รายงานโครงการฉบับสมบูรณ์

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

Shelf life extension of aromatic coconut products: Case study of the community enterprise group of Ban Ta-Ban Klong Taplang, Phaeo District, Samut Sakhon Province

โดย

ศุภัคษร มาแสวง
ศันสนีย์ ทิมทอง
น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. ๒๕๖๗

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๖
จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานโครงการฉบับสมบูรณ์

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

Shelf life extension of aromatic coconut products: Case study of the community enterprise group of Ban Ta-Ban Klong Taplang, Phaeo District, Samut Sakhon Province

โดย

ศุภัคษร มาแสวง
ศันสนีย์ ทิมทอง
น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2567

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566
จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

โครงการวิจัย การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร
ผู้วิจัย ศุภัคษร มาแสวง ศันสนีย์ ทิมทอง และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร
ปีงบประมาณ 2566

บทคัดย่อ

อายุการเก็บรักษาของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก (Trimmed coconut) ที่ปอกเปลือกมักจะยืดออกด้วยการใช้สารต่อต้านการเกิดสีน้ำตาล เช่น กรดหรือคลอรีน อย่างไรก็ตามการใช้สารดังกล่าวถูกจำกัดสำหรับสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารสด วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของมะพร้าวออร์แกนิกที่ปอกเปลือกโดยใช้กรดซิตริก (CA), โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และกรดเปอร์ออกซีอะซิติก (PAA) มะพร้าวปอกเปลือกถูกแช่ใน CA (10% และ 20%), NaCl (10% และ 20%) และ PAA (80 ppm) เป็นเวลา 5 นาทีก่อนบรรจุ ทุกตัวอย่างถูกเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่แช่ในสารยับการเกิดสีน้ำตาล ในช่วง 15 วันของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C คุณภาพของมะพร้าวที่ผ่านการบำบัดรวมถึงคุณภาพทางสายตา ค่าสี (L*, a*, b*) และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (TPC) บนพื้นผิวของตัวอย่างถูกประเมิน คุณภาพทางเคมี (ความเป็นกรดที่สามารถไทเทรตได้ (TA), pH และของแข็งที่ละลายทั้งหมด) ของน้ำมะพร้าวก็ถูกตรวจสอบเช่นกัน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่ามะพร้าวที่ผ่านการบำบัดด้วยสารละลาย CA 20% และ NaCl 20% เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาคุณภาพทางสายตาและสี รวมทั้งควบคุมการเติบโตของจุลินทรีย์ ($P<0.05$) นอกจากนี้การแช่มะพร้าวในสารละลาย PAA ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียในเพลทที่ใช้ออกซิเจนได้สูงสุดเพียง 6 วันของการเก็บรักษาและทำให้เกิดสีเหลืองหลังจากการแช่ทันที ดังนั้น CA 20% และ NaCl 20% อาจเป็นทางเลือกในการบำบัดด้วยสารเคมีเพื่อควบคุมการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก

มะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Polished coconut) เป็นผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวที่มีสัดส่วนทางการตลาดสูง แต่เน่าเสียได้ง่ายที่เกิดจากจุลินทรีย์และการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกในระหว่างดำเนินการกระจายแบบแช่เย็น มะพร้าวเจียรไร้เปลือกถูกจุ่มในสารละลายเกลือ/กรด (SA; โซเดียมคลอไรด์ 10% และกรดซิตริก 10%) และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 °C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) ที่แตกต่างกันสามแบบ โดยมีสภาพบรรยากาศปกติเป็นการควบคุม คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยามะพร้าวเจียรไร้เปลือกถูกตรวจสอบ โดยมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่ผ่านการแช่สารละลาย SA+CA ร่วมกับสภาพบรรยากาศควบคุม 5% O_2 + 7.5% CO_2 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำสุดที่ 29.13 ความเป็นกรดทั้งหมดไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 0.026–0.071%, 6.86–8.96 °Brix และ 5.38–6.51 ตามลำดับ การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนของยีสต์และราอยู่ต่ำกว่า 4 log CFU/พื้นที่ของผลมะพร้าวเจียรไร้เปลือก จากผลการวิจัยนี้พบว่าการแช่มะพร้าวเจียรไร้เปลือกในสารละลาย SA+CA และเก็บในสภาวะที่มี 5% O2 + 7.5% CO2 เป็นแนวทางแบบเทคโนโลยีเฮอเดิลในการยืดอายุการเก็บรักษาของของผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บรักษาของมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ได้ห่อ ห่อด้วยฟิล์มพีวีซี และบรรจุสุญญากาศ ถูกศึกษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% ไม่ว่าจะเป็นการบรรจุแบบใดการสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวไร้กะลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าการส่องผ่านแสงและค่าความสว่าง (L*) ของน้ำมะพร้าวลดลง ($P<0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า pH ของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวจากการบรรจุสุญญากาศลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าสำหรับการบรรจุทุกวิธี ความเข้มของสีเหลืองของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความใสลดลงตามเวลา ความเปรี้ยวของน้ำมะพร้าวที่บรรจุสุญญากาศเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา มะพร้าวที่ห่อด้วยฟิล์ม ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด พบว่ามีเชื้อราบนเปลือกและกาบที่สิ้นสุดการเก็บรักษา การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ได้ห่อ ห่อด้วยฟิล์ม และบรรจุสุญญากาศ สามารถเก็บรักษาได้ถึง 9, 12 และ 15 วัน ตามลำดับ ภายใต้สภาวะที่ใช้ในการศึกษานี้

คำสำคัญ: มะพร้าวน้ำหอม สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล การยืดอายุการเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ การบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ

Project **Shelf life extension of aromatic coconut products: Case study of the community enterprise group of Ban Ta-Ban Klong Taplang, Phaeo District, Samut Sakhon Province.**

Researcher **Supuksorn Masavang, Sansanee Timthong and Nomjit Sutheebut**

Academic year 2024

ABTRACT

Shelf-life of trimmed coconut is usually extended using anti-browning agents such as acid or chlorine. However, in fresh produce, applications of such agents are restricted. The objective of this study was aimed to extend the shelf-life of trimmed aromatic coconut using citric acid (CA), sodium chloride (NaCl) and peroxyacetic acid (PAA). Trimmed coconuts were dipped in CA (10% and 20%), NaCl (10% and 20%) and PAA (80 ppm) for 5 minutes before packing. All samples were compared with control (no dipping). During 15 days of storage at 5 °C, qualities of treated coconuts including visual quality, color values (L*, a*, b*) and total plate count (TPC) on surface of samples were evaluated. Chemical qualities (titratable acidity (TA), pH and total soluble solids) of coconut water were also determined. The results showed that trimmed coconuts treated with 20% CA and 20% NaCl solutions were the most effective treatment for maintaining visual quality and color as well as controlling microbial growth ($P<0.05$). Moreover, PAA treatment could only help reducing the number of aerobic plate count bacteria up to 6 days of storage and resulted in yellowish color after dipping. Therefore, 20% CA and 20% NaCl could be an alternative chemical treatment in controlling postharvest deterioration of organic trimmed aromatic coconut.

Polished coconut (PC) contributes to global economic trade but is impacted by microbial and browning spoilage during the cold chain operation. Polished coconuts were dipped in salt/acid solution (SA; 10% sodium chloride and 10% citric acid) and stored at 5 °C for 15 days in three different controlled atmosphere (CA) conditions with normal atmospheric condition as the control. Qualities and bacterial profiles of polished coconuts were determined. Polished coconuts treated with SA+CA (5% O_2 + 7.5% CO_2) showed the lowest average browning index of 29.13. Titratable acidity, total soluble solid content and pH ranged 0.026–0.071%, 6.86–8.96 °Brix and 5.38–6.51, respectively. Aerobic plate count and total yeast and mold counts were less than 4 log CFU/area of each shoulder, body and bottom area of polished coconuts. Results suggested that SA+CA (5% O_2 + 7.5% CO_2) offered a non-allergenic hurdle technology to prolong the shelf life of polished coconut.

The shelf-life of unwrapped, film-wrapped and vacuum-packed shell-less coconut was studied at 5 °C and 80–90% relative humidity. Regardless of the packaging treatments, weight loss of whole shell-less coconut increased with storage time. Transmittance and lightness (L*) values of shell-less coconut water decreased ($P<0.05$) with longer storage time. The pH of shell-less coconut water and shell-less coconut meat from the vacuum-packed treatment decreased as storage time increased. Sensory analysis showed that, for all treatments, the yellowness intensity of coconut water increased whereas its transparency decreased with time. The sourness intensity of vacuum-packed coconut water increased on later days of storage. Only the film-wrapped coconut, having the shortest shelf-life, had mold on its shell and husk at the end of storage. This study showed that the unwrapped, film-wrapped and vacuum-packed shell-less coconuts could be stored for up to 14, 18 and 28 days, respectively, under the conditions used in this study.

Keywords: Aromatic coconut, Anti-browning agent, Shelf–life extension, Packaging, Modified atmosphere packaging

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร สามารถลุล่วงไปได้อย่างดี โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fadamental Fund) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โดยคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านของห้องปฏิบัติงาน ทั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและนักศึกษาที่มีส่วนร่วมในการเตรียมผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอม การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การประมวลผล และการจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ ขอขอบคุณคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและการสนับสนุนเป็นอย่างดี จนกระทั่งสำเร็จการทำวิจัย ซึ่งทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจศึกษาค้นคว้าข้อมูลไม่มากก็น้อย อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนมอบที่มีแป้งเป็นวัตถุดิบหลักชนิดอื่นๆ ต่อไป หากรายงานโครงการวิจัยฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำกราบขอภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศุภัคษร มาแสวง
ศันสนีย์ ทิมทอง
น้อมจิตต์ สุธีบุตร
25 สิงหาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
Abstarct	**ค**
กิตติกรรมประกาศ	**จ**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ฎ**
สารบัญภาพ	**ฑ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 สมมุติฐานงานวิจัย	3
1.5 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**6**
2.1 มะพร้าน้ำหอม	6
2.2 การตรวจสอบความแก่อ่อนของมะพร้าว (Maturity)	9
2.3 กระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอม	21
2.3.1 การปลูก	21
2.3.2 การเก็บเกี่ยว	22
2.3.3 การบรรจุหีบห่อ	22
2.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสินค้ากับแหล่งภูมิศาสตร์	22
2.3.5 การพิสูจน์แหล่งกำเนิด	23
2.4 ปัญหาหลักในมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งส่งออก	23
2.4.1 ปัญหาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำ ตาล (Browning reaction)	23
2.4.2 ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (Microbial contamination)	25
2.5 การยืดอายุการเก็บรักษาและการแก้ปัญหา	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 การยืดอายุการเก็บรักษาและการแก้ปัญหา	27
2.5.1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ	27
2.5.2 การลวก	29
2.5.3 การใช้สารเคมี (Chemical treatment)	31
2.5.4 การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ (Packaging)	38
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	**42**
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ประกอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอม บ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	**42**
3.1.1 กลุ่มตัวอย่าง	42
3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	42
3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	43
3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	43
3.2 โครงการย่อยที่ 1 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการแช่เย็น กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจ-ชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	**44**
3.2.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	44
3.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ	45
3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	46
3.2.4 สถานที่ทำการวิจัย	49
3.2.5 ระยะเวลาในการวิจัย	49
3.3 โครงการย่อยที่ 2 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปรอากาศ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	**50**
3.3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ	51
3.3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	51
3.2.4 สถานที่ทำการวิจัย	55
3.2.5 ระยะเวลาในการวิจัย	55
3.4 โครงการย่อยที่ 3 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	**56**
3.2.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	56
3.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ	57
3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	57
3.2.4 สถานที่ทำการวิจัย	61
3.2.5 ระยะเวลาในการวิจัย	61
บทที่ 4 ผลการวิจัย	**62**
4.1 การสัมภาษณ์ผู้ประกอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	62
4.1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของผู้ประกอบการ	75
4.2 **โครงการย่อยที่ 1** การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการแช่เย็น กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	90
4.2.1 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้แช่ที่มีลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก	90
4.2.2 ผลของการแช่มะพร้าวควั่นปอกเปลือกในสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา	93
4.2.3 ผลของการแช่สารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีต่อค่าปริมาณกรดทั้งหมด (TA), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TSS) ในน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวควั่นปอกเปลือกระหว่างการเก็บรักษา	95

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.4 ผลของการแช่สารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีต่อการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	96
เอกสารอ้างอิง	99
4.3 **โครงการย่อยที่ 2** การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปรอากาศ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	101
4.3.1 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก	103
4.3.2 ผลการตรวจสอบปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Titratable acidity, TA)	104
4.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Total soluble solid, TSS)	105
4.3.4 ผลการตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Weight loss, WL)	106
4.3.5 ผลค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Browning index, BI)	107
4.3.6 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของพื้นผิวของมะพร้าวปอกเปลือกและน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวเจียรไร้เปลือก	109
เอกสารอ้างอิง	112
4.4 โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวคว้านไร้กะลาจากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	116
4.4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ	117
4.4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ	119
4.4.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ	123
4.4.4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ	124
เอกสารอ้างอิง	127

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	**129**
5.1 สรุปผลการวิจัย	129
5.2 ข้อเสนอแนะ	130
ภาคผนวก	**131**
ภาคผนวก ก. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 15-2550 มะพร้าวน้ำหอม (AROMATIC COCONUT)	132
ภาคผนวก ข. ประกาศกรมทรัพสินทางปัญญา เรื่อง การขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ หรือ GI มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว	143
ภาคผนวก ค. แนวทางข้อคำถามการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview)	145
ภาคผนวก ง. แนวทางข้อคำถามการสัมภาษณ์แบบโครงสร้าง (Structural Interview)	150
บรรณาณุกรม	**157**
ประวัติย่อผู้วิจัย	**160**

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณแร่ธาตุในน้ำมะพร้าว	8
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบในน้ำมะพร้าวน้ำหอม 4 สายพันธุ์	8
ตารางที่ 2.3 การคัดเลือกระดับความแก่ (maturity) ของมะพร้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ	11
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการทดสอบเพื่อหาข้อมูลที่มีเนื้อแต่ละแบบ	15
ตารางที่ 2.5 ผลของอายุผลมะพร้าวต่อน้ำหนักเนื้อมะพร้าว น้ำมะพร้าว ความหนาเนื้อมะพร้าว และความหนาเนื้อตรงข้ามตาผลมะพร้าว	17
ตารางที่ 2.6 เชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผิวมะพร้าวและน้ำมะพร้าว	27
ตารางที่ 2.7 ภาพถ่ายเปรียบเทียบมะพร้าวควั่นขาว (PC) ที่ผ่านการลวกด้วยสภาวะที่แตกต่างกัน ณ วันที่ 0 และวันที่ 6	30
ตารางที่ 2.8 ร้อยละการเจริญเติบโตของเชื้อราบนชิ้นเปลือกชั้นกลางสีขาว (mesocarp) ของผลมะพร้าวที่แช่ในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) SMS 3% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (SC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ถูกบำบัดอยู่ที่ 4 C เป็นเวลา 10 วัน	36
ตารางที่ 2.9 ร้อยละการเจริญเติบโตของเชื้อราบนชิ้นเปลือกชั้นกลางสีขาว (mesocarp) ของผลมะพร้าวที่แช่ในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) SMS 3% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด (ASC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ถูกบำบัดอยู่ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน	36
ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของสมาชิกที่เป็นประชากร จำแนกตามเพศ ระดับการศึกษา รายได้หลัก ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว	78
ตารางที่ 4.2 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุของเกษตรกร จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงาน ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว และช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก	81
ตารางที่ 4.3 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการพื้นที่ปลูกและพันธุ์มะพร้าว	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.4 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการน้ำในการเพาะปลูก 84

ตารางที่ 4.5 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการดูแลรักษาต้นมะพร้าว 85

ตารางที่ 4.6 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการผลผลิตมะพร้าวน้ำหอม 87

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร เกี่ยวกับสภาพปัญหาของการจัดการสวนมะพร้าว 88

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ที่มีข้อเสนอแนะในการจัดการสวนมะพร้าว 89

ตารางที่ 4.9 ลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกที่แช่ในสารยับยั้งการสีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ และมีระยะเวลาเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 90

ตารางที่ 4.10 ผลของชนิดสารยับยั้งการสีน้ำตาลและระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือก 94

ตารางที่ 4.11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกที่แช่ในสารเคมีต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส 97

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนสีของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน 118

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำมะพร้าวในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษามะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน 123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 4.14 การประเมินทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน 124

ตารางที่ 4.15 การประเมินทางประสาทสัมผัสของเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน 125

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 มะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ย	7
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของผลมะพร้าว	7
รูปที่ 2.3 ภาพรวมและภาพตัดขวางของผลอ่อนและผลแก่ของต้นมะพร้าว (Cocos nifera) มะพร้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบโครงสร้างและสมรรถนะทางกลของมะพร้าวอ่อน (a) และมะพร้าวแก่ (b)	10
รูปที่ 2.4 ภาพจำลองการนับตำแหน่งของผลมะพร้าวบนทะลายเดียวกัน	12
รูปที่ 2.5 เปรียบคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมหลังตกจั่นที่อายุแตกต่างกัน (A) ความแข็งของกาบมะพร้าว (Husk) และความแข็งของกะลา (Shell) (B) น้ำหนักเนื้อมะพร้าวสดฐานเปียก (Wet flesh weight) และเนื้อมะพร้าวฐานแห้ง (Dry flesh weight) (C) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) และความเป็นกรดที่สามารถไตเตรทได้ (TA) ของน้ำมะพร้าวอ่อน เทียบกับวันหลังการผสมเกสรหรือหลังมะพร้าวตกจั่น	13
รูปที่ 2.6 จุดที่ใช้สังเกตุลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมที่มีความอ่อน	14
รูปที่ 2.7 ลักษณะของชั้นมะพร้าวน้ำหอมตามช่วงอายุ 22-34 สัปดาห์	16
รูปที่ 2.8 น้ำหนักเนื้อกับน้ำมะพร้าวน้ำหอม และสัดส่วนของเนื้อต่อน้ำมะพร้าวน้ำหอมในช่วงอายุผลที่แตกต่างกัน	17
รูปที่ 2.9 ลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง A) มะพร้าวควั่น (เจียน) และ B) มะพร้าวเจีย (กลึง)	18
รูปที่ 2.10 ลักษณะต้นมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างกัน	20
รูปที่ 2.11 การปลูกมะพร้าวที่ขอบร่องสวน ระยะปลูก 6x8 เมตร โดยเว้นระยะปลูกห่างจากขอบร่อง 1 เมตร	21
รูปที่ 2.12 แผนที่แหล่งภูมิศาสตร์ มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว	23
รูปที่ 2.13 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์	24
รูปที่ 2.14 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าว	25
รูปที่ 2.15 บริเวณตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอม A) ตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอมที่ยังไม่ผ่านการเจาะรู และ B) ตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการเจาะด้วยหลอดพลาสติก	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.16 คะแนนรสชาติผิดเพี้ยน (A และ B) และกลิ่นหอมหวาน (C และ D) ของน้ำมะพร้าว (A และ C) และเนื้อมะพร้าว (B และ D) ที่นำมาจากผลมะพร้าวที่สภาพสมบูรณ์ (■) และมะพร้าวควั่นขาว (●) ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และ ผลมะพร้าวที่สภาพสมบูรณ์ (□) และมะพร้าวควั่นขาว (○) ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 28 วัน แท่งในแต่ละจุดแสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างการรักษา (P≤0.05) ns = ไม่มีนัยสำคัญ 28

รูปที่ 2.17 ปริมาณสารประกอบจากปฏิกิริยา TBA ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ที่นำมาจากผลมะพร้าวที่สมบูรณ์ (■) และมะพร้าวควั่นขาว (●) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และผลมะพร้าวที่สมบูรณ์ (□) และมะพร้าวควั่นขาว (○) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°C สำหรับ 28 วัน. แท่งในแต่ละจุดแสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างการรักษา (P≤0.05) ns = ไม่มีนัยสำคัญ 29

รูปที่ 2.18 ภาพไมโครกราฟอิเล็กตรอนแบบส่งผ่าน (Transmission electron micrographs) ของ *B. cereus* (A), *E. aerogenes* (C) และ *C. tropicalis* (E) ที่ไม่ได้รับการรักษาที่กำลังขยาย 20,000 ×, 20,000 × และ 6,000 × ตามลำดับ ผลของสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (w/v) เป็นเวลา 10 นาทีต่อโครงสร้างจุลินทรีย์ของ *B. cereus* (B), *A. aerogenes* (D) และ *C. tropicalis* (F) ที่ 20,000×, 20,000× และกำลังขยาย 6,000 เท่า ตามลำดับ รูบนพื้นผิวเซลล์ (ลูกศร #1, ลูกศร #2 และลูกศร #3) และการแยกเยื่อหุ้มเซลล์ออกจากผนังเซลล์ (ลูกศร #4) 32

รูปที่ 2.19 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ B. cereus บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่แช่ในสารละลาย (A) และแช่ในสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ เซลล์บิดตัว (ลูกศร #1) และเซลล์ยืดออก (ลูกศร #2) 33

รูปที่ 2.20 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ E. aerogenes บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่บำบัด (A) และบำบัดด้วยสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ รูบนพื้นผิวเซลล์ (ลูกศร #1) 33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.21 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ C. tropicalis บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่ได้แช่สารละลาย (A) และแช่ในด้วยสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ	34
รูปที่ 2.22 ค่า ΔE (A) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) บนชิ้นของเปลือกสีขาวชั้นกลาง (Mesocarp) ของมะพร้าวด้วยน้ำกรอง (ตัวอย่างควบคุม) 3% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (SC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ได้รับการแช่ในสารละลายเก็บไว้ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน	35
รูปที่ 2.23 ค่า ΔE (A) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) บนชิ้นของเปลือกสีขาวชั้นกลาง (Mesocarp) ของมะพร้าวด้วยน้ำกรอง (ตัวอย่างควบคุม) 3% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด (ASC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ได้รับการแช่ในสารละลายเก็บไว้ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน	35
รูปที่ 2.24 การเปลี่ยนแปลงของสีรวม (ΔE) ร้อยละการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (C) ของเปลือกมะพร้าวควั่นที่จุ่มในน้ำกรอว (กลุ่มควบคุม) 3% SMS และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด 250-1000 mg/L เป็นเวลา 5 นาที โดยเก็บรักษามะพร้าวหลังการจุ่มในสารละลายไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C	37
รูปที่ 2.25 การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเผาที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน	40
รูปที่ 3.1 ผลมะพร้าวน้ำหอมปอกเปลือกแบบควั่นปอกเปลือก รูปทรงกรวย	46
รูปที่ 3.2 ผลมะพร้าวน้ำหอมปอกเปลือกแบบเจียรไร้เปลือก รูปทรงกรวย	50
รูปที่ 3.3 ผลมะพร้าวไร้กะลา	56
รูปที่ 4.1 สถานที่ผลิตผลิตภัณฑ์มะพร้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	63
รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทสาคร ที่วางจำน่ายภายใต้ตรา “COCO เชย”	65
รูปที่ 4.3 การขนส่งมะพร้าวน้ำพร้าวจากสวนเพื่อนำส่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทสาคร	66
รูปที่ 4.4 การเพาะต้นพันธุ์ มะพร้าวน้ำหอม เพื่อปลูกใหม่ภายในพื้นที่โดยไม่ต้องซื้อจากภายนอก	68
รูปที่ 4.5 ลักษณะการเก็บวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลมะพร้าว	69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.6 ลักษณะเนื้อมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับความแก่แตกต่างกัน ก) มะพร้าอ่อนมาก ข) เนื้อมะพร้าวชั้นเดียว ค) เนื้อมะพร้าวชั้นครึ่ง ง) เนื้อมะพร้าวสองชั้น จ) เนื้อมะพร้าวทึนทึก และ ช) เนื้อมะพร้าวแก่	72
รูปที่ 4.7 ลักษณะของผลมะพร้าวอ่อนและแก่	72
รูปที่ 4.8 การแยกผลมะพร้าวอ่อนที่มีผลสมบูรณ์ (a) ออกจากผลมะพร้าวเปลือกแตกร้าว (b) โดยใช้วิธีลอยตัวในน้ำ	73
รูปที่ 4.9 สวนมะพร้าวน้ำหอมในพื้นที่ อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร	74
รูปที่ 4.10 ภาพกิจกรรมลงพื้นที่เก็บข้อมูล ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร	77
รูปที่ 4.11 ค่า pH ของน้ำมะพร้าวของมะพร้าวเจียรปอกเปลือก (PC) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2	103
รูปที่ 4.12 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมะพร้าวของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2	104
รูปที่ 4.13 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Total soluble solid, TSS) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2	105
รูปที่ 4.14 การสูญเสียน้ำหนักของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Weight loss, WL) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2	106
รูปที่ 4.15 ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลบนพื้นผิวมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Browning index, BI) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2	108

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.16 ลักษณะของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) หลังจากแช่ในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเป็นเวลา 3 ชั่วโมง: (A) แช่ในส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ 10% และสารละลายกรดซิตริก 10% เป็นเวลา 10 นาที และ (B) ไม่ได้ผ่านการแช่ในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล 109

รูปที่ 4.17 การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้อากาศในการเจริญเติบโตบนผิวและน้ำของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่ผ่านการแช่ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์/กรดซิตริกและเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศต่างๆ (สภาวะควบคุม, 2.5% O2 + 5% CO2, 5% O2 + 5% CO2 และ 5% O2 + 7.5% CO2) เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส 110

รูปที่ 4.18 จำนวนยีสต์และราที่ผิวและน้ำของมะพร้าวปอกเปลือกที่ผ่านการแช่ในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศต่างๆ (สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O2 + 7.5% CO_2) เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส 111

รูปที่ 4.19 ลักษณะของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่แช่ในส่วนผสมของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10% และกรดซิตริก 10% และเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศที่อุณหภูมิ 2°C ที่สัปดาห์ที่ 6 ลูกศรแสดงการเจริญเติบโตของเชื้อราบนผิวด้านนอกของมะพร้าวเผาเจียรปอกเปลือก 111

รูปที่ 4.20 การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน 117

รูปที่ 4.21 การส่องผ่านของน้ำมะพร้าวในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน 119

รูปที่ 4.22. การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ที่อุณหภูมิ 5 °C ในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน 120

รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดทั้งหมดไทเทรตได้ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน 121

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจส้งออกที่สำคัญของไทยอีกชนิดหนึ่ง มะพร้าวน้ำหอมของไปได้รับความนิยมจากประเทศ จีน ญี่ปุ่น ไต้หวัน สิงคโปร์ และทางยุโรบ เพราะผลของมะพร้าวมีกลิ่นหอม น้ำมีรสชาติหวาน เนื้อมะพร้าวมีไขมันดี อีกทั้งยังมีงานวิจัยสนับสนุนคุณประโยชน์ของมะพร้าวว่ามีคุณค่าทางโภชนาการมากมายต่อร่างกาย (วรภัทร ลัคนทินวงศ์, 2558) โดยนอกจากจะเพาะปลูกเพื่อบริโภคในประเทศแล้วไทยยังมีการส่งออกมะพร้าวไปยังต่างประเทศอีกด้วยโดยในปี 2563 (เดือนมกราคม – ตุลาคม) ไทยมีปริมาณการส่งออกมะพร้าวทั้งสดและแห้งทั้งหมด 197,096 ตัน มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.28 และมีมูลค่าการส่งออก 144,461,796 เหรียญสหรัฐฯ มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.61 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี 2562 โดยไทยมีการส่งออกมะพร้าวไปยังจีนมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 80.92 ของสัดส่วนการส่งออกของทั้งหมด รองลงมาคือ สหรัฐฯ ฮ่องกง สิงคโปร์และออสเตรเลีย ตามลำดับ (ศูนย์พัฒนาการค้าและธุรกิจไทย, 2563)

มะพร้าวน้ำหอมในเขตอำเภอบ้านแพ้ว เป็นสายพันธุ์ต้นเตี้ย ปลูกในพื้นที่แถบนี้ซึ่งตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำท่าจีน ทำให้ดินมีธาตุอาหารสูง และน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อมะพร้าวที่ปลูกบนพื้นที่เหล่านี้มีรสชาติดีและให้ผลผลิตที่อุดมสมบูรณ์มีรสชาติดีที่สุดและมีชื่อเสียงไปทั่วโลก ทำให้มะพร้าวในพื้นที่แถบนี้เป็นที่ต้องการอย่างมากในตลาดทั้งในและต่างประเทศ (อัญชนา โคกหม้อ และ พิทักษ์ ศิริวงศ์, 2560) ปัจจุบันผลผลิตของมะพร้าวน้ำหอมที่ได้เกษตรกรส่วนใหญ่มักเก็บผลสดของมะพร้าวแล้วขายให้กับพ่อค้าที่มารับซื้อหน้าสวนหรือรวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรในพื้นที่เพื่อไปส่งจำหน่ายตลาด ทำให้ได้ราคาที่ต่ำ จึงมีเกษตรกรต้องการคิดหาวิธีเพิ่มมูลค่ามะพร้าวพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ประกอบการ โดยจัดตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ด้วยการแปรรูปเป็นมะพร้าวเผา มีวิธีการนำลูกมะพร้าวสดมาปอกเปลือกแล้วต้มก่อนเผาหัวด้วยแก๊สเพื่อทำเป้นมะพร้าวเผา ต่อมาเริ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพิ่มเติม เช่น ผลิตภัณฑ์วุ้นในลูกมะพร้าว มะพร้าวควั่นปอกเปลือกเหลือแต่เปลือกขาว มะพร้าวเจียร มะพร้าวคว้านไร้กะลาหรือมะพร้าวอ่อนคว้านเป็นลูกเหลือเพียงเนื้อ-น้ำ มะพร้าวผง พุดดิ้งน้ำมะพร้าว และมะพร้าวแก้ว เพื่อให้ขายได้ราคาที่เพิ่มขึ้น การแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมเหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของการเข้าสู่ตลาดส่งออกมะพร้าวไปยังต่างประเทศ (สุรัตน์ อัตตะ, 2558)

มะพร้าวจะทำการเก็บรักษาแบบสดเป็นเวลานานได้ยาก เนื่องจากมะพร้าวมีปริมาณน้ำตาลไขมันสูงและความชื้นที่สูง (Jennylynd and Tipvanna, 2001) ผลิตภัณฑ์มะพร้าวแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน หากเป็นมะพร้าวควั่นปอกเปลือกลึกติดเนื้อมากความชื้นจะเข้าไปในลูกมะพร้าวได้ง่าย และมะพร้าวที่ผ่านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ที่มีการเจาะรูหรือมีรูระบายอากาศที่บรรจุภัณฑ์ เชื้อจุลินทรีย์อาจจะเข้าไปทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้เร็วขึ้น วันหมดอายุจึงสั้นลง มะพร้าวควั่นสามารถเก็บได้นานถึง 2 เดือน มะพร้าวเจียรเก็บได้นาน 7-15 วัน มะพร้าวคว้านไร้กะลาและวุ้นในลูก

มะพร้าวอยู่ได้เพียง 7 วัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่มีการเติมสารกันบูด จึงไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ ดังนั้นทางผู้ปรพการหรือกลุ่มเกษตรกรจึงต้องการที่จะยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะพร้าวน้ำหอมเพื่อให้มีเวลาในการขนส่งและระยะในการวางจำหน่ายได้ยาวนานขึ้น แม้ว่ามะพร้าวน้ำหอมจะเป็นสินค้าที่มีมูลค่า การศึกษาเพื่อทราบถึงพฤติกรรมหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตยังมีค่อนข้างน้อย สิ่งนี้มีความสำคัญเนื่องจากความต้องการผลมะพร้าวสดที่เพิ่มขึ้นในตลาดที่อยู่ห่างไกลแหล่งผลิต เช่น จีน และประเทศในแถบยุโรป และอเมริกา (Mahr, 2012) ปัจจุบันมีงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ศึกษาวิธีการที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-24 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ 70% หรือน้อยกว่า จะทำให้สามารถเก็บรักษาเนื้อมะพร้าวสดพร้อมรับประทาน 10 วัน ในถุงพลาสติกไนลอนหนา 30 ไมโครกรัม ผสมกับโพลีเอทิลีน หนา 120 ไมโครกรัม ซึ่งก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออกได้ (Sinigaglia et al., 2003) การยืดอายุการเก็บเก็บรักษามะพร้าวควั่นที่อุณหภูมิ 0-1.5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 2 เดือน ส่วนที่อุณหภูมิ 12-15 องศาเซลเซียส ทำให้มะพร้าวมีอายุการเก็บรักษาเพียง 3 สัปดาห์ (Siripanich et al., 2011) การเก็บมะพร้าวควั่นที่ 5 องศาเซลเซียส ในสภาวะดัแปลงอากาศในถุงพลาสติกที่ให้ก๊าซออกซิเขนผ่านได้ในอัตราที่สูง (high oxygen transmission rate plastic bag) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ ซึ่งปกติผลิตภัณฑ์นี้จะมีอายุเพียง 3 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (Luengwilai et al., 2014) นอกจากนี้ Gunathilake (2006) รายงานการยืดอายุมะพร้าวขูดได้ถึง 1 เดือนโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิลที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมและเก็บได้นานสามเดือนในสภาวะที่เย็น การใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิลด้วยสารกันบูด สารต้านอนุมูลอิสระ และสารดูดความชื้น ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงความคงตัวต่อจุลินทรีย์และคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมด (Gamlath et al., 2004) อีกทั้ง Ferrentino และคณะ (2015) ได้รายงานผลศึกษาการรักษาเนื้อมะพร้าวสดใช้เทคนิคอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แรงดันสูงและเทคนิคอัลตราซาวนด์กำลังสูงร่วมกัน (HPCD+HPU) เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ศึกษาวิธีในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ซึ่งเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือก มะพร้าวเจียร มะพร้าวคว้านไร้กะลา และมะพร้าวเผา เพื่อเป็นแนวทางให้กลุ่มเกตรกรผู้ปลูกมะพร้าวรายอื่นได้นำมาเป้นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และพัฒนาอาชีพได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาการสร้างผลิตภัณฑ์เกษตรของผู้ประกอบการธุรกิจสวนมะพร้าวส่งการส่งออก กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธียืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือกด้วยการใช้สารเคมี (Chemical treatment) ร่วมกับการแช่เย็น และบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (Modified atmosphere packaging)

1.2.3 เพื่อศึกษาวิธียืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลาด้วยการใช้สารเคมี (Chemical treatment) และบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศในสภาวะที่เหมาะและบรรจุด้วยฟิล์มพลาสติกใสที่อุณหภูมิ 5, 15 และ 30 องศาเซลเซียส

1.2.4 เพื่อสร้างนวัตกรรมชุมชน/ผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอมในพื้นที่วิจัย เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงและสร้างรายได้ชุมชน/ผู้ประกอบการ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นเขียว มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลา เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

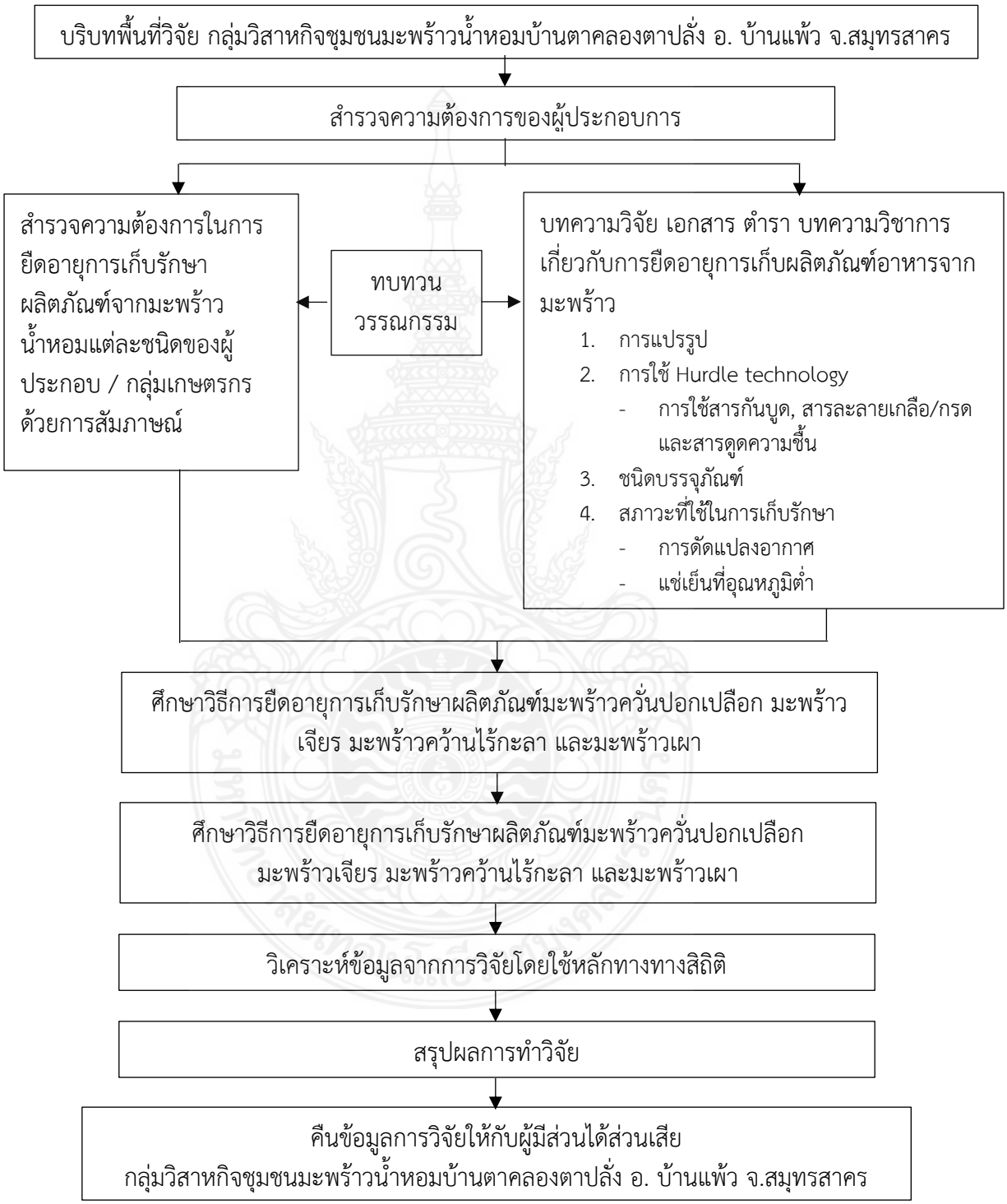
1.3.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิแช่เย็นจะทำการทดลองในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 5-8 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการรักษาไม่เกิน 15 วัน ซึ่งอ้างอิงจากระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์เหล่าถูกจำหน่ายจริง

1.4 สมมติฐานงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ที่เป็นผลผลิตจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นเขียว มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลา มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้จะเป็นแนวทางเพิ่มโอกาสการขนส่ง การกระจายสินค้าและการจำหน่ายให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

1.5 กรอบการวิจัย/พัฒนา

(กรอบการวิจัยที่เป็นแผนผังภาพแสดงถึงเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการ และมีการแสดงความเชื่อมโยงโครงการย่อยเพื่อตอบเป้าใหญ่ร่วมกัน (หากมีโครงการย่อย))



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ได้แก่ มะพร้าวควั่นปอกเปลือก มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลา โดยการใช้สารเคมีร่วมการดัดแปรบรรยากาศ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.6.2 ได้ทราบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้วยกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของผลิภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ได้แก่ มะพร้าวควั่นปอกเปลือก มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลา ในระยะเวลา 15 วัน เพื่อให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในขณะที่รอจำหน่ายหรือเก็บรักษา

1.6.3 สามารถนำองค์ความรู้จากงานวิจัยไปปรับใช้กับผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ในกลุ่ม ผักผลไม้สดหลังการการเก็บเกี่ยว และหลังการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตัดแต่งเบื้องได้

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะพร้าวน้ำหอม

มะพร้าวน้ำหอม (Coco nucifera L.) นับได้ว่าเป็นผลไม้มหัศจรรย์ ที่เมื่อผู้บริโภคได้ดื่มน้ำแล้วจะทำให้รู้สึกสดชื่น เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมอันเป็นเอกลักษณ์จำเพาะคือ มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย โดยความหอมนั้นเกิดจากละอองเกสรตัวผู้มาผสม (xenia effect) มีรสชาติหวาน นอกจากนี้น้ำมะพร้าวยังมีส่วนประกอบของแร่ธาตุหลากหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฯลฯ (ตารางที่ 1) ด้วยเหตุนี้มะพร้าวน้ำหอมจึงเป็นที่นิยมบริโภคไปทั่วโลก ซึ่งสามารถอ้างอิงข้อมูลได้จากปริมาณการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมไปยังต่างประเทศทั่วโลก รูปที่ 1 แสดงมูลค่าการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมพบว่า มูลค่าการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 จาก 2,000 ล้านบาท มีแนวโน้มสูงขึ้นถึง 3,000 ล้านบาท ในปีพ.ศ. 2560 โดยส่วนมากมะพร้าวจะถูกส่งไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว เป็นมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย บริเวณก้นเป็นเป็นจีบ 3 จีบ อย่างชัดเจน ซึ่งจังหวัดสมุทรสาครนั้นนิยมปลูกในอำเภอบ้านแพ้ว จนกลายเป็นพันธุ์ท้องถิ่น เนื่องจาก ในพื้นที่นี้ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว มีอนุมูลธาตุของธาตุโพแทสเซียม (K+) ที่จำเป็นสำหรับมะพร้าวน้ำหอม เพราะช่วยในการสร้างน้ำตาลให้มะพร้าวน้ำหอมมีรสชาติหวาน และธาตุโพแทสเซียมยังช่วยในการสร้างไขมันและช่วยให้เนื้อมะพร้าวหนาขึ้น อีกทั้งสมุทรสาครยังเป็นเมืองที่เรียกว่า เมือง 3 น้ำ (มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านทำให้บริเวณปากแม่น้ำเมื่อมีน้ำทะเลหนุนในบางฤดูน้ำจะเป็นน้ำกร่อยและเมื่อน้ำทะเลหนุนสูงขึ้นจะเป็นน้ำเค็มต่อเมื่อในช่วงฝนตกชุกน้ำจึงเป็นน้ำจืด) เช่นเดียวกับจังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีแม่น้ำแม่กลองไหลผ่านและมีปากแม่น้ำที่เกิดลักษณะ 3 น้ำทำให้มะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกจากทั้งสองแหล่งดังกล่าวน้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ต่างจากมะพร้าวที่อื่นๆ (สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2562)

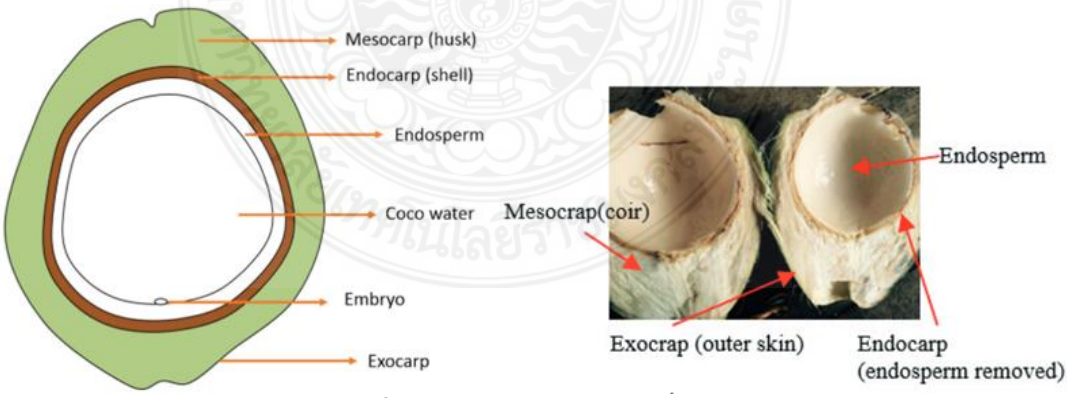
รูปที่ 2.1 มะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ย (ที่มา: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2562)

ผลของมะพร้าวเป็นชนิดไฟบรัสดรุป (fibrous drupe) เรียกว่า นัท (nut) ประกอบไปด้วยเปลือก 3 ชั้นคือ

1. เปลือกชั้นนอก (exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อผลมะพร้าวยังอ่อนจะมีน้ำหนักมะพร้าวมากกว่าเนื้อมะพร้าว เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล

2. เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีลักษณะเป็นเส้นใยที่อยู่ถัดจากเปลือกชั้นนอก มีความหนาพอประมาณ

3. เปลือกชั้นใน (endocarp) มีลักษณะแข็งหรือที่เรียกกันว่า กะลา (shell)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของผลมะพร้าว

(ที่มา : Leliana et al., 2022; อนันต์ โสภิน และคณะ, 2560)

ส่วนของเมล็ด (seed of kernel) คือ เนื้อมะพร้าว (Endosperm) ภายในเมล็ดเป็นช่อกลวง ขณะผลอ่อนจะมีน้ำ (Coconut water) อยู่เต็ม ซึ่งเป็นอาหารที่ต้นมะพร้าวสะสมไว้เลี้ยงต้นอ่อน ทำให้ทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าวเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหารและแร่ธาตุ โดยผลแก่น้ำมะพร้าวจะแห้งไปบางส่วน มีเนื้อค่อนข้างแข็ง สีขาว มีรสหวานเล็กน้อย มีรสชาติคล้ายถั่ว ส่วนประกอบหลักในเนื้อมะพร้าว คือ ใยอาหาร (fiber) และไขมัน (fat) ใช้สำหรับแปรรูปเป็นกะทิ น้ำมันมะพร้าว และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ส่วนในน้ำมะพร้าวมีแคลอรี่ต่ำ โซเดียมต่ำ มีไขมันตามธรรมชาติ ปราศจากคลอเรสเตอรอล นอกจากนี้ยังมีปริมาณโพแทสเซียมสูง ซึ่งมากกว่ากล้วยหอม และเครื่องดื่มชูกำลัง น้ำมะพร้าวมีความหวานตามธรรมชาติ

ตารางที่ 2.1 ปริมาณแร่ธาตุในน้ำมะพร้าว

แร่ธาตุในมะพร้าว	ปริมาณ (mg/100 ml)
โพแทสเซียม	290
โซเดียม	42
แคลเซียม	44
แมกนีเซียม	10
ฟอสฟอรัส	9.2

ที่มา: Yong et al. (2009)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยระบุว่าน้ำมะพร้าวมีปริมาณกลูโคส ไขมัน กรดแอสคอบิก และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารพันธุ์ของมะพร้าว โดยมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตียผลสีเขียวซึ่งนิยมปลูกในประเทศไทยพบว่ามีปริมาณสารเหล่านี้สูงกล่าวพันธุ์อื่น (Saritos et al., 2013) ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบในน้ำมะพร้าวน้ำหอม 4 สายพันธุ์ (Saritos et al., 2013)

สายพันธุ์	กลูโคส (mg/dL)	ไขมัน (mg/dL)	กรดแอสคอบิก (mg/mL)	ฟีนอลิกทั้งหมด (μg/mL)
ต้นเตี้ยสีเขียว	509.6±1.0	428.7±99.9	25.8±0.6	99.4±12.4
ต้นเตี้ยสีเหลือง	192.0±2.9	222.0±46.8	20.1±3.3	23.8±7.5
ต้นเตี้ยสีแดง	610.1±60.2	233.1±17.4	22.1±2.1	18.4±3.6
เหลืองมาเลเซีย	807.2±69.1	392.7±62.3	11.3±2.5	22.3±6.3

2.2 การตรวจสอบความแก่อ่อนของมะพร้าว (Maturity)

มะพร้าวมีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์โดยมี 2 ระยะ คือ มะพร้าวอ่อน (young coconut) และมะพร้าวแก่ (mature coconut) มะพร้าวอ่อนที่มีอายุระหว่าง 6-8 เดือน หลังจากการก่อตัวของเปลือกชั้นใน (endocarp) มักจะถูกเก็บเกี่ยวเพื่อผลิตเป็นเครื่องดื่มเมื่อน้ำมะพร้าวมีปริมาณสูงสุด (CW) น้ำมะพร้าวจากผลมะพร้าวอ่อนไม่เพียงแต่สดชื่นและอร่อยเท่านั้น แต่ยังมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากมาย เช่น แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และไอออนของอนินทรีย์ ซึ่งมีส่วนช่วยในการรักษาคุณค่าของมะพร้าวอ่อน ในทางกลับกันมะพร้าวแก่ที่โตเต็มที่มีอายุระหว่าง 11-13 หลังจากการก่อตัวของ เปลือกชั้นใน (endocarp) มะพร้าวมักถูกเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปใช้ผลิตอัลบูมิน หรือใช้ส่วนเนื้อเพื่อนำไปแปรรูปเป็นกะทิ น้ำมันมะพร้าว เค้กมะพร้าว และมะพร้าวคั่ว อย่างไรก็ตามน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวแก่นั้นมีปริมาณที่น้อยเกินไป โดยส่วนใหญ่จะถูกทิ้งไปในการกระบวนการแปรรูปถึงแม้ว่าน้ำมะพร้าวแก่จะสามารถบริโภคได้ และยังอุดมไปด้วยสารอิเล็กโทรไลต์และน้ำตาลเชิงฟังก์ชันมากมาย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค (Halim et al., 2018)

ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าวซึ่งเมื่อมะพร้าวแกเอนโดสเปิร์มก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด ขณะที่มะพร้าวยังอ่อนชั้นเอนโดสเปิร์ม (เนื้อมะพร้าว) ภายในผลมีลักษณะบางและอ่อนนุ่มภายในมีน้ำมะพร้าวซึ่งในระยะนี้เรามักสอยเอามะพร้าวลงมารับประทานน้ำและเนื้อเมื่อมะพร้าวแกซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะหนาและแข็งขึ้นจนในที่สุดมะพร้าวก็หล่นลงจากต้น วิธีการคัดเลือกมะพร้าวอ่อนโดยวิธีการดั้งเดิมวามะพร้าวน้ำหอมนั้นมีเนื้อลักษณะต่างๆ สามารถรวมรวบวิธีการสังเกตได้ ดังนี้

1. ดูที่สีเปลือกตรงกลางลูกรอบลูกมะพร้าว โดยจะแบงออกตามชนิดของมะพร้าวถ้ายังไม่มีสี คือ 1 ชั้นหรืออ่อนกว่ายังใช้ไม่ได้ถ้าเป็นสีน้ำตาลชัดเจน คือ 2 ชั้น ถ้าเป็นสีน้ำตาลชัดเจน และมีร่องแตกเล็กน้อย คือ 3 ชั้น หากมะพร้าวต้นสูงๆ อาจใช้วิธีนี้ได้สังเกตุได้ลำบาก

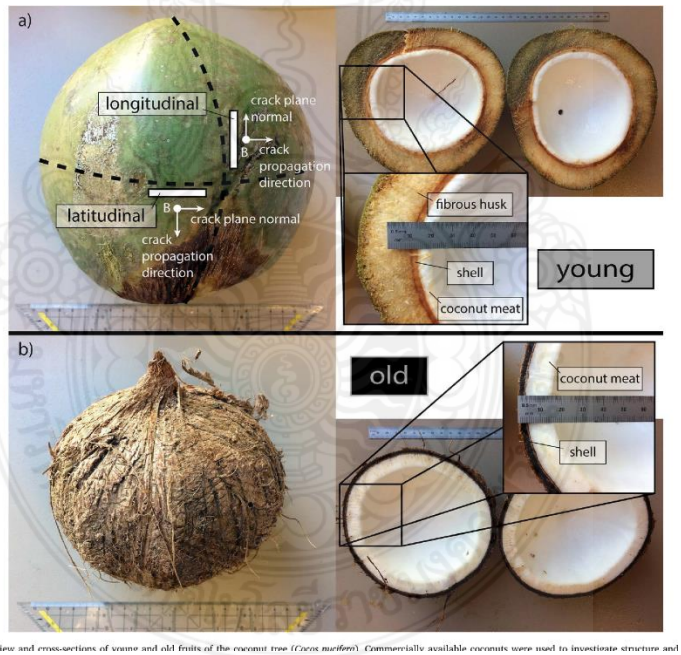
2. ใชวิธีนับทะลายต้องเป็นทะลายที่ 6 จากจั่นที่ติดลูกอ่อนแล้ว วิธีการนี้ทำได้ยากหากมะพร่าวขาดคอ (ไม่มีการแทงจั่นต่อ หรือหยุดให้ลูก) หรือต้นมะพร้าวสูงมากเกินไป

3. ใชการดูทะลายที่สูงกว่าแนวตรงกับทะลายที่ต่องการถาทะลายบนลูกโตเท่ากำปั้น ทะลายล่างก็ตัดได้พอดี เนื้อจะนุ่มกำลังดีไม่หนา ไม่บางเกินไป วิธีการนี้ทำได้ยากหากมะพร้าวคอขาด (เหมือนข้อที่ 2)

4. ดูที่สีของเปลือกที่ติดกับกับขั้วของลูกมะพร้าวสีเขียวไปทางขาวแสดงว่าผลอ่อน หากมีสีเขียวอ่อนไม่ขาวเนื้อมะพร้าวอ่อนพอใช้ได้ หากมีสีเขียวอ่อนไปทางเขียวแสดงว่าผลแกกำลังดี แต่ถ้ามีสีเขียวแกเหมือนสีของเปลือกลูกแสดงวาผลแกแลว

5. ใชวิธีสอยมา 1 ลูก จากทะลายโดยสอยลูกที่ติดกับตนจะเป็นลูกที่อ่อนที่สุดในทะลาย วิธีนี้ให้ผลที่แน่นอนแต่จะเสียมะพร้าวลูกที่สอยลงมาผ่าดู (กรณีอ่อนเกินไป) แต่หากผู้ปลูกไม่มีประสบการณ์ในการดูมะพร้าวในการดูมะพร้าวว่าอ่อนหรือแก่ การตัดลงมาก็จะทำให้เสียมะพร้าวนั้นไป ถ้าอ่อนไปหรือแกไปก็จะใช้ผู้นั้นไม่ได้

มะพร้าวน้ำหอมที่มีขนาดความอ่อน-แก่ไม่เท่ากัน จะมีผิวของมะพร้าวที่แตกต่างกัน ความแข็งของกะลาที่แตกต่างกัน และปริมาณน้ำมะพร้าวที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้มีการคิดหาวิธีการที่จะทดสอบความอ่อน-แก่ของมะพร้าวโดยวิธีไม่ทำลายผลมะพร้าว เพื่อทำการคัดแยกมะพร้าวน้ำหอมเหลานั้นวามีความอ่อน-แก่ในลักษณะใด และมีเนื้อมะพร้าวในระดับใด โดยมีการแสดงผลเป็นระดับของความอ่อน-แก่เป็น 5 ระดับ ได้แก่ มะพร้าวอ่อนมากยังไม่มีเนื้อเนื้อมะพร้าวอ่อนเนื้อ 1 ชั้น มะพร้าวอ่อนเนื้อชั้นครึ่ง มะพร้าวอ่อนเนื้อ 2 ชั้น และมะพร้าวแก่ โดยการใชตัวตรวจจับมาทำการทดสอบ และวิเคราะห์ผลของมะพร้าวน้ำหอม ขณะที่ยังอยู่ในทะลายว่ามีระดับความอ่อน-แก่ของเนื้อในระดับใด เพื่อให้ได้ระดับของความหวานของน้ำและเนื้อมะพร้าวตามต้องการ



รูปที่ 2.3 ภาพรวมและภาพตัดขวางของผลอ่อนและผลแก่ของต้นมะพร้าว (*Cocos nifera*) มะพร้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบโครงสร้างและสมรรถนะทางกลของมะพร้าวอ่อน (a) และมะพร้าวแก่ (b) (ที่มา : Dardick and Callahan, 2014)

จากรูปที่ 2.3 ผลมะพร้าวถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในเส้นตัดขวางรอบผล แสดงให้เผยให้เห็นเปลือกเส้นใยหนาและอ่อนนุ่มที่ประกอบด้วยเปลือกนอกสุด (exocarp) และเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) และเอนโดคาร์ปด้านในที่แข็ง เช่น เปลือกของมะพร้าว กะลามะพร้าว และเป็นที่รู้กันว่าประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินที่มีเพกตินและโปรตีนในปริมาณเล็กน้อย (Dardick and Callahan, 2014) ซึ่งความแก่ (maturity) ของมะพร้าวสามารถระบุด้วยจำนวนทะลายหลังการตกจั่นและยืนยันโดยการสังเกตความหนาของเนื้อมะพร้าว การนับจำนวนลูกมะพร้าวบนทะลายจะทำจากลูกบนลงล่างของทะลาย โดยเลือกหมายเลขลูกมะพร้างจากทะลายในระหว่างระยะการแตกกิ่งมะพร้าวสุก Halim et al. (2018) ได้แนะนำวิธีการคัดเลือกในการพิจารณาอายุมะพร้าวที่ถูกต้องพันธุ์ อายุครบกำหนด และจำนวนพวงของมะพร้าวที่เลือกแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

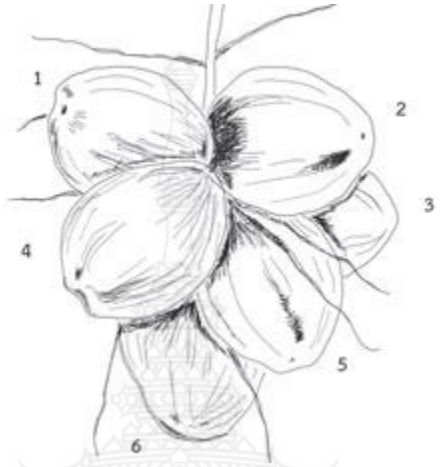
ตารางที่ 2.3 การคัดเลือกระดับความแก่ (maturity) ของมะพร้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ

สายพันธุ์	ความแก่-อ่อน (maturity)	จำนวนทะลาย (number of bunch)
มะพร้าวน้ำหอม ต้นเตี้ย	อ่อน	10
	แก่	15
เหลืองมาเลเซีย ต้นเตี้ย	อ่อน	10
	แก่	15
มะพร้าวแกงมาตะก์ ต้นสูง (AMTAG)	อ่อน	7
	แก่	14
ลูกผสมสวี-60 ต้นสูง (MAWA)	อ่อน	7
	แก่	14

(ที่มา : Halim et al., 2018)

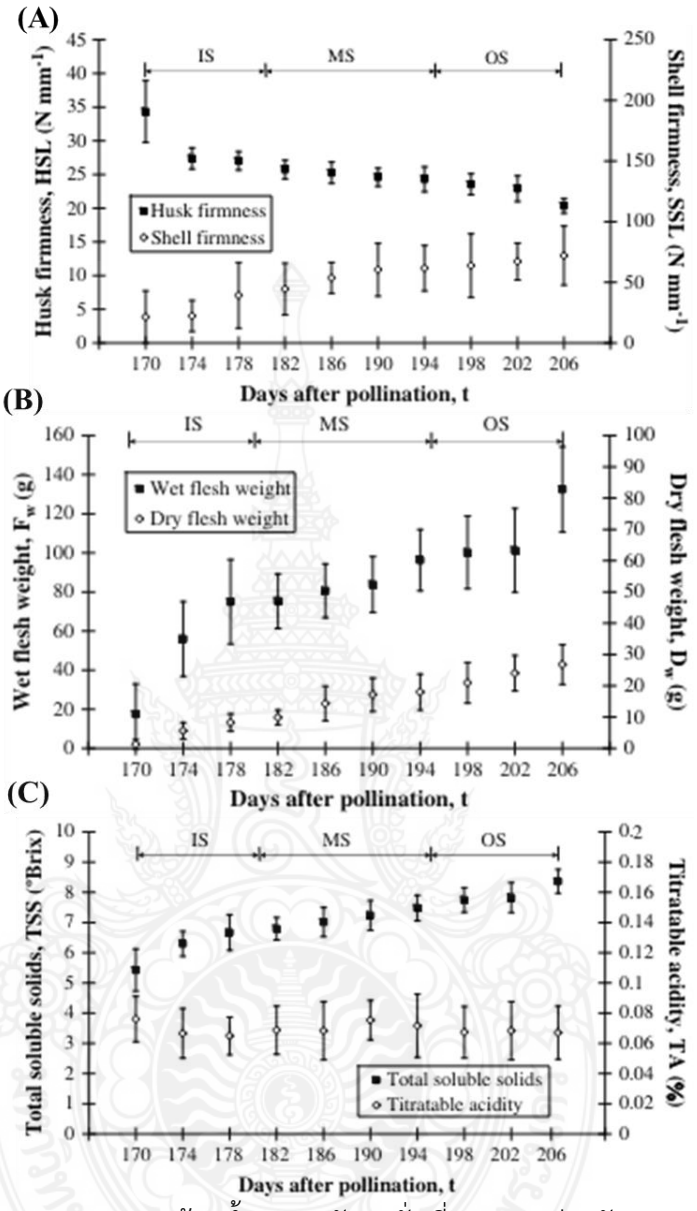
มีการพิสูจน์สมมุติฐานเกี่ยวกับคุณภาพของมะพร้าวในทะลายเดียวกันมักมีระยะความบริบูรณ์ที่ไม่เท่ากัน โดย อารยา สุขแดงและคณะ (2563) ได้รายงานว่าดอกเพศเมียในช่อดอกมะพร้าวทยอยบาน และได้รับการผสมเกสรไม่พร้อมกัน อาจส่งผลให้มะพร้าวในทะลายเดียวกันมีระยะความบริบูรณ์แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการศึกษาถึงระยะความบริบูรณ์ของผลมะพร้าวน้ำหอมที่อยู่ภายในทะลายเดียวกัน โดยเก็บตัวอย่างมะพร้าวน้ำหอมอายุประมาณ 6.5 - 7 เดือน จำนวน 29 ทะลาย จากผลการศึกษาพบว่า มะพร้าวน้ำหอมมีจำนวนผลโดยเฉลี่ย 7-14 ผลต่อทะลาย น้ำหนักผลเฉลี่ย 1.74 กิโลกรัม และความหนาเนื้อเฉลี่ย 0.44 เซนติเมตร ส่วนน้ำมะพร้าวมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ทั้งหมด (TSS) เฉลี่ย 7.42 °Brix ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (TA) เฉลี่ย 0.072% และ อัตราส่วนระหว่าง TSS/TA เฉลี่ย 111 ซึ่งผลมะพร้าวในทะลายเดียวกัน (8-13 ผลต่อทะลาย) มีน้ำหนักผล, ความหนาเนื้อ, ปริมาณ TSS, ปริมาณ TA และอัตราส่วน TSS/TA ของน้ำมะพร้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงสรุปได้ว่าผลมะพร้าวน้ำหอมในทะลายเดียวกันมีระยะความบริบูรณ์ไม่แตกต่างกัน



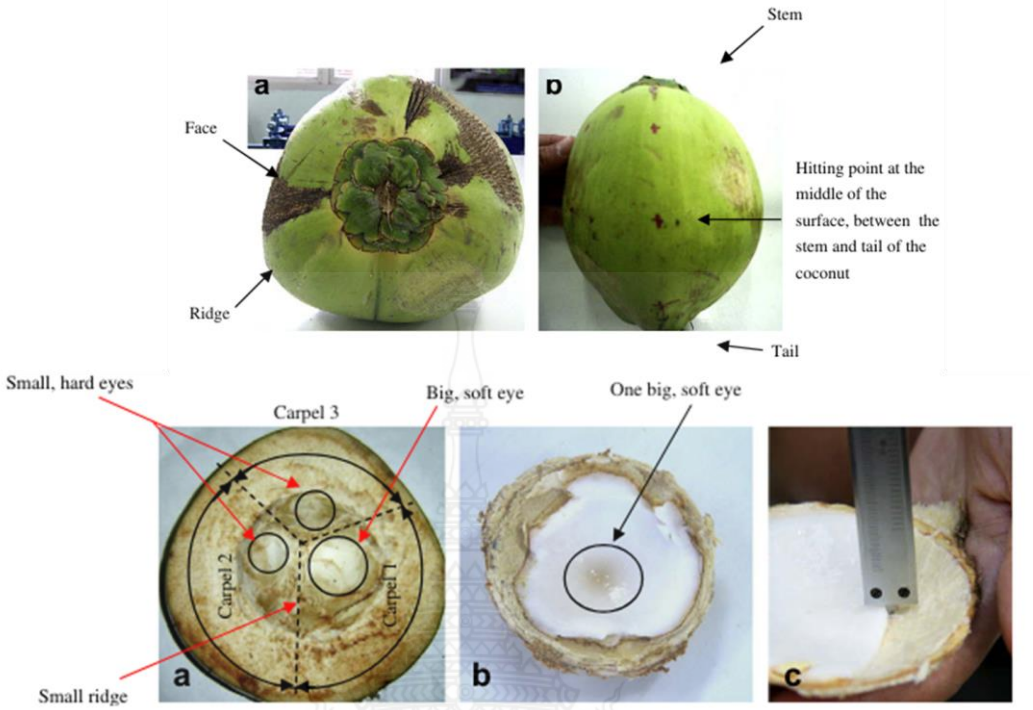
รูปที่ 2.4 ภาพจำลองการนับตำแหน่งของผลมะพร้าวบนทะลายเดียวกัน
(ที่มา : อารยา สุขแดงและคณะ, 2563)

ลักษณะของการตรวจสอบความอ่อนแก่ (maturity) ของมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย ที่ปลูกในจังหวัดสมุทรสาคร โดย Terdwongworakul et al. (2009) ได้เปรียบคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมหลังตกจั่นที่อายุแตกต่างกัน พบว่าความแข็งของกาบมะพร้าว (Husk) ลดลง ในขณะที่ความแข็งของกะลา (Shell) เพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักของเนื้อมะพร้าวสดฐานเปียก (Wet flesh weight) และเนื้อมะพร้าวฐานแห้ง (Dry flesh weight) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) เพิ่มขึ้น และความเป็นกรดที่สามารถไตเตรทได้ (TA) ค่อยข้างคงที่ เมื่อระยะเวลาหรืออายุของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนหลังจากที่ดอกมีการผสมเกสรตามจำนวนวันที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 เปรียบคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมหลังตกจั่นที่อายุแตกต่างกัน (A) ความแข็งของกาบมะพร้าว (Husk) และความแข็งของกะลา (Shell) (B) น้ำหนักเนื้อมะพร้าวสดฐานเปียก (Wet flesh weight) และเนื้อมะพร้าวฐานแห้ง (Dry flesh weight) (C) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) และความเป็นกรดที่สามารถไตเตรทได้ (TA) ของน้ำมะพร้าวอ่อน เทียบกับวันหลังการผสมเกสรหรือหลังมะพร้าวตกจั่น (ที่มา : Terdwongworakul et al., 2009)

โดยลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมอ่อนสามารถสังเกตได้จากลักษณะปรากฏได้ เช่น สีของเปลือก ขั้ว เส้นรอบวงของมะพร้าว ตาของมะพร้าว รวมถึงลักษณะของเนื้อมะพร้าว ดังรูปที่ 2.6 แสดงถึงลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมที่มีความอ่อน

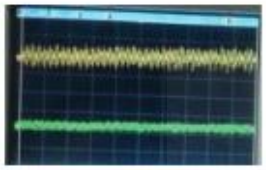
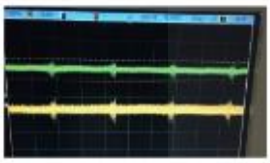
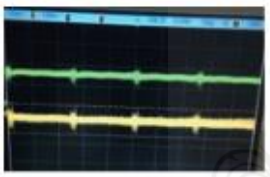
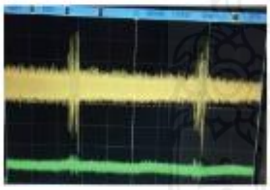


รูปที่ 2.6 จุดที่ใช้สังเกตุลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมที่มีความอ่อน

(ที่มา : Terdwongworakul et al., 2009)

นอกจากนี้พบรายงานของ อนันต์ โสภิณ และคณะ (2560) ได้นำเสนอการพัฒนาเครื่องตรวจสอบความอ่อน-แก่ของมะพร้าวน้ำหอมวามีเนื้อในลักษณะใด เพื่อลดการสูญเสียในการตรวจสอบจากวิธีการสังเกตุ ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลายผลมะพร้าวด้วยการใชคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิก อาศัยหลักการการดูดกลืนและสะท้อนสัญญาณของมะพร้าวน้ำหอมที่มีความอ่อน-แก่ที่แตกต่างกัน โดยการนำสัญญาณที่สะท้อนจากมะพร้าวน้ำหอมมาทำการวิเคราะหขอมูลถึงความสัมพันธของระดับสัญญาณที่ไดรับกับลักษณะเนื้อของมะพร้าวน้ำหอม โดยทำการแบ่งชวงระดับสัญญาณตามความสัมพันธ์กับเนื้อมะพร้าวและนำค่าที่ได้มาแสดงผลวามะพร้าวน้ำหอมลูกนั้นมีเนื้อลักษณะใด จากการทดสอบมีความถูกต้อง 70% ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะเนื้อมะพร้าวออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ เนื้ออ่อนมาก เนื้อ 1 ชั้น เนื้อชั้นครึ่ง เนื้อ 2 ชั้น และเนื้อแก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความหนาของกะลา และเนื้อมะพร้าว ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการทดสอบเพื่อหาข้อมูลที่มีเนื้อแต่ละแบบ

ระดับสัญญาณ	ลักษณะเนื้อมะพร้าว	เนื้อมะพร้าว	ความหนากะลา ม.ม.	ความหนาเนื้อ ม.ม.
		อ่อนมาก	3.86	3.1
		เนื้อ 1 ชั้น	3.5	4.14
		เนื้อชั้นครึ่ง	3.3	5.2
		เนื้อ 2 ชั้น	3.0	5.62
		แก่	2.56	10.7

ที่มา : อนันต์ โสภิณ และคณะ (2560)

ในส่วนความแตกต่างของอายุผลมะพร้าวน้ำหอมที่มีต่อคุณภาพการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมที่มีการรายงานโดย สุดนัย เครือหลี และคณะ (2564) แสดงให้เห็นว่ามะพร้าวน้ำหอมอายุ 22 24 26 28 30 32 และ 34 สัปดาห์ (รูปที่ 2.7 และตารางที่ 2.5) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าอายุของผลมะพร้าวน้ำหอมมีอิทธิพลต่อการพัฒนาคุณภาพของผลมะพร้าว น้ำหนักเนื้อมะพร้าว ความหนาเนื้อรอบตาผล และความหนาเนื้อด้านตรงข้ามตาผล ประกอบกับคุณภาพผลมะพร้าว ได้แก่ ระดับชั้นของเนื้อมะพร้าว ประกอบกับคุณภาพผลมะพร้าว ได้แก่ ระดับชั้นของเนื้อมะพร้าว ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยผลมะพร้าวในช่วงอายุ 28-30 สัปดาห์ เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบิโภค เนื่องจากมีระดับชั้นเนื้อสองชั้นและมีความหวานสูงสุด ซึ่งเป็น

คุณลักษณะบริโภคที่พึงประสงค์ ส่วนผลมะพร้าวที่มีอายุมากกว่า 30 สัปดาห์ จะมีระดับชั้นเนื้อมะพร้าวสองชั้นครึ่งและมีความหวานลดลงจึงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

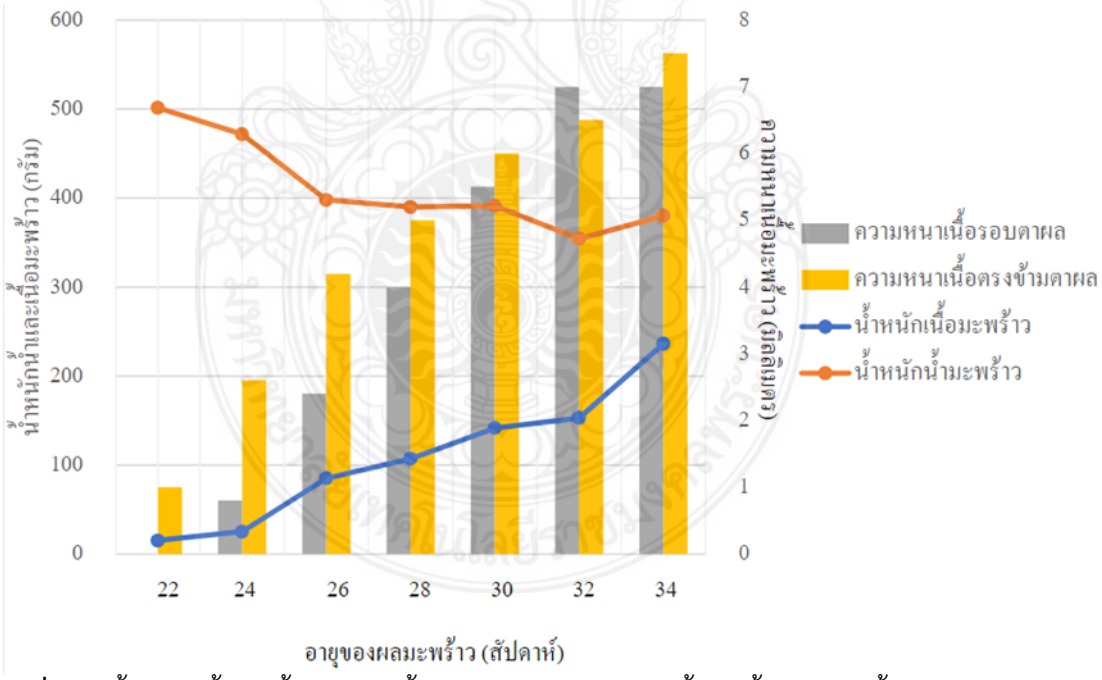
รูปที่ 2.7 ลักษณะของชั้นมะพร้าวน้ำหอมตามช่วงอายุ 22-34 สัปดาห์

(ที่มา : สุดนัย เครือหลี และคณะ, 2564)

ตารางที่ 2.5 ผลของอายุผลมะพร้าวต่อน้ำหนักเนื้อมะพร้าว น้ำมะพร้าว ความหนาเนื้อมะพร้าว และความหนาเนื้อตรงข้ามตาผลมะพร้าว

อายุผลมะพร้าว	น้ำหนักเนื้อมะพร้าว (กรัม)	น้ำหนักน้ำมะพร้าว (กรัม)	ความหนาเนื้อรอบตาผล (มิลลิเมตร)	ความหนาเนื้อตรงข้ามตาผล (มิลลิเมตร)
22 สัปดาห์	15.05	501.32	0.00	1.00
24 สัปดาห์	25.11	471.57	0.80	2.60
26 สัปดาห์	84.99	397.91	2.40	4.20
28 สัปดาห์	106.88	389.89	4.00	5.00
30 สัปดาห์	141.56	391.22	5.50	6.00
32 สัปดาห์	152.78	354.14	7.00	6.50
34 สัปดาห์	263.26	380.14	7.00	7.50

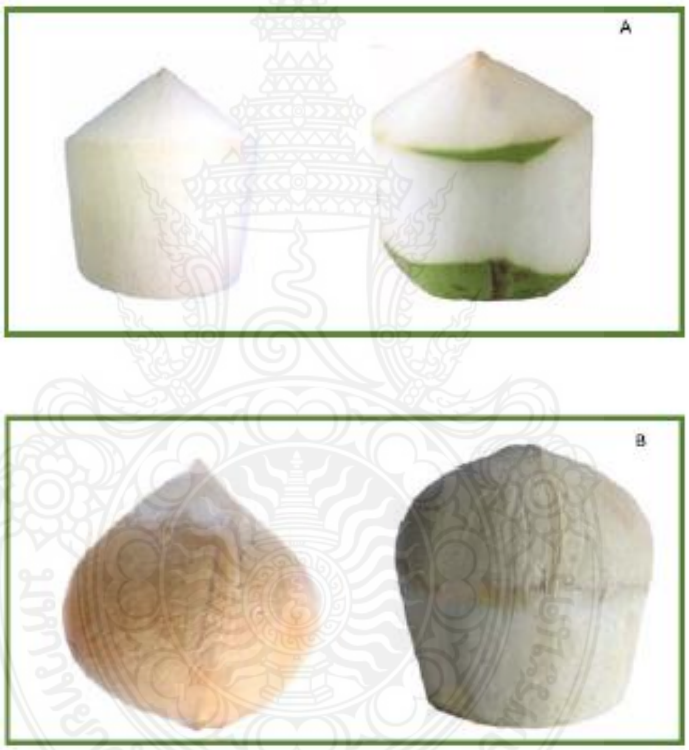
(ที่มา : สุดนัย เครือหลี และคณะ, 2564)



รูปที่ 2.8 น้ำหนักเนื้อกับน้ำมะพร้าวน้ำหอม และสัดส่วนของเนื้อต่อน้ำมะพร้าวน้ำหอมในช่วงอายุผลที่แตกต่างกัน (ที่มา : สุดนัย เครือหลี และคณะ, 2564)

ตามปกติมะพร้าวน้ำ หอมจะถูกเก็บเกี่ยวหลังจากระยะดอกประมาณ 7 เดือน ซึ่งน้ำมะพร้าวในระยะนี้จะหวานและหอมและเนื้อของมะพร้าวจะนุ่มเหมาะสำหรับการบริโภค จากนั้นเกษตรกรจะ

ขนส่งไปยังโรงงานตัดแต่งมะพร้าว ซึ่งลักษณะการส่งออกของมะพร้าวน้ำหอมตามข้อกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) คือ มะพร้าวควั่น (เจียน) และมะพร้าวเจีย (กลึง) ซึ่งมะพร้าวควั่น (trimmed coconut) จะเริ่มจากการปอกเปลือกเขียว (exocarp) ออกทั้งหมดหรือบางส่วน จากนั้นตกแต่งให้มีรูปทรงกระบอกสอบ ด้านบนเป็นรูปฝาชี โดยรวมจะมีรูปทรง 5 เหลี่ยม (รูปที่ 2.9) ที่ประกอบด้วยส่วนไหล่ (shoulder) ส่วนตัว (body) และส่วนก้น (bottom) (Jarimopas and Ruttanadat, 2007) ในขณะที่มะพร้าวเจีย (polished coconut) คือ มะพร้าวที่นำมาปอกเปลือกขาว (mesocarp) ออกทั้งหมดหรือเหลือบางส่วนไว้เป็นฐานแล้วเจีย จากนั้นแต่งผิวกะลาให้เรียบ (รูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.9 ลักษณะของมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่ง A) มะพร้าวควั่น (เจียน) และ B) มะพร้าวเจีย (กลึง)
ที่มา: มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 15-2550 (2550)

มะพร้าวน้ำหอม เป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมในการบริโภคสดและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ทำให้มีความต้องการมะพร้าวน้ำหอมในปริมาณสูงขึ้น มะพร้าวน้ำหอมของไทยเป็นการกลายพันธุ์มาจากมะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยสีเขียวที่เรียกว่า หมูสีเขียว พื้นที่ที่เหมาะในการปลูกคือ ภาคกลาง โดยเฉพาะแถบอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

รวมทั้งจังหวัดสมุทรสาคร ฉะเชิงเทรา ราชบุรี สมุทรสงคราม สภาพแวดล้อมมีส่วนทำให้คุณภาพน้ำหอมคงความหอมอยู่

การสร้างสวนมะพร้าวให้ได้ผลตอบแทนอย่างคุ้มค่า ต้องทำให้ถูกต้องตั้งแต่การเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การคัดเลือกพันธุ์ เพาะชำ คัดเลือกหน่อ การปลูก ตลอดจนการดูแลรักษา เช่น สถานที่ปลูกมะพร้าวควรเป็นดินร่วน ฝนตกสม่ำเสมอ อุณหภูมิและแสงแดดเหมาะสม ผลที่ใช้ทำพันธุ์ควรโตได้ขนาด แก่จัด เพาะในแปลงให้แตกหน่อ ถึงฤดูฝนจึงย้ายหน่อมาปลูกในหลุมปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ตามอายุของต้นมะพร้าวซึ่งคำนวณจากผลการวิเคราะห์ดิน ใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด กำจัดวัชพืช แมลงศัตรูพืช และโรคพืชอย่างเหมาะสม ขณะต้นมะพร้าวยังเล็กควรปลูกพืชที่อายุสั้น เช่น สับปะรด ถั่ว ฟักทอง เมื่อมะพร้าวอายุ 12-15 ปี ควรปลูกพืชยืนต้นที่ชอบร่มเงา เช่น กาแฟ พริกไทย อาจเลี้ยงผึ้ง วัว ควาย ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตของมะพร้าวจากการเพิ่มอินทรีย์วัตถุมากขึ้นได้

มะพร้าวน้ำหอม จำหน่ายหลายรูปแบบ เช่น น้ำมะพร้าวแช่เย็น มะพร้าวทั้งผลซึ่งปอกตัดแต่ง มะพร้าวเผา วุ้นน้ำมะพร้าวซึ่งเป็นผลจากการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย วุ้นที่ได้มีลักษณะเป็นก้อนหรือเยื่อเหนียว มีชื่ออื่นๆ ว่า วุ้นน้ำส้ม วุ้นน้ำสวรรค์ ลูกมะพร้าวหรือลูกพร้าว เป็นต้น ซึ่งเป็นที่ต้องการทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยเฉพาะที่ญี่ปุ่น ตลาดกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว เพราะถือว่าเป็นอาหารสุขภาพ ความต้องการที่เพิ่มขึ้น ทำให้การทำสวนมะพร้าวน้ำหอมมีอนาคตที่ดี สามารถสร้างรายได้อย่างยั่งยืน

มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว เป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ตามประกาศกรมทรัพย์สินทางปัญญา เรื่องการขึ้นทะเบียนบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว ทะเบียนเลขที่ สช 61100110 ชนิดแรกของจังหวัดสมุทรสาคร โดยมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว (Banphaeo Aromatic Coconut และ/หรือ Mapraaonamhom Banphaeo) หมายถึงมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย มีลักษณะผลกลมรีเหมือนหัวลิงและก้นเป็นจีบ 3 จีบ ชัดเจน เปลือกสีเขียว เนื้อมะพร้าวมีความเหนียวนุ่ม น้ำมะพร้าวมีรสหวานและกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ซึ่งปลูกครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบ้านแพ้ว อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอเมืองสมุทรสาคร ของจังหวัดสมุทรสาคร

มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร เป็นที่ต้องการของตลาดในและต่างประเทศเป็นอย่างมาก ด้วยอัตลักษณ์ต้นเตี้ย มีลำต้นเล็ก ตั้งตรง โคนต้นไม่มีสะโพก ลำปล้องถี่สั้น รูปทรงผลมีลักษณะกลมรีเหมือนหัวลิง และบริเวณก้นผลเป็นจีบ 3 จีบ อย่างชัดเจน ผิวเปลือกมีสีเขียวไม่อ่อนหรือแก่เกินไป อัตราส่วนความยาวผลต่อเส้นรอบวงผลเท่ากับ 1:2 เนื้อมะพร้าวเหนียวนุ่ม น้ำของมะพร้าวน้ำหอมหวาน ค่าความหวานในช่วง 5-8 องศาบริกซ์ ที่สำคัญกลิ่นของน้ำมีความหอมคล้ายกลิ่นใบเตย ซึ่งเกิดจากในมะพร้าวฝ้าหอม คือ 2-Acetyl-1-pyrroline หรือ 2AP ซึ่งเป็นสารประกอบตัว. เดียวกันกับสารที่ทำให้เกิดกลิ่นในใบเตย และข้าวหอมมะลิ (Saensuk et al., 2016)

รูปที่ 2.10 ลักษณะต้นมะพร้าวน้ำหอมที่แตกต่างกัน (ที่มา : วรภัทร ลัคนทินวงศ์, 2558)

มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วเกิดจากการพัฒนาพันธุ์โดย ม.เกษตรศาสตร์ และเกษตรกร จ. สมุทรสาคร นำมาปลูกในพื้นที่ อ.กระทุ่มแบน อ.บ้านแพ้ว ก่อนขยายสู่ อ.เมืองสมุทรสาคร มาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2495 จนถึงปัจจุบัน " มะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ยแท้พันธุ์เกษตร " ที่เรียกว่าพันธุ์เกษตรก็เพราะว่า ได้ต้นพันธุ์มาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เริ่มนำมาปลูกครั้งแรก วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2502 โดยหลานชายของคุณปู่ ศักดิ์ เพ็ญประภัศร์ ซึ่งขณะนั้นศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ต้นพันธุ์ และคำแนะนำมาจาก ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก มะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ยแท้พันธุ์เกษตรผสมในตัวเองค่อนข้างสูงจึงมักทำให้ผลดก กลายพันธุ์ยาก เนื้อมีลักษณะอ่อนนุ่ม น้ำมีรสชาติหวาน กลิ่นหอมชื่นใจ

ให้ผลผลิตใน 2-3 ปี ลูกดก ทะลายนั่งทาง (เป็นทะลายที่รับน้ำหนักของลูกมะพร้าวได้ดี ไม่หักเพราะมีทรงดีที่นั่งทาง) ทะลายแรกผลติดดิน อายุมากแต่ต้นไม่สูง ผลทรงรูปบาตร (ก้นสามจีบ/บางที่เรียกพันธุ์ก้นจีบ) ลูกไม่แป้ว ทุย หรือกลายพันธุ์ “มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว” มีกลิ่นหอมเป็นอัตลักษณ์ เนื่องด้วยสภาพพื้นที่ของ จ.สมุทรสาคร เป็นพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล ได้รับอิทธิพลด้านความชื้นในบรรยากาศสม่ำเสมอ เจริญเติบโตได้ดี

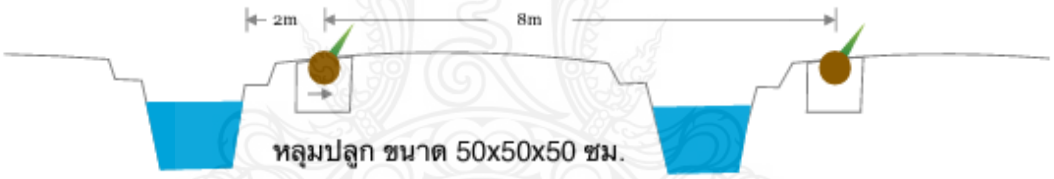
2.3 กระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอม

2.3.1 การปลูก

1. ขยายพันธ์โดยใช้หน่อพันธ์จากผลแก่ที่มีอายุ 11-12 เดือน โดยต้นพันธุ์จะต้องมีอายุ 10 ปีขึ้นไป โดยสีเปลือกมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน เรียกว่าสีก้ามปู เมื่อเก็บผลมาผึ่งไว้ในที่ร่มจนเปลือกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล จากนั้นปาดผลมะพร้าวทางหัวด้านบนมาเพาะพันธ์เป็นหน่อก ปลายของรากอ่อนเมื่อขยี้แล้วจะได้กลิ่นหอมคล้ายใบเตย

2. ปลูกแบบยกร่องสวนเพื่อลดการท่วมขังของน้ำ สามารถปลูกมะพร้าวกลางสัมร่อง หรือปลูกที่ขอบเส้นร่องโดยให้ห่างจากสันร่องประมาณ 1 เมตร หากสัมร่องกว้าง 4 เมตร คูน้ำกว้าง 2 เมตร จะได้ระยะปลูก 6x8 เมตร เนื่องจากจังหวัดสมุทรสาครมีน้ำใต้ดินสูง และเป็นดินเหนียวระบายน้ำได้น้อย เพื่อทางใบจะไม่ประสานกัน และยังเหลือพื้นที่ปลูกพืชอื่นๆ ระหว่างรอมะพร้าวโตจนเก็บผลผลิตได้

3. เตรียมหลุมปลูกขนาด 50x50x50 เซนติเมตร ตากหลุมไว้ 1 สัปดาห์ ระยะปลูก 6x8 เมตร นำดินที่ผสมปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เศษใบไม้ หรือกาบมะพร้าว ใส่ในหลุม แล้วขุดดินเป็นบ่อเล็กๆ ขนาดประมาณผลมะพร้าว นำหน่อพันธุ์วางลงในหลุม 2 ใน 3 ของลูก เอาดินกลบและกดข้างๆ ให้แน่น



รูปที่ 2.11 การปลูกมะพร้าวที่ขอบร่องสวน ระยะปลูก 6x8 เมตร โดยเว้นระยะปลูกห่างจากขอบร่อง 1 เมตร (ที่มา : วรภัทร ลัคนทินวงศ์, 2558)

ที่สำคัญในการวางระยะปลูก ทางใบของมะพร้าวเมื่อโตเต็มที่จะผ่อออกด้านข้าง ทางใบจะต้องไม่ชนหรือประสานกันเกินครึ่งทางใบ หากเกินครึ่งทางใบ ประสิทภาพของการสังเคราะห์แสงจะลดลง ส่งผลต่อการสร้างดอกของมะพร้าวน้ำหอมในอนาคต

4. สามารถปลูกได้ทั้งปี แต่ฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม อากาศและดินจะมีความชุ่มชื้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ความต้องการน้ำของมะพร้าวมีความต้องการสูงมาก หากขาดน้ำจะไม่พัฒนาต้นไปให้สมบูรณ์ได้ การสร้างตาดอก การติดผลผลลดลงหรืออาจไม่ติดผลผลิตเลยก็เป็นได้ ดังนั้นเกษตรกรก่อนปลูกต้องสำรวจสภาพพื้นที่ปลูกและแหล่งน้ำ รวมถึงแหล่งน้ำใต้ดิน ต้องเพียงพอต่อการเจริญเติบโต มะพร้าวมีความต้องการน้ำในการเจริญเติบโตประมาณ 14 ลิตรต่อต้นต่อวัน การขาดน้ำยังส่งผลต่อการแตกของกะลาในฤดูหนาวอีกด้วย

5. การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือเคมี โดยการให้ปุ๋ยอินทรีย์ควรใส่ต้นประมาณ 2 ปี๊บต่อปี (20-30 กิโลกรัม/ต้น/ปี๗

6. ควบคุมและกำจัดวัชพืชในสวนมะพร้าวให้สะอาด

2.3.2 การเก็บเกี่ยว

มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วให้ผลผลิตตลอดปี ระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บมะพร้าวคือหลังจากจั่นบานปรัมาณ 6 เดือน 2 สัปดาห์ เป็นระยะที่น้ำมีรสหวาน เนื้อนุ่ม สามารถบริโภคเนื้อได้ทั้งผล สามารถเก็บเกี่ยวได้ทุก 20 วีน

2.3.3 การบรรจุหีบห่อ

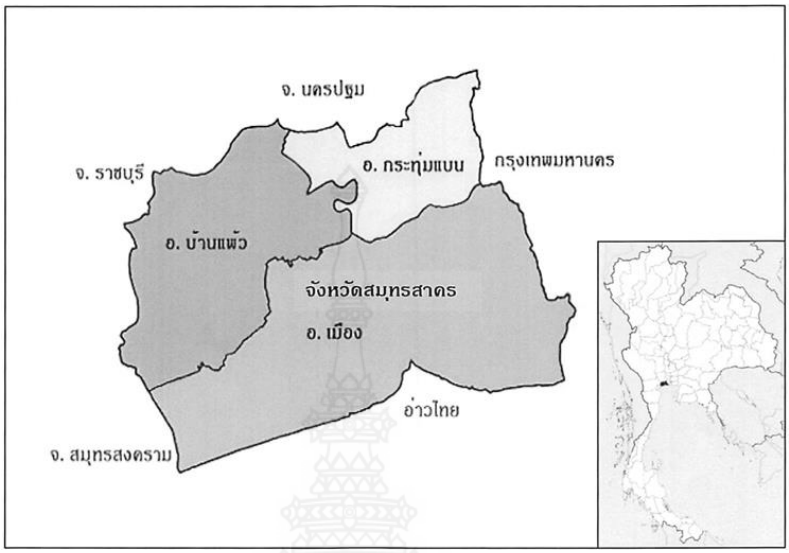
1. รายละเอียดบนฉลากหรือหีบห่อ ให้ประกาศด้วยคำว่า “มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว” และ/หรือ “Banphaeo Aromatic Cococnut” และ/หรือ “Mapraaonamhom Banphaeo”
2. ให้ระบุ ชื่อสวน/เกษตรกร ที่อยู่ที่ติดต่อได้

2.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสินค้ากับแหล่งภูมิศาสตร์

ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดสมุทรสาคร ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล สูงจากระดับน้ำทะเล 1.00-2.00 เมตร ซึ่งเป็นความสูงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะพร้าวน้ำหอม นอกจากนี้การมีพื้นที่อยู่ใกล้ทะเลทำให้ได้รับอิทธิพลด้านความชื้นในชั้นบรรยากาศที่สม่ำเสมอ มีความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยที่ 76-92.5% อยู่ในช่วงที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตที่ดี ประกอบกับน้ำทะเลมีธาตุอาหารหลายชนิด เช่น โซเดียม และคลอรีน ซึ่งเป็นสารประกอบที่มะพร้าวต้องการ โดยโซเดียมสามารถใช้ทดแทนโปแตสเซียม ซึ่งมีผลผลเรื่องความหวานของน้ำมะพร้าว และลมทะเลมีไอเกลือที่มะพร้าวต้องการ ตลอดจนดินที่ใช้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วเป็นดินเหนียวมีอนุมูลของโพแทสเซียม ซึ่งมีความจำเป็นกับมะพร้าวในการสร้างน้ำตาลและไขมัน ซึ่งทำให้น้ำและเนื้อมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วมีรสหวานหอม

ประวัติความเป็นมา มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว เกิดจากการพัฒนาพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเกษรศาสตร์ ซึ่งได้นำมะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย (drarf palms) ลักษณะลูกกลมและลูกรีมาผสมกันจนได้มะพร้าวพันธุ์ท้องถิ่นที่มีลักษณะลูกกลมรีเหมือนหัวลิง และบริเวณก้นเป็นจีบ 3 จีบอย่างชัดเจนโดยคุณเทพ ทองคำใส (นายช่างชลประทาน) เป็นบุคคลแรกของจังหวัดสมุทรสาคร ที่นำมาเพาะปลูกและขยายพันธุ์ จากนั้นมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในพื้นที่ใกล้เคียงมาตั้งแต่ พ.ศ. 2495 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งในจังหวัดสมุทรสาครนั้น เดิมนิยมปลูกที่อำเภอบ้านแพ้ว จึงเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในนามมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว

อาณาเขตพื้นที่ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว ครอบคลุมพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสมุสาคร อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอบ้านแพ้ว ของจังหวัดสมุครสาคร ดังแสดงในรูปที่.....



รูปที่ 2.12 แผนที่แหล่งภูมิศาสตร์ มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว
(ที่มา: ประกาศกรมทรัพย์สินทางปัญญา เรื่อง การขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว ทะเบียนเลขที่ สช 61100110)

2.3.5 การพิสูจน์แหล่งกำเนิด

1. มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว จะต้องปลูกในพื้นที่ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสมุสาคร อำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอบ้านแพ้ว ของจังหวัดสมุครสาคร ตามกระบวนการผลิตและขอบเขตพื้นที่ที่กำหนด
2. กระบวนการผลิตจะต้องผ่านการควบคุมตรวจสอบ คือ มีการขึ้นทะเบียนสมาชิกเกษตรผู้ผลิตมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว รวมทั้งต้องมีเอกสารกำกับเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับได้

2.4 ปัญหาหลักในมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งส่งออก

ปัญหาหลักที่พบได้จากมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการควั่นหรือเจียแล้ว มี 2 สาเหตุ ได้แก่

2.4.1 ปัญหาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำ ตาล (Browning reaction)

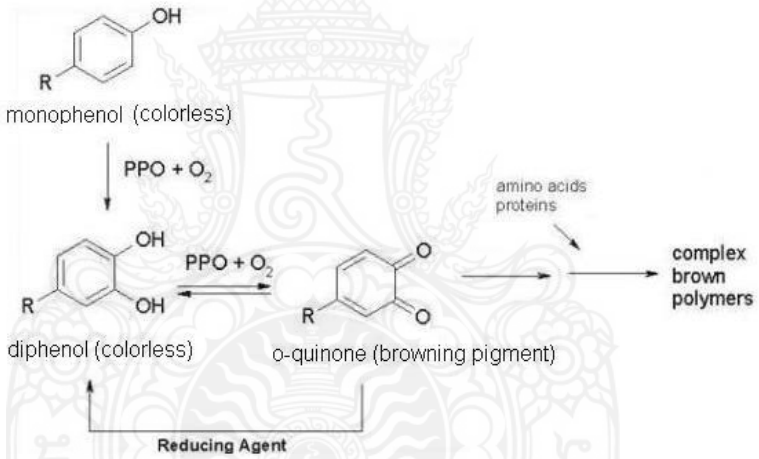
การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์มักพบได้ในอาหารโดยเฉพาะผักและผลไม้ ซึ่งโดยทั่วไปมักเกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของผักผลไม้นั้นๆ เช่นเดียวกันกับการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าวควั่น ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเมื่อบริเวณพื้นผิวของมะพร้าวควั่นประกอบด้วย องค์ประกอบดังต่อไปนี้

(1) สารประกอบฟีโนลิก (phenolic compounds)

(2) เอนไซม์กลุ่มฟีโนเลส (phenolase) ยกตัวอย่าง เช่น polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยา ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะสามารถทำงานได้ในช่วงค่าความเป็นกรดด่าง (ค่า pH) ประมาณ 5-7

(3) ออกซิเจน

โดยปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นบนผิวมะพร้าวเมื่อมะพร้าวถูกเฉือนหรือผ่าออกเป็นผลทำให้เซลล์ของผิวมะพร้าวเกิดการฉีกขาด ซึ่งทำให้เอนไซม์และสารประกอบฟีโนลิก สัมผัสกับออกซิเจนบริเวณผิวของมะพร้าว ทำให้เกิดเป็นสารโมโนฟีนอล (monophenol) ซึ่งสารนี้จะยังไม่ทำให้เกิดสีในทันที จากนั้นสารดังกล่าวจะถูกออกซิไดซ์ด้วยเอนไซม์และออกซิเจน เกิดเป็นสารไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสีและถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นสารออโท-ควิโนน (o-quinone) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาลและมีการรวมตัวกันเป็นโพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) ดังแสดงในรูปที่ 2.13



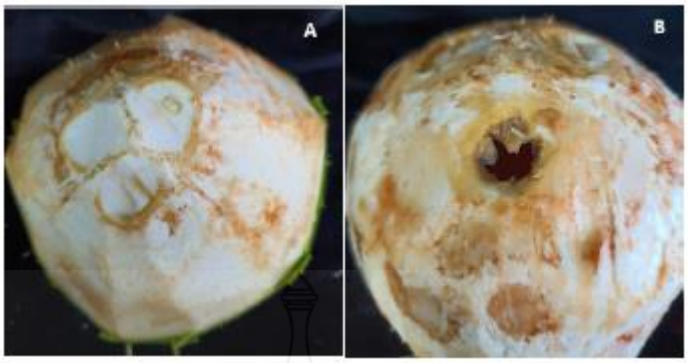
รูปที่ 2.13 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์
ที่มา: Bramen et al. (1996)

ปัญหาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าวแม้ว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค แต่ถือได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางคุณรูปที่อาจจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ (รูปที่ 2.14) แนวทางในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์สามารถทำได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลุ่มฟีโนเลส (phenolase) ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้ความร้อนเพื่อช่วยทำให้เอนไซม์มีการเสียสภาพการปรับค่า pH ในช่วงที่ไม่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล การจุ่มด้วยสารละลายน้ำเกลือเพื่อลดโอกาสการสัมผัสออกซิเจนการใช้สาร chelating ตลอดจนการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อลดการสัมผัสออกซิเจน เป็นต้น

รูปที่ 2.14 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าว
ที่มา: เขมพัษ ตรีสุวรรณ (2564)

2.4.2. ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (Microbial contamination)

การปนเปื้อนจุลินทรีย์บนผิวมะพร้าวถือได้ว่าเป็นอีกหนึ่งปัญหาที่มีผลกระทบต่อผู้ประกอบการที่ขนส่งมะพร้าวตัดแต่งไปยังต่างประเทศ จากข้อมูลของผู้ประกอบการที่ส่งมะพร้าวตัดแต่งไปยังต่างประเทศทางเรือพบว่า ปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เกิดจากการที่มะพร้าวน้ำหอมอ่อนเกินไป มีการกระทบกันในระหว่างการขนส่งจนทำให้เกิดรอยแตก จึงเป็นเหตุทำให้น้ำมะพร้าวไหลซึมออกมาด้านนอกผลและกระจายทั่วทั้งบรรจุภัณฑ์ และมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสียของมะพร้าวในล็อตนั้น เมื่อมะพร้าวถูกขนส่งถึงประเทศเป้าหมายมะพร้าวที่เน่าเสียจะถูกทำลายโดยทันที โดยสาเหตุการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวมะพร้าวนี้อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ มะพร้าวมีการปนเปื้อนในระหว่างการตัดแต่ง โดยสุขลักษณะของพนักงานที่สัมผัสมะพร้าวที่ไม่ดีมีผลทำ ให้เชื้อจุลินทรีย์จากผิวหนังปนเปื้อนไปยังบริเวณผิวมะพร้าวได้ หรือการล้างทำ ความสะอาดภาชนะและอุปกรณ์ที่สัมผัสมะพร้าวไม่ดีเท่าที่ควร ตลอดจนความสะอาดของบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น หากมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิวมะพร้าวโดยเฉพาะบริเวณใกล้กับตำแหน่งตาอ่อนของผลมะพร้าว (รูปที่ 5) มีความเป็นไปได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์จะสามารถผ่านเข้าไปยังภายในผลมะพร้าวผ่านตาอ่อนได้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นเพียงส่วนที่มีเนื้อเยื่อบาง ๆ กั้นระหว่างผิวมะพร้าวกับภายในผลมะพร้าวเท่านั้น ซึ่งถ้าเชื้อจุลินทรีย์สามารถผ่านเข้าไปได้จะทำให้เชื้อมีการเจริญเติบโตทำให้ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และในบางกรณีหากผู้บริโภครับประทานน้ำและเนื้อมะพร้าวอาจก่อให้เกิดอันตรายได้



รูปที่ 2.15 บริเวณตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอม A) ตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอมที่ยังไม่ผ่านการเจาะรู และ B) ตาอ่อนของมะพร้าวน้ำหอมที่ผ่านการเจาะด้วยหลอดพลาสติก (ที่มา: เขมพัษ ตรีสุวรรณ (2564))

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมาพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ทั้งบริเวณผิวมะพร้าวและในน้ำมะพร้าวเป็นจำ นวนมากดังแสดงในตารางที่ 2.6 มีการรายงานการตรวจพบเชื้อแบคทีเรียในน้ำมะพร้าวที่มีการเน่าเสีย โดยตรวจพบแบคทีเรีย เช่น *Klebsiella sp., Kluyvera sp.* และ*Staphylococcus epidermidis* เป็น ต้น (Gabriel and Colambo, 2016) ในขณะที่ Maciel และคณะ (2013) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมะพร้าวจากท้องตลาดแล้วทำการคัดแยกเชื้อยีสต์บนจานเพาะเชื้อจุลินทรีย์โดยศึกษาสรีรวิทยาของยีสต์ จากนั้นทำการคัดแยกโคโลนีแล้วนำไปศึกษาลำดับเบสของดีเอ็นเอของเชื้อจุลินทรีย์เพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ จากผลการศึกษาพบยีสต์ในกลุ่ม Candida spp. เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ *C. oleophila, C. parapsilosis, C. santamariae* และ *C. tropicalis* เป็นต้น นอกจากนี้ยังตรวจพบยีสต์สายพันธุ์อื่น ๆ เช่น *Aureobasidium pullulans, Kloeckera apis* และ *Kloeckera apis* เป็นต้น นอกจากนี้ยังตรวจพบเชื้อราที่บริเวณผิวมะพร้าวจากการศึกษาสัญฐานวิทยาของเชื้อรา *ได้แก่ Aspergillus niger, Fusarium spp., Penicillium spp.* แ ล ะ *Cladosporium spp.* เป็นต้น (Farungsang et al, 2012)

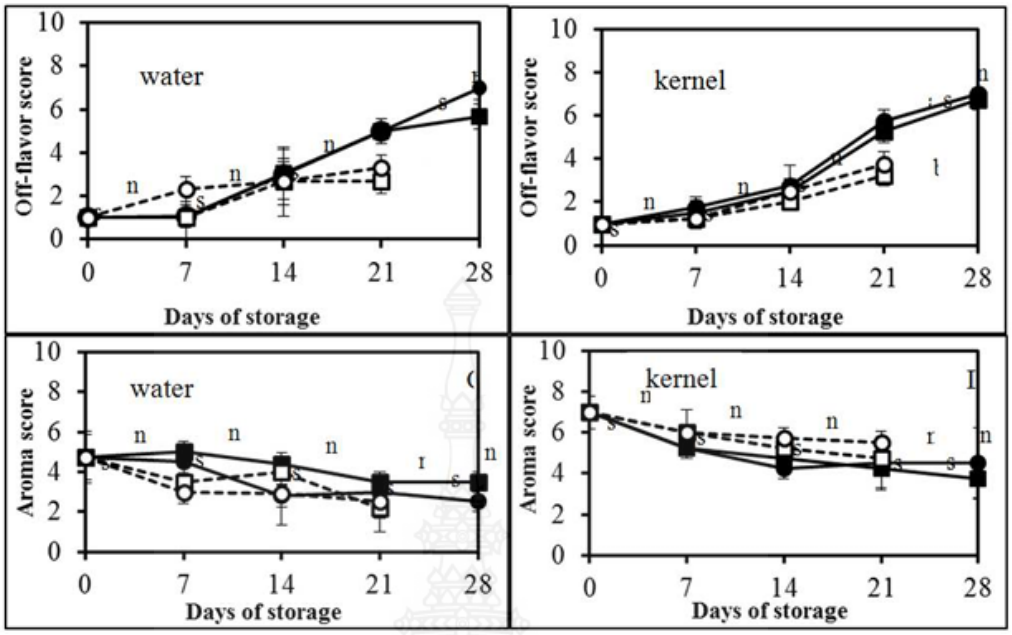
ตารางที่ 2.6 เชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผิวมะพร้าวและน้ำมะพร้าว

แบคทีเรียในน้ำมะพร้าว (Gabriel and Colambo, 2016)	ยีสต์ในน้ำมะพร้าว (Maciel et al, 2013)	เชื้อราบนผิวมะพร้าว (Farungsang et al, 2012)
Klebsiella sp.	*Aureobasidium pullulans*	*Aspergillus niger*
Kluyvera sp.	*Candida tropicalis*	*Fusarium spp.*
Staphylococcus epidermidis	*Kloeckera apis*	*Penicillium spp.*
	Saccharomyces cerevisiae	*Cladosporium spp.*

2.5 การยืดอายุการเก็บรักษาและการแก้ปัญหา

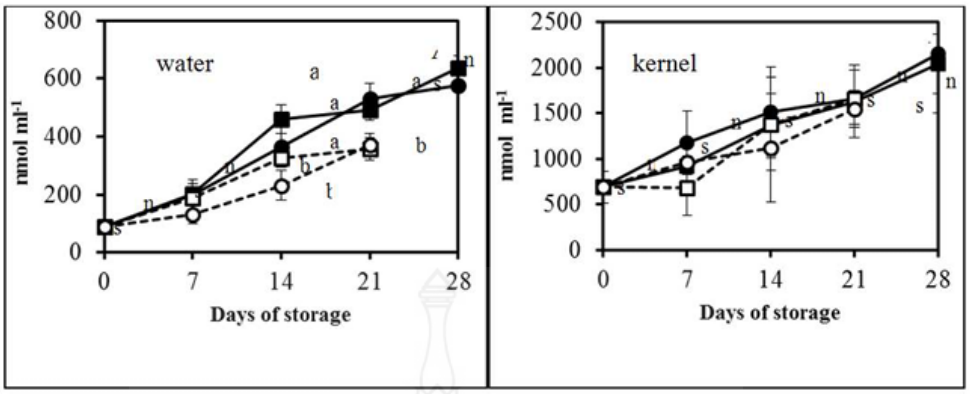
2.5.1 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การศึกษาเกี่ยวผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะพร้าวน้ำหอมแบบผลที่มีสภาพสมบูรณ์และผลตัดแต่งแบบควั่นขาวโดยตัดส่วนสีเปลือกออกทั้งหมด แต่งให้ผลมะพร้าวด้านบนเป็นทรงกรวย ด้านข้างเป็นรูปทรงกระบอกและฐานตัดให้เรียบตรง มะพร้าวชนิดควั่นขาวหรือมะพร้าวเจียร ได้ถูกเก็บรักษาด้วยการห่อด้วยฟิล์มพีวีซี (PVC) มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น การจัดส่งเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันจะดำเนินการที่อุณหภูมิ 3-6°C โดยไม่มีอาการหนาวสะท้าน (Chilling symptoms) การเก็บมะพร้าวควั่นขาวไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 25°C หลังจากผ่านไป 3 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 25°C น้ำมะพร้าวมีกลิ่นรสที่ผิดปกติเล็กน้อยมีคะแนนต่ำเล็กน้อย ในขณะที่มะพร้าวที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C จะพบว่ามีคะแนนไม่ชอบกลิ่นชาติสูง ผลการวิจัยมีแนวโน้มคล้ายกับผลที่พบในเนื้อมะพร้าวแต่คะแนนสูงกว่าดังแสดงในรูปที่ (Meethaworn et al., 2013)



รูปที่ 2.16 คะแนนรสชาติผิดเพี้ยน (A และ B) และกลิ่นหอมหวาน (C และ D) ของน้ำมะพร้าว (A และ C) และเนื้อมะพร้าว (B และ D) ที่นำมาจากผลมะพร้าวที่สภาพสมบูรณ์ (▮) และมะพร้าวควั่นขาว (●) ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และ ผลมะพร้าวที่สภาพสมบูรณ์ (□) และมะพร้าวควั่นขาว (○) ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 28 วัน แท่งในแต่ละจุดแสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างการรักษา ($P \leq 0.05$) ns = ไม่มีนัยสำคัญ (ที่มา: Meethaworn et al., 2013)

มะพร้าวควั่นขาวจะมีอัตราการหายใจและการผลิตก๊าซเอทิลีนที่สูงกว่าผลมะพร้าวที่สมบูรณ์ ดังนั้นมะพร้าวควั่นขาวที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C ในน้ำมะพร้าวพบว่ามีปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) ละลายประมาณ 100-300 nl/L แต่มะพร้าวควั่นขาวที่เก็บในอุณหภูมิ 25°C ตรวจไม่พบก๊าซออกซิเจน (O_2) สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยา Thiobarbituric acid (TBA) ในน้ำมะพร้าวที่เก็บที่อุณหภูมิ 25°C เพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่มะพร้าวเก็บที่อุณหภูมิ 4°C จะมี TBA สูงกว่ามะพร้าวเก็บที่อุณหภูมิ 25°C ประมาณ 50% หลังจากเก็บรักษา 2 สัปดาห์ สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยา TBA ในเนื้อมะพร้าวสูงกว่าน้ำมะพร้าวถึง 3 เท่า แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษาทั้งสอง ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำมะพร้าวที่อุณหภูมิ 4 และ 25°C มีความใกล้เคียงกัน ในขณะที่การรั่วไหลของอิเล็กโทรไลต์จากเนื้อมะพร้าวที่อุณหภูมิ 4°C สูงกว่าที่อุณหภูมิ 25°C ถึง 20% ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิ 4°C เป็นอุณหภูมิการเก็บรักษามะพร้าวอ่อนที่ไม่เหมาะสม (Meethaworn et al., 2013)

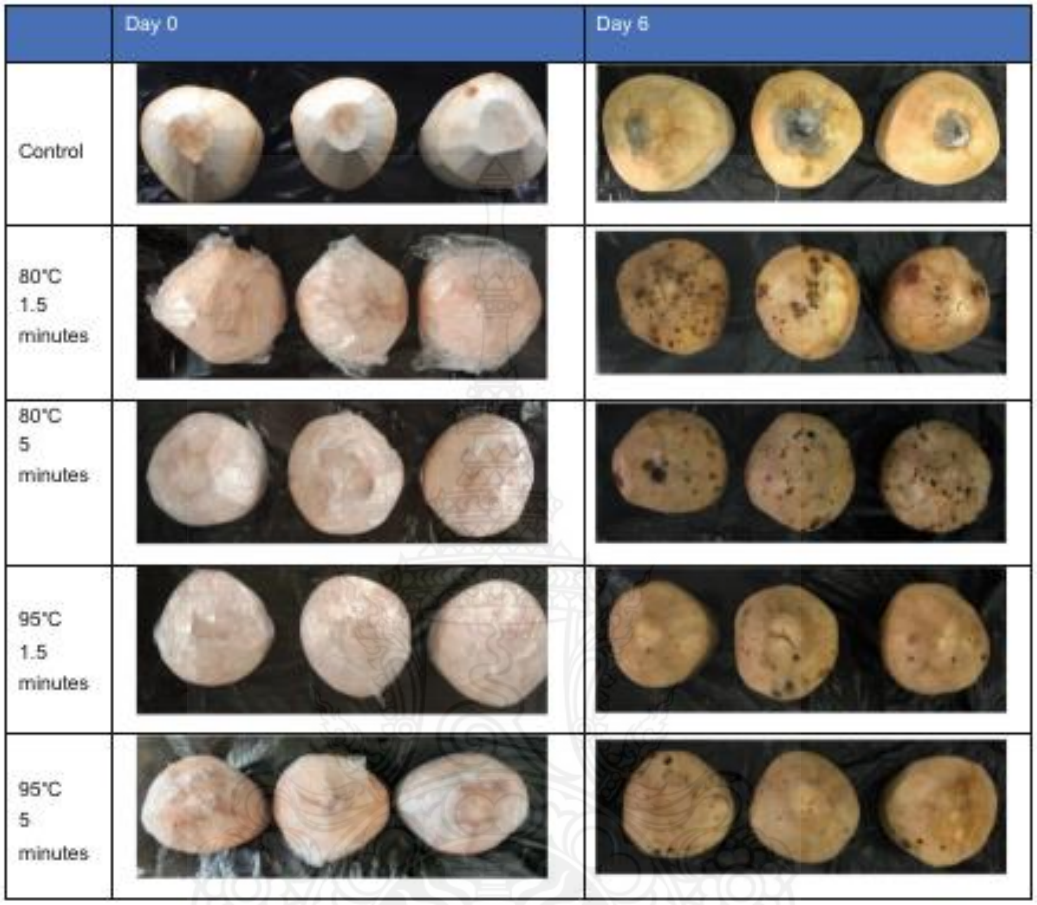


รูปที่ 2.17 ปริมาณสารประกอบจากปฏิกิริยา TBA ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ที่นำมาจากผลมะพร้าวที่สมบูรณ์ (▮) และมะพร้าวควั่นขาว (●) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C และผลมะพร้าวที่สมบูรณ์ (▯) และมะพร้าวควั่นขาว (○) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°C สำหรับ 28 วัน. แท่งในแต่ละจุดแสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตัวอักษรที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างการรักษา ($P \leq 0.05$) ns = ไม่มีนัยสำคัญ (ที่มา: Meethaworn et al., 2013)

2.5.2 การลวก

มะพร้าวอ่อนตัดแต่ง หรือมะพร้าวควั่น (PC) มักเกิดความเสียหายหรือตำหนิได้จากการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้ดำเนินการอย่างเหมาะสม จึงเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรของมะพร้าวตัดแต่ง นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดปัญหาในรูปแบบของการเสื่อมคุณภาพ เช่น การเจริญของเชื้อรา การเน่าเปื่อย เปลือกแตก และสีน้ำตาลของมะพร้าวตัดแต่ง วิธีป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นและการยืดอายุการเก็บมะพร้าวอ่อน (PC) วิธีการหนึ่ง คือ การลวกด้วยน้ำร้อน ในการศึกษาของ Primatama et la. (2023) ได้รายงานการใช้อุณหภูมิที่ 80 °C และ 95 °C ในขณะที่เวลาในการลวก คือ 1.5 และ 5 นาที เพื่อรักษาคุณภาพของ PC สำหรับการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวให้ยาวนานขึ้น โดยมะพร้าว PC 12 ตัวอย่าง จากนั้น PC ถูกเก็บไว้ในห้องเย็นซึ่งตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 17±0.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) 90% จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และการเปลี่ยนแปลงสีทุกวันเป็นเวลา 6 วันของการเก็บรักษา สรุปว่า PC ที่ทำการลวกที่อุณหภูมิ 95 °C และเป็นเวลา 5 นาที ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวตัดแต่งแบบควั่นขาว

ตารางที่ 2.7 ภาพถ่ายเปรียบเทียบมะพร้าวควั่นขาว (PC) ที่ผ่านการลวกด้วยสภาวะที่แตกต่างกัน ณ วันที่ 0 และวันที่ 6



(ที่มา : Primatama et al., 2023)

ผลการศึกษาในตารางที่ 2.7 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในการลวกที่สูงขึ้นและเวลาในการจุ่มนานขึ้นนั้นค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการยับยั้งกระบวนการเกิดสีน้ำตาล นั่นเป็นเพราะว่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลมักได้รับผลกระทบจากกระบวนการของเอนไซม์ในเปลือกซึ่งถูกยับยั้งโดยอุณหภูมิการลวก (Ekasari and Widyarti, 2019) การลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 ℃ เป็นเวลา 5 นาที มีนัยสำคัญในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวอ่อนตัดแต่งแบบควั่นขาว จนถึงวันที่ 4 เมื่อเทียบกับลวกที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ในทุกสภาวะในวันที่ 5 และ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีเชื้อราเกิดขึ้นที่ผิวขุยมะพร้าว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมโดยใช้อุณหภูมิน้ำร้อนลวกที่สูงขึ้นและเวลาในการแช่นานขึ้นเพื่อผลิตมะพร้าวตัดแต่งที่มีอายุการเก็บที่ดีขึ้น (Primatama et al., 2023)

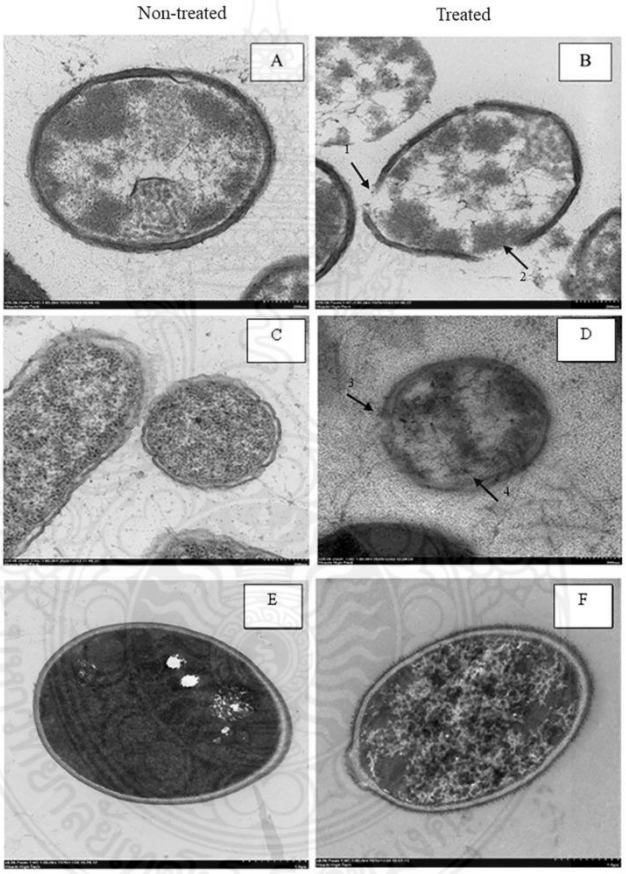
2.5.3 การใช้สารเคมี (Chemical treatment)

จากปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ประกอบกับการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าว ถือได้ว่าเป็นปัญหาทางด้านคุณภาพสำหรับการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมไปยังต่างประเทศเป็นอย่างมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาการเสื่อมเสียของมะพร้าวน้ำหอมควั่นทางผู้ประกอบการจึงนำสารเคมีที่มีชื่อทางการค้าว่า “โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์” มาช่วยลดปัญหาดังกล่าว โดยมีรายงานการวิจัยอายุการเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมควั่นที่ผ่านการจุ่มด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศา เซลเซียส สามารถเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมได้นาน เป็นเวลา 1 เดือน โดยที่ผิวมะพร้าวควั่นยังคงขาวและไม่มีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำ ตาลขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด มีประมาณ 1.8 log CFU/fruit และตรวจไม่พบเชื้อยีสต์และรา เมื่อเก็บรักษามะพร้าวที่สัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา (Treesuwan et al, 2018)

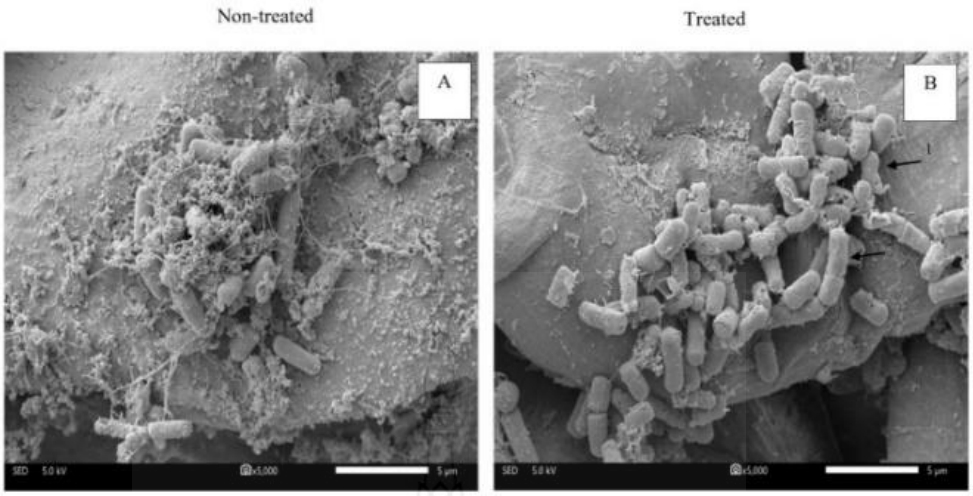
อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในปัจจุบันถือได้ว่าเป็นสารเคมีที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค แต่ได้มีการศึกษาปริมาณของสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์บนผิวมะพร้าวควั่นที่ผ่านกระบวนการผลิตตามวิธีทางการค้าพบว่าตรวจไม่พบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความหนาของผิวมะพร้าว 8 มิลลิเมตร (Mohpraman and Siriphanich, 2012) ดังนั้นการจุ่มมะพร้าวควั่นด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 3 ในเวลา 10 นาที สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เป็นเวลา 1 เดือนหรือมากกว่า โดยลดการเกิดการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ลดการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและผู้บริโภคสามารถรับประทานมะพร้าวน้ำหอมควั่นได้อย่างปลอดภัย

สารเคมีอื่นๆ ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ จึงถูกนำมาใช้ในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและยับยั้งการเจริญเติฐโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือที่ใช้ในการปรุงแต่งและถนอมอาหาร เกลือถูกใช้เป็นงานสุขาภิบาลทั่วไปในโรงงานแปรรูปผักผลไม้โดยใช้สารละลาย NaCl 5–10% (w/v) เป็นเวลา 10 นาที ไอออนของโซเดียมและคลอไรด์เชื่อมโยงกับโมเลกุลของน้ำเพื่อลดการทำงานของน้ำ ทำให้เซลล์จุลินทรีย์ได้รับการสูญเสียน้ำจากกลไลออสโมติก และกระตุ้นให้เซลล์ตายหรือชะลอการเจริญเติบโต (Davidson et al., 2001) สารเคมีอีกชนิดที่นิยมใช้ในการแปรรูปผักผลไม้คือ กรดซิตริก (Citric acid) ซึ่งเป็นกรดอ่อนชนิดกรดอินทรีย์มีอยู่ในรูปของแข็งสีขาว โดยทั่วไปได้รับการยอมรับว่าปลอดภัยโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USFDA) และมีอยู่ในผักและผลไม้ตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ผ่านกระบวนการหมัก ฤทธิ์ต้านจุลชีพของกรดอินทรีย์จะช่วยลดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายในของเซลล์จุลินทรีย์ และขัดขวางการขนส่งสารตั้งต้นโดยการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (Seok and Ha, 2021) กรดอินทรีย์จะเปลี่ยน

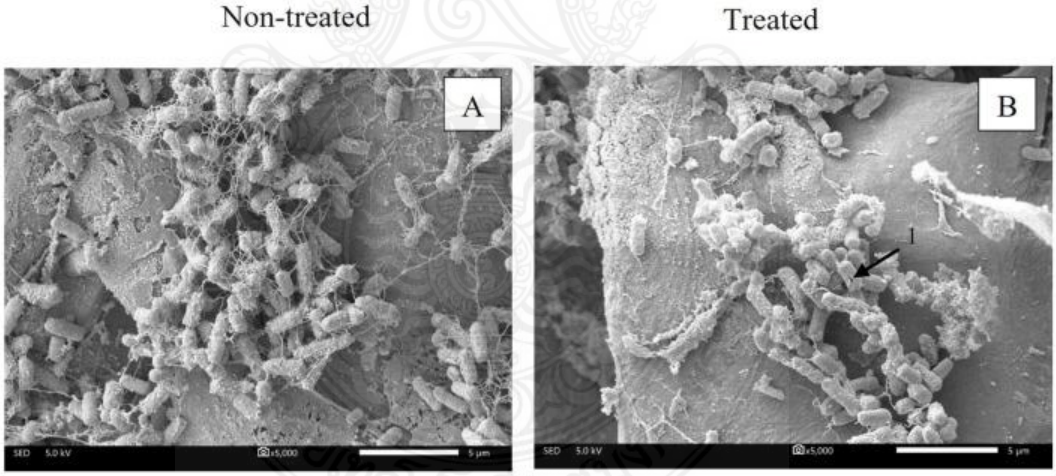
ความสามารถในการซึมผ่านของเมมเบรนและการสะสมของไอออนประจุลบโดยการลดค่า pH และยับยั้งปฏิกิริยาเมแทบอลิซึมที่จำเป็น นอกจากนี้ยังทำลายเซลล์จุลินทรีย์โดยการรบกวนระบบการขนส่งสารอาหารผ่านการหยุดชะงักของเยื่อหุ้มเซลล์ไซโตพลาสซึม นำไปสู่การรั่วไหลของเซลล์และการหยุดชะงักในการสังเคราะห์โมเลกุลขนาดใหญ่ (Brecht et al., 2004) เมื่อเร็วๆ นี้ พบว่าการใช้เกลือร่วมกับกรดซิตริกในเกลือ 15% และสารละลายกรดซิตริก 20% (เกลือ/กรด) ที่มีผลอย่างมากต่อการรักษาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏและชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนพื้นผิวเปลือกของมะพร้าวควั่นเขียว (Treesuwan et al., 2022) และมะพร้าวควั่นขาว (Nguyen et al., 2019) เป็นต้น



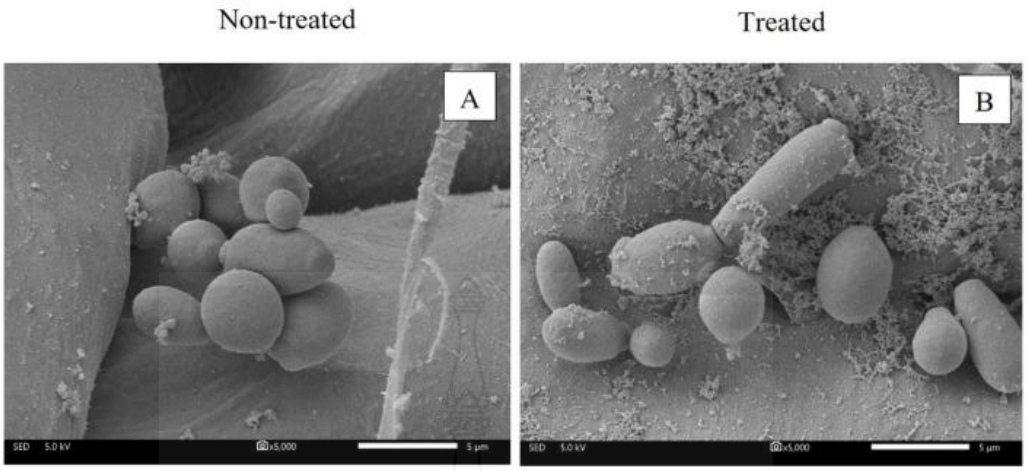
รูปที่ 2.18 ภาพไมโครกราฟอิเล็กตรอนแบบส่งผ่าน (Transmission electron micrographs) ของ B. cereus (A), E. aerogenes (C) และ C. tropicalis (E) ที่ไม่ได้รับการรักษาที่กำลังขยาย 20,000 ×, 20,000 × และ 6,000 × ตามลำดับ ผลของสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (w/v) เป็นเวลา 10 นาทีต่อโครงสร้างจุลินทรีย์ของ B. cereus (B), A. aerogenes (D) และ C. tropicalis (F) ที่ 20,000×, 20,000× และกำลังขยาย 6,000 เท่า ตามลำดับ รูบนพื้นผิวเซลล์ (ลูกศร #1, ลูกศร #2 และลูกศร #3) และการแยกเยื่อหุ้มเซลล์ออกจากผนังเซลล์ (ลูกศร #4)
(ที่มา : Treesuwan et al., 2023)



รูปที่ 2.19 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ *B. cereus* บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่แช่ในสารละลาย (A) และแช่ในสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ เซลล์บิดตัว (ลูกศร #1) และเซลล์ยืดออก (ลูกศร #2)
(ที่มา : Treesuwan et al., 2023)

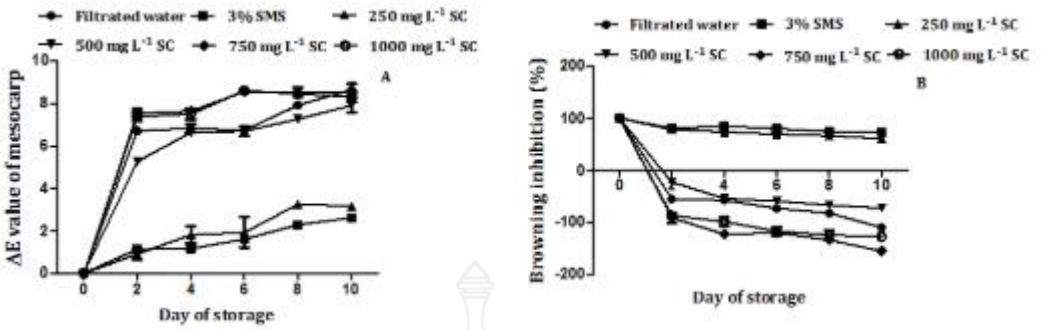


รูปที่ 2.20 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ *E. aerogenes* บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่บำบัด (A) และบำบัดด้วยสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ รูบนพื้นผิวเซลล์ (ลูกศร #1)
(ที่มา : Treesuwan et al., 2023)



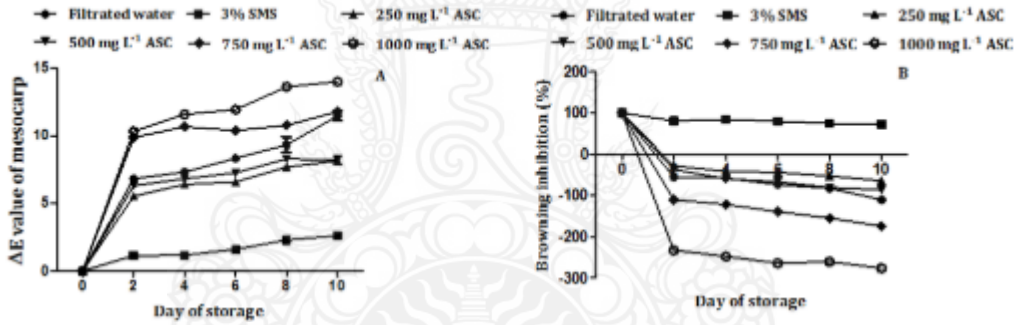
รูปที่ 2.21 การสแกนไมโครกราฟอิเล็กตรอน (Scanning electron micrographs) ของ *C. tropicalis* บนกาบมะพร้าวที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ที่ไม่ได้แช่สารละลาย (A) และแช่ในด้วยสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นเวลา 10 นาที (B) ตามลำดับ
(ที่มา : Treesuwan et al., 2023)

จากการศึกษาประสิทธิผลของโซเดียมคลอไรต์ (SC) และโซเดียมคลอไรต์ชนิดที่เป็นกรด (ASC) ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) และการเจริญเติบโตของเชื้อราของมะพร้าวน้ำหอมที่ตัดแต่งแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.22 และ รูปที่ 2.23 มีโซคาร์ปมะพร้าวจุ่มในน้ำ (ควบคุม) โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 3% (SMS) 250-1000 มก. L-1 SC หรือ ASC เป็นเวลา 5 นาที และเก็บไว้ที่ 4°C เป็นเวลา 10 วัน การจุ่มลงใน L-1 SC และ ASC ขนาด 250 มก. แสดงการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีเยี่ยม แต่ไม่ได้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ผลไม้ถูกจุ่มในน้ำ (กลุ่มควบคุม) และ 3% SMS, 250 มก. L-1 SC หรือ ASC เป็นเวลา 5 นาที และเก็บไว้ที่ 4°C เป็นเวลา 20 วัน SC ชะลอการเกิดสีน้ำตาลเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แม้ว่าประสิทธิผลจะน้อยกว่า SMS ก็ตาม ผลไม้ที่ได้รับ SC มีค่าความแตกต่างของสีต่ำ (**Δ**E) เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดส ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในอัตราร้อยละของการเจริญเติบโตของเชื้อราบนผลไม้มีโซคาร์ประหว่างการรักษา ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่า SC อาจเป็นสารทดแทนในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลเปลือกชั้นกลางสีขาวของมะพร้าวที่ตัดแต่งแล้ว (Payuhamaytakul et al., 2017) ดังแสดงในตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.22 ค่า ΔE (A) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) บนชิ้นของเปลือกสีขาวชั้นกลาง (Mesocarp) ของมะพร้าวด้วยน้ำกรอง (ตัวอย่างควบคุม) 3% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (SC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ได้รับการแช่ในสารละลายเก็บไว้ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน

(ที่มา : Payuhamaytakul et al., 2017)



รูปที่ 2.23 ค่า ΔE (A) และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) บนชิ้นของเปลือกสีขาวชั้นกลาง (Mesocarp) ของมะพร้าวด้วยน้ำกรอง (ตัวอย่างควบคุม) 3% โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด (ASC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ได้รับการแช่ในสารละลายเก็บไว้ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน

(ที่มา : Payuhamaytakul et al., 2017)

ตารางที่ 2.8 ร้อยละการเจริญเติบโตของเชื้อราบนชิ้นเปลือกชั้นกลางสีขาว (mesocarp) ของผลมะพร้าวที่แช่ในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) SMS 3% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (SC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ถูกบำบัดอยู่ที่ 4 C เป็นเวลา 10 วัน

การทดลอง	ปริมาณการเจริญของเชื้อราบนเปลือกของมะพร้าว (ร้อยละ)					
	อายุการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Filterated water	80.00	80.00	100.00	85.00	100.00	100.00
3% SMS	0.00	0.00	0.00	25.00	60.00	80.00
250 mg/L SC	35.00	65.00	55.00	95.00	95.00	100.00
500 mg/L SC	55.00	95.00	80.00	90.00	95.00	100.00
750 mg/L SC	50.00	65.00	85.00	95.00	95.00	100.00
1000 mg/L SC	46.67	50.00	95.00	100.00	95.00	100.00

(ที่มา : Payuhamaytakul et al., 2017)

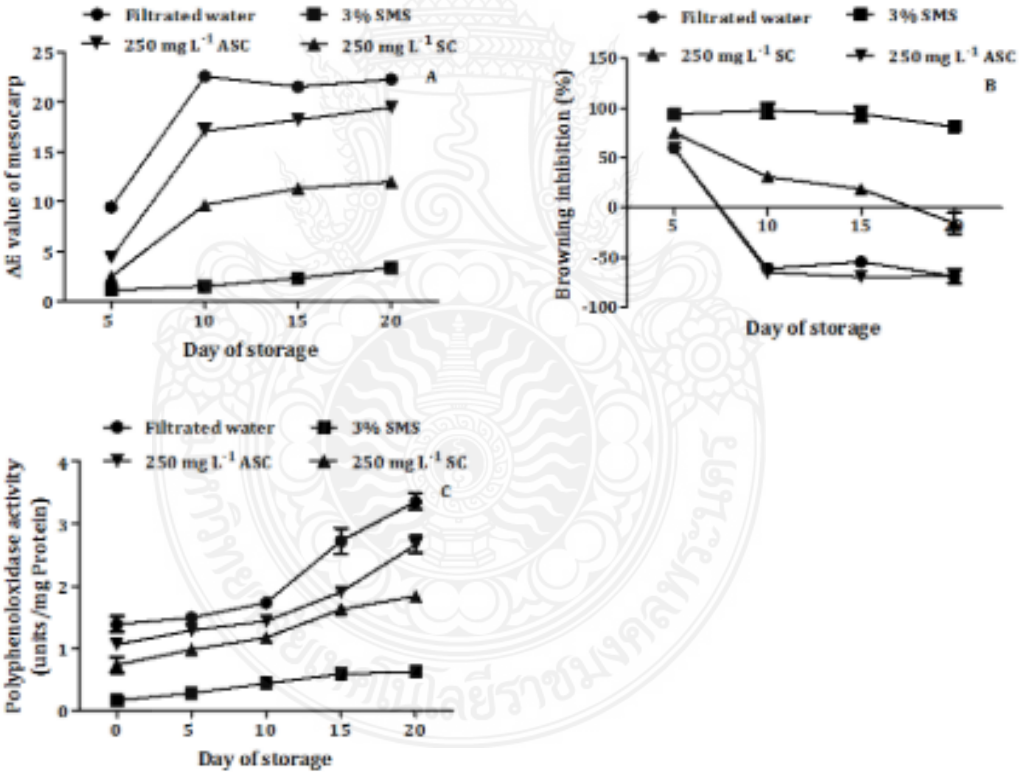
ตารางที่ 2.9 ร้อยละการเจริญเติบโตของเชื้อราบนชิ้นเปลือกชั้นกลางสีขาว (mesocarp) ของผลมะพร้าวที่แช่ในน้ำกรอง (ชุดควบคุม) SMS 3% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด (ASC) 250-1000 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที ตัวอย่างที่ถูกบำบัดอยู่ที่ 4 °C เป็นเวลา 10 วัน

การทดลอง	ปริมาณการเจริญของเชื้อราบนเปลือกของมะพร้าว (ร้อยละ)					
	อายุการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
Filterated water	80.00	80.00	100.00	85.00	100.00	100.00
3% SMS	0.00	0.00	0.00	25.00	60.00	80.00
250 mg/L ASC	45.00	90.00	95.00	95.00	85.00	100.00
500 mg/L ASC	70.00	95.00	100.00	85.00	90.00	100.00
750 mg/L ASC	70.00	90.00	95.00	85.00	85.00	100.00
1000 mg/L ASC	95.00	100.00	100.00	85.00	95.00	100.00

(ที่มา : Payuhamaytakul et al., 2017)

การเกิดสีน้ำตาลถือเป็นปัญหาสำคัญสำหรับผักผลไม้สด และทำให้ผู้บริโภคไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยปกติแล้วการเกิดสีน้ำตาลเกิดจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO)

เมื่อมีออกซิเจน (Martinez and Whitaker., 1995) โซเดียมคลอไรด์เป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพซึ่งมีประสิทธิผลสูงทั้งในฐานะสารฆ่าเชื้อเพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผักผลไม้สดและเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักผลไม้สด (He et al., 2008) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบำบัดด้วยโซเดียมคลอไรด์สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวที่ตัดแต่ง โดยการเปลี่ยนแปลงของสีรวม (ΔE) ของเปลือกชั้นกลางสีขาวของมะพร้าวเล็กน้อย ร้อยละการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลสีน้ำตาลที่สูง และมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวกับแอปเปิ้ลสดและชมพู่ตัดแต่ง แสดงให้เห็นว่าโซเดียมคลอไรด์ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ผลลัพธ์เหล่านี้บ่งชี้ว่าโซเดียมคลอไรด์อาจเป็นสารทางเลือกในการชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของมะพร้าวน้ำหอมที่ตัดแต่งแล้วเพื่อทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ได้ (Payuhamaytakul et al., 2017) ดังแสดงในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 การเปลี่ยนแปลงของสีรวม (ΔE) ร้อยละการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (B) และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO (C) ของเปลือกมะพร้าวควั่นที่จุ่มในน้ำกรอว (กลุ่มควบคุม) 3% SMS และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชนิดที่เป็นกรด 250-1000 mg/L เป็นเวลา 5 นาที โดยเก็บรักษามะพร้าวหลังการจุ่มในสารละลายไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C

(ที่มา : Payuhamaytakul et al., 2017)

ซึ่งผลงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การจุ่มมะพร้าวน้ำหอมตัดแต่งในสารละลายโซเดียมคลอไรต์ความเข้มข้น 250 มก./ลิตร เป็นเวลา 5 นาที และเก็บไว้ที่ 4 °C เป็นทางเลือกหนึ่งในการชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและการเกิดโพลีฟีนอลออกซิเดสในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีแช่ในสารละลายเหล่านี้ไม่ได้ฆ่าเชื้อสปอร์ของเชื้อราที่เจริญบนเปลือกสีขาวชั้นกลาง (mesocarp) ของผลมะพร้าวตัดแต่งได้ (Payuhamaytakul et al., 2017)

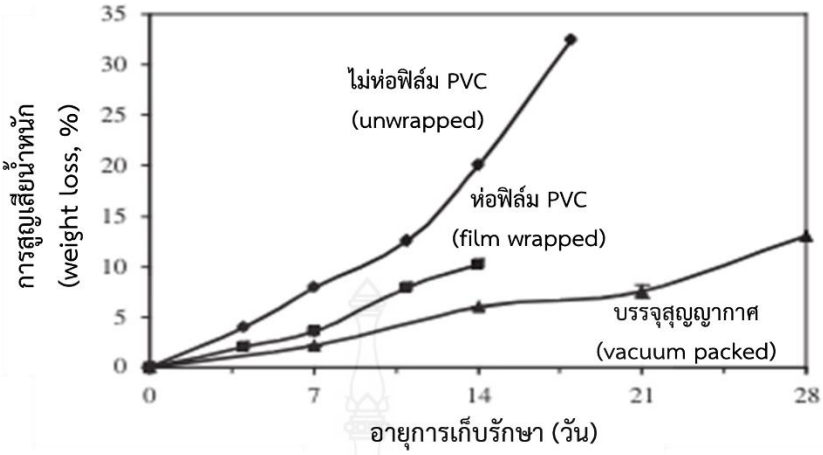
2.5.4 การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ (Packaging)

บรรจุภัณฑ์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากมะพร้าวน้ำหอมได้ อาจมีการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อห่อหุ้มผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวหลังการจุ่มในสารเคมี จากรายงานการวิจัยของ Treesuwan et al. (2022) แม้ว่าการจุ่มมะพร้าวควั่นเขียวลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 10 นาที จะสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดีเมื่อหุ้มด้วย PVC และเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส แต่ในทางกลับกันการใช้สารละลายดังกล่าวอาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อผู้บริโภคบางกลุ่มที่มีอาการแพ้เมื่อสัมผัสกับมะพร้าวที่ยังคงมีโซเดียมเมตไบซัลไฟต์ตกค้างอยู่ ยกตัวอย่าง เช่น การเกิดการระคายเคือง มีผื่นคันที่ผิวหนัง หรืออาจส่งผลให้มีอาการหอบหืด เป็นต้น (Lien et al, 2016) ดังนั้นแผนการวิจัยที่จะต่อยอดผลงานวิจัยที่ผ่านมาจึงน่าจะมีแนวทางในการใช้กระบวนการผลิตด้วยวิธีการอื่นเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ที่มีอาการแพ้ เช่น การใช้สารเคมีที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค การเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่สามารถถนอมและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลให้ยาวนานขึ้น เป็นต้น มีงานวิจัยที่ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวกะทิ (Makapuno) ที่เป็นมะพร้าวเชิงพาณิชย์ที่มีมูลค่าสูง รายงานโดย Luengwilai et al. (2014) ด้วยวิธีที่ไม่ใช้สารซัลไฟต์ร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ (atmosphere packing) อย่างไรก็ตามสภาวะหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาคุณภาพของมะพร้าวะทิ โดยผลมะพร้าวกะทิที่ปอกเปลือกบางส่วนออกแล้วจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2, 5 หรือ 30°C จากนั้นจึงนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 30°C ต่อเป็นเวลา 3 วัน เพื่อจำลองสภาวะการรอจำหน่ายในตลาดค้าปลีก พบว่าผลมะพร้าวสดที่ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C มีอัตราการหายใจปานกลาง 40–60 mg CO_2/กก./ชม. อัตราการผลิตเอทิลีนต่ำ 0.6–0.8 ลิตร/กก./ชม. และอายุการเก็บรักษา คือ 3 วัน ในทางตรงกันข้าม การจัดเก็บที่อุณหภูมิ 2 °C หรือ 5 °C จะลดอัตราการหายใจลงอย่างเห็นได้ชัด เหลือเพียง 4 และ 20 mg CO_2/กก./ชม. ตามลำดับ และอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 3 วันเป็น 6 สัปดาห์ โดยทั่วไปห้องเย็นจะชะลอการเสื่อมสภาพของผลมะพร้าวโดยการจำกัดการสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) เปลือกเป็นสีน้ำตาล (kernel browning) และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) อย่างไรก็ตาม

หลังจากที่ผลมะพร้าวถูกย้ายไปเก็บรักษาที่ 30°C ซึ่งเป็นมะพร้าวที่ไว้ก่อนหน้านี้ที่อุณหภูมิ 2°C มักพบการหนาวสะท้าน (cold injury) ของมะพร้าวจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เปลือกเกิดรอยแผล ฉ่ำน้ำ เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในขณะที่ผลมะพร้าวที่เก็บที่อุณหภูมิ 5°C ไม่มีรอยช้ำเก็บขึ้น บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศ (MAP) โดยใช้ถุงที่มีอัตราการส่งผ่านออกซิเจนสูง (OTR) ร่วมกับการจัดเก็บที่อุณหภูมิ 5°C ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้ 20 เท่า จาก 3 วันในสภาวะแวดล้อมเป็น 10 สัปดาห์ การรวมกันของ MAP และการเก็บรักษา 5°C ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก (4 เท่า) อุบัติการณ์ของเชื้อราที่พื้นผิวและพารามิเตอร์คุณรูปที่วัดได้เทียบเคียงได้กับค่าในผลไม้ที่เก็บเกี่ยวสด

การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งของสารละลายอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์และสารละลายกรดซิตริก 5, 10, 15, 20 และ 30% (w/v) และ 15:10, 15:15, 15:20 และ 15:30% (w/v) /v) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ผสมกับสารละลายกรดซิตริก (CA) (เกลือ/สารละลายกรด) เป็นเวลา 10 นาที กับจุลินทรีย์ที่แยกได้จากมะพร้าวอ่อนชนิดควั่นเขียว ได้แก่ *Bacillus cereus, B. subtilis, Staphylococcus aureus, S. epidermidis, Enterobacter aerogenes, Serratia marcescens, Candida tropicalis, Lodderromyces elongisporus, Aspergillus aculeatus* และ *Penicillium citrinum* สารต้านจุลชีพเชิงพาณิชย์ เช่น โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ถูกนำมาใช้เป็นตัวควบคุม ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าสารละลาย NaCl 30% (w/v) แสดงคุณสมบัติต้านจุลชีพต่อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยมีช่วงการลด 0.00–1.49 log CFU/mL การใช้สารละลาย CA 30% (w/v) ยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมดในช่วงการลด 1.50–8.43 log CFU/mL ในขณะที่สารละลายเกลือ/กรด 15:20% (w/v) เป็นความเข้มข้นขั้นต่ำที่แสดงสารต้านจุลชีพที่คล้ายคลึงกัน มีผลกับ NaOCl และฤทธิ์ต้านจุลชีพที่แข็งแกร่งต่อแบคทีเรียแกรมลบ โหมดการออกฤทธิ์ของสารละลายนี้กับสายพันธุ์ที่เลือก ได้แก่ *B. cereus, E. aerogenes* และ *C. tropicalis* ยังถูกกำหนดโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน *B. cereus* และ *E. aerogenes* เผยให้เห็นการย่อยสลายและการหลุดออกของชั้นนอกของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของไซโตพลาสซึม ในขณะที่การรวมไซโตพลาสซึมในเซลล์ *C. tropicalis* ที่ได้รับการบำบัดได้เปลี่ยนเป็นแวคิวโอลที่ใหญ่ขึ้นและผนังเซลล์ที่หยาบ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าสารละลายเกลือ/กรด 15:20% (w/v) สามารถใช้เป็นสารต้านจุลชีพทางเลือกในการกำจัดจุลินทรีย์ในผักผลไม้สดได้ (Treesuwan et al., 2023)

นอกจากนี้มีรายงานการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวเผาจากมะพร้าวน้ำหอมโดยใช้บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันศึกษาโดย Jangchud et al. (2007) ซึ่งมะพร้าวที่แตกต่างกันศึกษาอายุการเก็บรักษามะพร้าวเผาที่ยังไม่ห่อฟิล์ม PVC มะพร้าวที่ห่อฟิล์ม PVC และมะพร้าวที่บรรจุสุญญากาศถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% ไม่ว่าการบรรจุจะเป็นอย่างไร น้ำหนักที่ลดลงของมะพร้าวเผาทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 2.25)



รูปที่ 2.25 การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเผาที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน (ที่มา : Jangchud et al., 2007)

ค่าการส่งผ่านและความสว่าง (L*) ของน้ำมะพร้าวลดลง ($P<0.05$) และเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่า pH ของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวจากการบรรจุสุญญากาศลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าทุกสภาวะการบรรจุ ค่าสีเหลือง (yellowness) ของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความโปร่งใส (transparency) ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ระดับความเปรี้ยวของน้ำมะพร้าวที่บรรจุแบบสุญญากาศเพิ่มขึ้นในวันต่อมาของการเก็บรักษา มีเพียงมะพร้าวเผาที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดเท่านั้น และพบมีเชื้อราบนเปลือกและกาบมะพร้าวเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามะพร้าวเผาทั้งแบบไม่ห่อฟิล์ม PVC ห่อฟิล์ม PVCและบรรจุสุญญากาศสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 14, 18 และ 28 วัน ตามลำดับที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% อาจเป็นเพราะทั้งเปลือกและกะลาของมะพร้าวเผาที่ยังไม่ได้ห่อฟิล์ม PVC จะดูแห้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงไม่สามารถระบุได้ว่ามะพร้าวเผามีการเน่าเสียจากลักษณะภายนอกหรือไม่ ส่วนมะพร้าวที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน เนื่องจากมีความชื้นมากเกินไปบนเปลือกและกะลา ซึ่งเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์ชนิดฟิล์ม PVC เป็นตัวกั้นความชื้นได้เพียงปานกลาง (Jenkins & Harrington, 1991) ดังนั้นน้ำระหว่างฟิล์มกับกาบมะพร้าวจึงไม่สามารถผ่านฟิล์ม PVC ได้ทำให้เกิดการควบแน่นทำให้มะพร้าวเผาที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC เกิดการเน่าเสียของมะพร้าวบางส่วนในวันที่ 11 ของการเก็บ และในวันที่ 18 มะพร้าวห่อฟิล์ม PVC มีการเน่าเสียถึงร้อยละ 44.3 ดังนั้นการประเมินคุณภาพจึงสิ้นสุดลง

สำหรับมะพร้าวเผาที่บรรจุแบบสุญญากาศ เปลือกและกะลาจะดูเปียกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากมีน้ำซึมออกมาจากกาบมะพร้าวในระหว่างการบรรจุสุญญากาศ และถุงบรรจุสุญญากาศเป็นฟิล์มโพลีเมอร์ที่ใช้กับผักผลไม้สดสามารถป้องกันและควบคุมการสูญเสียน้ำได้

(Aked, 2000) ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศประกอบด้วยโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นซึ่งมีตัวกั้นได้ความชื้นสูง (Brown et al., 1992) ดังนั้นความชื้นจึงสามารถถ่ายโอนสู่ชั้นบรรยากาศได้เล็กน้อย ซึ่งช่วยให้ไม่พบจุลินทรีย์บนกาบมะพร้าวหรือเปลือกในการตัวอย่างมะพร้าวเผาที่บรรจุแบบสุญญากาศตลอด 28 วันของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามการเน่าเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนพื้นผิวเปลือก (husk) และกะลา (shell) เป็นสาเหตุแรกที่ทำให้มะพร้าวไม่เป็นยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมะพร้าวเผา การบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวเผาเนื่องจากการเปลี่ยนสีน้อยลง การสูญเสียน้ำหนักต่ำ ไม่มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนเปลือก และมะพร้าวเผาได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด (Jungchud et al., 2007)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่น การใช้อุณหภูมิต่ำ การแช่ด้วยสารเคมี ร่วมกับการเลือกบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากมะพร้าวน้ำหอม ได้แก่ มะพร้าวควั่นปอกเปลือก มะพร้าวเจียรไร้เปลือก และมะพร้าวไร้กะลา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและจำหน่ายภายใต้แบรนด์ COCO เชย ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร เป็นการศึกษาสภาวะการเก็บรักษามะพร้าวที่เหมาะสมที่สุดในการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอมดังกล่าว ให้มีมูลค่าตลาดสูงขึ้นหากยืดอายุการเก็บรักษา การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในระยะเวลา 15 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาการจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ประกอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อการสำรวจข้อมูลพื้นฐานในการจัดการวัตถุดิบมะพร้าวและความต้องการของผู้ประกอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ได้แก่ การกำหนดกลุ่มเป้าหมายและผู้ให้ข้อมูลสำคัญ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรเป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร มีจำนวน 106 คน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) ในการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิดและปลายปิด เพื่อทราบข้อมูลความต้องการของผู้ประกอบการและสถาฯการณ์ของการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะพร้าวน้ำหอม (ภาคผนวก ค)

2. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structural interview) โดยมีรายละเอียดแบบสัมภาษณ์ (ภาคผนวก ง) ดังนี้

2.1 การสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยการกำหนดประเด็นต่างๆ ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ ของการวิจัยแล้วจึงกำหนดตัวชี้วัดและมาตรวัดข้อมูล แบ่งแบบสัมภาษณ์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิดและปลายปิด มีคำตอบให้เลือกแบบให้เลือกคำตอบเดียว แบบให้เลือกหลายคำตอบ และแบบเติมคำในช่องว่างประกอบด้วย

คำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงาน พื้นที่ปลูกมะพร้าว พันธุ์มะพร้าวที่ปลูก ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก การถือครองที่ทำการเกษตร ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว

ส่วนที่ 2 ด้านการจัดการสวนมะพร้าวลักษณะคำถามเป็นแบบปลายปิด แบบให้เลือกคำตอบเดียว ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่

- การจัดการพื้นที่ปลูก
- การจัดการน้ำ
- การจัดการด้านการดูแลรักษา
- การจัดการผลผลิตมะพร้าว

ส่วนที่ 3 ด้านสภาพปัญหาในการจัดการสวนมะพร้าวลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิดและปลายเปิด ให้ตอบได้อย่างอิสระ ประกอบด้วย

- คุณภาพผลผลิตมะพร้าว
- ปริมาณผลผลิตมะพร้าว
- ต้นทุนการผลิต
- ราคาผลผลิต
- ด้านสุขภาพของเกษตรกร

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิดให้ได้คำตอบได้อย่างอิสระ

3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยชี้แจงและทำความเข้าใจกับผู้ร่วมดำเนินการสัมภาษณ์เกษตรเพื่อให้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์อย่างละเอียด ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากอาสาสมัคร ตามข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ โดยมีผู้ให้ข้อมูลจำนวน 106 คน

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติแปลผล สรุป และรายงานผลการวิจัยต่อไป

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ มาตรวจสอบ เพื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.6 การรายงานเชิงพรรณนา แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) ในการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง

2.7 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบสอบถามเชิงโครงสร้าง ทั้ง 4 ส่วน โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล

บทที่ 3 (ต่อ)

วิธีดำเนินการ

3.2 โครงการย่อยที่ 1 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการแช่เย็น กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

3.2.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 มะพร้าวพันธุ์น้ำหอม (*Cocos nucifera Linn.*) อายุ 6-8 เดือนนับจากจั่นบาน มีขนาดทางการค้าพิจารณาจากเส้นรอบวง 30 ถึง 35 cm. หรือน้ำหนักผล 450 ถึง 600 กรัม

- ผ่านกระบวนการเจียร (กลึง) ให้เป็นรูปทรงหัวแหลม

3.2.1.2 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.2.1 Digital vernier caliper ยี่ห้อ MITUTOYO รุ่น 500-196-30

3.1.2.2 ถุงบรรจุสุญญากาศ LDPE ความหนา 70 ไมครอน

3.1.2.3 ถุง Nylon/LLDPE ความหนา 80 ไมครอน

3.1.2.4 ฟิล์มห่ออาหาร PVC ความหนา 10 ไมครอน

3.1.2.5 เครื่อง Vacuum pack ยี่ห้อ HENKOVAC รุ่น 150

3.1.2.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง

3.1.2.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง

3.1.2.8 Hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น MASTER-93H

3.1.2.9 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) METTLER TOLEDO

3.1.2.10 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Minota รุ่น CR-400

3.1.2.11 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ยี่ห้อ Thermo Fisher Scientific รุ่น Genesys 180

3.1.2.12 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ยี่ห้อ Sigma-Aldrich

3.1.2.13 อาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract – Malt extract agar (YM) ยี่ห้อ Sigma-Aldrich

3.1.2.14 น้ำเกลือนอร์มอลซาไลน์ร้อยละ 0.85 ยี่ห้อ Klean & Kare 1000 ml

3.1.2.15 ผง Peptone water ยี่ห้อ Sigma-Aldrich

3.1.2.16 สำลีก้อนปลอดเชื้อ (Sterilized cotton) ขนาดใหญ่ 1.4 กรัม

3.1.2.17 ไม้พันสำลีปลอดเชื้อ ยาว 6 นิ้ว (Sterile wooden swab)

3.1.2.18 จานเพาะเชื้อ

3.1.2.19 หลอดทดลองขนาดกลาง

3.1.2.20 ปิเปต ขนาด 0.1 มิลลิลิตร

3.1.2.21 ปิเปต ขนาด 1.0 มิลลิลิตร

3.1.2.22 ปิเปต ขนาด 10.0 มิลลิลิตร

3.1.2.23 ลูกยาง

3.1.2.24 แท่งแก้วเขี่ยเชื้อสามเหลี่ยม (spreader glass)

3.1.2.25 ตู้บ่มเชื้อ

3.1.2.26 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)

3.1.2.27 ขวดแก้วใสใส่สารเคมี ยี่ห้อ Pyrex ขนาด 250 ml

3.1.2.28 ขวดแก้วใสใส่สารเคมี ยี่ห้อ Pyrex ขนาด 1,000 ml

3.1.2.29 กรดซิตริก ยี่ห้อ KenAus

3.1.2.30 โซเดียมคลอไรด์ ยี่ห้อ KenAus

3.1.2.31 กรดเปอร์แอซีติก

3.1.2.32 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ยี่ห้อ KenAus

3.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 เครื่องวัดสี Chroma Meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400

3.2.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.1.3 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.2.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น FiveEasy Plus FP20-Std-Kit

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

3.2.2.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ BINDER™ รุ่น BD-S 5

3.2.3.2 บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE 400 Sterilizer

3.2.3.3 เครื่องตีบดผสมตัวอย่าง ยี่ห้อ Stomacher รุ่น SJIA-04C, SJIA-05C

3.2.3.4 เครื่องผสมสารละลายสำหรับหลอดทดลอง ยี่ห้อ Vortex Mixer รุ่น V-200

3.2.3.5 Micropipette (ไมโครปิเปต) ยี่ห้อ Capp

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือประมวลผล

3.2.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ SPSS

3.2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 การศึกษาเทคนิคการบรรจุเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

3.3.1.1 นำมะพร้าวน้ำหอมควั่นเขียว โดยใช้มีดตัดด้านขั้วให้เรียบเพื่อเป็นฐานเอาไว้ตั้ง จากนั้นพลิกก้นมะพร้าว ค่อยๆ ฟันเฉียงๆ ด้วยมีดรอบผลมะพร้าวจนเห็นกะลา โดยทำผลด้านบนมีรูปกรวย ดังรูปที่ 1

รูปที่ 3.1 ผลมะพร้าวน้ำหอมปอกเปลือกแบบควั่นปอกเปลือก รูปทรงกรวย

3.3.1.2 บรรจุมะพร้าวน้ำหอมควั่นปอกเปลือกในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดพีวีซี โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 คือ ชุดควบคุม (ไม่แช่) ชุดที่ 2 คือ มะพร้าวควั่นปอกเปลือกแช่ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 10% และ 20% ชุดที่ 2 คือ มะพร้าวควั่นปอกเปลือกแช่ในสารละลายกรดซิตริก (Citric acid, CA) ความเข้มข้น 10% และ 20% ชุดที่ 2 คือ มะพร้าวควั่นปอกเปลือกแช่ในสารละลายกรดเปอร์ออกซีอะซิติก (PAA) ความเข้มข้น 80 ppm ใส่ตัวอย่างมะพร้าวหลังแช่ในบรรจุภัณฑ์ชนิดพีวีซี ความหนา 70 µm จากนั้นเก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 จนกว่าจะตรวจพบจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) (Kamolwan, 2006)

3.3.1.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมควั่นปอกเปลือกระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 5±1 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 วันเพื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี คุณภาพทางประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา จนกว่าผลิตภัณฑ์จะเสื่อมเสีย โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 3 ซ้ำ (1 ผล / ซ้ำ)

1) การตรวจสอบน้ำหนักของมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่ม

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกทั้ง 2 ชนิด พร้อมทั้งชุดควบคุมมาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยชั่ง น้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษา และชั่งน้ำหนักหลังการเก็บรักษา นำค่าที่ บันทึกได้ตลอดการทดลองมา คำนวณดังสมการที่ 1 จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gained) กับเวลา

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{[น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม) – น้ำหนักหลังการเก็บรักษา (กรัม)]} \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}$$

2) การตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid: TSS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Hand refractometer Model ATAGO ปรับค่าศูนย์ด้วยน้ำกลั่นก่อนใช้ อ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็น เปอร์เซ็นต์ จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (อนรรฆ พรรคเจริญ, 2554) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับเวลา และความ เป็นกรด-ด่างกับเวลา

3) การตรวจสอบปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA)

นำเนื้อและน้ำมะพร้าวบดผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher น้ำหนัก 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ความเข้มข้น 0.10 N จนถึงจุดยุติโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็น Indicator นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดมาลิกต่อ 100 g ของน้ำหนักสด โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังนี้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.10 N ปริมาตร 1 ml ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดมาลิก 0.067 g
- เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ = $((A \times B \times 0.067) / C) \times 100$

โดยที่ A = ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.10 N

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ml)

C = ปริมาตรของตัวอย่าง (ml)

4) การตรวจสอบค่าสีของผลมะพร้าว

วัดค่าสีของเปลือกมะพร้าว เนื้อมะพร้าว และน้ำมะพร้าว โดยใช้เครื่องวัดค่าสี X-rite รุ่น Exact ด้วยระบบ CIE L*a*b* (พิมลพรรณ ปูชกะวิมล, 2554) จากนั้น วัดความขุ่นของน้ำมะพร้าว โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) โดย ใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร (เฉลิมชัย วงษ์อารี, 2554) และรายงานค่าความขาว (Whiteness, W) และดัชนีสีน้ำตาล (Browning Index, BI) ของเปลือกหุ้มกะลา (Mesocarp)

การเปลี่ยนแปลงสี (ค่า L *, a *, b *) ของผลมะพร้าวจากตัวอย่างมะพร้าวแต่ละสภาวะที่ใช้จากชุดการรักษาทั้งหมดถูกกำหนดโดยการตรวจสอบจุดสองจุดในผลไม้แต่ละผลโดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta CR-400, ญี่ปุ่น) และคำนวณค่าความขาว (Whiteness, W) และดัชนีสีน้ำตาล (Browning Index, BI) ของเปลือกหุ้มกะลา (Mesocarp) โดยใช้สมการต่อไปนี้:

$$W = 0.511\ L^* - 2.324\ a^* - 1.100\ b^* \quad (1)$$

$$BI = [(X - 0.31)/0.172] \times 100 \quad (2)$$

โดยที่

$$X = (a^* + 1.75L^*)/(5.646\ L^* + a^* - 3.012\ b^*) \quad (3)$$

6) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมะพร้าว

ใช้เทคนิค Pour plate ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน Plate เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส) ลงใน Plate ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร เขย่า Plate ให้สารเข้ากัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

7) การตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา

ใช้เทคนิค Spread plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ YM ลงใน Plate รอให้อาหารแข็งตัวก่อนแล้วจึงนำมาใช้ ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^0 มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate แล้วทำการ Spread จนทั่ว จากนั้นทำการเจือจางสิบเท่าโดยใช้น้ำเกลือฟอตเฟตบัพเฟอร์ และ น้ำกลั่นจนได้ระดับความเจือจาง จาก 10^0 จนถึง 10^{-2} จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} และ 10^{-2} มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate ทำการ Spread จนทั่ว แล้วบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

8) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab contact method (APHA, 2001)

เตรียมสำลีพันปลายไม้ (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับใช้ Swab เก็บตัวอย่างจากผิวด้านนอกบริเวณที่เซาะร่องกะลามะพร้าว โดยถูสำลีพันปลายไม้ 5 บริเวณ พื้นที่ละ 25 ตารางเซนติเมตร จากนั้นจุ่มลงในขวด Vial ที่มี 0.1% สารละลายเปปโตน (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับเจือจาง 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าขวดด้วย Vortex mixer จะได้ระดับความเจือจางที่ 10^0 จากนั้นทำให้เจือจางลงอีกที่ ระดับ 10^{-1} ถึง 10^{-2} ตามลำดับ

9) เปรียบเทียบผลการทดลองข้อ 3.6 ถึง 3.8 กับมาตรฐาน

นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดในข้อ 3.6 ถึง 3.8 มาเปรียบเทียบด้วยมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติมะพร้าวน้ำหอม (มกอช. 15-2550) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมะพร้าว (มผช. 340/2554)

3.3.1.4 การประเมินผลทางสถิติ

นำผลการทดลองทั้งหมดมาใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองซึ่งเป็นชนิดและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์โดยใช้ DMRT (Duncan multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ 521 522 621 และ1401

3.2.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ ธันวาคม 2565 – กันยายน 2567

บทที่ 3 (ต่อ)

วิธีดำเนินการ

3.3 โครงการย่อยที่ 2 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปรอากาศ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

3..3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 มะพร้าวพันธุ์น้ำหอม (*Cocos nucifera Linn.*) อายุ 6-8 เดือนนับจากจั่นบาน มีขนาดทางการค้าพิจารณาจากเส้นรอบวง 30 ถึง 35 cm. หรือน้ำหนักผล 450 ถึง 600 กรัม

- ผ่านกระบวนการเจียร (กลึง) ให้เป็นรูปทรงหัวแหลม

รูปที่ 3.2 ผลมะพร้าวน้ำหอมปอกเปลือกแบบเจียรไร้เปลือก รูปทรงกรวย

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 Digital vernier caliper ยี่ห้อ MITUTOYO รุ่น 500-196-30

3.1.2.2 ถุง LDPE ความหนา 70 µm.

3.1.2.3 ถุง Nylon/LLDPE ความหนา 80 µm.

3.1.2.4 เครื่อง Vacuum pack ยี่ห้อ HENKOVAC รุ่น 150

3.1.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง

3.1.2.6 Hand refractometer

3.1.2.7 pH meter

3.1.2.8 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ X-RITE รุ่น EXACT

3.1.2.9 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ยี่ห้อ BARA SCIENTIFIC รุ่น UV-1800

3.1.2.10 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.1.2.11 อาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract – Malt extract agar (YM) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.3.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 เครื่องวัดสี Chroma Meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400

3.2.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.1.3 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.2.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น FiveEasy Plus FP20-Std-Kit

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

3.2.2.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ BINDER™ รุ่น BD-S 5

3.2.3.2 บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE 400 Sterilizer

3.2.3.3 เครื่องตีบดผสมตัวอย่าง ยี่ห้อ Stomacher รุ่น SJIA-04C, SJIA-05C

3.2.3.4 เครื่องผสมสารละลายสำหรับหลอดทดลอง ยี่ห้อ Vortex Mixer รุ่น V-200

3.2.3.5 Micropipette (ไมโครปิเปต) ยี่ห้อ Capp

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือประมวลผล

3.2.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ SPSS

3.3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.3.1 การศึกษาเทคนิคการบรรจุเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

3.3.1.1 การเตรียมตัวอย่างมะพร้าว ทำโดยนำมะพร้าวน้ำหอมอ่อน (*Cocos nucifera L.*) ที่เก็บเกี่ยว 6–9 เดือนหลังจากการออกดอกติดจั่น (Paull and Ketsa, 2015) ถูกนำมาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร มะพร้าวถูกตัดแต่งให้มีส่วนบนเป็นทรงกรวย (ไหล่) ด้านข้างผลเป็นทรงกระบอกเล็กน้อย (ตัว) และฐานเรียบ (ฐาน) (Jarimopas and Ruttanadat, 2007) พื้นที่ของส่วนไหล่ ตัว และฐานของมะพร้าวเจียรปอกเปลือก

(PC) คือ 150, 300 และ 80 ตารางเซนติเมตร จากนั้น ตัวอย่างมะพร้าวจะถูกจุ่มในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 10%/กรดซิตริก 10% เป็นเวลา 10 นาที ตามที่คัดเลือกจากผลการวิจัยในโครงการย่อยที่ 1 จากนั้นมะพร้าวเจียรปอกเปลือกที่ผ่านการแช่ในสารละลายดังกล่าวถูกห่อด้วยฟิล์มพีวีซีหนา 11 ไมโครเมตร และนำส่งไปยังห้องปฏิบัติการภายใน 3 ชั่วโมง

3.3.1.2 สภาวะการเก็บรักษาตัวอย่างมะพร้าว

มะพร้าวเจียรปอกเปลือกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายเกลือ/กรด ถูกนำออกจากฟิล์ม PVC และเก็บไว้ในขวดพลาสติกที่มีปริมาตร 2867 ลูกบาศก์เซนติเมตร (1 ผลต่อขวด) ขวดทั้งหมดถูกปิดผนึกอย่างแน่นหนาและเชื่อมต่อกับระบบควบคุมบรรยากาศ ICA 61 (Tonbridge, Kent, UK) โดยใช้สัดส่วนของความเข้มข้นของก๊าซสามสัดส่วน คือ 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2 สภาวะบรรยากาศควบคุมทั้งสามนี้มีการปรับสมดุลด้วยไนโตรเจน ตัวอย่างมะพร้าวเจียรปอกเปลือกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายเกลือ/กรด ภายใต้สภาพอากาศทั่วไปถูกเก็บไว้ในขวดตามที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้และเชื่อมต่อกับแผงควบคุมการไหลที่มีส่วนผสมของก๊าซ 20.95% O_2 + 0.03% CO_2 (ควบคุม) ความเข้มข้นของก๊าซแต่ละชนิดถูกจ่ายไปยังขวดแยกกันผ่านแผงควบคุมการไหลในอัตราการไหล 100 มิลลิลิตร/นาที ตัวอย่างมะพร้าวเจียรปอกเปลือกทั้งหมดถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 81–83% ซึ่งเหมือนกับสภาพการส่งออก คุณภาพของ ตัวอย่างมะพร้าวเจียรปอกเปลือกถูกทำการสุ่มเลือกตัวอย่างครั้ง 3 ผล จากแต่ละสภาวะทุก 3 วัน เวลา 15 วัน

3.3.1.2 นำมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มที่ได้จากการทดลองที่ 3.3 มาศึกษาต่อ โดยเริ่มจากการนำแอลกอฮอล์ 70 % เช็ดกะลามะพร้าวบริเวณที่เซาะร่อง จากนั้นปิดด้วยสติกเกอร์ที่สะอาดเพื่อทำการปิดผนึกบริเวณที่เซาะร่อง ป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก

3.3.1.3 บรรจุมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มในบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 คือ ชุดควบคุม ชุดที่ 2 คือ มะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มใส่ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE ความหนา 70 µm. ชุดที่ 3 มะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มใสในบรรจุภัณฑ์ชนิดNylon/LLDPE ความหนา 80 µm. จากนั้นทำให้เป็นสภาวะสุญญากาศด้วยเครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ5±1 oC ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 จนกว่าจะตรวจพบจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) (Kamolwan, 2006)

3.3.1.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 5±1 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 7 วันเพื่อนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี คุณภาพทางประสาทสัมผัส และ

จุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา จนกว่าผลิตภัณฑ์จะเสื่อมเสีย โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 3 ซ้ำ (1 ผล / ซ้ำ)

1) การตรวจสอบน้ำหนักของมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่ม

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่มที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกทั้ง 2 ชนิด พร้อมทั้งชุดควบคุมมาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก โดยชั่ง น้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษา และชั่งน้ำหนักหลังการเก็บรักษา นำค่าที่ บันทึกได้ตลอดการทดลองมา คำนวณดังสมการที่ 1 จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gained) กับเวลา

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{[น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม) – น้ำหนักหลังการเก็บรักษา (กรัม)}\} \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}$$

2) การตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid: TSS) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Hand refractometer Model ATAGO ปรับค่าศูนย์ด้วยน้ำกลั่นก่อนใช้ อ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็น เปอร์เซ็นต์ จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (อนรรฆ พรรคเจริญ, 2554) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับเวลา และความ เป็นกรด-ด่างกับเวลา

3) การตรวจสอบปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA)

นำน้ำมะพร้าวปริมาตร 10 ml ไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ มาตรฐานความเข้มข้น 0.10 N จนถึงจุดยุติโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็น Indicator นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดมาลิกต่อ 100 g ของน้ำหนักสด โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังนี้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.10 N ปริมาตร 1 ml ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดมาลิก 0.067 g

- เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ = $((A \times B \times 0.067) / C) \times 100$

โดยที่ A = ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.10 N

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ml)

C = ปริมาตรของตัวอย่าง (ml)

4) การตรวจสอบค่าสีของผลมะพร้าว

วัดค่าสีของเปลือกมะพร้าว เนื้อมะพร้าว และน้ำมะพร้าว โดยใช้เครื่องวัดค่าสี X-rite รุ่น Exact ด้วยระบบ CIE L*a*b* (พิมลพรรณ ปูชกะวิมล, 2554) จากนั้น วัดความขุ่นของน้ำมะพร้าว

โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) โดย ใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร (เฉลิมชัย วงษ์อารี, 2554)

5) การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวน้ำหอมพร้อมดื่ม

ใช้จำนวนผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกจำนวน 10 คน โดยใช้การให้คะแนน 1-9 คะแนน ตามรูปแบบ Hedonic scale เมื่อ (9= ดีเยี่ยม, 9 = ดีมาก,5 = พอใช้, 3 = ต่ำกว่าเกณฑ์ และ 0 = แย่มาก) โดยพิจารณาจากกลิ่นหอม กลิ่นผิดปกติ ความหวาน ความเปรี้ยว การเกิดรา หรือจุดดำ (Black spot) บนผลมะพร้าวน้ำหอม การเกิดสีน้ำตาลบนผลมะพร้าว และการยอมรับโดยรวมเทียบกับระยะเวลาในการเก็บรักษา (อนรรฆ พรรคเจริญ, 2554)

6) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมะพร้าว

ใช้เทคนิค Pour plate ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน Plate เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส) ลงใน Plate ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร เขย่า Plate ให้สารเข้ากัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

7) การตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา

ใช้เทคนิค Spread plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ YM ลงใน Plate รอให้อาหารแข็งตัวก่อนแล้วจึงนำมาใช้ ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^0 มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate แล้วทำการ Spread จนทั่ว จากนั้นทำการเจือจางสิบเท่าโดยใช้น้ำเกลือฟอตเฟตบัพเฟอร์ และ น้ำกลั่นจนได้ระดับความเจือจาง จาก 10^0 จนถึง 10^{-2} จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} และ 10^{-2} มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate ทำการ Spread จนทั่ว แล้วบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

8) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab contact method (APHA, 2001)

เตรียมสำลีพันปลายไม้ (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับใช้ Swab เก็บตัวอย่างจากผิวด้านนอกบริเวณที่เซาะร่องกะลามะพร้าว โดยถูสำลีพันปลายไม้ 5 บริเวณ พื้นที่ละ 25 ตารางเซนติเมตร จากนั้นจุ่มลงในขวด Vial ที่มี 0.1% สารละลายเปปโตน (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับเจือจาง 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าขวดด้วย Vortex mixer จะได้ระดับความเจือจางที่ 10^0 จากนั้นทำให้เจือจางลงอีกที่ ระดับ 10^{-1} ถึง 10^{-2} ตามลำดับ

9) เปรียบเทียบผลการทดลองข้อ 3.6 ถึง 3.8 กับมาตรฐาน

นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดในข้อ 3.6 ถึง 3.8 มาเปรียบเทียบด้วยมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติมะพร้าวน้ำหอม (มกอช. 15-2550) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำมะพร้าว (มผช. 340/2554)

3.3.1.4 การประเมินผลทางสถิติ

นำผลการทดลองทั้งหมดมาใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองซึ่งเป็นชนิดและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์โดยใช้ DMRT (Duncan multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้แก่ ห้องปฏิบัติการ 521 522 621 และ1401

3.3.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ ธันวาคม 2565 – กันยายน 2567

บทที่ 3 (ต่อ)

วิธีดำเนินการ

3.4 โครงการย่อยที่ 3 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

3.4.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 มะพร้าวพันธุ์น้ำหอม (*Cocos nucifera Linn.*) อายุ 6-8 เดือนนับจากจั่นบาน มีขนาดทางการค้าพิจารณาจากเส้นรอบวง 30 ถึง 35 cm. หรือน้ำหนักผล 1000 ถึง 1200 กรัม ในพื้นที่ อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

- ผ่านกระบวนการปอกเปลือกส่วนสีเขียวด้วยเครื่องปอกเปลือกโดยตัดให้ส่วนหัวเป็นรูปกรวยและด้านข้างเป็นทรงกระบอกโดยมีฐานที่ถูกตัดให้เรียบสามารถตั้งได้ ดังรูป

รูปที่ 3.3 ผลมะพร้าวไร้กะลา

3.4.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 Digital vernier caliper ยี่ห้อ MITUTOYO รุ่น 500-196-30

3.1.2.2 ถุง LDPE ความหนา 70 µm.

3.1.2.3 ถุง Nylon/LLDPE ความหนา 80 µm.

3.1.2.4 เครื่อง Vacuum pack ยี่ห้อ HENKOVAC รุ่น 150

3.1.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก 3 ตำแหน่ง

3.1.2.6 Hand refractometer

3.1.2.7 pH meter

3.1.2.8 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ X-RITE รุ่น EXACT

3.1.2.9 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ยี่ห้อ BARA SCIENTIFIC รุ่น UV-1800

3.1.2.10 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.1.2.11 อาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract – Malt extract agar (YM) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.4.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพ

3.4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.4.2.1.1 เครื่องวัดสี Chroma Meter ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400

3.4.2.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.4.2.1.3 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.4.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.4.2.2.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น FiveEasy Plus FP20-Std-Kit

3.4.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

3.4.2.2.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ BINDER™ รุ่น BD-S 5

3.4.2.3.2 บ่มเพาะเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE 400 Sterilizer

3.4.2.3.3 เครื่องตีบดผสมตัวอย่าง ยี่ห้อ Stomacher รุ่น SJIA-04C, SJIA-05C

3.4.2.3.4 เครื่องผสมสารละลายสำหรับหลอดทดลอง ยี่ห้อ Vortex Mixer รุ่น V-200

3.4.2.3.5 Micropipette (ไมโครปิเปต) ยี่ห้อ Capp

3.4.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.2.3.1 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.2.5 อุปกรณ์และเครื่องมือประมวลผล

3.4.2.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

3.4.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4.3.1 การศึกษาเทคนิคการบรรจุเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

2.1. การเตรียมตัวอย่างและกำหนดสภาพการทดลองและการสุ่มตัวอย่าง

มะพร้าวไร้กะลา จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ถูกเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% มีการใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ประเภท:

(1) ไม่ห่อ

(2) มะพร้าวเผาห่อด้วยฟิล์มพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีความหนา 11 มม. WVTR 210 กรัม/(ตร.ม. ต่อวัน) และ OGTR 8133 ซีซี/(ตร.ม. ต่อวัน ต่อบาร์)

(3) มะพร้าวเผาบรรจุสุญญากาศในถุงพลาสติกที่ทำจากไนลอน (ความหนา 15 มม.) และโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (120 มม.) ที่มี WVTR 5.1 กรัม/(ตร.ม. ต่อวัน) และ OGTR 73 ซีซี/(ตร.ม. ต่อวัน ต่อบาร์)

การประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวจากการบรรจุทั้งสามแบบระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน ตัวอย่างที่ไม่ห่อและห่อด้วยฟิล์ม PVC ถูกสุ่มตัวอย่าง ทุก 3 วัน ของการเก็บรักษา เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาสำหรับตัวอย่างทั้งหมด ก่อนการสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ตัวอย่างทั้งหมดจะถูกสังเกตด้วยตาเปล่าเพื่อหาการเติบโตของเชื้อราหรือการเน่าเสียทางจุลินทรีย์ มะพร้าวไร้กะลาจะถูกตัดสินว่า "เน่าเสีย" เมื่อพบเชื้อราบนเนื้อมะพร้าว และถูกตัดออกจากการประเมินคุณภาพ ตัวอย่างจากการบรรจุแบบนั้นจะไม่ได้รับการประเมินคุณภาพที่กำหนดอายุการเก็บรักษาของตัวอย่าง นอกจากนี้เมื่อพบว่าน้ำมะพร้าวภายในมะพร้าวไร้กะลามีลักษณะขุ่นขาว มีความหนืดเหนียว และมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ก็ถือว่า "เน่าเสีย" และถูกตัดออกจากการประเมินคุณภาพเช่นกัน

2.3. การตรวจวัดทางกายภาพ

การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวไร้กะลาทั้งลูกถูกตรวจสอบโดยการคำนวณความแตกต่างของน้ำหนักเป็นเปอร์เซ็นต์

การวัดสีของน้ำมะพร้าวถูกกำหนดโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (CM 3500d, Minolta Camera Co., Ltd., Tokyo, Japan) และแสดงเป็นค่าความสว่าง (L*), โครมา (C*) และมุมสี (Hue angle) ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ถูกวัด 3 ครั้งโดยใช้มะพร้าว 5 ลูกต่อการทดลอง

ความแข็งของเนื้อมะพร้าวจากตัวอย่างมะพร้าวไร้กะลา (แต่ละชิ้นมีขนาด 25 × 25 × 5 ลูกบาศก์มิลลิเมตร) ถูกวัดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Lloyd (TA 500, Intro Enterprise Co., Ltd., England) ที่ติดตั้งโหลดเซลล์ 5 กิโลกรัมพร้อมหัววัดทรงกระบอก (cylinder probe) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร P/50 การใช้งานที่ความเร็ว 10 มิลลิเมตร/นาที โดยหัวโพรบกดลงบน

ตัวอย่างเนื้อมะพร้าว 1 ครั้ง ในระยะทาง 15 มิลลิเมตร ความแข็งถูกวัดใน 15 ชิ้นจากมะพร้าว 3 ลูก ต่อการทดลอง

2.4. การตรวจวัดทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวระหว่างการเก็บรักษาถูกประเมินดังนี้

1) ความเป็นกรดไทเทรตถูกวัดตามวิธีของ AOAC (2000)

นำน้ำมะพร้าวปริมาตร 10 ml ไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน ความเข้มข้น 0.10 N จนถึงจุดยุติโดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็น Indicator นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดมาลิกต่อ 100 g ของน้ำหนักสด โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานดังนี้

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.10 N ปริมาตร 1 ml ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับกรดมาลิก 0.067 g

- เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ = ((A × B × 0.067) / C) × 100

โดยที่ A = ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.10 N

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ml)

C = ปริมาตรของตัวอย่าง (ml)

2) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดถูกวัดด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์ (PR-101, Atago Ltd., Japan)

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Hand refractometer Model ATAGO ปรับค่าศูนย์ด้วยน้ำกลั่นก่อนใช้ อ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เป็น เปอร์เซ็นต์

3) ค่า pH ถูกวัดด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (3320, Jenway Ltd., England)

จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter (อนรรฆ พรรคเจริญ, 2554) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งที่ละลายน้ำได้กับเวลา และความ เป็นกรด-ด่างกับเวลา

4) ความใสของน้ำมะพร้าวถูกวัดโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-160A, Shimadzu Ltd., Japan) ที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร (เทียบกับน้ำกลั่น) ตามที่อธิบายโดย Campos Souza et al. (1996)

5) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลรวมในน้ำมะพร้าวถูกวิเคราะห์ตามวิธี Lane–Eynon การวัดทั้งหมดทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยใช้มะพร้าว 3 ลูกต่อการทดลอง

2.5. การตรวจวัดทางจุลชีววิทยา

การตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และเชื้อรา ด้วยตามวิธี BAM (1995) แบคทีเรียกรดแลคติกถูกวัดตามวิธี APHA (2001) การตรวจสอบทั้งหมดถูกทำซ้ำ 2 ครั้งโดยใช้มะพร้าว 2 ลูกต่อการทดลอง

1) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมะพร้าว

ใช้เทคนิค Pour plate ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน Plate เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส) ลงใน Plate ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร เขย่า Plate ให้สารเข้ากัน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2) การตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา

ใช้เทคนิค Spread plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ YM ลงใน Plate รอให้อาหารแข็งตัวก่อนแล้วจึงนำมาใช้ ปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 100 มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate แล้วทำการ Spread จนทั่ว จากนั้นทำการเจือจางสิบเท่าโดยใช้น้ำเกลือฟอตเฟตบัพเฟอร์ และ น้ำกลั่นจนได้ระดับความเจือจาง จาก 100 จนถึง 10-2 จากนั้นปิเปตตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10-1 และ 10-2 มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Plate ทำการ Spread จนทั่ว แล้วบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง

3) การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab contact method (APHA, 2001)

เตรียมสำลีพันปลายไม้ (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับใช้ Swab เก็บตัวอย่างจากผิวด้านนอก บริเวณที่เซาะร่องกะลามะพร้าว โดยถูสำลีพันปลายไม้ 5 บริเวณ พื้นที่ละ 25 ตารางเซนติเมตร จากนั้นจุ่มลงในขวด Vial ที่มี 0.1% สารละลายเปปโตน (ฆ่าเชื้อแล้ว) สำหรับเจือจาง 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าขวดด้วย Vortex mixer จะได้ระดับความเจือจางที่ 100 จากนั้นทำให้เจือจางลงอีกที่ ระดับ 10-1 ถึง 10-2 ตามลำดับ

2.6. การประเมินทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์เชิงพรรณนาถูกดำเนินการเพื่อประเมินระดับของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวไร้กะลา มีผู้ทำการทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เข้าร่วมในการศึกษานี้ ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรจาก คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้ทดสอบทำการประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์บนมาตรวัดเส้น 15 ซม. โดยมีเกณฑ์ ‘‘ระดับต่ำ (weak)’’ อยู่ทางซ้ายและ ‘‘ระดับสูง (strong)’’ อยู่ทางขวา ตามที่อธิบายโดย Meilgaard et al. (1999) รวมถึงการให้คะแนนคุณภาพโดยรวมตามที่ Lawless and Heymann (1998) อธิบายไว้ เกณฑ์ของการให้คะแนนคุณภาพโดยรวมขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบกับคุณภาพของมะพร้าวไร้กะลาหลังการผลิต 3 ชั่วโมง ซึ่งใช้เป็นค่ามาตรฐาน ตัวอย่างที่ได้รับคะแนน 10 หมายถึงคุณภาพที่เหมือนกับมาตรฐาน คะแนน 9 หมายถึงใกล้เคียงกับมาตรฐาน คะแนน 8 ถึง 6 หมายถึง

ยอมรับได้ คะแนน 5–3 หมายถึงไม่เหมาะสำหรับการจำหน่ายแต่ยังคงนำมาบริโภคได้ และคะแนน 2–1 หมายถึงเน่าเสียและต้องกำจัดทิ้งทันที

2.7 การประเมินผลทางสถิติ

นำผลการทดลองทั้งหมดมาใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองซึ่งเป็นชนิดและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์โดยใช้ DMRT (Duncan multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.4 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครห้องปฏิบัติการ 521 522 621 และ1401

3.5.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ สิงหาคม 2562 – กุมภาพันธ์ 2563

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การสัมภาษณ์ผู้ประกอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

การสัมภาษณ์ได้แนวคำถามเกี่ยวการประกอบกิจการของวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ประวัติการตั้งกลุ่ม การเพาะปลูก ผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมที่เป็นผลิตภัณฑ์ของทางกลุ่มฯ การจัดจำน่าย รวมถึงความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม โดยได้ทำการลงพื้นที่และสัมภาษณ์คุณศุภกร จุลสวัสดิ์ ประธานวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ซึ่งทำให้ทราบถึงที่มาของการตั้งวิสาหกิจชุมชน เพื่อรับซื้อมะพร้าวจากเกษตรกรสมาชิกที่ปลูกกว่า 500 ไร่ พร้อมกับแปรรูป มีผลิตภัณฑ์แปรรูปหลายชนิด ทำให้ต้องใช้มะพร้าวจากสมาชิกวันละ 4,000-5,000 ลูก

สำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่ม อันดับแรก “มะพร้าวคว้านปอกเปลือก” สามารถเปิดออกมาแล้วรับประทานได้ทันที ทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าวถือเป็นผลิตภัณฑ์ตัวเอกที่ได้รับรางวัลโอทอป 5 ดาว และพระเอกที่น่าจะมาแรง “มะพร้าวอัดเม็ด” ลักษณะคล้ายนมอัดเม็ด ที่ในตลาดยังไม่มีใครทำ หวานธรรมชาติ ใช้น้ำและเนื้อมาสเปรย์ดรายให้เป็นผง แล้วนำมาอัดเม็ด

เพื่อทำการลงพื้นที่พูดคุยกับคุณศุภกร จุลสวัสดิ์ ประธานวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร ถึงแม้มะพร้าวน้ำหอมของประเทศไทย จะเป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศมาอย่างต่อเนื่อง ยาวนาน โดยเฉพาะมะพร้าวของจังหวัดสมุทรสาครที่ผู้บริโภคต่างรับรู้ถึงคุณรูปที่ดีเป็นเอกลักษณ์ แต่ในมุมของเกษตรกรก็ไม่วายประสบปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ อยู่เนืองๆ ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ ที่ดำเนิดการปลูกมะพร้าวน้ำหอมเป็นวิถีชีวิตมานานปี รวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชน รวมกันซื้อ ขาย พร้อมแปรรูปจำหน่าย สร้างรายได้ที่ดีให้เกษตรกร ทำให้ทราบว่าเดิมทีคุณศุภกรและเกษตรกรในพื้นที่ ปลูกมะพร้าวน้ำหอมต้นเตี้ย ที่ได้จีไอสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์กันอยู่แล้ว ไม่ต่ำกว่า 30-40 ปี ขายแต่มะพร้าวผลสดให้กับล้ง แต่ประสบปัญหาราคาตกต่ำอย่างมากเมื่อปี 2559 โดยขายได้แค่ลูกละ 2.50 บาท เกษตรกร15 คน จึงรวมตัวกันตั้งวิสาหกิจชุมชนขึ้นมาในปีเดียวกัน เพื่อแก้ปัญหา โดยเน้นคุณภาพ ใช้สารอินทรีย์เป็นหลัก ทดแทนสารเคมี เพื่อเน้นเรื่องคุณภาพ สร้างความน่าเชื่อถือ เพิ่มอำนาจต่อรอง ขณะเดียวกันก็ทำผลิตภัณฑ์แปรรูปใหม่ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวให้แก่สมาชิก จนปัจจุบันราคาตลาดเท่าไร เราก็จะรับซื้อโดยเพิ่มเงินให้สมาชิกอีกลูกละ 2 บาท

“เพื่อแก้ปัญหาราคามะพร้าวน้ำหอมตกต่ำ รับซื้อมะพร้าวจากเกษตรกรสมาชิกที่ปลูกกว่า 500 ไร่ พร้อมกับแปรรูปเพิ่มมูลค่า หลังจากรวมตัวเป็นวิสาหกิจชุมชน รับซื้อผลสดจากสมาชิก ไม่นานก็เริ่มคิดถึงการแปรรูปเพิ่มมูลค่า จนปัจจุบัน มีผลิตภัณฑ์แปรรูปหลายชนิด ถูกส่งขึ้นห้างสรรพสินค้าชั้นนำ ทำให้ต้องใช้ผลิตมะพร้าวจากสมาชิกวันละ 4,000-5,000 ลูก”

รูปที่ 4.1 สถานที่ผลิตผลิตภัณฑ์มะพร้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านคลองตาปลั่ง ต.บ้านแพ้ว อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

คุณศุภกรบอกว่า สำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่ม อันดับแรก “มะพร้าวคว้านปอกเปลือก” สามารถเปิดออกมาแล้วรับประทานได้ทันที ทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าว ถือเป็นผลิตภัณฑ์ตัวเอก ที่ได้รับรางวัลโอทอป 5 ดาว ต่อมา “วุ้นกะลา” วุ้นที่บรรจุในกะลามะพร้าว “พุดดิ้งมะพร้าวอ่อน” ที่รสชาติ

ไม่เป็นรองพุดดิ้งจากผลไม้ชนิดอื่น “มะพร้าวแก้ว” ที่หวานธรรมชาติ รสหวานน้อยที่ไม่ได้เติมแต่งอะไร “มะพร้าวเส้น” ที่พร้อมจะนำไปทำขนม เช่น ขนมบ้าบิ่น ได้ทันที

ส่วนผลิตภัณฑ์มะพร้าวอัดเม็ด ทางกลุ่มได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีร่วมกับทีมวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการใช้ระบบการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) ในการแปรรูปน้ำมะพร้าวให้เป็นผงแล้วขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเม็ด ถือเป็นผู้ผลิตเจ้าแรกของประเทศ สำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปมีลักษณะคล้ายนมอัดเม็ด ที่ในตลาดยังไม่มีใครทำ ไม่ใช่น้ำตาลในสูตรการผลิต หวานรสธรรมชาติ ทานแล้วดีต่อสุขภาพ ใช้น้ำและเนื้อ ที่เหนียวนุ่มหอมหวาน มาสเปรย์ดรายให้เป็นผง แล้วนำมาอัดเม็ด แต่ก็น่าเสียดายที่วิสาหกิจชุมชนฯ ยังไม่มีความพร้อมในเครื่องสเปรย์ดราย และเครื่องอัดเม็ด ที่มีราคาค่อนข้างสูง ทำให้ต้องจ้างโรงงานขนมทำผลิตมะพร้าวอัดเม็ดไปก่อน

โดยคุณศุภกรได้กล่าวขอบคุณหลายหน่วยงานจากภาครัฐที่เข้ามาช่วยเหลือในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นเกษตรและสหกรณ์จังหวัด ได้เข้ามาช่วยเหลือในเรื่องของการรวมกลุ่ม การบริหารจัดการต่างๆ จนกลายมาเป็นแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม หน่วยงานของกระทรวงพาณิชย์ เข้ามาช่วยด้านการตลาด รวมถึงหน่วยงานของกระทรวงอุตสาหกรรม ที่เข้ามาช่วยในเรื่องของการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชน มีจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าชั้นนำหลายแห่ง ทั้งท็อป ซุปเปอร์มาเก็ต เซ็นทรัล เดอะมอลย์ อิมโพเรียม สยามพารากอน ฯลฯ สนใจเยี่ยมชมการจัดการผลผลิตมะพร้าวมะพร้าวน้ำหอมเพื่อเพิ่มมูลค่า ได้ที่ เพจ : COCO เชยบ้านแพ้ว หรือโทร 098-994-5646. หรือ ที่บ้านของ นายศุภกร จุลสวัสดิ์ หมู่ 5 ต.บ้านแพ้ว

คุณศุภกร จุลสวัสดิ์ ประธานวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง และเจ้าของสวน ‘เชย’ ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าทางกลุ่มมีสมาชิก 18 คน รวมประมาณ 150 ไร่ ในส่วนน้ำมะพร้าวอัดเม็ดนั้นทำปี 2565 โดยใช้เครื่องอัดเม็ดของทางศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 8 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (กสอ.) ขายราคาแพ็กละ 25 บาท มี 12 เม็ด ลูกค้า ส่วนใหญ่เป็นเด็กและคนรักสุขภาพ เนื่องจากเป็นน้ำมะพร้าว 100% ไม่ได้ใส่น้ำตาลเลย ถือเป็นเจ้าแรกที่ทำน้ำมะพร้าวอัดเม็ดแบบนี้ ทำให้ผู้บริโภครับประทานสะดวก เมื่อปี 2554 คุณศุภกรคว้ารางวัลทรัพย์สินทางปัญญาดีเด่น (IP Champion 2021) สาขาสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์คนแรก โดยเป็นผู้รวบรวมเพื่อนชาวสวนมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว ทำเป็นแปลงใหญ่ และมุ่งพัฒนาผลผลิตให้ได้มาตรฐานเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าที่มีคุณภาพของพื้นถิ่น จากที่เคยตัดผลเขียวขายอย่างเดียว ได้ต่อยอดนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปอย่างหลากหลาย จนสินค้าได้รับการตอบรับจากลูกค้า มีวางจำหน่ายที่ท็อปส์ ซูเปอร์มาร์เก็ต และแม็คโคร

คุณศุภกรย้ำถึงเอกลักษณ์โดดเด่นของมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วว่า น้ำหอมหวาน เนื้อนุ่ม และมีกลิ่นคล้ายใบเตย เนื่องจากปลูกในดิน สามน้ำ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ซึ่งเหมาะกับการปลูก

มะพร้าวน้ำหอมมาก สวนของตนชื่อ สวนเชย เป็นรุ่นที่ 2 แล้ว ปลูกพันธุ์น้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ย ปีหนึ่งโตประมาณฝ่ามือหนึ่ง อายุสูงสุดต้น แม่พันธุ์อยู่ที่ 40 ปี สูงอยู่ประมาณ 30 เมตร ในส่วน ต้นที่อายุสูงขึ้นใช้ไม้สอยไม่ได้จะปลูกแซมไปเลย สำหรับการปลูก เว้นระยะต่อต้น 6 เมตร ใช้ระบบยกร่อง

รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทสาคร ที่วางจำน่ายภายใต้ตรา “COCO เชย”

เทคนิคการปลูก เริ่มจากการเตรียมดิน ต้องขุดหลุมกว้างเมตรคูณเมตรสี่เหลี่ยมหนึ่งเมตรโดยตากดินไว้ก่อน จากนั้นนำต้นพันธุ์มาปลูก ไม่ต้องให้ดินกลบมิด และไม่ต้องอัดแน่น ที่สำคัญต้องรดน้ำตามทุกวัน ใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักใส่ตอนรองหลุม มะพร้าวของกลุ่มไม่ใช้ สารเคมี เป็นมะพร้าวอินทรีย์ทั้งหมด ในการปลูกมะพร้าวน้ำหอม ปัญหาที่เจอคือมีหนอนดำช่วงหน้าแล้งมาเกาะกินใบก่อนทำให้ใบเหี่ยวเฉา ต้องรีบป้องกัน ไม่ได้ใช้เคมี เพียงใช้น้ำฉีดเท่านั้นเอง ทำให้ไข่ฝ่อโดยธรรมชาติ เป็น

วิธีป้องกันเบื้องต้น สิ่งสำคัญคือ ต้องรดน้ำทุก 3-5 วันจะช่วยป้องกันได้ ในส่วนของน้ำที่นำมารดบางสวนก็มีจากแหล่งของตัวเอง บางส่วนใช้จากแหล่งชลประทาน โดยดูดเข้ามาเข้าที่บ่อเก็บของสวน

ทั้งนี้ ในส่วนสมาชิกวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง ทุกสวนได้รับเครื่องหมาย GAP และนอกจากทางกลุ่มจะแปรรูปมะพร้าวแล้ว ยังขายต้นพันธุ์ด้วยต้นละ 80-100 บาท คุณศุภกรบอกว่า ถ้าจะนำมะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้วไปปลูกที่อื่น รสชาติและเนื้อสัมผัสอาจจะไม่เหมือนปลูกที่บ้านแพ้ว 100% เพราะพื้นดินต่างกัน ต้องดูสภาพดินให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด อย่างตนนำไปปลูกที่ราชบุรีก็ไม่เหมือนปลูกที่บ้านแพ้ว ขาดความหอม เนื่องจากแร่ธาตุในดินต่างกัน เวลาซื้อมะพร้าวอ่อนถ้าน้ำหนักลูกเยอะหน่อยจะอ่อน แต่ถ้าน้ำหนักเบาเป็นเนื้อสองชั้นเต็มน้ำจะหวานกว่ามะพร้าวอ่อน

ส่วนการปลูกมะพร้าวรายได้ดีหรือไม่ คุณศุภกรตอบว่าค่อยข้างดี แต่ภาครัฐต้องช่วยเรื่องราคาผลผลิต เพื่อให้อยู่ได้ เพราะน้ำมะพร้าวเป็นน้ำธรรมชาติที่ดีที่สุด ไม่ใช่น้ำปรุงแต่งและพยายามไม่ใช้เคมี ใช้อินทรีย์มาช่วย เพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น ลูกค้าดื่มไปแล้วก็ต้องดีกับสุขภาพ

รูปที่ 4.3 การขนส่งมะพร้าวน้ำพร้าวจากสวนเพื่อนำส่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทสาคร

ผลิตมะพร้าวที่ได้ข้อมูลจากทางกลุ่ม ทำให้ทราบว่าการปลูกมะพร้าวน้ำหอมใน อ. บ้านแพ้ว

- เฉลี่ย 1 ไร่ จะปลูกมะพร้าวได้ 40 ต้น ซึ่ง 1 ต้น จะให้ผลผลิตประมาณ 15 ลูก
- ดังนั้น 1 ปีหนึ่งตัดได้ 16 ครั้ง

ในช่วงที่ผ่านมา ซึ่งทางสวนจะมีผลผลิตออกสู่ตลาดราว 200 – 300 ลูกต่อไร่ต่อเดือน นอกจากนี้ราคา “ ต้นกล้ามะพร้าวน้ำหอม ” ยังมีราคาสูงขึ้นไปอยู่ที่ 120 บาทต่อต้น ราคาสูงขึ้นจากปีก่อนมากที่มีราคาอยู่ที่ประมาณ 45–50 บาทต่อต้นเท่านั้น ช่วงแรกๆ ทางกลุ่มมีปัญหาด้านการตลาด ต่อมาหน่วยงานต่างๆ เข้ามาช่วย อย่างเช่น ส่งเสริมให้เข้ามาขายกับทางแม็คโคร ซึ่งเป็นอีกหนึ่งช่องทางที่ช่วยเหลือเกษตรกร ทำให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น จากที่ทางกลุ่มทำได้หลักหมื่นต่อปี ตอนนี้ทางกลุ่มขยับหลักแสนแล้ว อนาคตอยากจะแตะหลักล้าน ปีนี้ ตั้งเป้าว่าจะให้ได้หลักล้านทั้งกลุ่มเลย

ราคาของมะพร้าวน้ำหอมผลสด ช่วงเดือนมีนาคม – มิถุนายน เป็นช่วงที่ราคาสูงสุด ปีนี้มะพร้าวอ่อนราคาสูงสุดออกจากหน้าสวน ลูกละที่ 26 บาท ส่วนช่วงเดือนเมษายน จะอยู่ที่ 25-26 บาท และช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม มะพร้าวจะมีราคาต่ำสุด เคยต่ำสุดลูกละ 6-8 บาท เพราะปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ตอนนี้มะพร้าวน้ำหอมมีปลูกและจำหน่ายมากในเขตพื้นที่ จ. สมุทรสาคร จ. ราชบุรี และ จ. นครปฐม ซึ่งถึงเป็นคู่แข่งทางเศรษฐกิจของมะพร้าวน้ำหอมจาก อ. แพ้ว ซึ่งคุณศุภกรยอมรับว่าปริมาณผลผลิตมะพร้าวของบ้านแพ้วยังสู้ปริมาณผลผลิตในพื้นที่จังหวัดราชบุรีไม่ได้เนื่องจากในพื้นที่ราชบุรีมีพื้นที่การเพาะปลูกที่มากกว่า

ในเรื่องความหวานนั้น ประธานวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านกลางคลองตาปลั่งแจงว่ามีเทคนิค เริ่มจากดูค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน และดูว่าสวนนี้ขาดอะไร รวมทั้งมาปรับสูตรปุ๋ย เน้นใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ ตอนนี้ค่าความหวานมะพร้าวดีมาก คุณศุภกรยังให้คำแนะนำสำหรับผู้สนใจปลูกมะพร้าวน้ำหอมว่า ต้องดูพื้นที่ด้วยว่าเหมาะสมกับการปลูกมะพร้าวไหม หลักๆ คือพื้นที่ต้องมีน้ำตลอดทั้งปี แต่ต้องยกร่องด้วย ความสูงระดับมาตรฐานหน้าร่อง 3 วา ประมาณ 6 เมตร ความลึก 4-5 เมตร พันธุ์มะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ต้นเตี้ยจะดีที่สุด สนใจสามารถติดต่อได้ที่เพจ Coco เชยบ้านแพ้ว โทร. 09-8994-5646

ทางสวนได้เพาะกล้ามะพร้าวขึ้นเองเพื่อนำไปขยายการปลูกภายในพื้นที่ โดยลูกมะพร้าวที่จะนำมาผลิตเป็นต้นกล้านั้นจะต้องเป็นต้นที่ปล่อยสูง เมื่อเพาะแล้วต้องได้เป็นกล้าที่โตช้า เนื่องจากต้นที่โตเร็วจะเป็นต้นกลายหรือจะโตเร็วแต่ให้ลูกน้อย น้ำน้อย เนื้อหนา ทำให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ

รูปที่ 4.4 การเพาะต้นพันธุ์ มะพร้าวน้ำหอม เพื่อปลูกใหม่ภายในพื้นที่โดยไม่ต้องซื้อจากภายนอก

การดูแลรักษาต้นมะพร้าวน้ำหอม

โดยเฉพาะขั้นตอนการดูแลรักษาต้นมะพร้าวน้ำหอมนั้น ไม่ยากเพราะปัจจัยสำคัญของการบำรุง ต้นมะพร้าว คือ น้ำ โดยธรรมชาติของ ต้นมะพร้าว จะสามารถหยั่งรากลงไปได้ไกลสามารถหาแหล่งน้ำได้ลึกและไกลจากต้น ประกอบกับสวนมะพร้าวที่นี่เป็นระบบร่องเดี่ยว จึงเป็นจุดแข็งที่ทำให้ต้นมะพร้าวได้น้ำที่ดี มีน้ำกักเก็บไว้ให้ต้นมะพร้าวเพื่อการเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงหน้าฝนจะให้ผลผลิตที่ดี ส่วนในช่วงหน้าแล้งมะพร้าวก็สามารถหยั่งรากหาน้ำเองได้ ผลผลิตจึงมีคุณภาพดี เก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี ด้านการบำรุงต้นมะพร้าวจะดูแลด้วยธาตุอาหารหรือใช้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 หรือสูตร 15-15-15 โดย เริ่มใส่ตั้งแต่ต้นมะพร้าวมีอายุครบ 3 ปีในอัตราส่วนประมาณ 50 กรัม / ต้น / ครั้ง ใส่ทุกๆ 2 – 3 เดือน ซึ่งการดูแลมะพร้าวแบบนี้จะแตกต่างจากการทำมะพร้าวน้ำตาลที่จะใส่ปุ๋ยสูตร 21-0-0 ในช่วงสร้างน้ำตาลก่อนเก็บผลผลิต หลังจากคุณศุภกรทำการเพาะต้นกล้ามะพร้าวน้ำหอม แล้วจะรอให้ต้นกล้าเริ่มแทงหน่อ งอกขึ้นมาจนกระทั่งมีความสูงประมาณ 1 เมตรหรือมีอายุประมาณ 4 เดือนก็จะสามารถนำไปปลูกได้ ซึ่งหลังจากปลูกลงดินแล้วจะใช้เวลาอีกประมาณ 3 ปีกว่าหรือไม่เกิน 4 ปีจึงก็จะเริ่มตกทะลายให้ผลผลิตได้เป็นครั้งแรกและจะเริ่มเก็บผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องเพื่อส่งขายได้ทั้งภายในและนอกพื้นที่

การป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช

ส่วนปัญหาที่สร้างความหนักอกหนักใจให้กับเกษตรกรชาวสวนมะพร้าวนั่นก็คือ “ แมลงศัตรูพืช ” ได้แก่ หนอนชอนใบ ด้วง ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัด

แมลงอย่าง “ ซีเอ็มจี ” และ “ โมเดิน 50 ” ของ บริษัท ลัดดา จำกัด ที่จะช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืชต่าง ๆ หลังจากที่ได้รับสารเคมีจนหมดปัญหาไป

โดยการใช้สารเคมีจะใช้ก็ต่อเมื่อสังเกตเห็นใบมะพร้าวเป็นรอยถูกหนอนแทะ ซึ่งการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันไว้ล่วงหน้าจะสามารถดูได้กว่า คือ หนอนชอนใบมักจะหนีจากสวนที่ฉีดพ่นยาฆ่าแมลงไปยังสวนข้างเคียง ดังนั้นเมื่อเห็นว่าสวนเพื่อนบ้านเริ่มฉีดสารเคมี คุณเกมส์ก็จะเริ่มฉีดพ่นสารเคมีด้วยเช่นกัน แต่ที่สร้างปัญหาให้เกษตรกรหนักกว่าหนอนชอนใบคือ “ ด้วง ” โดยด้วงนั้นจะเข้ากินยอดต้นมะพร้าว ซึ่งเปรียบเสมือนหัวใจของต้นมะพร้าว ส่งผลให้ต้นมะพร้าวตายลงในทันที จึงนับว่าด้วงเป็นศัตรูที่ร้ายกาจที่สุดของสวนมะพร้าวก็ว่าได้ ซึ่งการกำจัดแมลงคุณเกมส์จะใช้ “ อะบาเมกติน ” “ โอเมโทเอด ” และ “ แลนเนต ” ผสมกันและฉีดพ่นเพื่อใช้กำจัดแมลงต่างๆ

ซึ่งคุณศุภกรมั่นใจในคุณภาพของสารเคมีหนึ่งในนั้นคือสินค้าคุณภาพจาก บริษัท ลัดดา จำกัด ที่ได้ซื้อมาจากร้านค้าปัจจัยการผลิตใกล้บ้านอย่าง “ ร้านนำสินเคมีการเกษตร ” ที่คอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชไม่ให้เข้าทำลายต้นมะพร้าวจนเกิดความเสียได้

ด้วยการใช้ในอัตราส่วนประมาณอย่างละ 20–30 ซีซี และน้ำ 200–300 ลิตร ผสมสารเคมีทั้งหมดให้เข้ากันก่อนจะฉีดพ่นที่ต้นมะพร้าวด้วยเรือ ผลที่ได้จะเห็นว่าสารเคมีจะทำให้ด้วงหรือศัตรูมะพร้าวจะตายในทันที ซึ่งเป็นจุดเด่นของสาร “อะบาเมกติน” “โอเมโทเอด” และ “แลนเนต”

ราคาและผลผลิต มะพร้าวน้ำหอม

เมื่อมะพร้าวเจริญเติบโตขึ้น และเริ่มสามารถเก็บผลผลิตได้ ก็จะเริ่มต้นการเก็บผลผลิตได้ตลอด หรือทุก ๆ 20 วัน สามารถเก็บเกี่ยวได้ 1–2 ทะลาย/ต้น/ครั้ง

รูปที่ 4.5 ลักษณะการเก็บวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลมะพร้าว

โดยสวนมะพร้าวน้ำหอมคุณศุภกร จะมีพ่อค้าวิ่งเข้ามารับซื้อผลผลิตถึงในสวน ซึ่งพ่อค้าจะมีทีมงานเข้ามาตัดเก็บ มะพร้าว เองทั้งหมดและมักจะเลือก ลูกมะพร้าว ที่มีอายุประมาณ 25 วัน เนื่องจาก

เวลาที่เพิ่มขึ้นเพียง 5 วัน สามารถเพิ่มคุณภาพของลูกมะพร้าวได้อีก ทั้งปีนี้ มะพร้าวน้ำหอม ที่ขายให้กับพ่อค้า ที่มารับซื้อถึงหน้าสวนนั้น มีราคาสูงถึง 28 บาทต่อลูก ซึ่งมากกว่าปีก่อน ที่มีราคาสูงสุดไม่เกิน 22 บาท ส่วนราคาต่ำสุดในปีนี้ ก็ยังไม่ต่ำไปกว่า 14 บาท ต่อลูก โดยราคาผลผลิต จะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตที่มี และความต้องการของตลาด แต่ถ้าผลผลิตขาดแคลน ตลาดก็ต้องการมากขึ้น และขายได้ในราคาที่แพงขึ้น ซึ่งทุกอย่างก็ย่อมเป็นไปตามกลไกตลาด ที่เกิดขึ้นในแต่ละปี แต่ละช่วงของปีด้วยเช่นเดียวกัน

ดังนั้นคุณศุภกร จึงให้ข้อดีของ การปลูกมะพร้าวน้ำหอม สูตรบ้านแพ้ว ปลูกง่าย ขายได้ราคาดี กับทีมงานนิตยสารเมืองไม้ผลและพืชสุขภาพ ว่าการทำเกษตรกรรมต่อจากครอบครัวนั้น ทำให้ชีวิตดีขึ้น สามารถกอบโกยรายได้ ที่มากขึ้น ขณะที่รายได้ของการปลูกมะพร้าวน้ำหอม ขายในวันนี้ อยู่ที่ 700,000 บาท/ปี และ มีต้นทุนการทำสวนมะพร้าวน้ำหอมที่ประมาณ 100,000 บาท/ปี จึงเป็นการทำเกษตรที่คุ้มค่าแก่การลงทุน เป็นอาชีพที่มั่นคงได้ด้วยการจัดการการผลิต ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเป็นหลักจริงๆ จึงจะประสบความสำเร็จ ในการทำเกษตรอย่างแท้จริง

การปลูกมะพร้าวน้ำหอม ให้หอมและดกตลอดปี

ในที่ลุ่มภาคกลางมักจะนิยมปลูกในระบบสวนด้วยการยกร่องแปลงปลูกให้สูง ระหว่างแปลงปลูก จัดให้มีร่องน้ำ การปลูกมะพร้าว ในระยะ 1-2 ปี ควรปลูกพืชอายุสั้นเป็นพืชแซม เช่น กล้วย มะละกอ หรือปลูกพืชผักชนิดต่างๆ เพื่อนำผลผลิตมาเป็นอาหารและขายเป็นรายได้เสริม ส่วนในที่ดอนมีแหล่งน้ำและมีฝนตกสม่ำเสมอ เช่น ภาคใต้ มักนิยมปลูกในระบบไร่ และก็มีการปลูกพืชตระกูลถั่ว ข้าวโพด หรือสับปะรด เป็นพืชแซม

การปลูก วิธีปลูกให้ขุดหลุมปลูกกว้างยาวและลึก ด้านละ 50-75 เซนติเมตร สำหรับในที่ดอนขุดหลุมปลูกควรกว้างยาวและลึก ด้านละ 1 เมตร นำปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือใบไม้แห้งผุกับดินบนที่ตากแห้งใส่คลุกเคล้าให้เข้ากัน ใส่รองก้นหลุมปลูกให้เต็มหลุม วางต้นพันธุ์เสมอกับปากหลุมปลูกในกรณีที่ปลูกบนที่ลุ่ม และวางต้นพันธุ์ปลูกต่ำกว่าปากหลุมในกรณีปลูกบนที่ดอน ปักไม้หลักผูกยึดกับต้นพันธุ์ป้องกันการโค่นล้ม เกลี่ยดินกลบ ควรปลูกให้ระยะระหว่างต้นและแถวห่างกัน 6-7 เมตร หรือปลูกเป็นลักษณะสามเหลี่ยมด้านเท่าก็ได้

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

การเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอมระยะผลอ่อน จะเก็บในระยะที่ผลอ่อนมีเนื้อเต็ม และน้ำมีรสหวานหอม ซึ่งจะต้องใช้เวลา 6 เดือน 2 สัปดาห์ นับจากจั่นหรือดอกบานแล้ว มะพร้าวน้ำหอมทั่วไปจะตกจั่นได้ถึง 15-16 จั่นต่อปี จั่นที่ตกผลจะมีจำนวนผลมากกว่า 20 ผล ด้วยเหตุที่มะพร้าวน้ำหอม

เป็นพันธุ์ผสมตัวเอง การกลายพันธุ์จึงมีน้อยมาก ในการเก็บเกี่ยวชาวสวนมีวิธีแบ่งความอ่อน-แก่ ของมะพร้าวเป็น 5 ประเภท โดยดูจากความหนาของเนื้อมะพร้าวเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. มะพร้าวอ่อนมาก ยังไม่มีเนื้อมะพร้าว หรือที่เรียกกันวามะพร้างเหม็ง กะลามะพร้าวยังอ่อนมาก น้ำมีความเปรี้ยวไม่นิยมรับประทาน แต่สามารถนำกะลามะพร้าวไปทำอาหารได้ เชน แกงเผ็ด เป้นต้น

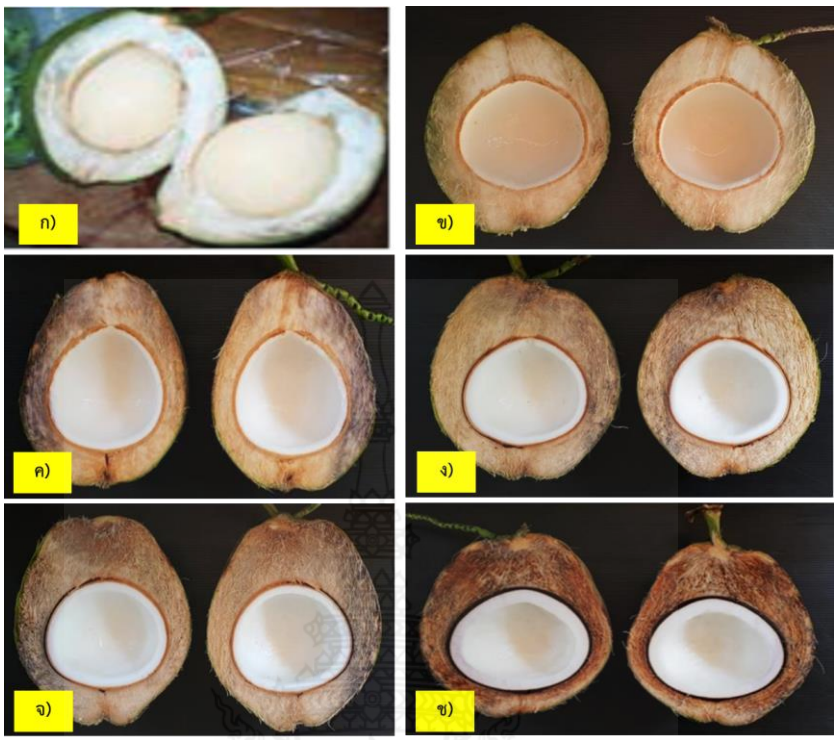
2. มะพร้าวอ่อนเนื้อ 1 ชั้น หรือ มะพร้าวชั้นเดียว คือ มะพร้าวที่เริ่มจะสร้างเนื้อภายในกะลา เนื้อจะมีลักษณะเป็นวุ้นบางๆ ประมาณครึ่งผล ไม่เหมาะในการบริโภค ผลมะพร้าวมีอายุหลังจากจั่นบานประมาณ 170 วัน น้ำมะพร้าวยังไม่หวาน น้ำมีความเปรี้ยวและซาลิ้น วัดความหวานได้ประมาณ 5.0-5.6 องศาบริกซ์

3. มะพร้าวอ่อนเนื้อชั้นครึ่ง หรือที่เรียกวา เนื้อกุ๋ง เนื้อมะพร้าวจะอ่อนนิ่ม เนื้อด้านในขาว ส่วนเนื้อด้านนอกใสเป็นวุ้น มะพร้าวเริ่มสร้างเนื้อมากขึ้นจนเกือบเต็มกะลา แต่บริเวณสวนชั้นของผลยังคงมีลักษณะเป็นวุ้นอยู่บ้าง เริ่มบริโภคได้ น้ำมะพร้าวหวานหอมกำลังดี ผลมะพร้าวมีอายุหลังจากจั่นบานประมาณ 180-185 วัน น้ำเริ่มหวานขึ้น วัดความหวานได้ประมาณ 6.0-6.6 องศาบริกซ์

4. มะพร้าวอ่อนเนื้อ 2 ชั้น มีเนื้อหนาเต็มกะลา น้ำมะพร้าวหวานมาก นิยมนำไปทำมะพร้าวเผา ทำอาหาร ทำขนมต่างๆ ผลมะพร้าวมีอายุหลังจากจั่นบานประมาณ 200-210 วัน วัดความหวานประมาณ 6.6-7 องศาบริกซ์

5. มะพร้าวทึนทึก หรือมะพร้าวห้าวมะพร้าวทึนทึก คือ มะพร้าวอายุมากกว่า 7 เดือน น้ำตาลในน้ำมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความแก่ของผล น้ำมะพร้าวมีความหวานมากกว่า 8 องศาบริกซ์ ซึ่งถือว่าหวานจัด และมีรสซ่า เนื้อหนาเกินไปไม่เหมาะแก่การบริโภคสด น้ำอาจมีไขมันลอยตัวอยู่ด้วย

6. มะพร้าวแก่ ที่มีอายุประมาณ 11-12 เดือน เนื้อหนา น้ำน้อย ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคน้ำ และเนื้อมะพร้าว จะนิยมนำเนื้อมะพร้าวไปขูดคั้นเอาน้ำกะทิ เพื่อใช้ทำขนมหรืออาหารคาว หรือเหมาะสำหรับนำไปเพาะเพื่อผลิตต้นพันธุ์



รูปที่ 4.6 ลักษณะเนื้อมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับความแก่แตกต่างกัน ก) มะพร้าอ่อนมาก ข) เนื้อมะพร้าวชั้นเดียว ค) เนื้อมะพร้าวชั้นครึ่ง ง) เนื้อมะพร้าวสองชั้น จ) เนื้อมะพร้าวทึนทึก และ ช) เนื้อมะพร้าวแก่

การเก็บเกี่ยวโดยนับเวลาจากการออกจั่น

มะพร้าวที่สมบูรณ์จะออกจั่นสม่ำเสมอตลอดปี และมีการแทงจั่นโดยเฉลี่ยทุก 3 สัปดาห์ ดังนั้นชาวสวนจึงต้องเก็บเกี่ยวมะพร้าว ทุกๆ 3 สัปดาห์ (20 วันต่อครั้ง หรือ 2 เดือน ตัด 3 ครั้ง) มะพร้าวสามารถออกจั่นได้เกือบ 15 จั่นต่อต้นต่อปี ถ้ามีการบำรุงรักษาอย่างสมบูรณ์สังเกตจากสีบริเวณรอยต่อของขั้วลูกมะพร้าว หากอ่อนอยู่รอบวงขั้วจะมีสีขาว ยิ่งขาวเป็นวงกว้างก็แปลว่ามะพร้าวยิ่งอ่อน หากเป็นสีเขียวก็แปลว่ามะพร้าวเริ่มแก่แล้ว

รูปที่ 4.7 ลักษณะของผลมะพร้าวอ่อนและแก่

ที่มา: https://kasetchaoban.com/16756/

มีหลายวิธีที่ใช้ในการสังเกตลูกมะพร้าวผลสดว่าลูกนั้น ๆ ลักษณะเป็นแบบไหน แก่ กลาง อ่อนที่ต้องการ ดังนี้

1. ทดลองดีดหรือเขย่า ฟังเสียงน้ำดู หากเสียงเป็นแน่นๆ เหมือนมีน้ำมะพร้าวเต็มลูกจะไม่ค่อยได้ยินเสียงน้ำ ก็แปลว่าเนื้อมะพร้าวอ่อนอยู่ในระยะชั้นครึ่งหรือสองชั้น เนื้อกำลังน่าทานเลย แต่ถ้าหากดีดแล้วน้ำพร่อง ได้ยินเสียงน้ำชัดเจน แสดงว่ามีน้ำน้อยและผลมะพร้าวเริ่มแก่เริ่มจะแก่แล้ว

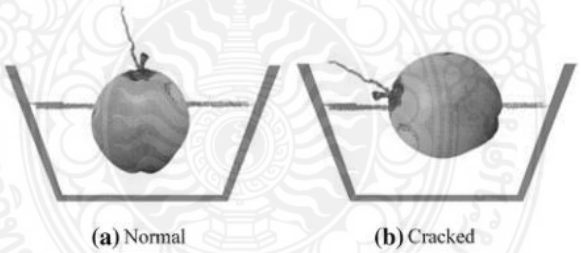
2. สังเกตุที่หนวดมะพร้าวจะเป็นสีน้ำตาลถึงครึ่งของหนวดมะพร้าว แสดงว่าเนื้อมะพร้าวอ่อนกำลังดี น้ำมีรสหวานอร่อย

3. มะพร้าวที่ยังอยู่ในทะลาย ลูกบนสุดของทะลายนั้นจะอ่อนสุด เนื้อไม่ค่อยมี น้ำจะรสฝาด ส่วนลูกด้านล่างสุดก็จะแก่ลงมาตามลำดับ

4. หากเป็นมะพร้าวที่ยังไม่ปอกเปลือกให้สังเกตที่เปลือกสีเขียวด้านนอก หากเป็นสีเขียวนวลแสดงว่ามะพร้าวยังอ่อนอยู่ แต่ถ้าหากเปลือกผิวหยาบทั้งลูกแสดงว่าผลแก่กำลังพอดี แต่หากเปลือกหยาบครึ่งลูกด้านล่าง ผิวหยาบจนเป็นขุยแล้วน้ำหนักเบาลงแสดงว่าลูกมะพร้าวแก่แล้ว

5. สำหรับมะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้ว ก็ดูตรงเสี้ยนมะพร้าว หากเห็นเป็นเส้นชัดเจนก็แปลว่ายังอ่อนอยู่ แต่ถ้าหากเห็นเส้นปานกลางทั่วลูกมะพร้าวก็แปลว่ากำลังพอดี และหากเห็นเสี้ยนมะพร้าวมีขนาดเล็กๆ ละเอียด มีสีเข้มแสดงว่าผลมะพร้าวแก่แล้ว

6. การเอาลูกมะพร้าวไปแช่น้ำ ถ้าหากจมน้ำจะเป็นมะพร้าวอ่อน แต่ถ้าหากจมครึ่งเดียว กึ่งจมกึ่งลอย ก็กำลังแก่พอดีและหากลอยอยู่ไม่มีจมเลยก็แก่แล้ว



รูปที่ 4.8 การแยกผลมะพร้าวอ่อนที่มีผลสมบูรณ์ (a) ออกจากผลมะพร้าวเปลือกแตกร้าว (b) โดยใช้วิธีลอยตัวในน้ำ (ที่มา : Noypitak et al., 2019).

การดูแลรักษาต้นมะพร้าวและการใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ย หลังจากปลูกมะพร้าวน้ำหอมได้ 1 ปี ให้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือมูลสัตว์เพื่อช่วยในการปรับปรุงดินให้มีคุณภาพและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 13-13-21 ใส่ 1 กิโลกรัม ต่อต้น โดยหว่านรอบทรงต้น เมื่อต้นมะพร้าวเข้าปีที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตรเดิม 1-2 กิโลกรัม ต่อต้น ในปีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 13-13-21-2 (เพิ่มแมกนีเซียม 200 กรัม) ใส่ 3 กิโลกรัม ต่อต้น ควรใส่ปุ๋ยอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่อปีคือ ต้นฤดูฝนหรือเดือนพฤษภาคมและปลายฤดูฝนหรือในเดือนตุลาคมก็จะเจริญเติบโตได้ดี

การให้น้ำ ในที่ลุ่มปลูกมะพร้าวน้ำหอมแบบระบบยกร่องสวน จะให้ได้รับน้ำพร้อมกับพืชผักและไม้ผลอายุสั้น รากมะพร้าวจะแผ่ลงริมร่องสวนดูดซับน้ำ ทำให้ต้นเจริญเติบโตดีและได้ผลดก ส่วนการปลูกในที่ดอน หรือในฤดูแล้งหรือฝนไม่ตกต้องให้น้ำสัปดาห์ละครั้งเป็นอย่างน้อยหรือได้รับน้ำพอเพียง จะช่วยให้ต้นมะพร้าวเจริญเติบโตได้ดี

รูปที่ 4.9 สวนมะพร้าวน้ำหอมในพื้นที่ อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

การเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวอ่อนมีการปฏิบัติดูแลรักษาที่ดี เมื่อต้นมะพร้าวน้ำหอมอายุ 2 ปีครึ่ง หรือนับตั้งแต่ออกช่อดอกหรือจั่นได้ 190-200 วัน ก็จะพัฒนาเป็นผลอ่อน มีน้ำหวานหอม เนื้ออ่อนนุ่ม และมีกะลาที่แข็งทนทานต่อการขนส่ง ก็จะเริ่มเก็บเกี่ยว ในรอบ 1 ปีจะตัดเก็บมะพร้าว 12-15 ครั้ง ในทุก 20 วัน จะตัดเก็บมะพร้าว 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ทะลาย ทะลายละ 10-30 ผล ในช่วงอายุ 3-10 ปี ต้นมะพร้าวน้ำหอมจะยังเตี้ยอยู่ การตัดเก็บจะใช้วิธีเดินตัดทีละทะลาย เมื่อต้นมะพร้าวอายุ 10 ปีขึ้นไปลักษณะต้นจะสูงขึ้น วิธีการตัดเก็บได้ใช้มีดตะขอผูกติดปลายกับไม้ไผ่ แล้วนำขึ้นไปเกี่ยวตัดครั้งละทะลายที่มีไม้ค้ำทะลายไว้ก่อนแล้ว จากนั้นจึงนำลงมา ก็จะได้ผิวผลมะพร้าวที่สวยงามและเก็บได้นาน 7 วัน จัดมะพร้าวใส่ในรถเข็นหรือรถสาลี่ลากจูงออกจากสวนไปเก็บไว้ที่โรงเรือน เพื่อเตรียมขนส่งไปยังโรงงานแปรรูปหรือตลาดท้องถิ่น

พันธุ์มะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกในประเทศไทย

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้พัฒนาพันธุ์มะพร้าวน้ำหอมสายพันธุ์ต้นเตี้ยน้ำหวานหอมมาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๓๘ จนถึงปัจจุบัน ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ได้ต้นแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่น ขณะเดียวกัน ได้พัฒนาพันธุ์มะพร้าวน้ำหอมลูกผสมกะทิขึ้น นำมาเผยแพร่ให้เกษตรกร

เพาะปลูกเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง นอกจากจะจำหน่ายผลอ่อน เพื่อรับประทานน้ำและเนื้อแล้ว ผลแก่ยังเป็นมะพร้าวกะทิน้ำหอมที่มีคุณค่าต่อร่างกาย และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรผู้ปลูก

ในภาคกลาง เกษตรกรจังหวัดสมุทรสาครได้อนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์มะพร้าวน้ำหอมพันธุ์ก้นจีบที่ฟาร์มอ่างทอง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร และเพาะปลูกกันแพร่หลายในจังหวัดใกล้เคียงมาตั้งแต่ พ.ศ. ๒๔๙๕ จนถึงปัจจุบัน ในภาคตะวันตก เกษตรกรจังหวัดราชบุรีได้อนุรักษ์ และพัฒนาพันธุ์มะพร้าวน้ำหอม สายพันธุ์ก้นจีบผลกลมรี ที่มีผลขนาดใหญ่ขึ้น แต่คงคุณภาพของความหวานหอมเหมือนเดิม ปัจจุบันจังหวัดราชบุรีเป็นแหล่งผลิตมะพร้าวน้ำหอมในรูปผลอ่อน และแปรรูปส่งต่างประเทศ อีกทั้งเป็นแหล่งปลูกมากที่สุดของประเทศไทย

4.1.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของผู้ประกอบการ

จากการสัมภาษณ์ทำให้ทราบถึงสถานการณ์การผลิตมะพร้าวอ่อน โดยก่อนปลูกมะพร้าวอ่อน เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชอื่นๆ ได้แก่ พืชผัก พืชสวน และไม้ดอกไม้ประดับมากที่สุด ประสบการณ์ปลูกมะพร้าวอ่อนเพื่อการส่งออกเฉลี่ย 4.77 ปี แหล่งที่มาของปัจจัยการผลิต ได้มาจากในชุมชนมากที่สุด เกษตรกรเกือบทั้งหมดใช้เงินทุนส่วนตัวในการปลูก แรงงานในการผลิตส่วนใหญ่เป็นแรงงานในครัวเรือน แมลงศัตรูพืชสำคัญที่พบ คือ ด้วงแรด และหนอนหัวดำ ซึ่งพบในช่วงฤดูร้อนและตลอดทั้งปี เกษตรกรมีการป้องกัน และกำจัดหนอนหัวดำด้วยสารเคมี ส่วนด้วงแรดส่วนใหญ่ไม่มีการป้องกัน และกำจัด โรคพืชสำคัญที่พบ คือ โรคใบจุด และโรคยอดเน่า เกษตรกรมีการป้องกันเฉพาะโรคใบจุดเท่านั้น ด้วยการใช้สารเคมีกันเชื้อรา เกษตรกรเกือบทั้งหมดไม่เคยรวมกลุ่มเพื่อซื้อปัจจัยการผลิต และขอสนับสนุนสินเชื่อ และเกษตรกรเกือบทั้งหมด มีแนวโน้มในอนาคต ที่จะปลูกมะพร้าวอ่อนเพื่อการส่งออกเพิ่มขึ้น

รวมถึงสถานการณ์การตลาดมะพร้าวอ่อน ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่ อ. บ้านแพ้ว ถึงร้อยละ 60.00 ไม่มีการคัดเกรดก่อนขาย กรณีที่ผลผลิตตกเกรด พบว่า เกษตรกรขายในรูปมะพร้าวเผามากที่สุด เกษตรกรเกือบทั้งหมดมีคนมารับซื้อผลผลิตถึงบ้าน/สวนมากที่สุด เหตุในการเลือกจำหน่าย คือ สะดวก และน่าเชื่อถือไว้ใจได้ การจำหน่ายผลผลิตเกือบทั้งหมดมีพ่อค้าเป็นผู้กำหนดราคา แหล่งตลาดในประเทศ อยู่ในรูปแบบการจำหน่ายทั้งผลมากที่สุด ขณะที่ผลผลิตที่จำหน่ายสำหรับตลาดต่างประเทศอยู่ในรูปแบบผลควั่นมากที่สุด เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบแหล่งตลาด และรูปแบบการจำหน่ายทั้งในประเทศ และต่างประเทศ แหล่งตลาดในประเทศที่พบมากที่สุด คือ ตลาดใน กทม. แหล่งตลาดต่างประเทศ ประกอบด้วยทวีปอเมริกา เอเชีย และยุโรป ตามล าดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบวิธีขนส่ง วิธีการขนส่งที่พบในพื้นที่ คือ ใช้รถห้องเย็น และใช้เรือเดินสมุทร เกษตรกรเกือบทั้งหมดไม่มีการประชาสัมพันธ์ในการจำหน่ายวิถีการตลาดในโซ่อุปทานมะพร้าวอ่อนเพื่อการส่งออก

ของจังหวัดราชบุรี พบว่า เกษตรกรมีแหล่งจำหน่าย/รับซื้อ ประกอบด้วย ผู้รวบรวมรายย่อย/รายใหญ่ เป็นหลัก ร้อยละ 90.00 ส่วนที่เหลือเกษตรกรจำหน่ายโดยตรงกับ ผู้รับซื้อ/บริษัท/วิสาหกิจชุมชน ร้อยละ 10.00 จากนั้นแปรรูปตามความต้องการของตลาดประกอบด้วย ตลาดต่างประเทศ ร้อยละ 80.00 ในรูปแบบควั่น และเจีย และตลาดในประเทศ ร้อยละ 20.00 ในรูปแบบทั้งผล ควั่น เจีย และเผา ตามล าดับ ส่วนผู้รวบรวมรายใหญ่ยังแปรรูปตามความต้องการของตลาดโดยตรงประกอบด้วย ตลาดภายในประเทศ และตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะในรูปแบบควั่นหรือเจีย ไปยังประเทศจีน นอกจากนี้ของเสียจากการแปรรูปถูกส่งไปยัง โรงปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุประกอบเฟอร์นิเจอร์ และเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

สถานการณ์การผลิตและตลาดมะพร้าวน้ำหอมในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครพบว่า หนึ่งในกลุ่มแปลงใหญ่ตัวอย่าง กลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมตำบลดอนคลัง อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร นับเป็นกลุ่มที่เกิดจากการรวมตัวของเกษตรกรในพื้นที่ผลิตมะพร้าวน้ำหอมจนประสบผลสำเร็จ กลุ่มมีความเข้มแข็ง และมีศักยภาพการผลิตในพื้นที่ มีการพัฒนาและยกระดับองค์ความรู้แก่เกษตรกรสมาชิกอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับการผลิตให้มีคุณภาพและมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศ โดยกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมตำบลดอนคลัง เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2562 มีพื้นที่ปลูกรวม 1,100 ไร่ สมาชิกเกษตรกร 56 ราย มีนายเสน่ห์ ชูนิตย์ เป็นประธานกลุ่มฯ เกษตรกรนิยมปลูกมะพร้าวพันธุ์ก้นจีบ ราคาต้นพันธุ์อยู่ระหว่าง 60-120 บาท/ต้น (1 ไร่ นิยมปลูกประมาณ 40-45 ต้น) ลักษณะการปลูก คือ ปลูกแบบยกร่องสวน ซึ่งจะเริ่มให้ผลผลิตตั้งแต่อายุ 3 ปีขึ้นไป ผลผลิตที่ได้มีขนาดใหญ่ ให้ผลผลิตสม่ำเสมอ และน้ำมะพร้าว มีความหวานอยู่ระหว่าง 7-10 องศาบริกซ์ ด้านสถานกรณ์การผลิตมะพร้าวน้ำหอมของกลุ่มฯ ปี 2565 พบว่า มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 18,445.34 บาท/ไร่/ปี (เริ่มให้ผลผลิตในปีที่ 3 และเก็บเกี่ยวได้ถึง 20 ปี) ซึ่งเกษตรกรสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยในรอบ 1 ปี สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 17 ครั้ง (เฉลี่ยเก็บเกี่ยวได้ทุก 20 วัน) ผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากที่สุดช่วงเดือนพฤศจิกายน ร้อยละ 11.10 ของผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตรวมประมาณ 8,781 ตัน/ปี ผลผลิตเฉลี่ย 7,983 กิโลกรัม/ไร่/ปี (น้ำหนักประมาณ 700-1,500 กรัม/ผล) ผลตอบแทนของทั้งกลุ่มเฉลี่ย 48,456.81 บาท/ไร่/ปี ผลตอบแทนสุทธิ (กำไร) เฉลี่ย 30,011.47 บาท/ไร่/ปี หากคิดเป็นผลตอบแทนของทั้งกลุ่มฯ จะมีรายได้อยู่ที่ 53 ล้านบาท/ปี หรือ คิดเป็นกำไรของทั้งกลุ่มฯ เฉลี่ยอยู่ที่ 33 บาท/ปี

รูปที่ 4.10 ภาพกิจกรรมลงพื้นที่เก็บข้อมูล ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของผู้ประกอบการ

การใช้แบบสัมภาษณ์กับเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวโดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 106 คน ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ของสมาชิกและเกษตรที่เป็นผู้ขายมะพร้าวผลสดให้กับทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป ประกอบด้วย เพศ ระดับ การศึกษา รายได้หลัก จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงาน ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว ผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของสมาชิกที่เป็นประชากร จำแนกตามเพศ ระดับการศึกษา รายได้หลัก ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว

(N=106)

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ			
	ชาย	69	65.09
	หญิง	37	34.91
อายุ			
	ต่ำกว่า 25 ปี	3	2.83
	25-45 ปี	13	12.26
	46-65 ปี	57	53.77
	มากกว่า 65 ปี	33	31.14
	Mean = ปี Min = ปี Max = ปี S.D = ปี		
ระดับการศึกษา			
	ไม่ได้รับการศึกษา	5	4.72
	ประถมศึกษา	78	73.58
	มัธยมศึกษา	12	11.32
	อนุปริญญา/ประกาศนียาบัตร	2	1.89

ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ปริญญาตรี	7	6.60
สูงกว่าปริญญาตรี	2	1.89
รายได้หลัก		
ภาคเกษตร	89	83.96
เงินเดือนประจำ	6	5.66
ค้าขาย	6	5.66
รับจ้างทั่วไป	5	4.72
อื่นๆ	-	-
ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว		
ยกร่องสวน	83	78.30
ปลูกล้อมสวน / บ่อปลา, กุ้ง	23	21.70
ลักษณะการถือครองที่ดิน		
เป็นที่ของตนเอง	92	86.79
- มีเอกสารโฉนดที่ดิน	84	91.30
- ไม่มีเอกสารโฉนดที่ดิน	8	8.70
เป็นที่เช่า	14	13.21
- มีหนังสือสัญญาเช่า	11	78.57
- ไม่มีหนังสือสัญญาเช่า	3	2.83
ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
อายุต่ำกว่า 3 ปี	21	18.81
อายุ 3-10 ปี	46	43.40
อายุ 11-24 ปี	40	37.74
อายุ 25 ปี ขึ้นไป	18	18.02
ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว		
1-5 ปี	14	13.20
6-10 ปี	11	10.38
11-15 ปี	7	6.60
16-20 ปี	9	8.49
มากกว่า 20 ปี	65	61.32

จากการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานสวนบุคคลของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว ที่เป็นผู้ขายวัตถุดิบให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร สรุปได้ดังนี้

เพศ พบว่าเกษตรกรเป็นเพศชาย จำนวน 69 คน (ร้อยละ 65.09) เพศหญิง จำนวน 37 คน (ร้อยละ 34.91)

อายุ พบว่าเกษตรกรอยู่ในช่วงอายุ 46 - 65 ปี มากที่สุด จำนวน 57 คน (ร้อยละ 53.77) รองลงมา คือ อายุมากกว่า 65 ปี (ร้อยละ 31.14) อายุ 25 - 45 ปี (ร้อยละ 12.26) และอายุต่ำกว่า 25 ปี (ร้อยละ 2.83) ตามลำดับ เกษตรกรมีอายุมากที่สุด 86 ปี และอายุน้อยที่สุด 23 ปี โดยเกษตรกรมีอายุ เฉลี่ย 58.78 ปี

ระดับการศึกษา พบว่าเกษตรกรมีการศึกษาในระดับประถมศึกษา จำนวน 78 คน (ร้อยละ 73.58) รองลงมา คือ ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 12 คน (ร้อยละ 11.32) ปริญญาตรี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 6.60) ไม่ได้รับการศึกษา จำนวน 5 คน (ร้อยละ 4.72) อนุปริญญา/ประกาศนียบัตร จำนวน 2 คน (ร้อยละ 1.89) และสูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 1.89) ตามลำดับ

รายได้หลัก พบว่าเกษตรกร จำนวน 89 คน (ร้อยละ 83.96) มีรายได้หลักมาจากภาคการเกษตร รองลงมา คือ เงินเดือนประจำ 6 คน (ร้อยละ 5.66) ค้าขาย 6 คน (ร้อยละ 5.66) และรับจ้างทั่วไป 5 คน (ร้อยละ 4.72) ตามลำดับ

ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกมะพร้าวลักษณะการยกร่องสวน จำนวน 83 คน (ร้อยละ 78.30) และมีการปลูกล้อมพืชชนิดอื่นๆ บ่อปลา บ่อกุ้ง จำนวน 23 คน (ร้อยละ 21.70)

ลักษณะการถือครองที่ดิน พบว่าเกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเอง 92 คน (ร้อยละ 86.79) มีเอกสารโฉนดที่ดิน 84 คน (ร้อยละ 91.30 ของเกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเอง) และเกษตรกรที่มีการเช่าพื้นที่ทำการเกษตร มีจำนวน 14 คน (ร้อยละ 13.21) มีหนังสือสัญญาเช่าที่ดิน 11 คน (ร้อยละ 78.57 ของเกษตรกรที่มีการเช่าพื้นที่ทำการเกษตร)

ช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีต้นมะพร้าวอยู่ในช่วงอายุ 3-10 ปี จำนวน 46 คน (ร้อยละ 43.40) อายุ 11-24 ปี จำนวน 40 คน (ร้อยละ 37.74) อายุต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 21 คน (ร้อยละ 18.81) และอายุ 25 ปี ขึ้นไป จำนวน 18 คน (ร้อยละ18.02)

ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว มากกว่า 20 ปี จำนวน 65 คน (ร้อยละ 61.32) รองลงมาคือ เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูก มะพร้าว 1-5 ปี จำนวน 14 คน (ร้อยละ 10.38) มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว 6-10 ปี จำนวน 11 คน (ร้อยละ 10.38) มีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว 16-20 ปี จำนวน 9 คน (ร้อยละ 8.49) และมีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว 11-15 ปี จำนวน 7 คน (ร้อยละ 6.6) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุของเกษตรกร จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงาน ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าว และช่วงอายุของมะพร้าวที่ปลูก

(N = 106)

รายการ	ค่าต่ำสุด (Min.)	ค่าสูงสุด (Max.)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)	1	14	4.30	2.35
จำนวนแรงงาน (คน)				
จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตร (เฉพาะมะพร้าวน้ำหอม)	0	9	1.89	1.47
จำนวนแรงงานที่มีการจ้างงาน (เฉพาะมะพร้าว)	0	5	0.71	1.28
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลกต่อเกษตรกร 1 ครัวเรือน				
ยกร่องสวน	100	2,500	1.89	1.47
ปลูกล้อมสวน/บ่อปลา,กุ้ง	20	570	0.71	1.28
จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกแยกตามช่วงอายุ ต่อเกษตรกร 1 ครัวเรือน				
อายุต่ำกว่า 3 ปี	30	740	293.24	194.11
อายุ 3-10 ปี	70	900	297.07	214.17
อายุ 11-24 ปี	20	1,000	313.33	248.73
อายุ 25 ปี ขึ้นไป	5	2,500	921.67	953.41

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนแรงงาน ลักษณะพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอม ช่วงอายุของต้นมะพร้าวน้ำหอมที่ปลูกของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกและเป็นผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร จำนวน 106 คน สรุปได้ ดังนี้

จำนวนสมาชิกในครัวเรือน พบว่าเกษตรกรมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมากที่สุด 14 คน และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนน้อยที่สุด 1 คน โดยมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.30 คน จำนวน

แรงงาน พบว่า จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตร (เฉพาะมะพร้าว) ของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมที่เป็นผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร มีจำนวนมากที่สุด 9 คน และน้อยที่สุดคือไม่มีแรงงานในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตร (เฉพาะมะพร้าว) โดยมีจำนวน แรงงานในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตร (เฉพาะมะพร้าว) เฉลี่ย 1.89 คน สวนจำนวนแรงงานจ้าง เพื่อมาช่วยปลูกและดูแลต้น

มะพร้าวนั้น มีการจ้างแรงงานมากที่สุด คือ 5 คน และน้อยที่สุด คือ ไม่มีแรงงานจ้างเลย โดยคิดเป็นแรงงานที่มีการจ้างเฉลี่ย 0.71 คน

จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกต่อเกษตรกร 1 ครัวเรือน พบว่าเกษตรกรมีการปลูกมะพร้าว แบบยกร่องสวนมากที่สุด 2,500 ต้น มีการปลูกมะพร้าวแบบยกร่องสวนน้อยที่สุด 100 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวแบบยกร่องสวนเฉลี่ย 494.70 ต้น และมีการปลูกมะพร้าวแบบปลูกล้อมสวน/บ่อปลา, กุ้ง มากที่สุด 570 ต้น มีการปลูกมะพร้าวแบบปลูกล้อมสวน/บ่อปลา, กุ้ง น้อยที่สุด 20 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวแบบปลูกล้อมสวนบ่อปลา/บ่อกุ้งเฉลี่ย 199.39 ต้น

จำนวนต้นมะพร้าวที่ปลูกแยกตามช่วงอายุต่อเกษตรกร 1 ครัวเรือน พบว่าเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

1) มะพร้าวอายุต่ำกว่า 3 ปี มีการปลูกมากที่สุด 740 ต้น และมีการปลูกน้อยที่สุด 30 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวอายุต่ำกว่า 3 ปี เฉลี่ย 293.24 ต้น

2) มะพร้าวอายุ 3-10 ปี มีการปลูกมากที่สุด 900 ต้น และมีการปลูกน้อยที่สุด 70 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวอายุ 3-10 ปี เฉลี่ย 294.07 ต้น

3) มะพร้าวอายุ 11-24 ปี มีการปลูกมากที่สุด 1,000 ต้น และมีการปลูกน้อยที่สุด 20 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวอายุ 10-25 ปี เฉลี่ย 313.33 ต้น

4) มะพร้าวอายุ 25 ปีขึ้นไป มีการปลูกมากที่สุด 2,500 ต้น และมีการปลูกน้อยที่สุด 5 ต้น โดยมีการปลูกมะพร้าวอายุ 25 ปีขึ้นไป เฉลี่ย 921.67 ต้น

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ในด้านการจัดการพื้นที่ปลูก (ตารางที่ 4.3) ปรากฏผลดังนี้

พื้นที่ปลูกมะพร้าว พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวเป็นที่ราบลุ่ม 91 คน (ร้อยละ 85.85) และเกษตรกรส่วนน้อย มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวเป็นที่ดอน 15 คน (ร้อยละ 14.15) เกษตรกรเกือบทั้งหมด จำนวน 102 คน (ร้อยละ 96.23) มีพื้นที่ปลูกมะพร้าวอยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งมลพิษ

การจัดการดิน พบว่าเกษตรกรมีการตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน (ร้อยละ 36.79) และมีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในดิน (ร้อยละ 33.96) และเกษตรกรมีการตากดิน 7-10 วัน ก่อนปลูก (ร้อยละ 58.49) ก่อนปลูกมีการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกผสมกาบมะพร้าว (ร้อยละ 50.49) และมีการลอกเลนในร่องสวนมะพร้าวเป็นประจำ (ร้อยละ 60.38) การจัดการพันธุ์มะพร้าว พบว่า

เกษตรกรเกือบทั้งหมดทราบที่มาของแหล่งพันธุ์ มะพร้าว (ร้อยละ 94.34) แหล่งพันธุ์นั้นสามารถเชื่อถือได้ (ร้อยละ 96.23) เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพตรงตามสายพันธุ์และเป็นที่ต้องการของตลาด (ร้อยละ 96.23)

ตารางที่ 4.3 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการพื้นที่ปลูกและพันธุ์มะพร้าว

(N = 106)

การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
1. การจัดการพื้นที่ปลูกและพันธุ์มะพร้าว		
1.1 พื้นที่ปลูกมะพร้าว		
1.1.1 เป็นพื้นที่ราบลุ่ม	91	85.85
1.1.2 เป็นพื้นที่ดอน	15	14.15
1.1.3 ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งมลพิษ	102	96.23
1.2 การจัดการดิน		
1.2.1 มีการตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน	39	36.79
1.2.2 มีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในดิน	36	33.96
1.2.3 มีการตากดิน 7-10 วัน ก่อนปลูก	62	58.49
1.2.4 ก่อนปลูกมีการรองกนหลุมด้วยปุ๋ยคอก/กาบมะพร้าว	54	50.94
1.2.5 มีการลอกเลนในร่องสวนมะพร้าวเป็นประจำ	64	60.38
1.3 การจัดการพันธุ์มะพร้าว		
1.3.1 ทราบที่มาของแหลงพันธุ์ สามารถเชื่อถือได้	100	94.34
1.3.2 เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพ ตรงตามสายพันธุ์	102	96.23
1.3.3 เป็นที่ต้องการของตลาด	102	96.23

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ในด้านการจัดการน้ำ ปรากฏผลดังนี้

เกษตรกรทั้งหมด (ร้อยละ 100) มีน้ำใช้เพียงพอตลอดฤดูกาล เกษตรกรจำนวน 33 คน (ร้อยละ 31.13) มีการจัดการนำเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น น้ำจากห้องสุขา น้ำทิ้งต่างๆ เพื่อไม่ให้เกิด

การปนเปื้อนและเกษตรกรส่วนน้อย จำนวน 9 คน (ร้อยละ 8.49) มีการตรวจวิเคราะห์น้ำก่อนนำมาใช้ในการเพาะปลูก

ตารางที่ 4.4 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการน้ำในการเพาะปลูก

(N = 106)

การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
2. การจัดการน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก		
2..1 มีน้ำใช้เพียงพอตลอดฤดูกาล	106	100.00
2.2 มีการตรวจวิเคราะห์น้ำก่อนนำมาใช้	9	8.49
2.3 มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น น้ำจากห้องสุขา น้ำทิ้งต่างๆ เพื่อไม่ให้เกดการปนเปื้อน	33	31.13

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการดูแลรักษาต้นมะพร้าว ปรากฏผลดังนี้

การป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่า

1) เกษตรกรร้อยละ 86.92 พบการระบาดของศัตรูพืช เช่น ด้วงแรด ด้วงงวงมะพร้าว แมลงดำหนาม เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรที่พบการระบาดศัตรูพืชดังกล่าว เกษตรกรเลือกใช้วิธีการป้องกันกำจัดโดยการใช้สารเคมีฉีดพ่นมากที่สุด (ร้อยละ 46.34) รองลงมา ได้แก่ ใช้ฟีโรโมนล่อ (ร้อยละ 23.17) เก็บมาเผาทำลาย (ร้อยละ 13.94) ใช้เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม (ร้อยละ 13.94) และถ้าพบรอยแผลจะใช้เหล็กยาวแทงทำลายด้วงและแมลง (ร้อยละ 7.38)

2) การใช้ปุ๋ย สารเคมีและวัตถุอันตรายทางการเกษตร พบว่า เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก มูลสัตว์ และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ 83.96 และ 80.19 ตามลำดับ) เกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่า ใช้งานตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด ก่อนใช้งานทุกครั้ง (ร้อยละ 92.13) มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง (ร้อยละ 84.27) ทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นในแหล่งน้ำเดียวกับที่นำมาใช้ในสวนมะพร้าว (ร้อยละ 48.31) มีสถานที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่มิดชิด (ร้อยละ 85.39) มีป้ายแสดงข้อมูล

อุปกรณ์และสารเคมีอย่างชัดเจน (ร้อยละ 39.32) และ และมรการจัดการภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายที่ใช้หมดแล้ว (ร้อยละ 50.56)

ตารางที่ 4.5 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการดูแลรักษาต้นมะพร้าว

(N = 106)

การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
3. ด้านการจัดการดแลรักษาต้นมะพร้าว		
3.1 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช		
3.1.1 พบการระบาดของด้วงแรด / ด้วงงวงมะพร้าว / แมลงดำหนาม	82	86.92
3.1.2 ป้องกันกำจัดโดย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (n=82)		
1) เก็บมาเผาทำลาย	21	17.22
2) ใช้ชีววิธี เช่น เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม แตนเบียน ตัวห้ำ	17	13.94
3) ใช้สารเคมีฉีดพ่น	38	46.34
4) ใช้ฟีโรโมนล่อด้วงและแมลง	19	23.17
5) ถ้าพบรอยแผลจะใช้เหล็กยาวแทงทำลาย	9	7.38
3.2 การใช้ปุ๋ย สารเคมีและวัตถุอันตรายทางการเกษตร		
3.2.1 ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก มูลสัตว์	89	83.96
3.2.2 ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช	85	80.19
3.3 วิธีการปฏิบัติในการใช้สารเคมี และวัตถุอันตรายทางการเกษตร (n = 89)		
3.3.1 ใช้งานตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด	82	92.13
3.3.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง	75	84.27
3.3.3 ทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นในแหล่งน้ำเดียวกับที่นำมาใช้ในสวนมะพร้าว	43	48.31
3.3.4 มีสถานที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่มิดชิด	76	85.39
3.3.5 มีป้ายแสดงข้อมูลอุปกรณ์และสารเคมีอย่างชัดเจน	35	39.32

การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
3.3.6 การจัดการภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายที่ใช้หมดแล้ว	45	50.56

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ในด้านการจัดการผลผลิต ปรากฏผลดังนี้

การเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 20 วัน/ครั้ง (ร้อยละ 78.30) และผู้รับซื้อมาตัดผลผลิตเองในสวน (ร้อยละ 90.56)

เกษตรกรสามารถสังเกตได้ว่าผลผลิตมะพร้าวใดที่เก็บเกี่ยวได้ (ร้อยละ 68.87) โดย เกษตรกรรายดังกล่าวประมาณครึ่งหนึ่งสังเกตจากการนับทะลาย โดยทะลายที่จะเก็บเกี่ยวได้ควรมีทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปมีผลขนาดเท่ากำปั้น และทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปอีกมีจั่นบานแล้ว (ร้อยละ 34.90) และสังเกตจากสีของเปลือกมีสีเขียวไม่อ่อนหรือแก่เกินไป (ร้อยละ 56.60) นอกจากนี้เกษตรกรมีการสังเกตจากหางหนูมีสีน้ำตาลประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 14.15) วงสีขาวรอบขั้วผลเริ่มจางลง (ร้อยละ 13.21) วิธีอื่น ๆ และดีดฟังเสียง (ร้อยละ 6.60)

เกษตรกรส่วนน้อยมีสถานที่พักผลผลิตก่อนการขนส่ง (ร้อยละ 17.92)

เกษตรกรมีการคัดขนาดของผลมะพร้าวก่อนจำหน่าย (ร้อยละ 79.25) โดยผู้รับซื้อจะเป็นผู้คัดขนาดของมะพร้าวทั้งหมด (ร้อยละ 100) และมีเกษตรกรส่วนน้อยเป็นผู้คัดขนาดของมะพร้าวด้วยตนเองร่วมกับผู้รับซื้อ (ร้อยละ10.71)

เกษตรกรมีการคัดคุณภาพผลมะพร้าวก่อนจำหน่าย (ร้อยละ 51.89) โดยส่วนใหญ่พิจารณาจากผลมะพร้าวที่ไม่มีร่องรอยการทำลายของศัตรูพืช (ร้อยละ 80.0) รองลงมา คือ น้ำหนักผลมะพร้าวประมาณ 1-2 กิโลกรัม/ผล (ร้อยละ 76.36) ไม่มีรอยช้ำหรือตำหนิที่เห็นชัดเจน (ร้อยละ 76.36) มีกลิ่นหอมตรงตามสายพันธุ์ (ร้อยละ 72.73) ผลมะพร้าวสะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่สามารถมองเห็นได้ (ร้อยละ 61.82) มีความสด เก็บเกี่ยวที่ 180-200 วันหลังจากจั่นบาน (ร้อยละ 52.73) และอื่น ๆ (ร้อยละ 5.45)

การตลาด พบว่าเกษตรกรมีการขายผลผลิตผ่านผู้รับซื้อหรือพ่อค้าคนกลาง (ร้อยละ 91.50) รองลงมา คือ ขายเองตามตลาดท้องถิ่น (ร้อยละ 9.43) ขายเองบริเวณหน้าสวน (ร้อยละ 8.49) ออกร้านหรือบูธตามงานอีเว้นท์ต่าง ๆ (ร้อยละ 7.55) ส่งโรงงานส่งออก โรงงานแปรรูป (ร้อยละ 6.6) ส่งซุปเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า (ร้อยละ 0.94) และไม่มีการส่งผลผลิตออกต่างประเทศเอง (ร้อยละ 0)

ตารางที่ 4.6 การจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ด้านการจัดการผลผลิตมะพร้าวน้ำหอม

(N = 106)

การจัการสวนของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
4. การจัดการผลผลิต		
4.1 การเก็บเกี่ยวผลผลิต		
4.1.1 เก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 20 วัน/ครั้ง	83	78.30
4.1.2 ผู้รับซื้อมาตัดเองในสวน	96	90.56
4.1.3 ท่านสามารถสังเกตได้ว่าผลผลิตใดที่เก็บเกี่ยวได้ โดยสังเกตจาก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	73	68.87
1) สีของเปลือกมีสีเขียว ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป	60	56.60
2) หางหนูมีสีน้ำตาลประมาณครึ่งหนึ่ง	15	14.15
3) วงสีขาวรอบขั้วผลเริ่มจางลง	14	13.21
4) ดีดฟังเสียง	7	6.60
5) นับทะลาย โดยทะลายที่จะเก็บเกี่ยวได้ควรมีทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปมีผลขนาดเท่ากำปั้น และทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปอีกมีจั่นบานแล้ว	37	34.90
4.1.4 มีสถานที่พักผลผลิตก่อนการขนส่ง	19	17.92
4.1.5 มีการคัดขนาดของผลมะพร้าวก่อนจำหนาย	84	79.25
1) ท่านเป็นผู้คัดขนาดของผลมะพร้าวด้วยตนเอง (n=84)	9	10.71
2) ผู้รับซื้อเป็นผู้คัดขนาดของผลมะพร้าว (n=84)	84	100
4.1.6 คัดคุณภาพผลมะพร้าวก่อนจำหน่าย โดยคัดเลือกจาก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (n=55)	55	51.89
1) มีกลิ่นหอมตรงตามพันธุ์	40	72.73
2) มีความสด เก็บเกี่ยวที่ 180-200 วัน หลังจากจั่นบาน	29	52.73
3) น้ำหนักผลมะพร้าว ประมาณ 1-2 กิโลกรัม/ผล	42	76.36
4) สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่สามารถ มองเห็นได้	34	61.82
5) ไม่มีรองรอยการทำลายของศัตรูพืช	44	80.00
6) ไม่มีรอยซ้ำหรือตำหนิที่เห็นชัดเจน	42	76.36
7) อื่นๆ	3	5.45
4.2 การตลาด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
4.2.1 ขายผ่านผู้รับซื้อ/พ่อค้าคนกลาง	97	91.50

การจัดการสวนของเกษตรกร	จำนวนที่ปฏิบัติ (คน)	ร้อยละ
4.2.2 ขายเองบริเวณหน้าสวน	9	8.49
4.2.3 ขายเองตามตลาดท้องถิ่น	10	9.43
4.2.4 ออกบูธตามงานอีเว้นท์ต่างๆ	8	7.55
4.2.5 ส่งโรงงานส่งออก / โรงงานแปรรูป	7	6.60
4.2.6 ส่งซุปเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า	1	0.94
4.2.7 ส่งผลผลิตออกต่างประเทศเอง	0	0

ตอนที่ 3 สภาพปัญหาในการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

จากตารางที่ 4.7 สภาพปัญหาที่พบในการจัดการสวนมะพร้าวของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร มากที่สุดคือ ด้านการจำหน่ายผลผลิต (ร้อยละ 75.26) รองลงมา คือ ด้านคุณภาพผลผลิตมะพร้าว (ร้อยละ 30.74) อันดับสามคือ ด้านสุขภาพของเกษตรกร (ร้อยละ 19.08) อันดับสี่คือ ด้านปริมาณผลผลิตมะพร้าว (ร้อยละ 16.04) และปัญหาที่พบน้อยที่สุด คือ ด้านต้นทุนการผลิตมะพร้าว (ร้อยละ 3.77)

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร เกี่ยวกับสภาพปัญหาของการจัดการสวนมะพร้าว

(N =106)

สภาพปัญหา	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ลำดับที่ของระดับปัญหา
1. ไม่มีปัญหา	27	16.26	
2. มีปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	79	83.74	
2.1 ด้านคุณภาพผลผลิต	29	30.74	2
2.2 ด้านปริมาณผลผลิต	17	16.04	4
2.3 ด้านต้นทุนการผลิต	4	3.77	5
2.4 ด้านการจำหน่ายผลผลิต	71	75.26	1

สภาพปัญหา	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ลำดับที่ของระดับปัญหา
2.5 ด้านสุขภาพของเกษตรกร	18	19.08	3

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะในการจัดการสวนมะพร้าวของที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

จากตารางที่ 4.8 ข้อเสนอแนะของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร พบว่า เกษตรกรไม่ข้อเสนอแนะคิดเป็นร้อยละ 16.26 ในขณะเกษตรกรมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คิดเป็นร้อยละ 83.74 ซึ่งข้อเสนอแนะในการจัดการสวนมะพร้าวที่พบมากที่สุด คือ ควรมีการกำหนด มาตรฐานการขายผลผลิตมะพร้าวผลสด (ร้อยละ 78.26) รองลงมา คือ ต้องการให้มีราคากลางในการจำหน่ายผลผลิตมะพร้าว (ร้อยละ 30.74) อันดับสามคือ รัฐบาลควรมีมาตรการช่วยเหลือเกษตรกร ในช่วงราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ (ร้อยละ 16.04) อันดับสี่คือ หน่วยงานภาครัฐควรควบคุมราคาปุ๋ย ไม่ให้สูงจนเกินไป (ร้อยละ 3.77)

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของเกษตรกรที่เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร ที่มีข้อเสนอแนะในการจัดการสวนมะพร้าว

(N =106)

ข้อเสนอแนะ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ไม่มีข้อเสนอแนะ	27	16.26
2. มีข้อเสนอแนะ	79	83.74
2.1 ต้องการให้มีราคากลางในการจำหน่ายผลผลิตมะพร้าวผลสด	29	30.74
2.2 หน่วยงานภาครัฐควรควบคุมราคาปุ๋ยไม่ให้สูงจนเกินไป	17	16.04
2.3 รัฐบาลควรมีมาตรการช่วยเหลือเกษตรกรในช่วงราคา ผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ	4	3.77
2.4 ควรมีการกาหนดมาตรฐานการขายผลผลิตมะพร้าวผลสด	71	75.26

บทที่ 4 (1)
ผลการวิจัย

4.2 โครงการย่อยที่ 1 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการแช่เย็น กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

4.2.1 ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้แช่ที่มีลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก

ลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกแสดงดังตารางที่ 4.9. แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการแช่สารละลายทุกสภาวะทั้งหมดช่วยรักษาลักษณะปรากฏที่ดีของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้แช่สารละลายเคมีระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน (ตารางที่ 4.9) ในวันที่ 0 ตัวอย่างควบคุมมีเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) มีสีน้ำตาลแดงเข้มก่อนตัวอย่างอื่นที่มีการแช่ในสารละลายเคมี เนื่องจากการปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ที่เกิดขึ้นบริเวณเปลือกสีขาวในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบที่ต้องปอกเปลือกสีเขียวชั้นนอก (exocarp) ออกไป และระวห่างการเก็บรักษาที่เปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วหลังจากไม่กี่ชั่วโมง การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของสีเปลือกมะพร้าวชั้นกลางหลังการตัดแต่งเกิดจากกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลโดยใช้เอนไซม์ กระบวนการออกซิเดชันโดยใช้เอนไซม์นี้ทำให้เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) เปลี่ยนเป็น o-quinones ซึ่งการออกซิเดชันโดยใช้เอนไซม์นี้มีความไวต่อปฏิกิริยาในการผลิตสารพอลิเมอร์ที่ให้สีน้ำตาลในอาหารสด การเกิดปฏิกิริยานี้ต้องการออกซิเจนเป็นสารร่วมปฏิกิริยา (co-substrate) โดยปฏิกิริยานี้จะถูกกระตุ้นโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ซึ่งบ่งชี้ว่าปัจจัยภายนอกจากสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น มีผลต่อปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลสามารถถูกจำกัดได้โดยการใช้วิธีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การจุ่มในสารต้านการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงคุณภาพทางกายภาพและเคมีที่สูงและมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน (Ayaz et al., 2008; Wessels et al., 2014)

สำหรับตัวอย่างมะพร้าวควั่นที่แช่ในสารละลายกรดเปอร์อะซิติก (PAA) 80 ppm มีอายุการขายที่สั้น คือ 3 วัน เนื่องจากสีเปลือกที่ถูกตัดแต่งของมะพร้าวควั่นมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ไม่เป็นที่ต้องต้องการของผู้บริโภค ส่วนที่มะพร้าวควั่นที่แช่ในสารละลายเกลือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และ 20% สามารถช่วยยืดอายุการขายของตัวอย่างมะพร้าวควั่นได้นานขึ้นจาก 3 วัน เป็น 6 วัน ในขณะที่มะพร้าวควั่นที่แช่ในสารละลายสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 10% และ 20% สามารถช่วยยืดอายุการขายของตัวอย่างมะพร้าวควั่นได้นานขึ้นจาก 3 วัน

เป็น 15 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (ประมาณ 5-8 องศาเซลเซียส) ที่ทำให้มะพร้าวมีลักษณะปรากฏโดยรวมดีกว่าการแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายอื่นๆ ดูเหมือนว่ากรดซิตริกและโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นสูงจะให้ผลช่วยยืดระยะเวลาในการรักษาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏได้ดีกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น ส่วน PAA ไม่ได้ช่วยรักษาคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก

ตารางที่ 4.9 ลักษณะปรากฏของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกที่แช่ในสารยับยั้งการสีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ และมีระยะเวลาเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

Sample	0 day	3 days	6 days	9 days	15 days
Control					
Citric acid 10% (w/w)					
Citric acid 20% (w/w)					
NaCl 10% (w/w)					
NaCl 20% (w/w)					
Peroxyacetic 80 ppm					

กรดซิตริก (10% และ 20%) และ NaCl (10% และ 15%) ถูกเลือกสำหรับการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นที่ต่ำกว่าช่วงนี้ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในขณะที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อมะพร้าว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดซิกตริกที่ 10% และ 20% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุดในการรักษาคุณภาพของมะพร้าวควั่นปอกเปลือก

ในสภาวะที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลโดยการแช่ในสารละลายต่าง ๆ ทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ชัดว่ากรดซิตริกและโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นได้ กลไกการยับยั้งของกรดซิตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง กรดซิตริกและ NaCl ให้ผลการปกป้องในการรักษาสี ยืดอายุการเก็บการจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ และควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ของมะพร้าวควั่นได้ ผลการวิจัยเหล่านี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของเอนไซม์ในน้ำมะเขือเทศโดยการรวมกันของกรดซิตริกและ NaCl (Plaza et al., 2003) ซึ่งกรดซิตริกในความเข้มข้นสูงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเอนไซม์ในพืช ซึ่งเร่งปฏิกิริยาโดย PPO และ POD (Watada et al., 1996) กรดซิตริกความเข้มข้นสูงส่งผลให้เกิดสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง และสร้างคีเลตกับทองแดงที่บริเวณเร่ง (active site) ของเอ็นไซม์ PPO ซึ่งผลการยับยั้งนี้เกี่ยวข้องกับระดับการจับคีเลตทองแดงของกรดซิตริกฟีนอเลส โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ค่า pH ต่ำกว่า 4 การยึดเกาะทองแดงที่หลวมขึ้นที่บริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์ที่ใช้งานอยู่ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง และปล่อยให้กรดซิตริกกำจัดทองแดงในโครงสร้างของเอ็นไซม์ออกไป (Wang et al., 2003; Altunkaya and Gökmen, 2009) การศึกษาของ Manolopoulou and Varzakas (2011) รายงานว่าการใช้กรดซิตริก 1% ร่วมกับการเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ (0 °C) ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีแปรรูปขั้นต่ำเป็นเวลา 22 วัน กรดซิตริกความเข้มข้นสูง (20% ในการศึกษาครั้งนี้) ช่วยรักษาสีและการยอมรับโดยรวม และคุณภาพของมะพร้าวควั่นได้ จนถึง 15 วัน ของการเก็บรักษาที่ 5-8 °C สำหรับผลยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของ NaCl นั้นเกิดจากประจุลบของอนุภาคคลอไรด์ ซึ่งกลไกนี้ถูกกล่าวถึงว่าเป็นปฏิกิริยาที่ไม่แข่งขันในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ในแอปเปิ้ล (Janovitz-Klapp et al., 1990) นอกจากนี้อนุภาค Cl- อาจมีปฏิสัมพันธ์กับทองแดงสองตัวของ PPO และแทนที่ลิแกนด์ตัวทำละลายที่เชื่อมต่อไอออนทองแดงในบริเวณเร่ง (active site) ของเอนไซม์ (Eicken et al., 1999) อย่างไรก็ตาม NaCl มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของเอนไซม์เมื่อเติมลงในระบบสารตั้งต้น-เอนไซม์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เป็นกรด ที่ pH ต่ำ Cl- และความแรงไอออนิกเป็นกลไกที่มีผลต่อต่อการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของเอนไซม์อย่างมาก (Laurenti et al., 2000) เช่นในการศึกษาของ Nguyen et al. (2019) ที่รายงานการใช้สารละลายกรดซิตริก 20% ร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ 15% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในมะพร้าวตัวแต่งและยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวตัดแต่งได้นานถึง 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ทำให้มะพร้าวมีความสามารถในการขายโดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพอื่น ๆ รวมถึงสี, pH, TA, TSS และการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

4.2.2 ผลของการแช่มะพร้าวควั่นปอกเปลือกในสารละลายที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนผิวของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

การแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างเวลาในการเก็บรักษา 15 วัน (ตารางที่ 4.10) พบว่าการแช่ในสารละลายกรดซิตริก 10% และ 20% ให้ค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุดตามด้วย NaCl 10 และ NaCl 20% ตามด้วยตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้แช่สารละลายใด ๆ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 68.66-72.90 และตัวอย่างที่แช่ในสารละลาย PAA 80 ppm มีค่าความสว่างต่ำที่สุด อยู่ในช่วง 62.88-68.11 (ตารางที่ 4.10) ซึ่งต่ำกว่าการแช่สารละลายอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการบำบัดด้วย PAA ให้ค่าความสว่าง (L*) ต่ำกว่าการตัวอย่างมะพร้าวที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากรดซิตริกและ NaCl มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีกว่า PAA ด้วยกลไกการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ดังที่กล่าวมาข้างต้น และยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่า PAA ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีน้ำตาลในตัวอย่าง ซึ่งส่งผลให้ค่า L* ลดลง ค่า BI และ ΔE* เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อที่เกิดจาก PAA ซึ่งนำไปสู่การปล่อยเอนไซม์จากเซลล์เพื่อส่งเสริมการเกิดออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล ผลการวิจัยเหล่านี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wang et al. (2007) และ Ghidelli et al. (2013) ซึ่งรายงานว่า การใช้ PAA หลังจากการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้ลูกพลับแปรรูปขั้นต่ำและแอปเปิลหั่นสด ตามลำดับ

ค่าดัชนีสีน้ำตาล (BI) ของมะพร้าวที่ไม่ผ่านการแช่สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (23.47-56.73) จากวันที่ 0 ถึงวันที่ 3 ส่วนการแช่ในสารละลาย PAA 80 ppm ทำให้ตัวอย่างมีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อนซึ่งให้ค่าดัชนีสี (BI) สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในสารละลายอื่น ๆ ค่าดัชนีสีน้ำตาล (BI) และมีค่าคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบทุกสภาวะ พบว่าการแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายกรดซิตริก 10% และ 20 % สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลบนตัวอย่างมะพร้าวได้ดีกว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และ PAA

ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE*) ของตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่แช่ด้วยสารละลาย PAA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 3 วัน แรกของการเก็บรักษา ซึ่งบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วในระยะสั้นของการเก็บรักษา ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.10) ส่วนการแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายกรดซิตริกและสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ทำให้ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE*) หรือตัวอย่างมีการเปลี่ยนสีต่ำกว่าการแช่ด้วย PAA อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามการแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายกรดซิตริก 10% และ 20% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20% ทำให้ค่า ΔE* ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งอยู่ในช่วง 8.54–17.74 ในระหว่างช่วงการเก็บรักษา 15 วัน ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.10 ผลของชนิดสารยับยั้งการสีน้ำตาลและระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์มะพร้าวควั่นปอกเปลือก

สารละลายที่ใช้แช่	เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ความสว่าง (L*)	ดัชนีสีน้ำตาล (BI, %)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ปริมาณกรดทั้งหมด (TA, %)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
ตัวอย่างควบคุม	0	84.65±1.20	23.47±2.58	8.50±0.08	0.09±0.01	5.43±0.10
	3	72.90±2.91	56.73±9.21	8.45±0.05	0.06±0.01	5.58±0.08
	6	72.74±2.58	54.90±8.40	7.42±0.09	0.04±0.00	5.81±0.05
	9	68.66±4.77	57.65±13.36	7.01±0.05	0.03±0.00	6.13±0.10
	15	69.79±.46	61.62±7.81	6.75±0.10	0.03±0.00	6.15±0.06
CA 10%	3	82.99±1.37	27.92±3.25	8.85±0.05	0.07±0.01	5.64±0.10
	6	83.47±1.41	23.11±1.82	7.46±0.10	0.04±0.00	5.95±0.07
	9	80.29±1.77	21.27±1.60	7.24±0.05	0.03±0.01	6.53±0.05
	15	81.03±1.32	20.95±1.60	6.64±0.05	0.03±0.00	6.62±0.05
CA 20%	3	83.64±0.94	27.14±2.32	8.45±0.05	0.07±0.01	5.54±0.05
	6	83.69±1.24	23.05±1.42	7.42±0.09	0.04±0.00	5.67±0.05
	9	83.72±1.30	22.84±1.60	7.01±0.05	0.03±0.00	6.27±0.08
	15	82.12±1.79	21.34±1.78	6.75±0.10	0.03±0.00	6.43±0.10
NaCl 10%	3	80.21±2.29	38.06±3.84	8.62±0.05	0.06±0.01	5.48±0.05
	6	79.09±2.75	38.05±9.08	7.58±0.10	0.04±0.00	5.64±0.05
	9	77.03±2.41	38.27±5.69	7.24±0.06	0.03±0.00	6.11±0.10
	15	76.29±2.26	42.13±4.72	6.92±0.05	0.03±0.00	6.23±0.05
NaCl 20%	3	80.42±1.68	34.95±4.08	8.36±0.08	0.06±0.01	5.59±0.05
	6	71.96±3.09	33.72±7.77	7.52±0.10	0.03±0.00	5.62±0.05
	9	74.54±3.76	47.45±5.94	7.13±0.05	0.03±0.00	6.16±0.10
	15	73.20±2.06	47.81±4.63	6.84±0.05	0.03±0.00	6.27±0.05
PAA 80 ppm	3	68.11±3.11	89.71±11.61	8.37±0.05	0.06±0.01	5.24±0.05
	6	63.42±4.19	97.85±10.09	7.35±0.05	0.03±0.00	5.42±0.10
	9	63.59±3.99	98.86±8.16	6.97±0.05	0.03±0.00	6.15±0.05
	15	62.88±3.32	99.11±33.43	6.52±0.08	0.03±0.00	6.27±0.05

หมายเหตุ: ค่าในตารางคือค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการทดสอบแบบ Duncan's multiple range test ($P<0.05$)

4.2.3 ผลของการแช่สารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีต่อค่าปริมาณกรดทั้งหมด (TA), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TSS) ในน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวควั่นปอกเปลือกระหว่างการเก็บรักษา

การแช่มะพร้าวควั่นปอกเปลือกในสารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่บริเวณเปลือกหลังการตัดแต่งพบว่าไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าปริมาณกรดทั้งหมด (TA), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TSS) ในน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวควั่นปอกเปลือก (ตารางที่ 4.10) ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพของน้ำมะพร้าว ($P < 0.05$) ดังที่แสดงตารางที่ 4.10 แม้ว่า TA ของน้ำมะพร้าวจะลดลงอย่างรวดเร็วใน 3 วันแรกของการเก็บรักษามะพร้าวควั่นที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ที่ตรวจพบได้ตั้งแต่วันที่ 3-15 ของระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งอยู่ในช่วง 0.035–0.068% ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามการลดลงของค่า TA ในระหว่างเวลาเก็บรักษา ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.10) ค่า pH ของตัวอย่างที่ผ่านการแช่สารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลทุกสภาวะเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปในช่วง 3 วันแกของการเก็บรักษา ($P < 0.05$) จากนั้นค่า pH ของน้ำมะพร้าวมีแนวโน้มคงที่จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งอยู่ในช่วง 6.38-7.58 ค่า TSS อยู่ในช่วง 5.43 – 6.62 °Brix ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา ($P \geq 0.05$)

คุณภาพของน้ำมะพร้าวน้ำหอมแบบตัดแต่งเปลี่ยนแปลงไปอย่างค่อยเป็นค่อยไปในระหว่างการเก็บรักษาที่ 5-8 องศาเซลซียส ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่า pH ของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ผลลัพธ์ที่คล้ายกันได้รับรายงานในมะพร้าวหลังการเก็บเกี่ยว (Haseena et al., 2010) หลังจากเก็บรักษา 8 สัปดาห์ คุณภาพของน้ำมะพร้าวในการศึกษานี้ยังคงยอมรับได้ เนื่องจากน้ำมะพร้าวที่ยอมรับไม่ได้มีค่า pH และ TA < 0.02% (Jangchud et al., 2007) และการศึกษาของ Nguyen et al. (2019) ได้รายงานว่าหลังจากเก็บรักษามะพร้าวตัดแต่ง 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส คุณภาพของน้ำมะพร้าวในการศึกษานี้ยังคงยอมรับได้ โดยค่า pH อยู่ในช่วง 6.38-6.55 และ TA อยู่ในช่วง 0.035-0.048% รวมถึงมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) อยในช่วง 7.35-7.84 °Brix โดยทั่วไป ค่า pH ของตัวอย่างทั้งหมดเพิ่มขึ้นพร้อมกับการลดลงของค่าความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ ในขณะที่ค่า TSS ลดลงเล็กน้อยในช่วงเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน ควรสังเกตว่าการเปลี่ยนแปลงของ TA, pH และ TSS ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ในการแช่มะพร้าวในสารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลบนเปลือกที่ถูกตัวแต่งที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา

4.2.4 ผลของการแช่สารละลายเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่มีต่อการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของสารละลายได้รับผลกระทบอย่างมากจากความเข้มข้นของกรดซิตริกและ NaCl ต่อปริมาณแบคทีเรียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophilic bacteria) และยีสต์และราในมะพร้าวควั่นปอกเปลือกตัดแต่งแล้ว (ตารางที่ 4.11) การแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายกรดซิตริก 20% เป็นสภาวะที่ควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงยีสต์และราได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ลดลงเหลือเพียง 2.50×10^1 CFU และไม่พบการเจริญของยีสต์และราในวัน 3 แรกของการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายเคมี และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 2.50×10^1 – 1.58×10^3 CFU ($P \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม TPC ของตัวอย่างที่แช่ในสารละลายทุกสภาวะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาในการเก็บรักษา และไม่พบการเจริญของยีสต์และรา ($P < 0.05$) ซึ่งตัวอย่างควบคุมที่เก็บรักษาเป็นเวลา 9-15 วัน รวมถึงตัวอย่างที่แช่ในสารละลาย NaCl และ PAA ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ แต่มีลักษณะปรากฏของผิวเปลือกที่เกิดสีน้ำตาลทำให้คุณภาพภายนอกต่ำกว่าเกณฑ์ความสามารถในการจำหน่ายจึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

การแช่มะพร้าวควั่นในสารละลายกรดซิตริก 20% และ 10% มีผลที่ชัดเจนในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (TPC) และจำนวนยีสต์และราจนถึงวันที่ 15 ของระยะเวลาเก็บรักษา รองลงมาคือการแช่ในสารละลาย NaCl 10% และ 20% ตามลำดับ ส่วนสารละลาย PAA มีอิทธิพลอย่างมากต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะพร้าวควั่นหรือในมะพร้าวตัดแต่งแล้วในช่วง 6 วัน แรกของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม PAA สูญเสียความสามารถในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ (TPC) หลังวันที่ 9 ของการเก็บรักษา จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา มะพร้าวที่แช่ในสารละลาย PAA จะถูกปฏิเสธจากผู้บริโภคเนื่องจากคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ไม่ได้มาตรฐานหรือคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏที่เกิดสีน้ำตาลเข้มที่เปลือกมะพร้าวส่วนที่ถูกตัดแต่ง

ค่า TPC ของตัวอย่างมะพร้าวควั่นที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายกรดซิตริก 20% ทำให้มะพร้าวมีปริมาณของ TPC เพิ่มขึ้นไม่มากนักระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน ที่ 5-8 ℃ เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในสารละลายอื่นๆ มีรายงานว่าสารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้นสูงมีความสามารถในการต้านจุลินทรีย์ในผักสลัดที่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้ (Akbas and Ölmez, 2007) การออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของกรดอินทรีย์อาจขึ้นอยู่กับการลดค่า pH อัตราส่วนของกรดที่ไม่แตกตัว ความยาวสายโซ่สรีรวิทยาและการเผาผลาญของเซลล์จุลินทรีย์ กรดซิตริกมีประสิทธิภาพมากกว่ากรดแลคติกในการลดปริมาณแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic bacteria) เนื่องจากมีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) มากกว่าหนึ่งกลุ่ม (Poli et al., 1979)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของมะพร้าวควั่นปอกเปลือกที่แช่ในสารเคมีต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส

สารละลายที่ใช้แช่	เวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)
ตัวอย่างควบคุม	0	$3.98 \times 10^3 \pm 0.00$	ND
	3	$15.81 \times 10^3 \pm 0.00$	ND
	6	$31.62 \times 10^3 \pm 0.01$	ND
	9	NA	ND
	15	NA	2.00±0.00
CA 10%	3	$2.98 \times 10^1 \pm 0.01$	ND
	6	$0.79 \times 10^1 \pm 0.00$	ND
	9	$1.99 \times 10^2 \pm 0.02$	ND
	15	$3.16 \times 10^3 \pm 0.02$	2.00±0.00
CA 20%	3	$2.50 \times 10^1 \pm 0.00$	ND
	6	$6.31 \times 10^1 \pm 0.00$	ND
	9	$3.16 \times 10^2 \pm 0.02$	ND
	15	$1.58 \times 10^3 \pm 0.04$	1.00±0.00
NaCl 10%	3	$3.10 \times 10^1 \pm 0.00$	ND
	6	$5.01 \times 10^2 \pm 0.00$	ND
	9	$12.59 \times 10^3 \pm 0.03$	ND
	15	NA	2.00±0.00
NaCl 20%	3	$3.98 \times 10^1 \pm 0.00$	ND
	6	$3.98 \times 10^2 \pm 0.02$	ND
	9	$2.51 \times 10^3 \pm 0.03$	ND
	15	$79.43 \times 10^3 \pm 0.08$	2.00±0.5
PAA 80 ppm	3	$3.16 \times 10^1 \pm 0.01$	ND
	6	$12.88 \times 10^2 \pm 0.05$	ND
	9	$63.09 \times 10^3 \pm 0.08$	ND
	15	NA	2.00±0.5

หมายเหตุ: NA: ไม่วิเคราะห์ เนื่องจากคุณภาพภายนอกต่ำกว่าเกณฑ์ความสามารถในการจำหน่าย (คะแนน < 3) ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรย่อเหมือนกัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ NS: ไม่มีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรย่อเหมือนกัน ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

นอกจากนี้ NaCl มักทำงานผ่านการคายน้ำ (dehydration) ออกจากอาหารโดยกำจัดโมเลกุลน้ำจำนวนมากในผลิตภัณฑ์อาหารที่แบคทีเรียต้องการในการดำรงชีวิตและเจริญเติบโต การเติมเกลือทำให้ค่า water activity ในผลิตภัณฑ์อาหารลดลงผ่านกระบวนการออสโมซิส (osmosis) การลดค่า water activity ของผลิตภัณฑ์อาหารลงให้ต่ำ 0.91 เพียงพอที่จะป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียส่วนใหญ่ (Parish, 2006) และเมื่อลดค่า water activity ต่ำกว่า 0.60 สามารถควบคุมการเจริญของยีสต์และราได้ในอาหารแห้ง (Li and Torres, 1993) ยิ่งไปกว่านั้นที่ความเข้มข้นของเกลือ NaCl ที่มากกว่า 8.5% มีรายงานว่าสามารถยับยั้งการอยู่รอดหรือการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค *E. coli* O157:H7 (Glass et al., 1992) PAA สามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่ง PAA ทำหน้าที่เป็นสารฆ่าเชื้อที่ออกซิไดซ์เยื่อหุ้มเซลล์ภายนอกของจุลินทรีย์ กลไกการเกิดออกซิเดชันประกอบด้วยการถ่ายโอนอิเล็กตรอน เมื่อใช้สารออกซิไดซ์ที่แรงกว่า อิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนไปยังจุลินทรีย์อย่างเร็วขึ้น ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีของจุลินทรีย์จะถูกยับยั้งอย่างรวดเร็ว (Kitis, 2004) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ การแช่มะพร้าวควั่นปอกเปลือกในสารละลาย PAA มีประสิทธิภาพในการควบคุม TPC ในตัวอย่างได้เพียง 6 วัน ของการเก็บรักษา ซึ่งอาจเป็นเพราะเวลาสัมผัสของตัวอย่างกับสารละลาย PAA ไม่เพียงพอ ความเข้มข้นและเวลาสัมผัสเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดจุลินทรีย์ของการแช่มะพร้าวควั่นในด้วยสารละลาย PAA ใน ผลิตผลไม้สดตัดแต่ง (fresh-cut) (Vandekinderen et al., 2009)

เอกสารอ้างอิง

Akbas, M. Y., & Ölmez, H. (2007). Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh‐cut iceberg lettuce. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(14), 2609-2616.

Altunkaya, A., & Gökmen, V. (2009). Effect of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (L. sativa). Food chemistry, 117(1), 122-126.

Ayaz, F. A., Demir, O., Torun, H., Kolcuoglu, Y. A. K. U. P., & Colak, A. H. M. E. T. (2008). Characterization of polyphenoloxidase (PPO) and total phenolic contents in medlar (Mespilus germanica L.) fruit during ripening and over ripening. Food chemistry, 106(1), 291-298.

Eicken, C., Kreb, B., & Sacchettini, J.C. (1999). Catechol oxidase-structure and activity. Current opinion in structural biology. 9(6), 677-683.

Ghidelli, C., Rojas-Argudo, C., Mateos, M., & Pérez-Gago, M. B. (2013). Effect of antioxidants in controlling enzymatic browning of minimally processed persimmon 'Rojo Brillante'. Postharvest Biology and Technology, 86, 487-493.

Glass, K. A., Loeffelholz, J. M., Ford, J. P., & Doyle, M. P. (1992). Fate of Escherichia coli O157: H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. Applied and Environmental Microbiology, 58(8), 2513-2516.

Janovitz-Klapp, A. H., Richard, F. C., Goupy, P. M., & Nicolas, J. J. (1990). Inhibition studies on apple polyphenol oxidase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38(4), 926-931.

Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. Environment international, 30(1), 47-55.

Laurenti, E., Suriano, G., Ghibaudi, E. M., & Ferrari, R. P. (2000). Ionic strength and pH effect on the Fe (III)-imidazolate bond in the heme pocket of horseradish peroxidase: an EPR and UV–visible combined approach. Journal of Inorganic Biochemistry, 81(4), 259-266.

Li, K. Y., & Torres, J. A. (1993). Water activity relationships for selected mesophiles and psychrotrophs at refrigeration temperature. Journal of food protection, 56(7), 612-615.

Mohpraman, K., & Siriphanich, J. (2012). Safe use of sodium metabisulfite in young coconuts. Postharvest Biology and Technology, 65, 76-78.

Nguyen, D. T. N., Tongkhao, K., & Tongchitpakdee, S. (2019). Application of citric acid, sodium chloride and peroxyacetic acid as alternative chemical treatment for organic trimmed aromatic coconut. J. Nat. Sci, 18, 444-460.

Plaza, L., Muñoz, M., de Ancos, B., & Cano, M. P. (2003). Effect of combined treatments of high-pressure, citric acid and sodium chloride on quality parameters of tomato puree. European Food Research and Technology, 216, 514-519.

Poli, G., Biondi, A., Uberti, F., Ponti, W., Balsari, A., & Cantoni, C. (1979). Virucidal activity of organic acid. Food Chemistry, 4(4), 251-258.

Vandekinderen, I., Devlieghere, F., De Meulenaer, B., Ragaert, P., & Van Camp, J. (2009). Optimization and evaluation of a decontamination step with peroxyacetic acid for fresh-cut produce. Food Microbiology, 26(8), 882-888.

Wang, H., Feng, H., & Luo, Y. (2007). Control of browning and microbial growth on fresh-cut apples by sequential treatment of sanitizers and calcium ascorbate. Journal of Food Science, 72(1), M001-M007.

Wang, L. F., Kim, D. M., Park, J. D., & Lee, C. Y. (2003). Various anti-browning agents and green tea extract during processing and storage. Journal of food Processing and Preservation, 27(3), 213-225.

Watada, A. E., Ko, N. P., & Minott, D. A. (1996). Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. Postharvest biology and Technology, 9(2), 115-125.

Wessels, B., Schulze-Kaysers, N., Damm, S., & Kunz, B. (2014). Effect of selected plant extracts on the inhibition of enzymatic browning in fresh-cut apple. Journal of Applied Botany and Food Quality, 87.

บทที่ 4 (1)
ผลการวิจัย

4.3 โครงการย่อยที่ 2 การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปรอากาศ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

มะพร้าวเจียรไร้เปลือกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากมะพร้าวน้ำหอมผลสดที่มีศักยภาพในการเติบโตในตลาดโลกเนื่องจากผู้บริโภคมีความรู้มากขึ้นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ยั่งยืนจากพืช สภาพการขนส่งและการขายปลีกทั่วไปของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก อยู่ที่อุณหภูมิห้องเย็น 2-8 องศาเซลเซียส จากผู้ผลิตถึงผู้บริโภค อุปสรรคหลักของการขนส่งมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่อุณหภูมิต่ำคือ การเน่าเสียทางกายภาพและจุลชีววิทยา การเน่าเสียทางกายภาพเกิดขึ้นบนพื้นผิวเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) ของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกและสีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วหลังจากสัมผัสกับอากาศและแสง (Paull and Ketsa, 2015) โดยเปลือกหลังการตัดแต่งเอาเปลือกชั้นนอกออก (exocarp) เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากการออกซิเดชันจากเอนไซม์ การจุ่มมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล เช่น โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (SMS) ที่ความเข้มข้น 3–5% เป็นเวลา 5–10 นาที ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนพื้นผิวของมะพร้าว (Mohpraman and Siriphanich, 2012)

การเน่าเสียทางจุลชีววิทยาจากการศึกษาที่ถูกรายงานเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่เจริญได้บนพื้นผิวมะพร้าวที่ปอกเปลือกแล้วและในน้ำมะพร้าวที่เก็บไว้ในสภาพบรรยากาศปกติ ได้แก่ *Aspergillus spp., A. niger, Fusarium spp.* และ *Penicillium spp.* ที่มักถูกพบบนผิวด้านนอกของมะพร้าวที่ปอกเปลือก (Farungsang et al. 2012) ขณะที่การศึกษาของ Luengwilai et al. (2014) พบ *Aspergillus spp.* และ *Penicillium spp.* บนเปลือกมะพร้าวมาคาปูโนหรือมะพร้าวกะทิหลังที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เชื้อยีสต์ *Aureobasidium pullulans, Candida tropicalis, Kloeckera apis* และ *Saccharomyces cerevisiae* ยังถูกพบในน้ำมะพร้าวที่สกัดด้วยเครื่องผ่ามะพร้าวในร้านค้าปลีกในเมืองต่างๆ ของบราซิล (Maciel et al., 2013) ขณะที่ *Klebsiella sp., Kluyvera sp.* และ Staphylococcus *epidermidis* ถูกแยกออกจากเอนโดสเปิร์มเหลวที่ได้จากตลาดเปียกในฟิลิปปินส์ (Gabriel and Colambo, 2016) รายงานก่อนหน้านี้ระบุถึงกลุ่มของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตบนผิวด้านนอกของมะพร้าวที่ปอกเปลือกและในน้ำมะพร้าว แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) นั้นมีอยู่จำกัด

ข้อมูลเกี่ยวกับผลประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) ต่อคุณภาพจุลินทรีย์ของผลไม้มีอยู่อย่างจำกัด สภาพการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) ถูกรายงาน

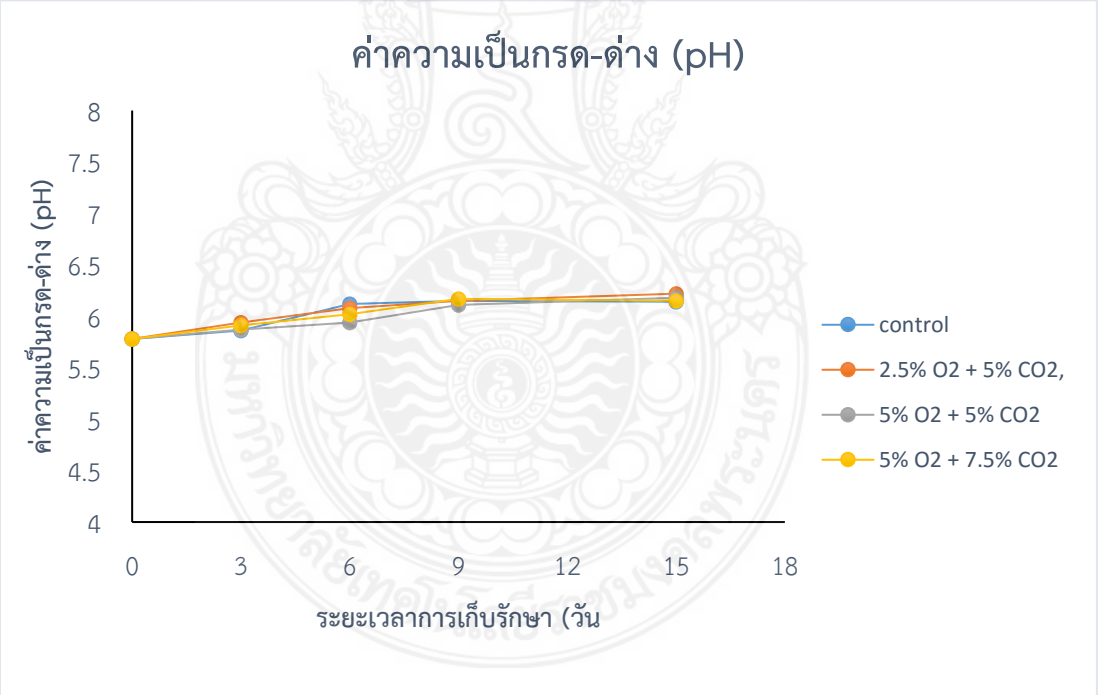
ว่ารักษาคุณภาพ ยืดอายุการเก็บรักษา และรักษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลไม้และผักหลายชนิด (dos Santos et al., 2018, Khan et al., 2017, Singh and Pal, 2008) ขณะที่ Khan et al. (2017) พบว่าการเก็บรักษาลำไยในสภาพการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) ที่มี O_2 5% + CO_2 10% และ O_2 5% + CO_2 15% ที่อุณหภูมิ 2 °C มีศักยภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน อย่างไรก็ตาม เงื่อนไขการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (CA) เพียงอย่างเดียวไม่สามารถป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ขณะที่สารเช่น กรดซิตริกและโซเดียมคลอไรด์ก็ยับยั้งจุลินทรีย์ได้เช่นกัน

กรดกรดซิตริกถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในผลผลิตที่หั่นสดใหม่เพื่อเป็นสารจุ่มเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Ali et al., 2021) แต่ผลของการยับยั้งด้วยกรดชนิดนี้มีระยะเวลาสั้น (time-sensitive) (Nicolas et al., 1994) ส่วนโซเดียมคลอไรด์ถูกใช้อย่างแพร่หลายเพื่อเป็นสารปรุงแต่งอาหาร แต่มีการศึกษาไม่มากนักที่เกี่ยวกับการใช้โซเดียมคลอไรด์กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวในผลผลิตสดเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ซึ่ง Li et al. (2015) รายงานว่าโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมล/ลิตร ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในชิ้นแอปเปิ้ล โซเดียมคลอไรด์ทำให้เซลล์จุลินทรีย์เกิดภาวะช็อกจากแรงดันออสโมติก ส่งผลให้สูญเสียน้ำซึ่งนำไปสู่การตายของเซลล์หรือการเจริญเติบโตที่ชะลอตัว (Davidson and Taylor, 2007) โซเดียมคลอไรด์ยังมีข้อได้เปรียบทางด้านต้นทุนราคาที่ต่ำกว่ากรดซิตริกถึง 6% กิจกรรมการต้านจุลชีพของกรดซิตริกช่วยลดค่า pH ภายในของเซลล์จุลินทรีย์และรบกวนการขนส่งสารตั้งต้นโดยการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (Seok and Ha, 2021) การศึกษาของ Jiang et al. (2004) รายงานว่าโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมล/ลิตร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของแห้วสดได้ การผสมผสานระหว่างโซเดียมคลอไรด์ 15% และกรดซิตริก 20% (สารละลายเกลือ/กรด) ห่อด้วยฟิล์มพีวีซีควบคุมการเปลี่ยนสีและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของมะพร้าวหอมที่ปอกเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 2 เซลเซียส (Nguyen et al., 2019) อย่างไรก็ตาม การยืดอายุการเก็บรักษาของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกด้วยสารละลายเกลือ/กรดที่ความเข้มข้นต่ำยังต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม

เทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการรักษาคุณภาพของผลผลิตสดคือ สภาพบรรยากาศควบคุม (CA) เป็นการลดความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน (O_2) และการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทำให้สภาพบรรยากาศควบคุม เป็นการรักษาที่ไม่ใช้สารเคมีและไม่ใช้ความร้อนที่มีศักยภาพในการลดการเน่าเสียของมะพร้าวตัดแต่ง ในการศึกษานี้ผลของอัตราส่วน O_2:CO_2 ที่ร่วมกับการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริกได้รับการตั้งสมมติฐานว่าจะรักษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 15 วันได้

4.3.1 ผลการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก

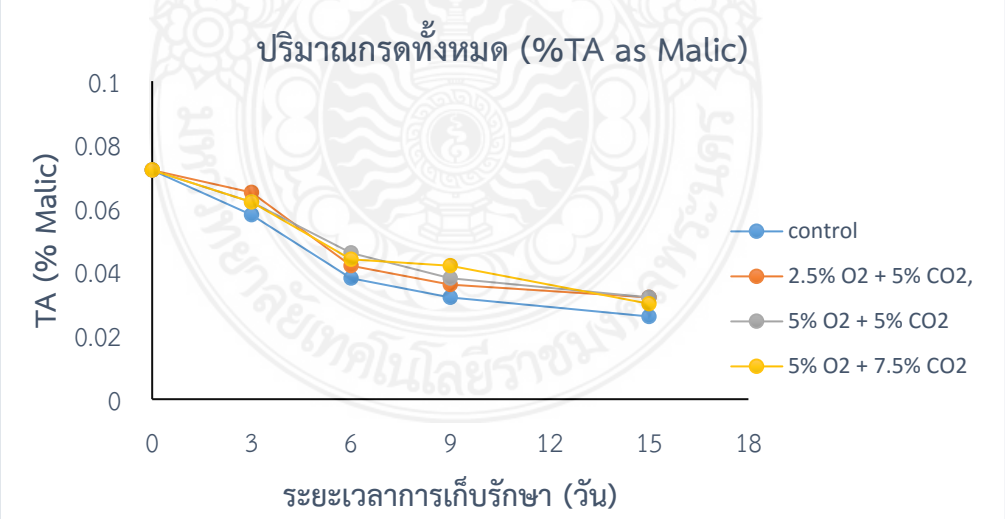
ระดับค่า pH ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกตลอดระยะเวลา 15 วันของการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับสภาพ CA ทั้ง 3 สภาวะ (2.5% O_2 + 5% CO2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2) เมื่อเทียบกับสภาพบรรยากาศ (ควบคุม) ค่า pH เฉลี่ยของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก จากทั้ง 4 สภาวะการเก็บรักษา มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากค่าเริ่มต้นในช่วงหลังการเก็บรักษา 3, 6 และ 9 วัน รูปที่ 4.11 ค่า pH ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีความคล้ายคลึงกับค่าน้ำมะพร้าวน้ำหอมเผาที่สังเกตโดย (Jangchud et al., 2007) ซึ่งอยู่ในช่วง 6.21 ถึง 6.46 หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามผลที่ได้เหล่านี้แตกต่างจากมะพร้าวอ่อนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 27 °C เป็นเวลา 13 วัน โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.9 ถึง 5.4 (Haseena et al, 2010) โดยรวมแล้ว ผลการวิจัยนี้พบว่าค่า pH ที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการย่อยสลายของกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกระหว่างการเก็บรักษา การเพิ่มขึ้นของค่า pH ยังเกิดจากปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำมะพร้าวที่ลดลงตามความแก่ของผล (Kumar et al., 2021) เช่นเดียวกันทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำมะพร้าวก็เพิ่มขึ้นตามการพัฒนาหรือการเจริญของผลมะพร้าว (Kwiatkowski et al., 2008)



รูปที่ 4.11 ค่า pH ของน้ำมะพร้าวของมะพร้าวเจียรปอกเปลือก (PC) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2

4.3.2 ผลการตรวจสอบปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Titratable acidity, TA)

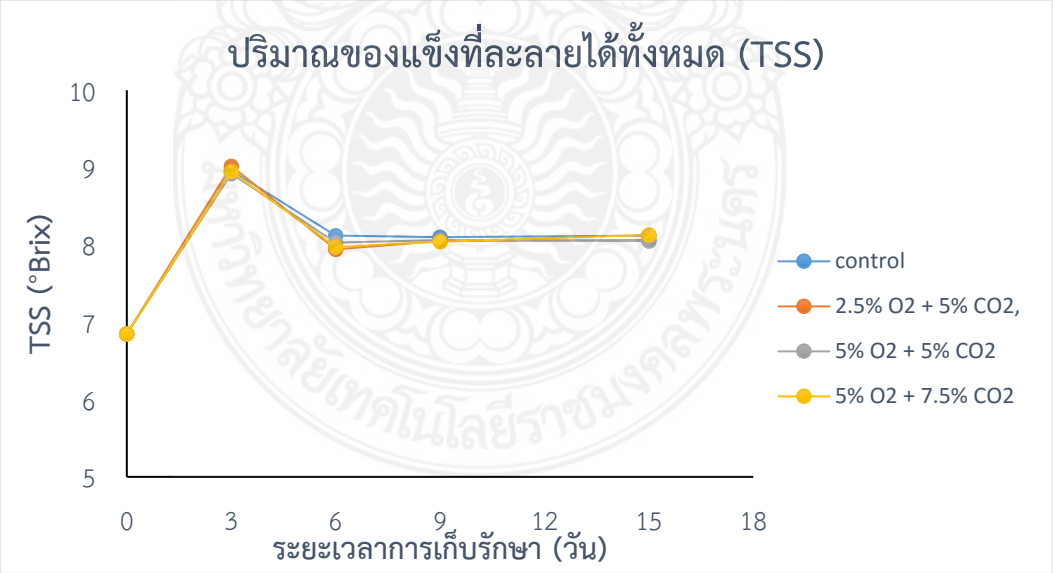
การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) แสดงในรูปที่ 4.12 ค่าปริมาณกรดทั้งเริ่มต้นของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บรักษาในสภาพแวดล้อมทั้ง 4 สภาวะมีค่าเฉลี่ยน 0.07% จากนั้นลดลงเหลือประมาณ 0.03% ในวันที่ 3 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 0.04% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ค่าปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมะพร้าวมะกะปูน (Makapuno coconut) อยู่ที่ 0.07%, 0.05% และ 0.08% ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ (Luengwilai et al., 2014) การเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บรักษาในสภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 5% CO_2 ในช่วงวันที่ 3 ถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษาเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีตามธรรมชาติในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ค่าปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บไว้ในสภาวะ 5% O_2 + 7.5% CO_2 ลดลงเหลือ 0.03% ในวันที่ 9 แนวโน้มของค่าปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซึ่งมีการศึกษาของ Kwiatkowski et al. (2008) ได้รายงานว่าค่าปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมะพร้าวลดลงเหลือ 1.10, 0.90 และ 0.80 กรัม/ลิตร หลังจากการพัฒนาและเจริญของผลมะพร้าวที่ 6, 7 และ 8 เดือน ตามลำดับ โดยการเพิ่มขึ้นของค่าปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือกเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 9 ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา เกิดจากการผลิตกรดในวงจรเครบ์ส (Kreb's cycle) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ Paull and Ketsa (2015) ที่รายงานว่าค่าปริมาณกรดทั้งหมดของมะพร้าวที่ถูกปอกเปลือกเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเช่นกัน



รูปที่ 4.12 ปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำมะพร้าวของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2

4.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Total soluble solid, TSS)

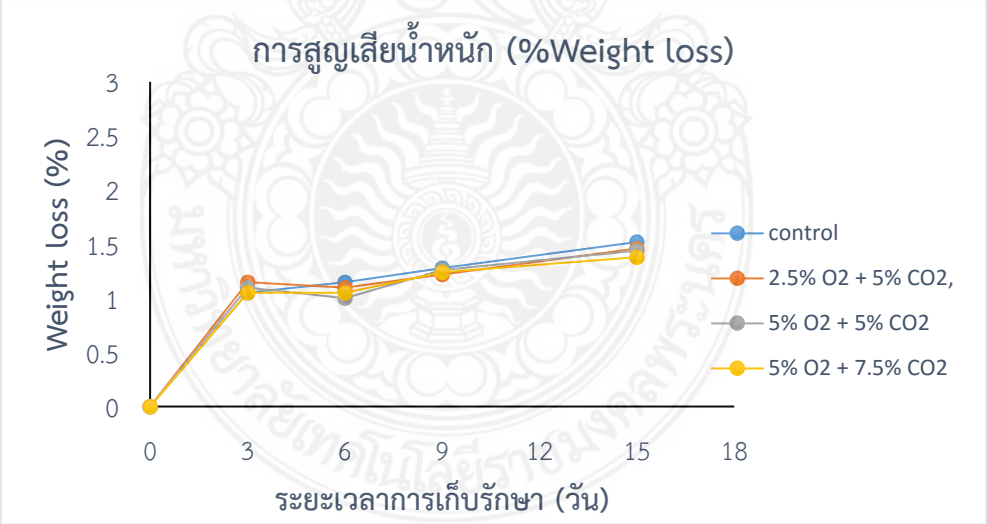
ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) เพิ่มขึ้นในวันที่ 3 จาก 7 °Brix เป็น 9 °Brix (รูปที่ 4.13) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Haseena et al. (2010) ที่พบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 4.9 g/100 mL เป็น 5.1 g/100 mL ในน้ำมะพร้าวในช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บรักษา เนื่องจากแป้งและโพลีแซคคาไรด์ในน้ำมะพร้าวเปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (Hoda et al., 2001) จากนั้นค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ลดลงเล็กน้อยและคงที่ประมาณ 8 °Brix ตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษามะพร้าวเจียรไร้เปลือก ซึ่งผลการศึกษามีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ของน้ำมะพร้าวมะกะปูน (Makapuno coconut) ที่เพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกันจาก 5 °Brix (ในช่วงเก็บเกี่ยว) เป็น 7 °Brix หลังจากเก็บไว้ 2 สัปดาห์ก่อนที่จะลดลงเหลือ 5 °Brix ในสัปดาห์ที่ 6 (Luengwilai et al., 2014) การลดลงของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ในน้ำมะพร้าวในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาเกิดจากการใช้น้ำน้ำตาลเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส นอกจากนี้ Nei et al. (2006) ได้รายงานว่าการหายใจเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่เร่งการสูญเสียคุณภาพของผลิตผักและผลไม้สดเนื่องจากมีการสลายน้ำตาลในปฏิกิริยาการหายใจ อย่างไรก็ตาม ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก ในการวิจัยนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงระยะเวลาเก็บรักษา 15 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก ในการวิจัยนี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Luengwilai et al. (2014)



รูปที่ 4.13 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Total soluble solid, TSS) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2

4.3.4 ผลการตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Weight loss, WL)

สภาวะที่มี 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2 แสดงการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาในขณะที่สภาวะที่มี 2.5% O_2 + 5% CO_2 แสดงการสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน อยู่ต่ำกว่า 3.00% ในทั้ง 4 สภาวะ (รูปที่ 4.14) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Singh and Pal (2008) ที่บันทึกการสูญเสียน้ำหนักของผลฝรั่งสดที่ต่ำกว่า 2.00% หลังจากการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (2.5 kPa O_2 + 2.5 kPa CO_2, 2.5 kPa O_2 + 5.0 kPa CO_2, 5.0 kPa O_2 + 2.5 kPa CO_2, 5.0 kPa O_2 + 5.0 kPa CO_2, 8.0 kPa O_2 + 5.0 kPa CO_2 และ 10 kPa O_2 + 10 kPa CO_2) ในขณะที่ผลไม้ที่เก็บในอากาศที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วันมีการสูญเสียน้ำหนัก 17.5% และการสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวมะกะปูน (Makapuno coconut) อยู่ที่ 0.66% หลังจากเก็บรักษาในถุงที่มีอัตราการส่งผ่านออกซิเจนสูง (OTR) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (Luengwilai et al., 2014) การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวแกในระหว่างการเก็บรักษาเกิดจากการระเหยของน้ำจากโพรงของผลมะพร้าวหรือการดูดซับน้ำโดยเนื้อมะพร้าว (Luengwilai et al., 2014) สภาพบรรยากาศควบคุมที่มี O_2 3-6% และ CO_2 2-10% มีผลต่ออัตราการหายใจของผลไม้สด (Oliveira et al., 2015) ซึ่งทำให้การสูญเสียน้ำหนักลดลง (Fagundes et al., 2013) นอกจากนี้ Perumal et al. (2022) ยังรายงานว่าการหายใจส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการสลายแป้ง น้ำตาล และกรดอินทรีย์ให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลงจากกระบวนการทางชีวเคมี (เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O))



รูปที่ 4.14 การสูญเสียน้ำหนักของน้ำมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Weight loss, WL) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2

4.3.5 ผลค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Browning index, BI)

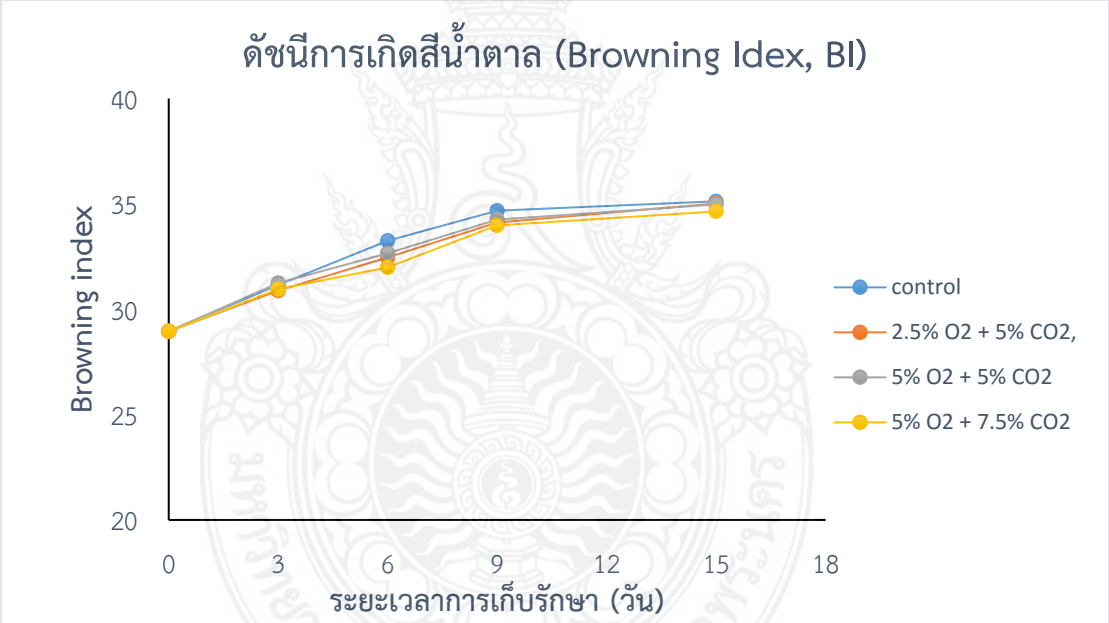
การเกิดสีน้ำตาลบนพื้นผิวมะพร้าวตัดแต่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติเนื่องจากการสร้างเมลานินจากการเร่งปฏิกิริยาของสารฟีนอลิกโดยเอนไซม์ไทโรซิเนส (He et al., 2017) มะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่ไม่ได้รับผ่านการแช่ด้วยสารป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล แสดงให้เห็นการเกิดสีน้ำตาลบนพื้นผิว (รูปที่ 4.....) ในขณะที่มะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรด (รูปที่ 4.....) มีลักษณะสีขาวและสว่างขึ้น ซึ่งโซเดียมคลอไรด์และกรดซิตริกสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและลดค่าความกรด-ด่าง (pH) ตามลำดับ ส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ลดลง (Queiroz et al., 2011) ทำให้การเกิดสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงสีบนผิวของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกส่วนที่สัมผัสกับอากาศลดลงได้

การตรวจสอบค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก พบว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลมีค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่บริเวณไหล่ของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (รูปที่ 4.15) ในขณะที่ค่าต่ำสุดพบที่ด้านล่าง เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนที่น้อยกว่าที่บริเวณด้านล่างเมื่อเทียบกับบริเวณตัวและไหล่ ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของพื้นผิวไหล่ ตัว และด้านล่างของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บที่สภาวะอากาศ 2.5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2 มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 15 วันของการเก็บรักษา โดยมีลักษณะเป็นสีขาว สว่างมากกว่าสภาวะควบคุมที่ไม่ได้ควบคุมสภาวะอากาศในการบรรจุ นอกจากนี้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของไหล่ ตัว และด้านล่างของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บรักษาที่ 5% O_2 + 7.5% CO_2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกระบวนการทางการค้า (ข้อมูลไม่ได้แสดง) ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลบนตัวและด้านล่างของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บรักษาที่ 5% O_2 + 7.5% CO_2 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลา 15 วันของการเก็บในสภาวะเย็น เนื่องจากหลายสาเหตุโดยการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศควบคุมที่มี O_2 ต่ำและมี CO_2 สูง ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ (Khan et al., 2017) ซึ่ง Ali et al. (2016) รายงานว่าลิ้นจี่ที่เก็บในสภาวะบรรยากาศควบคุม (1% O_2 + 5% CO_2) แสดงให้เห็นการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของการเกิดสีน้ำตาลที่ผิว ในขณะที่ Singh and Pal (2008) ได้รายงานว่า O_2 ต่ำ (≤5 kPa) อัตราการเปลี่ยนแปลงสีในผลฝรั่งระหว่างการเก็บรักษาลดลง นอกจากนี้ Zauberman et al. (1991) รายงานว่าการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ยังลดค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ในขณะที่ Liao et al. (2020) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ของลูกแพร์อยู่ระหว่าง 4.5 ถึง 6.4; อย่างไรก็ตาม การเกิดสีน้ำตาลของลูกแพร์ถูกควบคุมโดยการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) โดยการปรับค่า pH รายงานนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของเราที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายเกลือ/กรดที่ใช้ในงานวิจัยนี้อยู่ที่ 1.35 (ข้อมูลไม่ได้แสดง) ซึ่งสามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ได้ อีกทั้งกรดซิตริกยังช่วยลดค่า pH และลดกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) (Queiroz et al., 2011) ซึ่งผลการศึกษามีแนวโน้มเดี่ยวกับการศึกษาของ Mola et al. (2016) ที่รายงานว่าการเกิดสีน้ำตาลลดลงหลังจากการจุ่มชมพู่ตัดต่างในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 3 นาที ในขณะที่ Zhang et al. (2020) ได้รายการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.05 โมล/ลิตร สามารถช่วยรักษาลักษณะที่ดีของชิ้นขิงหั่นแว่นได้

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบสามส่วนคือ สารประกอบฟีนอลิก, เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) และออกซิเจน ปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันเกิดขึ้นเมื่อ

เซลล์ที่มีชีวิตถูกทำลายทางกายภาพ เช่น การฉีก การสับ การบด หรือการขูด เอนไซม์และออกซิเจนจะออกซิไดซ์ฟีนอล (ซึ่งไม่มีสี) ไปเป็นออร์โท-ควิโนน ทำให้เกิดสีน้ำตาล (McEvily et al., 1992) ในการศึกษานี้ได้ใช้สารละลายเกลือ/กรดเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเปลือกมะพร้าวชั้นกลางของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ในขณะที่สภาวะบรรยากาศควบคุมที่มี O_2 ลดลงและ CO_2 เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลอีกด้วย Luna et al. (2016) ได้รายงานว่าบรรยากาศที่มี O_2 ต่ำ (0.3–0.4 kPa O_2) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ในขณะที่บรรยากาศที่มี CO_2 สูง (9–11 kPa CO_2) ชะลอการเกิดสีน้ำตาลโดยการจำกัดการผลิตสารประกอบฟีนอลิก

ดังนั้นการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์/กรดซิตริก และสภาวะบรรยากาศควบคุมที่ใช้ในการศึกษานี้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) และชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเปลือกชั้นกลาง (mesocarp) ของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในระหว่างการเก็บรักษาได้

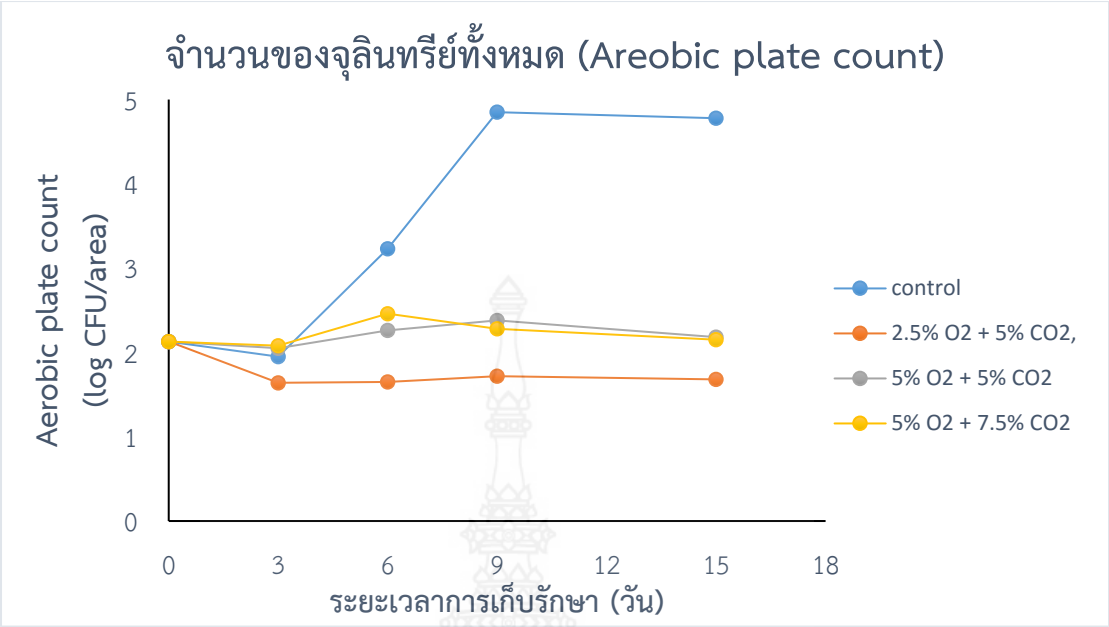


รูปที่ 4.15 ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลบนพื้นผิวมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (Browning index, BI) ที่จุ่มในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายใต้สภาพบรรยากาศที่แตกต่างกัน ได้แก่ สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 7.5% CO_2

รูปที่ 4.16 ลักษณะของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) หลังจากแช่ในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเป็นเวลา 3 ชั่วโมง: (A) แช่ในส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ 10% และสารละลายกรดซิตริก 10% เป็นเวลา 10 นาที และ (B) ไม่ได้ผ่านการแช่ในสารละลายยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

4.3.6 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของพื้นผิวของมะพร้าวปอกเปลือกและน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวเจียรไร้เปลือก

จากศึกษาพบว่าตัวอย่างควบคุมพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าสูงสุด (รูปที่ 4.....) เมื่อเทียบกับสภาวะบรรยากาศควบคุมที่มี 2.5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O_2 + 5% CO_2 (รูปที่ 4.....) ในขณะที่จำนวนเฉลี่ยของจุลินทรีย์ทั้งหมดในมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะ 5% O_2 + 7.5% CO_2 (รูปที่ 4.17) ใกล้เคียงกับมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่ได้รับการแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) (ข้อมูลไม่แสดง) การปนเปื้อนทางจุลชีววิทยาพบมากที่สุดในบริเวณด้านข้างของผลมะพร้าว (body) ซึ่งมีพื้นที่มากที่สุด แต่จำนวนเฉลี่ยของจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงผลการศึกษาที่คล้ายคลึงกันในพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร โดยสภาวะที่มี 5% O_2 + 7.5% CO_2 ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บไว้ภายใต้สภาวะที่มี 5% O_2 + 7.5% CO_2 ถูกจำกัดด้วยความเข้มข้นของ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นเป็น 7.5% ในระหว่างการเก็บรักษา สภาวะนี้ยับยั้งแบคทีเรียที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโตได้ เนื่องจาก CO_2 แพร่ผ่านเยื่อหุ้มแบคทีเรีย ทำให้เกิดไอออนไบคาร์บอเนตและปล่อยโปรตอนออกมา ซึ่งจะถูกขับออกจากเซลล์ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานเซลล์ของจุลินทรีย์เสียหายส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลงไปด้วย (Couvert et al., 2017)

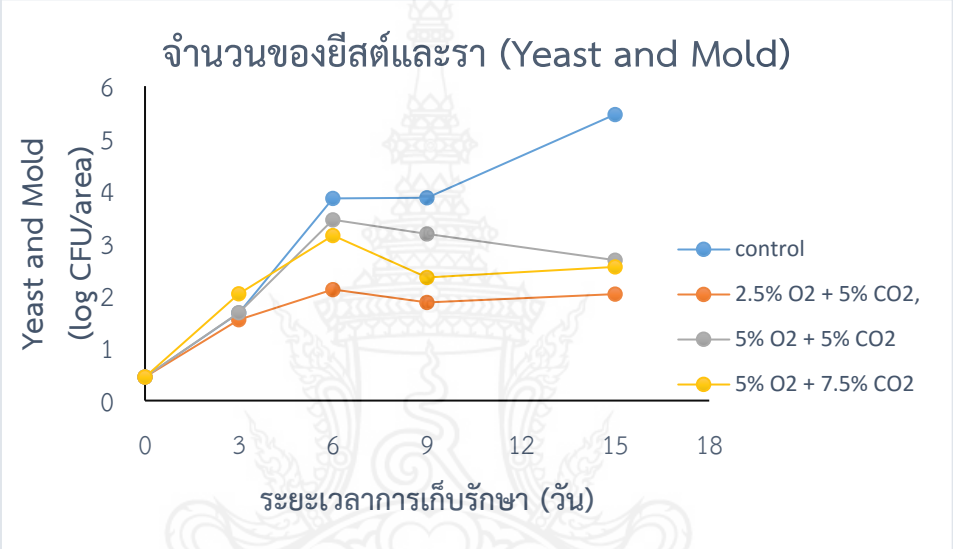


รูปที่ 4.17 การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ใช้อากาศในการเจริญเติบโตบนผิวและน้ำของมะพร้าวเจียรไร้เปลือก (PC) ที่ผ่านการแช่ในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์/กรดซิตริกและเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศต่างๆ (สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O2 + 7.5% CO_2) เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส

การเก็บรักษามะพร้าวเจียรไร้เปลือกในสภาวะที่มี 5% O_2 + 7.5% CO_2 เป็นวิธีทางเลือกในการยืดอายุการเก็บรักษาในประเทศที่ห้ามใช้สารกันเสียซัลไฟต์ในผลไม้และผักสด (Lien et al., 2016) โดย Sandhya (2010) กล่าวถึงการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีออกซิเจน 1–5% สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารได้ อย่างไรก็ตามก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่นิยมใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยการผลิตไอออนไบคาร์บอเนตและปล่อยโปรตอนออกมา ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงจึงส่งผลต่อโครงสร้างและการทำงานของโปรตีนภายในเซลล์ รวมถึงการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ (Couvert et al., 2017, Oliveira et al., 2015) ผลการศึกษาของ Khan et al. (2017) แสดงให้เห็นว่าระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 10% ลดการเน่าของผลลองกองภายใน 21 วัน ซึ่งบ่งชี้ว่ามะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บในระดับ CO_2 สูงถึง 7.5% ก็ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้เป็นเวลา 15 วัน

การนับจำนวนยีสต์และรา (YM) สูงสุดพบในมะพร้าวอ่อนที่เก็บในสภาวะควบคุมเมื่อเทียบกับที่เก็บในสภาวะบรรยากาศที่ปรับเปลี่ยนทั้ง 3 สภาวะ ในระยะเวลา 15 วัน แสดงให้เห็นแนวโน้มของจำนวนยีสต์และราในมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บในสภาวะควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบโคโลนีของราสีเขียวบนพื้นที่บริเวณไหล่และด้านข้างของผลมะพร้าวเจียรไร้เปลือกในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ปริมาณออกซิเจนที่สูงในสภาวะควบคุมส่งผลให้ราเจริญเติบโตได้ดี ซึ่ง Luengwilai et al. (2014) ยังพบการเจริญเติบโตของรา Aspergillus spp. และ Penicillium spp. บนผิวของมะพร้าวมะกะปูน (Makapuno coconut) หลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันในกล่องที่ระบายอากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

มะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่ถูกตัดแต่งเอาเปลือกชั้นออกแล้วที่เก็บในสภาวะบรรยากาศที่ปรับเปลี่ยนทั้งสามสภาวะที่มีออกซิเจนตั้งแต่ 2.5% ถึง 5% ให้จำนวนยีสต์และรา ต่ำกว่า 4 log CFU/พื้นที่ของผิวมะพร้าวเจียรไร้เปลือก ในช่วงเวลา 15 วันของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.18) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Sandhya (2010) ที่กล่าวถึงการยับยั้งแบคทีเรียและราของผลมะพร้าวสดที่เก็บในสภาวะบรรยากาศที่ปรับเปลี่ยนโดยมีออกซิเจน 5% และการเพิ่มระดับ CO2 เป็น 10% สามารถลดการเน่าของผลลองกองสุกระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน (Khan et al., 2017) ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกันกับผลการศึกษานี้ โดยที่มะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บในระดับ CO_2 สูงถึง 7.5% ยังแสดงให้เห็นการลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลา 15 วัน ของการเก็บรักษาได้



รูปที่ 4.18 จำนวนยีสต์และราที่ผิวและน้ำของมะพร้าวปอกเปลือกที่ผ่านการแช่ในสารละลายเกลือ/กรดและเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศต่างๆ (สภาวะควบคุม, 2.5% O_2 + 5% CO_2, 5% O_2 + 5% CO_2 และ 5% O2 + 7.5% CO_2) เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.19 ลักษณะของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่แช่ในส่วนผสมของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10% และกรดซิตริก 10% และเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศที่อุณหภูมิ 2°C ที่สัปดาห์ที่ 6 ลูกศรแสดงการเจริญเติบโตของเชื้อราบนผิวด้านนอกของมะพร้าวเผาเจียรปอกเปลือก

เอกสารอ้างอิง

Ali, S., Khan, A. S., Malik, A. U., & Shahid, M. (2016). Effect of controlled atmosphere storage on pericarp browning, bioactive compounds and antioxidant enzymes of litchi fruits. Food Chemistry, 206, 18-29.

Couvert, O., Guégan, S., Hézard, B., Huchet, V., Lintz, A., Thuault, D., & Stahl, V. (2017). Modeling carbon dioxide effect in a controlled atmosphere and its interactions with temperature and pH on the growth of L. monocytogenes and P. fluorescens. Food Microbiology, 68, 89-96.

Davidson, P. M., Taylor, T. M., & Schmidt, S. E. (2012). Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. Food microbiology: fundamentals and frontiers, 765-801.

Dos Santos, I. D., Pizzutti, I. R., Dias, J. V., Fontana, M. E., Brackmann, A., Anese, R. O., ... & Cardoso, C. D. (2018). Patulin accumulation in apples under dynamic controlled atmosphere storage. Food chemistry, 255, 275-281.

Fagundes, C., Carciofi, B. A. M., & Monteiro, A. R. (2013). Estimate of respiration rate and physicochemical changes of fresh-cut apples stored under different temperatures. Food Science and Technology, 33, 60-67.

Farungsang, U., Farungsang, N., & Kunprom, C. (2012, August). The relation between husk trimming process and fungal colonization onpartial husk-trimmed Nam-Hom coconut. In Proceedings of the 10th National Postharvest Technology Conference, Khon Kaen, Thailand (pp. 23-24).

Gabriel, A. A., & Colambo, J. C. R. (2016). Comparative resistances of selected spoilage and pathogenic bacteria in ultraviolet-C-treated, turbulent-flowing young coconut liquid endosperm. Food Control, 69, 134-140.

Haseena, M., Kasturi Bai, K. V., & Padmanabhan, S. (2010). Post-harvest quality and shelf-life of tender coconut. Journal of food science and technology, 47, 686-689.

He, J., Zhu, Q., Dong, X., Pan, H., Chen, J., & Zheng, Z. P. (2017). Oxyresveratrol and ascorbic acid O/W microemulsion: Preparation, characterization, anti-isomerization and potential application as antibrowning agent on fresh-cut lotus root slices. Food chemistry, 214, 269-276.

Hoda, M. N., Yadav, G. S., Singh, S., & Singh, J. (2001). Storage behaviour of mango (Mangifera indica) hybrids. The Indian Journal of Agricultural Sciences, 71(7).

Jangchud, K., Puchakawimol, P., & Jangchud, A. (2007). Quality changes of burnt aromatic coconut during 28-day storage in different packages. LWT-Food Science and Technology, 40(7), 1232-1239.

Khan, M. R., Suwanamornlert, P., Leelaphiwat, P., Chinsirikul, W., & Chonhenchob, V. (2017). Quality and biochemical changes of longan (Dimocarpus longan Lour cv. Daw) fruit under different controlled atmosphere conditions. International Journal of Food Science & Technology, 52(10), 2163-2170.

Kumar, M., Saini, S. S., Agrawal, P. K., Roy, P., & Sircar, D. (2021). Nutritional and metabolomics characterization of the coconut water at different nut developmental stages. Journal of Food Composition and Analysis, 96, 103738.

Kwiatkowski, A., Clemente, E., Scarcelli, A., & Vida, J. B. (2008). Quality of coconut water 'in natura'belonging to Green Dwarf fruit variety in different stages of development, in plantation on the northwest area of Parana, Brazil. Journal of Food, Agriculture and Environment, 6(1), 102-105.

Li, Y., Wills, R. B., Golding, J. B., & Huque, R. (2015). Effect of halide salts on development of surface browning on fresh‐cut 'Granny Smith'(Malus× domestica Borkh) apple slices during storage at low temperature. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(5), 945-952.

Liao, T., Liu, J., Sun, Y., Zou, L., Zhou, L., Liu, C., ... & Liu, W. (2020). Differential inhibitory effects of organic acids on pear polyphenol oxidase in model systems and pear puree. Lwt, 118, 108704.

Lien, K. W., Hsieh, D. P., Huang, H. Y., Wu, C. H., Ni, S. P., & Ling, M. P. (2016). Food safety risk assessment for estimating dietary intake of sulfites in the Taiwanese population. Toxicology reports, 3, 544-551.

Luengwilai, K., Beckles, D. M., Pluemjit, O., & Siriphanich, J. (2014). Postharvest quality and storage life of 'Makapuno'coconut (Cocos nucifera L.). Scientia Horticulturae, 175, 105-110.

Luna, M. C., Tudela, J. A., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2016). Modified atmosphere (MA) prevents browning of fresh-cut romaine lettuce through multi-target effects related to phenolic metabolism. Postharvest Biology and Technology, 119, 84-93.

Maciel, N. O., Piló, F. B., Freitas, L. F., Gomes, F. C., Johann, S., Nardi, R. M., ... & Rosa, C. A. (2013). The diversity and antifungal susceptibility of the yeasts isolated from coconut water and reconstituted fruit juices in Brazil. International journal of food microbiology, 160(3), 201-205.

McEvily, A. J., Iyengar, R., & Otwell, W. S. (1992). Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 32(3), 253-273.

Mohpraman, K., & Siriphanich, J. (2012). Safe use of sodium metabisulfite in young coconuts. Postharvest Biology and Technology, 65, 76-78.

Mola, S., Uthairatanakij, A., Srilaong, V., Aiamla-or, S., & Jitareerat, P. (2016). Impacts of sodium chlorite combined with calcium chloride, and calcium ascorbate on microbial population, browning, and quality of fresh-cut rose apple. Agriculture and Natural Resources, 50(5), 331-337.

Nei, D., Uchino, T., Sakai, N., & Tanaka, S. I. (2006). Prediction of sugar consumption in shredded cabbage using a respiratory model. Postharvest biology and technology, 41(1), 56-61.

Nguyen, D. T. N., Tongkhao, K., & Tongchitpakdee, S. (2019). Application of citric acid, sodium chloride and peroxyacetic acid as alternative chemical treatment for organic trimmed aromatic coconut. J. Nat. Sci, 18, 444-460.

Oliveira, M., Abadias, M., Usall, J., Torres, R., Teixidó, N., & Viñas, I. (2015). Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables–A review. Trends in Food Science & Technology, 46(1), 13-26.

Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G. V., Welti-Chanes, J., & Swanson, B. G. (1999). Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. Journal of food science, 64(1), 42-45.

Paull, R. E., & Ketsa, S. (2015). Coconut: postharvest quality-maintenance guidelines. Fruit, Nut, and Beverage Crops. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR), University of Hawai'i at Manoa, FN-45, 5.

Perumal, A. B., Huang, L., Nambiar, R. B., He, Y., Li, X., & Sellamuthu, P. S. (2022). Application of essential oils in packaging films for the preservation of fruits and vegetables: A review. Food chemistry, 375, 131810.

Queiroz, C., da Silva, A. J. R., Lopes, M. L. M., Fialho, E., & Valente-Mesquita, V. L. (2011). Polyphenol oxidase activity, phenolic acid composition and browning in cashew apple (Anacardium occidentale, L.) after processing. Food Chemistry, 125(1), 128-132.

Sandhya. (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. LWT-Food Science and Technology, 43(3), 381-392.

Seok, J. H., & Ha, J. W. (2021). Synergistic mechanism and enhanced inactivation exhibited by UVA irradiation combined with citric acid against pathogenic bacteria on sliced cheese. Food Control, 124, 107861.

Singh, S. P., & Pal, R. K. (2008). Controlled atmosphere storage of guava (Psidium guajava L.) fruit. Postharvest Biology and technology, 47(3), 296-306.

Zauberman, G., Ronen, R., Akerman, M., Weksler, A., Rot, I., & Fuchs, Y. (1991). Post-harvest retention of the red colour of litchi fruit pericarp. Scientia Horticulturae, 47(1-2), 89-97.

Zhang, Y., Peng, Y., Jia, R., Wang, Q., Lou, X., & Shi, J. (2020). Sodium chloride combined with polypropylene film can maintain the quality of fresh-cut ginger. Food Packaging and Shelf Life, 25, 100541.

บทที่ 4 (1)
ผลการวิจัย

4.4 โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวคว้านไร้กะลาจากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

มะพร้าวน้ำหอมมีความสำคัญในประเทศไทย หลายส่วนของมะพร้าวมีกลิ่นหอม เช่น น้ำมะพร้าว เนื้อมะพร้าว และเปลือกมะพร้าว (เมื่อถูกความร้อน) กลิ่นของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวคล้ายกับกลิ่นใบเตย (Petpiroon, 2001) ส่วนประกอบกลิ่นรสระเหยตามธรรมชาติของเนื้อมะพร้าวสดและ/หรือน้ำมันส่วนใหญ่เป็น d-lactones (Child, 1974; Lin and Wilkens, 1970) กลูโคสและฟรุกโตสในน้ำมะพร้าวอ่อนหรือมะพร้าวแก่ทำให้เกิดรสหวาน (Santoso et al., 1996) Campos et al. (1996) รายงานว่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสในน้ำมะพร้าวเขียวมีค่า 32.1 และ 114.3 หน่วย/มิลลิลิตร ตามลำดับ (หนึ่งหน่วยของกิจกรรมเอนไซม์ถูกกำหนดเป็นปริมาณของสารสกัดเอนไซม์ที่สามารถเพิ่มการดูดกลืนแสงที่ 425 นาโนเมตร สำหรับโพลีฟีนอลออกซิเดส ในอัตรา 0.001 หน่วย/นาที) การมีอยู่ของเอนไซม์เหล่านี้ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ในผลไม้หลายชนิด ซึ่งส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติ และสี (Richardson and Hyslop, 1985) การเสื่อมสภาพของมะพร้าวยังอาจเกิดจากการติดเชื้อราที่เกิดขึ้นใกล้กับตาและบริเวณก้านมะพร้าว (Consignado et al., 1976)

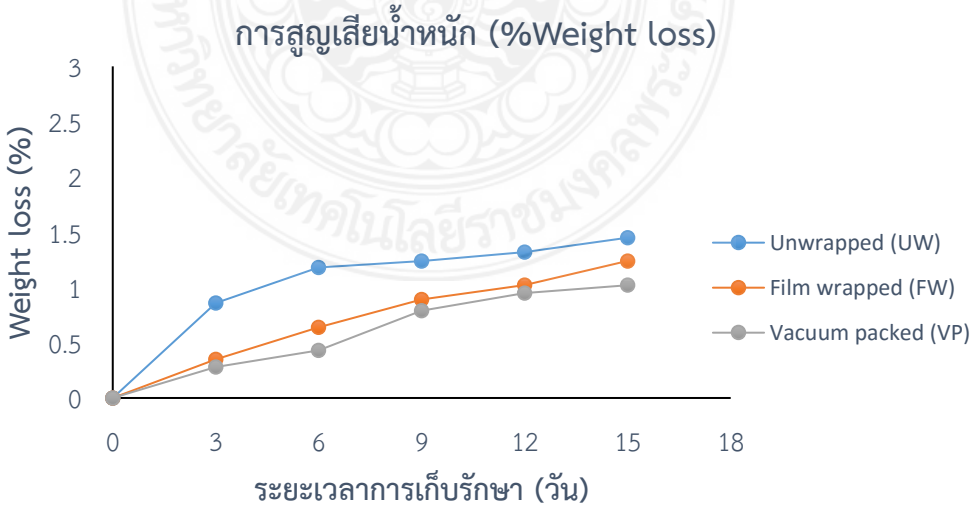
มะพร้าวน้ำหอม (*Cocus nucifera Lin.*) เหมาะสำหรับการผลิตมะพร้าวไร้กะลา หรือมะพร้าวถอดเสื้อ (peeled coconut หรือ shell less coconut) ที่มีรสชาติและกลิ่นหอมเฉพาะตัวของมะพร้าวน้ำหอม รับประทานสะดวกเนื่องมะพร้าวถูกปอกเปลือกทั้งนอก เปลือกชั้นกลาง และกะลาออกไปทั้งหมดโดยวิธีคว้านด้วยมีดด้วยมีดเขาควาย เหลือเพียงเนื้อมะพร้าวทั้งลูกที่ห่อหุ้มน้ำมะพร้าวไว้ อย่างไรก็ตามปัญหาของมะพร้าวไร้กะลา คืออายุการเก็บรักษาที่สั้นต้องเก็บในที่อุณหภูมิตู้เย็นในบรรจุภัณฑ์ และเก็บได้เพียง 2–3 วันเท่านั้น คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของมะพร้าวไร้กะลาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุของมะพร้าว สภาพการเก็บรักษา และวัสดุบรรจุภัณฑ์ หากมะพร้าวอ่อนเกินไป เนื้อมะพร้าวจะบางทำให้คว้านยาก หากมะพร้าวแก่เกินไปเนื้อจะไม่ยืดหยุ่นทำให้คว้านยากเช่นกันและน้ำมะพร้าวจะมีรสจืด โดย Puchakawimol and Jangchud (2003) ได้ศึกษาคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมที่มีอายุ 6, 8 และ 10 เดือน และรายงานว่ามะพร้าวน้ำหอมอายุ 8 เดือนเหมาะสมที่สุดในการผลิตมะพร้าวแปรรูป เช่น มะพร้าวตัดแต่งหรือมะพร้าวเผา เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมของ

มะพร้าวน้ำหอมเป็นมะพร้าวไร้กะลายังไม่ได้รับการวิจัย มะพร้าวไร้กะลาจะมีมูลค่าทางการตลาดสูงขึ้นหากสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวไร้กะลาระหว่างการเก็บรักษา 15 วันในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

4.4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

การทดลองมีการกำหนดแนวทางในการประเมินคุณภาพโดยจะสิ้นสุดเมื่อมะพร้าวไร้กะลามีการเจริญของเชื้อราหรือเน่าเสียตามที่กำหนดจากลักษณะภายนอกของผิวเนื้อมะพร้าวโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ตลอดช่วงการเก็บรักษา 15 วัน ดังนั้นเราไม่สามารถระบุได้ว่ามะพร้าวนั้นเน่าเสียหรือไม่จากลักษณะภายนอก อายุการเก็บรักษาของมะพร้าวที่ห่อด้วยฟิล์มพีวีซีเท่ากับ 12 วัน เนื่องจากความชื้นมากเกินไปที่บริเวณผิวของมะพร้าวไร้กะลา ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ฟิล์มห่อพีวีซีเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับอาหารที่มีความชื้นระดับปานกลาง (Jenkins and Harrington, 1991) ดังนั้นน้ำระหว่างฟิล์มกับเปลือกมะพร้าวไม่สามารถผ่านฟิล์มพีวีซีได้ ส่งผลให้เกิดการควบแน่น แม้กระทั่งในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะพร้าวบางลูกก็เน่าเสียแล้ว ในวันที่ 15 มะพร้าวที่ห่อด้วยฟิล์มพีวีซีมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งแสดงถึงการเน่าเสีย ทำให้การประเมินคุณภาพต้องยุติลง

สำหรับมะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศ ผิวของเนื้อมะพร้าวมีลักษณะเปียกตลอดช่วงการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากการรั่วไหลของน้ำจากเนื้อมะพร้าวระหว่างกระบวนการบรรจุสุญญากาศ ซึ่งฟิล์มโพลีเมอร์ที่ใช้กับผลไม้สดสามารถป้องกันและควบคุมการสูญเสียน้ำได้ (Aked, 2000) ถุงพลาสติกสุญญากาศทำจากพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ ซึ่งมีคุณสมบัติกันความชื้นสูง (Brown et al., 1992) ดังนั้นความชื้นสามารถส่งผ่านไปยังบรรยากาศได้เล็กน้อย อย่างไรก็ตามไม่พบจุลินทรีย์บนผิวของเนื้อมะพร้าวในมะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศตลอดช่วงการเก็บรักษา 15 วัน



รูปที่ 4.20 การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน

ดังนั้นไม่ว่าจะใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทใด การสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.20) การสูญเสียดังกล่าวเกิดจากการระเหยของน้ำจากมะพร้าว ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา พบการสูญเสียน้ำหนัก 32.42% สำหรับมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม (unwrapped), 13% สำหรับมะพร้าวที่บรรจุสุญญากาศ (vacuum packed) และ 10.24% สำหรับมะพร้าวที่ห่อด้วยฟิล์ม (film wrapped) (รูปที่ 4.20)

การวัดสีของน้ำมะพร้าวด้วยเครื่องวัดสีดังแสดงในตารางที่ 4.12 ค่าความเข้มของสี (C*) ของน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ค่าความสว่าง (L*) ของน้ำมะพร้าวที่ไม่ห่อหุ้ม, ห่อด้วยฟิล์ม และบรรจุสุญญากาศในวันสุดท้ายของอายุการเก็บรักษาอยู่ที่ 87.78, 93.12 และ 89.01 ตามลำดับ เทียบกับค่า L* เริ่มต้นที่ 97.06 สำหรับค่ามุมของสี (hue angle) ของน้ำมะพร้าวในช่วงการเก็บรักษาใกล้เคียงกับ 90° มุม 0°, 90° และ 180° แสดงถึงสีแดง, สีเหลือง และสีเขียวตามลำดับ ในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษา ค่ามุมของสี (hue angle) ของน้ำมะพร้าวสูงกว่า 90° เล็กน้อย จากนั้นค่ามุมของสี (hue angle) ลดลงต่ำกว่า 90° เล็กน้อยจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ซึ่งบ่งชี้ว่าสีของน้ำมะพร้าวในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษาเป็นสีขาวอมเขียวมากกว่าสีเหลืองอมเขียว ซึ่งเกิดจากค่า L* ที่สูงและค่าความเข้มของสี (C*) ที่ต่ำ น้ำมะพร้าวจึงกลายเป็นสีส้ม–เหลืองเมื่อเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น

ตารางที่ 4.12 การเปลี่ยนสีของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน

ค่าสี	ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
L*	UW	97.06c	97.58a	97.34b	93.71e	87.78f	NA
	FW	97.06c	97.22a	95.34b	93.24c	NA	NA
	VP	97.06c	-	97.34a	-	-	95.07c
C*	UW	97.06c	2.38e	2.43d	3.84c	6.61a	NA
	FW	2.331f	3.00d	3.54c	4.71b	NA	NA
	VP	2.33e	-	2.99d	-	-	3.90b
Hue angle	UW	92.00b	92.96a	88.82c	86.13e	86.73d	NA
	FW	92.00b	88.38b	85.35c	85.63c	NA	NA
	VP	92.00b	-	92.39a	-	-	84.55d

a–f: หมายถึงค่าในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
ไม่ห่อหุ้ม (UW), ห่อด้วยฟิล์ม (FW) และบรรจุสุญญากาศ (VP); NA = ไม่ได้วิเคราะห์; ND = ไม่พบ

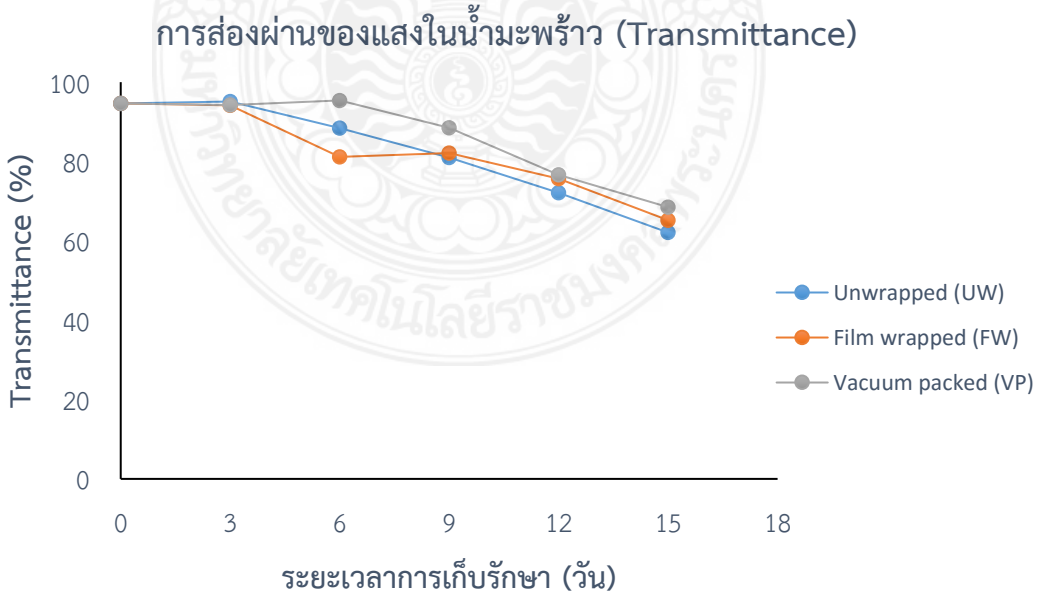
การเพิ่มขึ้นของค่าความเข้มของสี (C*) ในช่วงการเก็บรักษาอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ การที่น้ำมะพร้าวมีปริมาณกรดแกลลิกในปริมาณที่มาก ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (Maciel et al., 1992) ซึ่งต้องการออกซิเจนในการ

เกิดปฏิกิริยา (Klein, 1992) จากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ามะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศยังคงรักษาคุณภาพสีของน้ำมะพร้าวได้ดีที่สุด โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มของสี (C*) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมะพร้าวที่ไม่ห่อหุ้มและห่อด้วยฟิล์ม ในวันที่ 12 ซึ่งมีค่า C* (3.28) ของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศน้อยกว่าค่า C* ของมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้มเลย (4.69) และมะพร้าวไร้กะลาที่ห่อด้วยฟิล์ม (5.71) (ตารางที่ 4.12)

ความแข็งของเนื้อมะพร้าวเท่ากับ 9.62 นิวตัน (ข้อมูลไม่แสดง) ในวันแรกของการเก็บรักษา ความแข็งของเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม, ห่อด้วยฟิล์ม และบรรจุสุญญากาศลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในวันที่ 6 (8.56 นิวตัน), วันที่ 12 (7.56 นิวตัน) และวันที่ 28 (7.54 นิวตัน) ของการเก็บรักษาตามลำดับ ความแข็งของเนื้อมะพร้าวที่บรรจุสุญญากาศเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา 12 วัน โดยมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 9.62–8.18 นิวตัน

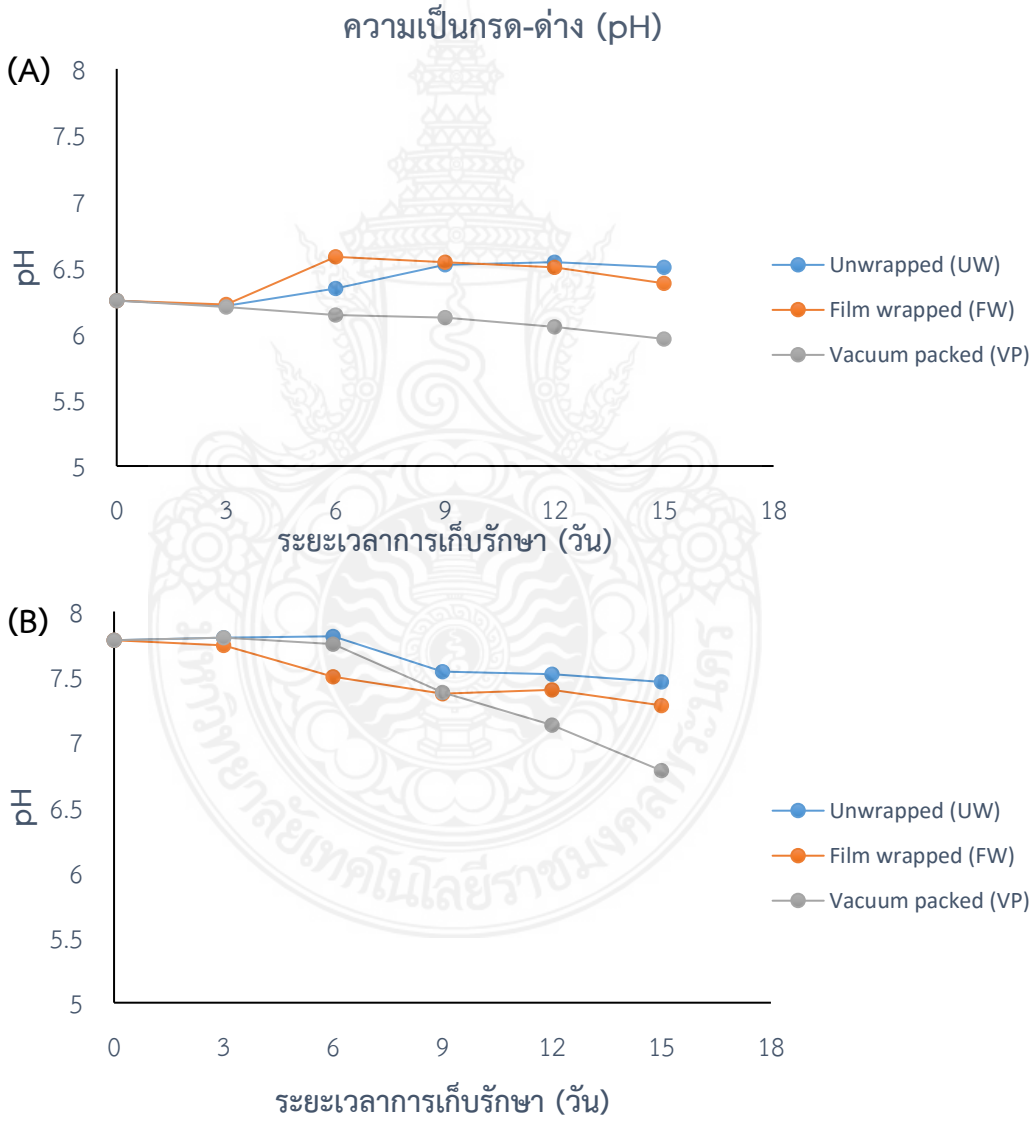
4.4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

การส่องผ่านแสงของน้ำมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม ห่อด้วยฟิล์ม และบรรจุสุญญากาศลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในวันที่ 12 (86.8%), วันที่ 6 (87.4%) และวันที่ 15 (89.2%) ตามลำดับ (รูปที่ 4.21) การส่องผ่านแสงของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม ห่อด้วยฟิล์ม และบรรจุสุญญากาศมีค่าน้อยที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยอยู่ที่ 80.2%, 84.7% และ 75.3% ตามลำดับ เทียบกับค่าเริ่มต้นที่ 93.7% การส่งผ่านแสงของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาบรรจุสุญญากาศเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในช่วง 89.2–93.7% ตลอด 15 วันของการเก็บรักษา การลดลงของการส่องผ่านแสงของน้ำมะพร้าวไร้กะลาเกิดจากการเพิ่มความขุ่น เนื่องจากเนื้อมะพร้าวค่อยๆ แตกตัวและลอยอยู่ในน้ำมะพร้าว ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมะพร้าวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในช่วง 6.83–7.67 องศาบริกซ์ ตลอดช่วงการเก็บรักษา



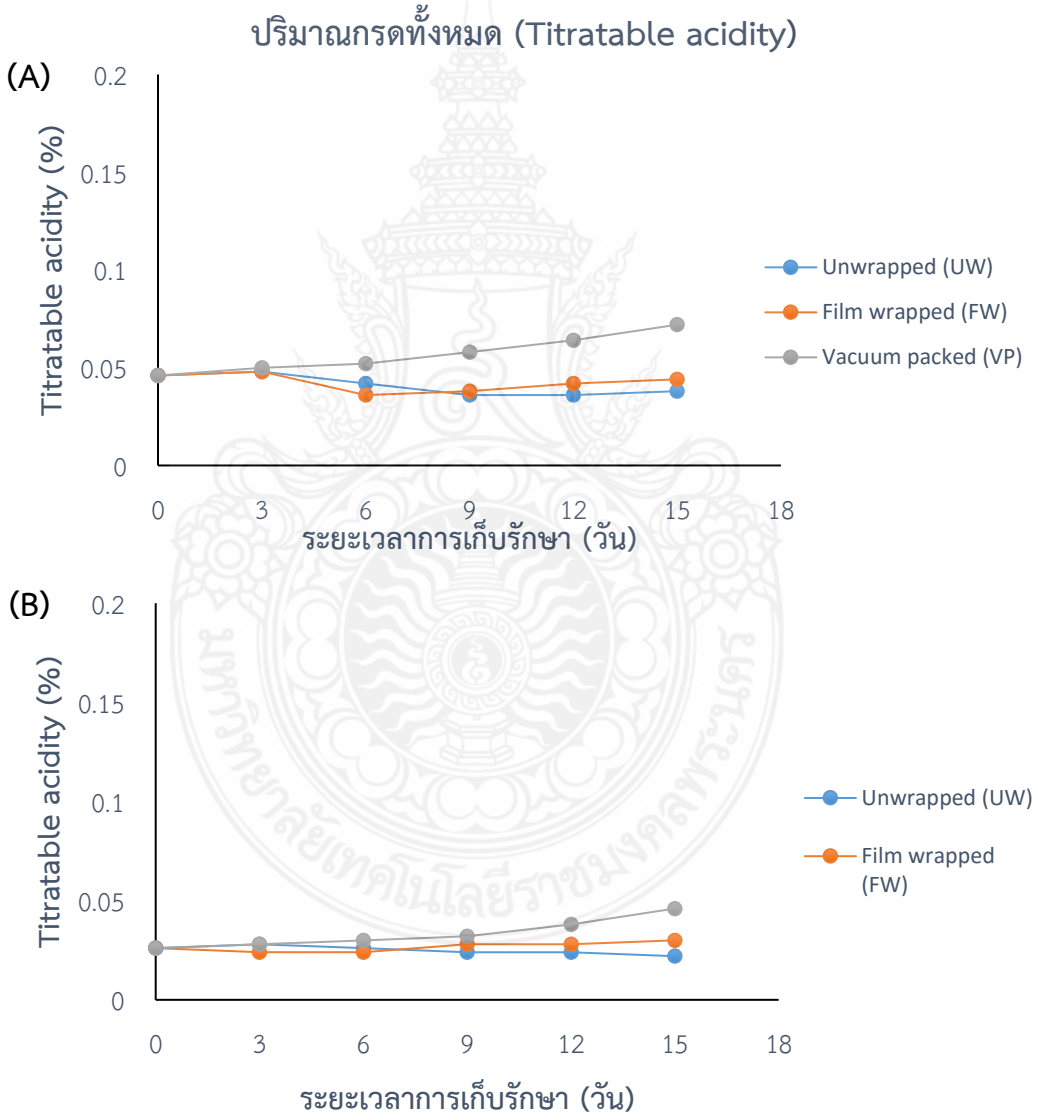
รูปที่ 4.21 การส่องผ่านของน้ำมะพร้าวในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน

การเปลี่ยนแปลงของค่า pH และความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ของน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าว แสดงในรูปที่ 4.22A และ 4.22B ตามลำดับ สำหรับมะพร้าวบรรจุสุญญากาศ ค่า pH ของน้ำมะพร้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตามเวลาที่เพิ่มขึ้นของความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเกิดจากกรดแลคติก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรียกรดแลคติกและจุลินทรีย์อื่นๆ และ/หรือได้จากกรดแอซิติกและก๊าซ CO_2 (Frank, 1992) แบคทีเรียกรดแลคติกเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถอยู่ได้ทั้งในสภาพมีหรือไม่มีออกซิเจน ซึ่งมักมีอยู่ในผลิตภัณฑ์บรรจุสุญญากาศ และสามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลคติกทำให้เกิดความเปรี้ยว (Walker and Betts, 2000) ยีสต์ยังสามารถผลิตกรดคาร์บอนิกจากการออกซิเดชันของกลูโคสให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (Bouix and Leveau, 1995)



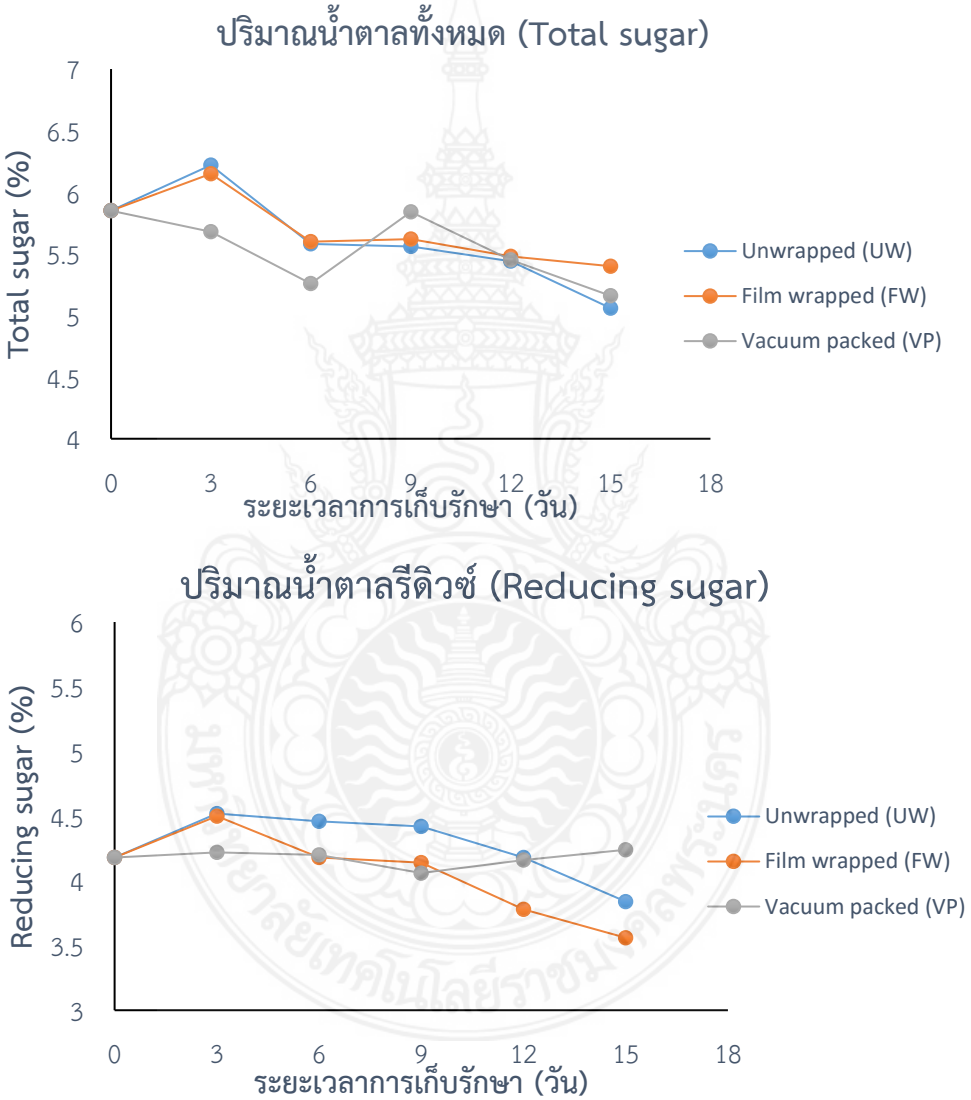
รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ที่อุณหภูมิ 5 °C ในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน

กรดทั้งสองชนิดนี้สามารถแยกไฮโดรเจนไอออน (H+) ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้มและห่อด้วยฟิล์มไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในค่า pH และความเป็นกรดทั้งหมดไทเทรตได้ ซึ่งอยู่ในช่วง 6.21–6.46 และ 0.033–0.044% ตามลำดับ ตลอดช่วงการเก็บรักษา 9 วัน น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวห่อด้วยฟิล์มที่ไม่สามารถยอมรับได้มีค่า pH ต่ำสุด (5.75) และความเป็นกรดสูงสุด (0.072%) และเสื่อมสภาพในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา (ข้อมูลไม่แสดงในกราฟ) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำมะพร้าวในทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยอยู่ในช่วง 5.14–6.56% และ 3.78–4.47% ตามลำดับ (รูปที่ 4.23) โดยการลดลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์เกิดจากการใช้ประโยชน์ของน้ำตาลโดยจุลินทรีย์เพื่อการดำรงชีพ



รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดทั้งหมดไทเทรตได้ในน้ำมะพร้าว (A) และเนื้อมะพร้าว (B) ในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน

ปริมาณของแข็งที่ละลายในเนื้อมะพร้าวทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.00–7.40 องศาบริกซ์ การเปลี่ยนแปลงของค่า pH และความเป็นกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของเนื้อมะพร้าวแสดงในรูปที่ 4.24 และ 4B ตามลำดับ ค่า pH และความเป็นกรดของเนื้อมะพร้าวในกลุ่มไม่ห่อหุ้มและห่อด้วยฟิล์มไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่า pH อยู่ที่ 7.33–7.58 และความเป็นกรดที่ไทเทรตได้อยู่ที่ 0.020–0.267% ตามลำดับ สำหรับเนื้อมะพร้าวบรรจุสุญญากาศ ค่า pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่ความเป็นกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น



รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลทั้งหมด (A) และน้ำตาลรีดิวซ์ (B) ในน้ำมะพร้าวในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นเวลา 15 วัน

4.4.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

มะพร้าวไร้กะลาที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกน้อยกว่า 25 CFU/มล. และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/มล. ตลอดการเก็บรักษา 9 วัน (ตารางที่ 4.13) มะพร้าวไร้กะลาเหล่านี้เน่าเสียในวันที่ 12 สำหรับมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่มีห่อหุ้ม พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราในวันที่ 12 เท่ากับ $4.7x10^2$ และ $2.3x10^2$ CFU/มล. ตามลำดับ ก่อนที่จะเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ปริมาณแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกของมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้มมีจำนวนน้อยกว่า 25 CFU/มล. ตลอดช่วงการเก็บรักษา 9 วัน สำหรับมะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศ มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณยีสต์และราและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิดจากออกซิเจนบางส่วนที่เหลืออยู่ภายในผลมะพร้าวในระหว่างกระบวนการสุญญากาศ ปริมาณยีสต์และเชื้อราในวันที่ 9 และ 15 อยู่ที่ $3.0x10^2$ และ $1.1x10^3$ CFU/มล. ตามลำดับ ยีสต์บางชนิดสามารถหมักคาร์โบไฮเดรตโดยไม่ใช้ออกซิเจน ในขณะที่บางชนิดต้องการกระบวนการหมักแม้จะมีออกซิเจน ส่งผลให้เกิดเอทานอลและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ (Bouix and Leveau, 1995) จึงตรวจพบกลิ่นหมักในน้ำมะพร้าวเผาภายใต้สภาวะสุญญากาศ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันหลังของการเก็บรักษาสำหรับมะพร้าวบรรจุสุญญากาศ ซึ่งอาจเกิดจากออกซิเจนบางส่วนที่ผ่านเข้ามาผ่านฟิล์ม ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำมะพร้าวบรรจุสุญญากาศมีค่าตั้งแต่ $4.5x10^2$ ถึง $7.9x10^3$ CFU/มล. ในช่วงวันที่ 9-15 ของการเก็บรักษา ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษามะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศมีปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกสูงที่สุดเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ทั้งสองแบบ ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา น้ำมะพร้าวมีกลิ่นเสีย และแบคทีเรียกรดแลคติกเพิ่มขึ้นเป็น $8.4x10^6$ CFU/มล.

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำมะพร้าวในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษามะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน

คุณภาพด้านจุลชีววิทยา	ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	UW	11	59	$2.8x10^2$	$4.7x10^2$	$2.8x10^8$	NA
	FW	12	25	85	$7.5x10^2$	NA	NA
	VP	15	32	$3.2x10^2$	$4.0x10^2$	$9.5x10^3$	$5.4x10^3$
ยีสต์และรา (CFU/ml)	UW	8	12	$1.4x10^2$	$2.3x10^2$	$3.0x10^8$	NA
	FW	4	8	25	$1.6x10^8$	NA	NA
	VP	7	14	$3.0x10^2$	$3.5x10^2$	$5.7x10^3$	$1.1x10^4$
แบคทีเรียผลิตกรดแล็กทิก (CFU/ml)	UW	ND	ND	9	14	$5.8x10^3$	NA
	FW	ND	ND	15	$5.4x10^4$	NA	NA
	VP	3	5	$4.5x10^2$	$6.3x10^2$	$8.4x10^3$	$7.9x10^3$

a–f: หมายถึงค่าในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
ไม่ห่อหุ้ม (UW), ห่อด้วยฟิล์ม (FW) และบรรจุสุญญากาศ (VP); NA = ไม่ได้วิเคราะห์; ND = ไม่พบ

4.4.4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนสำหรับน้ำมะพร้าว ได้แก่ ความเป็นสีเหลือง ความใส กลิ่นมะพร้าว ความหวาน ความเปรี้ยว และการยอมรับโดยรวม และสำหรับเนื้อมะพร้าวทำการคุณภาพทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สีขาว กลิ่นมะพร้าว ความหวาน และความแข็งแรง ความเข้มของสีเหลืองของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม (unwrapped, UW) ห่อด้วยฟิล์ม (Film wrapped, FW) และบรรจุสุญญากาศ (Vacuum packed, VP) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในวันที่ 9, 12 และ 15 ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าความเข้มของสี (C*) ส่งผลให้ระดับความใสหรือค่าการส่องผ่านของแสงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้มและห่อด้วยฟิล์ม PVC แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในน้ำมะพร้าวที่บรรจุสุญญากาศ (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 การประเมินทางประสาทสัมผัสของน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ความเป็นสีเหลือง	UW	2.13b	2.16b	2.6b	2.44b	3.48a	NA
Yellowness	FW	2.13b	2.24b	2.80ab	3.07a	NA	NA
	VP	2.13b	NA	2.41abc	NA	NA	3.04ab
ความใส	UW	7.57a	7.51a	7.21a	6.90ab	6.17b	NA
Transparency	FW	7.57a	7.33a	7.26a	7.24a	NA	NA
	VP	7.57a	NA	7.23a	NA	NA	6.88a
กลิ่น	UW	8.53a	8.31a	8.27a	8.08a	6.49c	NA
aroma	FW	8.53a	8.43a	7.94a	7.77a	NA	NA
	VP	8.53a	NA	8.27a	NA	NA	7.29b
ความหวาน	UW	7.70a	7.77a	7.53a	7.36a	6.46b	NA
Sweetness	FW	7.70a	7.63a	7.36a	6.41b	NA	NA
	VP	7.70a	NA	7.76a	NA	NA	6.9ab
ความเปรี้ยว	UW	0.37b	0.36b	0.43a	0.54b	0.43b	NA
Sourness	FW	0.37b	0.34b	0.40a	0.54b	NA	NA
	VP	0.37b	NA	0.37b	NA	NA	1.16a
การยอมรับ	UW	9.10a	8.40b	7.92c	8.20b	6.00d	NA
โดยรวม	FW	9.10a	8.40b	7.60c	6.40d	NA	NA
Acceptance	VP	9.10a	NA	7.51c	NA	NA	7.00c

a–f: หมายถึงค่าในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
ไม่ห่อหุ้ม (UW), ห่อด้วยฟิล์ม (FW) และบรรจุสุญญากาศ (VP); NA = ไม่ได้วิเคราะห์

ความเข้มของกลิ่นมะพร้าวในมะพร้าวที่ไม่ห่อหุ้มและห่อด้วยฟิล์ม PVC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา แต่ในมะพร้าวไร้กะลาที่บรรจุสุญญากาศลดลงในวันที่ 12 บรรจุภัณฑ์สุญญากาศซึ่งเป็นวัสดุไนลลอนสามารถรักษากลิ่นมะพร้าวของน้ำมะพร้าวได้ดีกว่าการบรรจุแบบอื่น ๆ โดยไนลอนเป็นฟิล์มใสที่มีคุณสมบัติป้องกันแก๊สและกลิ่นที่ดีเยี่ยม และยังมีความแข็งแรงสูง ทนต่อการฉีกขาดและการเจาะทะลุ (Jenkins and Harrington, 1991) โดยไม่คำนึงถึงประเภทของบรรจุภัณฑ์ ผู้ทดสอบสามารถตรวจพบกลิ่นเหม็นของน้ำมะพร้าว เช่น กลิ่นหมัก กลิ่นเหม็นหืน และกลิ่นไม่พึงประสงค์ในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษาได้

ความหวานของน้ำมะพร้าวทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในเมื่อเก็บรักษายาวนานขึ้น การลดลงของความหวานมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ลดลง ระดับความเปรี้ยวในน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาบรรจุสุญญากาศเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในวันที่ 12 แต่ไม่เพิ่มขึ้นในมะพร้าวจากการบรรจุแบบอื่น แม้ว่าความระดับของความเปรี้ยวในน้ำมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาบรรจุสุญญากาศจะเพิ่มขึ้นในวันที่ 12 และ 15 ของการเก็บรักษา แต่ก็ยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.15 การประเมินทางประสาทสัมผัสของเนื้อมะพร้าวจากมะพร้าวไร้กะลาในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษา 15 วัน

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
		0	3	6	9	12	15
ความเป็นสีขาว	UW	14.70a	14.63ab	14.43ab	14.36ab	14.20b	NA
White color	FW	14.70a	14.66a	14.53ab	14.4ab	NA	NA
	VP	14.70a	NA	14.71a	NA	NA	14.30b
กลิ่น	UW	7.74a	7.83a	7.49a	7.56a	6.87a	NA
aroma	FW	7.74ab	7.69ab	7.87a	7.19ab	NA	NA
	VP	7.74a	NA	7.81a	NA	NA	6.83b
ความหวาน	UW	2.57a	2.51a	2.53a	2.03a	1.99a	NA
Sweetness	FW	2.57a	2.50a	2.53a	2.29a	NA	NA
	VP	2.57a	NA	2.50a	NA	NA	2.07a
ความแข็ง	UW	5.66a	4.61b	5.30ab	5.46ab	5.51ab	NA
Hardness	FW	5.66a	5.26ab	5.06abc	4.47c	NA	NA
	VP	5.66a	NA	4.54b	NA	NA	5.39a
การยอมรับ	UW	9.10a	8.10b	7.42c	7.74c	6.80d	NA
โดยรวม	FW	9.10a	8.00b	7.40c	6.18d	NA	NA
Acceptance	VP	9.10a	NA	7.70c	NA	NA	7.40c

a–f: หมายถึงค่าในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)
ไม่ห่อหุ้ม (UW), ห่อด้วยฟิล์ม (FW) และบรรจุสุญญากาศ (VP); NA = ไม่ได้วิเคราะห์

สำหรับเนื้อมะพร้าว ความเข้มของกลิ่นมะพร้าวมีแนวโน้มลดลงในทุกตัวอย่างตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.15) ความแข็งของเนื้อมะพร้าวในทุกชนิดการบรรจุมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 4.47–5.66 ความเข้มของความหวานไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งอยู่ในช่วง 1.99–2.57 ผู้ทดสอบสามารถตรวจพบกลิ่นเหม็นอ่อนๆ ซึ่งยังเป็นที่ยอมรับได้ในช่วงวันหลังของการเก็บรักษา

ในงานวิจัยนี้ อายุการเก็บรักษาของมะพร้าวไร้กะลาขึ้นอยู่กับการประเมินของผู้ทดสอบเป็นหลัก ยกเว้นมะพร้าวไร้กะลาที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC เมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุแบบอื่น มะพร้าวไร้กะลาที่ห่อด้วยฟิล์ม PVC มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด เนื่องจากจุลินทรีย์โดยเฉพาะยีสต์และเชื้อราสามารถเจริญเติบโตบนผิวของเนื้อมะพร้าวไร้กะลา สำหรับการบรรจุแบบอื่นสาเหตุของการเน่าเกิดจากภายในมะพร้าว ผู้ทดสอบปฏิเสธตัวอย่างในวันที่เก็บรักษาเมื่อพบลักษณะที่ไม่พึงประสงค์และมีกลิ่นในน้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวที่ไม่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง

Aked, J. (2000). Fruits and vegetables. In D. Kilcast, & P. Subramaniam (Eds.), The stability and shelf-life of food (pp. 249–278). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed). MD, USA: Association of Official Analytical Chemists.

APHA. (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed). Washington: American Public Health Association.

BAM. (1995). Bacteriological analytical manual (8th ed). Gaithersburg: AOAC International.

Bouix, M., & Leveau, J.-Y. (1995). The yeasts. In C. M. Bourgeols, & J.-Y. Leveau (Eds.), Microbiological control for foods and agricultural products (pp. 249–276). New York: VCH Publishers, Inc.

Brown, W. E., Finch, C. R., Speigel, A., & Heckman, J. H. (1992). Plastics in food packaging: Properties, design, and fabrication. New York:Marcel Dekker, Inc.

Campos, C. F., Souza, P. E. A., Coelho, JV., & Gloria, M. B. A. (1996). Chemical composition, enzyme activity and effect of enzyme inactivation of flavor quality of green coconut water. Journal of Food Processing and Preservation, 20, 487–500.

Child, R. (1974). Coconuts (2nd ed). London: Longman Group Ltd.

Consignado, T. O., Tabora Jr., P. C., & Creencia, R. P. (1976). Physiochemical changes in stored young coconut. Phillippines Agriculture, 60, 256–270.

Frank, H. K. (1992). Dictionary of food microbiology. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc.

Jenkins, W. A., & Harrington, J. P. (1991). Packaging foods with plastics. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc.

Klein, B. P. (1992). Fruits and vegetables. In J. Bowers (Ed.), Food theory and applications (2nd ed, pp. 687–748). Baskerville: Publication Services, Inc.

Lawless, T. H., & Heymann, H. (1998). Sensory evaluation of food principles and practices. New York: Chapman & Hall, Inc.

Lin, F. M., & Wilkens, W. F. (1970). Volatile flavor components of coconut meat. Journal of Food Science, 35, 538–539.

Maciel, M. I., Oliveira, S. L., & Silva, I. P. (1992). Effects of different storage conditions on preservation of coconut (Cocos nucifera) water. Journal of Food Processing and Preservation, 16, 13–22.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1999). Sensory evaluation techniques (3rd ed). Florida: CRC Press LLC, Inc.

Petpiroon, J. (2001). Aromatic coconut. In P. Yojpanya (Ed.), Coconut as all-purpose plant (pp. 38–44). Bangkok: Matichon.

Puchakawimol, P., & Jangchud, K. (2003). Study on the quality changes of aromatic coconut at different maturity. In Proceedings of the 41st Kasetsart university annual conference (pp. 166–174). Bangkok, Thailand: Kasetsart University (in Thai with English abstract).

Puchakawimol, P., Jangchud, K., Wuttijumnong, P., & Mahakarnjanakul, W. (2005). Quality of burnt aromatic coconut. In Proceedings of the 43rd Kasetsart university annual conference (pp. 586–593). Bangkok, Thailand: Kasetsart University (in Thai with English abstract).

Richardson, T., & Hyslop, D. B. (1985). Enzyme. In O. R. Fennema (Ed.), Food chemistry (pp. 371–476). New York: Marcel Dekker, Inc.

Santoso, U., Kubo, K., Ota, T., Tadokoro, T., & Maekawa, A. (1996). Nutrient composition of kopyor coconuts (Cocos nucifera L.). Food Chemistry, 57, 299–304.

Stone, H., & Sidel, J. L. (1993). Sensory evaluation practices (2nd ed). San Diego: Academic Press.

Walker, S. J., & Betts, G. (2000). Chilled foods microbiology. In M. Stringer, & C. Dennis (Eds.), Chilled foods: A comprehensive guide (pp. 153–186). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวการผลิตวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมสดและความต้องการของผู้ประกอบ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 58.78 ปี เกษตรกรร้อยละ 55.4 มีการศึกษาในระดับประถมศึกษาและมีประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าวมากกว่า 20 ปี เกษตรกรปลูกมะพร้าวพันธุ์น้ำหอมลักษณะการปลูกแบบยกร่องสวน ช่วงอายุมะพร้าว 3-10 ปี เกษตรกรมีที่ดินเป็นของตนเอง และมีเอกสารโฉนดที่ดิน วิธีการจัดการสวนมะพร้าวด้านการจัดการพื้นที่ปลูก เกษตรกรเกือบทั้งหมดมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวอยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งมลพิษ ด้านการจัดการน้ำ เกษตรกรร้อยละ 48.4 มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นในบริเวณแปลงเพาะปลูกเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ด้านการจัดการศัตรูพืช พบการระบาดของด้วงแรดมากเป็นอันดับหนึ่งและเกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ด้านการดูแลสุขลักษณะเกษตรกรส่วนใหญ่มีอุปกรณ์ป้องกันสารพิษ ด้านการจัดการผลผลิต เกษตรกรส่วนใหญ่มีผู้ซื้อมาตัดผลผลิตมะพร้าวเองในสวนโดยผู้รับซื้อจะเป็นผู้คัดขนาดของมะพร้าวทั้งหมด ด้านการด้านการบันทึกข้อมูล เกษตรกรส่วนใหญ่มีการจดบันทึกปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยว 3) สภาพปัญหาที่พบมากที่สุด คือ ด้านการจำหน่ายผลผลิต และเกษตรกรต้องการให้มีมาตรฐานสินค้าเกษตรข้อเสนอแนะของเกษตรกร คือ ควรมีการกำหนดมาตรฐานการขายผลผลิตมะพร้าวผลสด

5.1.2 การแช่มะพร้าวควั่นปอกเปลือกในสารละลายของกรดซิตริก 20% และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงสุดในการยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของมะพร้าวน้ำหอมที่ผลิตเป็นมะพร้าวควั่นเขียวทรงกรวยได้นานในระยะเวลาที่ศึกษา 15 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นทางเลือกการยืดอายุการเก็บรักษาและยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพื่อควบคุมการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับมะพร้าวควั่นปอกเปลือก

5.1.3 มะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายเกลือ/กรด (SA; โซเดียมคลอไรด์ 10% และกรดซิตริก 10%) จากนั้นเก็บในสภาวะบรรยากาศควบคุม (CA) (ออกซิเจน 5% + คาร์บอนไดออกไซด์ 7.5%) ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกได้นานถึง 15 วัน ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา อัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำหนักของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ค่า pH, TA, TSS และการเกิดสีน้ำตาลมีความคล้ายคลึงกับ มะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่เก็บในสภาวะที่แตกต่างกัน 4 แบบที่อุณหภูมิ 5-8 องศา

เซลเซียส มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และเชื้อราที่ผิวของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกต่ำกว่า 3 และ 4 log CFU/พื้นที่ของผลมะพร้าวเจียรไร้เปลือก จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมะพร้าวของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกอยู่ที่ประมาณ 1 log CFU/mL โดยไม่พบยีสต์และเชื้อรา การศึกษาแสดงให้เห็นว่าว่าสภาวะที่ใช้ในการยืดอายุการเก็ฐรักษาของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกที่ไม่ใช้สารเคมีและไม่ใช้ความร้อนที่มีแนวโน้มในการยืดอายุการเก็บรักษาของมะพร้าวเจียรไร้เปลือกได้ โดยใช้สารละลายเกลือ/กรด (SA; โซเดียมคลอไรด์ 10% และกรดซิตริก 10%) จากนั้นเก็บในสภาวะบรรยากาศควบคุม (CA) (ออกซิเจน 5% + คาร์บอนไดออกไซด์ 7.5%) ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้สารละลายเกลือ/กรดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นและการใช้สภาวะ CA ในการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพิ่มให้วิธีนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.1.4 อายุการเก็บรักษาของมะพร้าวไร้กะลาที่ไม่ห่อหุ้ม, ห่อด้วยฟิล์มพีวีซี และบรรจุสุญญากาศ ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 80–90% เท่ากับ 12, 9 และ 15 วัน ตามลำดับ ลักษณะของมะพร้าวที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อความยอมรับของผู้ทดสอบคือความเป็นสีเหลือง ความเปรี้ยว และกลิ่นผิดปกติ อย่างไรก็ตาม การเน่าเสียจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนผิวเนื้อของมะพร้าวไร้กะลาเป็นสาเหตุแรกที่ทำให้มะพร้าวไร้กะลาไม่เป็นที่ยอมรับ การบรรจุสุญญากาศมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวไร้กะลา เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสีที่น้อยกว่า การสูญเสียน้ำหนักต่ำ ไม่มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนผิวและเนื้อมะพร้าว และมะพร้าวไร้กะลาได้รับการยอมรับสูงจากผู้ทดสอบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การยืดอายุการยืดการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะพร้าวน้ำหอมสดด้วยสารเคมีควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และควรคำนึงข้อกำหนดทางกฎหมายให้เป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ เช่น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข หรือ อ.ย. เป็นต้น อีกเรื่องของคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของอาหาร ซึ่งสารเคมีที่ใช้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลหรือการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ หากใช้ในปริมาณที่สูงเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพดังกล่าวได้

5.2.2 การยับบั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลด้วยการใช้สารเคมี ร่วมกับการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ถือเป็นเทคโนโลยีเฮอเดิล (Hurdle technology) ที่สามารถนำไปปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ตัดแต่งอื่นๆ ได้

บรรณาณุกรม

วรภัทร ลัคนทินวงศ์. 2558. การผลิตมะพร้าวน้ำหอมผลดกทั้งปี. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. (2562). การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการผลิตมะพร้าวน้ำหอม. พิมพ์ครั้งที่ 1. พิมพ์ที่ การันตี Guarantee (นนทบุรี). นนทบุรี. จำนวน 93 หน้า.

สุดนัย เครือหลี กฤษณพงศ์ สุขกาย วุฒิศักดิ์ รัตนสุภา และธรรมศักดิ์ พุทธกาล. (2564). ผลของอายุผลต่อคุณภาพการเก็บเกี่ยวมะพร้าวน้ำหอม. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.)ที่ 13 ฉบับที่ 3 (กันยายน-ธันวาคม 2563). หน้า 637-646.

อนันต์ โสภิณ, วุฒิชัย วิจิตรกุลสวัสดิ์, อนุสรณ์ สาธุเสน. (2560). การพัฒนาเครื่องตรวจสอบความอ่อนแก่ของมะพร้าวน้ำหอม. วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ, 11(2), 105-118.

อารยา สุขแดง นพพร จรูญชนม์ กฤษณา กฤษณพุกต์ และวชิรญา อิ่มสบาย. (2563). การศึกษาระยะความบริบูรณ์ของผลมะพร้าวน้ำหอมภายในทะลายเดียวกัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ. ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 (2020): (กันยายน-ธันวาคม 2563). หน้า 53-62.

Aked, J. (2000). Fruits and vegetables. In D. Kilcast, & P. Subramaniam (Eds.), The stability and shelf-life of food (pp. 249–278). Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Brecht, J., Saltveit, M. E., Talcott, S. T., Schneider, K. R., Felkey, K., & Bartz, J. A. (2004). Fresh-cut vegetables and fruits. Horticultural reviews, 30.

Brown, W. E., Finch, C. R., Speigel, A., & Heckman, J. H. (1992). Plastics in food packaging: Properties, design, and fabrication. New York: Marcel Dekker, Inc.

Dardick, C., & Callahan, A. M. (2014). Evolution of the fruit endocarp: molecular mechanisms underlying adaptations in seed protection and dispersal strategies. Frontiers in plant science, 5, 89362.

Davidson, P. M., Doyle, M. P., Beuchat, L., & Montville, T. (2001). Food microbiology: fundamentals and frontiers. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds, 593-627.

Ekasari, C. P., & Widyarti, S. (2019). The physicochemical properties comparison of the natural coconut water and the packaging coconut water. In IOP Conference

Series: Earth and Environmental Science (Vol. 391, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.

Halim, H. H., Williams Dee, E., Pak Dek, M. S., Hamid, A. A., Ngalim, A., Saari, N., & Jaafar, A. H. (2018). Ergogenic attributes of young and mature coconut (Cocos nucifera L.) water based on physical properties, sugars and electrolytes contents. International Journal of Food Properties, 21(1), 2378-2389.

He, Q., Luo, Y., & Chen, P. (2008). Elucidation of the mechanism of enzymatic browning inhibition by sodium chlorite. Food Chemistry, 110(4), 847-851.

Leliana, L., Setyaningsih, W., Palma, M., Supriyadi, & Santoso, U. (2022). Antioxidant activity of aqueous and ethanolic extracts of Coconut (Cocos nucifera) fruit by-products. Agronomy, 12(5), 1102.

Luengwilai, K., Beckles, D. M., Pluemjit, O., & Siriphanich, J. (2014). Postharvest quality and storage life of 'Makapuno'coconut (Cocos nucifera L.). Scientia Horticulturae, 175, 105-110.

Martinez, M. V., & Whitaker, J. R. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Science & Technology, 6(6), 195-200.

Meethaworn, K., & Siriphanich, J. (2013). Postharvest behavior during storage of young coconut (Cocos nucifera L.) at different temperatures. In VI International Conference on Managing Quality in Chains 1091 (pp. 125-131).

Nguyen, D. T. N., Tongkhao, K., & Tongchitpakdee, S. (2019). Application of citric acid, sodium chloride and peroxyacetic acid as alternative chemical treatment for organic trimmed aromatic coconut. J. Nat. Sci, 18, 444-460.

Payuhamaytakul, K., Jitareerat, P., Uthairatanakij, A., Srilaong, V., & Renumarn, P. (2017, September). Effectiveness of sodium chlorite and acidified sodium chlorite to inhibit mesocarp browning of trimmed aromatic coconut. In IV Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems 1210 (pp. 79-86).

Primatama, S., Muhajirin, F. A., & Nugraha, B. (2023). The Observations of Hot Water Blanching Effect on Trimmed Young Coconut (Cocos nucifera (L.)). In 3 rd International Conference on Smart and Innovative Agriculture (ICoSIA 2022) (pp. 369-376). Atlantis Press.

Saensuk, C., Wanchana, S., Choowongkomon, K., Wongpornchai, S., Kraithong, T., Imsabai, W., ... & Arikit, S. (2016). De novo transcriptome assembly and identification of the gene conferring a “pandan-like” aroma in coconut (Cocos nucifera L.). Plant Science, 252, 324-334.

Santos, J. L., Bispo, V. S., BC FILHO, A. D. R. I. A. N. O., Pinto, I. F., Dantas, L. S., Vasconcelos, D. F., ... & Matos, H. R. (2013). Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of coconut water (Cocus nucifera L.) and caffeic acid in cell culture. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 85, 1235-1247.

Seok, J. H., & Ha, J. W. (2021). Synergistic mechanism and enhanced inactivation exhibited by UVA irradiation combined with citric acid against pathogenic bacteria on sliced cheese. Food Control, 124, 107861.

Terdwongworakul, A., Chaiyapong, S., Jarimopas, B., & Meeklangsaen, W. (2009). Physical properties of fresh young Thai coconut for maturity sorting. Biosystems engineering, 103(2), 208-216.

Treesuwan, K., Jirapakkul, W., Tongchitpakdee, S., Chonhenchob, V., Mahakarnchanakul, W., & Tongkhao, K. (2022). Sulfite-free treatment combined with modified atmosphere packaging to extend trimmed young coconut shelf life during cold storage. Food Control, 139, 109099.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

มกอช. 15-2550

มะพร้าวน้ำหอม (AROMATIC COCONUT)

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

มกอช. 15-2550

THAI AGRICULTURAL COMMODITY AND FOOD STANDARD

TACFS 15-2007

มะพร้าวน้ำหอม

AROMATIC COCONUT

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ICS 67.080.10 ISBN xxx-xxx-xxx-x

มกอช. 15-2550

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
มะพร้าว

1 ขอบข่าย

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาตินี้ใช้กับ “มะพร้าวน้ำหอม” (Aromatic / Fragrant Coconut หรอ Maphrao Nam Hom) พันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า ซึ่งเป็นพันธุ์ทที่กลายพันธุ์จากพันธุ์หมูสีเขียว มีต้นเตี้ยและมีกลิ่นหอม (the dwarf aroma mutant) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cocos nucifera L. อยู่ในวงศ์ Arecaceae ที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว อยู่ในรูปของมะพร้าวควั่น (เจียน) หรือมะพร้าวเจีย (กลึง) หรือรูปทรงอื่นๆ เพื่อการ บริโภคสด

2 นิยาม

2.1 มะพร้าวควั่น (เจียน) (trimmed coconut) หมายถึง มะพร้าวที่นำมาปอกเปลือกเขียว (exocarp) ออกทั้งหมดหรือบางส่วน ตกแตงใหม่รูปทรงกระบอกสอบ ด้านบนเป็นรูปฝาชี ดังภาพทที่ 1 และ 2 ตามลำดับ หรือตกแต่งเฉพาะด้านบนให้เป็นรูปฝาชี ดังรูปที่ 3

รูปที่ 1 มะพร้าวควั่น (เจียน) ปอกเปลือกเขียวทั้งหมด

รูปที่ 2 มะพร้าวควั่น (เจียน) ปอกเปลือกเขียวบางส่วน ตกแต่งให้มีรูปทรงกระบอกสอบ ด้านบนเป็นรูปฝาชี

รูปที่ 3 มะพร้าวควั่น (เจียน) ปอกเปลือกเขียวบางส่วน ตกแต่งเฉพาะด้านบนให้เป็นรูปฝาชี

2.2 มะพร้าวเจีย (กลึง) (polished/ground coconut) หมายถึง มะพร้าวทที่นำมาปอกเปลือกขาว (mesocarp) ออกทั้งหมด หรือเหลือบางส่วนไว้เป็นฐานแล้วเจีย และแต่งผิวกะลาให้เรียบ ดังรูปที่ 4 และ 5

รูปที่ 4 มะพร้าวเจีย (กลึง)
(ทรงหัวแหลม)

รูปที่ 5 มะพร้าว (กลึง)
(ฐานทรงกระบอก)

3 คุณภาพ

3.1 คุณภาพขั้นต่ำ

3.1.1 มะพร้าวน้ำหอมทุกชั้นคุณภาพต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดเฉพาะของแต่ละชั้น และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้มีได้ตามที่ระบุไว้

(1) น้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมตรงตามพันธุ์

(2) มีความสด มีอายุเก็บเกี่ยวทเหมาะสม

- สำหรับมะพร้าวควั่น (เจียน) มีเนื้อประมาณหนึ่งชั้นครึ่ง[1/]ถึงสองชั้น[2/]
- สำหรับมะพร้าวเจีย (กลึง) มีเนื้อประมาณหนึ่งชั้นครึ่ง[1/]ถึงสองชั้นครึ่ง[3/]

(3) สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอม ที่สามารถมองเห็นได้

(4) ไม่มีศัตรูพืชทที่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ และการยอมรับของผู้บริโภค

(5) ไม่มีความเสียหายอันเนื่องมาจากศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตผล

(6) รอยช้ำหรือตำหนิที่เห็นเด่นชัดที่พื้นผิวด้านนอก ต้องไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายใน

(7) ไม่มีความผิดปกติของความชื้นภายนอก โดยไม่รวมถึงหยดน้ำที่เกิดจากการนำผลิตผลออกจากห้องเย็น

(8) ไม่มีความเสียหายเนื่องจากอุณหภูมิต่ำและ/หรืออุณหภูมิสูง

(9) ไม่มีกลิ่นหรือรสชาติที่ผิดปกติ

3.1.2 มะพร้าวน้ำหอม ต้องมีความแก่-อ่อนได้ที่และได้รับการเก็บเกี่ยวตามกระบวนการเก็บเกี่ยวและดูแลภายหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา และขนส่งอย่างถูกต้อง เพื่อให้ผลิตผลอยู่ในสภาพทยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

3.1.3 ความแก่ได้ที่ สาหรับผลมะพร้าวที่ยังไม่ได้ตัดแต่ง พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ตามที่ระบุในภาคผนวก ข

3.2 การแบ่งชั้นคุณภาพ

มะพร้าวน้ำหอมตามมาตรฐานน แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

3.2.1 ชั้นพิเศษ (extra class)

มะพร้าวน้ำหอมชั้นนี้ต้องมีคุณภาพดีที่สุด ผลไม่มีตำหนิ ในกรณีที่มีตำหนิต้องเป็นตำหนิผิวเผินเล็กน้อยที่ไม่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผลิตผล คุณภาพผลิตผล คุณภาพการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ

3.2.2 ชั้นหนึ่ง (class I)

มะพร้าวน้ำหอมชั้นนี้ต้องมีคุณภาพดี ผลมีตำหนิได้เล็กน้อยโดยไม่มีผลกระทบต่อรูปลักษณ์ทั่วไปของผลิตผล คุณภาพผลิตผล คุณภาพการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ ซึ่งตำหนิโดยรวมต่อผลต้องไม่เกิน 5% ของพื้นที่ผิวทั้งหมดและไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อมะพร้าว

3.2.3 ชั้นสอง (class II)

มะพร้าวน้ำหอมชั้นนี้นรวมผลมะพร้าวน้ำหอมที่ไม่เข้าชั้นที่สูงกว่า แต่มีคุณภาพขั้นต่ำดังข้อ 3.1 และยังคงคุณภาพผลิตผล คุณภาพการเก็บรักษา และการจัดเรียงเสนอในภาชนะบรรจุ ซึ่งตำหนิโดยรวมต่อผล ต้องไม่เกิน 10% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด และไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อมะพร้าว

4 ขนาด

ขนาดของมะพร้าวพิจารณาจากเส้นรอบวง หรือ น้ำหนักผล อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

4.1 มะพร้าวควั่น (เจียน) มีน้ำหนักผล 700 ถึง 1400 g [4/]

4.2 มะพร้าวเจีย (กลึง)

ตารางที่ 1 รหัสขนาดของผลมะพร้าวน้ำหอมแบบมะพร้าวเจีย (กลึง) [5/]

รหัสขนาด	เส้นรอบวง (cm)	น้ำหนักผลโดยประมาณ (g)
1	> 35 ถึง 40	> 600 ถึง 850
2	> 30 ถึง 35	> 450 ถึง 600
3	27 ถึง 30	350 ถึง 450

การแบ่งชั้นคุณภาพและข้อกำหนดเรื่องขนาดในมาตรฐานนี้ สามารถนำไปใช้พิจารณาในทางการค้าโดยนำข้อกำหนดการแบ่งชั้นคุณภาพไปใช้ร่วมกับข้อกำหนดเรื่องขนาด เพื่อกำหนดเป็นชั้นทางการค้า

ซึ่งคู่ค้าอาจมี การเรียกชื่อชั้นทางการค้าที่แตกต่างกันขึ้นกับความต้องการของคู่ค้าหรือตามข้อจำกัดที่มีเนื่องมาจากฤดูกาล

5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพและขนาดในภาชนะบรรจุ สำหรับผลิตผลที่ไม่เข้าชั้นที่ระบุไว้

5.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพ

5.1.1 ชั้นพิเศษ (extra class)

ไม่เกิน 5% โดยจำนวนผล หรือน้ำหนักผลของมะพร้าวน้ำหอมที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นพิเศษ แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นหนึ่งหรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นหนึ่ง

5.1.2 ชั้นหนึ่ง (class I)

ไม่เกิน 10% โดยจำนวนผล หรือน้ำหนักผลของมะพร้าวน้ำหอมที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นหนึ่ง แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นสอง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นสอง

5.1.3 ชั้นสอง (class II)

ไม่เกิน 10% โดยจำนวนผลหรือน้ำหนักผลของมะพร้าวน้ำหอมที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นสอง หรือขาดคุณสมบัติตามข้อ 3.1.1(1) และ/หรือ (2) ของเกณฑ์คุณภาพขั้นต่ำ โดยไม่มีผลเน่าเสีย หรือมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการบริโภค

5.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องขนาด

5.2.1 มะพร้าวควั่น (เจียน) ในภาชนะบรรจุเดียวกันมีขนาดต่างกันได้ไม่เกิน 10% โดยน้ำหนัก

5.2.2 มะพร้าวเจีย (กลึง) ทุกรหัสขนาดมีมะพร้าวน้ำหอมขนาดที่ใหญ่หรือเล็กกว่าชั้นถัดไปหนึ่งชั้นปนมาได้ไม่เกิน 10% ของจำนวนผลหรือน้ำหนักผล

6 การบรรจุและการจัดเรียงเสนอ

6.1 ความสม่ำเสมอ

มะพร้าวน้ำหอมที่บรรจุในแต่ละภาชนะบรรจุต้องมีความสม่ำเสมอทั้งในเรื่องของพันธุ์ คุณภาพ ขนาด สี และส่วนของผลที่มองเห็นได้ต้องเป็นตัวแทนของผลิตผลทั้งหมด

6.2 การบรรจุ

ต้องบรรจุมะพร้าวน้ำหอมในลักษณะที่สามารถเก็บรักษามะพร้าวน้ำหอมได้เป็นอย่างดี วัสดุที่ใช้ภายใน ภาชนะบรรจุต้องใหม่ สะอาดและมีคุณภาพ สามารถป้องกันความเสียหายอันจะมีผลต่อคุณภาพภายนอก หรือภายในของมะพร้าวน้ำหอม การใช้วัสดุโดยเฉพาะกระดาษหรือตราประทับที่มีข้อกำหนดทางการค้าสามารถทำได้ หากการพิมพ์หรือการแสดงฉลากใช้หมึกพิมพ์หรือกาวที่ไม่เป็นพิษ สำหรับมะพร้าวควั่น (เจียน) อาจหุ้มด้วยพลาสติกใส

6.3 รายละเอียดของภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุต้องมีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะ มีการระบายอากาศที่ดีไม่มีกลิ่นและสิ่งแปลกปลอมและมีคุณสมบัติทนทานต่อการขนส่ง และรักษาผลมะพร้าวน้ำหอมได้

7 เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ภาชนะบรรจุสำหรับผู้บริโภค

อย่างน้อย ต้องมีข้อความแสดงรายละเอียดที่ภาชนะบรรจุมะพร้าวน้ำหอมให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่เป็นเท็จ หรือหลอกลวง ดังต่อไปนี้

(1) ประเภทของผลิตผล

กรณีที่ไม่สามารถมองเห็นผลิตผลจากภายนอกภาชนะบรรจุได้ ให้ระบุข้อความว่า “มะพร้าวน้ำหอม” และ/ หรือประเภทของมะพร้าวน้ำหอม

(2) จำนวนผลต่อภาชนะบรรจุ หรือน้ำหนักสุทธิเป็นกรัม หรือกิโลกรัม

(3) ข้อมูลผู้ผลิตและผู้จำหน่าย

ใหระบุชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต หรือแบ่งบรรจุ หรือจัดจำหน่าย ทั้งนี้อาจแสดงชื่อและที่ตั้งสำนักงานใหญ่ ของผู้ผลิต หรือผู้แบ่งบรรจุก็ได้ กรณีมะพร้าวน้ำหอมนำเข้าให้ระบุชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้า

(4) ข้อมูลแหล่งผลิต

ให้ระบุประเทศผู้ผลิต ยกเว้นกรณีมะพร้าวน้ำหอมที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ

(5) ภาษา

กรณีที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศต้องใช้ข้อความเป็นภาษาไทย กรณีที่ผลิตเพื่อการส่งออกให้แสดงข้อความเป็นภาษาต่างประเทศได้

7.2 ภาชนะบรรจุสำหรับขายส่ง

แต่ละภาชนะบรรจุ ต้องมีข้อความที่ระบุในเอกสารกำกับสินค้า ฉลาก หรือแสดงไว้ที่ภาชนะบรรจุ โดยข้อความต้องอ่านได้ชัดเจน ไม่หลุดลอก ไม่เป็นเท็จหรือหลอกลวง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ประเภทของผลิตผล

กรณีที่ไม่สามารถมองเห็นผลิตผลจากภายนอกภาชนะบรรจุได้ให้ระบุข้อความว่า “มะพร้าวน้ำหอม” และ/ หรือประเภทของมะพร้าวน้ำหอม

(2) ชั้นคุณภาพ

(3) รหัสขนาด ในกรณีที่มีการคัดขนาด

(4) จำนวนผลต่อภาชนะบรรจุ หรือน้ำหนักสุทธิเป็นกรัม หรือกิโลกรัม

(5) ข้อมูลผู้ผลิตและผู้จำหน่าย

ให้ระบุชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต หรือผู้รวบรวม หรือผู้แบ่งบรรจุ หรือผู้จัดจำหน่าย และหมายเลขรหัสสินค้า (ถ้ามี) ทั้งนี้อาจแสดงชื่อและที่ตั้งสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิต หรือผู้แบ่งบรรจุก็ได้ กรณีมะพร้าวน้ำหอมนำเข้า ให้ระบุชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้า

(6) ข้อมูลแหล่งผลิต

ให้ระบุประเทศผู้ผลิต ยกเว้นกรณีมะพร้าวน้ำหอมที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ

(7) ภาษา

กรณีที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศต้องใช้ข้อความเป็นภาษาไทย กรณีที่ผลิตเพื่อการส่งออกให้แสดงข้อความเป็นภาษาต่างประเทศได้

7.3 การแสดงเครื่องหมายการตรวจรบรองจากทางราชการ

การแสดงเครื่องหมายการตรวจรับรองให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของหน่วยตรวจหรือหน่วยรับรองและเป็นไปตามมาตรฐานนี้ และได้รับการยอมรับจากคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

8 วัตถุเจือปนอาหาร

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

9 สารปนเปื้อน

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง สารปนเปื้อน

10 สารพิษตกค้าง

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง สารพิษตกค้าง

11 สุขลักษณะ

การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติต่อผลมะพร้าวน้ำหอมในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการเก็บรักษา และการขนส่งมะพร้าวน้ำหอมต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

12 วิธีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง วิธีวิเคราะห์และชักตัวอย่าง

[1/] เนื้อชั้นครึ่ง หมายถึง เนื้อส่วนที่ใกล้ตาผลจะค่อนข้างบางและมีลักษณะค่อนข้างใส ส่วนเนื้อที่โคนค่อนไปทางปลายผลจะค่อนข้างหนาและมีลักษณะสีขาวนวล

[2/] เนื้อสองชั้น หมายถึง เนื้อทั้งผลที่มีลักษณะค่อนข้างหนาและมีสีขาวนวล ตรงบริเวณใกล้ตาผลยังมีส่วนเนื้อที่มีลักษณะใสอยู่บ้างเล็กน้อย แต่นุ่มพอจะใช้ช้อนตักได้

[3/] เนื้อสองชั้นครึ่ง หมายถึง เนื้อมะพร้าวที่มีลักษณะคล้ายเนื้อสองชั้นน แต่มีมีส่วนเนื้อที่มีลักษณะใสอยู่เลย

[4/] มะพร้าวควั่น (เจียน) ในทางการค้ามีการบรรจุ 9 ผล ต่อภาชนะบรรจุ โดยขนาดผลอาจมีการเปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า

[5/] มะพร้าวเจีย (กลึง) ทรงหัวแหลม รหัสขนาดต่างๆ ในทางการค้ามีการบรรจุจำนวนผลต่อภาชนะบรรจุ ดังนี้

– รหัสขนาดที่ 1 บรรจุ 24 ผลต่อภาชนะบรรจุ
– รหัสขนาดที่ 2 บรรจุ 32 ผลต่อภาชนะบรรจุ
– รหัสขนาดที่ 3 บรรจุ 40 ผลต่อภาชนะบรรจุ

สำหรับมะพร้าวเจีย (กลึง) ฐานทรงกระบอกมีการแบ่งบรรจุ ดังนี้

- ขนาดกล่องโฟม 25 kg บรรจุ 36 ลูก
- ขนาดกล่องโฟม 19 kg บรรจุ 22 ลูก

ภาคผนวก ก
หน่วย

หน่วยและสัญลักษณ์ที่ใช้ในมาตรฐานนี้ กำหนดให้ใช้ตามการยอมรับให้ใช้ได้ของ International System of Unit หรือ *Le Systeme International d'Unites*; SI

รายการ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
มวล	กรัม (gram)	G
ความยาว	เซนติเมตร (centimeter)	cm

ภาคผนวก ข
การพิจารณาความแก่ได้ที่ของผลที่ไม่ได้ตัดแต่ง
(ข้อ 3.1.3)

การพิจารณาความแก่ได้ที่ของผลที่ยังไม่ได้ตัดแต่ง มีปัจจัยดังต่อไปนี้

(1) ความแห้งของปลายหางหนู (spikelet) ประมาณครึ่งหนึ่ง ในสภาพแวดล้อมที่เป็นปกติ

(2) สีผล บริเวณรอยต่อกลีบเลี้ยงที่ติดอยู่กับตัวผลจะเห็นเป็นวงสีขาว วงสีขาวรอบขั้วผลนี้อาจเริ่มจางหรือเลือนหายไปหรือเหลือเพียงเล็กน้อย เมื่อปอกเปลือกจะเห็นเปลือกขาว (mesocarp) และเส้นใยเป็นสีขาวนวล

(3) การนับทะลาย นับทะลายที่จะเก็บเกี่ยวเป็นทะลายที่หนึ่ง แล้วนับทะลายที่ออกตามมาเป็นทะลายที่สอง โดยผลจะมีขนาดเท่ากำปั้น และทะลายที่สามจะเป็นระยะที่จั่นบานและดอกตัวเมียเพิ่งได้รับการผสมพันธุ์บางส่วน เป็นระยะที่มะพร้าวทะลายแรกอยู่ในช่วงที่อ่อนกำลังดี

- ทะลายที่จะเก็บเกี่ยวได้ ควรมีทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไป (ตามแนวเอียงเล็กน้อย) มีขนาดเท่ากำปั้นและทะลายเหนือขึ้นไปอีก มีจั่นบานแล้ว

(4) การฟังเสียงดีด ต้องใช้ผู้ชำนาญการ

ภาคผนวก ข

ประกาศกรมทรัพสินทางปัญญา
เรื่อง การขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ หรือ GI
มะพร้าวน้ำหอมบ้านแพ้ว (ทะเบียนเลขที่ สช 61100110)

ประกาศกรมทรัพย์สินทางปัญญา
เรื่อง ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย

เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคและป้องกันมิให้สาธารณชนสับสนหรือหลงผิดในสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. ๒๕๔๖ ดังนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕ อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา จึงออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกรมทรัพย์สินทางปัญญา เรื่อง ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย ลงวันที่ ๒ พฤษภาคม ๒๕๕๓

ข้อ ๒ ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทยให้เป็นไปตามรูป ดังต่อไปนี้

ตราดังกล่าวประกอบด้วยข้อความอักษรภาษาไทยคำว่า "สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย" อักษรภาษาอังกฤษคำว่า "THAI GEOGRAPHICAL INDICATION" และอักษรประดิษฐ์ "GI" ทั้งหมดจัดวางอยู่บนรูปลวดลายประดิษฐ์สีทองลักษณะพุ่มข้าวบิณฑ์

รหัสสีแนะนำ C23M40Y100K2 RGB (197, 150, 45), #C5962D

ข้อ ๓ ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทยเป็นตราของกรมทรัพย์สินทางปัญญาที่ออกให้แก่ผู้ผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ซึ่งอยู่ในแหล่งภูมิศาสตร์หรือผู้ประกอบการค้าเกี่ยวกับสินค้าที่ขึ้นทะเบียนเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์กับกรมทรัพย์สินทางปัญญาไว้แล้ว

ข้อ ๔ ผู้จะใช้ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทยตามข้อ ๒ ต้องได้รับอนุญาตจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ข้อ ๕ การอนุญาตให้ใช้ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทยให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขตามระเบียบที่อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญากำหนด

ข้อ ๖ การดำเนินการใดๆ ตามประกาศนี้ ไม่ต้องเสียค่าธรรมเนียม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๓

(นายทศพล ทังสุบุตร)
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา

๙๙/๒๕๖๓

ภาคผนวก ค
แนวทางข้อคำถามการสัมภาษณ์เชิงลึก
(In-Depth Interview)

แนวคำถามการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการมะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

เรื่อง การแปรรูปและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

1. ผู้ประกอบการ.....
2. สถานที่ตั้ง.....
   .....
3. ความเป็นมาของการดำเนินกิจการ
   .....
   .....
   .....
   .....
4. ระยะเวลาการดำเนินกิจการจนถึงปัจุบัน
   .....
5. ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม ที่ผลิตและจำหน่าย
   5.1 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.2 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.3 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.4 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.5 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.6 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
   5.7 .....วิธีเก็บรักษา.....อายุการเก็บรักษา.....
6. เครื่องหมายทางการค้า/ตราของผลิตภัณฑ์
   .....
   .....
7. การมีบริหารจัดการวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมอย่างไร
   7.1 แหล่งที่มาของวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอม
   .....
   .....
   7.2 ปัจจุบันพื้นที่สวนมะพร้าวน้ำหอมประสบปัญหาด้านใดบ้าง
   .....
   .....

7.3 สภาพเศรษฐกิจปัจจุบันส่งผลกระทบต่อการจัดหาวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมหรือไม่

.....

.....

7.4 ในฤดูกาลที่ผลผลิตมะพร้าวน้ำมีน้อยท่านมีการบริหารจัดการวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมอย่างไร

.....

.....

.....

8. วิธีคัดเลือกและควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอม

.....

.....

9. เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปมะพร้าวน้ำหอม

.....

.....

.....

10. ท่านได้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปมะพร้าวน้ำหอมได้อย่างไร

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการตลาดและการดำเนินกิจการของผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

1. ท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูปอย่างไร

.....

.....

.....

2. ท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับราคาผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูปอย่างไร

2.1 อธิบายเกี่ยวกับการกำหนดราคา

.....

.....

2.2 ราคาของวัตถุดิบมะพร้าวสด (ต่อผล) คือ

.....

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงสุด คือ

.....

2.4 ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำสุด คือ

.....

3. ท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับช่องทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูปอย่างไร มีการจัดจำหน่ายอย่างไร ช่องทางไหนบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. ท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับการส่งเสริมการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป อย่างไร ท่านมีการส่งเสริมการตลาดอย่างไร และมีหน่วยงานภาครัฐเข้ามาสนับสนุนด้าน ใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. ท่านให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการและการดำเนินธุรกิจสำหรับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอม แปรรูปอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ความคิดของผู้ประกอบการที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

1. โอกาสในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม

.....

.....

.....

.....

2. อุปสรรคและปัญหาในการแปรรูปของผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 4 การซื้อผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป

1. เกณฑ์ใดที่ท่านนำมาเป็นประเด็นในการสร้างจุดขายสำหรับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูป (ความแตกต่างจากคู่แข่งขัน) โดยพิจารณาเกณฑ์ระดับมากที่สุดอันดับ 1 ระดับมาก อันดับ 2 และระดับปานกลาง อันดับ 3
   1) ให้ตราผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ .....
   2) ใช้วิธีการแปรรูปเป็นเกณฑ์ .....
   3) ใช้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ .....
   4) ใช้ลักษณะของบรรจุภัณฑ์เป็นเกณฑ์ .....
   5) ใช้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ .....
   6) ใช้เหตุผลอื่นๆ เป็นเกณฑ์ (โปรดระบุ)_____ .....
2. ลูกค้าประทับใจอะไรมากที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์มะพร้าวน้ำหอมแปรรูปของท่าน เพราะเหตุใด

   .....
   .....
   .....
   .....

****

ขอขอบคุณที่สละเวลาในการสัมภาษณ์

ภาคผนวก ง
แนวทางข้อคำถามการสัมภาษณ์แบบโครงสร้าง
(Structural Interview)

ชุดที่.....

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง การจัดการวัตถุดิบมะพร้าวของเกษตรกร เป็นผู้ปลูกและผู้นำส่งวัตถุดิบมะพร้าวน้ำหอมผลสดให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำบ้านคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร

.....

ชื่อ-สกุล เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล.....

ที่อยู่ บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....

เบอร์โทร.....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ
   - ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ .....ปี (ตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไป นับเป็น 1 ปี)
3. ระดับการศึกษา
   - ☐ ไม่ได้รับการศึกษา ☐ ประถมศึกษา
   - ☐ มัธยมศึกษา ☐ อนุปริญญา/ประกาศนียบัตร
   - ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. รายได้หลักมาจาก
   - ☐ ภาคเกษตร ☐ เงินเดือนประจำ (ข้าราชการ อบจ อบต ฯลฯ)
   - ☐ ค้าขาย ☐ รับจ้างทั่วไป
   - ☐ อื่นๆ (ระบุ) .....
5. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน.....ราย
6. จำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ช่วยทำการเกษตร (เฉพาะมะพร้าว).....คน
7. จำนวนแรงงานที่มีการจ้างงาน (เฉพาะมะพร้าว).....คน
8. ลักษณะพื้นที่ปลูก
   - ☐ ยกร่องสวน จำนวน ..... ต้น
   - ☐ ปลูกล้อมสวน/บ่อปลา,กุ้ง จำนวน .....ต้น
9. พื้นที่ปลูกมะพร้าว
   - ☐ เป็นที่ดินของตนเอง มีเอกสารโฉนดที่ดินหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี
   - ☐ เป็นที่ดินเช่า มีหนังสือสัญญาเช่นที่ดินหรือไม่ ☐ มี ☐ ไม่มี

10. ช่วงของอายุมะพร้าวที่ปลูก

☐ อายุต่ำกว่า 3 ปี จำนวน.....ต้น ☐ อายุ 3-10 ปี จำนวน.....ต้น

☐ อายุ 11-24 ปี จำนวน.....ต้น ☐ อายุ 25 ปี ขึ้นไป จำนวน.....ต้น

11. ประสบการณ์ในการปลูกมะพร้าว

☐ 1-5 ปี ☐ 6-10 ปี ☐ 11-15 ปี ☐ 16-20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปี

.....

ส่วนที่ 2 ด้านการจัดการสวนมะพร้าว

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ประเด็นคำถาม	การตอบคำถาม		เหตุผลประกอบ
	ใช่/ปฏิบัติ	ไม่ใช่/ไม่ปฏิบัติ	
1. การจัดการพื้นที่ปลูกและพันธุ์มะพร้าว			
1.1 พื้นที่ปลูกมะพร้าว			
1.1.1 เป็นพื้นที่ราบลุ่ม			
1.1.2 เป็นพื้นที่ดอน			
1.1.3 ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมแหล่งมลพิษ			
1.2 การจัดการดิน			
1.2.1 มีการตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน			
1.2.2 มีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในดิน			
1.2.3 มีการตากดิน 7-10 วัน ก่อนปลูก			
1.2.4 ก่อนปลูกมีการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก/กาบมะพร้าว			
1.2.5 มีการลอกเลนในร่องสวนมะพร้าวเป็นประจำ			
1.3 การจัดการพันธุ์มะพร้าว			
1.3.1 ทราบที่มาของแหล่งพันธุ์ สามารถเชื่อถือได้			
1.3.2 เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพ ตรงตามสายพันธุ์			
1.3.3 เป็นที่ต้องการของตลาด			
2. การจัดการน้ำ			
2.1 มีน้ำใช้เพียงพอตลอดฤดูกาล			
2.2 มีการตรวจวิเคราะห์น้ำก่อนนำมาใช้			

ประเด็นคำถาม	การตอบคำถาม		เหตุผลประกอบ
	ใช่/ปฏิบัติ	ไม่ใช่/ไม่ปฏิบัติ	
2.3 มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น น้ำจากห้องสุขา น้ำทิ้งต่างๆ เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน			
3. การจัดการด้านการดูแลรักษาต้นมะพร้าว			
3.1 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช			
3.1.1 พบกระระบาดของด้วงแรด/ด้วงงวงมะพร้าว/แมลงดำหนาม			
3.1.2 ป้องกันกำจักโดย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			
1) เก็บมาเผาทำลาย			
2) ใช้ชีววิธี เช่น เชื้อราเมตรไรเซียม แตนเบียน ตัวห้ำ			
3) ใช้สารเคมีฉีดพ่น			
4) ใช้ฟีโรโมนล่อด้วงและแมลง			
5) ถ้าพบรอยแผลจะใช้เหล็กยาวแทงทำลาย			
3.2 การใช้ปุ๋ย สารเคมีและวัตถุ อันตรายทางการเกษตร			
3.2.1 ใช้ปุ๋ ยอินทรีย์ ปุ๋ ยคอก มูลสัตว์			
3.2.2 ใช้สารเคมีป้ องกนกั าจัดศัตรูพืช			
** ถ้าไม่มีการใช้สารเคมี ให้ข้ามไปข้อ 4 **			
3.3 วิธีการปฏิบัติในการใช้สารเคมี และวัตถุอันตรายทางการเกษตร			
3.3.1 ใช้งานตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด			
3.3.2 มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง			
3.3.3 ทำความสะอาดอุปกรณ์ฉีดพ่นในแหล่งน้ำเดียวกับที่นำมาใช้ในสวนมะพร้าว			
3.3.4 มีสถานที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่มิดชิด			
3.3.5 มีป้ายแสดงข้อมูลอุปกรณ์และสารเคมีอย่างชัดเจน			
3.3.6 การจัดการภาชนะบรรจุวัตถุอันตรายที่ใช้หมดแล้ว			
4. การจัดการผลผลิต			

ประเด็นคำถาม	การตอบคำถาม		เหตุผลประกอบ
	ใช่/ปฏิบัติ	ไม่ใช่/ไม่ปฏิบัติ	
4.1 การเก็บเกี่ยวผลผลิต			
4.1.1 เก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 20 วัน/ครั้ง			
4.1.2 ผู้รับซื้อมาตัดเองในสวน			
4.1.3 ท่านสามารถสังเกตได้ว่าผลผลิตใดที่เก็บเกี่ยวได้ โดยสังเกตจาก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			
1) สีของเปลือกมีสีเขียว ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป			
2) หางหนูมีสีน้ำตาลประมาณครึ่งหนึ่ง			
3) วงสีขาวรอบขั้วผลเริ่มจางลง			
4) ดีดฟังเสียง			
5) นับทะลาย โดยทะลายที่จะเก็บเกี่ยวได้ควรมีทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปมีผลขนาดเท่ากำปั้น และทะลายที่อยู่เหนือขึ้นไปอีกมีจั่นบานแล้ว			
4.1.4 มีสถานที่พักผลผลิตก่อนการขนส่ง			
4.1.5 มีการคัดขนาดของผลมะพร้าวก่อนจำหนาย			
1) ท่านเป็นผู้คัดขนาดของผลมะพร้าวด้วยตนเอง (n=84)			
2) ผู้รับซื้อเป็นผู้คัดขนาดของผลมะพร้าว (n=84)			
4.1.6 คัดคุณภาพผลมะพร้าวก่อนจำหน่าย โดยคัดเลือกจาก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (n=55)			
1) มีกลิ่นหอมตรงตามพันธุ์			
2) มีความสด เก็บเกี่ยวที่ 180-200 วัน หลังจากจั่นบาน			
3) น้ำหนักผลมะพร้าว ประมาณ 1-2 กิโลกรัม/ผล			
4) สะอาด ปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่สามารถมองเห็นได้			
5) ไม่มีรองรอยการทำลายของศัตรูพืช			
6) ไม่มีรอยช้ำหรือตำหนิที่เห็นชัดเจน			
7) อื่นๆ			

ประเด็นคำถาม	การตอบคำถาม		เหตุผลประกอบ
	ใช่/ปฏิบัติ	ไม่ใช่/ไม่ปฏิบัติ	
4.2 การตลาด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)			
4.2.1 ขายผ่านผู้รับซื้อ/พ่อค้าคนกลาง			
4.2.2 ขายเองบริเวณหน้าสวน			
4.2.3 ขายเองตามตลาดท้องถิ่น			
4.2.4 ออกบูธตามงานอีเว้นท์ต่างๆ			
4.2.5 ส่งโรงงานส่งออก / โรงงานแปรรูป			
4.2.6 ส่งซุปเปอร์มาร์เก็ต ห้างสรรพสินค้า			
4.2.7 ส่งผลผลิตออกต่างประเทศเอง			

ส่วนที่ 3 ด้านสภาพปัญหาในการจัดการสวนมะพร้าว

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องสภาพปัญหาที่ท่านพบตามความเป็นจริง

☐ ด้านคุณภาพผลผลิตมะพร้าว

- พบปัญหาในด้านคุณภาพของผลผลิตมะพร้าวอย่างไร เช่น ผลผลิตมีรอยตำหนิ ขนาดผลไม่ได้มาตรฐาน รสชาติไม่ดี ผลผลิตที่ได้ไม่ตรงตามสายพันธุ์

.....

.....

- ผลผลิตมะพร้าวขายได้ตามราคาท้องตลาดหรือไม่

.....

.....

☐ ด้านปริมาณผลผลิตมะพร้าว

- ผลผลิตมะพร้าวออกมาก-น้อยในช่วงใด, มีปัญหามะพร้าวขาดคอหรือไม่

.....

.....

- ปริมาณผลผลิตมะพร้าวที่เก็บเกี่ยวได้ต่อต้น/ปี

.....

.....

☐ ด้านต้นทุนการผลิตมะพร้าว

- ที่มาของแหล่งเงินทุน มีการกู้ยืมเงินเพื่อลงทุนในการผลิตมะพร้าวหรือไม่

.....

.....

- มีปัญหาหนี้สินจากการผลิตมะพร้าวหรือไม่

.....

.....

☐ ด้านการจำหน่ายผลผลิต

- ใครเป็นผู้กำหนดขนาดมะพร้าวและมีมาตรฐานในการกำหนดขนาดมะพร้าวหรือไม่

.....

.....

- ราคาผลผลิตที่ใดเป็นอย่าง สามารถกำหนดราคาได้เองหรือไม่ พึงพอใจกับราคาที่ได้หรือไม่

.....

.....

☐ ด้านสุขภาพของเกษตรกร

- ท่านมีการตรวจหาสารพิษตกค้างในร่างกายบ้างหรือไม่

.....

.....

- ท่านมีปัญหาด้านสุขภาพอย่าไร

.....

.....

<u>ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ</u>

.....

.....

.....

.....

ประวัติคณะผู้วิจัย

ข้อมูลหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): นางสาวศุภัคษร มาแสวง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Supuksorn Masavang

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

- หน่วยงาน: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ: 061 6353997
- E-mail: supuksorn.m@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาเอก	Food processing biotechnology Université de bourgogne franche comte (ฝรั่งเศส)	2562
ปริญญาโท	เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2551
ปริญญาตรี	เทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล	2545

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
1	New insights into moisture sorption characteristics, nutritional compositions, antioxidant and morphological properties of dried duckweed (Wolffia arrhiza (L.) Wimm).	Journal of the Science of Food and Agriculture Vol. 102(5), page 2135-2143	นานาชาติ	2565
2	Effect of storage conditions on qualities and water sorption isotherm of Khanom La.	Trends in Sciences, Vol.19(8), 3466	นานาชาติ	2565
3	Effect of Sugar Content on Physical and Sensory Properties of Tapioca-based Cookies.	Journal of Applied Research on Science and Technology(JARST),Vol 21, Issue 2, page 14-25	ระดับชาติ	2565
4	กระบวนการผลิตและการพัฒนาระบวนการผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม	วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร หน้า 93-105	ระดับชาติ	2565

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
5	Mango (cv. Nam Dokmai) peel as a source of pectin and its potential use as a film-forming polymer	Food Hydrocolloids Volume 102, 105611	นานาชาติ	2563
6	Identification of complex glass transition phenomena by DSC in expanded cereal-based food extrudates: Impact of plasticization by water and sucrose.	Journal of Food Engineering Volume 245, Pages 43-52	นานาชาติ	2562
7	ผลของแป้งสุกในแป้งโดที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส สี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลอดช่องสิงคโปร์ใบเตย	PBRU Science Journal	ระดับชาติ	2566
8	ผลของแคลเซียมโพรพิโอเนท กรดแอซีติก และโพแทสเซียมซอร์เบทที่มีต่อคุณภาพของขนมปังขาว	วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร	ระดับชาติ	2566
9	Comparison the stability and physical properties of salad dressing obtained with egg yolk and gelatin	Food Agricultural Sciences and Technology (FAST) (Indexed in TCI tier 1)	ระดับชาติ	2566
10	ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมจากเต้าหู้ถั่วเหลืองเสริมไข่ผำแห้ง	PBRU Science Journal (Indexed in TCI tier 2)	ระดับชาติ	2566
11	การศึกษาคุณภาพพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียว และแป้งถั่วเขียว	วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร	ระดับชาติ	2566
12	ผลของแคลเซียมโพรพิโอเนท กรดแอซีติก และโพแทสเซียมซอร์เบท ที่มีต่อคุณภาพของขนมปังขาว	วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนคร	ระดับชาติ	2567

- ผลงานทรัพย์สินทางปัญญา

ลำดับ	ชื่อผลงาน	ประเภท	สถานะ	ปีที่ยื่น
1	สูตรการผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมของเนื้อไก่	การจดทะเบียนอนุสิทธิบัตร	ผู้ประดิษฐ์หลัก	22 มีนาคม 2564
2	กรรมวิธีการผลิตข้าวเหนียวนึ่งกึ่งสำเร็จรูป	การจดทะเบียนอนุสิทธิบัตร	ผู้ประดิษฐ์ร่วม	22 มีนาคม 2564

5. ระบุประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความรับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ/ผู้ร่วมวิจัย)
1	การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมปังด้วย Calcium propionate Acetic acid และ Sorbic acid	2564	งบประมาณเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์	17,000	หัวหน้าโครงการ
2	การศึกษาผลของการลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหลักที่มีต่อคุณสมบัติการเปลี่ยนเฟสคุณสมบัติเชิงกลความสามารถในการดูดซับน้ำและอายุการเก็บรักษา	2564	งบประมาณด้านววน. 2564	302,450	หัวหน้าโครงการ
3	การพัฒนากระบวนการผลิตขนมทองหยอดโดยใช้ไฮดรอกซีโพรพิลเมธิลเซลลูโลส (HPMC), คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส (CMC), และแซนแทนกัม	2563	ทุนนักวิจัยใหม่ วท. ประจำปี พ.ศ. 2563	250,000	หัวหน้าโครงการ
4	การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากพืชเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนจากเนื้อสัตว์	2565	ผู้ร่วมวิจัย		ผู้ร่วมวิจัย
5	การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	2566	หัวหน้าโครงการ	322,650	หัวหน้าโครงการ

6	การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวเหนียวนึ่งสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์	งบประมาณด้าน ววน. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567	2567	300,000	

6. ความเชี่ยวชาญของตนเองที่สอดคล้องกับข้อเสนอโครงการที่จัดส่งครั้งนี้ (ผลงานและหน้าที่ความรับผิดชอบที่ผ่านมา ที่แสดงให้เห็นถึงการดำเนินโครงการให้สำเร็จลุล่วง)

- ผู้เสนอของบประมาณมีความเชี่ยวชาญด้านการแปรรูปอาหาร เคมีอาหารและการวิเคราะห์คุณภาพอาหารด้านกายภาพ เคมีและด้านจุลชีววิทยา อีกทั้งมีความรู้เกี่ยวกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายพฤติกรรมต่างๆ ในอาหาร เช่น การทำนายค่า Glass transition, การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical property) การเครลื่อนของน้ำในอาหาร (water mobility และ Sorption Isotherm เป็นต้น

- ผู้เสนอของบประมาณรับผิดงานสอนในรายวิชาเคมีอาหาร การวิเคราะห์อาการ เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ขนมหวานและการควบคุมคุณภาพอาหาร ซึ่งมีเนื้อหาที่สามารถบูรณาการในการทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอาหารและการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(หัวหน้าโครงการวิจัย)

ข้อมูลผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย): ศันสนีย์ ทิมทอง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ): Sansanee Thimthong

2. หน่วยงาน หมายเลขโทรศัพท์มือถือ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

- หน่วยงาน: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- หมายเลขโทรศัพท์มือถือ: 081-3479688
- E-mail: Sansanee.th@rmutp.ac.th

3. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	คุณวุฒิและสถานศึกษา	ปีที่จบการศึกษา
ปริญญาโท	วท.ม. เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพนะจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2552
ปริญญาตรี	คศ.บ. อาหารและโภชนาการ-ธุรกิจอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2547

4. สมรรถนะด้านการวิจัย

- ผลงานตีพิมพ์

ลำดับ	ชื่อบทความ	ชื่อวารสาร	ระดับชาติ/นานาชาติ	ปีที่ตีพิมพ์
			ชาติ	2566
1	Comparison the stability and physical properties of salad dressing obtained with egg yolk and gelatin.	Food Agricultural Sciences and Technology	นานาชาติ	2023
2	กรรมวิธีการปรับกรดของผักแกะสลักด้วยเครื่องปรับสภาพความเป็นกรดภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ	วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร เป็นวารสารสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชาติ	2563
3	กระบวนการผลิตผักแกะสลักบรรจุในภาชนะปิดสนิท	วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร เป็นวารสารสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชาติ	2560

- ผลงานทรัพย์สินทางปัญญา

ลำดับ	ชื่อผลงาน	ประเภท	สถานะ	ปีที่ยื่น
1	ซอสสำหรับการประกอบอาหารตะวันตก	วรรณกรรม ลักษณะงานนิพนธ์	แจ้งจดแล้ว	2565

5. ระบุประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความรับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ/ผู้ร่วมวิจัย)
1	การพัฒนาสำรับอาหารพื้นถิ่นบนฐานนวัตกรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นชนชาติพันธุ์กะเหรี่ยง ตำบลยางน้ำกลัดเหนือ จังหวัดเพชรบุรี	2567	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.)	350,000	หัวหน้าโครงการ
2	การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวเจียรไร้เปลือกจากมะพร้าวน้ำหอมด้วยการสารเคมีร่วมกับการบรรจุแบบดัดแปรอากาศ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	2566	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.)	107,550	หัวหน้าโครงการย่อย
3	การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มะพร้าวคว้านไร้กะลาจากมะพร้าวน้ำหอม กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมะพร้าวน้ำหอมบ้านตาคลองตาปลั่ง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร	2566	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.)	107,550	หัวหน้าโครงการย่อย
4	การพัฒนาศักยภาพด้านการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลผ่านการเรียนการสอนแบบบูรณาการด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและการฝึกปฏิบัติจริง	2565	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กองทุน ววน.)	1,163,000	ผู้ร่วมวิจัย
5	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปผักสำเร็จรูปสำหรับผู้สูงอายุ	2564	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และ	380,000	ผู้ร่วมวิจัย

ลำดับ	ชื่อโครงการ / แผนงาน	ปีงบประมาณ	แหล่งทุน	งบประมาณ (บาท)	หน้าที่ความรับผิดชอบ (หัวหน้าโครงการ/ผู้ร่วมวิจัย)
			นวัตกรรม (กสว.)		
6	การวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากเนื้อลูกตาลสุกในผลิตภัณฑ์อาหาร	2563	กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.)	350,000	ผู้ร่วมวิจัย
7	การยืดอายุผักแกะสลักด้วยนวัตกรรมเครื่องปรับสภาพความเป็นกรดของผักภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและความดันบรรยากาศเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมอาหาร	2561	งบประมาณแผ่นดิน	267,100	ผู้ร่วมวิจัย
8	ความหลากหลายของพืช กับภูมิปัญญางานแกะสลักผักผลไม้ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร	2559	งบประมาณแผ่นดิน	350,000	ผู้ร่วมวิจัย
9	ศึกษาและพัฒนาการทำขนมไทยพื้นบ้าน จ.สุพรรณบุรี จากภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่เชิงพาณิชย์	2558	งบประมาณแผ่นดิน	190,000	หัวหน้าโครงการ
10	ศึกษาและพัฒนาการทำขนมไทยพื้นบ้าน จ.สุพรรณบุรี จากภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่เชิงพาณิชย์	2557	งบประมาณแผ่นดิน	270,000	หัวหน้าโครงการ

6. ความเชี่ยวชาญของตนเองที่สอดคล้องกับข้อเสนอโครงการที่จัดส่งครั้งนี้ (ผลงานและหน้าที่ความรับผิดชอบที่ผ่านมา ที่แสดงให้เห็นถึงการดำเนินโครงการให้สำเร็จลุล่วง)

ผู้วิจัยมีประสบการณ์สอนและการทำวิจัยด้านอาหาร และด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น มีเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลให้ได้ผลการวิจัยและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ สามารถเป็นแนวทางในการสร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้กับชุมชนยกระดับอาหารพื้นถิ่นโดยใช้นวัตกรรมได้

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศันสนีย์ ทิมทอง

(ผู้ร่วมโครงการ)

ข้อมูลผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-สกุล .....นางน้อมจิตต์ สุธีบุตร.....

เกิดเมื่อวันที่....21 กุมภาพันธ์ 2519 .....

ที่อยู่.....44/389 หมู่ 1 ตำบลบางเตย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73210 .....

ประวัติการศึกษา

ระดับ	สาขาวิชา	มหาวิทยาลัย	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาเอก	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร	สงขลานครินทร์	2559
ปริญญาโท	เทคโนโลยีชีวภาพ	สงขลานครินทร์	2544
ปริญญาตรี	อุตสาหกรรมเกษตร	สงขลานครินทร์	2541

ประวัติด้านการทำงาน

พ.ศ. 2561 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

พ.ศ. 2547 – 2561 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2545 - 2547 นักวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หัวหน้าสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประสบการณ์ทำงาน (ความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในกลุ่มงานวิจัย)

- ☑ อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ
- ☑ อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร
- ☑ คหกรรมศาสตร์-การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาาร

ประวัติการอบรมและศึกษาดูงาน (ย้อนหลัง 3 ปี)

วัน	เรื่อง	หน่วยงานผู้จัด
วันที่ 1-2 พฤษภาคม 2567	เข้าร่วมโครงการ Reskill Upskill : ยกระดับสมรรถนะอาจารย์พันธุ์ใหม่สู่ความเป็น ๑ ด้านคหกรรมศาสตร์	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วันที่ 4-5 เมษายน 2567	ผ่านการอบรมโครงการเตรียมความพร้อมสู่การพัฒนาหลักสูตร ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ 2565 และการประกันคุณภาพการศึกษาตามเกณฑ์ AUN-QA	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วันที่ 26-28 มกราคม 2567	เข้าร่วมโครงการสัมมนาทางวิชากาและประชุมสามัญประจำปี ที่ประชุมสภาคณาจารย์และ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

วัน	เรื่อง	หน่วยงานผู้จัด
	ข้าราชการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ๙ แห่ง และสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน (ปครป.)	
วันที่ 12 มีนาคม 2567	ผ่านการอบรมโครงการความสำคัญของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หลักสูตร Social science research และ Biomedical science research	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วันที่ 2 พฤษภาคม 2566	ผ่านการอบรมหลักสุตรการสุขาภิบาลอาหารสำหรับ ผู้สัมผัสอาหารตามกฎกระทรวงสุขลักษณะของสถานที่จำหน่ายอาหาร พศ. 2561	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
วันที่ 24-28 เมษายน 2566	ผ่านการอบรมหลักสูตรผู้ควบคุมการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดปรับกรด(หลักสูตรรวม)	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และสถาบันอาหาร
วันที่ 22 – 27 มีนาคม 2566	เข้าร่วมในโครงการศึกษาดูงานด้านวิชาชีพทางเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ระดับปริญญาโท ณ ประเทศญี่ปุ่น	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วันที่ 20 กรกฎาคม 2564	ผ่านการอบรม เรื่อง กฎหมายอาหารและการขออนุญาตด้านอาหาร	สถาบันอาหาร
วันที่ 10-11 มิถุนายน 2564	ผ่านการอบรม เทคนิคและวิธีการเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์ในระดับชาติและนานาชาติ	มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย
วันที่ 8-10 พฤษภาคม 2564	ผ่านการอบรม จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ด้านสังคมศาสตร์และ พฤติกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 1	มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

รางวัลหรือเกียรติคุณที่เคยได้รับ

1. ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ระดับ 1-3 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีพุทธศักราช 2552
2. ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประเภทบุคลากรสายวิชาการ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีพุทธศักราช 2563
3. ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประเภทบุคลากรสายวิชาการ จากกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาตร์ และนวัตกรรม ประจำปีพุทธศักราช 2563

ผลงานทางวิชาการ

<u>บทความวิจัยในวารสารระดับชาติ</u> (TCI1 และ TCI2)

ชลัดดา ยิ้มเยื้อน และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ. *วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง*, 8(1), 85-92. (ม.ค.-มิ.ย.)

จรรยา คงแก้ว, พิศมัย กรุดพิศมัย และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2567). การ พัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวข้นหวานจากข้าวไร่ดอกข่าพังงา. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 18(1), 172-185. (ม.ค.-มิ.ย.)

กฤตเมธ รองรัตน์, น้อมจิตต์ สุธีบุตร, เชาวลิต อุปฐาก และ ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม. (2567). การใช้แป้งข้าวสังข์หยดทดแทนแป้งสาลีในแผ่นแป้งตอร์ติย่าสำเร็จรูปแช่แข็ง. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี,* 18(1), 27-38. (ม.ค.-เม.ย.)

เปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ, ชญาภัทร์ กี่อาริโย, ธนภพ โสตรโยม และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปและผลิตภัณฑ์อาหารภาคกลางตอนล่าง. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร,* 11(7), 2657-2671. (ก.ค.)

เปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ, ชญาภัทร์ กี่อาริโย, ธนภพ โสตรโยม และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การปรับตัวในยุคชีวิตวิถีถัดไปของวิสาหกิจชุมชน กลุ่มการแปรรูป และผลิตภัณฑ์อาหารในเขตภาคกลางตอนล่าง กลุ่ม 2. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา* , 6(2), 128-142. (ก.ค.-ธ.ค.)

ปรดา เหลืองอ่อน และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ปราศจากกลูเตนจากแป้งมะพร้าวผสมแป้งกล้วย. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี,* 17(1), 1-16. (ม.ค.-เม.ย.)

อนุพงษ์ ภูสีเขียว, ชญาภัทร์ กี่อาริโย และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียการปักลายดอกไม้บนผลิตภัณฑ์เข็มกลัดติดเสื้อสุภาพสตรีสำหรับนักเรียน วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา,* 35(125), 51-61. (ม.ค.-มี.ค.)

พนัชกร สุทธไชย และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเรไรโดยทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวัน. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา,* 33(116), 122-132. (ต.ค.-ธ.ค.)

ธีรพล ฟ้าคำตัน, ธนภพ โสตรโยม และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกเสาวรสแช่อิ่มแห้งและการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคในเขตชุมชน เทศบาลตำบลแม่คำ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ.* 13(1), 165-177. (ม.ค.-มิ.ย.)

จิรายุทธ จูมพลหล้า ธนภพ โสตรโยม ชญาภัทร์ กี่อาริโย และน้อมจิตต์ สุธีบุตร. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแก่นตะวันผงเพื่อสุขภาพ. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 30(106), 81-92. (เม.ย.-มิ.ย.)

กฤษณกัณฑ์ ภาโพธิรัตน์ ธนภพ โสตรโยม ชญาภัทร์ กี่อาริโย และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกกล้วยน้ำว้าแช่อิ่มอบแห้ง. *วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ,* 10, 200-214. (ก.ค.-ต.ค.)

น้อมจิตต์ สุธีบุตร ชญาภัทร์ กี่อาริโย จิตาพร ศรียี่ทอง ธนภพ โสตรโยม และนพพร สกุลยืนยงสุข. 2560. สมบัติบางประการทางกายภาย เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของปลาส้มฟัก. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 11(2), 69-79. (ก.ค.-ธ.ค)

น้อมจิตต์ สุธีบุตร ธัญวรรณ ยิ้มย่อง อสมาภรณ์ มีทองคำ และ ศรัญญา ภู่สมบูรณ์. (2560). การประยุกต์ใช้น้ำเชื่อมจากมันแกวในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร.* 11(1), 43-55. (ม.ค.-มิ.ย.)

<u>บทความวิจัยใน Proceeding ระดับชาติ (ย้อนหลัง 3 ปี)</u>

ฉลาด เพชรถาวร และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2567). การศึกษาร่องรอยวัฒนธรรมอาหารจีนในภูเก็ตผ่านเรื่องราวของขนมถ้วยเค็ม. ใน *การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานระดับบัณฑิต ครั้งที่ 16*, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประจำปี 2567, 30 มีนาคม 2567.น.179-189.

ชุติกาญจน์ พิลึก, เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2567). การผลิตแป้งจากมะม่วงดิบและคุณสมบัติของแป้งมะม่วงใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและงานประจำสู่งานวิจัย ครั้งที่ 3*, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ประจำปี 2567, 23-24 พฤษภาคม 2567.น. 151-155.

กมลวรรณ พันธ์มณี และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชานมกึ่งสำเร็จรูปของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 10,* ประจำปี 2566, 2-3 พฤษภาคม 2566.น.1094-1107.

วรศักดิ์ ยังอ้น และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมังสวิรัติจากกลูเตนผสมเห็ดแครงและลูกสำรอง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติการวิจัยประยุกต์ครั้งที่ 5 ประจำปี 2566 (NCAR NBU).* กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต , 24 มีนาคม 2566. น.54-63

ธมลวรรณ สุทธิหิรัญ และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การยอมรับของผู้บริโภคจังหวัดสงขลาที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปั้นสิบทอดไส้สาหร่ายผมนาง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติการวิจัยประยุกต์ครั้งที่ 5 ประจำปี 2566 (NCAR NBU).* กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต , 24 มีนาคม 2566. น.46-53.

รุจิรัตน์ คงขันธุ์, น้อมจิตต์ สุธีบุตร, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง และ เอนก ศรฟ้า. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มพลังงานต่ำจากดอกดาหลาโดยการทดแทนน้ำตาลด้วยฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2 “ด้านทรัพยากรธรรมชาติและวิทยาศาสตร์สุขภาพ”* สกลนคร. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร , 14 กุมภาพันธ์ 2566. (น. 219-231).

จรรยา คงแก้ว และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวข้นหวานจากข้าวไร่ดอกข่าพังงา. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาตและนานาชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีปทุมวิทยาเขตขอนแก่น ร่วมกับสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทยและมหาวิทยาลัยในเครือฯ*, 4 กุมภาพันธ์ 2566. น. 378-384.

พิศมัย กรุดพิศมัย และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะกุหลาบแป้งมันม่วง. ใน *การประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาตและนานาชาติ ครั้งที่ 1 ขอนแก่น. มหาวิทยาลัย*

ศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ร่วมกับสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทยและมหาวิทยาลัยในเครือฯ, 4 กุมภาพันธ์ 2566. น. 385-395.

ชนิดา ประจักษ์จิตร์, พัชรนันท์ ยังวรวิเชียร, วัชราภรณ์ ชัยวรรณ, ชลิตา อุดมรักษาสกุล และ น้อม จิตต์ สุธีบุตร. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากสับปะรดบ้านคา จังหวัดราชบุรี. ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12*. 18-20 พฤษภาคม 2565 ณ โรงแรมรอยัล คลิฟ แกรนด์ พัทยา จังหวัดชลบุรี.

พัชราวดี จงไกรจักร, น้อมจิตต์ สุธีบุตร และ สุทธิพงศ์ ยศสุวรรณ. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พานาคอตต้าสูตรน้ำนมธัญพืชเสริมซอสสับปะรดภูเก็ต. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ* ครั้งที่ 32 ประจำปี 2565. 25 มีนาคม 2565, น. 35-49.

สถิตรัชต แก้วมุกดา, เปรมระพี อุยมาวีระหิรัญ, สุพรรณิการ์ โกสุม และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร. (2565). การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2565 PCRUSCI CONFERENCE 2022 "ฝ่าวิกฤตโควิดด้วยงานวิจัยและนวัตกรรมวิทยาศาสตร์"* ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 19 มีนาคม 2565, น. 996-1001

ศศิโสม เนียมพลับ, เปรมระพี อุยมาวีระหิรัญ และ น้อมจิตต์ สุธีบุตร (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2565 PCRUSCI CONFERENCE 2022 "ฝ่าวิกฤตโควิดด้วยงานวิจัยและนวัตกรรมวิทยาศาสตร์"* ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วันเสาร์ที่ 19 มีนาคม 2565, น.196-202.