

การพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด กลุ่มวิสาหกิจชุมชน
ผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว
The Development of Preserved Tamarind Packaging for
Export Processed Fruit Producer Community Enterprise in
Ban Khlong Chon, Sa Kaeo Province

ภาสุรี ฤทธิเลิศ^{1*} อณนภา สุขลิ้ม¹ และวิศวรรธน์ พัชรวิชญ์²
Pasuree Rittilert^{1*} Annapha Suklim¹ and Wissawat Patcharawit²

บทคัดย่อ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว แปรรูปมะขามแช่อิ่มสดบรรจุถุงพลาสติก หน้าใส หลังฟอยล์ เพื่อจำหน่าย ปัญหาที่พบของผลิตภัณฑ์มีลักษณะถุงบวมและถุงแตกระหว่างการขนส่ง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ใหม่ต่อคุณภาพของมะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษา โดยการบรรจุมะขามแช่อิ่มสดในกระป๋องพลาสติกชนิด polyethylene terephthalate (PET) ใช้ฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงิน (silver peel of end aluminium lid) แบบวาร์ล ปิดผนึกกระป๋องด้วยเครื่องปิดฝากระป๋อง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 วัน และอุณหภูมิตู้เย็น เป็นเวลา 28 วัน พร้อมทั้งออกแบบฉลากสินค้าใหม่ ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 4 วัน และอุณหภูมิตู้เย็นได้มากกว่า 28 วัน โดยอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะขามแช่อิ่มสด มีสีเหลืองซีด โดยมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ลดลง ค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมะขามแช่อิ่มสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น มีคะแนนลดลงจากระดับคะแนนชอบมากเป็นระดับคะแนนชอบเฉย ๆ และคะแนนชอบปานกลาง ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g) และปริมาณยีสต์และรามีจำนวนน้อยกว่า 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่ประกาศสำนักงานมาตรฐาน

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

² สาขาวิชาออกแบบอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

* Corresponding author e-mail: pasuree@vru.ac.th

DOI: <https://doi.org/10.65217/wichchajinstru.2024.v43i1.256695>

Received: 24 October 2022, Revised: 2 March 2023, Accepted: 14 June 2023

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้ ในขณะที่การออกแบบฉลาก ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจต่อฉลากสินค้าใหม่ซึ่งมีความโดดเด่น ชัดเจน และสื่อถึงจุดเด่นของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดได้ดีในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 83.60 โดยบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ได้จริง ช่วยแก้ปัญหาความเสียหายระหว่างการขนส่งได้ และเป็นแนวทางการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มชนิดอื่น

คำสำคัญ: มะขามแช่อิ่มสด บรรจุภัณฑ์ อายุการเก็บรักษา

Abstract

Preserved tamarind from Exporting Processed Fruit Producer Community Enterprise in Ban Khlong Chon, Sa Kaeo province were packed in aluminum foil zip lock pouch with clear front window. The problem was zip lock bags were bloated and torn during transportation. Therefore, this research aimed to study effects of a new package on the quality of preserved tamarind during storage. In this study, preserved tamarind were packed in polyethylene terephthalate (PET) cans with valve silver peel of end aluminum lid, sealed by a can sealing machine and stored at temperature room (30 ± 2 °C) for 10 days and refrigerator temperature (4 ± 2 °C) for 28 days. New product label was also designed. Results showed that preserved tamarind could be stored at room temperature only for 4 days and at refrigerator temperature longer than 28 days. Temperature had an effect on the quality of preserved tamarind as they became pale yellow, lightness (L^*) increased, yellowness (b^*) decreased and alkalinity increased. Total soluble solid decreased with statistical significance ($p \geq 0.05$). Sensory evaluation revealed that consumers gave decreased preference scores to preserved tamarind stored at room temperature and refrigerator temperature from very much liked to moderately liked and neither liked nor disliked, respectively. Throughout the storage period, total bacteria count was less than 1×10^6 colony-forming units per gram (CFU/g) and total yeast and mold count was less than 1×10^3 CFU/g, which did not exceed the standard required by Thai Industrial Standards Institute (TISI). With regard to the product label design, consumers gave satisfaction scores towards the new product label as it is attractive, clear, and communicate the outstanding point of preserved tamarind at a high level, accounting for 83.60%. The new package can be used actually to solve the damage problems during transportation and can be used as a guideline for other kinds of preserved fruits.

Keywords: Preserved tamarind, Packaging, Shelf life

บทนำ

มะขาม (*Tamarindus indica* L.) เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มะขามเปรี้ยวยักษ์ เป็นมะขามที่มีฝักใหญ่ เนื้อหนา มีการเพาะปลูกมากโดยเกษตรกร อำเภอลำสมอภูมิ จังหวัดสระแก้ว ซึ่งมีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผล เพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว นำมะขามไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด จำหน่ายภายใต้ตราสินค้า “บิ๊กฟล็อก (BIG FLOOK)”

มะขามแช่อิ่มสดเป็นการแปรรูปมะขามเพื่อยืดอายุและเพิ่มมูลค่าให้กับมะขามโดยการนำมะขามยักษ์ฝักสดมาผ่านการปอกเปลือก ล้างทำความสะอาด ตองด้วยเกลือ แล้วนำมาแช่ในสารละลายน้ำตาลในลักษณะของกรรมวิธีการแช่อิ่มแบบช้า มีลักษณะการขายโดยการบรรจุในถุงซิปล็อค เมื่อจัดส่งพัสดุเป็นระยะเวลา 1-3 วัน ถึงมือลูกค้า ถุงบรรจุจะเกิดการบวม และถุงแตกในระหว่างการขนส่ง (ภาพที่ 1) ถุงที่ใช้บรรจุมะขามแช่อิ่มสดเป็นถุงซิปล็อค ด้านหน้าใส ด้านหลังด้านในสีเงิน ด้านหลังด้านนอกสีเงิน ตั้งได้ มองเห็นสินค้าด้านใน ป้องกันอากาศ ฝุ่นและความชื้น วัสดุด้านนอก ด้านหน้าพลาสติกชนิด polyethylene terephthalate (PET) ด้านหลังเป็นอลูมิเนียมทิง (aluminizing) ส่วนวัสดุด้านในเป็นพลาสติกชนิด polyethylene (PE) ความหนาของถุง 180 ไมครอน (ทั้ง 2 ด้าน) ขนาดบรรจุที่จำหน่าย 500 กรัม และ 1,000 กรัม



ภาพที่ 1 ลักษณะบรรจุภัณฑ์ การบรรจุมะขามแช่อิ่มสด และบรรจุภัณฑ์ถุงแตกในระหว่างการขนส่ง

ถุงบรรจุภัณฑ์ที่เกิดการบวมและถุงแตกในระหว่างการขนส่ง อาจเนื่องมาจากเกิดกระบวนการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ การศึกษาของปิยะวรรณ และรัชฎาพร (2558) กล่าวว่า ผลไม้หรือวัตถุดิบที่ต้องส่วนใหญ่จะปราศจากการให้ความร้อนหรือการให้ความร้อนเพียงเล็กน้อย แต่ไม่เพียงพอสำหรับการทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ประจำถิ่น (microflora) ซึ่งถุงบรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดที่ปิดสนิท มีการขนส่งในช่วงอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จึงส่งผลให้เร่งปฏิกิริยาการเสื่อมเสีย เกิดแก๊ส ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์บวม และหากมีการกระแทกระหว่างการขนส่งจะทำให้บรรจุภัณฑ์แตก อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทดลองเบื้องต้นการบรรจุมะขามแช่อิ่มสดในถุงซิปล็อคหน้าใส หลังฟอยล์ และถุงสุญญากาศ แล้วทำให้เป็นภาวะสุญญากาศด้วยเครื่อง vacuum pack เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่ามะขามแช่อิ่มสดที่ใช้ถุงทั้ง 2 ชนิด และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ถุงบวม ตั้งแต่วันที่ 1 ของการเก็บรักษา และถุงบวมขึ้นเรื่อย ๆ จึงง่ายต่อการแตกของถุงที่มีการกระแทกระหว่างการขนส่ง ขณะที่มะขามแช่อิ่มสดในถุงทั้ง 2 ชนิด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นไม่พบถุงบวมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จึงสรุปได้ว่าการบรรจุมะขามแช่อิ่มสดในถุงทั้ง 2

แบบ ต้องเก็บรักษาร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำหรับการขนส่งของกลุ่มวิสาหกิจฯ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่สามารถคงคุณภาพของมะขามแช่อิ่มสดได้ในระหว่างการขนส่ง และต้องมีความสวยงามตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจฯ แต่คงสูตรการผลิตมะขามแช่อิ่มสดแบบดั้งเดิมไว้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดระหว่างการเก็บรักษาและการออกแบบฉลากสินค้าใหม่ เพื่อแก้ปัญหาให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว และเป็นแนวทางในการใช้บรรจุภัณฑ์ให้กับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แช่อิ่มของไทยเพื่อการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างมะขามแช่อิ่มสด

เตรียมผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว ทำการแปรรูปและบรรจุลงในกระป๋องพลาสติกชนิด polyethylene terephthalate (PET) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 83 เซนติเมตร ความสูง 157 เซนติเมตร ขนาดบรรจุ 500 กรัม โดยใช้ฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงิน (silver peel of end aluminum lid) แบบวาล์ว ปิดผนึกกระป๋องด้วยเครื่องปิดฝากระป๋อง manual รุ่น LZM10 (ยี่ห้อ MITSUBISHI, ประเทศไทย) และขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง มายังห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2. การศึกษาผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด

นำผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดบรรจุกระป๋องชนิด PET มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิตู้เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี การยอมรับทางประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดทุก ๆ 4 วัน เป็นระยะเวลา 28 วัน ดังนี้

2.1 การวัดค่าสี

นำชิ้นมะขามแช่อิ่มสดวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสีแบบสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometers) รุ่น Ultrascan VIS (ยี่ห้อ HunterLab, USA) โดยใช้ตัวอย่างมะขามแช่อิ่มสดวางไว้ตรงช่องแหล่งกำเนิดแสงของเครื่องวัดสี รายงานค่าสีด้วยระบบ CIE ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าการเปลี่ยนแปลงสีรวม (ΔE) (Bozkir and Ergün, 2020)

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

นำชิ้นมะขามแช่อิ่มสด จำนวน 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจำนวน 2 มิลลิลิตร ปั่นบดผสมเป็นเวลา 30 วินาที จนเนื้อมะขามแช่อิ่มละเอียด และกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter รุ่น Cyberscan (ยี่ห้อ Eutech, Singapore)

2.3 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก (tartaric acid)

นำชิ้นมะขามแช่อิ่มสด จำนวน 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจำนวน 2 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 2-3 นาที ทำให้เย็น ถ่ายใส่ขวดปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นแล้วกรอง

ด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำสารละลายส่วนในมาไทเทรต (titration) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(sodium hydroxide) มาตรฐาน (0.1 N NaOH) โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอิน (phenolphthalein) เป็นอินดิเคเตอร์ (indicator) และคำนวณปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้แสดงผลการคำนวณเป็นร้อยละของกรดทาร์ทาริก (AOAC, 2000)

2.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

นำชิ้นมะขามแช่อิ่มสดจำนวน 10 กรัม บดบดละเอียด แล้วนำน้ำที่คั้นได้ไปวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ digital refractometer (Model PASL-18S; Atago Co.,Ltd., Tokyo, Japan) อ่านค่าเป็น องศาบริกซ์ (°Brix)

2.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้สเกลความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic rating scale) กำหนดให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด จนถึงระดับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งฝึกฝนจำนวน 20 คน เป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาโดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา โดยใช้แผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปแบบรวดเร็ว 3M Petrifilm™ Rapid Plate สำหรับทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (aerobic count plate) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง และปริมาณยีสต์และรา (rapid yeast and mold) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน รายงานผลเป็นโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามวิธีมาตรฐานของ Bacteriological Analytical Manual Online (BAM) (2001)

3. การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการออกแบบฉลากสินค้า

ลงพื้นที่เพื่อทำการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว ในเรื่องบรรจุภัณฑ์รูปแบบเดิม และแนวทางในการออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (standardized or structured interview) ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ที่มีการวางแผน จัดเตรียมชุดคำถามและวิธีการสัมภาษณ์อย่างเป็นระบบ (พรพิมล และคณะ, 2564) นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ 3 แบบ ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยรวมต่อฉลากผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการจัดลำดับค่าคะแนนมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดให้ระดับคะแนน 1.00-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด คะแนน 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย คะแนน 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง คะแนน 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และคะแนน 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (Best, 1981) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปและตัวแทนสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออก แปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ยกเว้นการประเมินทางประสาทสัมผัสที่วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 23

ผลการวิจัย

1. ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด

1.1 ลักษณะปรากฏ

ลักษณะผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดที่บรรจุในกระป๋องพลาสติกชนิด PET ใช้ฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงิน แบบวาล์ว ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 บรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในกระป๋องพลาสติกชนิด PET (ก) และลักษณะฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงิน แบบวาล์ว ลักษณะด้านนอก (ข) และด้านใน (ค)

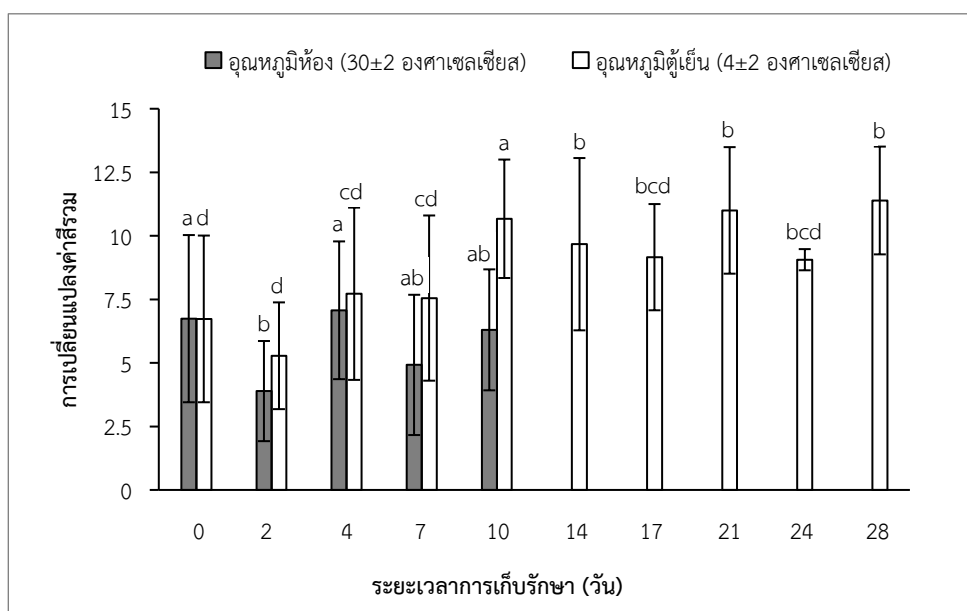
1.2 ค่าสี CIE

ลักษณะปรากฏของมะขามแช่อิ่มสดมีสีธรรมชาติเป็นสีเหลือง ปรากฏจากการใช้สีสังเคราะห์ พบว่าค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของมะขามแช่อิ่มสดมีแนวโน้มเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นในช่วงการเก็บรักษานาน 4 วัน และลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 10 วัน และมีสีซีดโดยมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกับการเก็บรักษามะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิตู้เย็น แต่การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีเหลืองจะลดลงหลังจากวันที่ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1) และการเปลี่ยนแปลงค่าสีรวมของมะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิตู้เย็นเกิดขึ้นมากกว่ามะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 1 ค่าสี CIE ของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่และอุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา (วัน)	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิตู้เย็น		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็น สีแดง (a*)	ค่าความเป็น สีเหลือง (b*)	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าความเป็น สีแดง (a*)	ค่าความเป็น สีเหลือง (b*)
0	53.79±2.65 ^b	5.10±0.90 ^{ab}	53.83±0.39 ^b	53.79±2.65 ^d	5.10±0.90 ^{abc}	50.51±4.16 ^b
2	54.20±2.49 ^b	5.13±0.46 ^{ab}	53.91±0.46 ^b	54.29±0.95 ^d	5.11±0.78 ^{abc}	50.45±3.12 ^b
4	53.30±1.23 ^b	4.13±0.46 ^c	57.50±0.47 ^a	54.15±2.36 ^d	5.01±0.39 ^{bcd}	53.83±3.64 ^a
7	53.72±0.94 ^b	5.25±0.93 ^a	37.52±0.93 ^c	51.75±0.73 ^e	5.13±0.46 ^{abc}	53.91±3.23 ^a
10	59.18±2.41 ^a	4.63±0.28 ^{bc}	37.80±0.28 ^c	59.18±2.83 ^a	4.63±0.28 ^{cd}	37.78±2.19 ^c
14	-	-	-	54.08±2.05 ^d	5.25±0.93 ^{abc}	37.51±3.60 ^c
17	-	-	-	54.98±0.69 ^{cd}	4.63±0.28 ^{cd}	37.80±2.19 ^c
21	-	-	-	57.21±2.49 ^b	5.65±0.44 ^a	36.81±2.49 ^c
24	-	-	-	56.16±2.39 ^{cb}	4.46±1.02 ^d	38.55±1.09 ^c
28	-	-	-	56.49±1.77 ^{cb}	5.29±0.33 ^{ab}	36.02±2.16 ^c

หมายเหตุ: - a b c d ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีรวมของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

1.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.73-3.17 ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.70-2.95 ที่อุณหภูมิตู้เย็น ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริกมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา การเก็บรักษา (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น
0	2.73±0.02 ^c	2.73±0.02 ^d	0.41±0.01 ^a	0.41±0.01 ^a
2	2.90±0.04 ^b	2.70±0.02 ^d	0.48±0.08 ^a	0.40±0.02 ^a
4	2.93±0.06 ^b	2.81±0.03 ^c	0.23±0.02 ^b	0.38±0.04 ^b
7	3.17±0.05 ^a	2.87±0.02 ^{bc}	0.30±0.04 ^b	0.36±0.01 ^{bc}
10	3.15±0.04 ^a	2.87±0.07 ^{abc}	0.31±0.02 ^b	0.31±0.02 ^d
14	-	2.89±0.08 ^{abc}	-	0.33±0.00 ^{cd}
17	-	2.92±0.06 ^{ab}	-	0.31±0.02 ^d
21	-	2.95±0.03 ^{ab}	-	0.31±0.02 ^d
24	-	2.95±0.05 ^{ab}	-	0.31±0.01 ^d
28	-	2.97±0.01 ^a	-	0.33±0.02 ^{cd}

หมายเหตุ: - a b c d ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดหรือค่าความหวานเริ่มต้นของมะขามแช่อิ่มสดประมาณ 10 องศาบริกซ์ (°Brix) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น มะขามแช่อิ่มสดมีค่าความหวานลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิตู้เย็น
0	10.13±0.12 ^b	10.13±0.12 ^b
2	11.23±0.21 ^a	11.21±0.21 ^a
4	11.37±0.15 ^a	11.20±0.20 ^a
7	8.97±0.06 ^c	11.27±0.12 ^a
10	8.33±0.31 ^d	11.17±0.15 ^a
14	-	8.53±0.06 ^c
17	-	8.70±0.26 ^c
21	-	8.53±0.06 ^c
24	-	8.07±0.12 ^d
28	-	8.17±0.15 ^d

หมายเหตุ: - a b c d ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม มีคะแนนความชอบลดลงในระหว่างการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลา 10 วัน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา (วัน)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
0	7.95±1.36 ^a	7.65±1.35 ^a	7.50±1.57 ^a	7.40±1.90 ^a	8.20±1.24 ^a	8.02±1.51 ^a
2	7.95±1.01 ^a	7.90±0.97 ^a	7.50±1.10 ^a	7.70±0.80 ^a	8.05±0.83 ^a	8.10±0.85 ^a
4	7.85±0.75 ^a	7.40±0.75 ^a	7.60±0.68 ^a	7.70±0.80 ^a	7.40±0.88 ^a	7.75±0.85 ^a
7	5.60±1.23 ^b	6.50±1.12 ^b	4.95±1.61 ^b	5.40±1.54 ^b	5.75±1.58 ^b	5.90±1.41 ^b
10	5.65±1.18 ^b	6.75±0.95 ^b	5.20±1.54 ^b	5.45±1.54 ^b	5.35±1.66 ^b	5.70±1.34 ^b

หมายเหตุ: - a b ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา (วัน)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
0	7.70±0.66 ^a	7.90±0.72 ^a	8.00±0.72 ^a	7.80±0.70 ^a	7.85±0.74 ^a	8.00±0.72 ^a
2	7.69±0.62 ^a	7.90±0.71 ^a	8.00±0.70 ^a	7.80±0.70 ^a	7.89±0.64 ^a	8.05±0.75 ^a
4	7.70±0.66 ^a	7.90±0.72 ^a	8.00±0.72 ^a	7.80±0.69 ^a	7.85±0.74 ^a	7.80±0.70 ^a
7	7.56±0.61 ^a	7.85±0.74 ^a	8.00±0.56 ^a	7.70±0.73 ^a	7.85±0.74 ^a	7.60±0.68 ^a
10	7.55±0.60 ^a	7.70±0.73 ^a	7.90±0.72 ^a	7.60±0.88 ^{abc}	7.60±0.68 ^{abc}	7.60±0.73 ^a
14	7.45±0.60 ^a	7.80±0.69 ^a	7.70±0.66 ^{ab}	7.75±0.72 ^a	7.75±0.72 ^{ab}	7.70±0.67 ^a
17	7.60±0.60 ^a	7.70±0.73 ^a	7.70±0.80 ^{ab}	7.55±0.88 ^{abc}	7.50±0.69 ^{abc}	7.65±0.61 ^{ab}
21	6.95±1.05 ^{bc}	7.35±0.87 ^{ab}	6.90±1.02 ^c	7.20±1.00 ^{abc}	7.25±1.12 ^{bc}	7.55±0.94 ^a
24	7.35±1.08 ^{abc}	7.35±0.87 ^{ab}	7.25±1.21 ^{bc}	7.10±1.21 ^{bc}	6.95±0.89 ^d	7.05±0.76 ^{ab}
28	6.85±0.93 ^b	6.95±0.82 ^b	6.80±0.95 ^c	7.00±1.03 ^c	7.15±0.99 ^{cb}	7.59±0.76 ^b

หมายเหตุ: - a b c d ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา

ผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลา 10 วัน และ 28 วัน พบว่ามะขามแช่อิ่มสดมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แช่อิ่ม ซึ่งกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ตลอดระยะเวลา 28 วัน

ระยะเวลา การเก็บ รักษา (วัน)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) อุณหภูมิห้อง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) อุณหภูมิตู้เย็น	ยีสต์และรา (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) อุณหภูมิห้อง	ยีสต์และรา (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) อุณหภูมิตู้เย็น
0	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2
2	3.00×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2
4	3.10×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2
7	6.00×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2
10	8.00×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2	7.00×10^2	น้อยกว่า 2.50×10^2
14	-	3.85×10^2	-	น้อยกว่า 2.50×10^2
17	-	4.25×10^2	-	น้อยกว่า 2.50×10^2
21	-	4.35×10^2	-	น้อยกว่า 2.50×10^2
24	-	5.10×10^2	-	2.00×10^1
28	-	6.50×10^2	-	7.00×10^1

2. ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด

ผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจต่อฉลากผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด 3 แบบ ดังตารางที่ 7 และภาพที่ 4 โดยรูปแบบที่ 2 มีคะแนนความพึงพอใจในระดับมากที่สุด 83.60 (ภาพที่ 5)

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจต่อรูปแบบฉลากผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด

รูปแบบฉลาก	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ	ระดับ ความพึงพอใจ
แบบที่ 1	2.36	0.86	47.20	น้อย
แบบที่ 2	4.18	0.81	83.60	มาก
แบบที่ 3	3.38	0.65	67.60	ปานกลาง



ภาพที่ 4 ฉลากบรรจุภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 (ก) แบบที่ 2 (ข) และแบบที่ 3 (ค)



ภาพที่ 5 บรรจุภัณฑ์ฉลากเดิม (ก) และต้นแบบบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด (ข)

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพของมะขามแช่อิ่มสดที่บรรจุในกระป๋องพลาสติกชนิด PET ปิดด้วยฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงิน แบบวาล์ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 10 วัน และอุณหภูมิตู้เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 28 วัน ผลการทดลองพบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดได้นาน 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นได้นานมากกว่า 28 วัน โดยอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

มะขามแช่อิ่มสดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 2.73 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 10.13 มีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก เท่ากับ 0.41 ระหว่างการเก็บรักษามะขามแช่อิ่มสดมีสีเหลืองซีดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากปริมาณกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อมะขาม เช่น กรดทาร์ทาริก กรดซิตริก และกรดมาลิก ไปยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกที่ถูกเร่งด้วยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ((polyphenol oxidase: PPO) โดย De Aguiar Cipriano *et al.*, (2015) รายงานว่ากรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลซึ่งทำหน้าที่จับโลหะและคุณสมบัติความเป็นกรดจะช่วยยับยั้งเอนไซม์ PPO ด้วยสารพวกแอซิดโพลิฟอสเฟต (acidic polyphosphate) เป็นสารจับโลหะที่มีอยู่ในโครงสร้างของเอนไซม์ PPO ซึ่งช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะขามแช่อิ่มสดในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่าสีรวมของมะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิตู้เย็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่ามะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงภายในตู้เย็นมีความสว่างมากกว่าแสงที่อุณหภูมิห้อง มะขามแช่อิ่มสดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.73-3.17 ที่อุณหภูมิห้อง และอยู่ในช่วง 2.70-2.95 ที่อุณหภูมิตู้เย็น หากเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้ดอง พบว่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่เกิน 3.5 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2546) ปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเพราะกระบวนการหมักที่เกิดขึ้น

ในทำนองเดียวกับการรายงานของธีรพร (2546) กล่าวว่ากระบวนการหมักกะหล่ำปลีต้องในระยะเริ่มต้นจุลินทรีย์จะเจริญขึ้น โดยจะเปลี่ยนน้ำตาลที่ออกมาจากผักและละลายผสมในน้ำเกลือให้กลายเป็นกรดแลคติก กรดอะซิติก เอธานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ และการศึกษาของบุษกร (2550) รายงานว่ากะหล่ำปลีต้องมักพบการเสียโดยเชื้อราซึ่งจะเติบโตและใช้กรดทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นแบบที่เรียกว่าสามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมะขามแช่อิ่มสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนต่ำกว่า 6 คะแนน ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตั้งแต่วันที่ 7-10 อยู่ในระดับคะแนนความชอบเฉย ๆ เป็นเพราะมะขามแช่อิ่มสดมีเนื้อสัมผัสนุ่มลง เนื่องจากสารประกอบเพกทินถูกย่อยสลายทำให้ผนังเซลล์อ่อนนุ่มลง จากข้อมูลของบุษกร (2550) รายงานว่ามะกอกต้องนิ่มเกิดจากเชื้อยีสต์จะผลิตพอลิกลาแลกไทโรเนส (polygalacturonase) และเพกทิน เมทิลเอสเทอร์เลส (pectin methylesterase) ที่ทำให้เนื้อมะกอกนิ่มและได้ นอกจากนี้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบลดลงเพราะมะขามแช่อิ่มสดมีกลิ่นแอลกอฮอล์ซึ่งอาจเกิดจากการรีดิวซ์กรดให้เป็นแอลกอฮอล์ ส่วนรสชาติพบว่ามะขามแช่อิ่มสดมีความหวานลดลงและมีความขมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมะขามแช่อิ่มสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีคะแนนความชอบโดยรวมลดลงจากระดับคะแนนชอบมากเป็นชอบปานกลางตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 28 วัน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สูง (อุณหภูมิห้อง) ช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีและส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการเก็บรักษามะขามแช่อิ่มสดที่อุณหภูมิตู้เย็นช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีกายภาพจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อยกว่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของมะขามแช่อิ่มสด พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 10 วัน และที่อุณหภูมิตู้เย็นนาน 28 วัน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานชุมชนผักและผลไม้แช่อิ่ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) ที่ระบุให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม อาจเป็นเพราะว่าสภาวะความเป็นกรดของมะขามแช่อิ่มสดไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อาหารที่มีสภาพเป็นกรดค่อนข้างสูง แสดงว่าอาหารนั้นมีสภาพความเป็นกรด-ด่างที่ช่วยถนอมอาหารได้ในระดับหนึ่ง (สถาบันอาหาร, 2547) ในทำนองเดียวกับงานวิจัยของฐิติมา และผกาหวดี (2557) รายงานว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 14 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ

ในส่วนของการพัฒนาฉลากผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสด ซึ่งฉลากของบรรจุภัณฑ์เดิมเป็นถุงพอยล์ซิปล็อคตั้งได้ หน้าพลาสติกใส หลังพอยล์สีทอง ขนาด 18x28 เซนติเมตร มีฉลากสติ๊กเกอร์วงกลมขนาด 7 เซนติเมตร ไม่เป็นจุดเด่นและไม่สร้างการจดจำแก่ผู้บริโภค มีโครงสร้างที่ไม่มีเอกลักษณ์และไม่เข้ากันกับผลิตภัณฑ์ มีการจัดวางองค์ประกอบที่ไม่เป็นระเบียบทำให้การสื่อสารเข้าใจยาก ข้อมูลไม่ครบถ้วน จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ก่อนการออกแบบ พบว่าผู้ประกอบการต้องการฉลากใหม่ ที่มีความโดดเด่น ชัดเจน และสื่อถึงจุดเด่นผลิตภัณฑ์ได้ จึงออกแบบพัฒนาฉลากบรรจุภัณฑ์ใหม่เป็นฉลาก 3 แบบ ให้มีจุดเด่นในภาพประกอบและจุดเด่นในชื่อผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวสร้างการจดจำแก่ผู้บริโภคมีการใช้ชื่อภาษาไทยควบคู่ไปกับภาษาอังกฤษ สอดคล้องกับ

การศึกษาของปรภัทร (2564) กล่าวว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นสากลและเป็นกลวิธีดึงดูด สร้างความสนใจให้แก่ผู้อ่าน เมื่อผู้อ่านดูผ่านสายตาก็เกิดความรู้สึกถึงผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีมาตรฐาน จำเป็นต้องมีการใช้ภาษาที่เป็นภาษาอังกฤษในการให้ข้อมูลบนฉลาก ในการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ มะขามแช่อิ่มสดยังใช้โครงสร้างที่มีเอกภาพเข้ากันกับผลิตภัณฑ์โดยเลือกใช้รูปแบบสีตัดกันทำให้มีความสดใส มีการจัดวางที่เป็นระบบตามหลักของดุลยภาพ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนฉลากบรรจุภัณฑ์ที่ 2 ในระดับคะแนนความพึงพอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 83.60 เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีความสนุกสนาน เน้นการจัดวางแบบสมมาตร ใช้จุดเด่นเป็นภาพการ์ตูนมะขามยักษ์แช่อิ่ม หน้าตาอ้วนแถม เป็นภาพประกอบหลัก ใช้สีที่ตัดกับตัวผลิตภัณฑ์ และพื้นหลังสีฟ้าอมเขียวที่ตัดกับตัวผลิตภัณฑ์ สื่อถึงรสชาติและความสดใหม่ ตัวอักษรชื่อผลิตภัณฑ์เด่น มีขนาดใหญ่ มองเห็นชัดเจน ช่วยถ่วงดุลกับภาพมะขามยักษ์ให้เกิดความสมมาตร ใส่รายละเอียดข้อมูลครบถ้วนเป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (ฉบับที่ 2)

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดที่บรรจุในกระป๋องพลาสติก PET ปิดด้วยฝาฟอยล์อลูมิเนียมสีเงินแบบวาวล์ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้นาน 4 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ได้นานมากกว่า 28 วัน การเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ใหม่นี้ทำให้สินค้าไม่ได้รับความเสียหาย ไม่เกิดการบวมของภาชนะบรรจุระหว่างการขนส่งที่อุณหภูมิห้อง และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว มีการจัดส่งผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดไปยังต่างจังหวัดที่มีระยะทางไกลโดยสินค้าไม่เกิดความเสียหายเมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์เดิม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดสามารถลดการสูญเสียและรักษาคุณภาพของสินค้า โดยบรรจุภัณฑ์มีโครงสร้างทางกายภาพที่เหมาะสมสามารถปกป้องผลิตภัณฑ์จากความเสียหายระหว่างการขนส่ง รวมถึงให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และนำเสนอผลิตภัณฑ์อย่างสวยงาม แก้ปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจฯ ได้ จึงเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอื่น ๆ ทั้งนี้หากมีการขนส่งผลิตภัณฑ์ภายใต้อุณหภูมิต่ำด้วยจะสามารถช่วยรักษาคุณภาพมะขามแช่อิ่มสดได้นานยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่มสดในบรรจุภัณฑ์ใหม่ด้วยเทคนิควิธีสภาวะเร่งเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาได้เร็วยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนภายใต้โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นแผนธุรกิจ และการตลาดเพื่อชุมชน 14 ผลิตภัณฑ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไม้ผลเพื่อส่งออกแปรรูปบ้านคลองชล จังหวัดสระแก้ว และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ฐิติมา มาใหญ่ และผกาดี เอี่ยมกำแพง. (2557). การประเมินคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะม่วงแช่อิ่ม. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4* (หน้า 241-246). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- ธีรพร กงบังเกิด. (2546). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. พิษณุโลก: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุษกร อุดรภักดี. (2550). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ปรภัทร คงศรี. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นให้ดึงดูดความสนใจนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติในอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 40(6), 79-92.
- ปิยะวรรณ กาสลัก และรัชฎาพร อุ่นศิริไทย์. (2558). *โปรไบโอติกและเซอรั่มเปรี้ยวหมักเสริมสุขภาพ. รายงานวิจัย*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.
- พรพิมล ข้าเพชร ปาริฉัตร ศรีหะรัญ และวันดี หิรัญสถาพร. (2564). ความสำคัญและเทคนิคการรวบรวมข้อมูลสู่การวิจัยในศตวรรษ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 32(2), 1-12.
- สถาบันอาหาร. (2547). *หลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน*. กรุงเทพฯ: สถาบันอาหาร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2546). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้ดอง*, มผช.160/2546, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แช่อิ่ม*, มผช. 161/2558, กรุงเทพฯ.
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis*. (17th ed). Virginia: Association of Official Analytical Chemists.
- Bacteriological Analytical Manual Online (BAM). (2001). *Chapter 3: Aerobic plate count*. Retrieved 20 May 2022, from: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>.
- Best, J.W. (1981). *Research in education*. (3rd ed). New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Bozkir, H. and Ergün, A.R. (2020). Effect of sonication and osmotic dehydration applications on the hot air drying kinetics and quality of persimmon. *LWT-Food Science and Technology*, 131, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109704>.
- De Aguiar Cipriano, P., Ekici, L., Barnes, R.C., Gomes, C., Talcott, S.T. (2015). Pre-heating and polyphenol oxidase inhibition impact on extraction of purple sweet potato anthocyanins. *Food Chemistry*, 180, 227-234, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.020>.