มีอุณหภูมิตัวอย่างไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เมื่อละลายแล้วตัดถุงมังคุด puree เทใส่หม้อผสม และปั่นผสมด้วยความเร็วรอบใบพัด 360 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ควบคุมอุณหภูมิการปั่นผสมไม่ให้เกิน 10 องศาเซลเซียส สุ่มตัดตัวอย่างไปวัดคุณภาพ สี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ pH และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ดังแสดงให้หัวข้อ 3.4 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์



(a) ละลายมังคุด puree



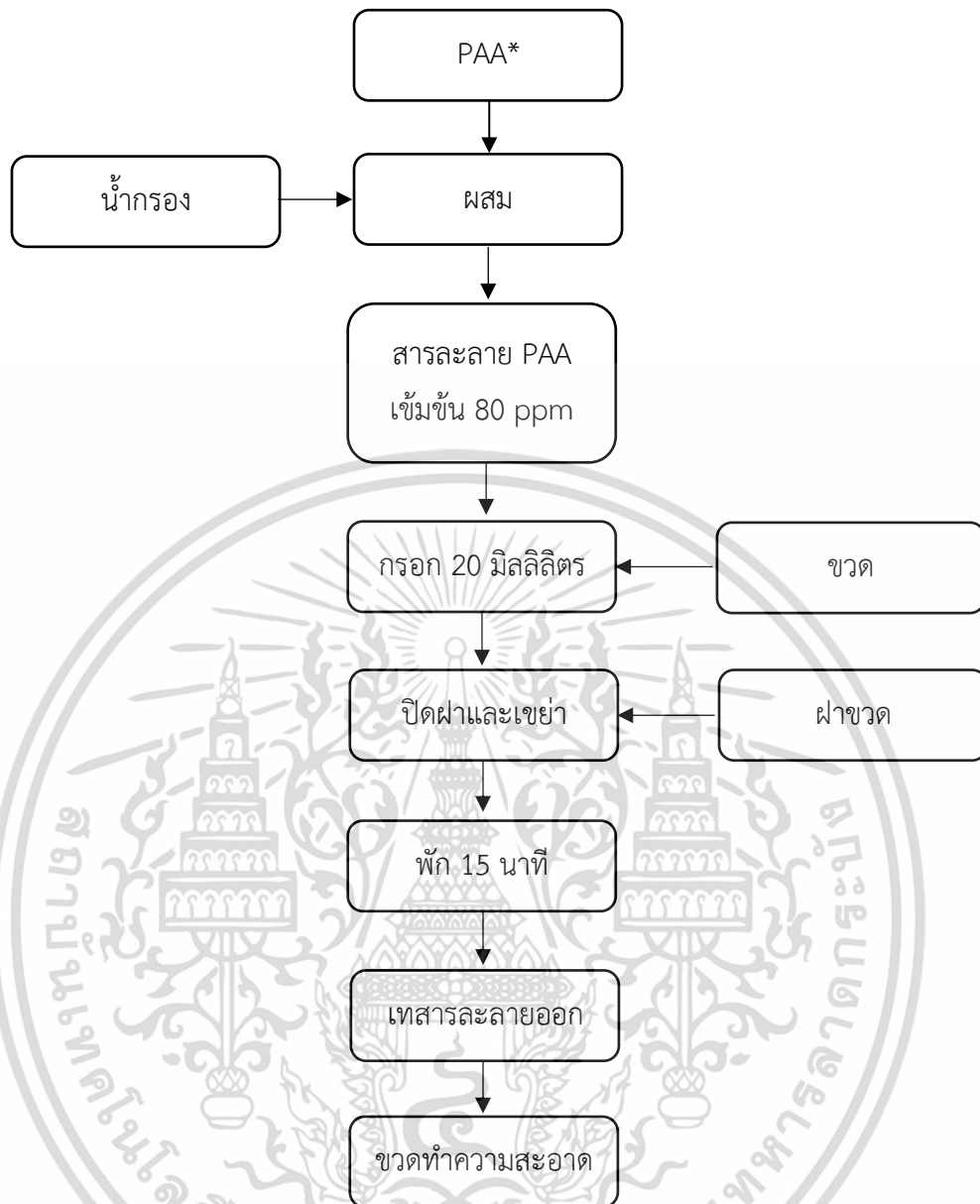
(b) ปั่นผสม ควบคุมอุณหภูมิ และตรวจสอบคุณภาพ

ภาพที่ 3.2 กระบวนการเตรียมตัวอย่างน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์

3.2.3 การเตรียมบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุน้ำมังคุด

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้นำมาบรรจุน้ำมังคุดในการศึกษา คือ ขวดแก้ว ขนาด 100 มิลลิลิตร ฝา-locking สีขาว สำหรับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ และ ขวดแก้ว ขนาด 180 มิลลิลิตร ฝา-locking สีทอง สำหรับการทดลองในระดับโรงประลอง ทำความสะอาดด้วยสารละลาย (Peracetic acid ; PAA) ที่ความเข้มข้น 80 ppm คงไว้ไม่ต่ำกว่า 15 นาที เขย่าขวด เทสารละลายออก แล้วปิดฝาเตรียมบรรจุ โดยมีรายละเอียดการทำความสะอาดขวด ดังภาพที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 กระบวนการทำความสะอาดขวด

*PAA = peroxyacetic acid (แคลโกนิท ดีเอส 658)

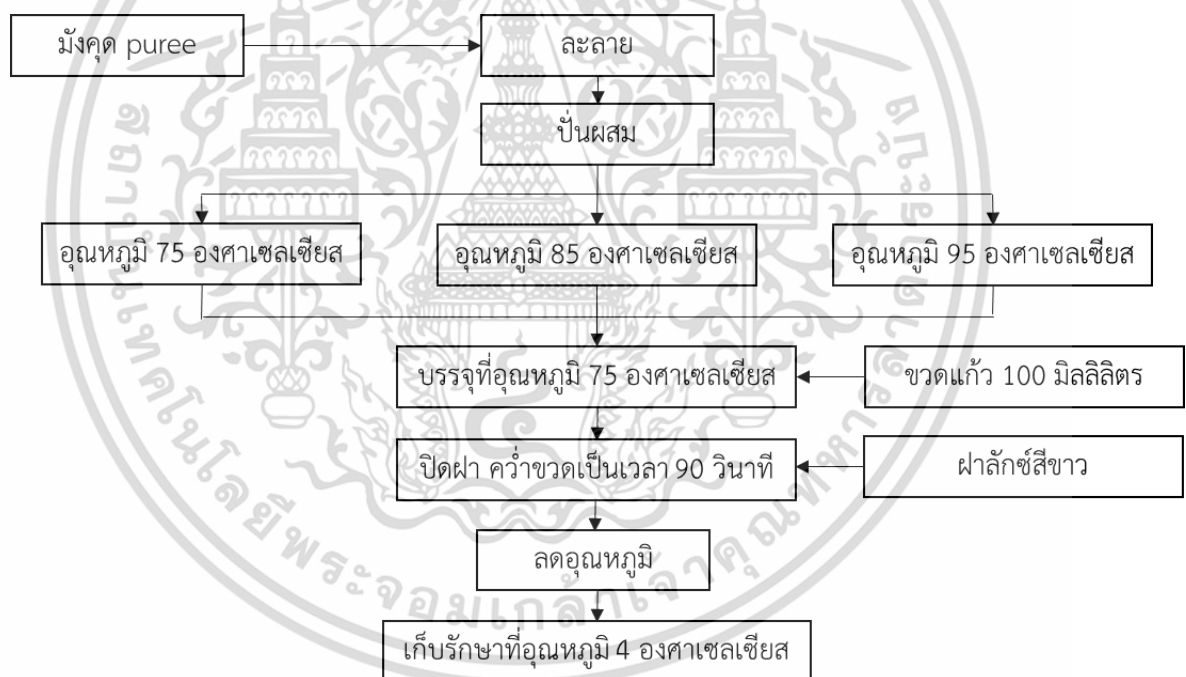
อ้างอิง

H. Gawande. 2013. Peroxyacetic Acid: A Potent Food Industry Sanitizer. Indian Food Industry Mag. Vol. 32 No 3, p.26-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจคุด

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมัจคุดและเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างการรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ การทดสอบใช้อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ 3 ระดับ คือ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ด้วยกระบวนการบรรจุร้อน วิธีการเริ่มจากการเตรียมมัจคุด puree แสดงในหัวข้อ 3.2.1 กระบวนการศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์ใช้เครื่องฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มปลอดเชื้อ MicroThermics UHT/HTST Model: Lab 25 EDH HA Research เครื่องตั้งอยู่ที่โรงงานต้นแบบเพื่อการเรียนรู้ FACTory Classroom ตัวอย่างเมื่อผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ตามอุณหภูมิที่กำหนดแล้ว บรรจุร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ค่าขวดเป็นเวลา 90 วินาที นำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วด้วยถังน้ำเย็น จนมีอุณหภูมิตัวอย่าง 4 องศาเซลเซียส เริ่มตรวจวัดคุณภาพสัปดาห์ที่ 0 และตรวจวัดคุณภาพระหว่างเก็บรักษาทุกสัปดาห์ต่อเนื่องจนครบ 8 สัปดาห์ กระบวนการศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์ แสดงดังภาพที่ 3.4 แผนการทดลองแสดงในตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.4 การศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจคุด

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ศึกษาในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจคุด

ขั้นตอน	ตัวแปร	ช่วงและระดับ
การพาสเจอร์ไรซ์	อุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์	75 องศาเซลเซียส 15 วินาที
		85 องศาเซลเซียส 15 วินาที
		95 องศาเซลเซียส 15 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) พาสเจอร์ไรซ์



(b) บรรจุ



(c) ปิดฝา



(d) คำข้าว



(e) ลดอุณหภูมิ



(f) เก็บรักษา



(g) ตรวจวัดคุณภาพน้ำมัจจุระหว่างเก็บรักษา

ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจจุ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจคุด

คุณภาพที่วิเคราะห์	จำนวนขวด					
	75°C		85°C		95°C	
ระดับการพาสเจอร์ไรซ์	Rep1	Rep2	Rep1	Rep2	Rep1	Rep2
1. สี	27	27	27	27	27	27
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้						
3. pH						
4. ปริมาณกรดรวม						
5. ความหนืด	54	54	54	54	54	54
6. ปริมาณจุลินทรีย์	27	27	27	27	27	27
7. ทดสอบทางประสาทสัมผัส	90	90	90	90	90	90
รวม (1,188 ขวด)	198	198	198	198	198	198

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์

นำน้ำมัจคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ได้แก่ สี (Color) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid ; TSS) pH ปริมาณกรดรวม (Total acidity) ความหนืด ปริมาณจุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.4.1 สี (Color)

นำตัวอย่างน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่เก็บรักษา ที่สปีดาร์ที่ 0 และสปีดาร์ต่าง ๆ วัดสีด้วยเครื่องวัดสี (รุ่น ColorFlex, Hunter Lab, สหรัฐอเมริกา) โดยใช้ระบบสี CIE L* a* และ b* ซึ่งวัดสีจำนวน 3 ซ้ำ และคำนวณหาความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE) จากสมการ

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3.1)$$

โดย ค่า L* คือ ค่าความสว่าง (L* เท่ากับ 100 คือสีขาว และ L* เท่ากับ 0 คือสีดำ)

ค่า a* คือ ค่าสีแดง (เมื่อมีค่าเป็นบวก) และค่าสีเขียว (เมื่อมีค่าเป็นลบ)

ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง (เมื่อมีค่าเป็นบวก) และค่าสีน้ำเงิน (เมื่อมีค่าเป็นลบ)

ΔL^* คือ ค่าความแตกต่างของค่า L* ระหว่างผลิตภัณฑ์สปีดาร์ที่ 0 และ

สปีดาร์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Δa^* คือ ค่าความแตกต่างของค่า a^* ระหว่างผลิตภัณฑ์สีปดาร์ที่ 0 และสีปดาร์ต่าง ๆ

Δb^* คือ ค่าความแตกต่างของค่า b^* ระหว่างผลิตภัณฑ์สีปดาร์ที่ 0 และสีปดาร์ต่าง ๆ

3.4.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid ; TSS)

นำตัวอย่างน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่อง Refractometer รุ่น HI96800, Hanna, Romania และทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.4.3 pH

วัดด้วยเครื่อง pH meter SI Analytics, Lab855 ปรับมาตรฐานเครื่องมือวัด ด้วยบัฟเฟอร์ที่มี pH 4 7 และ 10 จากนั้นวัดค่าความเป็นกรดต่างของตัวอย่าง ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง วัดตัวอย่าง 3 ซ้ำ

3.4.4 ปริมาณกรดรวม

วิเคราะห์ปริมาณกรดรวมด้วยเครื่อง Pocket Brix-acidity master kit นำตัวอย่างน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์มาชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 5 กรัม ผสมน้ำกลั่น 45 กรัม แล้วทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.4.5 ความหนืด

เครื่องวัดความหนืด BROOKFIELD VISCOMETERS รุ่น DV-II+™ Pro Viscometer ใช้หัว Spindle LV-1(61) ใช้กับน้ำมัจคุดพร้อมพาสเจอไรซ์

3.4.6 ปริมาณจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยวิธีการ spread plate โดยใช้ 3M Petri film ชนิด Total plate count ยีสต์ และรา นำไปป่มที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีใน 3M Petri film ที่อยู่ในช่วง 30 – 300 โคโลนี แล้วคำนวณ ดังสมการที่ 3.4 อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำมัจคุด 1452/2554

$$\text{ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/ml)} = \frac{\frac{\text{จำนวนโคโลนี}}{\text{จำนวนแผ่น}} \times \text{แฟกเตอร์การเจือจาง}}{\text{ปริมาณตัวอย่าง (ml)}} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ (Total phenolic compounds and antioxidant properties)

ปริมาณสารสำคัญกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำมั่งคุด ด้วยวิธี Foline-Ciocalteu (Chan *et al.*, 2009) โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงผลในหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อปริมาตร

การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิธี DPPH radical scavenging โดยวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ในการต้านอนุมูลอิสระ (% Radical Scavenging) และวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโทลอกซ์ แสดงผลในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของโทลอกซ์ต่อปริมาตร (Chan *et al.*, 2009)

การวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอริก ด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโทลอกซ์ (Chan *et al.*, 2009) แสดงผลในหน่วย มิลลิกรัมสมมูลของโทลอกซ์ต่อน้ำหนักแห้ง

การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) โดยวิธี ABTS radical scavenging activities ทำการตรวจวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT, Trolox, L-ascorbic acid

3.4.8 การประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ด้วยวิธี 9-Point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว (Trained panelist) จำนวน 15 - 20 คน ใช้เกณฑ์คะแนน 9 หมายถึงชอบที่สุด และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ประเมินการทดสอบ 5 ด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เกณฑ์การตัดสินผลการทดสอบแต่ละด้านอยู่ที่ 6 คะแนน เปรียบเทียบตัวอย่างที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ทั้ง 3 อุณหภูมิ ในการทดสอบนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสุ่มหัว กลาง และท้าย แต่ละสัปดาห์มาเทรวมกันในภาชนะ คนให้เข้ากัน และจัดเป็น 1 ตัวอย่าง

การประเมินทางประสาทสัมผัสในระดับโรงประลอง ใช้วิธี 9-Point hedonic scale ร่วมกับวิธี Difference from control โดยรูปแบบของวิธี Difference from control ที่ใช้จะมีการเสิร์ฟตัวอย่างเป็นจำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรก เสิร์ฟตัวอย่าง Control 1 แก้ว และให้ผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วปรับลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ให้มีค่าเป็น 0 จากนั้นเสิร์ฟตัวอย่างครั้งที่ 2 โดยมีตัวอย่าง Unknown control ตัวอย่างเทียบที่ 1 และตัวอย่างเทียบที่ 2 โดยใช้รหัส 3 หลัก ในการปกปิดชื่อตัวอย่าง จากนั้นให้ผู้ชิมปรับระดับของลักษณะด้านต่าง ๆ โดยเทียบกับความรู้สึกในการชิมแก้ว Control จากการเสิร์ฟครั้งที่ 1

3.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis)

งานวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ (Full Factorial Experiment) เพื่อศึกษาผลของวิธีการฆ่าเชื้อต่อคุณภาพน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS 26.0 สำหรับระบบ Windows (SPSS, Inc., เมืองชิคาโก, รัฐอิลลินอยส์) เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance ; ANOVA) และใช้วิธีของ Duncan (Duncan's Multiple Range Test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.6 การศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรงประลอง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันผลกระบวนการผลิตจากระดับห้องปฏิบัติการเป็นระดับโรงประลอง และศึกษารูปแบบการบรรจุร่วมกับชนิดบรรจุภัณฑ์ คือ บรรจุด้วยวิธีบรรจุร้อน (Hot fill) ด้วยบรรจุภัณฑ์ขวดแก้ว และบรรจุด้วยวิธีบรรจุเย็น (Cold fill) ด้วยบรรจุภัณฑ์ขวด PET (Polyethylene Terephthalate) การศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมังคุดในระดับโรงประลองเป็นการขยายระดับการผลิตจากกำลังการผลิตไม่เกิน 60 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นขนาด 200 ลิตรต่อชั่วโมง ด้วยชุดเครื่องจักร On demand Lego-Liked Beverage Processing System ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ออกแบบสำหรับกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ครบวงจรโดยแสดงรายละเอียดชุดเครื่องจักรไว้ในภาคผนวก ก ผลการศึกษาระดับโรงประลองทำให้ได้สูตรและกระบวนการผลิต กระบวนการประกันคุณภาพ ต้นทุนการผลิต อายุการเก็บรักษา และวิธีการขนส่งไปสู่ผู้บริโภคอย่างเหมาะสม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับกระบวนการผลิตในระดับเชิงพาณิชย์ กระบวนการศึกษา มีดังนี้

3.6.1 กระบวนการเตรียมตัวอย่างมังคุด puree ระดับโรงประลอง

การเตรียมตัวอย่างมังคุด puree เตรียมเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.1 โดยมีปริมาณการเตรียมครั้งละ 300 กิโลกรัม (150 ถู) ตามสัดส่วนส่วนประกอบดังตารางที่ 3.3

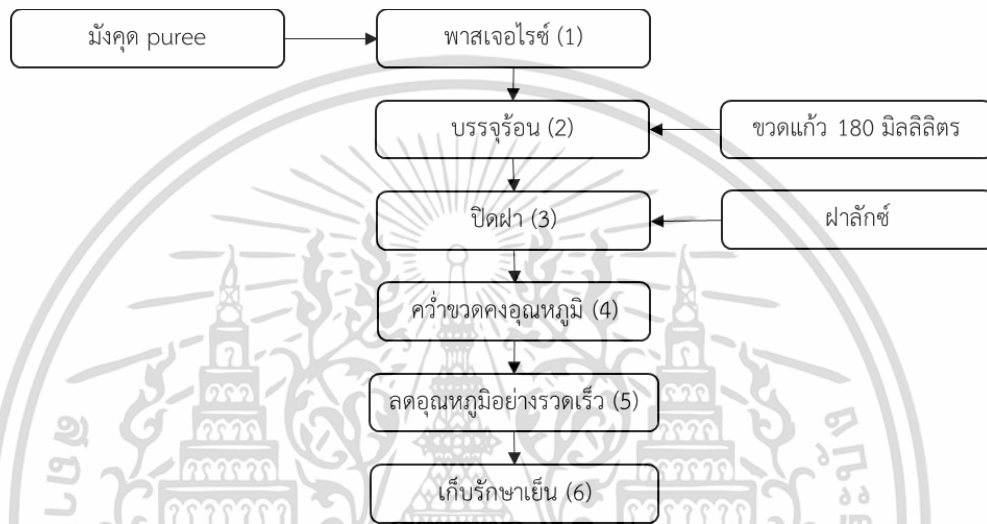
ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบผลิตภัณฑ์

ส่วนประกอบ	สูตร		บริษัทที่ผลิตหรือจัดจำหน่าย
	%	Batch	
	100	450 กก.	
1. น้ำกรอง	33.33	150 กก.	FACTory Classroom
2. มังคุดแช่เยือกแข็ง	67.67	300 กก.	Greendeli Foods Co., Ltd

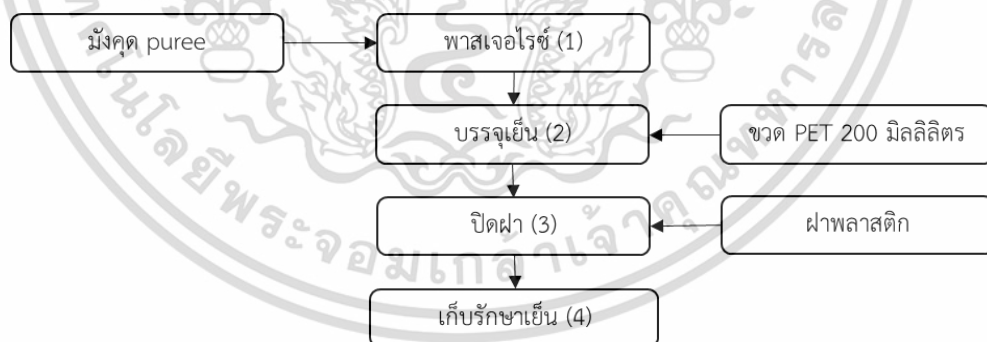
3.6.2 กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ระดับโรงประลอง

กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ระดับโรงประลอง ขึ้นตำการผลิต 250 ลิตร นำตัวอย่างมังคุด puree มาวางในถาดเพื่อละลายเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้มีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เมื่อละลายเป็นน้ำแล้วเทใส่หม้อผสมและปั่นผสมโดยเปิดใบกวนเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 15 นาที กำหนดอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจอโรซ์ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที และบรรจุร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิเครื่องพาสเจอโรซ์ได้ตามที่กำหนดแล้ว นำน้ำมัจคุดเข้าถังผสม 350 ลิตร กำหนดอุณหภูมิในถังผสมไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ตลอดการฆ่าเชื้อ เมื่อพาสเจอโรซ์เสร็จแล้วทำการบรรจุน้ำมัจคุดแต่ละการทดลองลงในขวดแก้วขนาด 180 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยฝาลักซ์ คว่ำขวด เป็นเวลาอย่างน้อย 90 วินาที นำไปลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วด้วยการแช่ถังน้ำเย็น เมื่อตัวอย่างน้ำมัจคุดเย็นลงให้นำจัดเรียงในตู้เย็นเพื่อทำการศึกษายุการเก็บรักษาระดับโรงประลอง กระบวนการศึกษาการพาสเจอโรซ์แสดงดังภาพที่ 3.6 และ ภาพที่ 3.7 แผนการทดลองแสดงในตารางที่ 3.4

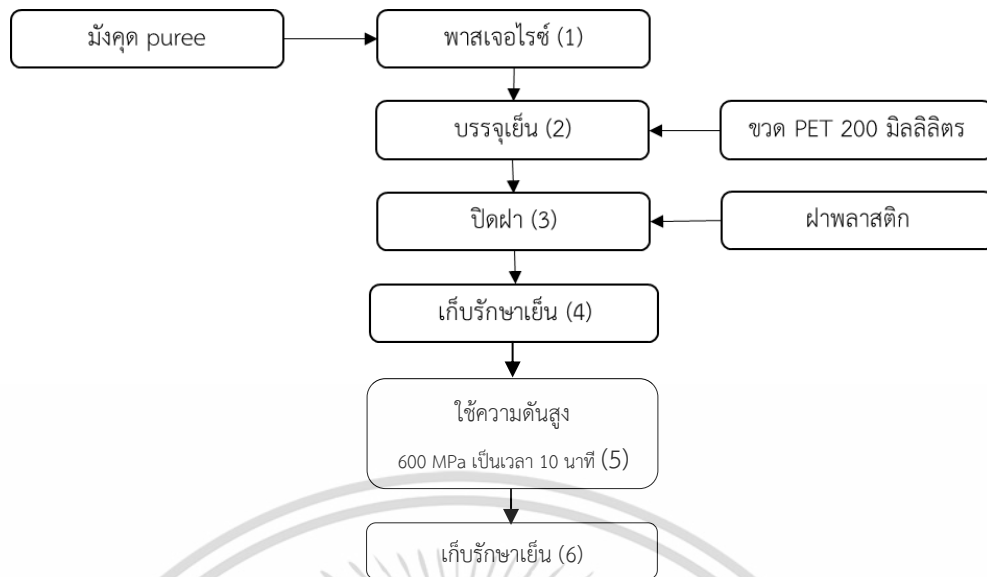


ภาพที่ 3.6 การศึกษากระบวนการพาสเจอโรซ์และบรรจุร้อนในระดับโรงประลอง



ภาพที่ 3.7 การศึกษากระบวนการพาสเจอโรซ์และบรรจุเย็นในระดับโรงประลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 การศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูงในระดับโรงประลอง

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรที่ศึกษาในกระบวนการศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมังกุดในระดับโรงประลอง

ขั้นตอน	ตัวแปร	ช่วงและระดับ
การบรรจุ (2)	อุณหภูมิการบรรจุ	บรรจุร้อน 75 องศาเซลเซียส บรรจุเย็น 4 องศาเซลเซียส บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง



(a) พาสเจอร์ไรซ์



(b) บรรจุ

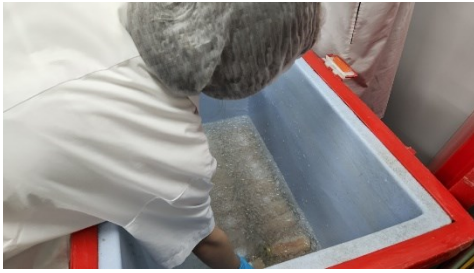


(c) ปิดฝา



(d) คว่ำขวดคงอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(e) ลดอุณหภูมิ



(f) เก็บรักษา



(g*) บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง

หมายเหตุ g* เฉพาะในสภาวะการบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง

ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไร้น้ำมั่งคุดในระดับโรงประลอง

ตารางที่ 3.5 แผนการตรวจสอบประกันคุณภาพน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ในระดับโรงประลอง

คุณภาพที่วิเคราะห์	จำนวนตัวอย่าง (ขวด)								
	บรรจุร้อน 75°C			บรรจุเย็น 4°C			บรรจุเย็น 4°C ร่วมกับการใช้ความดันสูง 600 MPa เป็นเวลา 10 นาที		
ช่วงที่สุ่มตัวอย่าง	หัว	กลาง	ท้าย	หัว	กลาง	ท้าย	หัว	กลาง	ท้าย
1. สี									
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	27	27	27	27	27	27	27	27	27
3. pH									
4. ปริมาณกรดรวม									
5. ความหนืด	45	45	45	45	45	45	45	45	45
6. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	81	81	81	81	81	81	81	81	81
7. ทดสอบทางประสาทสัมผัส	90	90	90	90	90	90	90	90	90
รวมบรรจุขวดแก้ว (729 ขวด)	243	243	243						
รวมบรรจุขวดPET (1,458 ขวด)				243	243	243	243	243	243

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับงานวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 จำนวนผู้ปฏิบัติงานการศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไร้น้ำมั่งคุดในระดับโรงประลอง

ส่วนงาน	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	หน้าที่
ฝ่ายผลิต	6 คน	วางแผนการผลิตควบคุมการผลิต หัวหน้า Staff ผลิต Staff ผลิต Staff ผลิต Staff ผลิต Staff ผลิต
ควบคุมเครื่องจักร	2 คน	ผู้ควบคุมเครื่องจักร ผู้ควบคุมเครื่องจักร
ประกันคุณภาพ	2 คน	วางแผนการทดสอบ ผู้ทดสอบ

3.6.3 การใช้ความดันสูงร่วมกับการบรรจุเย็นเพื่อการถนอมอาหาร

น้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุเย็นถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บรักษาในตู้เย็นทันทีหลังบรรจุ ส่วนที่สองนำไปเข้าเครื่องความดันสูงที่สภาวะ 600 MPa ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และศึกษาคุณภาพหลังการเก็บรักษาร่วมกับตัวอย่างน้ำมั่งคุดที่บรรจุร้อน และบรรจุเย็นอย่างเดียว

3.6.4 การประเมินอายุการเก็บรักษาน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ในระดับโรงประลอง

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่เก็บในสภาวะจริงทุกสัปดาห์เป็นเวลา 9 สัปดาห์ (ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา ไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์) ได้แก่ คุณภาพด้านกายภาพ คือ สี (Color) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid ; TSS) ความหนืด คุณภาพด้านเคมี คือ pH ปริมาณกรดรวม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds) ฤทธิ์ของสารในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant properties) คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เกณฑ์การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จะต้องมีคุณภาพ ดังตารางที่ 3.7 ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละสัปดาห์จะต้องได้รับผลการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์เรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์

มาตรฐานทางกายภาพ (Physical Standard)

สี Color (L*a*b*)	L* = 47.77 - 51.65 a* = 13.83 - 15.89 b* = 14.50 - 18.84 ΔE 7.00 - 11.00
ปริมาณกรด (%Acidity)	0.28 - 0.38
ความหนืด (cm/5 s)	20.3 - 25.8

มาตรฐานทางเคมี (Chemical Standard)

pH	ระหว่าง 3.39 - 3.72
Total Soluble Solids (TSS) (°Brix)	ระหว่าง 8.9 - 10.4

มาตรฐานทางจุลินทรีย์ (Microbiological Standard)

จุลินทรีย์ทั้งหมด	ไม่เกิน 10,000 โคโลนี/มิลลิลิตร
ซาลโมเนลลา	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร
สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส	น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร
บาซิลลัส ซีเรียส	ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร
คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์	ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร
ลิสเทอเรีย มอนอไซโทจีเนส	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร
โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น	น้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร
เอสเชอริเชีย โคลิ	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร
ยีสต์และรา	น้อยกว่า 100 โคโลนี/มิลลิลิตร

* ตามมาตรฐาน มพช.น้ำมังคุด 1452/2554

มาตรฐานทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation Standard)

สี (color)	ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน
กลิ่น (flavor)	ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน
รสชาติ (taste)	ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน
เนื้อสัมผัส (texture)	ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน
ความชอบโดยรวม (over all)	ไม่น้อยกว่า 6 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์

การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์วิเคราะห์จากกระบวนการผลิตในระดับ โรงประลอง โดยวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์จากต้นทุนผันแปร (Running cost) โดยเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งต้นทุนเบื้องต้นของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ ประกอบไปด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าจ้างแรงงาน ค่าไฟฟ้า และค่า Manufacturing overhead



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมั่งคุด

4.1.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมั่งคุดก่อนการเก็บรักษา

น้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 วินาที บรรจุร้อน 85 องศาเซลเซียส คงอุณหภูมิ 90 วินาที และลดอุณหภูมิตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส อย่างรวดเร็ว คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส หลังการพาสเจอร์ไรซ์เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำมั่งคุดสด แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียสก่อนการเก็บรักษา

คุณภาพ	สภาวะการผลิต (°C)			
	น้ำมั่งคุดสด	75	85	95
L*	45.75±0.22	52.07±1.09 ^b	53.84±0.41 ^a	54.06±0.54 ^a
a*	15.5±0.30	14.85±0.70 ^a	13.69±0.36 ^b	13.70±0.19 ^b
b*	20.75±0.33	16.22±0.62 ^a	15.60±0.61 ^b	15.11±0.57 ^c
Δ E*	-	7.80	9.75	10.20
การแยกชั้น (มม.)	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected
ความหนืด (Centipoise)	3358±389	4891±2061 ^a	4744±1809 ^a	4934±1662 ^a
ความหนาแน่น (Density)	1.01±0.00	1.02±0.01 ^a	1.02±0.00 ^{ab}	1.02±0.00 ^b
ค่าพีเอช	3.61±0.01	3.63±0.02 ^b	3.61±0.02 ^c	3.64±0.02 ^a
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (°Brix)	9.78±0.16	9.67±0.16 ^a	9.72±0.14 ^a	9.72±0.17 ^a
ปริมาณกรดรวม (Total Acidity)	0.18±0.02	0.17±0.01 ^a	0.18±0.01 ^a	0.18±0.00 ^a
TPC (CFU/ml)	<10 ⁴	ND	ND	ND
ยีสต์ (CFU/ml)	ND	ND	ND	ND
รา (CFU/ml)	ND	ND	ND	ND

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ พบว่าน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลต่อค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด โดยค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดเปลี่ยนแปลงตามความรุนแรงของการพาสเจอไรซ์ เท่ากับ 7.80 9.75 และ 10.20 ตามลำดับอุณหภูมิ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Lee and Coates, 2003. ที่ทำการศึกษาคูณภูมิพาสเจอไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงของสีของน้ำส้มวาเลนเซีย พบว่าค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดของน้ำส้มวาเลนเซียพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาทีเทียบกับน้ำผลไม้สดที่ไม่ได้พาสเจอไรซ์เปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 2.92 ± 0.97 ($P < 0.05$) สรุปได้ว่าการใช้ความร้อนกับน้ำผลไม้สดไม่มีผลทำให้ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น การแยกชั้นหลังพาสเจอไรซ์ อุณหภูมิยังไม่มีผลต่อการแยกชั้นของน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ในทันที ส่วนค่าความหนืด พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากน้ำมัจจุคุดเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต เมื่อความรุนแรงของการพาสเจอไรซ์สูงขึ้น มีผลทำให้คาร์โบไฮเดรตชั้นหนืดมากขึ้น (นิธิยา, 2539) โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส มีค่าความหนืดมากที่สุด และน้ำมัจจุคุดสดมีค่าความข้นหนืดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที พบว่าค่าพีเอช มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และปริมาณกรดรวม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางจุลินทรีย์ คือปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ รา ของน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยมาก ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมัจจุคุด (มพช. 1452/2554) โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นับได้ไม่เกิน 8 โคโลนี เนื่องจากรูปแบบการพาสเจอไรซ์ที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิการพาสเจอไรซ์ที่สูงขึ้นปริมาณจุลินทรีย์ก็ลดลง แต่มีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนปริมาณยีสต์และรา ตรวจพบในปริมาณที่น้อยมาก

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมัจจุคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียสก่อนการเก็บรักษา

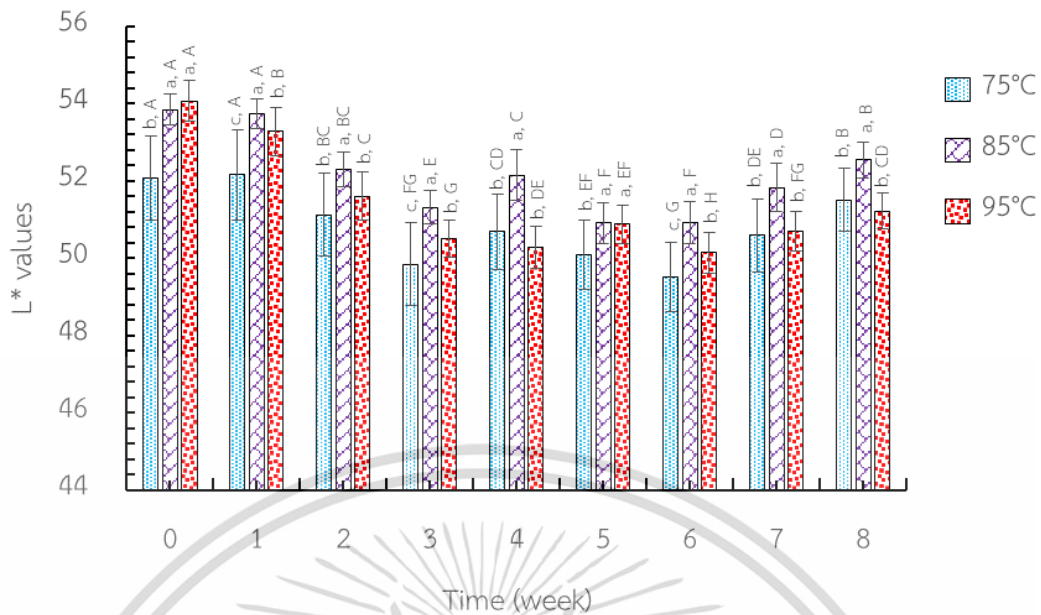
คุณภาพ	สภาวะการฆ่าเชื้อ		
	75°C 15 วินาที	85°C 15 วินาที	95°C 15 วินาที
สี	7.33±1.05 ^a	7.13±1.25 ^a	7.67±1.11 ^a
กลิ่น	5.80±1.52 ^a	6.27±1.79 ^a	6.00±1.60 ^a
รสชาติ	7.27±1.03 ^a	7.40±1.40 ^a	7.60±0.99 ^a
เนื้อสัมผัส	6.40±1.84 ^a	7.00±1.77 ^a	7.07±1.87 ^a
ความชอบโดยรวม	6.33±2.29 ^a	7.53±1.13 ^a	7.20±0.94 ^a

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่องตารางตามแนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมัจจุคุดพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คุณภาพด้านกลิ่นของน้ำมัจจุคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ 75 องศาเซลเซียสได้คะแนนการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภคน้อยกว่า 6 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านของคะแนนการทดสอบต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 6 คะแนน โดยคะแนนความชอบด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมของน้ำมัจจุคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ 85 องศาเซลเซียสมีคะแนนมากที่สุด แต่ในการทดสอบครั้งนี้เป็นเพียงผลเบื้องต้นพิจารณาเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ก่อนการเก็บรักษา

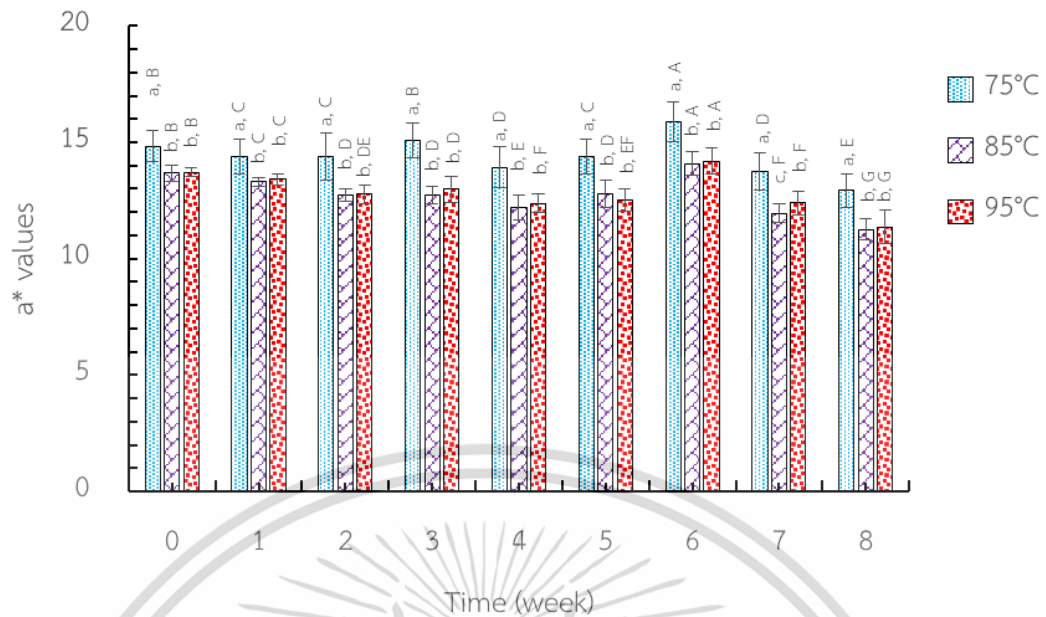
4.1.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพของน้ำมัจจุคุดระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของน้ำมัจจุคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 วินาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แสดงในภาพที่ 4.1 – 4.9



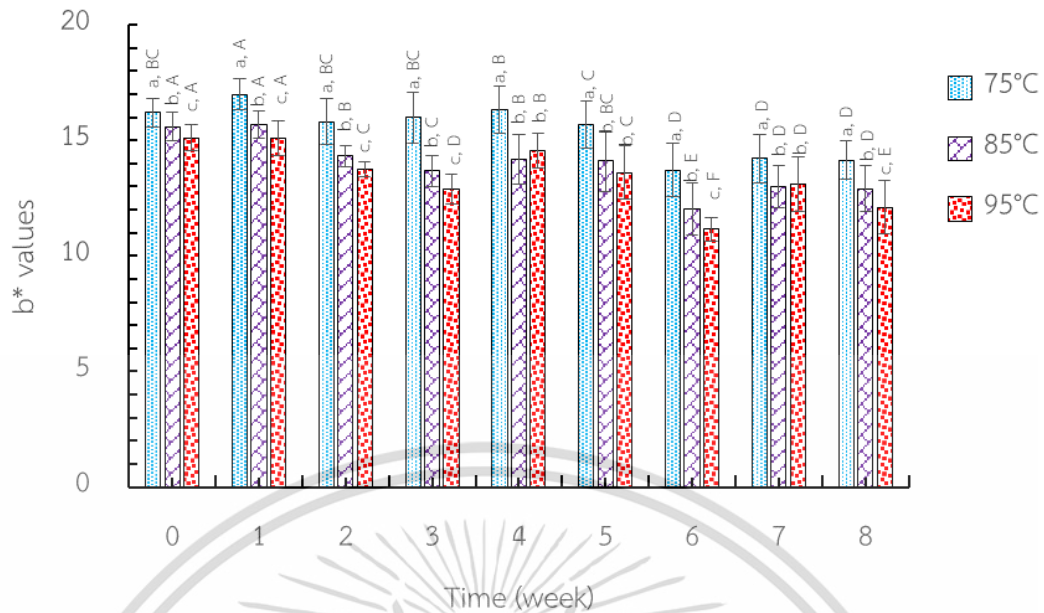
ภาพที่ 4.1 ค่าความสว่าง (L^*) ของน้ำมันงาคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพคือ ค่าสี L^* (Lightness) พบว่า น้ำมันงาคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าสี L^* ไม่เปลี่ยนแปลงจากสัปดาห์ที่ 0 ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมันงาคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส มีค่าสี L^* มากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา



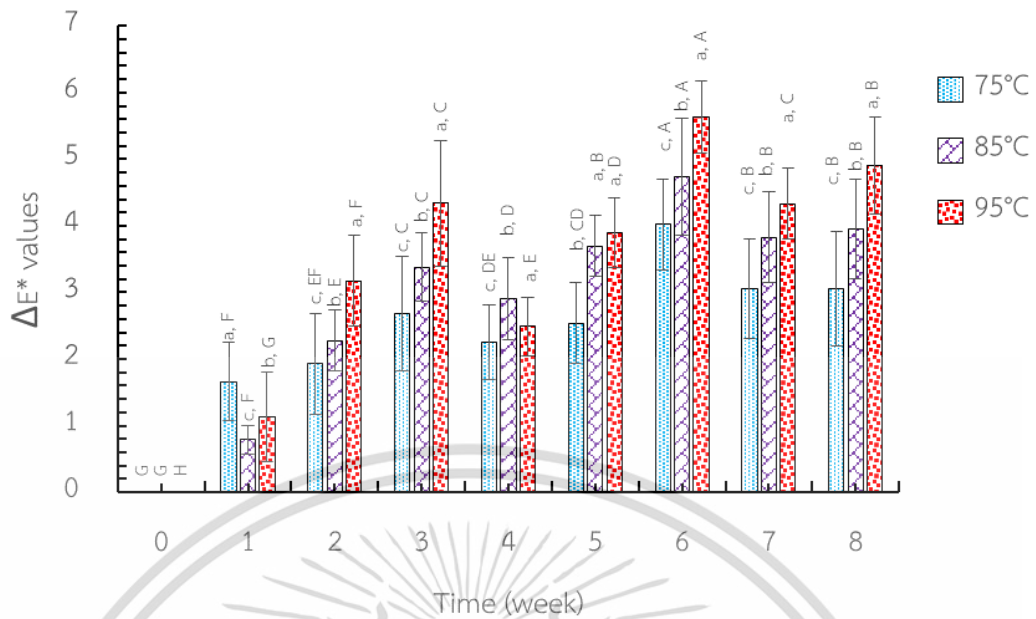
ภาพที่ 4.2 ค่าสี a^* ของน้ำมันคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพคือ ค่าสี a^* พบว่า น้ำมันคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าสี a^* ลดลงจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมันคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีค่าสี a^* มากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา



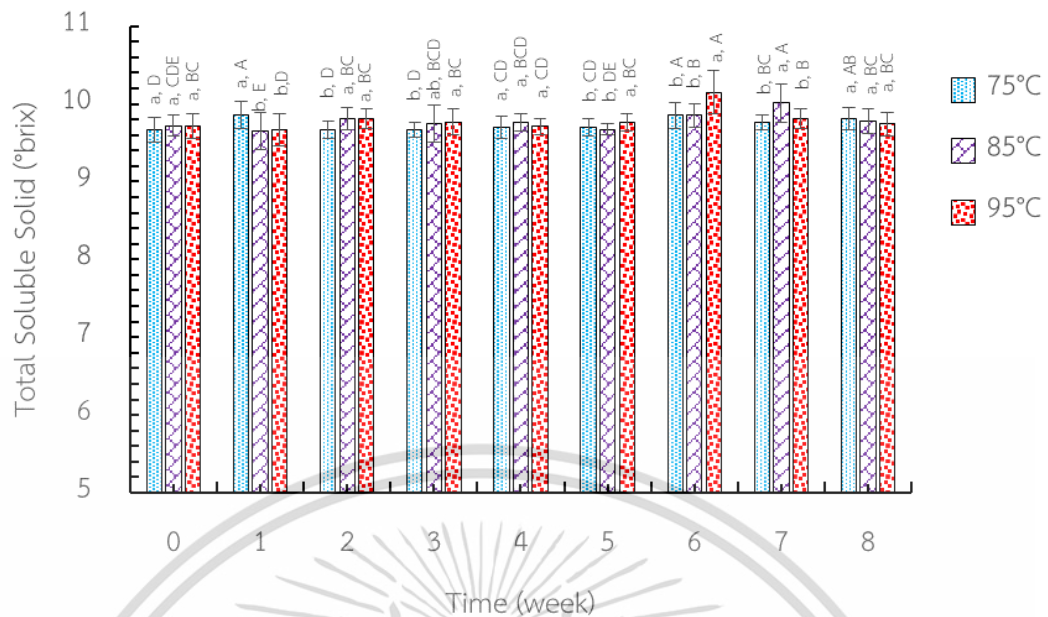
ภาพที่ 4.3 ค่าสี b^* ของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.3 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพคือ ค่าสี b^* พบว่า น้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าสี b^* ลดลงจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมั่งคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีค่าสี b^* มากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา



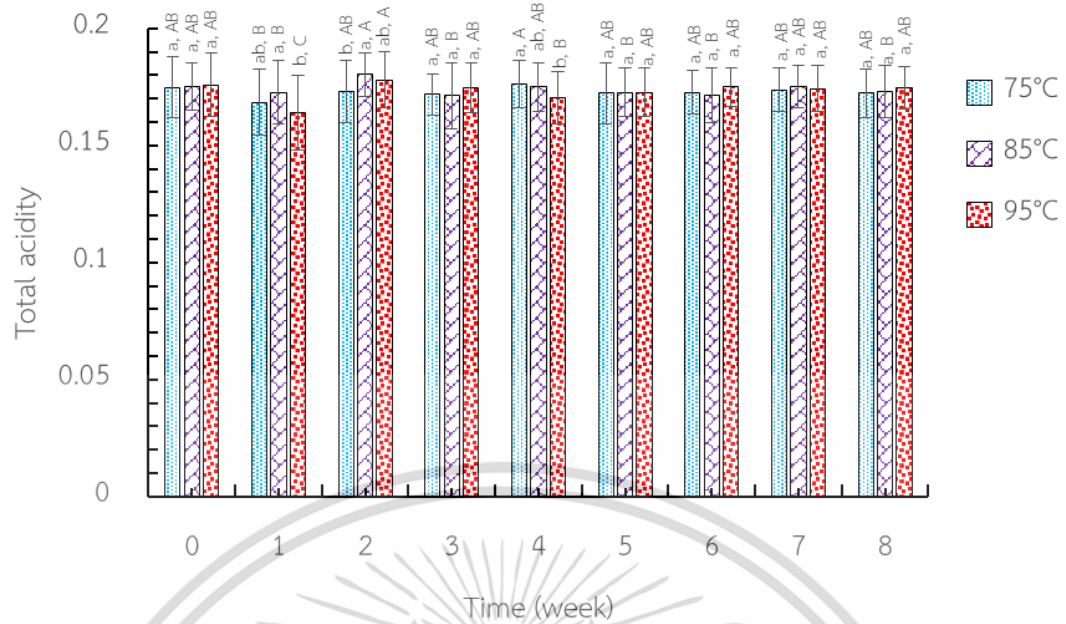
ภาพที่ 4.4 ค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) ของน้ำมัจคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.4 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) พบว่า น้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่า ΔE^* เพิ่มจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมัจคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส มีค่า ΔE^* มากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา



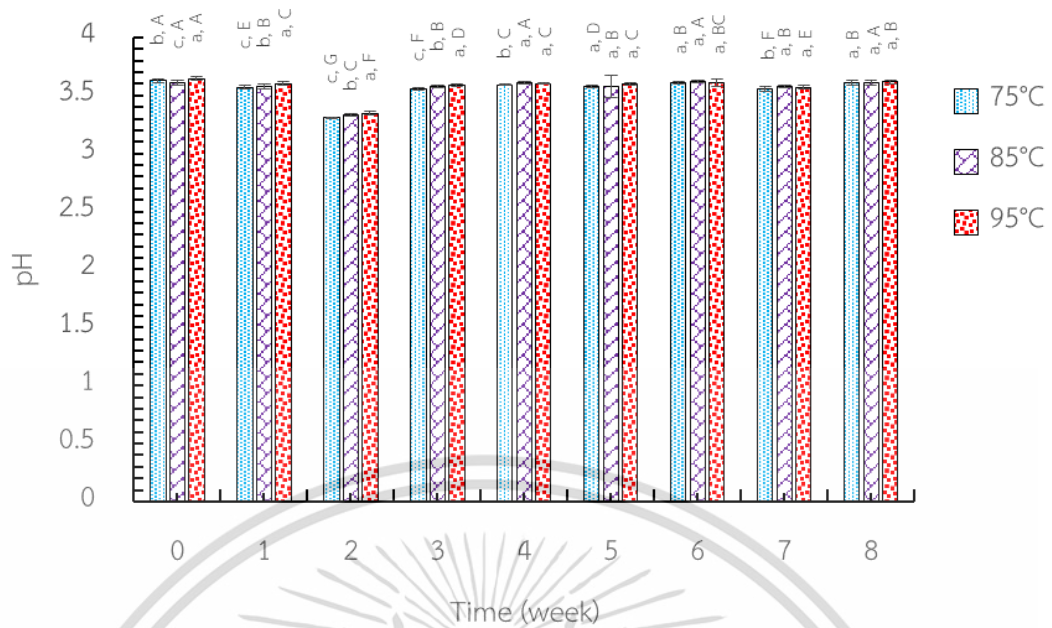
ภาพที่ 4.5 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.5 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมั่งคุด (TSS) พบว่า น้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่า TSS ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากสัปดาห์ที่ 0 ในทุกสภาวะการทดลอง



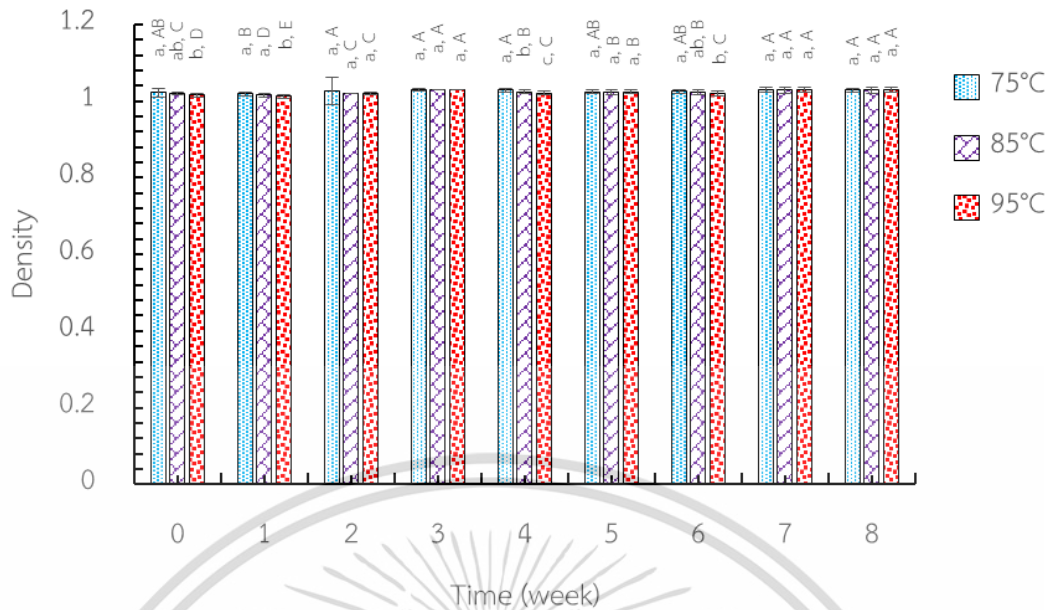
ภาพที่ 4.6 ค่าปริมาณกรดรวมของน้ำมิ่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.6 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าปริมาณกรดรวม พบว่า น้ำมิ่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าปริมาณกรดรวม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากสัปดาห์ที่ 0 ในทุกสภาวะการทดลอง



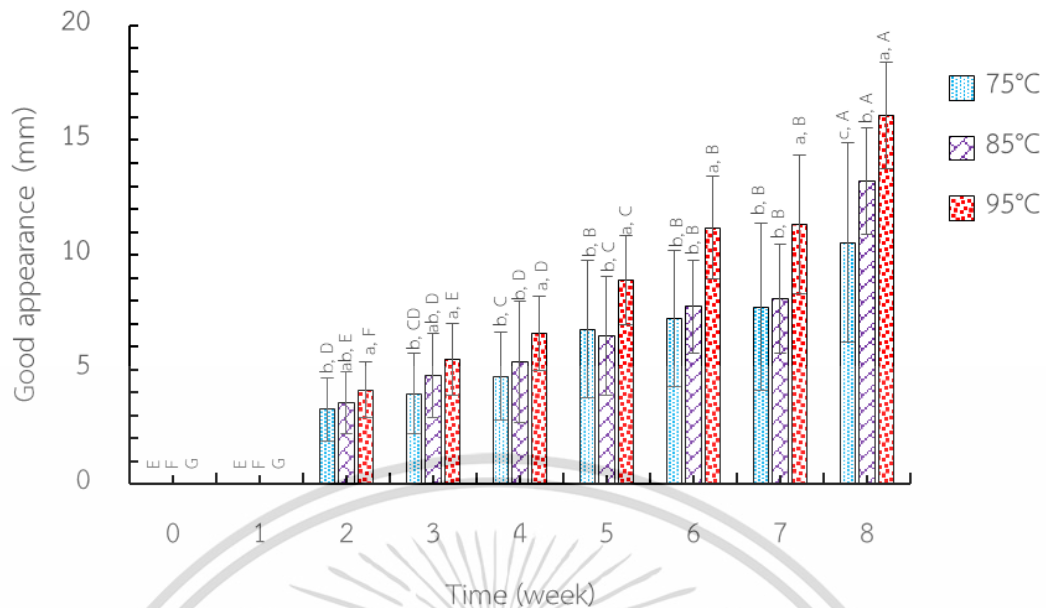
ภาพที่ 4.7 ค่า pH ของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.7 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า pH พบว่า น้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่า pH ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากสัปดาห์ที่ 0 ในทุกสภาวะการทดลอง



ภาพที่ 4.8 ค่าความหนาแน่นของน้ำมิ่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.8 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความหนาแน่นของน้ำมิ่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า น้ำมิ่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากสัปดาห์ที่ 0 ในทุกสภาวะการทดลอง



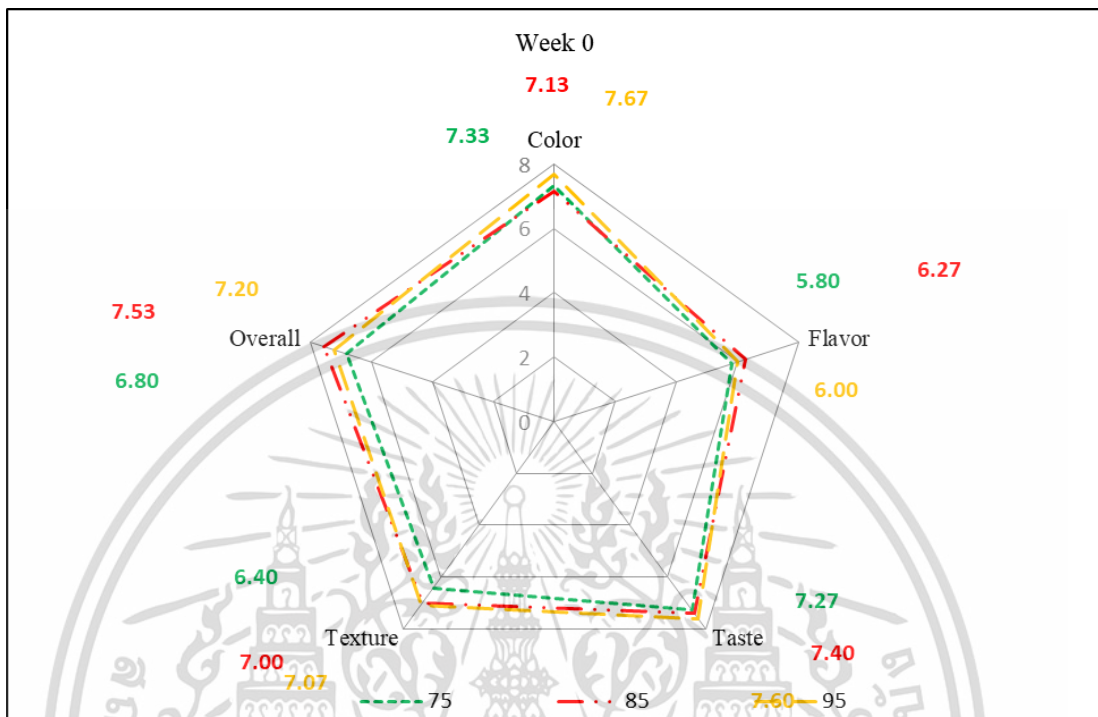
ภาพที่ 4.9 ค่าการแยกชั้นของน้ำมัจคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.9 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการแยกชั้นของน้ำมัจคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า น้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าการแยกชั้นเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมัจคุดที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส มีค่าการแยกชั้นมากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำมัจคุดสด น้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียสระหว่างการเก็บรักษา

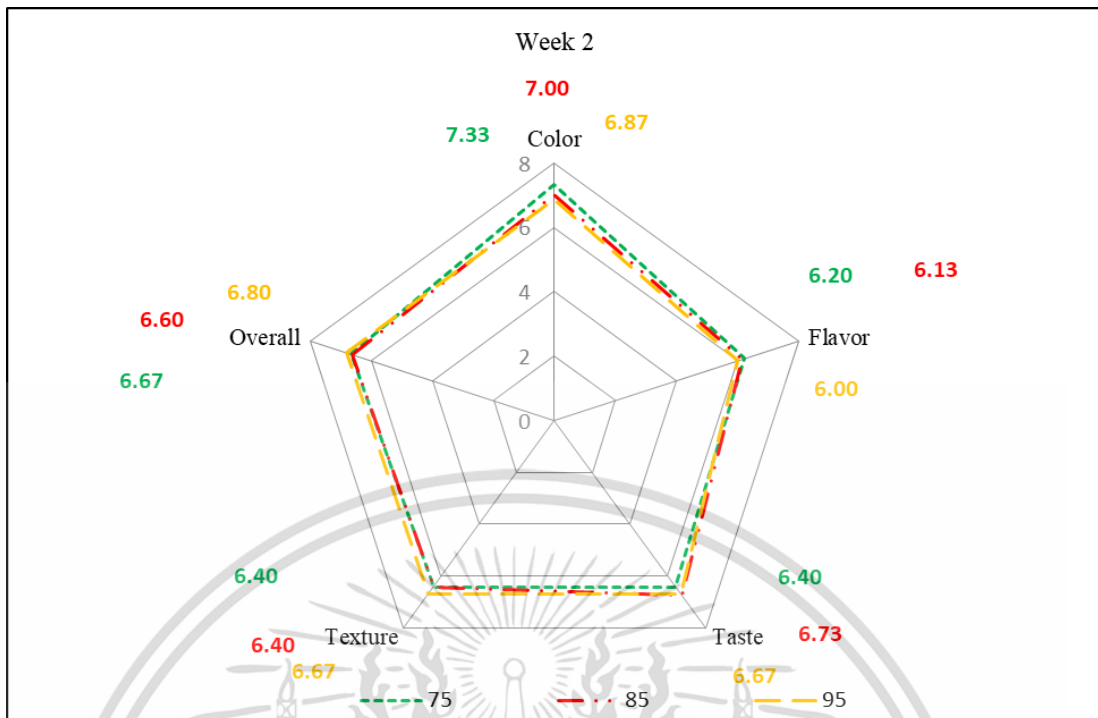
Treatment	Storage time (week)	TPC (cfu/mL)			Yeast (cfu/mL)			Mold (cfu/mL)		
		[standard $\leq 10,000$ cfu/mL]			[standard < 100 cfu/mL]			[standard < 100 cfu/mL]		
		75°C	85°C	95°C	75°C	85°C	95°C	75°C	85°C	95°C
Raw Material	-	$< 10^4$			$< 10^2$			$< 10^2$		
Pasteurized at										
	0	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	ND	ND	$< 10^2$	ND	ND	ND
	1	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	ND	ND	ND
	2	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
	3	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	ND	ND	ND	$< 10^2$	$< 10^2$	ND
	4	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	$< 10^4$	ND	$< 10^4$	$< 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
	6	$< 10^4$	ND	$< 10^4$	$< 10^2$	ND	ND	$< 10^2$	ND	ND
	7	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	8	$< 10^4$	$< 10^4$	$< 10^4$	ND	ND	ND	ND	ND	ND

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมัจคุดในทุกสภาวะการทดลองในระหว่างการเก็บรักษามีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มพช.น้ำมัจคุด 1452/2554

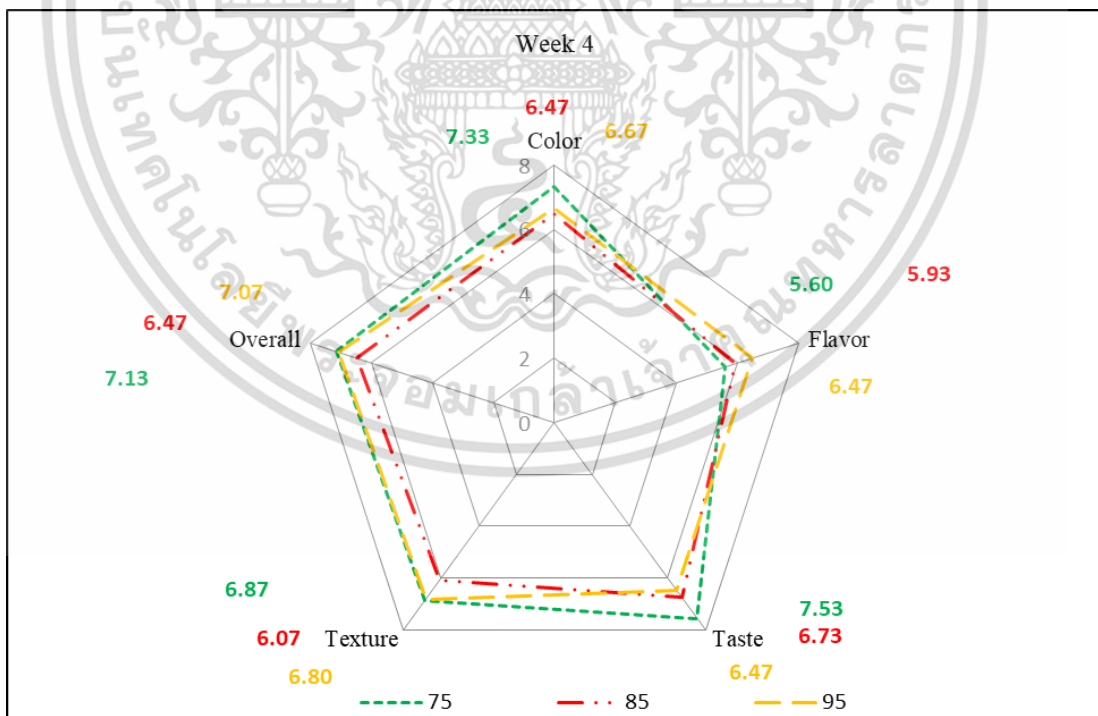


ภาพที่ 4.10 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (---) 85 องศาเซลเซียส (-.-.-) และ 95 องศาเซลเซียส (—) สัปดาห์ที่ 0, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

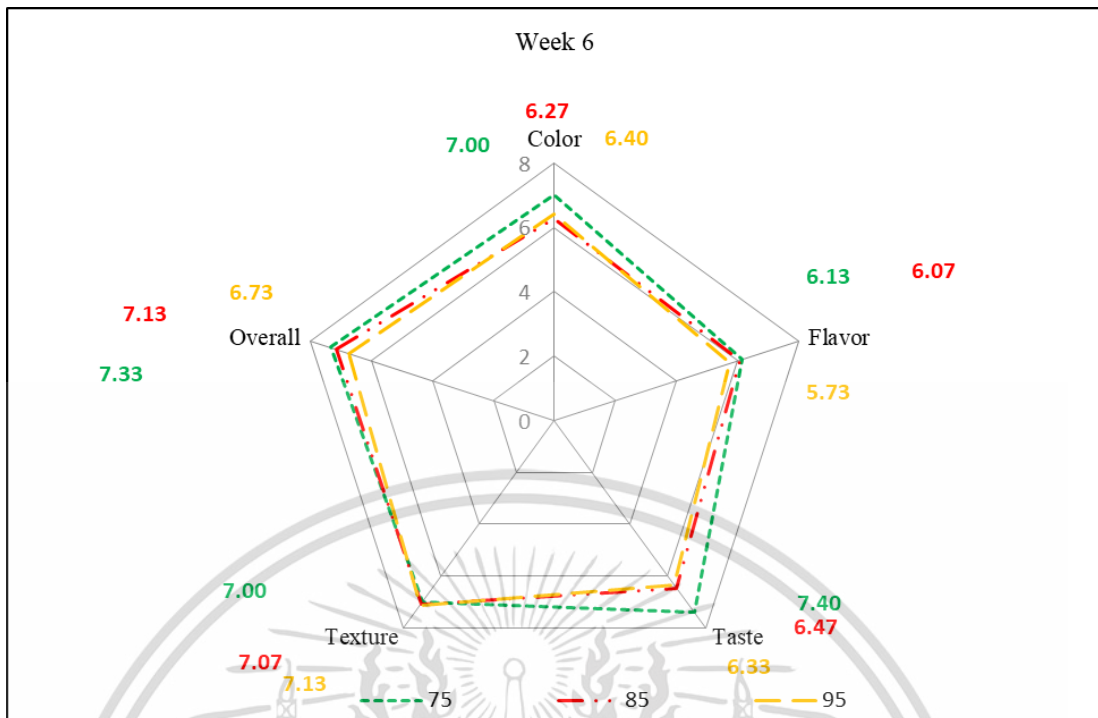


ภาพที่ 4.11 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (-----) 85 องศาเซลเซียส (-.-.-.-) และ 95 องศาเซลเซียส (- - - -) สัปดาห์ที่ 2, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย

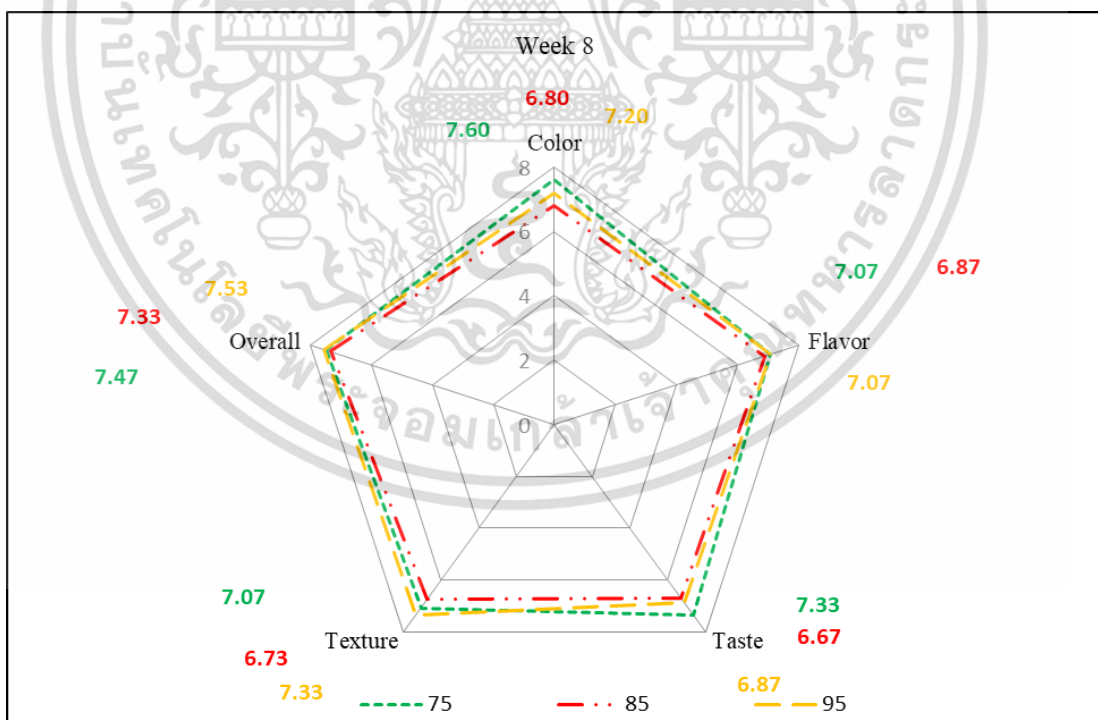


ภาพที่ 4.12 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (-----) 85 องศาเซลเซียส (-.-.-.-) และ 95 องศาเซลเซียส (- - - -) สัปดาห์ที่ 4, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (-----) 85 องศาเซลเซียส (-.-.-.-) และ 95 องศาเซลเซียส (- - - -) สัปดาห์ที่ 6, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 4.14 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (-----) 85 องศาเซลเซียส (-.-.-.-) และ 95 องศาเซลเซียส (- - - -) สัปดาห์ที่ 8, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย

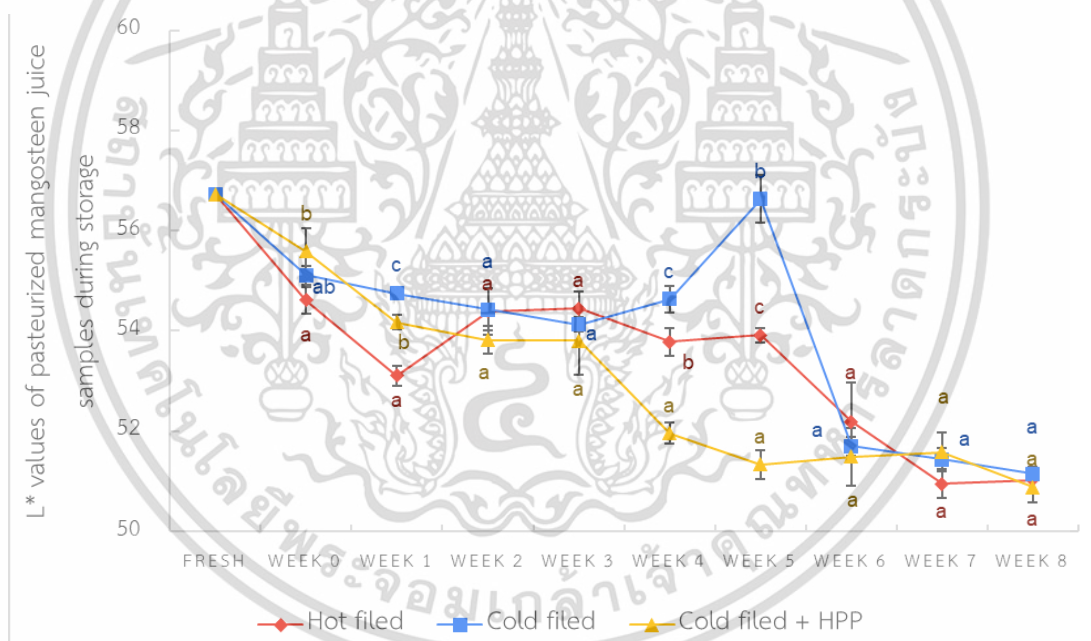
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.10 - 4.14 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดทุกสภาวะการทดลองพบว่า ค่าคุณภาพทางสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในทุกสภาวะการทดลอง โดยน้ำมังคุดที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส มีค่าความชื่นชอบมากที่สุดในช่วงการเก็บรักษา

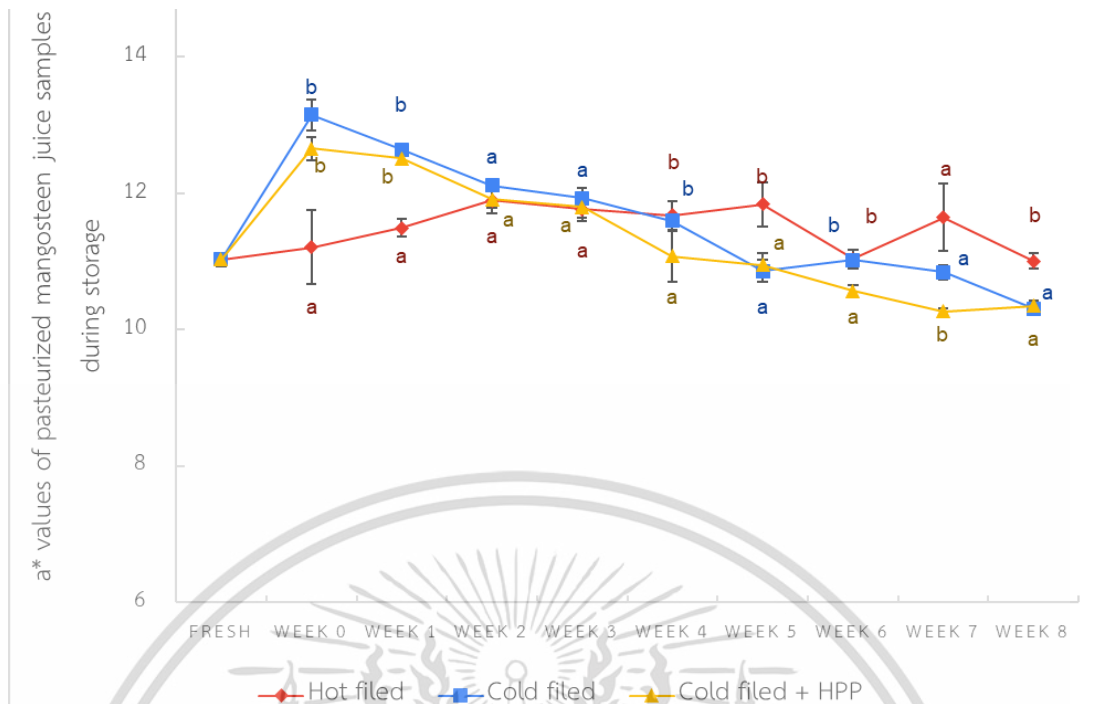
4.2 ผลของรูปแบบการฆ่าเชื้อที่มีต่อคุณภาพของน้ำมังคุดระดับโรงประลอง

4.2.1 ผลของรูปแบบการฆ่าเชื้อที่มีต่อคุณภาพของน้ำมังคุดระหว่างการเก็บรักษาในระดับโรงประลอง

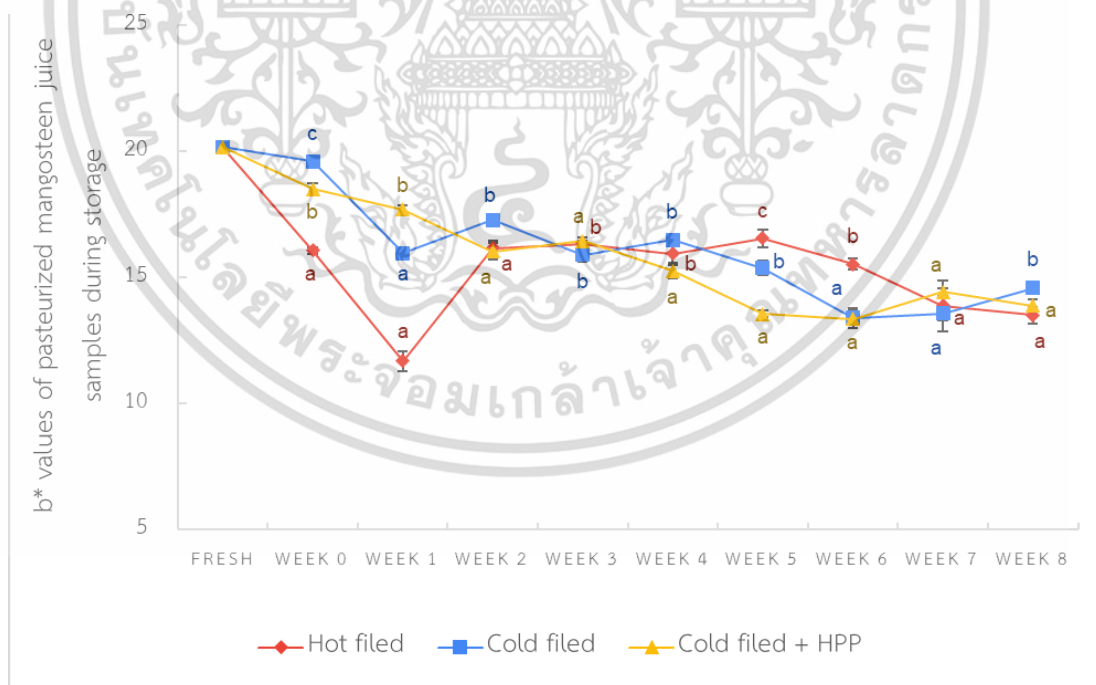
น้ำมังคุดพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 วินาที บรรจุร้อน 85 องศาเซลเซียส บรรจุเย็น 4 องศาเซลเซียส และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง 600 MPa เป็นเวลา 10 นาที คุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส หลังการเก็บรักษา แสดงในภาพที่ 4.15 - ภาพที่ 4.50



ภาพที่ 4.15 ค่า L* ของน้ำมังคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (◆) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

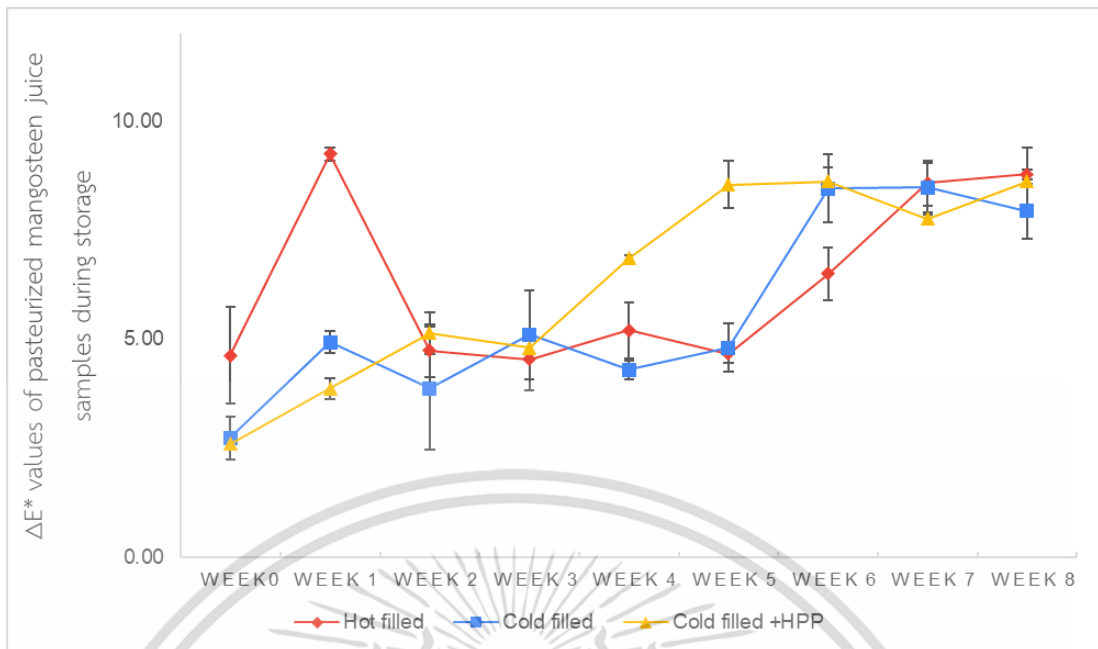


ภาพที่ 4.16 ค่า a* ของน้ำมิ่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (♦) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

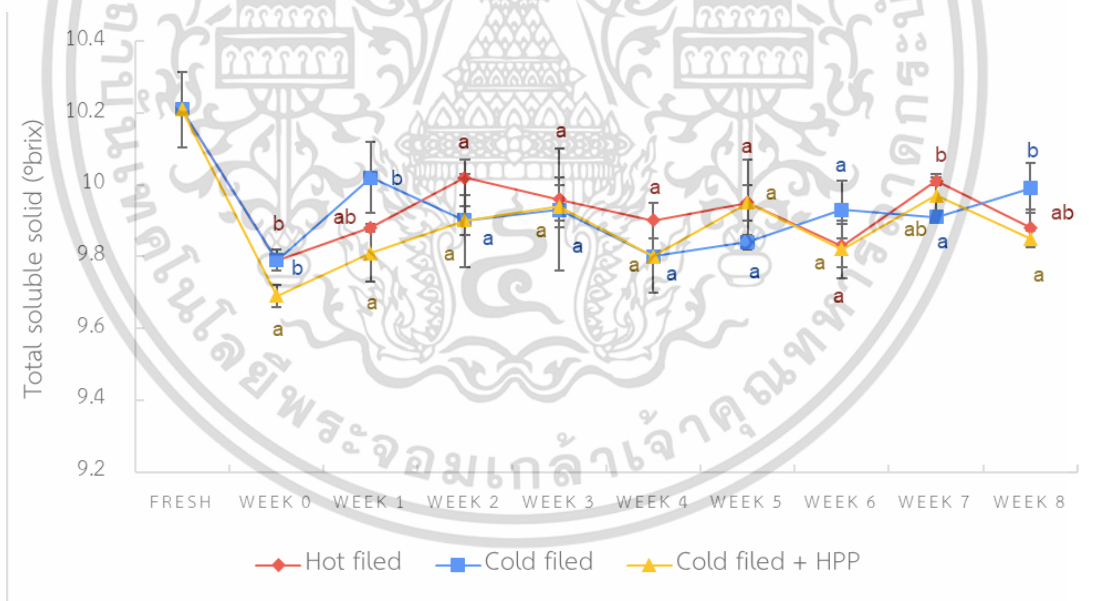


ภาพที่ 4.17 ค่า b* ของน้ำมิ่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (♦) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

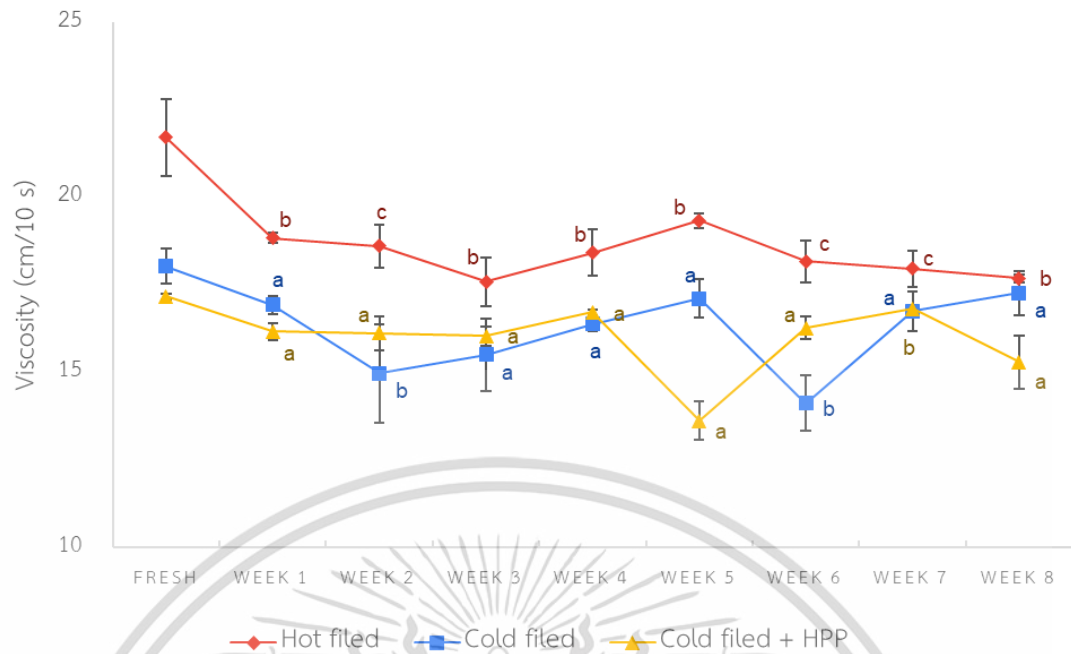


ภาพที่ 4.18 ค่า ΔE^* ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (♦) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

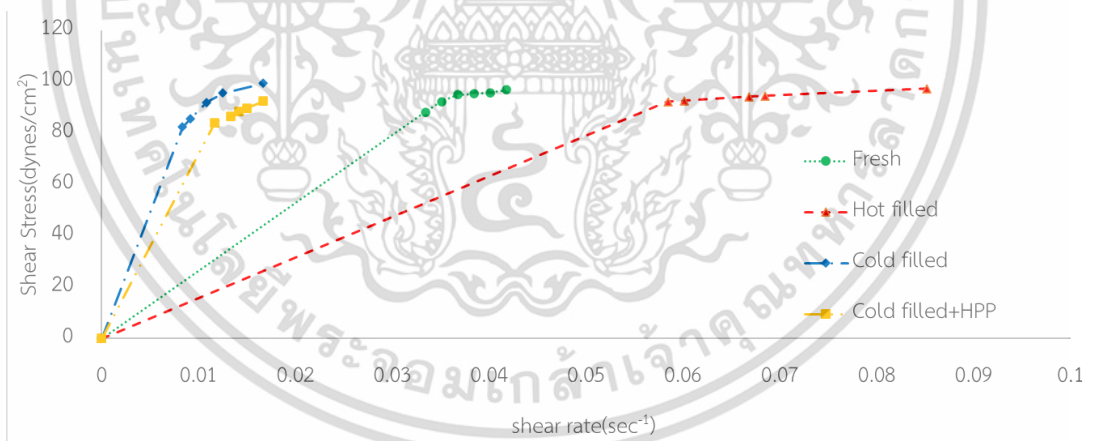


ภาพที่ 4.19 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (♦) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

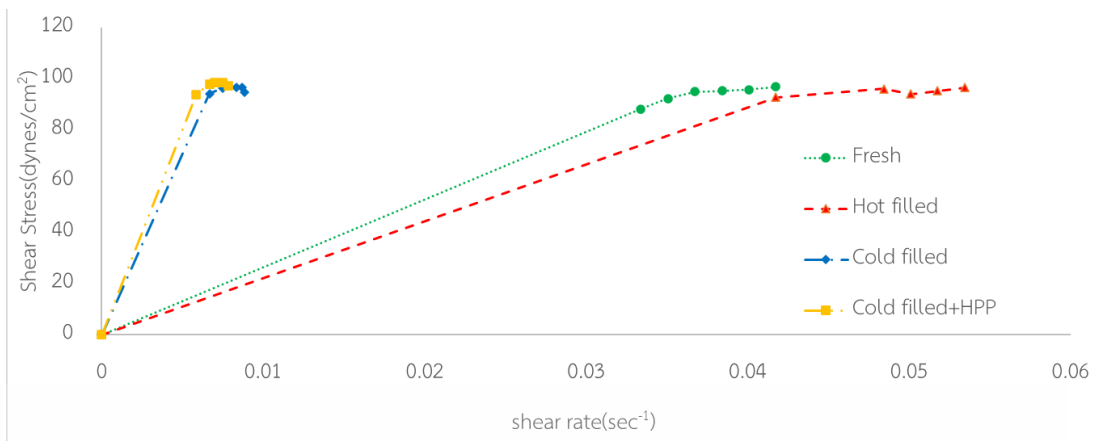


ภาพที่ 4.20 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (◆) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบวาง (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

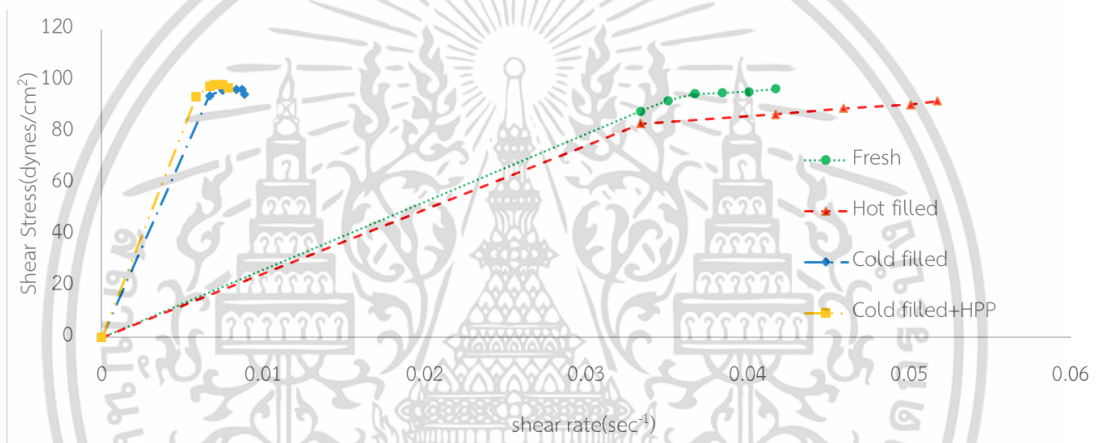


ภาพที่ 4.21 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 0 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

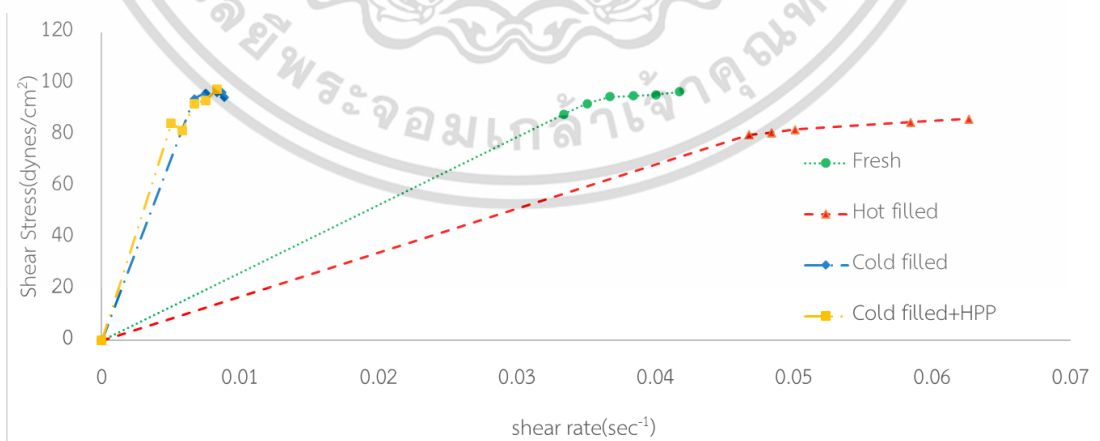
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 1 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

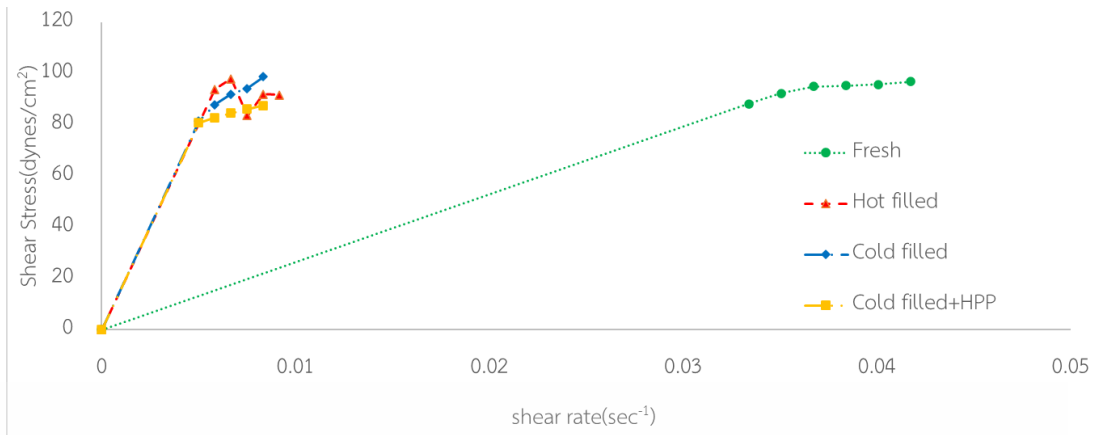


ภาพที่ 4.23 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 2 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

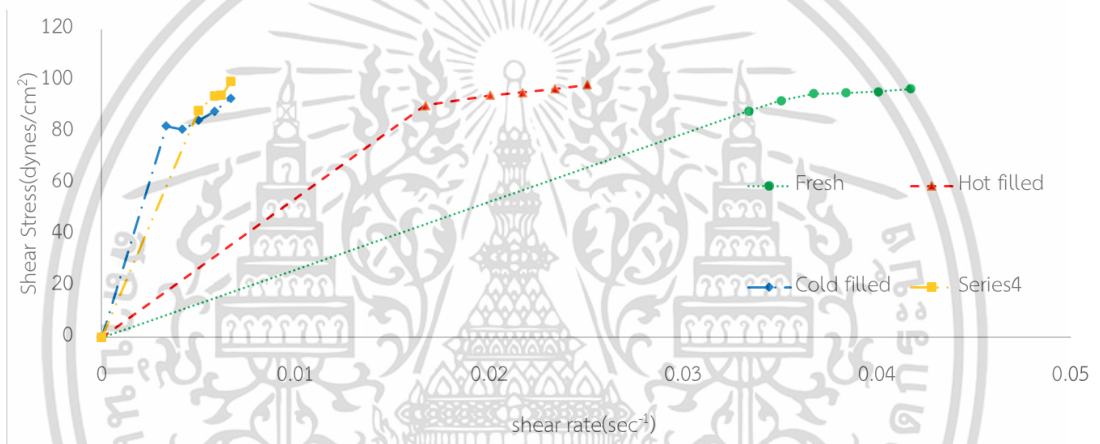


ภาพที่ 4.24 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 3 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

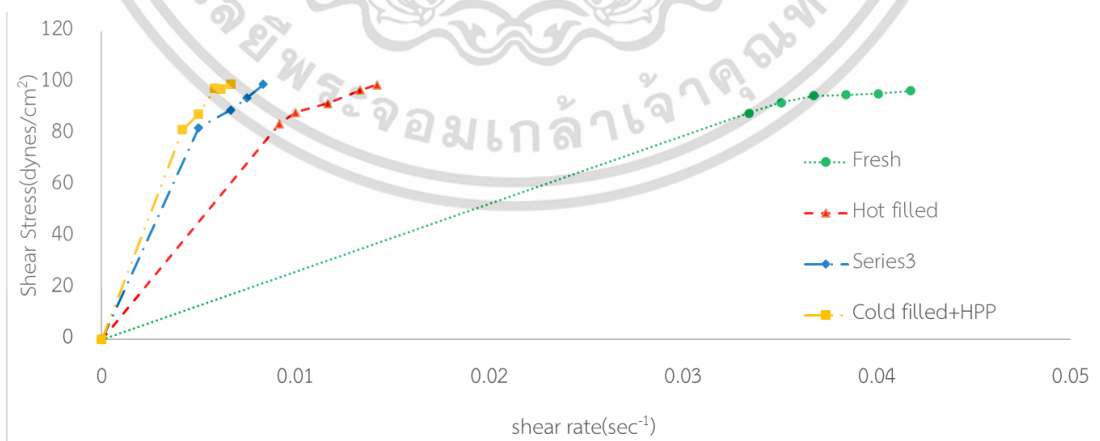
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 4 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

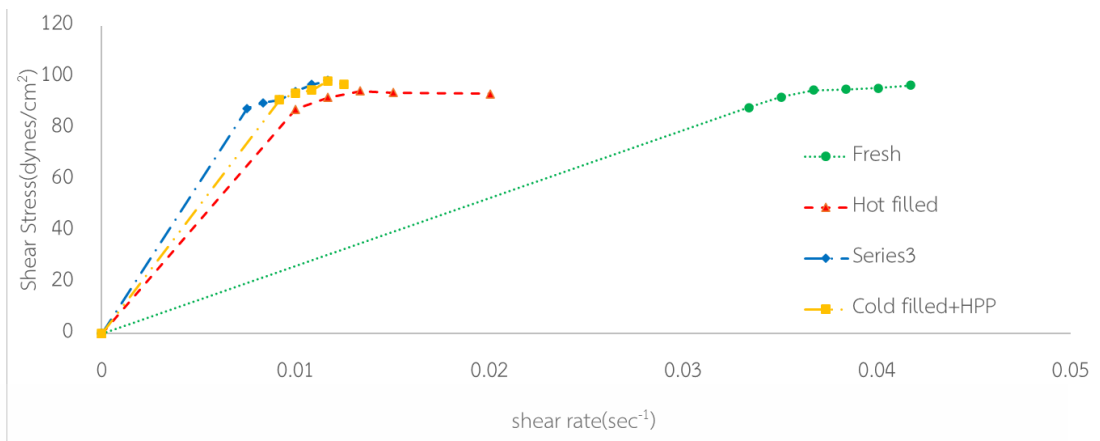


ภาพที่ 4.26 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 5 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

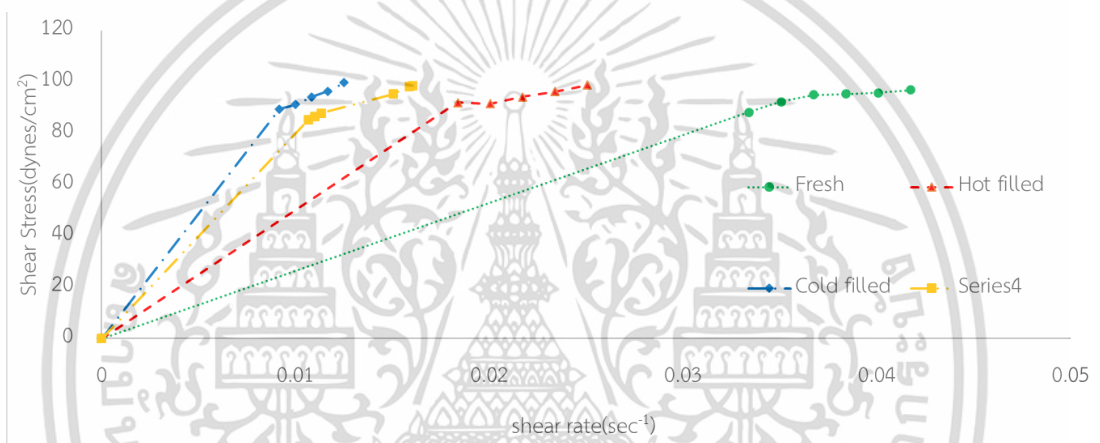


ภาพที่ 4.27 ค่าความหนืดของน้ำมั่งคุดก่อนพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 6 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน

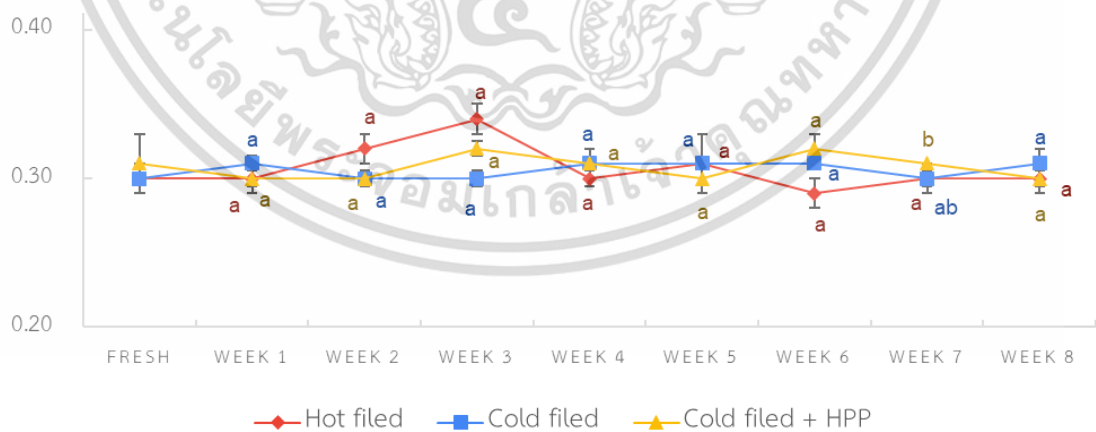
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.28 ค่าความหนืดของน้ำมัจคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 7 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน



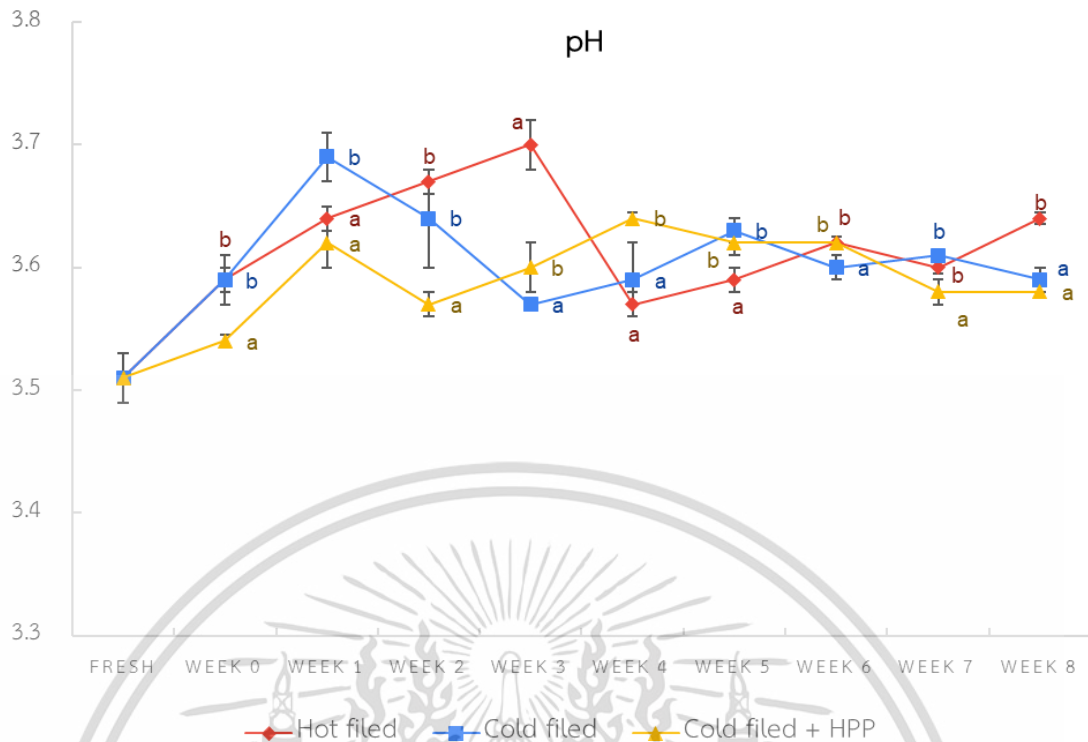
ภาพที่ 4.29 ค่าความหนืดของน้ำมัจคุดก่อนพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (▲) บรรจุเย็น (◆) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (■) สัปดาห์ที่ 8 ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบหมุน



ภาพที่ 4.30 ค่า% กรดรวม ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (◆) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็น ร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

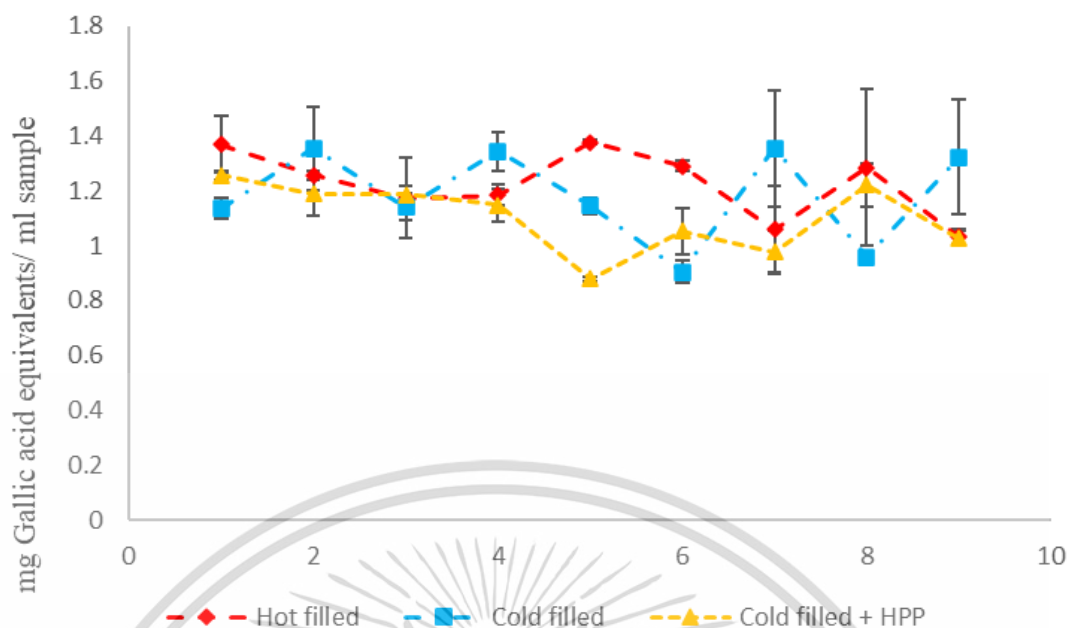
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 ค่า pH ของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (◆) บรรจุเย็น (■) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (▲) หลังเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสภาวะภายในสัปดาห์เดียวกัน, ตัวอักษร A B และ C ที่แตกต่างกัน หมายถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในแต่ละสัปดาห์ที่สภาวะเดียวกัน, ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

4.2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์น้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ โดยนำมาปั่นเหวี่ยง และ ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะแสดงในหน่วย มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

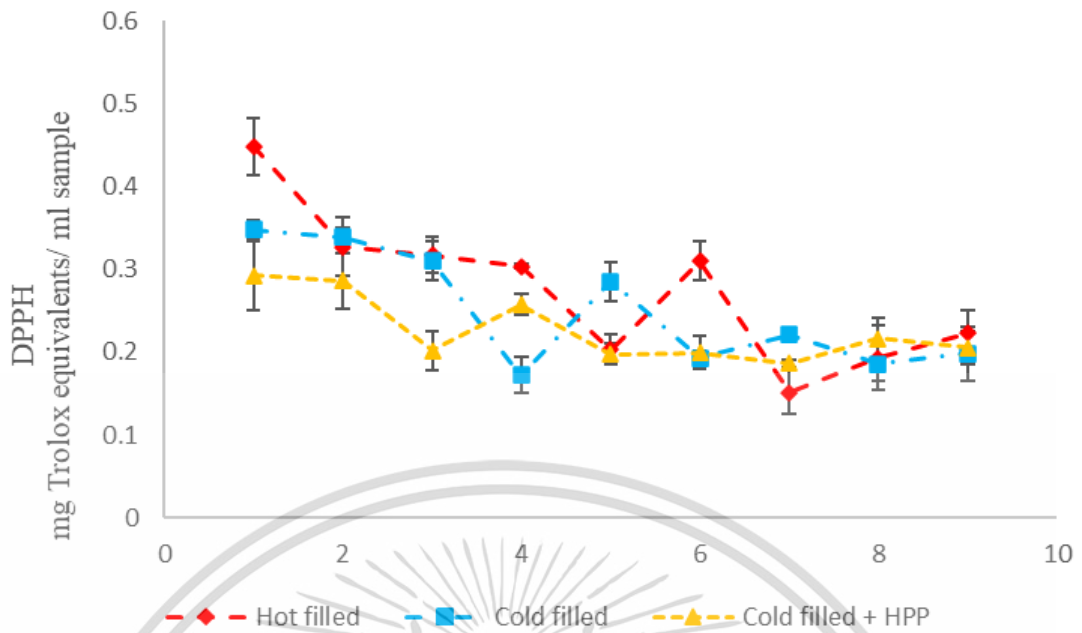


ภาพที่ 4.32 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ (ตัวอักษรที่แตกต่างกัน a - c หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าที่แสดงในกราฟคือค่าเฉลี่ย)

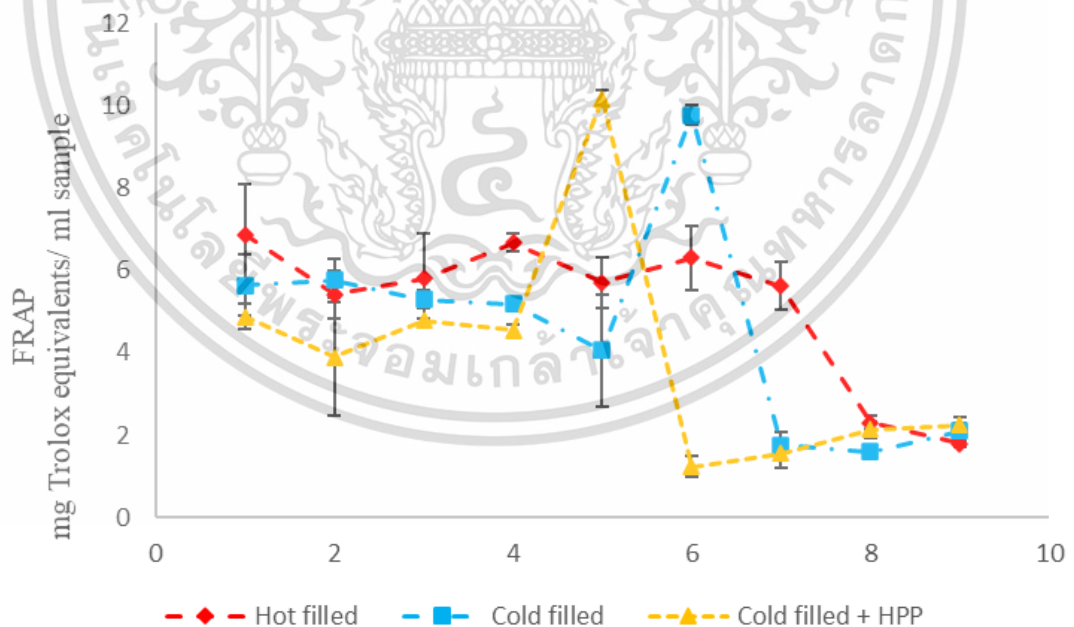
4.2.3 ฤทธิ์ของสารในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity)

วิธีการวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระมีอยู่หลากหลายวิธี และไม่ใช้เพียงวิธีเดียวในการวิเคราะห์สมบัติดังกล่าว เนื่องจากความซับซ้อนของฟลาโวนอยด์ (phytochemical) และกระบวนการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) โดยในงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการวิเคราะห์อย่างน้อยสองวิธี และในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ที่กล่าวมาในข้างต้น ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่นิยมใช้ในงานวิจัยเนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย และรวดเร็ว (Kaur and Kapoor, 2001; Chang *et al.*, 2006; Inchuen *et al.*, 2010; Hanis Mastura *et al.*, 2017) โดยวิธี DPPH จะเป็นการวัดค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาในการทำลายหรือยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ส่วนวิธี FRAP เป็นการวัดค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาที่วิเคราะห์ความสามารถของสารสกัดในการเปลี่ยนแปลงสีของสารประกอบเชิงซ้อน ferric tripyridyltriazine (Fe^{3+} -TPTZ) โดยอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ ที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร และวิธี ABTS สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้าทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ ABTS ทำให้ปริมาณของสารอนุมูลอิสระในระบบลดลง ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จึงลดลง ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร วิธีวิเคราะห์ทั้งสามวิธีจะแสดงค่าในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของโทลอกซ์ต่อน้ำหนักแห้ง ดังภาพที่ 4.17 - 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

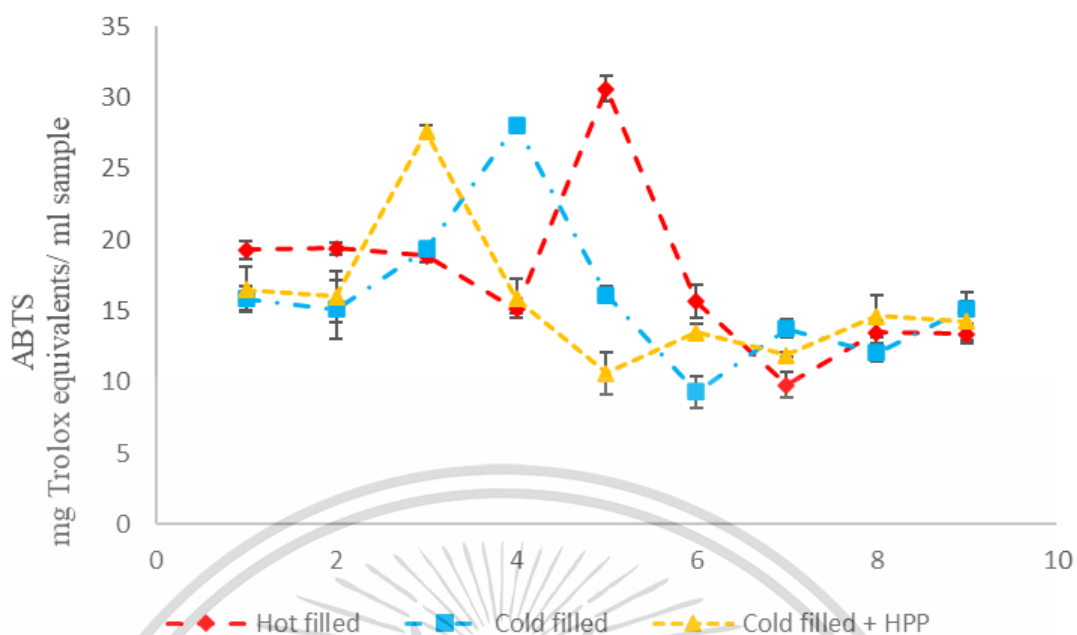


ภาพที่ 4.33 สมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ (ตัวอักษรที่แตกต่างกัน a - c หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าที่แสดงในกราฟคือค่าเฉลี่ย)



ภาพที่ 4.34 สมบัติในการรีดิวซ์เฟอริก (FRAP) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ (ตัวอักษรที่แตกต่างกัน a - c หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าที่แสดงในกราฟคือค่าเฉลี่ย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 สมบัติการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยรวม (ABTS) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ (ตัวอักษรที่แตกต่างกัน a – c หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ค่าที่แสดงในกราฟคือค่าเฉลี่ย)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์

สภาวะ ฆ่าเชื้อ	ช่วง สุ่ม	week0	week1	week2	week3	week4	week5	week6	week7	week8
		Hot filled	ต้น	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	กลาง	ND	ND	ND	$<10^4$	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	ท้าย	ND	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
Cold filled	ต้น	ND	ND	$<10^4$	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	กลาง	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	ท้าย	ND	$<10^4$	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
Cold filled + HPP	ต้น	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	กลาง	$<10^4$	$<10^4$	ND	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
	ท้าย	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ในน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์ (เกณฑ์มาตรฐาน $<10^2$)

สภาวะฆ่าเชื้อ	ช่วงสุ่ม	week0	week1	week2	week3	week4	week5	week6	week7	week8
Hot filled	ต้น	ND	ND	ND	$<10^2$	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	กลาง	ND	ND	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	ND	$<10^2$
	ท้าย	ND	ND	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
Cold filled	ต้น	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	กลาง	ND	ND	ND	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	ท้าย	ND	ND	ND	$<10^2$	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
Cold filled + HPP	ต้น	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	ND	$<10^2$
	กลาง	ND	ND	ND	$<10^2$	$<10^2$	ND	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	ท้าย	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

ตารางที่ 4.6 ปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มราในน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์ระหว่างเก็บรักษา 8 สัปดาห์ (เกณฑ์มาตรฐาน $<10^2$)

สภาวะฆ่าเชื้อ	ช่วงสุ่ม	week0	week1	week2	week3	week4	week5	week6	week7	week8
Hot filled	ต้น	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	กลาง	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ท้าย	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cold filled	ต้น	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	กลาง	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ท้าย	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cold filled + HPP	ต้น	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	กลาง	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ท้าย	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมั่งคุด (มผช.น้ำมั่งคุด 1452/2554) ของน้ำมั่งคุดสด

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	10	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	27	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมั่งคุด (มผช.น้ำมั่งคุด 1452/2554) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุร้อน สัปดาห์ที่ 0

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมัจคุด (มผช.น้ำมัจคุด 1452/2554) ของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็น สัปดาห์ที่ 0

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมัจคุด (มผช.น้ำมัจคุด 1452/2554) ของน้ำมัจคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ที่ 0

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมั่งคุด (มผช.น้ำมั่งคุด 1452/2554) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุร้อน สัปดาห์ที่ 5

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

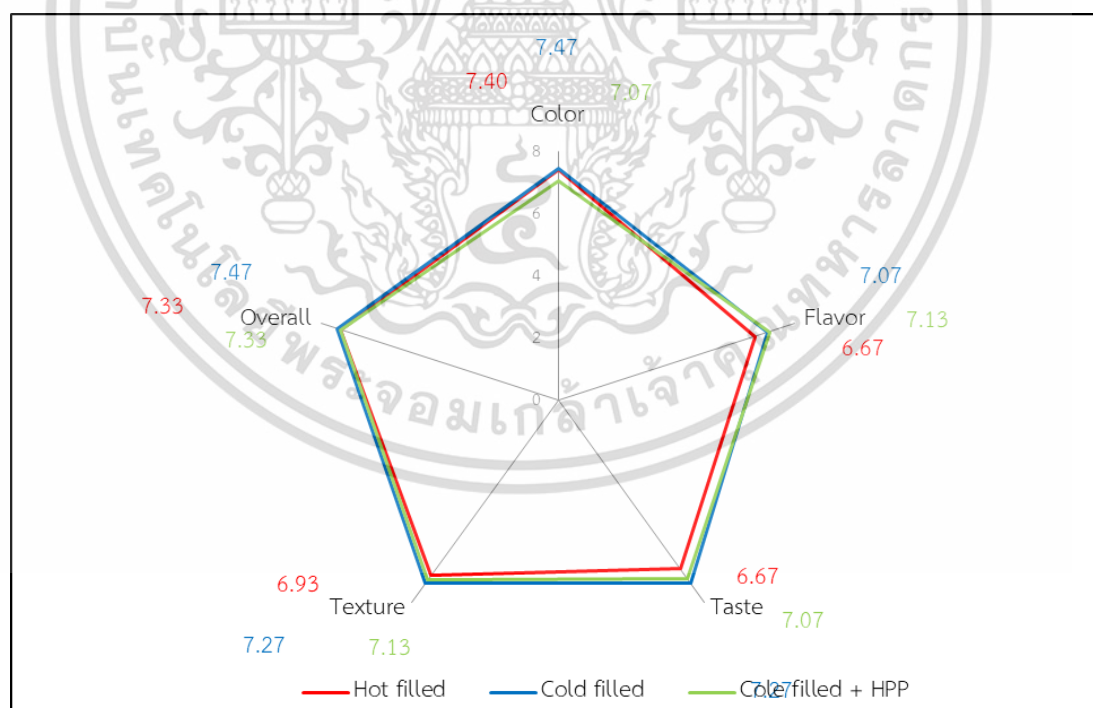
ตารางที่ 4.12 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมั่งคุด (มผช.น้ำมั่งคุด 1452/2554) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็น สัปดาห์ที่ 5

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

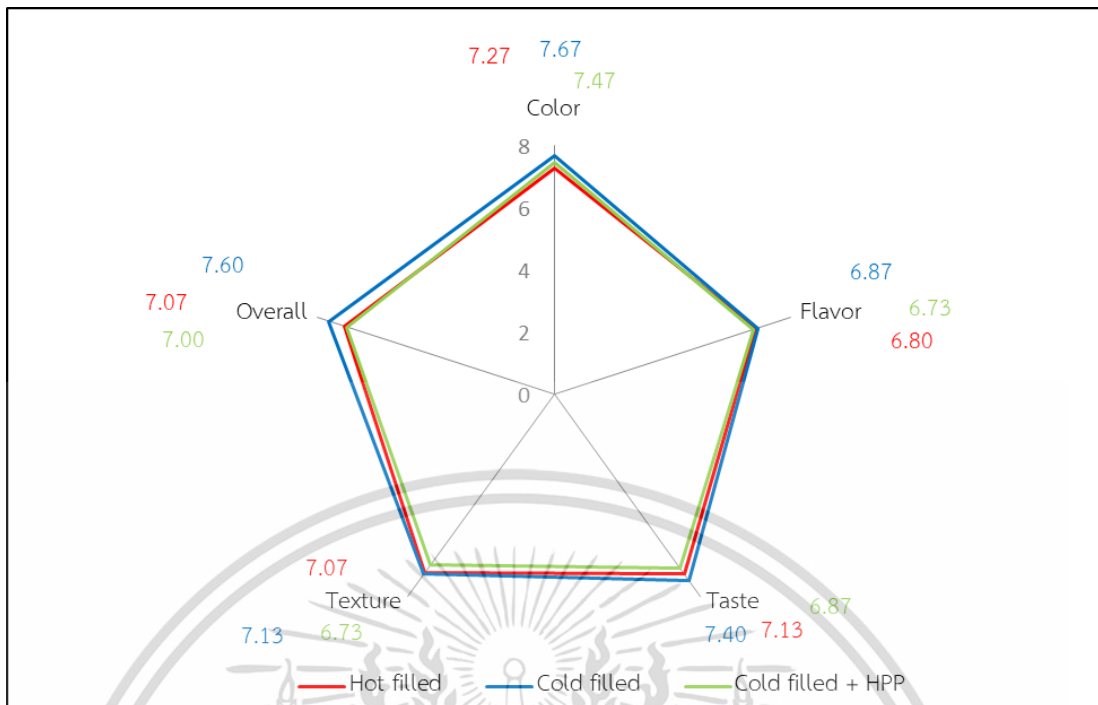
ตารางที่ 4.13 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมั่งคุด (มผช.น้ำมั่งคุด 1452/2554) ของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง สัปดาห์ที่ 5

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบ
Total Plate Count	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
<i>Salmonella</i> spp.	Not Detected	/25 ml	ISO 6579-1:2017
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2016 (Chapter 12)
<i>Bacillus cereus</i>	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 14)
<i>Clostridium perfringens</i>	< 1	CFU/ml	ISO 7937 : 2004
<i>Listeria monocytogenes</i>	Not Detected	/25 ml	ISO 11290-1:2017
Coliform	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
<i>Escherichia coli</i>	< 0.3	MPN/ml	FDA BAM Online, 2020 (Chapter 4)
Yeast and Mold	< 1	CFU/ml	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 18)

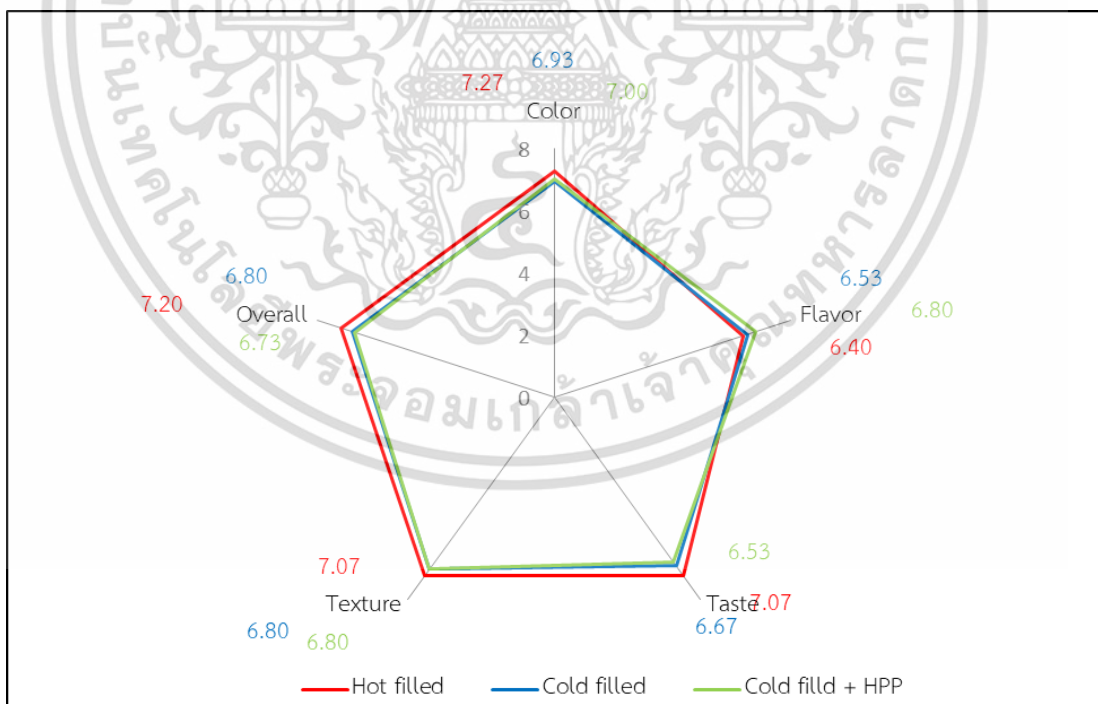


ภาพที่ 4.36 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 0, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

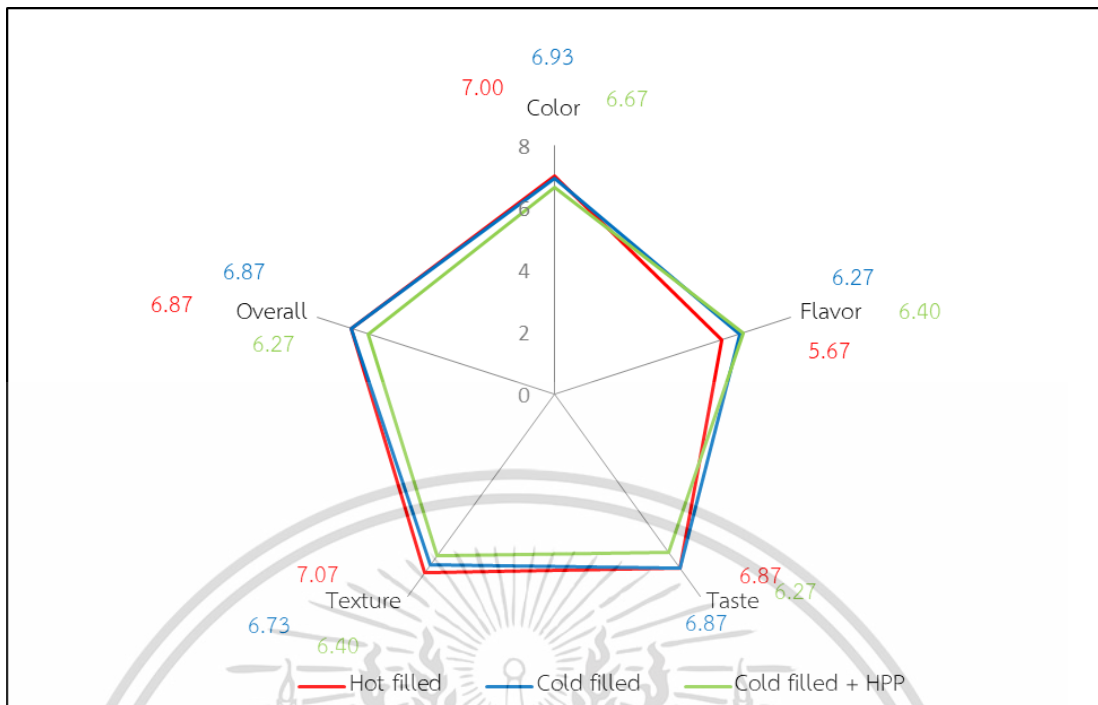


ภาพที่ 4.37 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 1, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

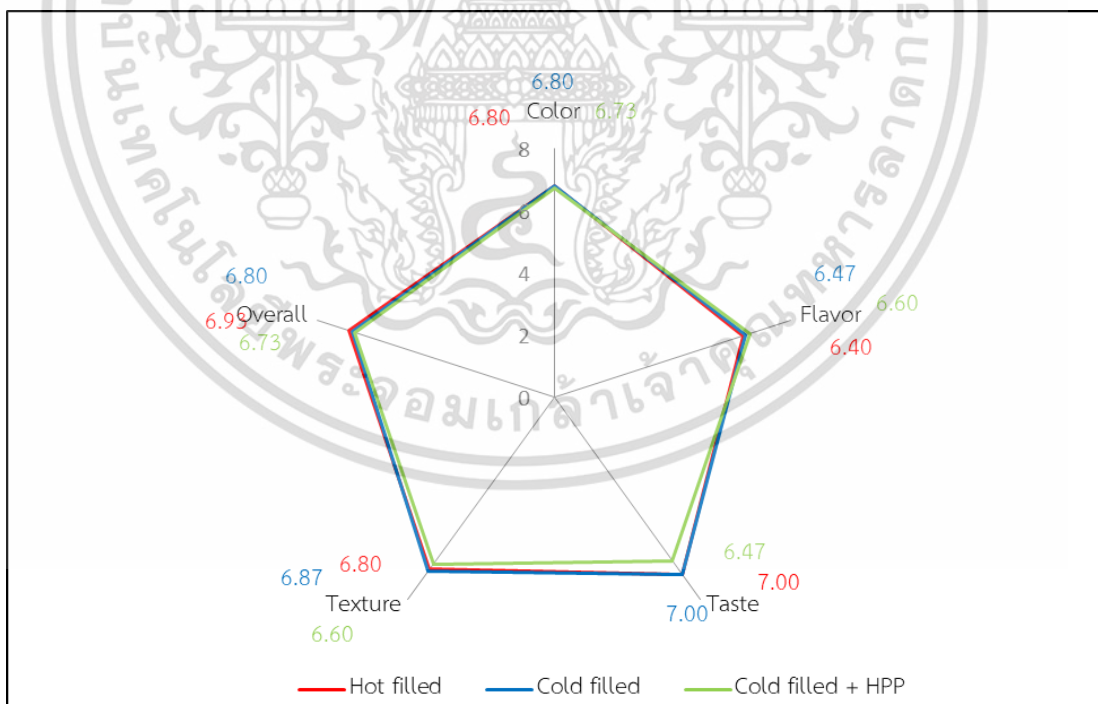


ภาพที่ 4.38 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 2, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

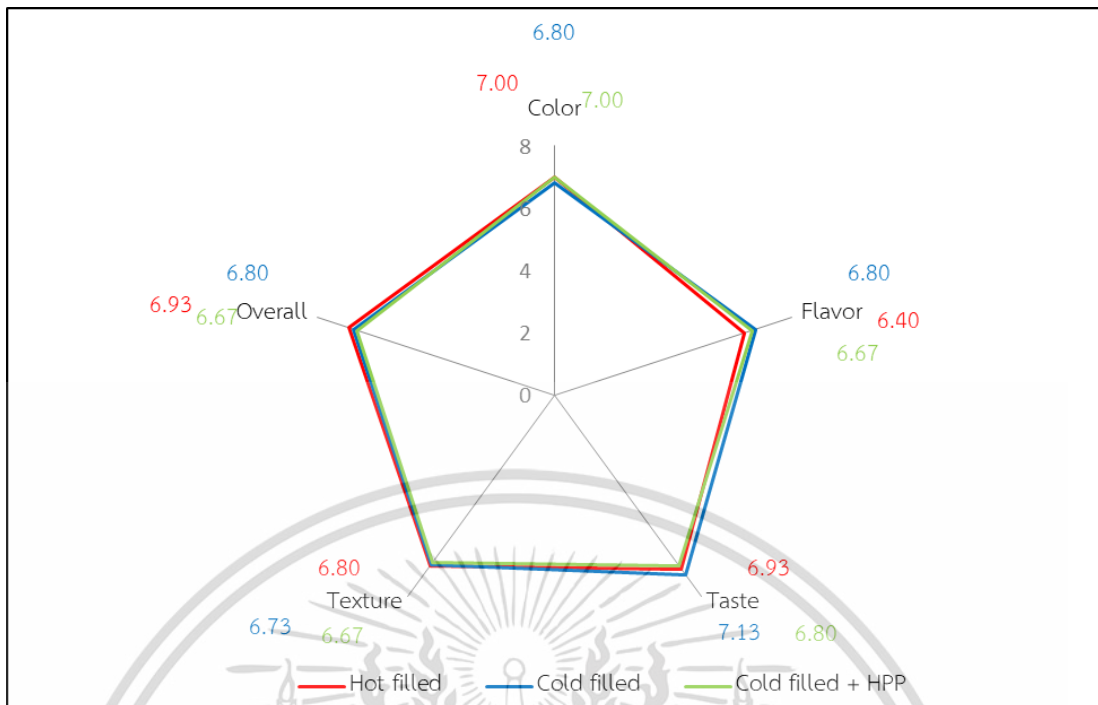


ภาพที่ 4.39 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 3, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

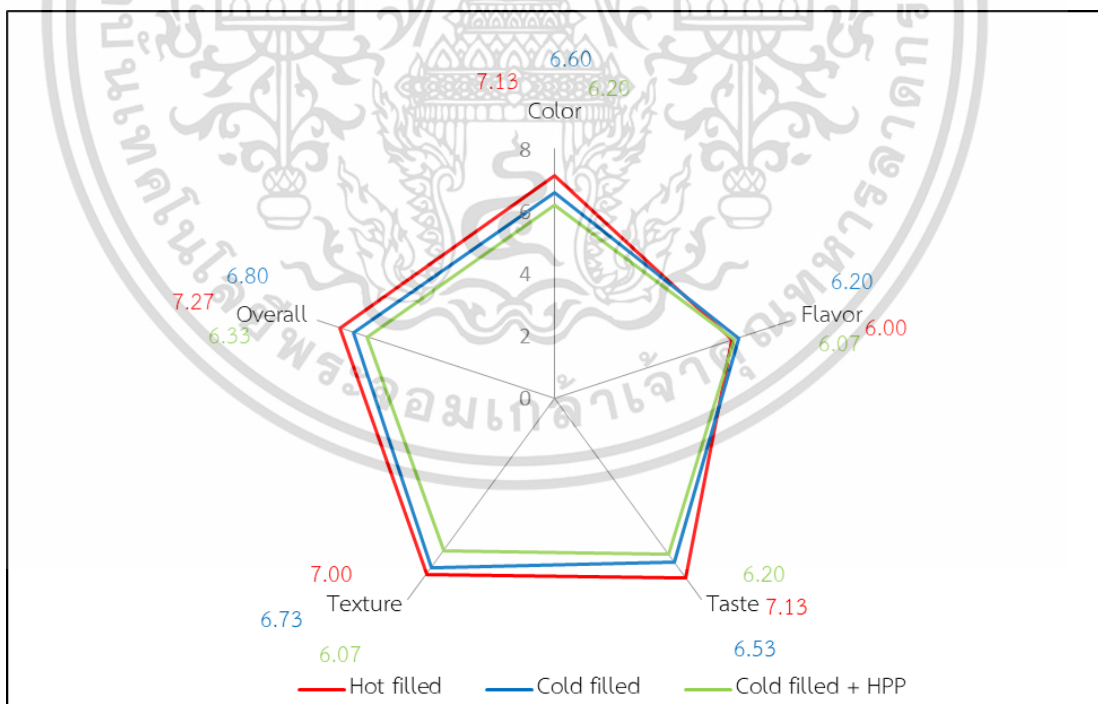


ภาพที่ 4.40 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 4, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

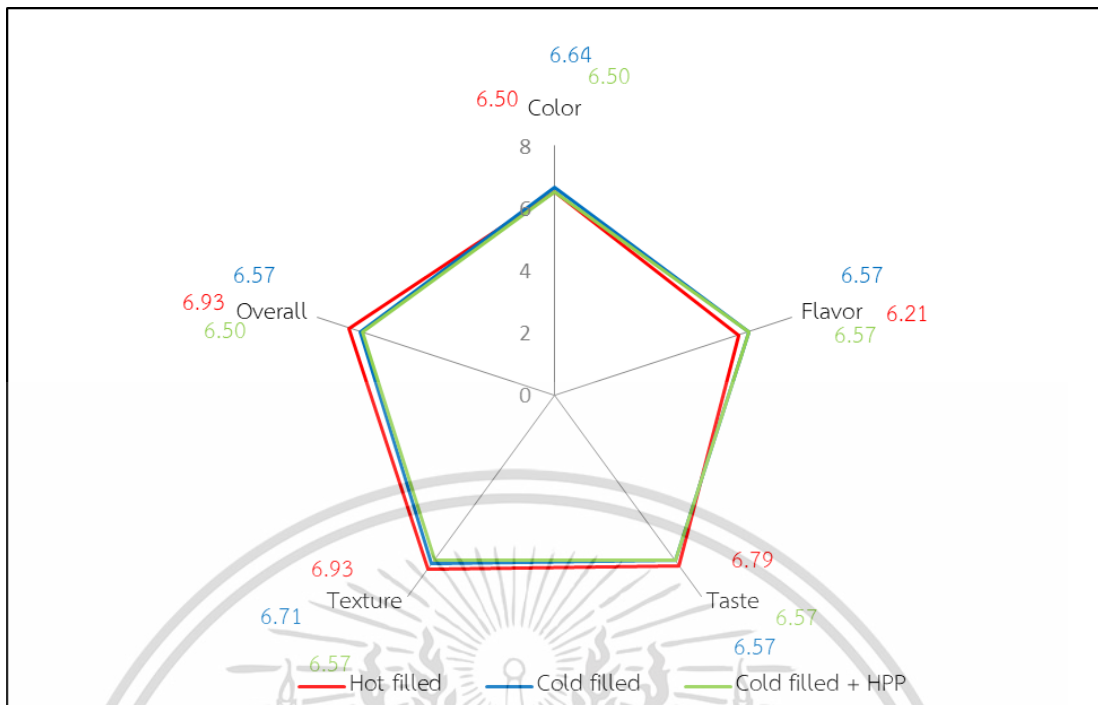


ภาพที่ 4.41 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 5, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

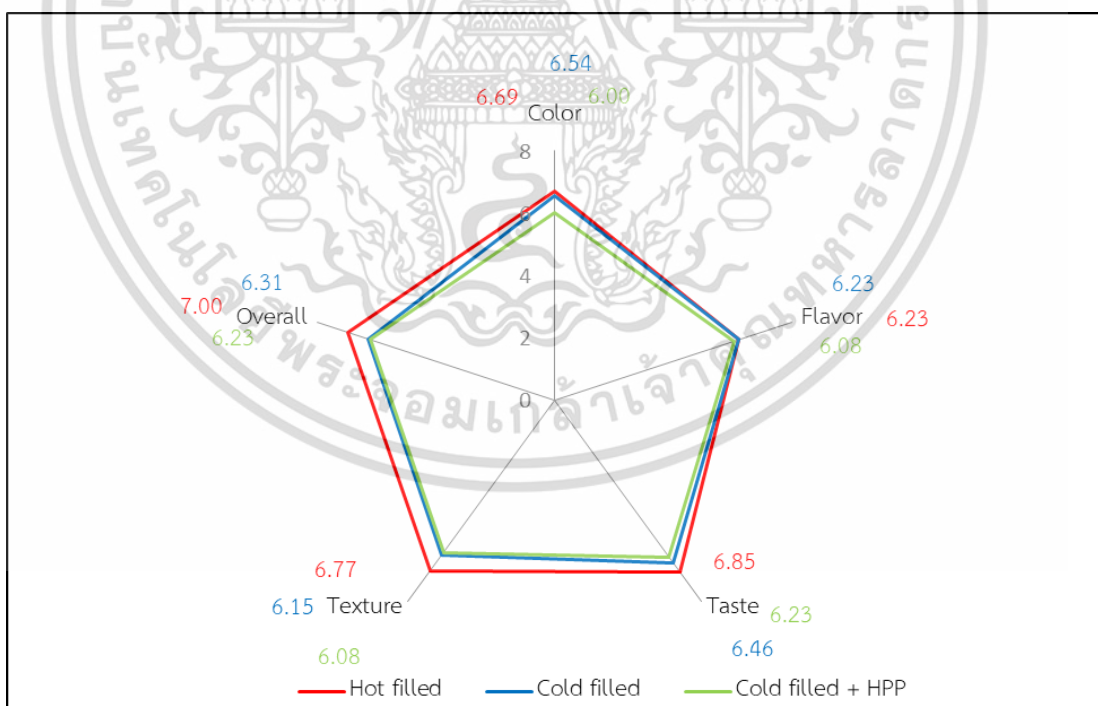


ภาพที่ 4.42 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 6, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.43 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 7, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 4.44 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมั่งคุดพาสเจอไรซ์ที่บรรจุร้อน (—) บรรจุเย็น (—) และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง (—) สัปดาห์ที่ 8, ค่าที่แสดงในกราฟคือ ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Week	N	Mean Difference-from-Control			P-value at Cold Filled	P-value at HPP
		Control	Cold Filled	HPP		
0	15	0.12	0.59	0.07	0.08	0.80
1	18	-0.16	0.31	0.21	0.06	0.06
2	20	0.42	0.21	0.21	0.20	0.17
3	17	0.10	0.09	0.10	0.97	0.99
4	15	0.22	0.17	-0.0067	0.71	0.41
5	17	-0.09	0.12	0.14	0.05	0.09
6	17	0.34	-0.09	-0.03	0.10	0.08
7	14	-0.07	0.28	0.1	0.05	0.16
8	13	0.23	0.26	0.31	0.89	0.61

ภาพที่ 4.45 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีชมพู (Pinkness) ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมังคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

Week	N	Mean Difference-from-Control			P-value at Cold Filled	P-value at HPP
		Control	Cold Filled	HPP		
0	15	0.04	0.19	-0.07	0.49	0.72
1	18	0.02	-0.07	-0.06	0.77	0.77
2	20	0.07	-0.09	-0.09	0.44	0.41
3	17	0.28	-0.33	-0.48	0.02	0.00
4	15	0.0067	-0.06	-0.34	0.69	0.12
5	17	-0.07	-0.2	-0.16	0.44	0.64
6	17	0.09	-0.17	-0.23	0.06	0.02
7	14	0.06	-0.15	-0.13	0.14	0.1
8	13	0.15	-0.18	-0.22	0.05	0.04

ภาพที่ 4.46 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของมังคุด (Smell of mangosteen) ของน้ำมังคุดพาสเจอร์ไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมังคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Week	N	Mean Difference-from-Control				P-value at Cold Filled	P-value at HPP
		Control	Cold Filled	HPP			
0	15	0.15	0.27	-0.13	0.62	0.31	
1	18	-0.11	-0.03	0.06	0.79	0.45	
2	20	0.18	0.18	0.27	1.00	0.66	
3	17	0.26	0.06	0.16	0.21	0.62	
4	15	0.24	0.14	0.04	0.53	0.26	
5	17	0.25	0.12	-0.08	0.56	0.13	
6	17	-0.12	-0.2	0.15	0.59	0.17	
7	14	0.05	0.13	0.08	0.53	0.8	
8	13	0.17	0.33	0.14	0.49	0.89	

ภาพที่ 4.47 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความฝาด (Astringent taste) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมัจคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

Week	N	Mean Difference from Control				P value at Cold Filled	P value at HPP
		Control	Cold Filled	HPP			
0	15	0.22	0.30	0.01	0.72	0.36	
1	18	0.05	0.07	0.01	0.44	0.64	
2	20	0.02	0.06	0.08	0.71	0.46	
3	17	0.16	0.01	0.06	0.54	0.35	
4	15	0.06	0.08	0.1	0.88	0.51	
5	17	0.01	0.01	0.17	0.83	0.35	
6	17	0.11	0.05	0.22	0.61	0.06	
7	14	0.02	0.04	0.06	0.65	0.59	
8	13	0.11	0.24	0.2	0.13	0.05	

ภาพที่ 4.48 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวาน (Sweet taste) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมัจคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

Week	N	Mean Difference from Control				P value at Cold Filled	P value at HPP
		Control	Cold Filled	HPP			
0	15	0.02	0.25	0.01	0.33	0.94	
1	18	0.17	0.09	0.14	0.77	0.14	
2	20	0.14	0.19	0.06	0.71	0.57	
3	17	0.46	0.18	0.21	0.07	0.21	
4	15	0.07	0.04	0.14	0.88	0.46	
5	17	0.18	0.06	0.11	0.22	0.06	
6	17	0.33	0.01	0.08	0.01	0.13	
7	14	0.15	0.02	0.07	0.56	0.08	
8	13	0.11	0.21	0.16	0.17	0.12	

ภาพที่ 4.49 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยว (Sour taste) ของน้ำมัจคุดพาสเจอไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมัจคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Week	N	Mean Difference-from-Control				
		Control	Cold Filled	HPP	P-value at Cold Filled	P-value at HPP
0	15	0.17	0.44	-0.01	0.41	0.30
1	18	-0.08	-0.02	-0.08	0.82	0.97
2	20	0.19	-0.02	0.02	0.29	0.47
3	17	0.18	0.03	0.14	0.49	0.82
4	15	0.15	0.01	-0.26	0.49	0.18
5	17	-0.1	0.19	0.15	0.09	0.26
6	17	0.15	0.18	-0.05	0.86	0.28
7	14	0.08	0.15	0.02	0.72	0.55
8	13	0.07	-0.25	-0.1	0.13	0.52

ภาพที่ 4.50 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกในปาก (Mouthfeel) ของน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง ด้วยแบบทดสอบแบบ Difference from Control โดยตัวอย่างน้ำมัจจุคุดบรรจุร้อนเป็นตัวควบคุม

ภาพที่ 4.45 - 4.50 แสดงให้เห็นที่ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Difference from Control ของตัวอย่างน้ำมัจจุคุดพาสเจอไรซ์ทุกสภาวะระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยตัวอย่างน้ำมัจจุคุดบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูงมีความแตกต่างด้านกลิ่นรสของความเป็นมัจจุคุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับน้ำมัจจุคุดรูปแบบบรรจุร้อนที่เป็นตัวควบคุมในการแยกความแตกต่าง

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการวิจัย

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการพาสเจอร์ไร้น้ำมัจคุดพรีเมียมที่ไม่ผ่านการเติมแต่งวัตถุเจือปนอาหาร ด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที เก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลือก 1 อุณหภูมิ คือ อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส มาขยายผลในระดับโรงประลอง โดยเพิ่มการศึกษารูปแบบการบรรจุ 3 รูปแบบ จะดำเนินการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยวัตถุดิบน้ำมัจคุดแช่เยือกแข็งชุดเดียวกัน และบรรจุร้อน อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส บรรจุเย็น 4-5 องศาเซลเซียส และบรรจุเย็น 4-5 องศาเซลเซียสร่วมกับการใช้ความดันสูง 600 MPa เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์เพื่อศึกษาคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละรูปแบบ

สำหรับคุณภาพของน้ำมัจคุดที่ศึกษาอุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ พบว่าน้ำมัจคุดเมื่อผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อนในระดับต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทางด้านสี และ pH ค่าสี a^* และ b^* ของน้ำมัจคุดลดลง ในขณะที่ TSS ยังคงค่อนข้างคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา โดยคุณภาพของน้ำมัจคุดที่พาสเจอร์ไรซ์อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส มีคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีค่าดีที่สุด

สำหรับคุณภาพของน้ำมัจคุดที่ศึกษารูปแบบการบรรจุ พบว่าน้ำมัจคุดที่ผ่านการบรรจุทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าคุณภาพค่อนข้างไม่แตกต่างกัน โดยเฉพาะคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ที่ใช้การทดสอบแบบ Different from control test โดยคุณภาพของน้ำมัจคุดที่บรรจุรูปแบบบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง 600 MPa เป็นเวลา 10 นาที มีคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ มีค่าดีที่สุด และคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่พึงพอใจมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์เพียง 3 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิ 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส ในระดับห้องปฏิบัติการ และกระบวนการบรรจุก่อนเก็บรักษาเพียง 3 รูปแบบ ได้แก่ บรรจุร้อน บรรจุเย็น และบรรจุเย็นร่วมกับการใช้ความดันสูง จึงควรมีการเปรียบเทียบกับกระบวนการฆ่าเชื้อน้ำผลไม้รูปแบบอื่น ๆ เช่น การ สเตอริไลซ์ การใช้ความดันสูง การให้ความร้อนวิธีโอมท์ริก เป็นต้น เพื่อลดข้อจำกัดที่พบในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ดังกล่าว

5.2.2 ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำมัจคุดระหว่างการผลิตที่พบยังคงมีค่าคุณภาพอยู่ในช่วงที่กว้าง ซึ่งวัตถุดิบมัจคุดจากธรรมชาติแต่ละปีฤดูกาลอาจมีคุณภาพแตกต่างกันได้ จึงควรมีการเก็บวัตถุดิบในการทดลองทั้งระดับห้องปฏิบัติการ และโรงประลองเป็นวัตถุดิบเดียวกัน และรวมถึงเพิ่มวิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Ağçam, E., Akyıldız, A. and Dündar, B. 2018. Thermal pasteurization and microbial inactivation of fruit juices. *Fruit Juices* : 309-339.
- A.C. Polydera, N.G. Stoforos, P.S. Taoukis. (2005). Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf-life. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6 : 1-9.
- A.C. Polydera, N.G. Stoforos, P.S. Taoukis. (2003). Comparative shelf-life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice. *Journal of Food Engineering*. 60 : 21-29.
- Berlinet, C., Brat, P., Brillouet, J.M. and Ducruet, V. (2006) . Ascorbic acid, aroma compounds and browning of orange juices related to PET packaging materials and pH. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86 : 2206-2212.
- Bhattacharjee, A., Tandon, D., Dikshit, A. and Kumar, S. (2011) . Effect of pasteurization temperature on quality of aonla juice during storage. *J Food Sci Technol*. 48(3) : 269-273.
- Cortés, C., Torregrosa, E., Esteve, M.J. and Frígola, A. (2006). Carotenoid profile modification during refrigerated storage in untreated and pasteurized orange juice and orange juice treated with high-intensity pulsed electric fields. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 : 6247-6254.
- Good Nature. 2017. **The Truth About HPP Juice**. [Online]. Available : <https://www.goodnature.com/blog/truth-about-hpp-juice-cold-pressed>.
- Hiper Baric. 2023. **Juices and Beverages**. [Online]. Available : <https://www.hiperbaric.com/en/hpp-technology/hpp-applications/juices-and-beverages/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Huang, H.W., Wu, S.J., Lu, J.K., Shyu, Y.T. and Wang, C.Y. 2017. "Current status and future trends of high-pressure processing in food industry." *Food Control*. 72 : 1-8.
- Londoño, M.B.Z, Ramos, A., Arbeláez, A.F.A., Rojano, B.A. and Celis, M.E.M. (2019). Behavior of bioactive compounds and antioxidant activity of mango (Azucar cultivar) juice during storage at 4°C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 72(1) : 8743-8750.
- M.G. Roig, J.F. Bello, Z.S. Rivera, J.F. Kennedy. (1999). Studies on the occurrence of non-enzymatic browning during storage of citrus juice. *Food Research International*, 32 : 609-619.
- M. Ros-Chumillas, Y. Belissario, A. Iguaz, A. Lopez. (2007). Quality and shelf-life of orange juice aseptically packaged in PET bottles. *Journal of Food Engineering*. 79 : 234-242.
- Song, Q., Rune, C.J.B., Thyblo, A.K., Clausen, M.P., Orlie, V. and Giacalone, D. 2023. "Sensory quality and consumer perception of high pressure processed orange juice and apple juice." *LWT - Food Science and Technology*. 173 : 114303.
- Timmermans, R.A.H., Mastwijk, H.C., Knol, J.J., Quataert, M.C.J., Vervoort, L., Plancken, et al. (2011). Comparing equivalent thermal, high pressure and pulse electric field processes for mid pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 12 : 235-243.
- Van Boekel, M.A.J.S. (2018). Kinetic modeling of food quality: A critical review comprehensive reviews in *Food Science and Food Safety*. 7: 144-158.
- Vt Juice Co. 2016. **Juices and Beverages**. [Online]. Available : <https://www.vtjuiceco.com/single-post/2016/12/09/we-say-no-to-hpp-heres-why>.
- Wei, S.T., Ou, L.C., Luo, M.R., Hutchings, J.B. (2012). Optimisation of food expectations using product colour and appearance. *Food Quality and Preference*. 23 : 49-62.

Wibowo, S., Buvé, C., Hendrickx, M., Loey, A.V. and Grauwet, T. (2018). Integrated science-based approach to study quality changes of shelf-stable food products during storage: A proof of concept on orange and mango juices. *Trends in Food Science & Technology*. 73 : 76-86.

Wibowo, S., Buvé, C., Hendrickx, M., Loey, A.V. and Grauwet, T. (2018). Integrated science-based approach to study quality changes of shelf-stable food products during storage: A proof of concept on orange and mango juices. *Trends in Food Science & Technology*. 73 : 76-86.

Wibowo, S., Grauwet, T., Santiago, J., Tomic, J., Vervoort, L., Hendrickx, M. and Loey, V. (2015). Quality changes of pasteurized orange juice during storage: A kinetic study of specific parameters and their relation to colour instability. *Food Chemistry*. 187 : 140-151.

นลัทพร รัตนตรัยวงศ์, อรอินท์ ประไซโยม, ปรีดา ธนสุกาญจน์ และ ปุณทริกา รัตนตรัยวงศ์. 2562. “การยืดอายุน้ำแตงโมพร้อมดื่มด้วยกระบวนการแปรรูปด้วยความดันสูง.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* ปีที่ 50. 1(พิเศษ) : 117-123.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 8. (2562) . สถานการณ์มังคุดของโลกและภายในประเทศ.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า. กรุงเทพฯ : 21 เซ็นรี่จำกัด

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2554. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำมังคุด”. ใน *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1452/2557*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.




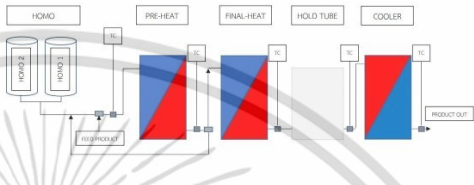
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายละเอียดเครื่องพาสเจอร์ไรซ์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

ก 1 เครื่อง Micro Thermic

UHT/HTST testing **FACTORY**





FLOW DIAGRAM UHT/HTST Lab 25 EDH

Flow rate and Hold Time	11 Models
Temperature (°C)	50 – 149
Flow rate (L/min)	1.00 – 2.00
Holding Time (s)	4 – 75
Homogenizer Pressure (bar)	50 – 200
Capacity (Liter/batch)	10 – 100

2nd state homogenizer
GEA, Germany


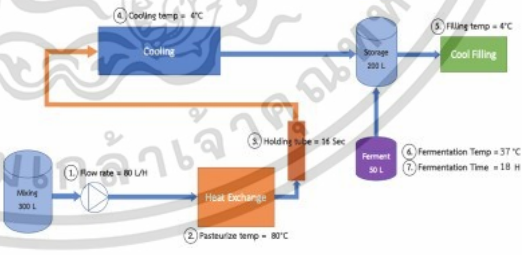
UHT/HTST
MicroThermics ,USA

: Under Certified of Thai FDA and GMP Compliance of a Manufacturer 

ก 2 ชุดเครื่องจักรแปรรูปเครื่องดื่ม Patkol

Pasteurization testing **FACTORY**

On demand Lego-Liked Beverage Processing System

Temperature (°C)	30 – 95
Flow rate (Liter/hour)	50 – 200
Holding Time (sec)	8, 16, 32
Cooling Temperature (°C)	4
Homogenizer Pressure (bar)	
Capacity (Liter/batch)	100 – 1,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก 3 HIGH PRESSURE PROCESSING(HPP) 30L/600MPA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w0

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	13.6880	
95.00	30	13.7003	
75.00	30		14.8469
Sig.		.505	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w3

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	12.7563	
95.00	30	12.9807	
75.00	30		15.0780
Sig.		.140	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w1

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	13.3183	
95.00	30	13.4120	
75.00	30		14.3850
Sig.		.447	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w4

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	12.2033	
95.00	30	12.3877	
75.00	30		13.9390
Sig.		.286	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w2

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	12.7293	
95.00	30	12.7807	
75.00	30		14.3950
Sig.		.852	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w5

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	12.5283	
95.00	30	12.7843	
75.00	30		14.3710
Sig.		.112	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w6

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	14.0989	
95.00	30	14.1983	
75.00	30		15.9093
Sig.		.452	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w7

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	11.9620	
95.00	30	12.4207	
75.00	30		13.7633
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w8

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	11.2623	
95.00	30	11.3640	
75.00	30		12.9283
Sig.		.548	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Descriptives

95% Confidence Interval for Mean

Week	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
1.00	30	14.8469	6.6633	1.2717	14.5800	15.1137
1.00	30	14.3260	7.0332	1.3380	14.1111	14.6789
2.00	30	14.3950	7.0344	1.3430	14.0291	14.7759
3.00	30	15.0790	7.5840	1.3946	14.7249	15.3912
4.00	30	13.7890	6.7078	1.2388	13.5131	14.0648
5.00	30	14.3710	7.3037	1.3440	14.0879	14.6541
6.00	30	15.9093	6.9137	1.2544	15.5814	16.2272
7.00	30	13.7633	6.9103	1.2503	13.4875	14.0392
8.00	30	12.8983	7.1141	1.2908	12.6027	13.1940
9.00	30	14.4832	7.1894	1.2995	14.2050	14.7614
10.00	30	13.6880	7.3346	1.3324	13.3325	13.9154
1.00	30	13.3183	7.0584	1.2715	13.0482	13.5895
2.00	30	12.7293	7.0542	1.2628	12.4629	12.9958
3.00	30	12.7807	7.0693	1.2682	12.5180	12.9951
4.00	30	12.2033	7.4696	1.3597	11.8996	12.4970
5.00	30	12.7843	7.6265	1.3927	12.3670	13.2017
6.00	30	14.0989	6.8611	1.2605	13.8126	14.2834
7.00	30	11.9620	7.0068	1.2738	11.6061	12.0979
8.00	30	11.2623	6.8371	1.2489	11.0093	11.4793
9.00	30	12.7543	6.5241	1.2049	12.4128	12.9957
10.00	30	13.7023	7.9483	1.4489	13.1286	13.7719
1.00	30	13.4120	7.4485	1.3709	12.8031	13.5009
2.00	30	12.7807	6.9549	1.2703	12.4890	12.9121
3.00	30	12.9807	7.0099	1.2717	12.7792	13.1896
4.00	30	13.3877	7.4697	1.3773	12.2388	13.5385
5.00	30	12.5283	6.8750	1.2645	12.3405	12.7121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives		
	Minimum	Maximum
temp75 .00	13.52	15.62
1.00	12.88	15.28
2.00	11.92	15.48
3.00	13.21	16.35
4.00	12.43	15.01
5.00	12.76	15.47
6.00	14.37	16.90
7.00	11.94	14.93
8.00	11.83	13.73
Total	11.32	16.90
temp85 .00	12.54	14.26
1.00	12.91	13.87
2.00	12.26	13.38
3.00	12.10	13.37
4.00	11.20	13.51
5.00	11.95	13.93
6.00	13.27	15.08
7.00	11.12	12.60
8.00	10.48	12.02
Total	10.48	15.08
temp95 .00	13.34	14.17
1.00	12.95	13.95
2.00	11.44	13.27
3.00	11.94	14.09
4.00	11.89	13.66
5.00	11.71	13.55

Descriptives			95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
6.00	30	14.1963	.66215	.12083	13.9664	14.4062
7.00	30	12.4007	.50633	.09244	12.2116	12.5897
8.00	30	11.3640	.73910	.13484	11.0880	11.6400
Total	270	12.8587	.62267	.03615	12.7462	12.9693

Descriptives		
	Minimum	Maximum
6.00	12.43	15.26
7.00	11.95	13.33
8.00	9.70	12.66
Total	9.70	15.26

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
temp75	Between Groups	371.634	8	21.454	32.752	.000
	Within Groups	170.966	261	.655		
	Total	342.600	269			
temp85	Between Groups	184.994	8	23.124	126.884	.000
	Within Groups	47.967	261	.182		
	Total	232.961	269			
temp95	Between Groups	168.135	8	21.017	90.115	.000
	Within Groups	60.871	261	.233		
	Total	229.006	269			

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

temp75

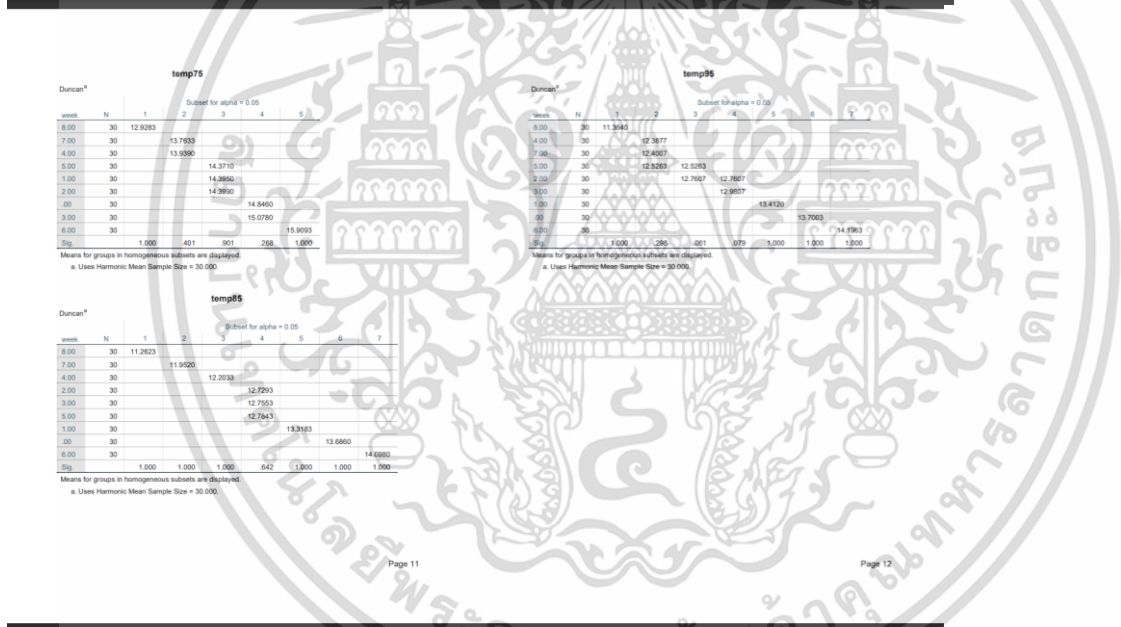
week	N	1	2	3	4	5
6.00	30	12.9283				
7.00	30	13.7033				
4.00	30	13.9390				
5.00	30	14.3710				
1.00	30	14.9860				
2.00	30	14.9950				
.00	30		14.8460			
3.00	30		15.0780			
8.00	30			15.0093		
Sig.	1.000	.401	.901	.268	1.000	

temp95

week	N	1	2	3	4	5	6	7
6.00	30	11.3640						
4.00	30	12.3877						
7.00	30	12.4007						
5.00	30	12.9283						
3.00	30	12.7607						
1.00	30	12.9807						
2.00	30		13.4720					
.00	30			13.7003				
8.00	30				14.1963			
Sig.	.000	1.000	.285	.061	.079	1.000	1.000	1.000

temp85

week	N	1	2	3	4	5	6	7
6.00	30	11.2623						
7.00	30	11.9220						
4.00	30	12.2039						
2.00	30	12.7593						
3.00	30	12.7593						
5.00	30	12.7643						
1.00	30		13.3183					
.00	30			13.6860				
8.00	30				14.0280			
Sig.	1.000	1.000	1.000	.642	1.000	1.000	1.000	1.000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
wband	75.00	30	1147	01308	00208	1088	1795
85.00	30	1763	01008	00184	1716	1791	
95.00	30	1757	01357	00248	1706	1807	
Total	90	1752	01220	00129	1727	1778	
wband	75.00	30	1883	01416	00259	1820	1728
85.00	30	1727	01337	00244	1677	1777	
95.00	30	1840	01810	00294	1800	1780	
Total	90	1883	01486	00167	1852	1714	
wband	75.00	30	1750	01317	00240	1681	1759
85.00	30	1803	00928	00169	1789	1838	
95.00	30	1780	01186	00217	1736	1824	
Total	90	1771	01183	00125	1746	1796	
wband	75.00	30	1717	00874	00140	1684	1749
85.00	30	1713	01408	00257	1661	1766	
95.00	30	1747	01074	00196	1707	1787	
Total	90	1728	01137	00120	1702	1749	
wband	75.00	30	1763	00989	00162	1726	1801
85.00	30	1750	01042	00190	1711	1789	
95.00	30	1703	01129	00206	1661	1745	
Total	90	1739	01078	00114	1716	1761	
wband	75.00	30	1723	01285	00238	1675	1771
85.00	30	1727	01015	00185	1689	1765	
95.00	30	1727	01048	00191	1688	1768	
Total	90	1728	01117	00118	1702	1749	
wband	75.00	30	1727	00944	00172	1681	1762
85.00	30	1713	01167	00213	1670	1757	
95.00	30	1750	00820	00160	1719	1781	
Total	90	1730	00988	00104	1709	1751	
wband	75.00	30	1719	00925	00169	1702	1737
85.00	30	1750	00960	00164	1718	1784	
95.00	30	1743	01006	00184	1706	1781	
Total	90	1743	00937	00099	1724	1763	
wband	75.00	30	1723	01040	00190	1684	1762
85.00	30	1758	01119	00204	1699	1772	
95.00	30	1747	00900	00164	1713	1780	
Total	90	1733	01017	00107	1702	1755	

Page 1

Descriptives			
	Minimum	Maximum	
wband	75.00	16	23
85.00	16	20	
95.00	15	21	
Total	15	23	
wband	75.00	14	19
85.00	14	19	
95.00	12	20	
Total	12	20	
wband	75.00	16	20
85.00	16	20	
95.00	15	20	
Total	15	20	
wband	75.00	16	19
85.00	14	20	
95.00	15	20	
Total	14	20	
wband	75.00	15	20
85.00	15	20	
95.00	15	19	
Total	15	19	
wband	75.00	16	19
85.00	16	19	
95.00	15	19	
Total	15	19	
wband	75.00	15	18
85.00	16	19	
95.00	16	19	
Total	16	19	

Page 2

```

DATABASE ACTIVATE Database1.
OPENBY temp75 temp85 temp95 by week
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTFIX=CHECKS ALPHA(0,05).
Oneway
[DataSet1] D:\พจนานุกรม\ Toshiba\งานวิจัย\งานวิจัย\ค่า value\week.sav

```

Descriptives							
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
temp75	0.00	30	823177	42297	11372	158653	184023
1.00	30	169833	67756	12370	147303	172363	
2.00	30	158043	59852	10200	154315	161772	
3.00	30	159357	111642	20383	151788	184125	
4.00	30	163273	103294	19869	153416	173130	
5.00	30	166877	102871	18417	161309	170446	
6.00	30	137193	135718	21127	132872	141514	
7.00	30	142207	105449	19252	138359	146234	
8.00	30	141573	82638	15087	138468	144859	
Total	270	154586	142843	88737	151264	157907	
temp85	0.00	30	161637	80057	11847	151377	169946
1.00	30	156883	59443	10862	154664	159083	
2.00	30	143243	80208	10254	141555	144831	
3.00	30	138743	61798	12012	134287	133200	
4.00	30	141523	100081	19264	137993	145974	
5.00	30	141583	120488	23833	131811	149940	
6.00	30	120307	110000	20446	116125	124489	
7.00	30	130042	92090	16813	126601	133479	
8.00	30	129097	99349	18138	125387	132806	
Total	270	131848	148574	88798	131748	141213	
temp95	0.00	30	151130	10088	10351	143867	153343
1.00	30	151030	71432	13965	146178	153884	
2.00	30	137510	34566	66311	131619	138801	
3.00	30	128787	85490	11957	124341	133232	
4.00	30	145543	75542	13970	141723	149364	
5.00	30	136127	114300	20976	131867	141389	

Page 1

Descriptives			
	Minimum	Maximum	
temp75	0.00	15011	17115
1.00	8972	18033	
2.00	13255	15154	
3.00	13281	18108	
4.00	14154	18157	
5.00	13271	1787	
6.00	11633	16112	
7.00	12281	16786	
8.00	12611	15800	
9.00	11663	16167	
10.00	12281	16786	
11.00	12281	16786	
12.00	12281	16786	
13.00	12281	16786	
14.00	12281	16786	
15.00	12281	16786	
16.00	12281	16786	
17.00	12281	16786	
18.00	12281	16786	
19.00	12281	16786	
20.00	12281	16786	
21.00	12281	16786	
22.00	12281	16786	
23.00	12281	16786	
24.00	12281	16786	
25.00	12281	16786	
26.00	12281	16786	
27.00	12281	16786	
28.00	12281	16786	
29.00	12281	16786	
30.00	12281	16786	

Page 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
w0	75.00	15.01
85.00	14.01	16.72
95.00	14.03	16.00
Total	14.01	17.15
w1	75.00	15.72
85.00	14.82	16.87
95.00	11.50	15.81
Total	11.50	18.03
w2	75.00	13.05
85.00	13.55	15.27
95.00	12.54	14.29
Total	12.54	17.04
w3	75.00	13.28
85.00	12.32	14.73
95.00	11.73	14.28
Total	11.73	18.03
w4	75.00	14.54
85.00	11.77	17.21
95.00	13.56	16.08
Total	11.77	18.57
w5	75.00	13.27
85.00	11.96	16.88
95.00	11.34	16.02
Total	11.34	17.87
w6	75.00	11.63
85.00	10.41	14.79
95.00	10.27	12.87
Total	10.27	16.12
w7	75.00	12.23
85.00	11.56	14.72
95.00	10.97	15.37
Total	10.97	15.93
w8	75.00	12.61
85.00	11.82	15.24

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
95.00	30	12.1037	1.17307	2.1417	11.6636	12.5417
Total	90	13.0569	1.30931	1.3801	12.7827	13.3311

Descriptives

	Minimum	Maximum
95.00	10.67	15.16
Total	10.67	15.00

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
w0	Between Groups	18.380	2	9.190	25.664	.000
	Within Groups	31.154	87	.358		
	Total	49.534	89			
w1	Between Groups	55.081	2	27.791	59.897	.000
	Within Groups	40.501	87	.466		
	Total	96.083	89			
w2	Between Groups	67.303	2	33.676	76.486	.000
	Within Groups	30.306	87	.348		
	Total	105.609	89			
w3	Between Groups	157.974	2	78.987	111.974	.000
	Within Groups	61.137	87	.703		
	Total	219.111	89			
w4	Between Groups	78.178	2	39.089	42.449	.000
	Within Groups	80.113	87	.921		
	Total	158.292	89			
w5	Between Groups	70.543	2	35.272	26.130	.000
	Within Groups	117.838	87	1.355		
	Total	188.381	89			
w6	Between Groups	102.034	2	51.017	83.958	.000
	Within Groups	52.258	87	.601		
	Total	154.292	89			

Page 7

Page 8

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.		
w7	Between Groups	27.980	2	13.990	12.417	.000
	Within Groups	16.023	87	1.127		
	Total	44.003	89			
w8	Between Groups	64.239	2	32.119	31.634	.000
	Within Groups	48.334	87	1.810		
	Total	112.572	89			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

w0

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05.

sample	N	1	2	3
95.00	30	15.110		
85.00	30	15.6037		
75.00	30		16.2177	
		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w1

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05.

sample	N	1	2	3
95.00	30	15.1030		
85.00	30	15.6983		
75.00	30		16.9833	
		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w2

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05.

sample	N	1	2	3
95.00	30	13.7514		
85.00	30	14.3243		
75.00	30		15.0049	
		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w3

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05.

sample	N	1	2	3
95.00	30	12.8787		
85.00	30	13.6743		
75.00	30		15.5967	
		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w4

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05.

sample	N	1	2	3
95.00	30	14.1953		
85.00	30	16.5643		
75.00	30		16.5273	
		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 9

Page 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w5

Duncan* Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	13.6127	
85.00	30	14.1043	
75.00	30		15.6877
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w6

Duncan* Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2	3
85.00	30	11.1537		
85.00	30		12.0307	
75.00	30			13.7193
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w7

Duncan* Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	13.0040	
85.00	30	13.0960	
75.00	30		14.2297
Sig.		.761	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 11
Page 12

w2brix

Duncan* Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
75.00	30	9.6700	
85.00	30		9.8100
85.00	30		9.8133
Sig.		1.000	.522

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Oneway

[Dataset] "brix" Variable: "brix" Value: "1" Test: "Levene"

DESCRIPTIVES brix. Dataset1.
 DISPLAY WIDTH=80 WIDTH=80 WIDTH=80 WIDTH=80 WIDTH=80 WIDTH=80 BY sample
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /MISSING=ANALYSIS
 /POSTHOC=HSD(BN ALPHA(0.05)).

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
Levene	75.00	30	1.0220	.01138	.00201	1.0179	1.0263
	85.00	30	1.0193	.00254	.00046	0.9184	1.0203
	85.00	30	1.0163	.00490	.00089	1.0145	1.0182
Total	90	1.0192	.00733	.00079		1.0176	1.0200
Walden	75.00	30	1.0185	.00481	.00064	1.0166	1.0204
	85.00	30	1.0146	.00485	.00070	1.0121	1.0171
	85.00	30	1.0127	.00450	.00062	1.0100	1.0143
Total	90	1.0157	.00520	.00055		1.0146	1.0168
Walden	75.00	30	1.0267	.00491	.00037	1.0126	1.0387
	85.00	30	1.0200	.00690	.00090	1.0200	1.0200
	85.00	30	1.0200	.00690	.00090	1.0200	1.0200
Total	90	1.0208	.00746	.00076		1.0205	1.0211
Walden	85.00	30	1.0219	.00216	.00015	1.0177	1.0261
	85.00	30	1.0293	.00254	.00046	1.0284	1.0303
	85.00	30	1.0300	.00000	.00000	1.0300	1.0300
Total	90	1.0300	.00000	.00000		1.0300	1.0300
Walden	75.00	30	1.0283	.00379	.00069	1.0269	1.0297
	85.00	30	1.0247	.00507	.00068	1.0228	1.0266
	85.00	30	1.0213	.00346	.00053	1.0200	1.0226
Total	90	1.0248	.00502	.00063		1.0237	1.0259
Walden	75.00	30	1.0247	.00507	.00063	1.0223	1.0269
	85.00	30	1.0240	.00675	.00123	1.0215	1.0265
	85.00	30	1.0240	.00583	.00103	1.0219	1.0261
Total	90	1.0242	.00580	.00091		1.0230	1.0254
Walden	75.00	30	1.0283	.00507	.00062	1.0254	1.0272
	85.00	30	1.0233	.00611	.00121	1.0208	1.0258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
w1den	75.00	1.01
85.00	1.01	1.02
95.00	1.01	1.02
Total	1.01	1.02
w1den	75.00	1.01
85.00	1.01	1.02
95.00	1.01	1.02
Total	1.01	1.02
w1den	75.00	1.01
85.00	1.02	1.02
95.00	1.01	1.03
Total	1.01	1.21
w1den	75.00	1.02
85.00	1.03	1.03
95.00	1.03	1.03
Total	1.02	1.03
w1den	75.00	1.02
85.00	1.02	1.03
95.00	1.02	1.03
Total	1.02	1.03
w1den	75.00	1.02
85.00	1.00	1.03
95.00	1.02	1.04
Total	1.00	1.04
w1den	75.00	1.02
85.00	1.00	1.03
95.00	1.00	1.03

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
95.00	30	1.0203	.00669	.00122	1.0178	1.0228	
Total	90	1.0230	.00644	.00098	1.0217	1.0243	
w1den	75.00	30	1.0293	.00585	.00106	1.0272	1.0315
85.00	30	1.0283	.00609	.00128	1.0257	1.0309	
95.00	30	1.0303	.00718	.00131	1.0277	1.0330	
Total	90	1.0293	.00667	.00070	1.0279	1.0307	
w1den	75.00	30	1.0280	.00551	.00101	1.0259	1.0301
85.00	30	1.0280	.00714	.00130	1.0253	1.0307	
95.00	30	1.0300	.00743	.00136	1.0272	1.0328	
Total	90	1.0287	.00674	.00071	1.0273	1.0301	

Descriptives

	Minimum	Maximum
95.00	1.00	1.03
Total	1.00	1.03
w1den	75.00	1.02
85.00	1.00	1.04
95.00	1.01	1.04
Total	1.00	1.04
w1den	75.00	1.02
85.00	1.00	1.04
95.00	1.01	1.04
Total	1.00	1.04

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
w1den	.000	2	.000	4.532	.013
Within Groups	.005	87	.000		
Total	.005	89			
w1den	.000	2	.000	11.007	.000
Within Groups	.002	87	.000		
Total	.002	89			
w1den	.001	2	.000	766	.009
Within Groups	.036	87	.000		
Total	.036	89			
w1den	.000	2	.000	2.077	.152
Within Groups	.000	87	.000		
Total	.000	89			
w1den	.001	2	.000	21.190	.000
Within Groups	.002	87	.000		
Total	.002	89			
w1den	.000	2	.000	129	.879
Within Groups	.003	87	.000		
Total	.003	89			
w1den	.000	2	.000	4.894	.029
Within Groups	.003	87	.000		
Total	.004	89			
w1den	.000	2	.000	669	.515
Within Groups	.004	87	.000		
Total	.004	89			
w1den	.000	2	.000	.879	.410
Within Groups	.004	87	.000		
Total	.004	89			

w1den

Descriptives^a

Sum of Squares = 0.05

Sample	N	Mean	Std. Deviation
95.00	30	1.0163	.012
85.00	30	1.0193	1.0183
75.00	30	1.0229	1.0229
Total	90	1.0197	.017

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w1den

Descriptives^a

Sum of Squares = 0.05

Sample	N	Mean	Std. Deviation
95.00	30	1.0127	.012
85.00	30	1.0150	1.0150
75.00	30	1.0183	1.0183
Total	90	1.0150	.015

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w2den

Descriptives^a

Sum of Squares = 0.05

Sample	N	Mean	Std. Deviation
95.00	30	1.0200	.012
85.00	30	1.0200	1.0200
75.00	30	1.0207	1.0207
Total	90	1.0207	.011

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w3den

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1
75.00	30	1.0293
85.00	30	1.0300
95.00	30	1.0300
Sig.		.099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w6den

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	1.0293	
85.00	30	1.0293	1.0293
75.00	30		1.0293
Sig.		.083	.213

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w4den

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2	3
85.00	30	1.0213		
85.00	30		1.0247	
75.00	30			1.0283
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w7den

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1
85.00	30	1.0283
75.00	30	1.0293
95.00	30	1.0303
Sig.		.280

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w5den

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1
85.00	30	1.0240
85.00	30	1.0240
75.00	30	1.0247
Sig.		.682

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Descriptives

temp75	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	30	1.0220	.01126	.02506	1.0178	1.0282
2.00	30	1.0183	.00461	.00084	1.0196	1.0201
3.00	30	1.0297	.02491	.00674	1.0126	1.0469
4.00	30	1.0293	.0214	.00449	1.0248	1.0338
5.00	30	1.0247	.00379	.00069	1.0239	1.0256
6.00	30	1.0253	.00507	.00093	1.0234	1.0272
7.00	30	1.0299	.0140	.00194	1.0272	1.0316
8.00	30	1.0280	.0051	.00079	1.0272	1.0301
9.00	270	1.0297	.01319	.00080	1.0241	1.0353
Temp75	30	1.0193	.0254	.00448	1.0154	1.0233
1.00	30	1.0160	.00498	.00081	1.0141	1.0179
2.00	30	1.0050	.0000	.00000	1.0050	1.0050
3.00	30	1.0300	.0000	.00000	1.0300	1.0300
4.00	30	1.0247	.00507	.00093	1.0224	1.0270
5.00	30	1.0246	.00475	.00073	1.0215	1.0276
6.00	30	1.0233	.00691	.00123	1.0209	1.0258
7.00	30	1.0283	.00999	.00167	1.0257	1.0309
8.00	30	1.0280	.0074	.00130	1.0253	1.0307
Total	270	1.0237	.00977	.00041	1.0220	1.0254
temp95	30	1.0183	.00490	.00089	1.0149	1.0217
1.00	30	1.0127	.00430	.00082	1.0110	1.0144
2.00	30	1.0200	.0040	.00044	1.0190	1.0210
3.00	30	1.0300	.0000	.00000	1.0300	1.0300
4.00	30	1.0213	.0044	.00063	1.0200	1.0226
5.00	30	1.0240	.0066	.00103	1.0219	1.0261
6.00	30	1.0203	.0060	.00122	1.0178	1.0228
7.00	30	1.0303	.0074	.00111	1.0279	1.0327
8.00	30	1.0300	.0073	.00120	1.0272	1.0328
Total	270	1.0228	.0079	.00048	1.0218	1.0237

DATAVIEW ACTIVATE DataSet1.
 ONEWAY temp75 temp95 temp95 BY week
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
 /Oneway
 [DataSet1] Di:ค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยต่อสัปดาห์

Page 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
temp75 .00	1.01	1.08
1.00	1.01	1.03
2.00	1.01	1.21
3.00	1.02	1.03
4.00	1.02	1.03
5.00	1.02	1.03
7.00	1.02	1.04
8.00	1.02	1.04
Total	1.01	1.21
temp85 .00	1.01	1.02
1.00	1.01	1.02
2.00	1.02	1.02
3.00	1.03	1.03
4.00	1.02	1.03
5.00	1.00	1.03
6.00	1.00	1.03
7.00	1.00	1.04
8.00	1.00	1.04
Total	1.00	1.04
temp95 .00	1.01	1.02
1.00	1.01	1.02
2.00	1.01	1.03
3.00	1.03	1.03
4.00	1.02	1.03
5.00	1.00	1.03
6.00	1.00	1.03
7.00	1.01	1.04
8.00	1.01	1.04
Total	1.00	1.04

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
temp75 Between Groups	.003	8	.000	2.420	.015
Within Groups	.044	261	.000		
Total	.047	269			
temp85 Between Groups	.005	8	.001	23.704	.000
Within Groups	.007	261	.000		
Total	.012	269			
temp95 Between Groups	.010	8	.001	44.180	.000
Within Groups	.007	261	.000		
Total	.017	269			

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

temp75

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05

work	N	1	2
1.00	30	1.0183	
.00	30	1.0220	1.0220
5.00	30	1.0247	1.0247
6.00	30	1.0253	1.0253
2.00	30		1.0257
8.00	30		1.0280
4.00	30		1.0283
7.00	30		1.0293
3.00	30		1.0293
Sig.		.055	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
^a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

temp85

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05

work	N	1	2	3	4
1.00	30	1.0180			
.00	30	1.0193	1.0193		
2.00	30	1.0220			
6.00	30		1.0233		
5.00	30		1.0240		
4.00	30		1.0247		
8.00	30			1.0280	
7.00	30			1.0283	
3.00	30			1.0300	
Sig.		1.000	.622	.356	.364

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
^a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

temp95

Duncan^a

Subset for alpha = 0.05

work	N	1	2	3	4	5
1.00	30	1.0127				
.00	30	1.0163	1.0163			
2.00	30	1.0200				
6.00	30		1.0203			
4.00	30		1.0213			
5.00	30			1.0240		
8.00	30				1.0260	
3.00	30				1.0290	
7.00	30				1.0303	
Sig.		1.000	1.000	.336	1.000	.818

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
^a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000

Oneway

STATISTICS: Descriptives, ANOVA, Residuals, Homogeneity of Variance

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
temp75 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	1.0183	.00007	.00003	1.01827	1.01833
2.00	30	1.0220	.00009	.00004	1.02192	1.02208
3.00	30	1.0257	.00014	.00006	1.02559	1.02581
4.00	30	1.0283	.00014	.00006	1.02819	1.02847
5.00	30	1.0247	.00017	.00008	1.02459	1.02485
6.00	30	1.0253	.00017	.00008	1.02521	1.02539
7.00	30	1.0293	.00019	.00009	1.02919	1.02947
8.00	30	1.0280	.00019	.00009	1.02789	1.02811
Total	270	1.0227	.00015	.00007	1.02250	1.02294
temp85 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	1.0180	.00007	.00003	1.01797	1.01803
2.00	30	1.0220	.00009	.00004	1.02196	1.02204
3.00	30	1.0260	.00014	.00006	1.02594	1.02606
4.00	30	1.0240	.00014	.00006	1.02394	1.02406
5.00	30	1.0247	.00017	.00008	1.02469	1.02475
6.00	30	1.0240	.00017	.00008	1.02394	1.02406
7.00	30	1.0280	.00019	.00009	1.02791	1.02809
8.00	30	1.0283	.00019	.00009	1.02821	1.02845
Total	270	1.0248	.00015	.00007	1.02471	1.02489
temp95 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	1.0127	.00007	.00003	1.01267	1.01273
2.00	30	1.0163	.00009	.00004	1.01626	1.01634
3.00	30	1.0200	.00014	.00006	1.01994	1.02006
4.00	30	1.0213	.00014	.00006	1.02124	1.02136
5.00	30	1.0240	.00017	.00008	1.02392	1.02408
6.00	30	1.0240	.00017	.00008	1.02392	1.02408
7.00	30	1.0290	.00019	.00009	1.02891	1.02909
8.00	30	1.0290	.00019	.00009	1.02891	1.02909
Total	270	1.0239	.00015	.00007	1.02382	1.02398

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives		
	Minimum	Maximum
temp75 .00	.00	.00
1.00	.59	3.18
2.00	.74	4.80
3.00	1.02	4.73
4.00	1.38	3.91
5.00	1.24	3.89
6.00	2.37	5.23
7.00	1.89	4.98
8.00	1.82	4.44
Total	.00	5.23
temp85 .00	.00	.00
1.00	.42	1.35
2.00	1.45	3.13
3.00	2.28	4.56
4.00	1.12	4.54
5.00	2.82	4.56
6.00	2.39	6.16
7.00	3.37	4.82
8.00	2.32	5.05
Total	.00	6.16
temp95 .00	.00	.00
1.00	.29	3.08
2.00	2.13	5.58
3.00	3.17	5.27
4.00	2.77	4.80
5.00	2.74	5.13
6.00	4.45	7.31
7.00	3.25	5.33
8.00	3.18	6.31
Total	.00	7.31

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
temp75	Between Groups	304.331	8	38.041	81.848	.000
	Within Groups	121.162	261	.464		
	Total	425.493	269			
temp85	Between Groups	583.158	8	72.895	221.912	.000
	Within Groups	85.735	261	.328		
	Total	668.893	269			
temp95	Between Groups	752.099	8	97.762	315.848	.000
	Within Groups	80.837	261	.310		
	Total	832.936	269			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Duncan^a

temp75

Subset for alpha = 0.05

week	N	1	2	3	4	5	6	7
.00	30	.0000						
1.00	30		1.6883					
2.00	30		1.9241	1.9241				
4.00	30		2.2688	2.2688	2.2688			
5.00	30			2.5479	2.5479			
3.00	30				2.6972			
6.00	30					3.0554		
7.00	30						3.0677	
8.00	30							4.0253
Sig.		1.000	.132	.058	.114	.387	.044	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 2 Page 3

temp85									
		Subset for alpha = 0.05							
week	N	1	2	3	4	5	6	7	8
.00	30	.0000							
1.00	30		7.024						
2.00	30		2.2060	2.2060					
4.00	30			2.9127	2.9127				
3.00	30				3.3888	3.3888			
5.00	30					3.7167			
7.00	30						3.8388		
8.00	30							3.9544	
6.00	30								4.7328
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.112	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp85									
		Subset for alpha = 0.05							
week	N	1	2	3	4	5	6	7	8
.00	30	.0000							
1.00	30		1.1937						
2.00	30			3.1745	3.1745				
4.00	30				3.894	3.894			
5.00	30					3.9028			
7.00	30						4.3881		
3.00	30							4.2463	
8.00	30								4.9142
6.00	30								5.660
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.910	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 4 Page 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ONEWAY w0 w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7 w8 BY sample
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=ORDINAL ALPHA(0.05).

Oneway

Descriptives						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
w0	75.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000
	85.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000
	95.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000
Total	90	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
w1	75.00	30	1.6683	.58627	1.0883	1.4487
	85.00	30	.7824	.22195	.48402	.7095
	95.00	30	1.1327	.40200	.12238	.8854
Total	90	1.1881	.64003	.06746	1.0641	1.3322
w2	75.00	30	1.9341	.76419	1.3952	1.6487
	85.00	30	2.2909	.49206	.89300	2.1105
	95.00	30	3.1765	.68254	1.2461	2.9186
Total	90	2.4531	.82826	.09731	2.2897	2.6366
w3	75.00	30	2.6972	.86798	1.6647	2.3731
	85.00	30	3.3888	.52182	.99227	3.1939
	95.00	30	4.3483	.82357	.99539	4.1568
Total	90	3.4774	.94121	.09921	3.2803	3.6745
w4	75.00	30	2.2688	.66514	1.0318	2.0578
	85.00	30	2.9127	.62349	1.1363	2.6799
	95.00	30	3.6984	.64710	.86000	3.3196
Total	90	2.8936	.74171	.07618	2.7383	3.0480
w5	75.00	30	2.5479	.60797	1.1100	2.3309
	85.00	30	3.7047	.48950	.89371	3.5335
	95.00	30	3.9028	.82394	.99549	3.7075
Total	90	3.3882	.78944	.06427	3.2177	3.5528
w6	75.00	30	4.0253	.68911	1.2581	3.7680
	85.00	30	4.7205	.68703	1.6195	4.3993
	95.00	30	5.6024	.59511	.99552	5.4399
Total	90	4.7987	.97465	.10274	4.6848	5.0028
w7	75.00	30	3.0677	.75249	1.3739	2.7607
	85.00	30	3.8388	.68103	1.2434	3.5945

Descriptives

	Minimum	Maximum
w0	75.00	.00
	85.00	.00
	95.00	.00
Total	.00	.00
w1	75.00	.29
	85.00	.42
	95.00	.29
Total	.29	3.68
w2	75.00	.34
	85.00	1.45
	95.00	2.13
Total	.74	5.98
w3	75.00	1.62
	85.00	2.59
	95.00	3.17
Total	1.02	5.27
w4	75.00	1.28
	85.00	1.12
	95.00	1.12
Total	1.12	4.80
w5	75.00	1.24
	85.00	2.62
	95.00	2.74
Total	1.24	5.13
w6	75.00	2.37
	85.00	2.96
	95.00	2.96
Total	2.36	7.31
w7	75.00	1.89
	85.00	2.37
	95.00	2.37
Total	2.37	6.16

Descriptives						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
95.00	30	4.3301	.23459	.03910	4.2564	4.4039
Total	90	3.7485	.53769	.08630	3.5701	3.9210
w8	75.00	30	3.9554	.88873	1.6566	2.7309
	85.00	30	3.9544	.78955	1.3909	3.4708
	95.00	30	4.0143	.72477	1.5483	4.6856
Total	90	3.9747	1.26228	1.1520	3.2468	4.2026

Descriptives	
	Minimum
95.00	3.25
Total	1.89
w8	1.92
85.00	2.32
95.00	3.18
Total	1.92

ANOVA						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
w0	Customer Groups	1.000	2	.000		
	Within Groups	1.000	87	.011		
	Total	1.000	89			
w1	Customer Groups	11.645	2	5.844	.004	
	Within Groups	24.792	87	.285		
	Total	36.437	89			
w2	Customer Groups	24.923	2	12.286	.000	
	Within Groups	16.843	87	.419		
	Total	41.766	89			
w3	Customer Groups	141.148	2	70.574	.000	
	Within Groups	37.605	87	.433		
	Total	178.753	89			
w4	Customer Groups	22.753	2	11.367	.000	
	Within Groups	26.229	87	.301		
	Total	48.982	89			
w5	Customer Groups	37.131	2	18.565	.000	
	Within Groups	24.749	87	.284		
	Total	61.880	89			
w6	Customer Groups	19.303	2	9.659	.000	
	Within Groups	41.206	87	.500		
	Total	60.509	89			
w7	Customer Groups	24.294	2	12.147	.000	
	Within Groups	38.159	87	.439		
	Total	62.453	89			
w8	Customer Groups	51.932	2	25.966	.000	
	Within Groups	58.401	87	.670		
	Total	110.333	89			

Post Hoc Tests
 Homogeneous Subsets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan ^a w1				
sample	N	1	2	3
75.00	30	7924		
85.00	30	11337		
95.00	30		11683	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Duncan ^a w2				
sample	N	1	2	3
75.00	30	1.8341		
85.00	30	2.2809		
95.00	30		3.1745	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Duncan ^a w3				
sample	N	1	2	3
75.00	30	2.8872		
85.00	30	3.3888		
95.00	30		4.3403	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Duncan ^a w4				
sample	N	1	2	3
75.00	30	2.2688		
85.00	30	2.9127		
95.00	30		3.4994	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Duncan ^a w5				
sample	N	1	2	3
75.00	30	2.5479		
85.00	30	3.1047		
95.00	30		3.9028	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Duncan ^a w6				
sample	N	1	2	3
75.00	30	4.0253		
85.00	30	4.7305		
95.00	30		5.6494	
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 5

Page 6

Page 7

Page 8

Page 9

Page 10

Page 11

Page 12

Page 13

Page 14

Page 15

Page 16

Page 17

Page 18

Page 19

Page 20

Page 21

Page 22

Page 23

Page 24

Page 25

Page 26

Page 27

Page 28

Page 29

Page 30

Page 31

Page 32

Page 33

Page 34

Page 35

Page 36

Page 37

Page 38

Page 39

Page 40

Page 41

Page 42

Page 43

Page 44

Page 45

Page 46

Page 47

Page 48

Page 49

Page 50

Page 51

Page 52

Page 53

Page 54

Page 55

Page 56

Page 57

Page 58

Page 59

Page 60

Page 61

Page 62

Page 63

Page 64

Page 65

Page 66

Page 67

Page 68

Page 69

Page 70

Page 71

Page 72

Page 73

Page 74

Page 75

Page 76

Page 77

Page 78

Page 79

Page 80

Page 81

Page 82

Page 83

Page 84

Page 85

Page 86

Page 87

Page 88

Page 89

Page 90

Page 91

Page 92

Page 93

Page 94

Page 95

Page 96

Page 97

Page 98

Page 99

Page 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
HF .00	54.00	55.23
1.00	52.79	53.60
2.00	52.77	55.36
3.00	53.23	55.34
4.00	53.23	54.37
5.00	53.29	54.51
6.00	51.10	53.33
7.00	49.97	51.51
8.00	50.36	51.91
Total	49.97	55.36
CF .00	54.66	55.62
1.00	54.49	55.27
2.00	53.70	55.01
3.00	53.67	54.45
4.00	54.20	55.24
5.00	51.59	53.28
6.00	51.29	52.67
7.00	51.04	52.58
8.00	50.84	51.59
Total	50.84	55.62
HPP .00	55.09	56.25
1.00	53.92	54.43
2.00	53.22	54.65
3.00	52.99	54.74
4.00	51.70	52.68

Descriptives

	Minimum	Maximum
5.00	50.88	51.90
6.00	50.86	52.50
7.00	50.88	52.90
8.00	50.40	51.68
Total	50.40	56.25

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
HF	Between Groups	149.277	8	18.660	69.979	.000
	Within Groups	19.199	72	.267		
	Total	168.476	80			
CF	Between Groups	182.139	8	22.767	153.696	.000
	Within Groups	10.866	72	.149		
	Total	193.005	80			
HPP	Between Groups	193.450	8	24.181	102.367	.000
	Within Groups	17.094	72	.236		
	Total	210.544	80			

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
5.00	9	51.3267	.37440	.12480	51.0809	51.5725
6.00	9	51.4900	.61650	.20550	51.0761	51.9039
7.00	9	51.5822	.67666	.22555	51.0821	52.1023
8.00	9	50.8778	.49818	.16505	50.5179	51.2377
Total	36	52.7356	1.62194	.26922	52.3769	53.0943

Duncan^a

HF

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

week	N	1	2	3	4	5	6
7.00	9	50.9544					
8.00	9	51.0289					
6.00	9	52.1978					
1.00	9		53.1178				
4.00	9			53.7644			
5.00	9				53.9178		
2.00	9					54.3900	
3.00	9						54.4932
.00	9						
Sig.		.761	1.000	1.000	.566	.356	.302

CF

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

week	N	1	2	3	4	5	6
8.00	9	51.1500					
7.00	9	51.4322	51.4322				
6.00	9		51.7000				
5.00	9			52.6222			
3.00	9				54.1344		
2.00	9					54.4211	
4.00	9						54.6300
1.00	9						54.7533
.00	9						
Sig.		.124	.144	1.000	.118	.087	.002

Duncan^a

HPP

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

week	N	1	2	3	4	5
6.00	9	51.0778				
5.00	9	51.3267	51.3267			
7.00	9		51.4900	51.4900		
2.00	9			51.5822	51.5822	
1.00	9				51.9459	
3.00	9					53.8011
2.00	9					
1.00	9					53.8256
.00	9					
Sig.		.054	.308	.067	.529	1.000

Oneway

(Data=54:0)

INCLUDE ACTUATE DISPLAY
DISPLAY 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 help
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/PERSISTENT DISPLAYS
/NONPROBABILITY ALPHA(0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
L0	1.00	9	54.6111	.35382	11794	54.3391	54.8831
	2.00	9	55.1111	.30739	10246	54.8748	55.3474
	3.00	9	55.5922	.46116	15039	55.2654	55.9309
Total	27	55.1048	.54483	10485	54.8853	55.3203	
L1	1.00	9	53.1178	.28070	89357	52.8620	53.3335
	2.00	9	54.7533	.23495	87832	54.5727	54.9339
	3.00	9	54.1736	.18324	86108	54.0347	54.3164
Total	27	54.0156	.27653	13842	53.7282	54.3030	
L2	1.00	9	54.3900	.49953	16531	54.0086	54.7712
	2.00	9	54.4211	.45004	15001	54.0752	54.7670
	3.00	9	53.8256	.43778	14583	53.4890	54.1621
Total	27	54.2122	.52418	10088	54.0049	54.4196	
L3	1.00	9	54.4322	.60943	20014	53.8448	54.8999
	2.00	9	54.1344	.30274	10091	53.9017	54.3672
	3.00	9	53.8011	.63248	21083	53.3149	54.2873
Total	27	54.1293	.59807	11529	53.8823	54.3682	
L4	1.00	9	53.7844	.40582	13021	53.4727	54.0962
	2.00	9	54.6300	.28216	12072	54.3516	54.9084
	3.00	9	51.9489	.31633	10511	51.7965	52.1913
Total	27	53.4544	1.19258	22951	52.5827	53.8282	
L5	1.00	9	53.9178	.41255	13782	53.6007	54.2349
	2.00	9	52.6222	.56173	18724	52.1954	53.0540
	3.00	9	51.3287	.31440	12480	51.0389	51.6145
Total	27	52.6222	1.16387	22399	52.1618	53.0826	
L6	1.00	9	52.1878	.80380	26793	51.5799	52.8156
	2.00	9	51.7000	.41348	13782	51.3822	52.0178
	3.00	9	51.4900	.61850	20550	51.0181	51.9639
Total	27	51.7859	.67810	13050	51.5277	52.0442	
L7	1.00	9	50.8544	.50143	16721	50.5689	51.3400
	2.00	9	51.4322	.47354	15758	51.0679	51.7955
	3.00	9	51.5822	.67666	22555	51.0621	52.1023
Total	27	51.3230	.60152	11576	51.0850	51.5909	
L8	1.00	9	51.0389	.43036	10719	50.6072	51.4696
	2.00	9	51.1500	.21691	87230	50.9833	51.3187

Page 6

Descriptives

	N	Minimum	Maximum
	2.00	54.66	55.62
	3.00	55.09	55.25
Total	27	54.00	55.25
L1	1.00	52.79	53.60
	2.00	54.49	55.27
	3.00	53.92	54.43
Total	27	52.79	55.27
L2	1.00	53.77	55.36
	2.00	53.70	55.01
	3.00	53.22	54.65
Total	27	53.22	55.36
L3	1.00	53.23	55.54
	2.00	53.87	54.46
	3.00	52.99	54.74
Total	27	52.99	55.54
L4	1.00	53.23	54.37
	2.00	54.20	55.24
	3.00	51.70	52.68
Total	27	51.70	55.24
L5	1.00	53.29	54.51
	2.00	51.99	53.28
	3.00	50.88	51.90
Total	27	50.88	54.51
L6	1.00	51.10	53.33
	2.00	51.29	52.67
	3.00	50.66	52.50
Total	27	50.66	53.33
L7	1.00	49.87	51.51
	2.00	51.04	52.58
	3.00	50.88	52.90
Total	27	49.87	52.90
L8	1.00	50.37	51.91
	2.00	50.84	51.52

Page 7

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
3.00	9	50.8776	.46818	15606	50.5179	51.2377
Total	27	51.0189	.42580	88195	50.8504	51.1873

Descriptives

	N	Minimum	Maximum
Total	27	50.36	51.91

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
L0	Between Groups	4.332	2	2.166	15.364	.000
	Within Groups	3.386	26	.141		
	Total	7.718	28			
L1	Between Groups	12.383	2	6.192	110.847	.000
	Within Groups	1.341	24	.056		
	Total	13.724	26			
L2	Between Groups	2.623	2	1.312	47.461	.018
	Within Groups	1.521	24	.063		
	Total	4.144	26			
L3	Between Groups	1.998	2	.999	3.085	.064
	Within Groups	7.423	24	.309		
	Total	9.421	26			
L4	Between Groups	31.818	2	15.909	128.385	.000
	Within Groups	3.161	24	.132		
	Total	36.979	26			
L5	Between Groups	30.212	2	15.106	72.404	.000
	Within Groups	6.907	24	.288		
	Total	37.119	26			
L6	Between Groups	2.378	2	1.189	2.940	.070
	Within Groups	6.577	24	.274		
	Total	8.955	26			

Page 8

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
L1	Between Groups	1.938	2	.969	3.187	.083
	Within Groups	7.472	24	.311		
	Total	9.410	26			
L2	Between Groups	1.328	2	.664	.817	.449
	Within Groups	4.380	24	.183		
	Total	5.708	26			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

L0

Subset	alpha	N	Mean
1	.05	9	54.6111
2	.05	9	55.1111
3	.05	9	55.5922

L1

Subset	alpha	N	Mean
1	.05	9	53.1178
2	.05	9	54.1736
3	.05	9	54.7533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L2

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
3.00	9	53.8296	
1.00	9		54.3900
2.00	9		54.4211
Sig.		1.000	.888

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L3

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
3.00	9	53.8011	
2.00	9	54.1344	54.1344
1.00	9		54.4522
Sig.		.216	.237

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L4

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2	3
3.00	9	51.9489		
1.00	9		53.7844	
2.00	9			54.6300
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L5

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2	3
3.00	9	51.3287		
2.00	9		52.8222	
1.00	9			53.9178
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L6

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
3.00	9	51.4000	
2.00	9	51.7000	51.7000
1.00	9		52.1878
Sig.		.487	.108

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L7

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
1.00	9	50.9544	
2.00	9	51.4322	51.4322
3.00	9		51.5822
Sig.		.894	.574

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

L8

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1
3.00	9	52.8778
1.00	9	51.0289
2.00	9	51.1990
Sig.		.214

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

DESCRIPTIVE STATISTICS

DESCRIPTIVE STATISTICS FOR SAMPLE

/STATISTICS: DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

POSTHOC: Duncan (Alpha=0.05)

Oneway

(Database) C:\Program Files\IBM\SPSS\Statistik\spss.exe

Descriptives

9th Coursework for

	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound		
ns	55.00	30	52.6710	1.9948	109.05	51.9636	52.8262
ns_2s	55.25	30	53.8372	4.0752	105.66	53.8852	53.8895
ns_6s	55.67	30	54.6646	53747	10813	53.8642	54.2656
Total	90	83.7384	1.15706	12.196	53.0211	53.1869	
ns_1s	55.00	30	53.1547	2.7177	21.964	51.7171	52.1822
ns_2s	55.25	30	55.1628	10834	10707	51.6524	53.8895
ns_3s	55.50	30	55.2702	13573	11607	53.0529	53.5077
Total	165	83.0569	1.03786	13038	92.8586	53.2742	
ns_4s	55.00	30	61.1277	1.04295	19.807	50.7308	51.5389
ns_5s	55.00	30	55.2067	44972	16213	52.1297	52.4884
ns_6s	55.00	30	61.0409	8448	11273	51.1550	51.1337
Total	165	91.6029	9.0052	25.495	51.4142	51.7895	
ns_7s	55.00	30	49.8309	1.07745	1.9871	49.4277	52.2823
ns_8s	55.00	30	51.3043	43119	19732	51.5423	51.4883
ns_9s	55.00	30	50.4940	48763	10815	50.3127	50.8749
Total	165	50.8428	1.0929	7.0022	49.3400	50.7366	
ns_10s	55.00	30	50.6980	18453	17975	50.3204	51.6566
ns_11s	55.00	30	52.1440	6222	12100	51.8965	52.3815
ns_12s	55.00	30	50.9943	58315	10190	50.7938	51.2028
Total	165	51.2754	1.0956	16318	51.0955	51.4804	
ns_13s	55.00	30	50.8009	7450	6874	49.2213	50.4330
ns_14s	55.00	30	50.9047	5346	10440	50.7032	51.1581
ns_15s	55.00	30	50.8763	49611	30065	50.6509	51.0617
Total	165	50.8203	7752	28150	50.4964	50.7823	
ns_16s	55.00	30	49.5187	8649	16422	49.1828	49.8545
Total	165	50.9288	6505	10763	50.7195	51.1305	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
w0	75.00	50.64
85.00	52.58	54.56
95.00	52.96	55.11
Total	50.64	55.11
w1	75.00	50.50
85.00	52.88	54.39
95.00	51.70	54.84
Total	50.50	54.84
w2	75.00	49.51
85.00	51.20	53.19
95.00	49.65	52.35
Total	49.51	53.19
w3	75.00	47.51
85.00	50.47	52.15
95.00	49.70	51.42
Total	47.51	52.15
w4	75.00	48.95
85.00	50.54	53.38
95.00	49.55	51.90
Total	48.95	53.38
w5	75.00	48.60
85.00	49.95	51.93
95.00	48.91	51.70
Total	48.60	51.93
w6	75.00	48.27
85.00	50.09	52.47

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
95.00	30	50.1370	.53054	.09686	49.9389	50.3351
Total	90	50.1946	.89089	.09399	50.0080	50.3811
w7	75.00	50	50.5003	.95062	.17058	50.2254
85.00	30	51.8210	.82778	.14682	51.5988	52.0554
95.00	30	50.9853	.51340	.09373	50.4918	50.8750
Total	90	51.0282	.91013	.09694	50.8378	51.2188
w8	75.00	30	51.5000	.82262	.15019	51.2018
85.00	30	50.5397	.48776	.08640	52.3650	50.7143
95.00	30	51.2113	.46574	.08503	51.0374	51.3852
Total	90	51.7533	.83069	.08795	51.5793	51.9273

Descriptives

	Minimum	Maximum
95.00	48.44	51.17
Total	48.27	52.47
w7	75.00	49.22
85.00	50.88	53.19
95.00	49.69	51.07
Total	49.22	53.19
w8	75.00	50.54
85.00	51.52	53.34
95.00	50.37	52.08
Total	50.37	53.34

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
w0	Between Groups	71.875	2	35.738	65.213	.000
	Within Groups	47.877	87	.548		
	Total	119.752	89			
w1	Between Groups	46.019	2	23.009	31.192	.000
	Within Groups	55.810	87	.641		
	Total	95.829	89			
w2	Between Groups	22.648	2	11.324	18.874	.000
	Within Groups	49.571	87	.570		
	Total	72.219	89			
w3	Between Groups	32.712	2	16.356	21.027	.000
	Within Groups	45.819	87	.527		
	Total	78.531	89			
w4	Between Groups	35.355	2	17.678	30.832	.000
	Within Groups	49.881	87	.573		
	Total	85.236	89			
w5	Between Groups	13.150	2	6.575	14.280	.000
	Within Groups	40.099	87	.460		
	Total	53.210	89			
w6	Between Groups	30.942	2	15.471	32.031	.000
	Within Groups	48.683	87	.560		
	Total	79.606	89			
w7	Between Groups	28.441	2	14.221	27.324	.000
	Within Groups	45.280	87	.520		
	Total	73.721	89			
w8	Between Groups	39.153	2	19.577	38.311	.000
	Within Groups	32.280	87	.371		
	Total	71.433	89			

Post Hoc Tests
Homogeneous Subsets

w0

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
95.00	30	50.1370	.53054	.09686
85.00	30	51.8210	.82778	.14682
75.00	30	50.9853	.51340	.09373

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w1

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
95.00	30	50.5003	.95062	.17058
85.00	30	51.8210	.82778	.14682
75.00	30	50.1370	.53054	.09686

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w2

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
95.00	30	51.5000	.82262	.15019
85.00	30	50.5397	.48776	.08640
75.00	30	49.5050	.51340	.09373

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w3				
Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05		
sample	N	1	2	3
75.00	30	49.8300		
85.00	30		50.4940	
85.00	30			51.3043
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w4			
Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05	
sample	N	1	2
75.00	30	50.6880	
85.00	30	50.8943	
85.00	30		52.1440
Sig.		.521	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w5			
Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05	
sample	N	1	2
75.00	30	50.0800	
85.00	30	50.8763	
85.00	30		50.9047
Sig.		1.000	.872

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

```

DATASET ACTIVATE DataSet1.
ONeway temp15 temp16 temp17 by week
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOV=HONCAN ALPHA(0.05).
    
```

Oneway

[DataSet1] C:\พจนานุกรม\Toshiba\พจนานุกรม\value\week.sav

temp15	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	30	52.0710	1.08046	.19509	51.6759	52.4782
2.00	30	52.1947	1.17177	.21384	51.7731	52.6162
3.00	30	51.1277	1.06295	.19407	50.7308	51.5246
4.00	30	49.8300	1.07745	.19871	49.4277	50.2323
5.00	30	50.6880	.98423	.17879	50.3204	51.0556
6.00	30	50.8900	.89180	.16771	49.7270	50.0530
7.00	30	49.5187	.89545	.16422	49.1828	49.8545
8.00	30	50.8033	.86882	.17358	50.3254	50.8813
9.00	30	51.5090	.82282	.15019	51.2018	51.8162
Total	270	50.8399	1.39421	.08320	50.6951	50.9848
temp16	30	53.3375	1.07023	.17840	53.0802	53.5949
1.00	30	53.7487	1.38376	.37007	53.0028	54.4946
2.00	30	52.2987	1.48973	.28211	52.1287	52.4686
3.00	30	51.3043	1.33119	.23782	51.1433	51.4653
4.00	30	52.1440	.66272	.12100	51.8995	52.3885
5.00	30	50.8943	1.05868	.20849	50.7022	51.0869
6.00	30	50.9280	.55830	.10193	50.7195	51.1365
7.00	30	51.8210	.62778	.11462	51.5886	52.0554
8.00	30	52.5397	.48778	.08549	52.3630	52.7163
Total	270	52.1890	1.18272	.06954	52.0221	52.3560
temp17	30	54.0050	.92889	.16816	53.8663	54.2657
1.00	30	53.2703	1.33573	.36607	53.0329	53.5077
2.00	30	51.3843	1.61418	.41213	51.1550	51.6137
3.00	30	50.4940	.88213	.16319	50.3179	50.6743
4.00	30	50.9943	.59819	.10190	50.7789	51.2108
5.00	30	50.8763	.49621	.09068	50.6999	51.0527

Descriptives		
temp15	Minimum	Maximum
1.00	50.64	53.80
2.00	50.50	54.64
3.00	49.51	53.07
4.00	47.51	51.25
5.00	48.95	52.40
6.00	48.90	51.51
7.00	48.28	50.34
8.00	52.54	53.15
9.00	47.51	54.64
temp16	52.38	54.56
1.00	52.48	54.39
2.00	51.20	53.19
3.00	50.87	52.18
4.00	50.62	53.38
5.00	49.95	51.83
6.00	50.00	52.47
7.00	49.28	51.19
8.00	51.62	53.24
9.00	49.95	54.56
temp17	52.90	55.11
1.00	51.70	54.84
2.00	48.40	52.35
3.00	49.70	51.42
4.00	49.55	51.90
5.00	49.91	51.70

Descriptives					
temp15	N	Mean	Std. Deviation	95% Conf. Int. Lower Bound	95% Conf. Int. Upper Bound
1.00	30	50.1370	1.5254	48.9389	50.3351
2.00	30	50.6833	1.5140	49.2713	50.8750
3.00	30	51.2113	1.4574	49.9033	51.3852
Total	270	51.4373	1.3986	49.258	51.2947

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Descriptives

	Minimum	Maximum
6.00	48.44	51.17
7.00	49.89	51.57
8.00	50.37	52.08
Total	48.44	55.11

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
temp75	216.245	8	27.031	26.895	.000
Within Groups	262.607	261	1.006		
Total	478.853	269			
temp85	282.927	8	35.366	135.079	.000
Within Groups	66.324	261	.252		
Total	351.261	269			
temp95	419.251	8	52.406	179.780	.000
Within Groups	76.982	261	.292		
Total	495.333	269			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

temp75

Duncan^a Subject for alpha = 0.05

week	N	1	2	3	4	5	6	7
6.00	30	49.5187						
3.00	30	49.8300	49.8300					
5.00	30		50.0800	50.0800				
7.00	30			50.9800	50.9800			
4.00	30				50.6880	50.6880		
2.00	30					51.1277	51.1277	
8.00	30						51.5090	
1.00	30							52.0710
Sig.		230	335	654	678	691	142	747

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp85

Duncan^a Subject for alpha = 0.05

week	N	1	2	3	5	6	
5.00	30	50.9047					
6.00	30	50.9280					
3.00	30		51.3043				
7.00	30			51.8210			
4.00	30				52.1440		
2.00	30					52.2967	
8.00	30					52.5387	
1.00	30						53.7457
Sig.		860	1,000	1,000	249	967	408

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp95

Duncan^a Subject for alpha = 0.05

week	N	1	2	3	4	5	6	
6.00	30	50.1370						
3.00	30	50.4940						
7.00	30	50.8333	50.8333					
5.00	30		50.8785	50.8785				
4.00	30			50.9943	50.9943			
8.00	30				51.2113			
2.00	30					51.3843		
1.00	30						53.2703	
Sig.		1,800	178	187	368	171	214	1,020

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp95

Duncan^a Subject for alpha = 0.05

week	N	1	2	3	4	5	6	
6.00	30	50.1370						
3.00	30	50.4940						
7.00	30	50.8333	50.8333					
5.00	30		50.8785	50.8785				
4.00	30			50.9943	50.9943			
8.00	30				51.2113			
2.00	30					51.3843		
1.00	30						53.2703	
Sig.		1,800	178	187	368	171	214	1,020

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Oneway

Descriptives

95% Confidence Interval

week	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
6.00	30	3.6270	.0146	.00375	3.6255	3.6285
3.00	30	3.6073	.02196	.00461	3.5991	3.6155
5.00	30	3.6433	.01589	.00281	3.6376	3.6491
Total	90	3.6229	.02331	.00248	3.6210	3.6248
7.00	30	3.6587	.01479	.00270	3.6531	3.6642
4.00	30	3.6781	.01961	.00388	3.6739	3.6823
2.00	30	3.6027	.01023	.00234	3.6048	3.6105
Total	90	3.6837	.02290	.00241	3.6789	3.6885
8.00	30	3.6657	.00971	.00197	3.6620	3.6693
1.00	30	3.6249	.01127	.00236	3.6255	3.6239
Total	90	3.6478	.00947	.00156	3.6455	3.6504
5.00	30	3.6278	.02127	.00224	3.6231	3.6323
6.00	30	3.6580	.00925	.00189	3.6545	3.6615
3.00	30	3.6750	.01200	.00234	3.6702	3.6798
5.00	30	3.6883	.00986	.00180	3.6847	3.6920
Total	90	3.6728	.01629	.00173	3.6703	3.6752
7.00	30	3.6027	.00891	.00125	3.5991	3.6062
8.00	30	3.6063	.00800	.00162	3.6030	3.6097
8.00	30	3.6037	.00869	.00122	3.6012	3.6062
Total	90	3.6029	.00956	.00107	3.5989	3.6029
7.00	30	3.6170	.01027	.00187	3.6132	3.6208
3.00	30	3.5790	.00441	.00124	3.5437	3.6143
8.00	30	3.6020	.01055	.00200	3.5979	3.6061
Total	90	3.5880	.00574	.00068	3.5743	3.5997
7.00	30	3.6110	.01268	.00246	3.6060	3.6160
5.00	30	3.6269	.01607	.00273	3.6147	3.6391

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ONEWAY temp75 temp85 temp95 BY week
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=HSDMAN ALPHA(0.05).

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
temp75 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
2.00	30	3.2637	3.38137	28116	2.7670	3.7704
3.00	30	3.9593	1.74201	31768	3.3096	4.6091
4.00	30	4.7177	1.91344	34934	4.0032	5.4322
5.00	30	6.7917	2.88470	54493	5.6472	7.8762
6.00	30	7.2297	2.98777	56569	6.1150	8.3433
7.00	30	7.7317	3.65012	66642	6.3687	9.0946
8.00	30	10.5400	4.36385	79669	8.9106	12.1694
Total	270	4.8116	4.19977	25480	4.4100	5.4133
temp85 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
2.00	30	3.5470	1.36781	24969	3.0363	4.0577
3.00	30	4.7333	1.83871	33079	4.0487	5.4199
4.00	30	5.3493	2.54638	48327	4.3020	6.3337
5.00	30	6.4990	2.91939	47323	5.5311	7.4669
6.00	30	7.7593	2.03400	37136	6.9998	8.5188
7.00	30	8.0747	2.39576	43078	7.1834	8.9659
8.00	30	13.2290	2.34248	42767	12.3023	14.1537
Total	270	5.4056	4.36088	28039	4.9431	5.9881
temp95 .00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
1.00	30	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000
2.00	30	4.1000	2.22238	22317	3.6426	4.5584
3.00	30	5.4437	1.97937	28835	4.8039	6.0234
4.00	30	6.5603	1.81393	29466	5.9577	7.1630
5.00	30	8.3030	1.93974	35342	8.1807	8.6238
6.00	30	11.1890	2.24009	40915	10.3028	12.0758
7.00	30	11.3113	3.02031	55143	10.1875	12.4391
8.00	30	16.0917	2.31749	42311	15.2263	16.9570
Total	270	7.0666	5.38702	32787	6.4270	7.7121

Descriptives

	Minimum	Maximum
temp75 .00	.00	.00
1.00	.00	.00
2.00	.92	7.49
3.00	1.83	8.39
4.00	2.97	9.47
5.00	2.22	12.49
6.00	3.72	17.68
7.00	.00	18.91
8.00	2.42	18.21
Total	.00	18.21
temp85 .00	.00	.00
1.00	.00	.00
2.00	.74	7.62
3.00	1.74	8.26
4.00	2.87	12.48
5.00	3.80	16.15
6.00	3.56	12.61
7.00	3.94	12.32
8.00	7.66	18.80
Total	.00	18.90
temp95 .00	.00	.00
1.00	.00	.00
2.00	2.51	7.23
3.00	3.42	8.28
4.00	4.01	9.16
5.00	5.19	12.70
6.00	7.64	15.45
7.00	4.87	18.04
8.00	7.95	20.08
Total	.00	20.08

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
temp75 Between Groups	3076.206	8	379.276	57.996	.000
Within Groups	1706.607	261	6.539		
Total	4782.813	269			
temp85 Between Groups	4121.826	8	515.128	133.177	.000
Within Groups	994.814	261	3.811		
Total	5116.640	269			
temp95 Between Groups	6842.022	8	867.753	201.586	.000
Within Groups	880.810	261	3.375		
Total	7722.832	269			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

temp75

week	N	1	2	3	4	5
.00	30	.0000				
1.00	30	.0000				
2.00	30	3.2637				
3.00	30	3.9593	3.9593			
4.00	30	4.7177				
5.00	30	6.7917				
6.00	30	7.2297				
7.00	30	7.7317				
8.00	30	10.5400				
Total	270	1.000	.250	.166	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp85

week	N	1	2	3	4	5	6	7
.00	30	.0000						
1.00	30	.0000						
2.00	30	3.5470						
3.00	30	4.7333						
4.00	30	5.3493						
5.00	30	6.4990						
6.00	30	7.7593						
7.00	30	8.0747						
8.00	30	13.2290						
Total	270	1.000	1.000	.500	.500	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

temp95

week	N	1	2	3	4	5	6	7
.00	30	.0000						
1.00	30	.0000						
2.00	30	4.1000						
3.00	30	5.4437						
4.00	30	6.5603						
5.00	30	8.3030						
6.00	30	11.1890						
7.00	30	11.3113						
8.00	30	16.0917						
Total	270	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.750	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DATASET ACTIVATE DataSet1.
OREMAY w0 w1 w2 w3 w4 w5 w6 w7 w8 BY sample
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/RESIDUALS ANALYSIS
/POSTHOC=ORDMAN ALPHA(0.05).
    
```

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
w0	75.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	85.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	95.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
w1	75.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	85.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	95.00	30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total	90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
w2	75.00	30	3.3837	1.38127	252.18	2.7479
	85.00	30	3.5470	1.36741	249.89	3.0093
	95.00	30	4.1000	1.22238	223.17	3.6436
Total	90	3.6369	1.35645	142.98	3.3023	3.9210
w3	75.00	30	3.8959	1.74021	317.98	3.5396
	85.00	30	4.7333	1.63871	335.70	4.0467
	95.00	30	5.4437	1.57937	288.35	4.8539
Total	90	4.7121	1.60901	190.89	4.3332	5.0910
w4	75.00	30	4.7177	1.91344	245.94	4.0032
	85.00	30	5.3493	2.64698	483.27	4.3609
	95.00	30	6.5803	1.61393	294.66	5.9577
Total	90	5.5424	2.21718	233.71	5.0781	6.0068
w5	75.00	30	6.7617	2.98470	244.93	5.6472
	85.00	30	6.4992	2.91199	472.53	5.5311
	95.00	30	8.9030	1.93574	353.42	8.1802
Total	90	7.3879	2.73590	288.39	6.8149	7.9609
w6	75.00	30	7.2307	2.98777	245.93	6.1150
	85.00	30	7.7593	2.02420	371.36	6.9066
	95.00	30	11.5890	2.24099	409.15	10.2622
Total	90	8.7283	3.00112	316.35	8.0579	9.3549
w7	75.00	30	7.7317	3.65012	686.42	6.3637
	85.00	30	8.0747	2.38576	430.76	1.4834

Descriptives

	Minimum	Maximum
w0	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w1	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w2	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w3	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w4	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w5	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w6	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00
w7	75.00	95.00
	85.00	95.00
	95.00	95.00
Total	75.00	95.00

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		
					Lower Bound	Upper Bound	
85.00	11	11.8110	3.02031	851.63	85.8356	12.4487	
Total	90	9.9392	3.43512	362.09	8.3195	9.7587	
w8	75.00	30	15.8400	4.38855	796.89	8.9198	12.9554
	85.00	30	13.2290	2.34248	427.67	12.3533	14.1027
	95.00	30	16.5917	2.31743	423.11	16.2013	16.9753
Total	90	13.2368	3.86627	407.41	12.4770	14.0961	

Descriptives

	Minimum	Maximum	
85.00	4.87	18.04	
Total	.00	18.04	
w8	75.00	2.42	18.21
	85.00	7.60	18.30
	95.00	7.85	20.08
Total	2.42	20.08	

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
w0	Between Groups	.000	.000		.000	
	Within Groups	.000	.000		.000	
Total	.000	.000				
w1	Between Groups	.000	.000		.000	
	Within Groups	.000	.000		.000	
Total	.000	.000				
w2	Between Groups	10.805	2	5.408	3.088	.051
	Within Groups	162.901	87	1.757		
Total	173.707	89				
w3	Between Groups	1.36390	2	.68195	5.872	.005
	Within Groups	258.184	87	2.968		
Total	259.574	89				
w4	Between Groups	52.925	2	26.462	5.948	.004
	Within Groups	383.203	87	4.404		
Total	436.128	89				
w5	Between Groups	108.333	2	54.166	6.078	.001
	Within Groups	561.644	87	6.456		
Total	669.977	89				
w6	Between Groups	272.106	2	136.053	22.892	.000
	Within Groups	624.492	87	7.178		
Total	896.598	89				
w7	Between Groups	232.077	2	116.038	12.476	.000
	Within Groups	816.125	87	9.381		
Total	1048.202	89				
w8	Between Groups	482.489	2	241.244	29.201	.000
	Within Groups	667.361	87	7.671		
Total	1149.850	89				

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w2

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
75.00	30	3.2637	
85.00	30	3.5470	3.5470
95.00	30		4.1000
Sig.		.410	.110

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w3

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
75.00	30	3.9589	
85.00	30	4.7333	4.7333
95.00	30		5.4437
Sig.		.085	.114

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w4

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
75.00	30	4.7177	
85.00	30	5.3483	
95.00	30		5.9603
Sig.		.248	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 5

w5

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	6.4990	
75.00	30	6.7617	
95.00	30		8.9030
Sig.		.690	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w6

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
75.00	30	7.2307	
85.00	30	7.7593	
95.00	30		11.1850
Sig.		.407	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

w7

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2
85.00	30	7.7317	
95.00	30	8.0747	
75.00	30		11.3113
Sig.		.656	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 6

w8

Duncan^a Subset for alpha = 0.05

sample	N	1	2	3
75.00	30	10.5400		
85.00	30		13.2260	
95.00	30			16.9817
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

Page 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
งานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

IAMBEST
KMITL PRINCE OF CHUMPHON
26-27 MAY 2022

KMITL FIGHT

The 3rd International Conference
Vol.3 Informatics, Agriculture,
Engineering, Sciences and Technology

May 26 - 27, 2022
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Prince of Chumphon Campus, Chumphon, Thailand
(Virtual Conference)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process Development of Pasteurized Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Juice for Commercialization

Suchawadee Wetchirasit^{1*}, Wasan Inta¹ and Pimpen Pornchaloempong¹

¹ Department of Food Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok

*Corresponding author: Suchawadee Wetchirasit, e-mail address: 60601016@kmitl.ac.th

Abstract

This research studied the processing feasibility and quality of the mangosteen juice for commercialization during storage. Shelf life of freshly mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) juice treated by pasteurization (at 75, 85 and 95°C for 15 seconds) was evaluated in terms of good appearance stratification, CIE L*, a*, b* values, bulk density, total soluble solids (TSS), total acidity, pH, microbial total plate count and sensory testing. The juice stored at 4 ± 1°C was conducted for 4 weeks. Pasteurization process was applied to create premium mangosteen juice which was maintained freshly and nutritional value. The mangosteen juice price reached to 494 baht/litre. Mangosteen juices showed slightly changes in physicochemical parameters including color, pH and TSS when treated with different thermal pasteurization levels. The changes in color and pH of pasteurized juices were clearly observed, while good appearance of the juices increases gradually during refrigerated storage at 4°C. The sensory scores of the color of mangosteen juice heated at 75°C were most preferred when compared to other pasteurized samples. The results obtained support the use of thermal treatment to improve the quality of mangosteen juice along with safety standards. Thus, pasteurized mangosteen juice can be developed and applied to process as premium juice at the pilot scale.

Keywords: Mangosteen juice, Pasteurization, Shelf life study, Juice, Quality analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Introduction

Mangosteen's scientific name is *Garcinia mangostana* L. (GML). The fruit is naturally found in South East Asia. Mangosteen has been cultivated in tropical regions (e.g., India, Honduras, Brazil, and Australia) for the last two centuries. The species thrives in warm, humid, or tropical climates and has a narrow range of adaptability [1]. To date, Thailand is the main producer of mangosteen in the world, in 2020 - 2021 exported approximately 270,000 ton per year [2]. Mangosteen is a slow-growing plant which ranges from 6 to 25 m in height and produces flowers that are red or green and roughly 4–5 centimeter in size. The ovocarp of the fruit is dark purple or reddish and is recognized as a rich source of red pigment. It also contains a soft and juicy edible white pulp enclosed typically within 6–8 arils. The flavor is slightly acidic yet sweet with a delightful smell [3–4].

Thermal pasteurization is the most common process used for prolonging the shelf life of fruit juice. However, the undesirable biochemical and nutritional changes caused by thermal treatment may affect the overall quality of the final product [5]. Processing conditions such as temperature and time during thermal pasteurization are often being modified with great effort in order to reduce the loss of nutrients and optimize bacterial inactivation as consumers demand for safer, fresher and healthier foods.

The aim of this study is to compare the effect of thermal levels on the quality parameters such as color, bulk density, total soluble solids (TSS), viscosity, total acidity, pH, microbial total plate count and sensory testing of pasteurized mangosteen juice. In addition, shelf life study of the pasteurized juice samples stored at 4°C was conducted for 4 weeks. The information obtained from this study could serve for maintaining the quality of thermal pasteurized mangosteen juice.

2. Methods and Materials

2.1 Materials and preparation of mangosteen juices

Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) was obtained from Tha Ma Phla, Lang Suan, Chumphon province, Thailand. The mangosteen was processed at Green deli foods co.,ltd. became to frozen mangosteen after that the mangosteen was thawed at room temperature and blend with Philips hr1922 and mixed with drinking water in the mass ratio of frozen mangosteen to drinking water of 2:1 (Fig. 1).

2.2 Pasteurization

The MicroThermics UHT/HTST (Lab 25 EDH HA Research, MicroThermics, USA) was designed for pasteurize and fill continue with aseptic filling (Fig. 2). In addition, the system is designed with 11 Models for flow rate and hold Time, the temperature (°C) range is between 50 – 149, the flow rate (L/min) range is between 1.00 – 2.00, the holding time (s) range is between 4-75, the capacity (Liter/batch) range is between 10 – 100. The mangosteen juice was then thermal pasteurization at 75, 85 and 95°C for 15 second the process was 2 replicates but measured using samples of 15 bottles each time per one replicate by selecting the pasteurize temperature, temperature and time, the yeast damage is mainly due to the maximum heat resistance shall not be less than 75 °C for 8 seconds. The pasteurized mangosteen juice was filled into the glass bottles and immediately cooled in an ice-water bath before storage at 4 ± 1°C for 4 weeks (Fig. 1).

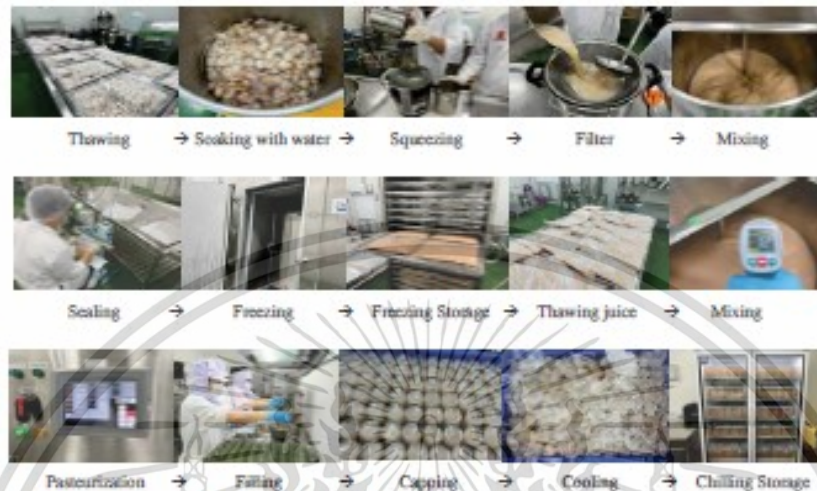


Figure 1 Steps for pasteurized mangosteen juice processing

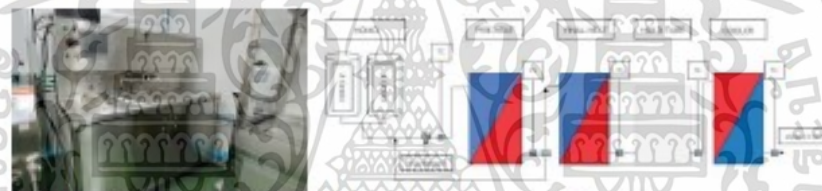


Figure 2 The MicroThermics UHT/HTST Lab 25 EDH HA Research and Flow diagram

2.3 Good appearance

Good appearance of the product was judged by juice separation. The homogeneous product without separation was considered good appearance. Measure the juice with Vernier caliper for stratification in 15 bottles per 1 replicate.

2.4 Analysis of color

Juice color coordinates (L^* , a^* , b^*) were measured using a Hunter Lab Colorimeter (ColorFlex EZ, Hunter Associates Laboratory, Inc., USA). The L^* expresses lightness of samples with the value from 0 (black) to 100 (white). The a^* values indicate redness when positive and greenness when negative, and the b^* values reveal yellowness when positive and blueness when negative. Total color difference (ΔE^*) was calculated according to below equation and it is used to evaluate the color changes of untreated and treated samples. Higher ΔE^* values indicate more pronounced color deterioration.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

In the above, the index "0" is related to pasteurized mangosteen juice samples week 0.

2.5 Bulk density

Bulk density of the juices were measured based on the pycnometer method. The bulk density was expressed by the equation (2):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Where ρ (g/cm^3) is bulk density, m (g) is the mass of powder samples and V (cm^3) is the volume of pycnometer.

2.6 Analysis of total soluble solid (TSS)

Total Soluble Solid (TSS) of juices was determined by a Pocket Brix-acidity meter master kit (PAL-BX/ACID1, ATAGO, Japan). Results were expressed as °Brix. Measurements of TSS were done in triplicate.

2.7 Total acidity

One gram of mangosteen juices was diluted with 50 grams distilled water was determined by a Pocket Brix-acidity meter master kit (PAL-BX/ACID1, ATAGO, Japan).

2.8 Analysis of pH

The pH values of mangosteen juice samples were measured using a pH meter (SI Analytics, Lab855). Measurements of pH were done in triplicate.

2.9 Microbial analysis

The pasteurized and stored mangosteen juice samples were analyzed for total viable count to determine the effect of pasteurization and the storage time on the microbial contents of samples. Potato dextrose agar (PDA) and plate count agar (PCA) (Difco, USA) were used as medium for microbial growth. Microbial contents were determined by pour plate method. Plate count was performed according to the procedure of Mangosteen drink (Thai community product standard 1452/2554) [6]. The results were expressed as CFU/ml.

2.10 Sensory evaluation

Sensory acceptance testing was carried out using 15 untrained panelists which were recruited from staff members and undergraduate students at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang and chosen based on their experience with fruit juice. The panelists were asked to evaluate the juice using a 9-point hedonic scale. The tested attributes were the preference of color, flavor, taste, mouthfeel and overall acceptability. Sensory evaluation was determined according to Walking-Ribeiro, 2009 [7].

2.11 Statistic analysis

The analysis of variance (ANOVA) was conducted using a significant probability level of 95% ($p < 0.05$) and Duncan's method. The software IBM SPSS Statistics 28 (IBM SPSS, USA) was used to analyses the data.

3. Result and Discussion

3.1 Feasibility analysis of pasteurized mangosteen juice

In this research shows the method of adding value to mangosteen products with the mangosteen processing as shown in Figure 3. Although the processing makes the percent yield decrease, the value of the product increases. Fresh mangosteen could be sold in the market as approximately 20 baht/kg [2]. However, the fresh mangosteen have a short shelf life. Therefore, some entrepreneurs increased value added and extended shelf life of mangosteen using processes such as freezing. Figure 3 shows percent yield of frozen mangosteen. It was 60% but the price was 8 times higher than fresh mangosteen price. In addition, frozen mangosteen could be stored more than 1 year at temperature of -18°C . Moreover, pasteurization process was applied to create premium mangosteen juice from frozen mangosteen and the nutritional value was maintained. Pasteurized mangosteen juice reached up to 494 baht/kg that was 24-25 times higher than the price of fresh mangosteen.

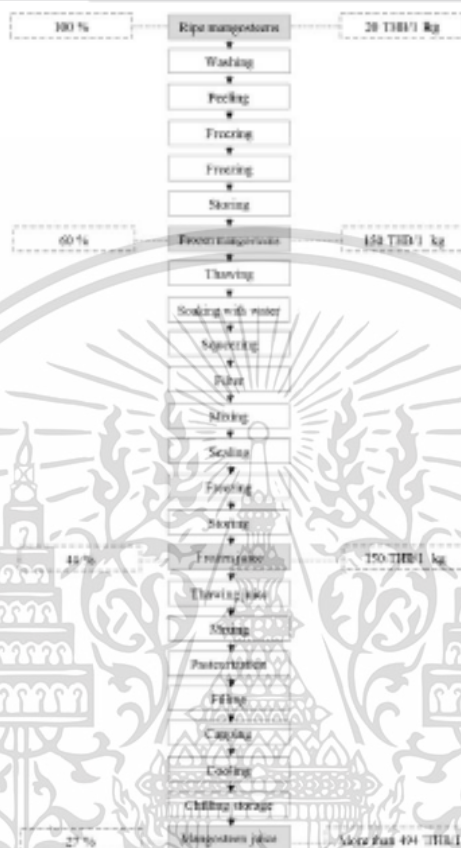


Figure 3 Processing flow diagram of mangosteen products

Mangosteen juice has 4 basic cost components (Fig. 4): raw material cost 44%, production cost 45% due to the big amount of production, so the average cost per piece is high value. The packaging cost is 8% and the last part is the production labor cost of 3%. The price of the pasteurized mangosteen juice has been in a high position for price and quality.

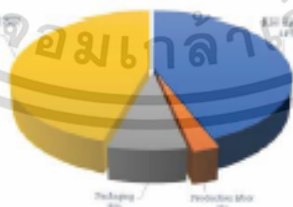


Figure 4 Cost structure of pasteurized mangosteen juice

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Effect of thermal pasteurization and storage on quality

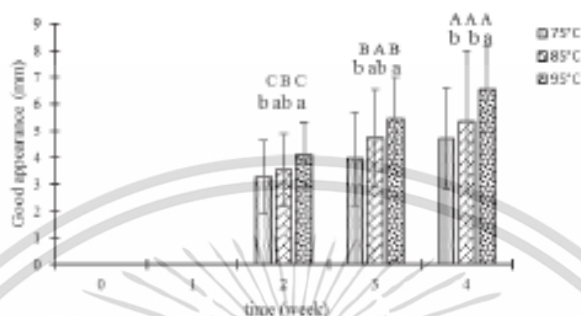


Figure 5 Good appearance of pasteurized mangosteen juice samples during storage

^{ab} represent different comparison groups (75, 85 and 95°C), whereas different letters in the same column represent a significant difference within the same time ($p < 0.05$).

^{AB} represent different comparison groups (week0, week1, week2, week3 and week4), whereas different letters in the same row represent a significant difference within the same treatment ($p < 0.05$).

In the production of premium mangosteen juice, selected natural mangosteen did not contain any additives including hydrocolloid, causing the product to stratify when stored for 2 weeks or more. At weeks 0 and 1, the product is relatively stable. Good appearance, so there is no stratification, by the effect of different heating. The higher the pasteurize temperature, the greater the separation of layers is wider.

Table 1 L* values of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	52.07±1.09 ^{ab}	52.15±1.17 ^{ab}	51.12±1.06 ^{ab}	49.83±1.07 ^{ac}	50.67±0.97 ^{ab}
85°C	53.83±0.40 ^{ab}	53.74±0.38 ^{ab}	52.29±0.44 ^{ab}	51.30±0.43 ^{ac}	52.14±0.66 ^{ab}
95°C	54.06±0.53 ^{ab}	53.27±0.63 ^{ab}	51.38±0.61 ^{ac}	50.49±0.48 ^{ac}	50.99±0.55 ^{ac}

Table 2 a* values of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	14.84±0.69 ^{ab}	14.39±0.76 ^{ab}	14.39±0.18 ^{ab}	15.07±0.75 ^{ab}	13.93±0.87 ^{ac}
85°C	13.68±0.35 ^{ab}	13.31±0.19 ^{ab}	12.72±0.28 ^{ac}	12.75±0.37 ^{ac}	12.20±0.54 ^{ad}
95°C	13.70±0.19 ^{ab}	13.41±0.24 ^{ab}	12.76±0.40 ^{ad}	12.98±0.55 ^{ac}	12.38±0.39 ^{ac}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The 3rd International Conference on Informatics, Agriculture, Management,
Business Administration, Engineering, Science and Technology

Table 3 b^* values of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	16.21±0.62 ^{abc}	16.98±0.67 ^{aa}	15.80±0.99 ^{ac}	15.99±1.11 ^{abc}	16.32±1.03 ^{ab}
85°C	15.60±0.60 ^{ba}	15.68±0.59 ^{ba}	14.32±0.08 ^{ab}	13.67±0.65 ^{bc}	14.19±1.06 ^{ab}
95°C	15.11±0.56 ^a	15.10±0.76 ^a	13.75±0.06 ^{bc}	12.87±0.65 ^{cd}	14.55±0.75 ^{ab}

Table 4 ΔE^* values of pasteurized mangosteen juice samples

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	-	1.66±0.59 ^{ac}	1.93±0.76 ^{abc}	2.69±0.86 ^a	2.26±0.56 ^{ab}
85°C	-	0.79±0.22 ^{ab}	2.28±0.45 ^{bc}	3.38±0.52 ^{ba}	2.91±0.62 ^{ab}
95°C	-	1.13±0.67 ^{bd}	3.17±0.68 ^{bc}	4.34±0.52 ^{aa}	3.49±0.44 ^{ab}

The retention of color during storage is considered as an important parameter of food quality. It was found that all color values of stored juices changed during refrigeration storage. In this experiment, the pasteurized mangosteen juices became darkened during storage which was indicated by the slightly lower L^* values (Table 1). The visual color of mango juices shifted from pink to dark pink was suggested by the higher values of a^* (Table 2) and b^* (Table 3) of the pasteurized mangosteen juice during storage.

Total color differences (ΔE^*) indicating the degree of the color difference between pasteurized juices at 75°C and all pasteurized juice samples during storage. Results showed ΔE^* values of 75°C samples were near 2 (Table 4). It has been considered that a ΔE^* of 2 would be a visual difference observable for various situations [8-9] proposed that the ΔE^* value of 2.8 was the threshold to detect the color difference between two orange juices by untrained panelists or consumers.

Table 5 Bulk density of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	1.02±0.01 ^{abn}	1.01±0.00 ^{ab}	1.02±0.03 ^{abn}	1.02±0.00 ^{aa}	1.02±0.00 ^{aa}
85°C	1.01±0.00 ^{abc}	1.01±0.00 ^{ab}	1.02±0.00 ^{bc}	1.03±0.00 ^{aa}	1.02±0.00 ^{ab}
95°C	1.01±0.00 ^{bc}	1.01±0.00 ^{bd}	1.02±0.00 ^{ab}	1.03±0.00 ^{aa}	1.02±0.00 ^{ab}

The bulk density of thermal pasteurized mangosteen juice samples were approximately 1.02 (Table 5). There were no significant changes ($p > 0.05$). The density of the juices is related to specific gravity, viscosity, Reynolds number of the juices [10].

Table 6 Total soluble solids (TSS) content of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	9.67±0.16 ^{aa}	9.86±0.17 ^{aa}	9.67±0.11 ^{ba}	9.67±0.10 ^{ba}	9.70±0.14 ^{aa}
85°C	9.72±0.14 ^{abn}	9.65±0.24 ^{ab}	9.81±0.14 ^{aa}	9.75±0.24 ^{aa}	9.76±0.11 ^{aa}
95°C	9.71±0.16 ^{abc}	9.67±0.21 ^{bc}	9.81±0.12 ^{aa}	9.77±0.16 ^{abn}	9.71±0.10 ^{abc}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



The 3rd International Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology

The TSS contents of thermal pasteurized mangosteen juice samples were 9.67 - 9.86 °brix (Table 6). There were no significant changes ($p > 0.05$) in TSS after refrigeration storage for 4 weeks which were in agreement to the study of [11].

Table 7 Total acidity content of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	0.17±0.01 ^{abn}	0.16±0.01 ^{abn}	0.17±0.01 ^{abn}	0.17±0.01 ^{abn}	0.17±0.00 ^{ab}
85°C	0.17±0.01 ^{abn}	0.17±0.01 ^{abn}	0.18±0.00 ^{ab}	0.17±0.01 ^{abn}	0.17±0.01 ^{abn}
95°C	0.17±0.01 ^{abn}	0.16±0.01 ^{bc}	0.17±0.01 ^{ab,ac}	0.17±0.01 ^{abn}	0.17±0.01 ^{abc}

Total acidity of pasteurized mangosteen juice samples after subjected to different levels of thermal treatment at 75, 85 and 95°C for 15 second were not significantly different ($p > 0.05$). the total acidity of the pasteurized juices remained relatively constant during refrigeration storage (Table 7). This indicated that total acidity was stably during 4 weeks storage. The results were in agreement with those reported by [12].

Table 8 pH

Sample treated at	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
75°C	3.62±0.01 ^{ab}	3.56±0.01 ^{bc}	3.30±0.01 ^{cd}	3.55±0.01 ^{cd}	3.59±0.00 ^{cd}
85°C	3.60±0.02 ^{ab}	3.57±0.01 ^{bc}	3.32±0.01 ^{cd}	3.57±0.01 ^{cd}	3.60±0.00 ^{ab}
95°C	3.64±0.01 ^{ab}	3.60±0.01 ^{cd}	3.34±0.01 ^{cd}	3.58±0.01 ^{cd}	3.60±0.00 ^{cd}

The pH values of different levels of thermal treated juice were 3.30 - 3.64 with significantly differences ($p > 0.05$). The pH levels of all samples dropped during refrigeration storage period is two weeks. (Table 8). The similar results were reported by [13].

Table 9 Microbial loads of pasteurized mangosteen juice samples during storage

Sample treated at	Microbial contents (CFU/ml)									
	week0		week1		week2		week3		week4	
	PCA	PDA	PCA	PDA	PCA	PDA	PCA	PDA	PCA	PDA
75°C	ND	ND	ND	ND	1×10 ¹	ND	2×10 ¹	0.3×10 ¹	5×10 ¹	3.3×10 ¹
85°C	ND	ND	ND	ND	0.7×10 ¹	ND	1.6×10 ¹	0.5×10 ¹	3×10 ¹	ND
95°C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.3×10 ¹	ND	2×10 ¹	0.3×10 ¹

The microbial contents detected from pasteurized mangosteen juice are shown in table 9. microorganisms did not exceed the procedure of Mangosteen drink. Total Plate Count in PCA media must not exceed 1×10⁴ CFU/ml. Yeast and mold in PDA media must not exceed 100 CFU/ml [6]. Resulted indicated that higher pasteurization temperature resulted in lower contents of microorganisms of the juice samples. The microbial loads of all samples increased continuously during storage at 4±1°C. The higher processing temperature would lead to longer shelf lives of the products.

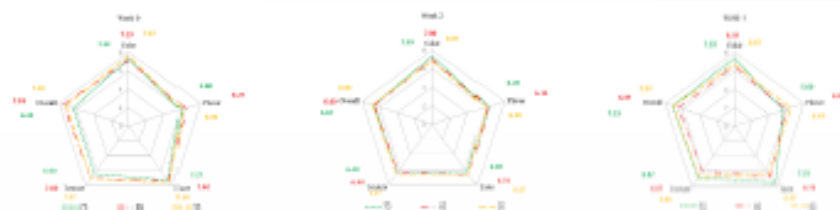


Figure 6 Sensory evaluation of pasteurized mangosteen juice samples during storage

The sensory scores of thermal pasteurized mangosteen juice samples (week 0) on the attributes of color, flavor, taste, mouthfeel and overall liking range between 6 and 7 indicating "slightly to moderately like". Although there were no statistical differences in scores between samples from different thermal treatments, the color and the taste of mangosteen juice heated at 75°C were most preferred when compared to other pasteurized samples (Fig. 6) when stored for 2, 4 weeks.

4. Conclusion

Mangosteen juices showed slightly changes in physicochemical parameters including color, pH and TSS when treated with different thermal pasteurization levels. The changes in color and pH of pasteurized juices were clearly observed while the TSS contents of the pasteurized juices remained relatively constant during refrigeration storage. The visual color of the pasteurized juices shifted to lower a^* and b^* values. As there was no significant difference in preference of pasteurized juices subjected to different levels of thermal treatments, higher thermal treatment caused slightly higher loss in b^* which continuously decreased during 4 weeks of refrigeration storage. While good appearance of the juices increases gradually during refrigerated storage at 4°C.

5. Acknowledgements

The authors also thank the FACTORY Classroom KMITL for their laboratory and financial support. In addition, we would like to thank THAMAPLA MODEL GROUP Co., Ltd. For providing premium mangosteen raw material.

6. References

- [1] Obolskiy, D., Pischel, I., Suriwatanametanon, N. and Heinrich, M. 2009. *Garcinia mangostana* L.: a phytochemical and pharmacological review. *Phytother. Res.* 23: 1047–1065.
- [2] สถิติการส่งออกผลไม้ : http://unexp.one.go.th/service/export.php?S_YEAR=2563&E_YEAR=2565&PRODUCT_GROUP=5252&PRODUCT_ID=4988&wf_search=&WF_SEARCH=Y (Accessed 6 May 2022).
- [3] Cen, J., Shi, M., Yang, Y., Fu, Y., Zhou, H., Wang, M., Su, Z. and Wei, Q. 2013. Isogarcinol is a new immunosuppressant. *PLoS One* 8: e66503.
- [4] Parthasarathy, U. and Nandakishore, O., 2014. Morphological characterisation of some important Indian *Garcinia* species. *Dataset Papers Sci.* 4.
- [5] Aguilar-Rosas, S.F., Ballinas-Casarrubias, M.L., Nevarez-Mootillon, G.V., Martin-Beloso, O. and Ortega-Rivas, E. 2007. Thermal and pulsed electric fields pasteurization of apple juice: Effects on physicochemical properties and flavour compounds. *J. Food Eng.* 83(1): 41–46.
- [6] บทเรียนจาก : https://tcps.tsi.go.th/pub/5Ctcps1452_54.pdf (Accessed 17 May 2022).

- [7] Walking-Ribeiro, M., Noci, F., Cronin, J.G. and Morgan, D.J. 2009. Shelf life and sensory evaluation of orange juice after exposure to thermosonication and pulsed electric fields. *Food and Bioprocess Technology*, 87: 102-107.
- [8] Lee H.S. and Coates G.A. 2003. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. *LWT - Food Science and Technology*, 36(1): 153-156.
- [9] Fernández-Vázquez, R., Stinco, C.M., Hernanz, D., Heredia, F.J. and Vicario, I.M. 2013. Colour training and colour differences thresholds in orange juice. *Food Quality and Preference*, 2013; 30: 320-327.
- [10] ความหนาแน่นของเหลว: <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2153/liquid-density-%E7%BB%9C%E5%85%B6%E5%85%B7> (Accessed 17 May 2022).
- [11] Elez-Martinez, P., Soliva-Fortuny, R.C. and Martín-Belloso, O. 2006. Comparative study on shelf life of orange juice processed by high intensity pulsed electric fields or heat treatment. *Eur Food Res Technol*, 222: 321-329.
- [12] Purewal, S. S., Kamboj, R., Sandhu, K. S., Kaur, P., Sharma, K., Kaur, M., Salar, R. K., Punia, S. and Siraha, A. K. 2022. Unraveling the effect of storage duration on antioxidant properties, physicochemical and sensorial parameters of ready to serve Kinnow-Amia beverages. *Applied Food Research*, 2: 100075
- [13] Alaka, O.O., Aina, J.O. and Falade K.O. 2003. Effect of storage conditions on the chemical attributes of Ogbomoso mango juice. *European Food Research and Technology*, 218(1): 79-82.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุชาวดี เวทจิระสิทธิ์
- วัน เดือน ปีเกิด 23 สิงหาคม 2537
- ที่อยู่ 15 ซอยเพชรเกษม 48 แยก 24 แขวงบางแกว เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 โทร.09-5561-5394
- ประวัติการศึกษา
- 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย
- พ.ศ.2560 – ปัจจุบัน ตำแหน่งนักวิจัย FACTory Classroom
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตสะอาดและยั่งยืนเชิงพาณิชย์ พ.ศ. 2561
 - การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตพืชชำหน้าทุเรียนและเยื่อแข็งสุ้เชิงพาณิชย์ พ.ศ. 2561
 - การยืดอายุผักและสลัดด้วยนวัตกรรมเครื่องปรับสภาพความเป็นกรดของผักภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและความดันบรรยากาศเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมอาหาร พ.ศ. 2562
 - การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์แบบหลวมมิติภาคตะวันออก” พ.ศ. 2562
 - โครงการนวัตกรรมแปรรูปผลไม้เขตร้อนมูลค่าเพิ่มสูงสำหรับเขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก พ.ศ. 2562
 - นักวิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับ บริษัท เอ็นเอสเอฟ เอเชีย-แปซิฟิก จำกัด และ บริษัท บิ๊กซี ซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน) ดำเนินการทดสอบและรายงานผลการทดสอบ (พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน)
 - กิจกรรมการยกระดับสินค้าเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมูลค่าสูงเชิงพาณิชย์ (Agro Genius Challenge) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565
 - การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโกโก้ผงสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและพรีไบโอติก
 - การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์น้ำตาลสกัดจากหล่อฮังก้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุ้เชิงพาณิชย์ เรื่องการประเมินผลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ผักสด ในโครงการการวิจัยพลาสติกคลุมโรงเรือน (Greenhouse) ระบบเกษตรอินทรีย์อัจฉริยะ ร่วมกับ บริษัท เอ็กซ์อนโมบิล เคมิคอล เอเชียแปซิฟิก จำกัด และ บริษัท แอมพาเซท (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2565
- กิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุ้เชิงพาณิชย์ เรื่องการประเมินผลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำส้ม 20% และ ผลิตภัณฑ์น้ำองุ่นขาว 20% กลิ่นนมเปรี้ยวผสมโยเกิร์ต ร่วมกับ บริษัท ฟู้ดสตาร์ จำกัด พ.ศ. 2566

ผลงานทางวิชาการ

- พ.ศ. 2562 Wetchirasit, S., Nonthanum, P., and Pornchaloempong, P. 2019. "Shelf Life Studies on Pasteurized Mahachanok Mango (*Mangifera indica* L.) juice." **The 16th ASEAN Food Conference**. 113.
- พ.ศ. 2565 Wetchirasit, S., Inta, W., and Pornchaloempong, P. 2022. "Process Development of Pasteurized Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) Juice for Commercialization." **The 7th National Conference and The 3rd International Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology**. 3 : 95 - 104