

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน  
เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว  
และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก



ยศวัฒน์ คำสมุทร

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร

พฤษภาคม 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน  
เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว  
และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก



ยศวัฒน์ คำสมุทร

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร  
พฤษภาคม 2568  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

EFFICIENCY OF HERB ESSENTIAL OIL, 1-MCP AND ETHYLENE ABSORBER FOR  
CONTROLLING POSTHARVEST DISEASE AND EXTENDING SHELF LIFE OF EXPORTED  
CAVANDISH BANANA



A Thesis Submitted to University of Phayao  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Master of Science Degree in Agricultural Science  
May 2025

Copyright 2025 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน  
เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว  
และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก

ของ ยศวัฒน์ คำสมุทร

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร  
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชิตี ศรีตันทิพย์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสนา พิทักษ์พล)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ เนืองเม็ก)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(รองศาสตราจารย์ ดร. มนัส ทิตยวัชรณ)

..... คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิพรพรรณ เนืองเม็ก)

|                          |                                                                                                                                              |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>เรื่อง:</b>           | ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก |
| <b>ผู้วิจัย:</b>         | ยศวัฒน์ คำสมุทร, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (วิทยาศาสตร์การเกษตร), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2567                                                            |
| <b>อาจารย์ที่ปรึกษา:</b> | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสนา พิทักษ์พล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ เนืองเม็ก                                         |
| <b>คำสำคัญ:</b>          | กล้วยหอมคาเวนดิช, น้ำมันหอมระเหย, 1-เมทิลไซโคลโพรเพน, สารดูดซับเอทิลีน                                                                       |

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยร่วมกับ 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีนเพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออกโดยการทดลองเป็น 5 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิช ศึกษาชนิดเชื้อสาเหตุของโรคหัวผลเน่า และศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา โหระพา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และไทม์ ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า การส่งออกกล้วยหอมคาเวนดิชจะการเก็บเกี่ยวที่ระดับความสุกแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาตัดหี ทำความสะอาด คัดขนาดและคุณภาพตามมาตรฐานการส่งออก บรรจุกล้วยลงในกล่องกระดาษที่รองด้วยแผ่นโฟมอ่อน และถุงพลาสติก บรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่ควบคุมความเย็นขนส่งโดยรถบรรทุกไปยังท่าเรือและไปยังต่างประเทศปลายทางโดยทางเรือใช้เวลาประมาณ 14-15 วัน และศึกษาชนิดของเชื้อสาเหตุของโรคหัวผลเน่าของผลกล้วยหอมคาเวนดิช คือ ได้แก่ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. และได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่า การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครลิตรขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Lasiodiplodia* spp. 69.77% และ *Fusarium* spp. 69.59% ในขณะที่ชุดควบคุมมีการเจริญของเชื้อรา 100% แสดงให้เห็นว่าสามารถลดการเจริญของเชื้อราได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการทดสอบในผลกล้วย พบว่าการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm และกานพลูทุกระดับความเข้มข้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยที่อุณหภูมิห้องได้มากกว่า 12 วัน รวมทั้งช่วยชะลอการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนผิวหี ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ของผลกล้วยได้ดีกว่าชุดควบคุม

การทดลองที่ 2 ศึกษาการระดับความเข้มข้น และระยะเวลาในรมกล้วยหอมคาเวนดิชด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 3 ppm. เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 6 ชั่วโมง ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลกล้วยพบว่า กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงขึ้นไปสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีกว่ากรรมวิธี

อื่นๆ และอายุการเก็บรักษานานที่สุด 28 วัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยสารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี และชะลอการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 20 วัน ขณะที่ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ 16 วัน

การทดลองที่ 4 ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยโทม, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช พบว่าการรมด้วย 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ และเคมีได้ดีที่สุด โดยสามารถเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้นานที่สุด 28 วัน

การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชรูปแบบหวี และผลเดี่ยวที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ (อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำ 13 องศาเซลเซียส) เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชในรูปแบบหวีและผลเดี่ยวร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ และเคมีได้ดีกว่าชุดควบคุมโดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 28 วัน ในรูปแบบหวี และ 26 วันในรูปแบบผลเดี่ยว



**Title:** EFFICIENCY OF HERB ESSENTIAL OIL, 1-MCP AND ETHYLENE ABSORBER FOR CONTROLLING POSTHARVEST DISEASE AND EXTENDING SHELF LIFE OF EXPORTED CAVANDISH BANANA

**Author:** Yodsawat Khamsamut, Thesis: M.Sc. (Agricultural Science), University of Phayao, 2024

**Advisor:** Assistant Professor dr. WASNA PITHAKPOL Co-advisor Assistant Professor dr.WIPORNPAN NUANGMEK

**Keywords:** Cavendish banana, Essential oil, 1-MCP, Ethylene absorbers

### ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the efficiency of essential oils combined with 1-MCP and ethylene absorbers in controlling post-harvest diseases and extending the shelf life of extending Cavendish bananas. The experiments are divided into 5 experiments as shown below:

Experiment 1: Study of post-harvest management methods for Cavendish bananas, evaluation of pathogens responsible for crown rot, and evaluation of 8 essential oils: clove, cinnamon, peppermint, holy basil, sweet basil, eucalyptus, citronella, and thyme. The study the concentration of essential oils to inhibit growth of fungi in laboratory scale. Cavendish bananas have to be harvested at 70% ripeness. After that, they are cleaned and classified by measurements and quality to meet export regulations. Fruits are stored in cardboard containers buffered with soft foam sheets and plastic bags. After that, they will be transported in refrigerated trucks for delivery to international destinations, with an estimated transportation duration of 14 to 15 days. The study on the pathogens that caused crown rot in Cavendish bananas identified *Lasiodiplodia* spp. and *Fusarium* spp. Studies in the laboratory show that thyme essential oil, at a concentration of 50  $\mu$ l. or higher, can inhibit the growth of *Lasiodiplodia* spp. by 69.77% and *Fusarium* spp. by 69.59% While the control has 100% fungal growth, it has been shown that herbal fumigation can reduce statistically significant fungal growth. In addition, test on banana fruits, results showed that thyme essential oil at concentrations of 500 and 1,000 ppm, along with clove at all concentrations, effectively prolonged the shelf life of bananas during storage at ambient temperature for over 12 days, inhibited the growth of fungal mycelium on the crown, and reduced the physical and chemical quality change of the bananas more successfully than the control group. Effectively reduces the physical and chemical quality alterations of the bananas compared to the control group.

Experiment 2. To examine the concentration levels and fumigation durations of 1-MCP (at concentrations of 0, 0.5, 1, 2, and 3 ppm for durations of 0, 1, 2, 3, and 6 hours) on quality and shelf life of Cavendish bananas. The result findings indicated that 1-MCP at a concentration of 3 ppm for 3

hours fumigation or more had significant delay on chemical and physical quality changes when compared with other treatments, achieving a maximum shelf life of 28 days.

Experiment 3 To study the effects of different ethylene absorbers on the quality of Cavendish bananas. Cavendish bananas treated with the ethylene absorbers Befresh® and Greenkeeper® demonstrated superior efficacy in delay physical and chemical quality changes, thereby prolonging their ripening process for 20 days, compared to 16 days for the control group.

Experiment 4 To investigate the application of thyme essential oil, 1-MCP, the ethylene absorber Befresh®, and their combination effect on maintaining quality and extending the shelf life of Cavendish bananas. Fumigation with 1-MCP was found to extend the shelf life of Cavendish bananas more effectively than other methods, significantly delaying physical and chemical quality changes, therefore allowed storage for up to 28 days.

Experiment 5 To evaluate the use of 1-MCP to maintain and prolong the shelf life of Cavendish bananas, both in bunches and as individual fruits, stored at two temperature conditions (ambient and low temperature) to preserve quality and enhance longevity. Cavendish bananas, whether in bunches or as single fruits, demonstrated superior preservation of physical and chemical quality when maintained at low temperatures compared to the control group, prolonging their shelf life to 28 days for bunches and 26 days for individual fruits.



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ประจำปี 2564 (N41A640247) ที่ให้งบประมาณในการสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาสนา พิทักษ์พล ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ตลอดจนทำการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้คำแนะนำการเขียนวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิพรพรรณ เนืองเม็ก และรองศาสตราจารย์ ดร.มนัส ทิตยวัชรณ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้ความรู้ แนะนำแนวทางในการทำงาน และคำแนะนำในการ แก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์

ขอบคุณน้อง ๆ นิสิตปริญญาโทในสาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร และเจ้าหน้าที่ประสานงานที่คอยช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย จนทำให้งานสำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่สนับสนุนด้านการศึกษา และให้กำลังใจในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ สุดท้ายนี้หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูง ในข้อบกพร่อง และความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ท่าน ผู้อ่าน และผู้สนใจต่อไป

ยศวัฒน์ คำสมุทร

## สารบัญ

### หน้า

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                   | ง  |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                               | ฉ  |
| กิตติกรรมประกาศ .....                                  | ช  |
| สารบัญ.....                                            | ณ  |
| สารบัญตาราง.....                                       | ฐ  |
| สารบัญภาพ.....                                         | ป  |
| บทที่ 1 บทนำ.....                                      | 1  |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                    | 1  |
| วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....                          | 2  |
| ขอบเขตของการวิจัย .....                                | 2  |
| ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....                     | 3  |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....           | 4  |
| กล้วยหอมคาเวนดิช .....                                 | 4  |
| การเก็บเกี่ยวกล้วย.....                                | 4  |
| การเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุก .....                      | 5  |
| การเปลี่ยนแปลงทางเคมี .....                            | 7  |
| โรคหลังการเก็บเกี่ยวกล้วย.....                         | 8  |
| น้ำมันหอมระเหย.....                                    | 9  |
| องค์ประกอบที่พบในน้ำในหอมระเหย .....                   | 10 |
| 1-เมทิลไซโคลโพรเพน (1-Methylcyclopropene, 1-MCP) ..... | 11 |
| ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของสาร 1-MCP..... | 12 |

|                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| เอทิลีน (Ethylene) .....                                                                                                                                                                                       | 13 |
| สารดูดซับเอทิลีน (Ethylene absorber) .....                                                                                                                                                                     | 15 |
| โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate) .....                                                                                                                                                         | 15 |
| การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง.....                                                                                                                                                                         | 16 |
| บทบาทของก๊าซออกซิเจนต่อการเก็บรักษาส้มไม้.....                                                                                                                                                                 | 17 |
| บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเก็บรักษาส้มไม้.....                                                                                                                                                         | 18 |
| ภาชนะบรรจุ .....                                                                                                                                                                                               | 19 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                                                                                                                                                                     | 20 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                                                                                                                                                                | 24 |
| การทดลองที่ 1 การศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่าง ๆ<br>และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุใน<br>ห้องปฏิบัติการ และคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช ..... | 25 |
| การทดลองที่ 1.1. สัมผัสเกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูก การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยว<br>และหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชจากแปลงเกษตรกร และศึกษาชนิดของ<br>เชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช .....                     | 25 |
| การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิด ต่อการยับยั้ง<br>เชื้อราสาเหตุของโรคหัวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                              | 25 |
| การทดลองที่ 1.3 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยโสม ตะไคร้หอม และการพ่น และ<br>ระดับความเข้มข้นต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                | 26 |
| การบันทึกผลการทดลอง.....                                                                                                                                                                                       | 27 |
| การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP<br>ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช.....                                                                                                | 29 |
| การบันทึกผลการทดลอง.....                                                                                                                                                                                       | 30 |
| การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษากล้วยหอม คาเวนดิช                                                                                                                                   | 32 |
| การทดลอง 4 ศึกษาประสิทธิภาพร่วมกันของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอ<br>ทิลีน เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช                                                       | 33 |

|                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ..                                                      | 34  |
| การทดลองที่ 5.1 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม คาเวนดิช แบบหรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                          | 34  |
| การทดลองที่ 5.2 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม คาเวนดิช แบบผลเดี่ยวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                      | 34  |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง .....                                                                                                                                                                                               | 36  |
| การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่าง ๆ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 7 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการและคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย | 36  |
| การทดลองที่ 1.1.1 ทำการสำรวจเกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูก การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชจากแปลงเกษตรกร และศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                | 36  |
| การทดลองที่ 1.1.2 ศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                                                                                     | 38  |
| การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุของโรคขั้วผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                         | 39  |
| การทดลองที่ 1.3 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 3 ชนิด และระดับความเข้มข้นต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                                  | 42  |
| การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                                          | 51  |
| การทดลองที่ 3 ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                                                                                           | 77  |
| การทดลองที่ 4 ศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                          | 89  |
| การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                             | 107 |

|                                                                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                            | 107 |
| ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช .....                                                                       | 119 |
| บทที่ 5 บทสรุป.....                                                                                                                                                                                                          | 133 |
| สรุปผลการวิจัย .....                                                                                                                                                                                                         | 133 |
| การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่าง ๆ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการและคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย ..... | 133 |
| การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช.....                                                                                                                 | 134 |
| การทดลองที่ 3 ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอม คาเวนดิช                                                                                                                                                      | 134 |
| การทดลองที่ 4 ศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช.....                                                                                 | 134 |
| การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม คาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ..                                                                     | 134 |
| อภิปรายผลการวิจัย.....                                                                                                                                                                                                       | 135 |
| บรรณานุกรม .....                                                                                                                                                                                                             | 140 |
| ภาคผนวก .....                                                                                                                                                                                                                | 148 |
| ประวัติผู้วิจัย .....                                                                                                                                                                                                        | 167 |

## สารบัญตาราง

### หน้า

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตาราง 1 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Lasiodiplodia</i> spp. และ <i>Fusarium</i> spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 7 วัน .....                                                                           | 40 |
| ตาราง 2 ค่า L* ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                              | 44 |
| ตาราง 3 ค่า a* ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                              | 45 |
| ตาราง 4 ค่า b* ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                              | 46 |
| ตาราง 5 ความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                              | 47 |
| ตาราง 6 ปริมาณกรดที่ไต่เตรทได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                     | 48 |
| ตาราง 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                        | 49 |
| ตาราง 8 ผลความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน ..... | 52 |



[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

ตาราง 47 ผลของการรรมด้วย 1-MCP ต่อค่า L\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน .....110

[illegible]

[illegible]



|                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตาราง 66 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน ..... | 126 |
| ตาราง 67 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน.....    | 128 |
| ตาราง 68 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณลอร์ฟิลล์ บีของเปลือกกล้วยหอม คาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน.....    | 128 |
| ตาราง 69 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณลอร์ฟิลล์ รวม ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน .....  | 129 |
| ตาราง 70 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของกล้วยหอมคาเวนดิช ผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน.....           | 129 |
| ตาราง 71 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความแตกต่างกัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                  | 149 |
| ตาราง 72 คะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน.....                                         | 150 |
| ตาราง 73 คะแนนการสุก และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน.....                         | 151 |

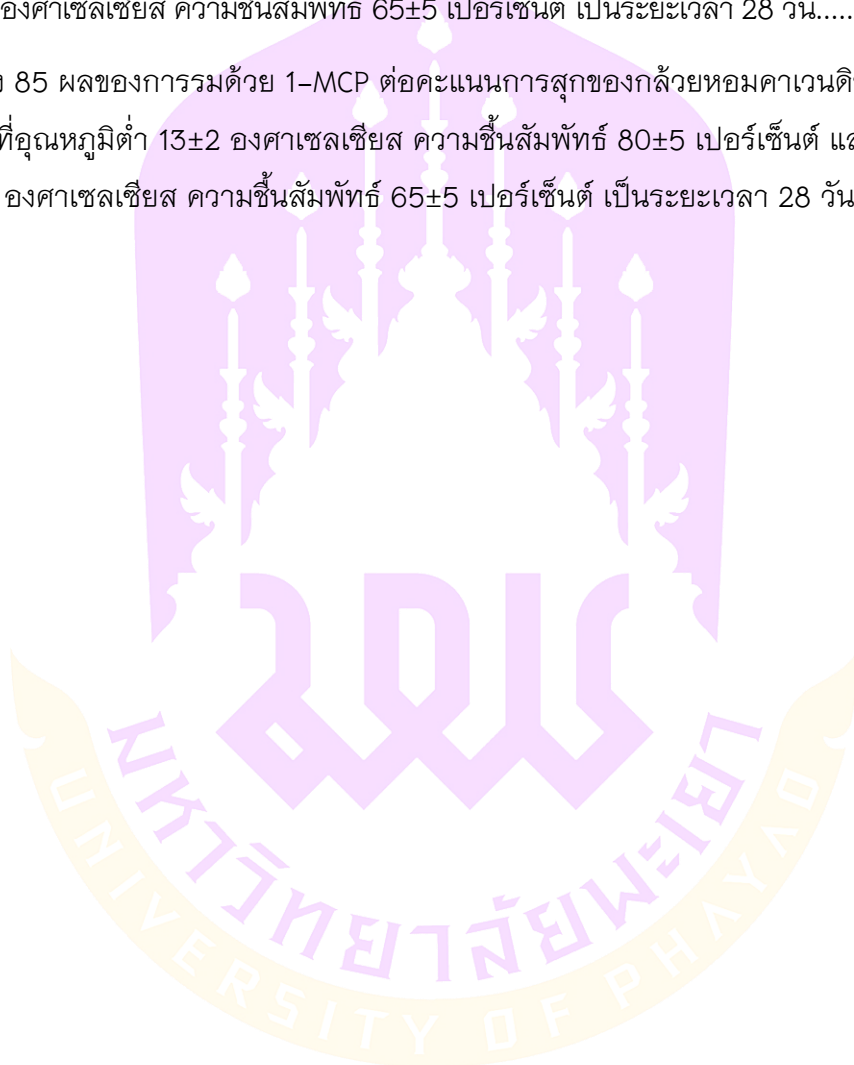




ตาราง 83 ผลของการรวมด้วย 1-MCP ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน. 164

ตาราง 84 ผลของการรวมด้วย 1-MCP คະແນການເກີດໂຣດຂອງກ້ຽວພອມຄາເວນດີຊຟລ໌ເດີຍທີ່เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน..... 165

ตาราง 85 ผลของการรวมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน ..... 165



## สารบัญภาพ

|                                                                                                                                                                                                                                           | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพ 1 รูปร่างตัดตามขวางของผลกล้วย .....5                                                                                                                                                                                                  | 5    |
| ภาพ 2 การสุกของกล้วย .....6                                                                                                                                                                                                               | 6    |
| ภาพ 3 ความสัมพันธ์ของโมเลกุลระหว่าง 1-MCP กับตัวรับเอทิลีน ..... 12                                                                                                                                                                       | 12   |
| ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเอทิลีนกับตัวรับเอทิลีน..... 14                                                                                                                                                                                  | 14   |
| ภาพ 5 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย .....24                                                                                                                                                                                              | 24   |
| ภาพ 6 การทดสอบน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา .....26                                                                                                                                                                        | 26   |
| ภาพ 7 การประเมินการเข้าทำลายของของเชื้อราบนข้าวผล.....28                                                                                                                                                                                  | 28   |
| ภาพ 8 ระดับคะแนนการสุกของกล้วย .....29                                                                                                                                                                                                    | 29   |
| ภาพ 9 การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตกล้วยหอมคาเวนดิช .....37                                                                                                                                                           | 37   |
| ภาพ 10 Flow Chart การผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิช .....37                                                                                                                                                            | 37   |
| ภาพ 11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา <i>Lasiodiplodia</i> spp. (ก) และ <i>Fusarium</i> spp. (ข)38                                                                                                                                        | 38   |
| ภาพ 12 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อกการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Lasiodiplodia</i> spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 7 วัน..... 41                      | 41   |
| ภาพ 13 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อกการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Fusarium</i> spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน..... 41                                   | 41   |
| ภาพ 14 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง $25\pm 2$ องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $65\pm 5$ เปอร์เซนต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน.....42 | 42   |
| ภาพ 15 คะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย ชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้น ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง $25\pm 2$ องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $65\pm 5$ เปอร์เซนต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....50                      | 50   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ภาพ 16 คະแนมการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้น ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน .....                                                                                                                                  | 51  |
| ภาพ 17 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอม คาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 22 วัน .....                                                                                                                                          | 77  |
| ภาพ 18 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคະแนมการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน ....                                                                                                                                                             | 88  |
| ภาพ 19 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคະแนมการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน ....                                                                                                                                                                 | 89  |
| ภาพ 20 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ..... | 90  |
| ภาพ 21 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน .....        | 105 |
| ภาพ 22 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อคະแนมการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน .....       | 106 |
| ภาพ 23 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อคະแนมการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน .....       | 106 |



- ภาพ 33 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนชนิดต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน (กรรมวิธีที่ 1 ชุตควบคุม, กรรมวิธีที่ 2 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Befresh<sup>®</sup>, กรรมวิธีที่ 3 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Greenkeeper<sup>®</sup> และกรรมวิธีที่ 4 สารดูดซับเอทิลีน 3%  $\text{KMnO}_4$ )..... 156
- ภาพ 34 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh<sup>®</sup> แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ..... 160
- ภาพ 35 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่การรมด้วย 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาที่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน..... 163
- ภาพ 36 ลักษณะของผลกล้วยคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน..... 166
- ภาพ 37 ลักษณะของผลกล้วยคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาต่อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ..... 166

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยหอมคาเวนดิช หรือ กล้วยหอมเขียวคาเวนดิชเป็นกล้วยหอมที่ปลูกและมีการส่งออกมากที่สุด คิดเป็น 95 เปอร์เซ็นต์ ในตลาดโลก (เปรม ฌ สงขลา, 2559) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยหอมทองที่มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศไทยกล้วยหอมคาเวนดิชเป็นพันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกทดแทนกล้วยหอมทองเพื่อส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่คือ อเมริกา ยุโรป และจีน (หนึ่งฤทัย แพร่สีทอง, 2560) กล้วยหอมคาเวนดิชสามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย ให้ผลผลิตสูงถึง 6-7 ตัน ต่อไร่ กล้วยหอมคาเวนดิชเป็นกล้วยที่มีโอกาสทางตลาดและมีศักยภาพในการส่งออกสูง เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือเปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่ง มีอายุการวางตลาดนานกว่ากล้วยหอมทอง รวมทั้งมีลักษณะเนื้อไม่เละ อีกทั้งรสชาติหวานน้อย จึงเหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2559)

กล้วยหอมคาเวนดิชเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ในระยะการสุกแก่จะมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้กล้วยสุกเร็วขึ้น รวมทั้งมีการเข้าทำลายของโรคทำให้กล้วยเน่าเสียได้ง่ายขึ้น โดยก๊าซเอทิลีน (Ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสุกของผลไม้ (Fruit ripening) โดยเอทิลีนจะกระตุ้นให้คลอโรฟิลล์สลายตัว เกิดการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีส้ม กระตุ้นให้แป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ช่วยลดปริมาณกรด ทำให้การสุกของผลเร็วขึ้น และทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่ายขึ้น ซึ่งพบว่าเมื่อระหว่างการขนส่งไปยังต่างประเทศ เป็นเวลา 15 วัน บริเวณหัวผลมักจะเกิดเชื้อรา หัวผลหลุดส่งผลให้กล้วยเกิดความเสียหาย ทำให้ได้ราคาไม่ดี เนื่องจากโดนกดราคาเพราะผลผลิตมีตำหนิ หรือบางประเทศไม่รับผลผลิต ทำให้เกิดความเสียหายมหาศาล ดังนั้นการควบคุมการเข้าทำลายของโรคชะลอการสุกของกล้วย จึงเป็นแนวทางที่สำคัญ โดยในปัจจุบันมีรายงานว่า 1-เมทิลไซโคลโพรเพน (1-Methylcyclopropene, 1-MCP) สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในผลผลิตหลายชนิด เช่น กล้วย มะม่วงและผัก โดยสาร 1-MCP จะจับกับ ethylene receptor ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ (จรัสแท้ ศิริพานิช, 2549) รวมทั้งมีการใช้สารดูดซับก๊าซเอทิลีนเพื่อลดปริมาณเอทิลีนที่กล้วยผลิตขึ้นมาในระหว่างการสุก ซึ่งในปัจจุบันมีการผลิตสารดูดซับเอทิลีนออกมาจำหน่ายทางการค้า รวมทั้งมีรายงานว่าใช้น้ำมันหอมระเหย สามารถ



ควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวในผลิตผลหลายชนิด เนื่องจากสารสกัดจากพืชมีสารประกอบที่สำคัญหลายชนิด เช่น eugenol, cinnamaldehyde, thymol (Mondal, 2010) สารประกอบเหล่านี้จะออกฤทธิ์ต่อเชื้อรา โดยจะทำปฏิกิริยาต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนภายในเซลล์ ส่งผลให้การเจริญและการงอกของสปอร์ช้าลง ทำให้เชื้อราตายได้ (Di Pasque et al., 2007) รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่สามารถผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์ และ cytoplasmic membrane สามารถทำลายชั้นโครงสร้างของ polysaccharides กรดไขมัน phospholipids และ cell membrane เกิดปฏิกิริยาการยอมให้ผ่าน (permeabilize) ของสาร ทำให้เกิดความเป็นพิษสร้างความเสียหายแก่ผนังเซลล์ ในแบบที่เรียกว่าการเกิดการยอมให้ผ่านของเนื้อเยื่อ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียไอออน ทำให้ศักยภาพการทำงานของผนังเซลล์ลดลง เกิดการล่มสลายของปั๊มโปรตอน และเกิดการสูญเสียพลังงาน ATP (Turina et al., 2006) รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยสามารถจับกับ cytoplasm และทำให้ไขมันและโปรตีนเกิดความเสียหาย อีกทั้งยังสร้างความเสียหายแก่ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์สามารถนำไปสู่การรั่วซึมของโมเลกุล และโมเลกุลแตกสลาย (Oussalah et al., 2006) ดังนั้นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการรมด้วยไอของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร การรมด้วยสารยับยั้งการผลิตเอทิลีน 1-MCP และการใช้สารดูดซับเอทิลีนน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออกได้

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรในการควบคุมโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร ร่วมกับ สาร 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีนต่อการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว และยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

### ขอบเขตของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดของเชื้อสาเหตุของการเกิดโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช
2. ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร (กานพลู, กะเพรา, โหระพา, ตะไคร้หอม, ยูคาลิปตัส, สะระแหน่, อบเชย และไทม์), ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย และระยะเวลาในการรมที่เหมาะสมในการยับยั้งเชื้อราโรคข้าวผลเน่าของกล้วยหอมคาเวนดิช

3. ศึกษาความเข้มข้นของและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วย 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

4. ศึกษาชนิดสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

5. ศึกษาประสิทธิภาพพร้อมกันของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีนต่อการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว คุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

### ประโยชน์ที่ได้รับการวิจัย

1. ได้ข้อมูลเชื้อสาเหตุของการเกิดโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช

2. ได้ข้อมูลชนิดของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุในการเกิดโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช

3. ได้ข้อมูลระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อการยืดอายุและรักษาคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

4. ได้ข้อมูลผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อการยืดอายุและรักษาคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

5. ได้ข้อมูลกล้วยหอมคาเวนดิชที่ผ่านการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน ต่อการยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของข้าวผลเน่า และยืดอายุการเก็บรักษา

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

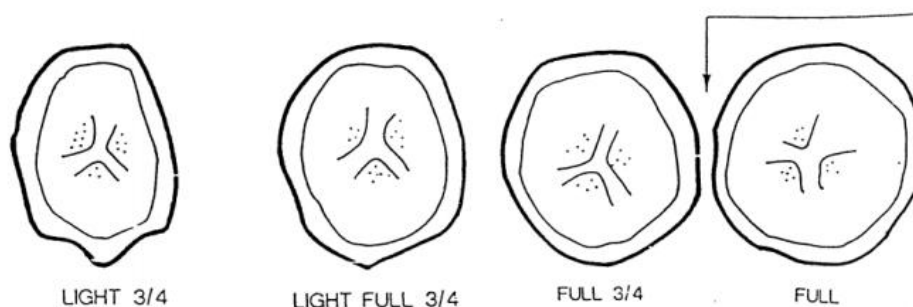
#### กล้วยหอมคาเวนดิช

กล้วยหอมคาเวนดิช หรือกล้วยหอมเขียวคาเวนดิช (*Musa* (AAA group “Cavendish”) มีถิ่นกำเนิดมาจากแถบประเทศมาเลเซีย ลักษณะเครือและผลอยู่สูง โดยมีลักษณะเฉพาะคือ เมื่อผลอ่อนจะมีสีเขียวจนเมื่อผลสุกจึงกลายเป็นสีเขียวปนเหลือง จะไม่เหลืองนวลทั้งผล รสชาติไม่ค่อยถูกปากคนไทย แต่เป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญในตลาดการค้ากล้วยหอมระหว่างประเทศ โดยกล้วยหอมคาเวนดิชมีการส่งออกมากที่สุดถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ในตลาดโลกเมื่อเทียบกับกล้วยหอมทองที่มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศไทย ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีการส่งเสริมปลูกกล้วยหอมคาเวนดิชทดแทนกล้วยหอมทองเพื่อส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เนื่องจากกล้วยหอมคาเวนดิชเป็นกล้วยหอมที่สามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย สามารถให้ผลผลิตสูงถึง 6-7 ตัน ต่อไร่ รวมทั้งกล้วยหอมคาเวนดิชเป็นกล้วยที่มีศักยภาพในการส่งออก เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือเปลือกหนา ทนทานต่อการขนส่ง ทำให้มีอายุการวางตลาดได้ และรสชาติหวานน้อยเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ห่วงใยสุขภาพ โดยกล้วยหอมคาเวนดิชมีการบริโภคปีละประมาณ 100 - 120 ล้านตันมูลค่าการบริโภคทั่วโลก มากกว่าล้านล้านบาท โดยประเทศที่มีการปลูกกล้วยหอมคาเวนดิชมากคือ เอกวาดอร์,ฟิลิปปินส์ และอเมริกาใต้ และประเทศผู้นำเข้ารายใหญ่ คือ อเมริกา ยุโรป และสาธารณรัฐประชาชนจีน (Ghag et al., 2015)

#### การเก็บเกี่ยวกล้วย

การเก็บเกี่ยวกล้วย พิจารณาจากขนาดของเหลี่ยมกล้วยเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากความแก่ของผลกล้วยจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับมุมของเหลี่ยมผล โดยจากสังเกตจากมุมของผลกล้วยที่ผ่าตามขวาง โดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การแก่ได้ (เบญจมาศ คีลาชัย, 2545)

1. ผลแก่เต็มที่ 100 % (Full) หมายถึง ผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลย
2. ความแก่ประมาณ 90 % (Full ¾) หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน
3. ความแก่ประมาณ 80 % (Light full ¾) หมายถึง ผลที่เห็นเหลี่ยมชัดเจน
4. ความแก่ประมาณ 70 % (Light ¾) หมายถึง ผลที่มีขนาดครึ่งหนึ่งของผลโตเต็มที่



ภาพ 1 รูปร่างตัดตามขวางของผลกล้วย

ทีมา (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545)

นอกจากนี้ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอาจจะพิจารณาจากลักษณะอื่น ๆ เช่น การนับจำนวนวันของกล้วย โดยเริ่มนับจากวันที่ปลีกล้วยโผล่ออกมาให้เห็นจนถึงวันเก็บเกี่ยวได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

#### การเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุก

กล้วยเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit เมื่อผลสุกจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล ความแน่นเนื้อลดลง เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์บนเปลือกกล้วยทำให้แคโรทีนอยด์ที่มีปรากฏออกมาเกิดการเปลี่ยนสีผิวเปลือกและสีเนื้อของกล้วย เกิดกลิ่นธรรมชาติและรสชาติ ทำให้กล้วยสุก (Lizada, et al., 1990)

การแบ่งขั้นตอนในการสุกของกล้วยหลังจากตัดมาบ่ม (ภาพ 2) สามารถแบ่งได้ ดังนี้ (Anonymous, 1972)

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวออกเหลืองนิด ๆ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวออกเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวออกเหลือง และมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ที่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

ระยะที่ 7 ผลสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวมีสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัว และมีกลิ่นแรง)



ภาพ 2 การสุกของกล้วย

ที่มา: (Fruit ripening, 2563)

### การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

กล้วยมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ สามารถตรวจสอบได้ทั้งทางประสาทสัมผัส ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับจากผู้บริโภค การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สำคัญ ได้แก่

1. การสูญเสียน้ำหนัก การคายน้ำเป็นปัญหาสำคัญในการเก็บรักษา เนื่องจากทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ผลเหี่ยว สีผิวไม่สวย ทำให้การสุกผิดปกติ โดยที่ระบบ dermal system ของพืชซึ่งได้แก่ คิวติเคิล (Cuticle), เซลล์ผิว (Epidermal cell), ปากใบ (Stomata), เลนติเซล (Lenticels), ขน (Trichome), บาดแผลต่าง ๆ เป็นส่วนสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการสูญเสียน้ำของผลผลิตผล นอกจากนี้อัตราการคายน้ำยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร คือ ถ้าอัตราส่วนมีค่าสูง ผลผลิตผลจะสูญเสียน้ำง่ายในเซลล์ของผิวและผลไม้ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำสูงถึงประมาณ 80 – 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการสูญเสียน้ำของผิวและผลไม้จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหาย ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปถ้าผิวและผลไม้อยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงหรือลมพัดยิ่งแรงทำให้เกิดอาการเหี่ยวได้เร็วขึ้น (दनัย บุนนเกียรติ, 2540); (Will, et al., 1998)

2. ความแน่นเนื้อ สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตผลประเภทผลไม้เมื่อเจริญเติบโตจนถึงขั้นบริบูรณ์ (Mature) หรือเข้าสู่ระยะสุกคือการอ่อนนุ่มของผล โดยเฉพาะผลไม้ประเภท Climacteric fruit เช่น กล้วย และมะม่วง เป็นต้น จะเกิดการอ่อนนุ่มได้อย่างชัดเจนซึ่งเกิดจากการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ (จิราณ หนองคาย, 2534) โดยปัจจัยหนึ่งที่ถูกกำหนดขึ้นเมื่อผลผลิตผลเข้าสู่ระยะการสุก คือการเปลี่ยนแปลงรูปของสารอาหารสะสมภายในผลผลิตผลเช่นผลไม้ที่มีการสะสมอาหารในรูปของ



แป้งภายในเซลล์ เมื่อผลไม้สุกแป้งจะถูกเปลี่ยนจากโมเลกุลขนาดใหญ่และละลายน้ำได้น้อยไปเป็นน้ำตาลที่มีขนาดเล็กและละลายน้ำได้ดี ส่งผลให้ผลไม้อ่อนนุ่ม

### การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ผลไม้แต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันซึ่งจะแปรผันไปตามปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วมักจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลไม้จะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพทางด้านรสชาติและมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถทดสอบได้จากการวัดคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสะสม เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงานที่จะนำไปใช้ในการดำรงชีวิต สำหรับผลไม้บางชนิดที่สะสมอาหารในรูปของแป้ง (Starch) เช่น กัลลวย มะม่วง และทุเรียน เมื่อสุกจะเปลี่ยนแป้งที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ไปเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลขนาดเล็กและสามารถละลายได้มากขึ้น ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผลไม้มีรสหวาน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549; (จิรา ณ หนองคาย, 2534) จากการศึกษาของ (Abdullah et al., 1985) พบว่าในกัลลวยพันธุ์ Embun ภายหลังการออกปสี 14 สัปดาห์ จะมีการสะสมแป้งสูงสุดและจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยการลดลงของปริมาณแป้งมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

2. ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนอยู่มีปริมาณกรดอินทรีย์ค่อนข้างสูง เช่นกรดซิตริก และกรดมาลิก กรดเหล่านี้เป็นวัฏจักร Kreb's ของกระบวนการหายใจแบบไมแทกซ์มีกรดที่สำคัญต่างชนิดกัน กรดในผลของกัลลวยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดมาลิก (Loesecke, 1950) โดยผลกัลลวยจะสะสมปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามอายุผล และจะเพิ่มจนถึงระดับสูงสุดขณะผลสุก (Wyman and Plamer, 1963); (Simmonds, 1966) จากนั้นจะลดลงระหว่างช่วงเวลาของการสุก โดยลดลงของกรดเกิดขึ้นพร้อมกับการลดลงของแป้งและการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลทำให้ผลไม้มีรสหวานขึ้น (สายชล เกตุษา, 2528) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (Ryugo, 1988) ที่รายงานว่าขณะผลไม้มีการหายใจสูงสุดจะมีการใช้กรดมาลิกและกรดซิตริกมากขึ้น ในกัลลวยบางชนิดปริมาณกรดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลสุก เช่น กัลลวยมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจาก 4.4 เป็น 10.9 meq 100 g<sup>-1</sup> (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) และการเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดทั้งในเปลือกและเนื้อทำให้ค่า pH ลดลงจากที่อยู่ในช่วง 5.4 และ 6.0 ในผลดิบลดลงเหลือประมาณ 4.0 ในผลที่สุกเต็มที่ (Gowen, 1995) ในระหว่างการสุกของกัลลวยนอกจากจะมีความหวานเพิ่มขึ้นแล้ว ยังมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ



กรดอินทรีย์ ส่วนรสฝาดก็จะค่อย ๆ หดไป เนื่องจากการเปลี่ยนของสารแทนนินที่ละลายน้ำ (Soluble tannins) เป็นสารแทนนินที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble tannins) ตลอดจนมีการทำงานของ เอนไซม์ alcohol acetyltransferase ในการกระตุ้นการสังเคราะห์เอสเทอร์ Isoamyl acetate ที่ให้กลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของกล้วยสุก (Clendenen and May, 1997)

3. คาร์โบไฮเดรต เมื่อผลกล้วยสุกปริมาณแป้งจะลดลงอย่างมากโดยแป้งจะลดลงเมื่อกล้วยเริ่มมีการเปลี่ยนสี (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545) ปกติเนื้อของกล้วยที่ยังไม่สุกจะมีปริมาณแป้งเป็นองค์ประกอบประมาณ 20–25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ในระหว่างที่สุกแป้งจะถูกย่อยโดยเอนไซม์อย่างรวดเร็วทำให้มีปริมาณลดลง โดยเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้ง ได้แก่  $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase และ  $\alpha$ -1,6 glucosidase (Garcia and Lajolo, 1988) และ phosphorylase (Areas and Lajolo, 1981) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ การอ่อนตัวของผล (Softening) ในระหว่างการสุกเมื่อผลกล้วยเริ่มสุกจะมีการอ่อนตัวของเนื้อและเปลือก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภายในของผนังเซลล์ จากผนังเซลล์ที่มีเซลลูโลสและเพกติน ซึ่งจะเปลี่ยนรูปที่ไม่ละลายน้ำ (Protopectin) ไปเป็นรูปที่ละลายน้ำ โดยกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น Cellulase (CX), Polygalacturonase (PG), Pectin methyl esterase (PME) เป็นต้น ทำให้เกิดการอ่อนตัวของเปลือกและเนื้อผลในระหว่างการสุก การอ่อนตัวของเนื้อและเปลือกทำให้เนื้อสัมผัสของผลอ่อนนุ่มลง แป้งที่สะสมในผลถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลต่าง ๆ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส สำหรับในส่วนของการเปลี่ยนแปลงของแป้งจะถูกละลายเช่นเดียวกับในเนื้อกล้วย (Areas and Lajolo, 1981)

### โรคหลังการเก็บเกี่ยวกล้วย

โรคหลังจากการเก็บเกี่ยวกล้วยก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อปริมาณ และคุณภาพของกล้วย ได้แก่ โรคช้ำเหี่ยวเน่า โรคช้ำผลเน่า และโรคปลายผลเน่า โดยเชื้อสาเหตุของโรคส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่มีลักษณะของการทำลายแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือการเข้าทำลายแบบแฝง และการเข้าทำลายขณะเก็บเกี่ยว หรือหลังการเก็บเกี่ยว ในการเข้าทำลายแบบแฝงนั้นผลกล้วยจะได้รับเชื้อราขณะผลยังติดอยู่ เชื้อราจะผ่านเข้าไปยังทางคิวดิเคิลโดยตรง และพักตัวอยู่ในรูปของเส้นใยทำให้ยากต่อการควบคุม เมื่อกล้วยสุกเชื้อราจะเจริญทำให้อาการของโรคปรากฏขึ้น ในภายหลัง ส่วนการเข้าทำลายในระยะเก็บเกี่ยวจะทำให้เกิดโรคทันทีหลังจากผลกล้วยได้รับเชื้อ การเข้าทำลายมักเกิดบริเวณบาดแผล โรคช้ำผลเน่าจัดเป็นโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจของกล้วยเป็นอันดับต้น ๆ และเป็นปัญหาที่สำคัญในการส่งออกกล้วยของประเทศไทย (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545) มีเชื้อสาเหตุโรคหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อ *Colletotrichum musae*,

*Botryodiplodia theobromae* และ *Fusarium pallidoroseum* ซึ่งเชื้อชนิดแรกเป็นเชื้อที่เข้าทำลายแบบแฝง ส่วนเชื้อราสองชนิดหลังจะเข้าทำลายตรงแผลรอยตัดตรงโคนหวีที่แยกออกจากเครือ เมื่อเชื้อเข้าไปจะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเน่าเป็นสีดำ แล้วลุกลามเข้าสู่ก้านของผล และเนื้อของผลเกิดอาการเน่า และผลหลุดได้โดยง่าย และมักพบบริเวณรอยต่อโคนหวีจะปรากฏเส้นใยต่างๆ ของเชื้อราสาเหตุของโรคเกิดขึ้นปกคลุมอยู่ (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545) การควบคุมโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้โดยการจัดการให้ผลิตผลคงความสมบูรณ์แข็งแรง ยากต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา การทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณน้อยหรืออ่อนแอลง และการจัดสภาพการรักษาให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ เช่น การควบคุมทางกายภาพ การใช้สารเคมี และการควบคุมโรคด้วยชีววิธี (Barkai and Golan, 2001)

### น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย คือ น้ำมันที่พืชสร้างขึ้นและเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล ราก ลำต้น ตลอดจนเมล็ด ซึ่งจะพบความแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด (จุไรรัตน์ แสงสวัสดิ์, ม.ป.ป.) เป็นสารประกอบทุติยภูมิ มีลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อน ๆ มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ (พิชญดา ฉายแสง, 2552)

น้ำมันหอมระเหยสามารถควบคุมเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวในผลิตผลหลายชนิด เนื่องจากสารสกัดจากพืชที่มีสารประกอบที่สำคัญหลายชนิด เช่น eugenol, cinnamaldehyde, thymol เป็นต้น (Mondal and Khalequezzman, 2010) สารประกอบเหล่านี้จะออกฤทธิ์ต่อเชื้อราโดยทำปฏิกิริยาต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนภายในเซลล์ส่งผลให้การเจริญและการงอกของสปอร์ช้าลง ทำให้เชื้อราตายได้ (Di Pasqua et al., 2007) ทางด้านการออกฤทธิ์ต่อจุลินทรีย์น้ำมันหอมระเหยมีประโยชน์ในการต้านทานต่อจุลินทรีย์ในวงกว้าง รวมไปถึงแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ และพบว่าแบคทีเรียแกรมบวกมีความไวต่อสารต้านจุลินทรีย์จากน้ำมันหอมระเหยมากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบ จะมีผนังเซลล์ชั้นนอก ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม lipopolysaccharide จึงทำให้ผนังเซลล์แกรมลบมีความแข็งแรงมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก น้ำมันหอมระเหยสามารถคงอยู่ได้นานในอาหารและเครื่องดื่มเมื่อนำไปปรุงรสชาติ และยังมีประโยชน์ในการต้านจุลินทรีย์ อีกทั้งน้ำมันหอมระเหยยังเป็นสารสกัดธรรมชาติที่มีคุณสมบัติสามารถนำไปใช้ถนอมอาหาร (ปทุม อรุณวัชรินทร์ และคณะ, 2550)

### องค์ประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหย

กานพลู (*Syzygium aromaticum* Linn.) เป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณหลายอย่าง เช่น ช่วยขับลม แก้เลือดออกตามไรฟัน เป็นต้น (Soonthornchareonnon and Ruangwiset, 2008) มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ก่อโรคได้แก่ *S. aureus*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *Porphyromonas gingivalis* และ *Panax notoginseng* (Kang and Song, 2018); (Ebani et al., 2019); (Ma et al., 2019); (Zhang et al., 2017); (Budri et al., 2015)

กระเพรา (Thai basil, *Ocimum sanctum* L.) มีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.5–0.7 มีองค์ประกอบเคมีที่สำคัญคือ apigenin, ocimol, phenols, chavibetol, linalool, และ organic acid (สรรพคุณสมุนไพร, 2554ก)

โหระพา (Holy basil, *Ocimum basilicum* Linn.) มีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1.5 มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ methyl chavicol ประกอบด้วย ocimene, alpha-pinene, 1,8-cineole, eucalyptol, linalool, geraniol, limonene, eugenol, methyl chavicol, eugenol methylether, methyl cinamate และ 3-hexen-1-ol, estragon (สรรพคุณสมุนไพร, 2554ข)

ตะไคร้หอม (Citronella, *Cymbopogon nardus* Rendle) มีน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1.5 มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ geraniol 57.6–61.1 เปอร์เซ็นต์ และ citronella 7.7–14.2 เปอร์เซ็นต์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545)

ยูคาลิปตัส (Eucalyptus, *Eucalyptus camaldulensis*) ใบยูคาลิปตัสพบน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 0.92–2.89 มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ aromadendrene, cineole, pinene, pinocarvon, pinocarevol, cuminaldehyde, 1-allyl 1-4 isopropylidene-cyclopentene, quercitrin, quercetin, rutin (สรรพคุณสมุนไพร, 2554ค)

สะระแหน่ (*Mentha* spp.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีหลากหลายชนิด เช่น *Mentha aquatica*, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, *Mentha pulegium* รวมทั้ง *Mentha cordifolia* Opiz. ซึ่งเป็นชนิดที่พบในประเทศไทย (Chawla and Thakur, 2013) สะระแหน่มีคุณสมบัติหลายประการ เช่น แก้อาการปวดหัว ปวดฟัน น้ำมูกไหล ต้านอนุมูลอิสระ และกระตุ้นการหลั่งน้ำดี เป็นต้น (Saensuk, 2010); (Mkaddem et al., 2009) นอกจากนี้มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ชนิด *M. cordifolia* Opiz. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียหลายชนิด เช่น *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* รวมทั้ง *S. typhimurium* (Pudpila et al., 2011)

อบเชย (Cinnamon, *Cinnamomum* spp.) มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ cinnamol aldehyde ประมาณ 51–76%, eugenol 5–18%, benzaldehyde, phellandrene (ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบล, 2553)

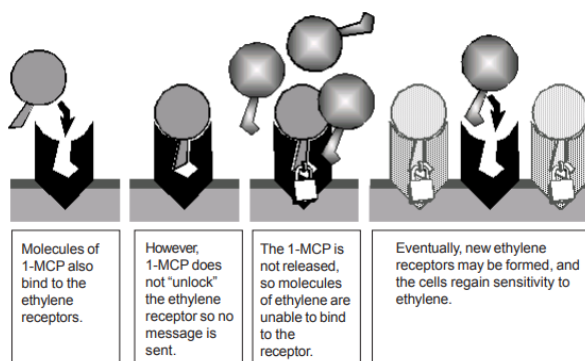
ไทม์ (Thyme, *Thymus*) มีองค์ประกอบทางเคมีคือ isopropylmethylphenol เป็นสารอนุพันธ์ในกลุ่ม monoterpene phenol มีฤทธิ์คือต้านเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อรา และแบคทีเรีย โดยไทมอลจะไปทำลายผนังเซลล์แบคทีเรียและเชื้อรา ทำให้เกิดความเสียหายที่ผนังเซลล์ จึงหยุดการเจริญหรือการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ได้ (นฤมล มาแทน, 2550)

### 1-เมทิลไซโคลโพรเพน (1-Methylcyclopropene, 1-MCP)

1-Methylcyclopropene (1-MCP) เป็นสารที่มีโมเลกุลของคาร์บอน 4 โมเลกุล ( $C_4H_6$ ) มีองค์ประกอบเป็นสามเหลี่ยมของคาร์บอนที่มีหมู่เมทิลเกาะอยู่ มีสถานะเป็นก๊าซ เป็นสารที่เกิดกระบวนการสลายของ diazocyclopropene ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายเอทิลีน และขัดขวางการจับกับ receptor ของเอทิลีน ทำให้ receptor ของเอทิลีนไม่ทำงานส่งผลต่ออื่นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการสุกและยับยั้งกระบวนการอื่น ๆ ที่ชักนำโดยเอทิลีน จึงทำให้การสุกและกระบวนการอื่น ๆ ถูกยับยั้ง ดังนั้นจึงมีผลในการยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของเอทิลีนจากแหล่งภายในและภายนอก (Skog et al., 2001) โดยสาร 1-MCP มีความสามารถที่จะไปเกาะอยู่ตรงตำแหน่งของตัวรับ และไปยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาหรือการทำงานของเอทิลีนในพืชอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นระยะเวลานาน โดยปฏิกิริยาหรือการทำงานของสาร 1-MCP จะขึ้นอยู่กับการควบคุมสภาพบรรยากาศ และอุณหภูมิในการเก็บรักษา เช่น อโวคาโด กล้วย เป็นต้น และ 1-MCP เป็นสารที่อยู่ในรูปของก๊าซ ซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้และการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีการพัฒนาสารนี้ให้อยู่ในรูปของของแข็งที่เป็นผง โดยรวมตัวกับ  $\gamma$ -cyclodextrin กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่อยู่ในรูปของผง ที่อยู่สภาพเสถียร สามารถผสมกับน้ำและปลดปล่อยก๊าซ 1-MCP ออกมา

การใช้สาร 1-MCP กับกล้วย พบว่ามีการใช้อย่างกว้างขวางที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 200–1,000 ppb กับผลผลิตพืชสวนชนิดต่าง ๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา จากการทดลองใช้สาร 1-MCP กับกล้วยไข่ พบว่ากล้วยไข่ที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และเก็บรักษาในบรรยากาศปกติหรือบรรยากาศดัดแปลง กล้วยจะอยู่ได้นานกว่ากล้วยชุดที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ทั้งที่อยู่ในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ (14 องศาเซลเซียส) ทำให้สามารถยืดอายุการวางขายหรือการเก็บรักษาผลของกล้วยไข่ได้ โดยพบว่ามีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ การใช้สาร 1-MCP สามารถยับยั้งการทำงานของ

ทึลีน โดยการแย่งจับกับตัวรับเอทิลีนทำให้เอทิลีนไม่สามารถส่ง สัญญาณในการทำงานเพื่อกระตุ้นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกของผลไม้ (สายชล เกตุษา, 2555)



ภาพ 3 ความสัมพันธ์ของโมเลกุลระหว่าง 1-MCP กับตัวรับเอทิลีน

ที่มา: (Blankenship and Dole, 2003)

### ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของสาร 1-MCP

1. ความเข้มข้นที่เหมาะสม พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppb สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยน้ำว้าได้นานถึง 15 วัน
2. ระยะเวลาในการรม พบว่า ระยะเวลาของการรม 1-MCP ที่ระยะเวลานานและ ความเข้มข้นต่ำ (1-MCP ความเข้มข้น 0.01 ppb นาน 24 ชั่วโมง) ได้ผลดีเช่นเดียวกับการรม 1-MCP ที่ระยะเวลานั้น ๆ แต่ให้ความเข้มข้นสูงขึ้น (1-MCP ความเข้มข้น 1,000 นาน 18 ชั่วโมง) สามารถชะลอการสุกของผลกล้วยหอมได้นาน 12 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่าหากทำการรม 1-MCP ที่ระยะภายหลังการเก็บเกี่ยวในระยะเวลานั้น ๆ จะมีประสิทธิภาพในการชะลอการสุกได้มาก (Golding, et al., 1998)
3. อุณหภูมิที่ใช้ในการรมและขณะเก็บรักษา อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปขณะการรมจะทำให้การใช้สาร 1-MCP ไม่มีประสิทธิภาพ แต่อุณหภูมิที่เข้มข้นอยู่กับความเข้มข้นและช่วงเวลารม โดยผลกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 200 ppb ที่ 20 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอความอ่อนนุ่มของเนื้อเยื่อ เพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ถ้ามรมที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าจะชะลอได้น้อยกว่า นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาก็มีผลต่อการชะลอการสุกได้ ผลแอปเปิลที่รมด้วย 1-MCP แล้วเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอการสุกได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส



4. ระยะพัฒนาการสุกของผลิตผล ระยะพัฒนาการเก็บขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลด้วย ผลิตผลแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อ 1-MCP แตกต่างกัน ผลกล้วยระยะเขียวแก่ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการหายใจเพิ่มขึ้น จะตอบสนอง 1-MCP ได้ดี

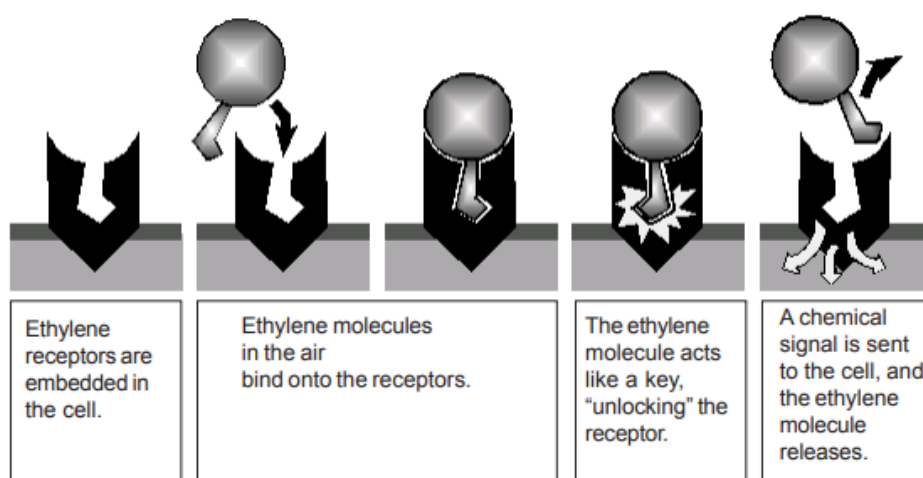
5. ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปแล้วผลิตผลต้องรมด้วย 1-MCP เร็วที่สุดเพื่อช่วยให้การใช้ 1-MCP เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล

### เอทิลีน (Ethylene)

เอทิลีน (Ethylene,  $C_2H_4$ ) เป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทไฮโดรคาร์บอนมีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย สามารถติดไฟและเกิดระเบิดได้ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 3.2-32 พบปริมาณมากในแหล่งก๊าซธรรมชาติใต้ดินพร้อมกับก๊าซไฮโดรคาร์บอนอย่างอื่น ๆ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงพืชโดยเฉพาะพืชที่เน่าเสียและพืชที่ติดเชื้อไวรัสรวมทั้งจุลินทรีย์หลายชนิดตลอดจนการเผาผลาญเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ทำให้เกิดก๊าซเอทิลีนได้ (สังคม เตชะวงศ์เสถียร, 2536) โดยการทำงานของเอทิลีนในระหว่างการสุกขึ้นอยู่กับความสามารถของเอทิลีนที่จะจับกับตัวรับเอทิลีน

เอทิลีน เป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับอายุการเก็บรักษาของผลไม้ เนื่องจากเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นให้ผลไม้แก่เร็วขึ้น ทำให้ผลไม้ถึงอายุเสื่อมสภาพ (Senescence) เร็วขึ้น อัตราการสร้างเอทิลีนจะต่ำมากระหว่างช่วงเวลาของการเจริญเติบโตและพัฒนาของผล ในผลไม้ประเภทบ่มให้สุกได้ (Climacteric fruit) จะมีอัตราการสร้างเอทิลีนที่สูงมากในช่วงเดียวกันกับการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการสร้างจะสูงที่สุดที่ระยะหนึ่งแล้วลดลง ผลิตผลที่เกิดบาดแผลหรือได้รับอันตรายอื่น ๆ เช่นน้ำหรือได้รับสารพิษ ก็สามารถกระตุ้นให้พืชสร้างเอทิลีนได้ แล้วทำให้เอทิลีนจะกระตุ้นให้พืชนั้นสร้างเอทิลีนได้ปริมาณมากขึ้น (จิรา ณ หนองคาย, 2534) เอทิลีนเร่งการเสื่อมสภาพของพืชส่วนต่าง ๆ เนื่องจากเอทิลีนจะกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)





ภาพ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเอทินกับตัวรับเอทิลีน

ที่มา: (Blankenship, 2001)

เอทิลีน มีบทบาทสำคัญต่อการสุกของผลไม้ในกลุ่ม Climacteric fruit เช่นกล้วยที่อยู่ในระยะ pre-climacteric ซึ่งยังดิบอยู่นั้น มีปริมาณของ  $\text{CO}_2$  ต่ำมากน้อยกว่า 0.1 มิลลิโมล/กรัม และการเพิ่มขึ้นของปริมาณเอทิลีนจะสัมพันธ์กับการสุกซึ่งเอทิลีนที่พืชสร้างขึ้นเองนี้สามารถไปกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ที่ตอบสนองต่อเอทิลีนให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น การสุก การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก และการวายของพืช (จรัสแท้ ศิริพานิช, 2549) โดยเอทิลีนที่สูงขึ้นส่งผลให้มีการทำงานของเอนไซม์ที่กระตุ้นการย่อยของผนังเซลล์มากขึ้น ทำให้เปลือกของผลไม้อ่อนนุ่มลง เอทิลีนยังสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่มีบทบาทในการสลายแป้งเป็นน้ำตาล และการกระตุ้นการสลายของคลอโรฟิลล์ที่เปลือกของผลไม้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกและเนื้อรสชาติ และกลิ่นชวนรับประทานมากขึ้น

#### เอทิฟอน (Ethephon)

เอทิฟอน (2-Chloroethylphosphonic acid) เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมา เอทิฟอนเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็งคล้ายขี้ผึ้งสีขาวละลายได้ทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ เป็นสารที่ไม่ระเหยและไม่ติดไฟ ที่ผลิตออกมาจำหน่ายมีชื่อการค้าต่าง ๆ กัน เช่น อีเทรล (Ethrel®) ซีฟา (Cepha®) และอีเทรลลาเท็กซ์ (Ethel latex®) มีทั้งในรูปสารละลายและครีม โดยมีเข้มข้นต่างกันไป (นุติ เจริญกิจ, 2544) กลไกการทำงานของเอทิฟอนในพืชคือ เอทิฟอนจะปลดปล่อยเอทิลีน ซึ่งอยู่ในรูปของก๊าซ ใช้บ่มผลไม้ให้สุกเร็วขึ้น เช่น กล้วย มะม่วง และ ละคร เป็นต้น

### สารดูดซับเอทิลีน (Ethylene absorber)

การใช้สารดูดซับเอทิลีนเป็นวิธีการหนึ่งในการกำจัดก๊าซเอทิลีนที่นิยมใช้ในการค้าในระหว่างการขนส่ง และการเก็บรักษา เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ก่อนวางจำหน่าย สารดูดซับเอทิลีนมีผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ จากการศึกษาของ (วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์, พรชัย ราชตะนะพันธ์ และ พิชญานุณประสม, 2550) พบว่า จะมีเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้สารดูดซับเอทิลีน เนื่องจากก๊าซเอทิลีนที่สะสมอยู่บรรจุกักเก็บทำให้กล้วยไข่เกิดการสุก และผลกล้วยไข่ที่เก็บรักษาโดยไม่สารดูดซับเอทิลีน และมีสารดูดซับเอทิลีนในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของกล้วยไข่ จะมีปริมาณก๊าซเอทิลีน 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของกล้วยไข่ซึ่งภายหลังจากนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องแล้ว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จะใกล้เคียงกับผลกล้วยที่บ่มสุกก่อนการเก็บรักษา

### โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate)

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate;  $\text{KMnO}_4$ ) หรือต่างทับทิม จัดเป็นสารประกอบทางเคมีที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีม่วง มีรสหวานและไม่มีกลิ่น และเมื่อละลายน้ำจะเกิดเป็นสารประกอบสีชมพูเข้ม มีความสามารถในการออกซิไดซ์ที่รุนแรง เนื่องจากเมื่อโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เป็นสารออกซิไดซ์อย่างรุนแรงทำปฏิกิริยากับเอทิลีนที่มีสถานะในบรรยากาศ จะเกิดเป็นสารประกอบของแมงกานีสออกไซด์ ( $\text{MnO}_2$ ) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล ช่วยทำให้ลดระดับความเข้มข้นของเอทิลีนที่มีอยู่ในบรรยากาศได้ (ธีรนุต ร่มโพธิ์ศักดิ์ และคณะ, 2549) ด้วยเหตุนี้จึงนำมาประยุกต์ใช้เพื่อดูดซับเอทิลีนที่มีอยู่ในบรรยากาศ หรือลดระดับความเข้มข้นของเอทิลีนที่เกิดจากการสังเคราะห์ของผลผลิต ทำให้ชะลอการสูญเสียคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลผลิต เช่น กล้วย มะม่วง ผลกีวี ร่วมกับการใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารดูดซับเอทิลีน พบว่า ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผลผลิต (Hatton and Reeder, 1972) นอกจากนี้ (Ayoub, et al., 2004) รายงานว่าสารดูดซับเอทิลีนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะประกอบไปด้วยสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอยู่ในช่วง 2.5 – 5.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักผลผลิตทันที โดยที่ความพรุน พื้นที่สัมผัส และขนาดของอนุภาค (Particle size) พบว่ามีความสัมพันธ์กับความสามารถ และประสิทธิภาพในการดูดซับของสารดูดซับเอทิลีนทั้งสิ้น สามารถรักษาคุณภาพ และชะลอการสุกของผลไม้ได้ แต่ไม่สามารถใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในรูปผลึกได้โดยตรง เพราะโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตไม่

สามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซเอทิลีนได้สะดวก (ณิภูริศิริ, 2545) ดังนั้นจึงต้องหาวัสดุที่นำมาใช้เป็นตัวพา (Carreir) โดยพบว่าดินสอพอง มีคุณสมบัติเหมาะสม หาง่าย และราคาไม่แพง (วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์, 2550) จากการศึกษาของ (อรทัย, 2544) พบว่าการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในถุงที่บรรจุสารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตจากโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ทำให้มะม่วงมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมทั้งรายงานการศึกษาของ (ทิพวรรณ เกิดศิริ, 2554) พบว่าผลของกล้วยหอมทองที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 64 วัน หลังปลีเปิด ที่เก็บรักษาโดยใช้สารดูดซับเอทิลีนในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดของกล้วยหอมทอง ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน โดยปริมาตรของอากาศภายในบรรจุภัณฑ์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 88.33 วัน โดยที่มีคุณภาพภายในและภายนอก รวมทั้งคุณภาพการรับประทานอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ และการศึกษาของ (บุญรา , 2545) พบว่ากล้วยหอมทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนร่วมกับการใช้สารดูดซับเอทิลีน ในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกล้วยหอมทอง และสารดูดซับความชื้นในปริมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกล้วยหอมทอง มีอายุการเก็บรักษาที่นานที่สุด คือ มากกว่า 86 วัน ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส โดยมีลักษณะทั้งภายในและภายนอก รวมทั้งคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับได้ ส่วนวิธีการที่ไม่ได้ใช้สารดูดซับเอทิลีนและสารดูดซับความชื้น จะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าวิธีการอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะว่าสารดูดซับเอทิลีนช่วยลดปริมาณก๊าซเอทิลีนที่สะสมอยู่ภายในถุงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และสารดูดซับความชื้นช่วยทำให้น้ำที่สัมผัสกับผิวของกล้วยน้อยลง อาการเน่าและการเกิดเชื้อราจึงน้อยลง มีผลทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น

### การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

Modified atmosphere storage (MA-storage) วิธีการเก็บรักษาโดยการลดหรือการเพิ่มปริมาณก๊าซให้ต่างจากบรรยากาศธรรมดา ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการลดปริมาณก๊าซออกซิเจน หรือการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ประพันธ์ บุญกลั่นขจร, 2526) โดยการศึกษาของ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544). ได้ศึกษาการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนน้อย หรือมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติ เรียกว่าการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลง (นิภา ทรงคุณเกียรติ, 2540) รายงานว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุด คืออุณหภูมิเมื่อลดอุณหภูมิให้กับผลิตภัณฑ์การต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลง อายุการเก็บรักษาผลผลิตจะนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (Zagory and Kader, 1998). รายงานว่าก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพผักและผลไม้ คือก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะในการหายใจของผลผลิตจะ

ใช้ก๊าซออกซิเจนและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา โดยมีอัตราการหายใจมีความสัมพันธ์กับอัตราความเข้มข้นของก๊าซทั้งสอง ดังนั้นปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องมีระดับที่เหมาะสม สามารถให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตส้นนั้น ๆ ดัดแปลง (นิภา ทรงคุณเกียรติ, 2540) รายงานว่าการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพก๊าซออกซิเจนต่ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศปกติ ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้ชะลออัตราการหายใจ และการสังเคราะห์เอทิลีน ตลอดจนยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในขบวนการสุกและเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ยังสามารถลดความรุนแรงของการเกิดอาการหนาวสะท้าน (chilling injury) ตลอดจนความผิดปกติทางสรีรวิทยา และการเน่าเสียหายของผลผลิตบางชนิด ในบรรยากาศที่ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะสูญเสียคาร์โบไฮเดรตเร็วกว่าในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพดัดแปลง เป็นการเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างจากปกติ คือในบรรยากาศปกติจะประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 20.95 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ในการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะทำการลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนให้น้อยลง เพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์แสง และการทำงานของก๊าซเอทิลีนรวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานขึ้น (दनัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนพานนท์, 2535)

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อผักและผลไม้มากก็คือก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะใช้ก๊าซออกซิเจนและให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอัตราการหายใจมีความสัมพันธ์กับอัตราความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต้องมีระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดอัตราการหายใจที่ต่ำที่สุด แต่ต้องไม่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพแก่ผลผลิตส้นนั้น (Zagory and Kader, 1988)

#### **บทบาทของก๊าซออกซิเจนต่อการเก็บรักษาผลไม้**

โดยปกติในบรรยากาศมีก๊าซออกซิเจนอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันอื่น ๆ เช่น การออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสี (pigment) สีน้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนระหว่าง 1-5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการยับยั้งการสุกของผลไม้ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำจะลด net respiration rate ของผลไม้ แต่ก๊าซออกซิเจนจะมีบทบาทโดยตรงที่สำคัญเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าก๊าซออกซิเจนเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการสร้างและการทำงานของเอทิลีนในพืช (สายชล เกตุษา, 2528) ก๊าซออกซิเจนประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ คือขีดทนทานที่ต่ำที่สุดของผักส่วนมาก ภายใต้สภาพนี้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความผิดปกติในด้านรสชาติและกลิ่น (Swiader and McCollum, 1992) ระดับก๊าซออกซิเจนที่ลดลงจะช่วยให้อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำลง โดยเฉพาะปริมาณที่ต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ แต่การเพิ่มปริมาณก๊าซออกซิเจน (มากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณของเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้น (ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร, 2526) การเก็บรักษาแอปเปิลในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ 0-60 เปอร์เซ็นต์ และออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจาก 10 วันที่อุณหภูมิใด ๆ ไม่ทำให้ปริมาณวิตามินซีเปลี่ยนไป (दनัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์, 2535)

#### **บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเก็บรักษาลำไย**

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศรอบ ๆ จะส่งผลให้สุกช้าลง ปริมาณ  $\text{CO}_2$  3-10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ (สายชล เกตุษา, 2528)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชปล่อยออกมาจากกระบวนการหายใจ จัดได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้นเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถทาความเสียหายให้กับผลิตผลสดได้ภายใน 2-3 วัน แต่ถ้าปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลง 3 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ก่อให้เกิดผลเสีย ดังนั้น การเก็บรักษาผลิตผลสดควรควบคุมปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เก็บรักษาผลิตผล (จิรา ณ หนองคาย, 2531) และการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศรอบ ๆ ผลิตผลจะมีบทบาทที่สำคัญดังนี้

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช เมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตผลได้นานขึ้น (วิวัฒนา วิริวุฒิกการ, 2540) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชจะได้ผลน้อยเมื่อใช้อัตราความเข้มข้นที่น้อยเกินไป ในขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตราย ทำให้เกิดการ



เน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น เช่น แอปเปิลจะทนต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยกว่าก๊าซออกซิเจนโดยการเก็บรักษาแอปเปิลจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่สตรอเบอร์รี่ใช้ 15-20 เปอร์เซ็นต์ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2538)

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น bacteriostatic หรือ fungistatic คือมีผลยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อเหา่านั้น มิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีก็ต่อเมื่อเชื้ออยู่ในช่วงเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว โดยช่วงเวลาดังกล่าวการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2538)

3. สามารถละลายได้ดีในน้ำและไขมัน และการละลายนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ดังสังเกตได้จากการยุบตัวของภาชนะบรรจุ เนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันบรรยากาศภายนอก นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอจะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในผลิตภัณฑ์อาหารได้ จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2538)

4. ขัดขวางการทำงานของก๊าซเอทิลีน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลโดยตรงกับก๊าซเอทิลีน โดยมีผลยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของก๊าซเอทิลีน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับก๊าซเอทิลีน แต่ไม่อาจกระตุ้นให้ผลไม้สุกได้เนื่องจากขาดคุณสมบัติบางประการที่จะเข้าไปทำหน้าที่แทนก๊าซเอทิลีน ดังนั้นจึงมีผลยับยั้งก๊าซเอทิลีนในขณะที่เข้าไปแก่งแย่งกับก๊าซเอทิลีน ทำให้ก๊าซเอทิลีนเข้าไปกระตุ้นการสุกไม่ได้ การใส่ผลไม้ในภาชนะปิดสนิทจะทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ จนกระทั่งสูงพอที่จะยับยั้งการสุกได้ แต่ถ้าผลไม้อยู่ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นเวลานานจะเกิดผลเสียขึ้น เช่น รสชาติของผลไม้ที่เปลี่ยนไป เนื่องจากเกิดการหายใจโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน (จิรา หนองคาย, 2531)

5. ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ซึ่งพบได้ในผลไม้มะม่วง และอโวคาโด (दनัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนพานนท์, 2535)

### ภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุ หมายถึงวัสดุหรือสิ่งที่ใช้ในการรองรับสินค้าเพื่อการจัดการสินค้านั้นหรือเพื่อการขนส่งหรือเพื่อการวางขาย ซึ่งภาชนะบรรจุที่ใช้จะเป็นถุงพลาสติก ถุงพลาสติกส่ว



ใหญ่ทำมาจาก Polyethylene ซึ่งมี 2 ชนิดคือ low density polyethylene (LDPE) และ high density polyethylene (HDPE) ถุงที่ทำมาจาก LDPE มีความใสกว่า แต่ถุงที่ทำมาจาก HDPE ซึ่งมีความขุ่นมากมีความแข็งแรงมากกว่านอกจาก LDPE และ HDPE ถุงที่ทำมาจาก polypropylene (PP) ก็ถูกนำมาใช้เช่นกัน ถุงชนิดนี้มีความใสมากเป็นพิเศษ ถุงทั้ง 3 ชนิดยอมให้อากาศและน้ำซึมผ่านได้น้อยมาก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) พลาสติกที่มีคุณสมบัติของการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีส่วนใหญ่ทำมาจาก polyethylene (PE) ซึ่งมี 2 ชนิด ถุงที่นิยมคือ ถุง LDPE เพราะมีความใสมากกว่าและมีความเหนียว (วารุณี วารัญญานนท์ และ Takashi, 2540)

พลาสติก LDPE จะยอมให้ออกซิเจนซึมผ่านได้น้อยมากหากความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุถึงจุดอิ่มตัว อาจเกิดจากการที่พลาสติกที่ใช้อยอมให้อิอน้ำผ่านน้อยเกินหรืออุณหภูมิในการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (condensation) ทำให้มีน้ำขังภายในบรรจุภัณฑ์ อันเป็นสาเหตุทำให้เชื้อจุลินทรีย์เติบโตได้เป็นอย่างดี จึงมีการผลิตฟิล์มชนิดพิเศษที่สามารถลดปัญหาเหล่านี้ โดยการเติมสารป้องกันการรวมตัวของไอน้ำลงไป (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544); (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2538)

ในปัจจุบันนี้มีการนำเอาวิธีการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ (MA storage) มาใช้ร่วมกับการเก็บรักษา และการใช้พลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษา ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์เพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด (ประพันธ์ บุญกลั่นขจร, 2526)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุทธาสิณี บุญคง และ มุทิตา มินุ่น, (2558) ได้ศึกษาผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและการประเมินอายุการวางจำหน่ายผักชี โดยนำผักชีติดรากที่มีความยาวจากปลายรากถึง ปลายยอดประมาณ 30 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาด คัดเลือกส่วนที่มีตำหนิออกจากนั้นบรรจุผักชี 50 กรัม ใน ถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน ขนาด 15x38 เซนติเมตร ซึ่งแต่ละถุงบรรจุสารดูดซับเอทิลีนที่มีปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 1.5 และ 3 ของน้ำหนักผักชีปิดปากถุงด้วยสก็อตเทป จากนั้นนำผักชีมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 สุ่มตรวจคุณภาพทุก ๆ 2 วัน จนถึงสุดอายุการวางจำหน่าย จากผลการทดลองพบว่า การใช้สารดูดซับเอทิลีนในปริมาณร้อยละ 0, 1.5 และ 3 ของน้ำหนักผักชี มีอายุการวางจำหน่ายนาน 10, 14 และ 16 วัน ตามลำดับ และพบว่า การใช้สารดูดซับเอทิลีนในปริมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักผักชีเป็นสภาวะการเก็บรักษาที่ดีที่สุด โดยมี

ความเข้มข้นของเอทิลีน การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณใบเหลือง และการสูญเสียคลอโรฟิลล์ น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น

สายสมร ล้าลอง และ พงษ์นรินทร์ ยอดสิงห์, (2559) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ใบพลู ใบแก้ว ใบยูคาลิปตัส ผิวมะกรูด และใบมะกรูดที่สกัดโดยการต้มกลั่น ในการยับยั้งเชื้อรา *Penicillium* sp. (NY1 รหัส 40), *Aspergillus* sp. (T2 รหัส 23), *Aspergillus* sp. (K2 รหัส 27), และ T3 รหัส 23 ซึ่งเป็นเชื้อราที่แยกได้จากยางแผ่นดิบ การยับยั้งเชื้อราทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่าอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ดีที่สุด ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ของน้ำมันหอมระเหยอบเชยกับเชื้อรา *Penicillium* sp. (NY1 รหัส 40), *Aspergillus* sp. (T2 รหัส 23) *Aspergillus* sp. (K2 รหัส 27) และ T3 รหัส 23 คือ 25,000 ppm สำหรับน้ำมันหอมระเหยจาก กานพลู ผิวมะกรูด ตะไคร้หอม มีค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้เท่ากับ 100,000 ppm ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นโดยการสเปรย์น้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ลงบนยางแผ่นแล้วหยดเชื้อราบนยางแผ่น สังเกตการเกิดเชื้อราสำหรับชุดควบคุมคือแผ่นยางที่ไม่ได้สเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหยพบว่ามีเชื้อราขึ้นหลังบ่มเพาะ 1 วัน ส่วนยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหยจาก อบเชย ผิวมะกรูด กานพลู ตะไคร้หอม สามารถยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* sp. (T2 รหัส 23) ได้มากกว่าชุดควบคุมเป็นเวลา 28, 28, 3 และ 1 วัน ตามลำดับ สำหรับยางแผ่นที่สเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหย อบเชย กานพลู ผิวมะกรูด ตะไคร้หอม สามารถยับยั้งเชื้อรา T3 รหัส 23 ได้มากกว่าชุดควบคุมเป็นระยะเวลาที่เท่ากัน คือ 28 วัน

บุษรินทร์ ท่วมแก้ว , วิพรพรรณ เมืองเม็ก และวาสนา พิทักษ์พล, (2562) ได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในดอกจ๊วแห้ง โดยทำการแยกเชื้อราที่พบมากในดอกจ๊วแห้ง 3 ชนิด คือ *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* และ *Penicillium citrinum* และทำการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราในระดับห้องปฏิบัติการโดยวิธีการรมไธระเหยของน้ำมันหอมระเหยโหระพา อบเชย และยูคาลิปตัส ที่ระดับความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0, 10, 50, 100 และ 200 ไมโครลิตร (ต่อจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครลิตร ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. niger* และ *A. flavus* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร ขึ้นไปสามารถยับยั้งการเจริญของ เชื้อรา *A. niger* และ *A. flavus* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันหอมระเหยอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. niger* และ *A.*

*flavus* ได้น้อยที่สุด โดยสามารถยับยั้งได้เพียง 63.34 และ 31.09 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *P. citrinum* พบว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพา อบเชย และยูคาลิปตัส ที่ระดับความเข้มข้น 200 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเชื้อราได้ 80.32, 67.14 และ 64.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วัชรวิทย์ รัตมี และคณะ, (2563) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการควบคุมโรคราดำของเห็ดนางฟ้าภูฐาน ผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ กานพลู อบเชย และมะนาว ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. niger* ที่ 89.18, 87.12, 85.64 และ 82.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม การทดสอบผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่และอบเชย ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งสารกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิม (50% WP) ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (2.0 กรัม/ลิตร ตามคำแนะนำบนฉลาก) มีผลกระทบต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ เห็ดนางฟ้าภูฐานสูง ที่ 32.14, 29.51 และ 27.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยกานพลู มะนาว และกระเทียม มีผลกระทบต่ำที่ 17.56, 14.30 และ 11.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองในระยะบ่มก่อนเชื้อและเปิดดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าน้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ กานพลู อบเชย และมะนาว ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการควบคุม โรคราดำ *A. niger* สูงกว่าการใช้สารคาร์เบนดาซิม ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ การตรวจวัดผลผลิตเห็ดในช่วง 30 วัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยมะนาวและกานพลูให้ผลผลิตเห็ดเท่ากับ 155.11 และ 150.96 กรัม/ถุง ซึ่งสูงกว่าการใช้สารคาร์เบนดาซิม (140.25 กรัมต่อถุง)

ปวีณพล คุณารูป และวาสนา พิทักษ์พล, (2558) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาในการรมกล้วยไข่พันธุ์พระตะบองด้วย 1-เมทิลไซโคลโพรพิลต่อการชะลอการสุกและคุณภาพของกล้วยกรอบของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบอง พบว่ากล้วยไข่ที่ด้วยสาร 1-เมทิลไซโคลโพรพิล ความเข้มข้น 1000 ppb ที่ระยะเวลา 8-24 ชั่วโมง สามารถชะลอการสุก ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวของ เปลือกกล้วยและรักษาความแน่นเนื้อ ได้ดีกว่ากล้วยไข่ในชุดควบคุม และมีอายุการเก็บรักษาได้เป็นเวลา 12 วัน เมื่อนำกล้วยไข่ไปแปรรูปเป็นกล้วยกรอบ พบว่ากล้วยไข่ที่รมด้วย 1-เมทิลไซโคลโพรพิล ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน พบว่าได้กล้วยกรอบที่มีคุณภาพดี สีเหลืองในขณะที่กล้วยกรอบในชุดควบคุมมีคุณภาพไม่ดีและมีสีน้ำตาลเข้ม

Ranasinghe, L. Jayawardena, B and Abeywickrama, K, (2005). ได้ศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกไม้ และใบจากอบเชย และกานพลู เพื่อควบคุมโรคข้าวผลเน่า หลังจากการเก็บเกี่ยวของกล้วย *Embul (Musa, AAB)* ร่วมกับการเก็บรักษาภายใต้สภาพ

บรรยากาศดัดแปลง (under atmosphere) และบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด Low density polyethylene (LDPE, 0.075 mm.) พบว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยสามารถควบคุมโรคข้าวผลเน่าได้ดีกว่ากานพลู จากนั้นได้ศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกชนิด LDPE (low density polyethylene) ร่วมกับการเก็บรักษาในห้องเย็นในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (อุณหภูมิ  $14 \pm 1$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิปกติ  $28 \pm 2$  องศาเซลเซียส พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยร่วมกับการเก็บรักษาในห้องเย็นในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด LDPE สามารถยืดอายุการเก็บรักษากลับได้นานถึง 21 วัน ในห้องเย็นในสภาพบรรยากาศดัดแปลง และ 14 วันในสภาพบรรยากาศภายนอก โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพของกล้วยทั้งทางกายภาพและทางเคมี

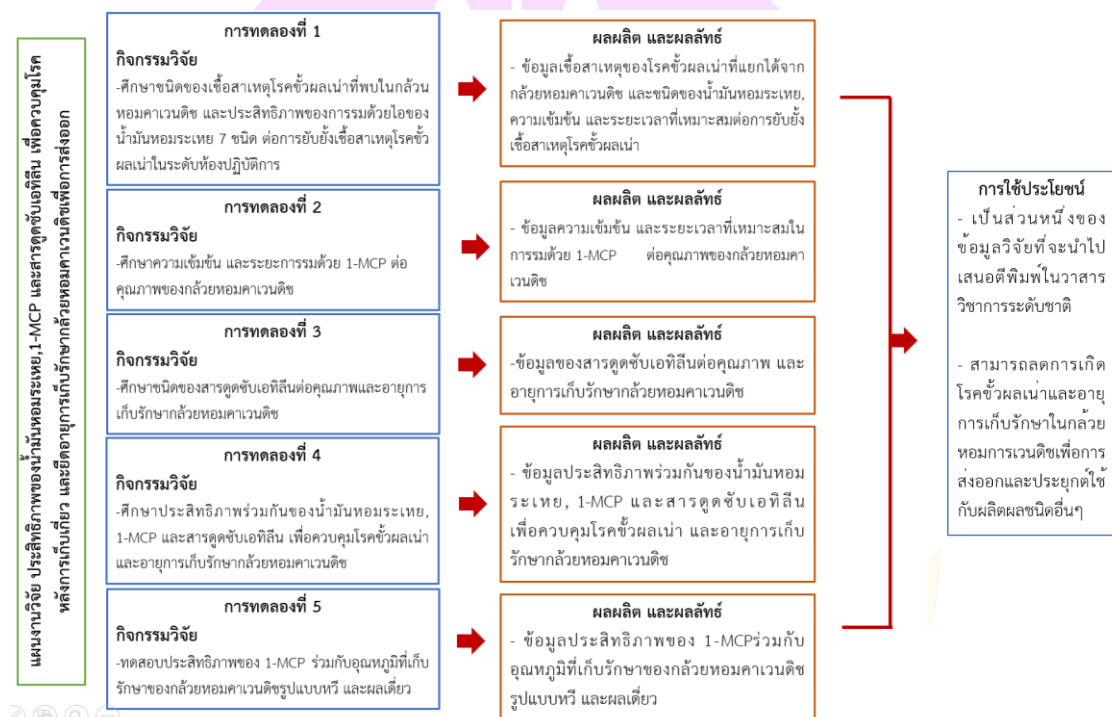
Jahani M. et al., (2020) ได้นำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ยี่หระพา และกานพลู มาทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0, 200, 400, 800  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$ ) บนจานเลี้ยงเชื้อและผลทับทิม พบว่า น้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ความเข้มข้น 200, 400, 800  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเทียบกับน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ความเข้มข้น 800  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  การวัดการสูญเสียน้ำหนัก พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ความเข้มข้น 800  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ยี่หระพา และกานพลู อีกทั้งน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ที่สูงที่สุดที่ความเข้มข้น 800  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$

Magwaza L. S. and Satekge T. K., (2020) ทำการศึกษาการเก็บรักษากลับโดยใช้ 1-MCP ร่วมกับ ethephon โดยทำการทดลอง 4 กรรมวิธี คือ (1) ชุดควบคุม (2) 1-MCP ความเข้มข้น 400 nL/  $\text{L}^{-1}$  (3) 1-MCP ความเข้มข้น 400 nL/  $\text{L}^{-1}$  ร่วมกับ ethephon ความเข้มข้น 50  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  และ (4) 1-MCP ความเข้มข้น 400 nL/  $\text{L}^{-1}$  ร่วมกับ ethephon ความเข้มข้น 100  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  จากนั้นนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นนำออกมาไว้ในอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วันเพื่อจำลองการเก็บรักษา พบว่าการใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 400 nL/  $\text{L}^{-1}$  ร่วมกับ ethephon ความเข้มข้น 50 และ 100  $\mu\text{L}/\text{L}^{-1}$  สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษากลับเมื่อเทียบกับชุดควบคุม อีกทั้งยังทำให้ผลกล้วยสุกสม่ำเสมอ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัย แบ่งเป็น 5 การทดลอง โดยมีขั้นตอนการทดลองดังภาพต่อไปนี้  
(ภาพ 5)



ภาพ 5 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



การทดลองที่ 1 การศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่างๆ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุในห้องปฏิบัติการ และคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย คือ

**การทดลองที่ 1.1. สำนวญเกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูก การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชจากแปลงเกษตรกร และศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช**

ลงพื้นที่สำนวนแปลงกล้วยหอมคาเวนดิชจากสวนเกษตรกรในอำเภอรุน จังหวัดพะเยา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการส่งเสริมการผลิตกล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก รวมทั้งเก็บข้อมูลการผลิต การจัดการแปลงของเกษตรกร วัสดุอาหาร และฮอร์โมนพืช สารเคมีการกำจัดโรค แนวทางการผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชคุณภาพดีเพื่อการส่งออก สำหรับการศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคข้าวผลเน่าที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชนำกล้วยหอมคาเวนดิชจากผู้ประกอบการที่ปลูกกล้วยหอมเพื่อการส่งออก ในเขตอำเภอรุน จังหวัดพะเยา ที่เก็บเกี่ยวในระยะความสุกแก่ ประมาณ 70% มาบ่มในกล่องเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  °C ให้ความชื้นเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการแยกเชื้อจากข้าวผลเน่าด้วยวิธี tissue transplanting โดยการตัดเนื้อเยื่อที่ข้าวผลที่เป็นโรคบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่แสดงอาการเน่า ขนาด 5\*5 มิลลิเมตร นำมาเลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มไว้ในอุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการ Sub – culture เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ นำเชื้อไปบ่มไว้ในอุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 7 วัน ทำการทดสอบลักษณะสัณฐานวิทยา และเก็บรักษาเชื้อเพื่อทดสอบในขั้นตอนต่อไป

**การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อราเชื้อสาเหตุของโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช**

ทดสอบประสิทธิภาพของชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรต่อการยับยั้งเชื้อ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ในห้องปฏิบัติการ โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย ทำการวางแผนการทดลองแบบ แฟคทอเรียลสุมสมบูรณ์ (8x4 factorial in CRD) โดยศึกษาจากชนิดของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา โหระพา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และไทม์) และระดับความเข้มข้น 4 ระดับ (0, 50, 100 และ 200 ไมโครลิตร) แต่ละกรรมวิธีจะทำ 3 ซ้ำ โดยมีขั้นตอนคือ เทอาหาร PDA ลงใน Plate Petri Dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จากนั้นใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5

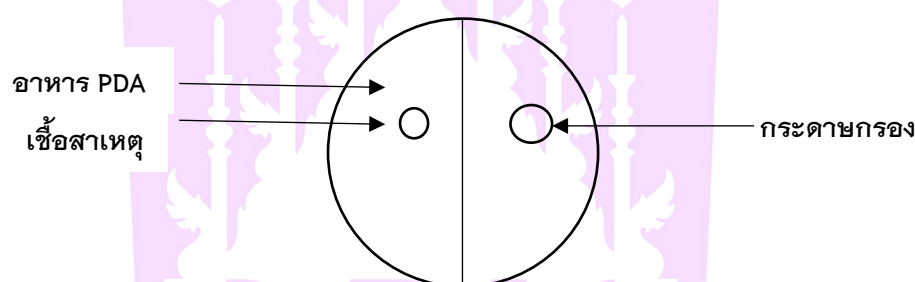


มิลลิเมตร เจาะลงบริเวณผิวนอกของโคโลนีของเชื้อ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. แล้วนำไปวางลงบนอาหาร PDA จากนั้นหยดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ หยดลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 ในแต่ละจานทดลอง นำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน ทำการบันทึกผลการทดลอง โดยการวัดการเจริญเติบโตของเชื้อราแบบเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (Colony's diameter) โดยคำนวณจาก

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

$R_1$  = เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีของเชื้อราในชุดควบคุม

$R_2$  = เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีของเชื้อราในชุดทดลอง



ภาพ 6 การทดสอบน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance ; ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

### การทดลองที่ 1.3 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยไทม์ ตะไคร้หอม และการพลู และระดับความเข้มข้นต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช

ทำการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชจากผู้ประกอบการที่ปลูกกล้วยหอมเพื่อการส่งออก ในเขตอำเภอจุน จังหวัดพะเยา โดยเก็บเกี่ยวผลกล้วยที่สุกแก่ประมาณ 70% นำมาตัดแบ่งออกให้เป็นหวี ๆ ละ 4 ผล ทำการคัดขนาดกล้วยที่มีขนาดสม่ำเสมอ สีใกล้เคียงกัน ผลที่ไม่มีตำหนิปราศจากโรค และแมลง ทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 30 วินาที ผึ่งให้แห้ง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 10 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่มีการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ 500 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ 1,000 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 4 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ 2,000 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 5 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 500 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 6 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 1,000 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 7 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 2,000 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 8 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู 500 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 9 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู 1,000 ไมโครลิตร

กรรมวิธีที่ 10 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู 2,000 ไมโครลิตร

จากนั้นนำกล้วยมาบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 2$  เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 12 วัน

#### การบันทึกผลการทดลอง

ทำการประเมินคุณภาพทางกายภาพ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และอายุการเก็บรักษา ได้ดังนี้

คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ทำการชั่งน้ำหนักของผลกล้วย แล้วนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

$$\% \text{ Weight loss} = \frac{\text{starting weight} - \text{last weight}}{\text{starting weight}} \times 100$$

ความแน่นเนื้อ โดยใช้ Texture Analyzer Tester ยี่ห้อ TA.XTplus ใช้หัววัดขนาดรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/2) โดยการวัดที่บริเวณหัว กลาง ท้ายของผลกล้วยที่ผ่านการลอกเปลือกจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย และรายงานผลเป็นนิวตัน

สีที่ผิวที่เปลือกผล โดยวัดสีของเปลือกด้านนอกของผลกล้วย โดยวัด 3 ตำแหน่งคือ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนล่างของผลกล้วย นำค่าสีทุกตำแหน่งมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เครื่องวัดสี Konica Minolta CR 400 รายงานผลเป็นค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ในระบบ Commission International de l'Eclairage (CIE) โดย

$L^*$  แสดงถึงค่าความสว่างมีค่าเป็น 0 – 100 ถ้าค่า  $L^*$  มีค่ามาก แสดงว่ามีความสว่างมาก

$a^*$  แสดงถึงสีเขียวเมื่อค่าเป็น (–) และสีแดงเมื่อค่าเป็น (+)

b\* แสดงถึงสีน้ำเงินเมื่อค่าเป็น (-) และสีเหลืองเมื่อค่าเป็น (+)

การเกิดโรคที่ข้าวผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนข้าวผลตามวิธีของพิกุล นุชนवलรัตน์ (2559)

0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนข้าวผล

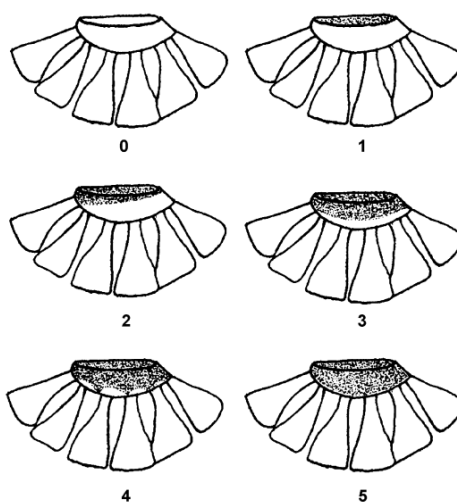
1 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อราน้อยกว่า 10% บนข้าวผล

2 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนข้าวผล

3 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนข้าวผล

4 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนข้าวผล

5 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนข้าวผล



ภาพ 7 การประเมินการเข้าทำลายของของเชื้อราบนข้าวผล

ที่มา Alvindia et al., 2004

การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัทร์ และคณะ, 2563

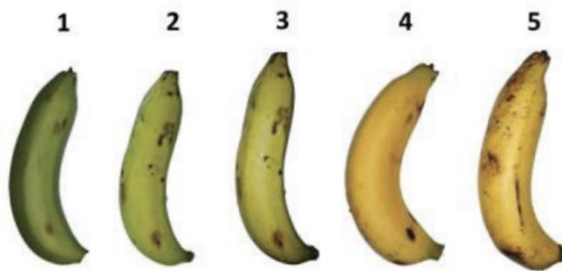
1 = สีเขียวสด

2 = สีเขียวอ่อน

3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง

4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว

5 = เหลืองทั้งผล



ภาพ 8 ระดับคะแนนการสุกของกล้วย

อายุการเก็บรักษา โดยประเมินจากการสุกของผลกล้วยที่มีการสุกเหลืองทั้งผล ถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา ตามมาตรฐาน CSIRO (1972)

คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity: TA) วิเคราะห์ตามวิธีของ (AOAC, 2000) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อกล้วย 10 กรัม เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร บดด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดแล้วกรองเอาแต่น้ำปริมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายฟีนอร์พทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายเป็นสีชมพู บันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณกรดมาลิก โดย milliequivalent factor ของกรดมาลิก = 0.067

จากสูตร ปริมาณกรด (%) =  $\frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (N)} \times \text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไป (mL)} \times 0.067 \times 100}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (กรัม)}}$

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS) โดยนำตัวอย่างเนื้อกล้วย 25 กรัม ผสมน้ำ 100 มิลลิลิตร บดด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดนำสารละลายที่ได้ไปวัดด้วยเครื่อง Digital refractometer (PAL-1 Atago, Japan)

## การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

ทดสอบประสิทธิภาพของการรมด้วย 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิชในห้องปฏิบัติการ ทำการวางแผนทดลองแบบ แฟคทอเรียลส์ผสมสมบูรณ์ (5x5 factorial in completely randomized design) โดยศึกษาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมด้วย MCP โดยทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ ระดับความเข้มข้น 1-MCP 5 ระดับ (0, 0.5, 1, 2

และ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร) และ ระยะเวลาในการรม 1-MCP 5 ระดับ (0, 1, 2, 3 และ 6 ชั่วโมง) แต่ละกรรมวิธีจะทำ 3 ซ้ำ โดยมี 2 ปัจจัยดังนี้คือ

**ปัจจัยที่ 1** ความเข้มข้นของการ 1-Methylcyclopropene (1-MCP) มี 5 ระดับคือ

สาร 1-MCP ความเข้มข้น 0 มิลลิลิตรต่อลิตร

สาร 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร

สาร 1-MCP ความเข้มข้น 1 มิลลิลิตรต่อลิตร

สาร 1-MCP ความเข้มข้น 2 มิลลิลิตรต่อลิตร

สาร 1-MCP ความเข้มข้น 3 มิลลิลิตรต่อลิตร

**ปัจจัยที่ 2** ระยะเวลาการรม 1-Methylcyclopropene (1-MCP) มี 5 ระดับคือ

รมเป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง

รมเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง

รมเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง

รมเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง

รมเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง

ทำการเตรียมสาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP Fresco®) ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm (0.0051 กรัม), 1 ppm (0.0102 กรัม), 2 ppm (0.0204 กรัม) และ 3 ppm (0.0306 กรัม) จากนั้นเตรียมน้ำกลั่น 1.04 มิลลิลิตรนำลงไปละลายในสาร 1-MCP กลั่น แล้วนำกล้วยที่เตรียมไว้ไปใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 28.4×42×16.6 เซนติเมตร พร้อมกับสาร 1-MCP ที่เตรียมไว้ รมที่ระยะเวลา 5 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3 และ 6 ชั่วโมง หลังจากรมเสร็จนำกล้วยหอมคาเวนดิชมาบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 40×24×17 เซนติเมตร เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน หลังจากนั้นย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 วัน

#### การบันทึกผลการทดลอง

ทำการประเมินคุณภาพทางกายภาพ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และอายุการเก็บรักษา ได้ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนักสด (%) การเกิดโรคที่ชั่วผล การสุก อายุการเก็บรักษา ปริมาณกรดที่ไทรโทได์ (TA) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) และสีที่ผิวที่เปลือกผล ทำการประเมินเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.3 แต่เพิ่มวัดค่า Chroma และ Hue โดย Chroma แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด และ Hue แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี



ความแน่นเนื้อ โดยใช้ Fruit hardness tester รุ่น digicon fg-505 โดยการวัดที่บริเวณหัว กลาง ท้ายของผลกล้วยที่ผ่านการลอกเปลือกจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย และรายงานผลเป็นนิวตัน

ปริมาณคลอโรฟิลล์ วิเคราะห์ตามวิธีของ Witham, et al. (1971) โดยนำตัวอย่างเปลือกกล้วย 1 กรัม บดให้ละเอียด ทำการหมักตัวอย่างที่บดไว้กับสารละลายอะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (optical Density, OD) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้แล้วไปคำนวณตามสูตร

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ} = \frac{(12.5 \times \text{OD}_{663}) - (2.69 \times \text{OD}_{645}) \times V}{1,000 \times W}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี} = \frac{(22.9 \times \text{OD}_{645}) - (4.68 \times \text{OD}_{663}) \times V}{1,000 \times W}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ รวม} = \frac{(20.9 \times \text{OD}_{645}) - (8.02 \times \text{OD}_{663}) \times V}{1,000 \times W}$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

OD คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่อง Spectrophotometer ตามความยาวคลื่นที่กำหนด

ปริมาณแคโรทีนอยด์ ซึ่งตัวอย่าง 1 กรัม แล้วจึงทำการสกัด ตัวอย่างโดยใส่สาร acetone ในปริมาณ 20 มิลลิลิตร แช่เย็น 20 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ Whatman No.1 จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (optical Density, OD) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร บันทึกค่าที่ได้แล้วไปคำนวณตามสูตร

$$\text{แคโรทีนอยด์} = \frac{1,000 \times \text{OD}_{470} + 3.27(\text{Chlorophyll a} - \text{Chlorophyll b}) \times V}{1,000 \times W}$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

$OD_{470}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่อง Spectrophotometer ตามความยาวคลื่น

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

### การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตขึ้นเองเปรียบเทียบกับสารผลิตเอทิลีนทางการค้าต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชในห้องปฏิบัติการ ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) มีทั้งหมด 4 กรรมวิธีได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน)

กรรมวิธีที่ 2 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า BeFresh®

กรรมวิธีที่ 3 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Greenkeeper®

กรรมวิธีที่ 4 สารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตขึ้น ( $KMnO_4$  3 เปอร์เซ็นต์) อ้างอิงโดย (วุฒิรัตน์ พัฒนินบูลย์, 2550)

โดยกรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่สารดูดซับเอทิลีน) กรรมวิธีที่ 2 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า BeFresh® (BeFresh® ราคา 2 บาท: กล้วยหอมคาเวนดิช 1.5 กิโลกรัม) กรรมวิธีที่ 3 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Greenkeeper® (Greenkeeper® ราคา 4.5 บาท: กล้วยหอมคาเวนดิช 1.5 กิโลกรัม) กรรมวิธีที่ 4 สารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตขึ้น (สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 3 เปอร์เซ็นต์+ ดินสอพอง น้ำหนัก 3 กรัมบรรจุในถุงขนาด 5×7 เซนติเมตร ราคา 1.5 บาท: กล้วยหอมคาเวนดิช 1.5 กิโลกรัม) โดยมีขั้นตอนคือ นำกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ 70% (ระยะเหมาะสมสำหรับการส่งออก) มาล้างด้วยคลอรีน 2 เปอร์เซ็นต์ต่อลิตร 20 นาทีผึ่งให้แห้งจากนั้นนำมาบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 24×40×17 ตารางเซนติเมตร จากนั้นใส่สารดูดซับเอทิลีนชนิดต่าง ๆ ลงในกล่องกระดาษ แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 วัน โดยทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

#### การทดลอง 4 ศึกษาประสิทธิภาพร่วมกันของน้ำมันหอมระเหย, 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน เพื่อควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

ศึกษาประสิทธิภาพร่วมกันของน้ำมันหอมระเหย 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีนในการควบคุมโรคชั่วผลเน่าในผลกล้วยในห้วงปฏิบัติการ ทำการวางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) โดยนำผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองที่ 1-3 มีทั้งหมด 7 กรรมวิธีได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ที่ไม่ผ่านกรรมสาร)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ ความเข้มข้น 500 ppm และระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากการทดลองที่ 1

กรรมวิธีที่ 3 รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 3 ppm และระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากการทดลองที่ 2

กรรมวิธีที่ 4 ใส่สารดูดซับเอทิลีน Befresh® จากการทดลองที่ 3 ซึ่งมีประสิทธิภาพและราคาถูกที่สุด

กรรมวิธีที่ 5 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ร่วมกับรมด้วย 1-MCP

กรรมวิธีที่ 6 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน Befresh®

กรรมวิธีที่ 7 รมด้วยน้ำมันหอมระเหยร่วมกับรมด้วย 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน

โดยมีขั้นตอนคือ นำกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ 70% (ระยะที่เหมาะสมสำหรับการส่งออก) ล้างด้วยคลอรีน 2 เปอร์เซ็นต์ต่อลิตร 20 นาที ผึ่งให้แห้ง และนำมาทำตามกรรมวิธีที่กำหนด จากนั้นนำกล้วยหอมคาเวนดิชมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส (เป็นอุณหภูมิในตู้คอนเทนเนอร์สำหรับการขนส่งกล้วยไปจำหน่ายต่างประเทศ) ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน จากนั้นนำออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

การทดลองที่ 5.1 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

ทดสอบประสิทธิภาพของการรมด้วย 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิชในห้องปฏิบัติการ ทำการวางแผนทดลองแบบทำการวางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) มี ทั้งหมด 2 กรรมวิธีได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ( $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

โดยทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพ ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรค และแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นหรีขนาดเล็กขนาด 4 ผล จากนั้นทำความสะอาดผึ่งให้แห้งจากนั้นนำมารมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบรรจุในกล่องกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีเช่นเดียวกับกิจกรรมที่ 2

การทดลองที่ 5.2 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

ทดสอบประสิทธิภาพของการรมด้วย 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวในห้องปฏิบัติการทำการวางแผนทดลองแบบทำการวางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD, completely randomized design) มี ทั้งหมด 4 กรรมวิธีได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ชุตควบคุมเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

กรรมวิธีที่ 2 รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

กรรมวิธีที่ 3 ชุดควบคุมเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ( $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

กรรมวิธีที่ 4 รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ( $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์)

ทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพ ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นผลเดี่ยว จากนั้นทำความสะอาดฟองให้แห้งจากนั้นนำมาทำการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำมาใส่ถุง Polypropylene (PP) ในรูปแบบผลเดี่ยวแล้วนำไปเก็บรักษาในกล่องกระดาษ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ( $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์) เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วันทำการบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2



## บทที่ 4

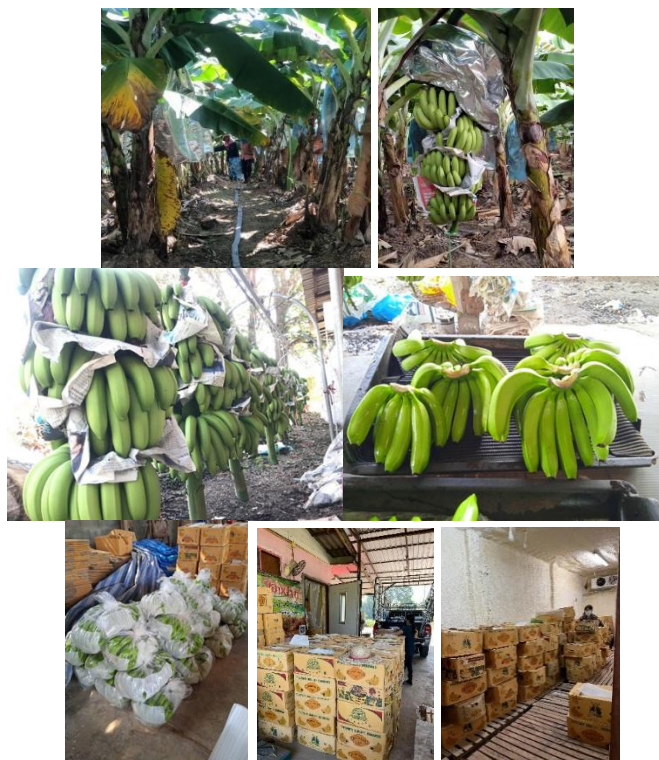
### ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 คือศึกษานิตของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่าง ๆ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 7 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุในห้องปฏิบัติการและคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย

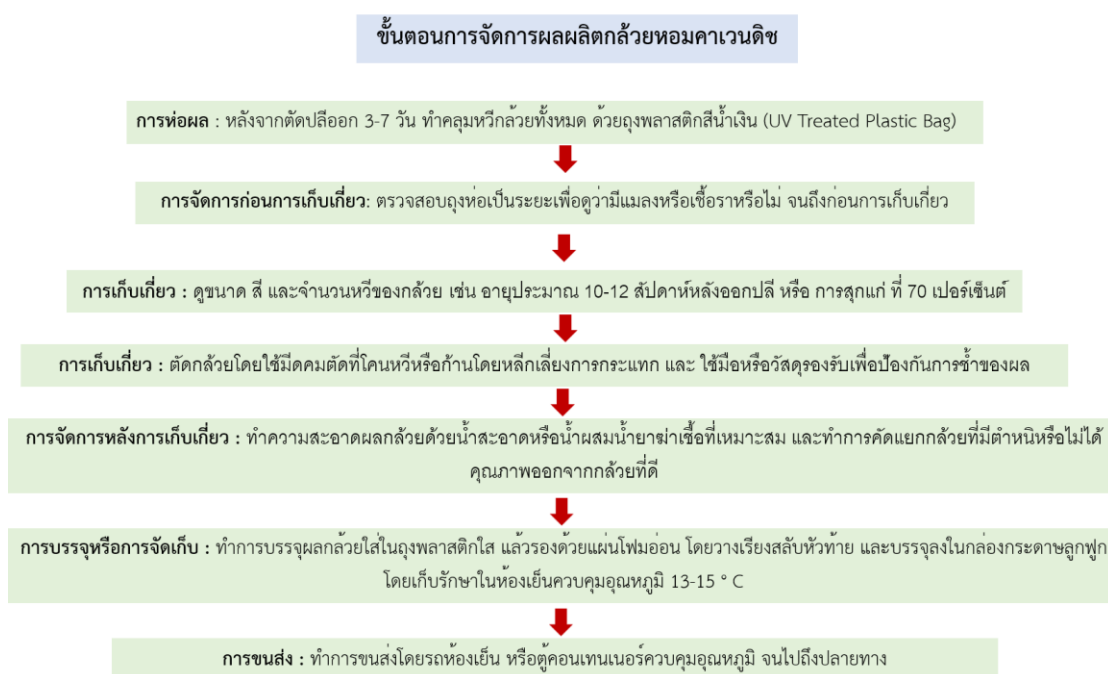
การทดลองที่ 1.1.1 ทำการสำรวจเกี่ยวกับการจัดการแปลงปลูก การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชจากแปลงเกษตรกร และศึกษานิตของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช

จากการลงพื้นที่สำรวจแปลงกล้วยหอมคาเวนดิชพบว่า การจัดการแปลงของเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมี และฮอร์โมนพืชในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ควบคุมการเกิดโรค และการใช้ถุงคลุมปลายเปิดหลังจากตัดปลีออกแล้วห่อผลกล้วยก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อช่วยในการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชและทำให้ผิวกล้วยมีสีสวย อีกทั้งการเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายจะขึ้นอยู่กับกลไกของตลาด เช่น กล้วยที่ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ จะทำการเก็บเกี่ยวที่ความแก่ร้อยละ 70-80 ซึ่งจะสุกในเวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ และถ้าจำหน่ายในจังหวัด อำเภอ จะเก็บเกี่ยวที่ความแก่ร้อยละ 100 เพื่อสามารถสุกรับประทานได้เลย โดยการเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวที่ความสุกร้อยละ 70-80 โดยสังเกตจากกล้วยหิวสุดท้ายเริ่มกลม สีผลจะจางลงกว่าเดิม โดยตัดเครือกล้วยลงมาแล้วตัดเป็นหวี ๆ แล้วนำมาจุ่มลงในน้ำเพื่อทำความสะอาด แล้วนำมาผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นทำการคัดขนาด และคุณภาพเพื่อส่งออก โดยทำการรองด้วยแผ่นโฟมอ่อน และห่อหุ้มด้วยถุงพลาสติก และบรรจุลงกล่องตามมาตรฐานการส่งออก และการขายภายในประเทศจะทำการบรรจุลงกล่องกระดาษ หรือแข็งที่บุด้วยใบตองหรือกระดาษหนังสือพิมพ์เพื่อป้องกันผิวกล้วยชำหรือดำ โดยการขนส่งจะขนส่งโดยตู้แบบห้องเย็นในการขนส่งไปยังต่างประเทศ และรถกระบะบรรทุกในการขนส่งไปจำหน่ายภายในประเทศ (ภาพ 9 และ 10)





ภาพ 9 การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตกล้วยหอมคาเวนดิช



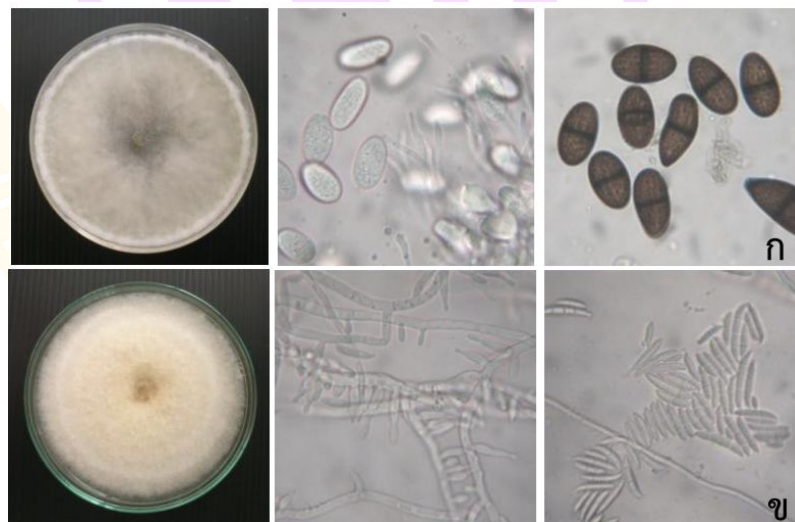
ภาพ 10 Flow Chart การผลิตและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิช

### การทดลองที่ 1.1.2 ศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิช

การแยกเชื้อจากหัวหวีโดยการตัดเนื้อเยื่อที่หัวผลที่เป็นโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีระดับความสุกแก่ ประมาณ 70% มาบ่มในกล่องในอุณหภูมิห้องให้ความชื้นเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีการเข้าทำลายของเชื้อราบริเวณหัวหวี เมื่อนำเชื้อทั้งหมดมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอนุชีววิทยาสามารถจำแนกเชื้อราได้ 2 ชนิด ได้แก่ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. (ตาราง 1) โดย

เชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. สร้าง fruiting body แบบ pycnidia ภายในประกอบด้วยเส้นใย paraphyses ไม่มีสีรูปร่างทรงกระบอกและ conidia ระยะแรกมีสีใส เซลล์เดียว รูปไข่ถึงยาวรีเมื่อ conidia แก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม มี septate เกิดขึ้นแบ่งเป็นสองเซลล์ผนังสปอร์ค่อนข้างหนา (ภาพ 11ก)

เชื้อรา *Fusarium* spp. เชื้อราสร้างสปอร์ 3 แบบ คือ macroconidia รูปร่างโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว ใสไม่มีสีมี septum 3-5 อัน microconidia รูปไข่ยาวรีสั้นป้อม จนถึงรูปทรงกระบอกใสไม่มีสีมี 1-2 เซลล์ เกิดอยู่บน monophialide รูปร่างคล้ายขวดหรือ핀ปิวลิ่ง ใสไม่มีสีและ chlamydospore รูปไข่หรือทรงกลม ผนังเรียบ เกิดบริเวณส่วนปลายเส้นใย (terminal) และส่วนกลางเส้นใย (intercalary) มักเกิดเดี่ยว (ภาพ 11ข)



ภาพ 11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. (ก)  
และ *Fusarium* spp. (ข)

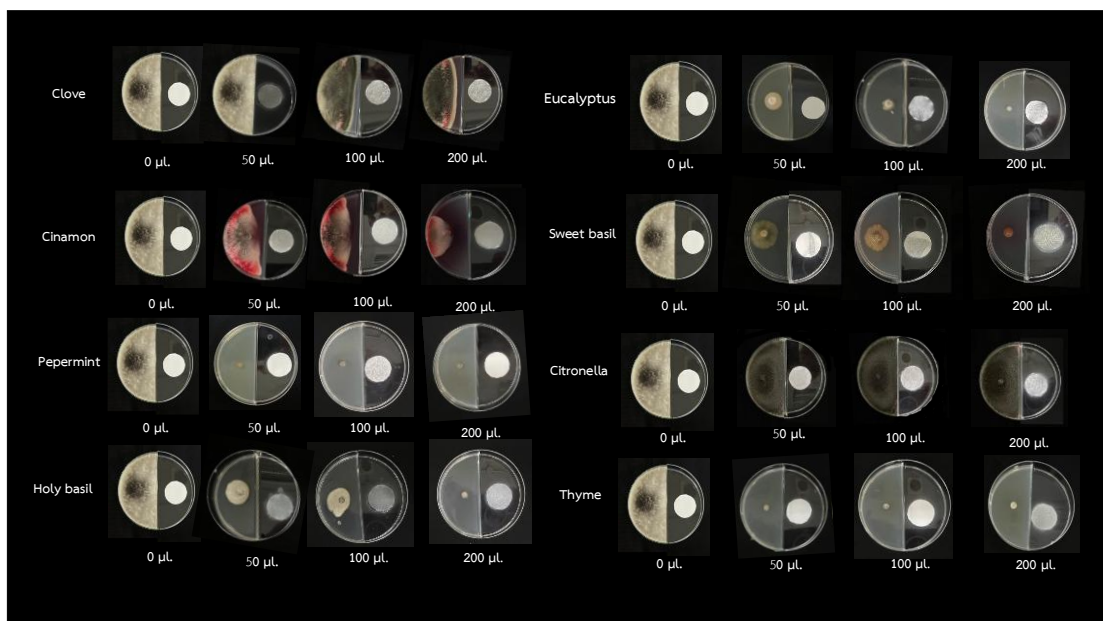
### การทดลองที่ 1.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อราเชื้อสาเหตุของโรคข้าวผลเน่าในกล้วยหอมคาเวนดิช

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา โหระพา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และไทม์) และระดับความเข้มข้น 4 ระดับ (0, 50, 100 และ 200 ไมโครลิตร) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. โดยการรมด้วยไอของน้ำมันหอมระเหยในงานทดลอง (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร) พบว่าชนิดของไอของน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 8 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ได้ โดยเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. พบว่าชนิดของน้ำมันหอมระเหยไทม์ ตะไคร้หอม และโหระพา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. 69.77, 69.41 และ 69.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยอบเชย และยูคาลิปตัส มีการยับยั้ง 63.98 และ 63.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 8 ชนิดพบว่า น้ำมันหอมระเหย ไทม์ เปปเปอร์มินต์ และตะไคร้หอม สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้โดย มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 69.56, 69.34 และ 68.98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และ โหระพามีการยับยั้ง 62.73 และ 62.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) อีกทั้งระดับความเข้มข้นของระดับน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด พบว่าระดับความเข้มข้นที่เข้มข้นเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. ที่ยับยั้งได้ดีที่สุดคือ 200 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งได้ 90.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 100 ไมโครลิตร 80.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เช่นเดียวกับเชื้อรา *Fusarium* spp. ระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุดคือ 200 ไมโครลิตร 85.89 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 100 ไมโครลิตร มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 81.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 1)

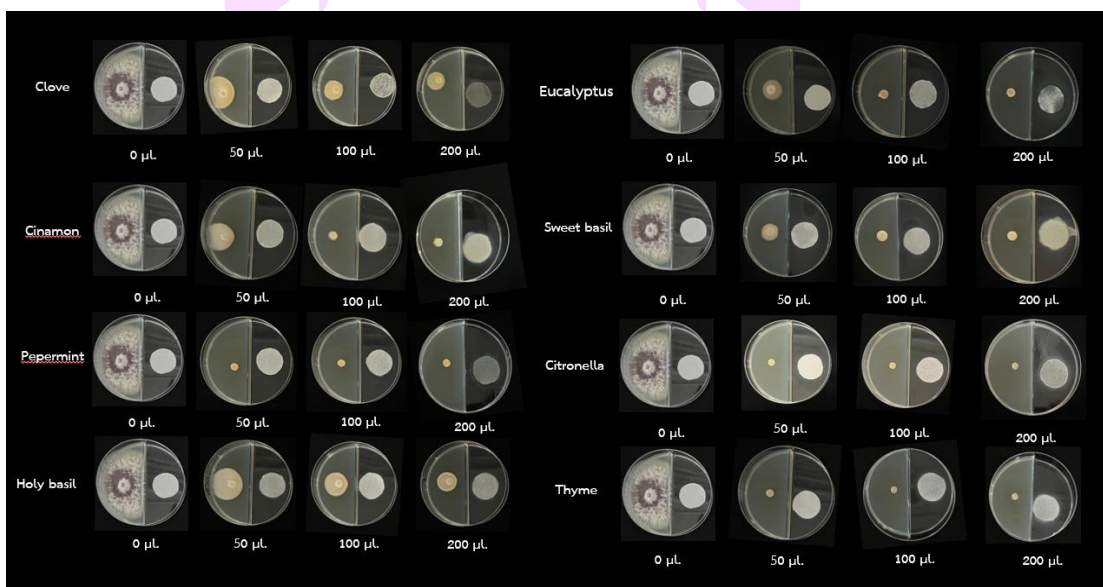
ตาราง 1 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 7 วัน

| Treatment      | Growth inhibition (%)     |                      |
|----------------|---------------------------|----------------------|
|                | <i>Lasiodiplodia</i> spp. | <i>Fusarium</i> spp. |
| <b>EO</b>      |                           |                      |
| Clove          | 43.63 <sup>d</sup>        | 46.74 <sup>d</sup>   |
| Cinnamon       | 63.98 <sup>b</sup>        | 58.19 <sup>c</sup>   |
| Peppermint     | 70.09 <sup>a</sup>        | 69.34 <sup>a</sup>   |
| Holy basil     | 51.06 <sup>c</sup>        | 46.48 <sup>d</sup>   |
| Eucalyptus     | 63.69 <sup>b</sup>        | 62.73 <sup>b</sup>   |
| Sweet basil    | 69.39 <sup>a</sup>        | 62.26 <sup>b</sup>   |
| Citronella     | 69.41 <sup>a</sup>        | 68.98 <sup>a</sup>   |
| Thyme          | 69.77 <sup>a</sup>        | 69.56 <sup>a</sup>   |
| <b>Conc</b>    |                           |                      |
| 0              | 0.00 <sup>d</sup>         | 0.00 <sup>d</sup>    |
| 50             | 78.87 <sup>c</sup>        | 74.98 <sup>c</sup>   |
| 100            | 80.99 <sup>b</sup>        | 81.55 <sup>b</sup>   |
| 200            | 90.66 <sup>a</sup>        | 85.59 <sup>a</sup>   |
| <b>EO</b>      | *                         | *                    |
| <b>Conc</b>    | *                         | *                    |
| <b>EO*Conc</b> | *                         | *                    |
| <b>%CV</b>     | 32.90                     | 27.32                |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT



ภาพ 12 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นระยะเวลา 7 วัน



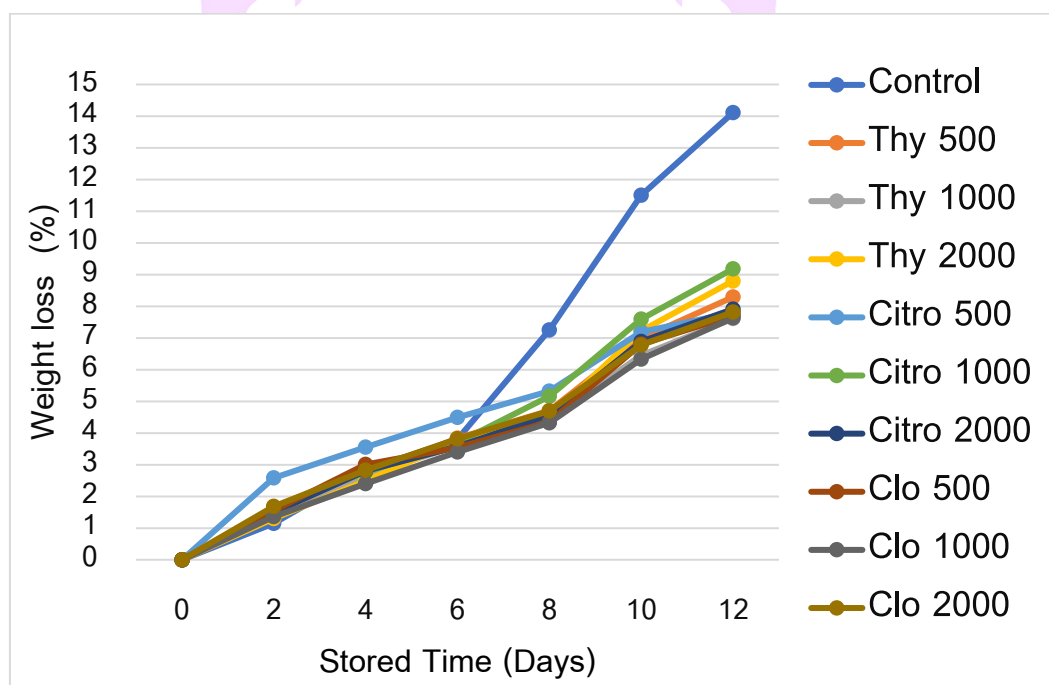
ภาพ 13 ผลของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิด ชนิด (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา ยูคาลิปตัส โหระพา ตะไคร้หอม และไทม์) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน



### การทดลองที่ 1.3 ศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 3 ชนิด และระดับความเข้มข้นต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช

คัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพ ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง นำมาแบ่งเป็นหวีขนาดเล็กขนาด 4 ผล และทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งจากนั้นนำมารมด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ จากนั้นนำมาบรรจุในกล่องกระดาษ และเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก** พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์และกานพลู 1,000 ppm., น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 500 ppm. และน้ำมันหอมระเหยกานพลูและตะไคร้หอม 2,000 ppm. มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันโดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 7.61–7.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยในชุดควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด 14.11 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 14)



ภาพ 14 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน



### ค่าสีเปลือก (ค่า $L^*$ , $a^*$ และ $b^*$ )

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง หากมีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าตัวอย่างมีสีสว่างมาก โดยในวันแรกของการเก็บรักษา กล้วยหอมคาเวนดิชมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 50.11 และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นกล้วยมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้น โดยจากตาราง 2 พบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กล้วยชุดควบคุมมีค่า  $L^*$  สูงสุด 70.09 (แสดงว่ากล้วยเริ่มสุกแล้ว) ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา พบว่ากล้วยในทุกกรรมวิธีมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นยกเว้นกล้วยในชุดควบคุม โดยมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 58.12–70.00 โดยที่การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสามารถช่วยเพิ่มค่า  $L^*$  ได้ โดยที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 1,000 ppm และน้ำมันหอมระเหยไทม์ 2,000 ppm. มีค่า  $L^*$  มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 70.00 และ 67.99 แสดงว่ากล้วยเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุกและมีการสุกมากกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยที่กล้วยในชุดควบคุมและกล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู 1,000 ppm. มีค่า  $L^*$  น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 58.46 และ 58.12 ตามลำดับ

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-สีเขียว โดยที่หากค่า  $a^*$  เป็นค่าบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดงคล้ำ และหากค่า  $a^*$  เป็นลบแสดงว่ามีสีเขียว โดยในวันแรกของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชมีค่า  $a^*$  เท่ากับ -17.75 (ค่าติดแสดงว่ากล้วยมีสีเขียว) และกล้วยมีค่า  $a^*$  มากขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น แต่การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  ได้ โดยวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยมีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง -9.64–6.13 โดยที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลู 2,000 ppm. มีค่า  $a^*$  น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ -9.64 รองลงมากล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ 1,000 ppm. และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 2,000 ppm. มีค่า  $a^*$  เท่ากับ -9.34 และ -8.64 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และชุดควบคุมที่มีค่า  $a^*$  มากที่สุด เท่ากับ 6.13 (ตาราง 3)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีออกน้ำเงิน โดยกล้วยหอมคาเวนดิชในวันแรกของการเก็บรักษามีค่า  $b^*$  เท่ากับ 36.39 และมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยมีค่า  $b^*$  อยู่ระหว่าง 34.28–49.22 โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  ได้ โดยกล้วยที่รมน้ำมันหอมระเหยไทม์ 500 ppm. มีค่า  $b^*$  น้อยที่สุด 34.28 รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยกานพลูและตะไคร้หอม 2,000 ppm. ที่มีค่า  $b^*$  เท่ากับ 38.26 และ 38.60 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยในกรรมวิธีอื่น ๆ รวมทั้งชุดควบคุมมีค่า  $b^*$  มากที่สุดเท่ากับ 49.22 (ตาราง 4)

ตาราง 2 ค่า  $L^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | $L^*$ (Banana peel) |                               |                                |                               |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|                     | Day after storage   |                               |                                |                               |
|                     | 0                   | 4                             | 8                              | 12                            |
| Control             | 50.11 $\pm$ 0.21    | 60.46 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup> | 70.09 $\pm$ 0.69 <sup>a</sup>  | 58.46 $\pm$ 0.60 <sup>c</sup> |
| Thyme 500 ppm       | 50.11 $\pm$ 0.21    | 54.58 $\pm$ 2.15 <sup>b</sup> | 60.18 $\pm$ 0.14 <sup>cd</sup> | 64.72 $\pm$ 3.65 <sup>b</sup> |
| Thyme 1000 ppm      | 50.11 $\pm$ 0.21    | 57.20 $\pm$ 0.61 <sup>b</sup> | 57.89 $\pm$ 2.41 <sup>de</sup> | 64.66 $\pm$ 0.61 <sup>b</sup> |
| Thyme 2000 ppm      | 50.11 $\pm$ 0.21    | 51.27 $\pm$ 0.29 <sup>b</sup> | 61.72 $\pm$ 1.20 <sup>bc</sup> | 67.99 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup> |
| Citronella 500 ppm  | 50.11 $\pm$ 0.21    | 50.11 $\pm$ 1.04 <sup>c</sup> | 56.31 $\pm$ 1.57 <sup>ef</sup> | 57.99 $\pm$ 1.72 <sup>c</sup> |
| Citronella 1000 ppm | 50.11 $\pm$ 0.21    | 50.11 $\pm$ 1.04 <sup>c</sup> | 54.68 $\pm$ 1.21 <sup>f</sup>  | 70.00 $\pm$ 0.61 <sup>a</sup> |
| Citronella 2000 ppm | 50.11 $\pm$ 0.21    | 54.71 $\pm$ 1.43 <sup>b</sup> | 63.27 $\pm$ 1.51 <sup>b</sup>  | 62.56 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup> |
| Clove 500 ppm       | 50.11 $\pm$ 0.21    | 54.67 $\pm$ 0.98 <sup>b</sup> | 60.19 $\pm$ 0.55 <sup>bc</sup> | 64.78 $\pm$ 1.37 <sup>b</sup> |
| Clove 1000 ppm      | 50.11 $\pm$ 0.21    | 41.53 $\pm$ 2.88 <sup>e</sup> | 36.61 $\pm$ 0.28 <sup>g</sup>  | 58.12 $\pm$ 0.88 <sup>c</sup> |
| Clove 2000 ppm      | 50.11 $\pm$ 0.21    | 45.35 $\pm$ 1.29 <sup>d</sup> | 57.86 $\pm$ 1.16 <sup>de</sup> | 59.13 $\pm$ 0.48 <sup>c</sup> |
| F-test              | ns                  | *                             | *                              | *                             |
| %CV                 | 0.00                | 3.29                          | 2.64                           | 2.81                          |

Data is mean of three replicates  $\pm$  standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ; Duncan test)

ตาราง 3 ค่า  $\alpha^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | $\alpha^*$ (Banana peel) |                         |                           |                       |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                     | Day after storage        |                         |                           |                       |
|                     | 0                        | 4                       | 8                         | 12                    |
| Control             | $-17.75 \pm 0.46$        | $-15.69 \pm 0.60^a$     | $0.69 \pm 0.17^a$         | $6.13 \pm 1.76^a$     |
| Thyme 500 ppm       | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.00 \pm 0.07^{ab}$  | $-13.31 \pm 0.48^{cdef}$  | $-2.28 \pm 1.71^c$    |
| Thyme 1000 ppm      | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.14 \pm 0.16^{abc}$ | $-10.53 \pm 2.55^{bc}$    | $-9.34 \pm 2.26^{de}$ |
| Thyme 2000 ppm      | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.14 \pm 1.35^{abc}$ | $-12.24 \pm 0.02^{bcde}$  | $-0.59 \pm 0.82^b$    |
| Citronella 500 ppm  | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.52 \pm 1.12^{bc}$  | $-14.02 \pm 1.87^{def}$   | $-5.74 \pm 1.24^d$    |
| Citronella 1000 ppm | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.76 \pm 0.01^{bc}$  | $-15.26 \pm 1.71^f$       | $2.66 \pm 0.66^b$     |
| Citronella 2000 ppm | $-17.75 \pm 0.46$        | $-17.93 \pm 0.11^{bc}$  | $-11.56 \pm 0.06^{bcd}$   | $-8.64 \pm 0.56^{de}$ |
| Clove 500 ppm       | $-17.75 \pm 0.46$        | $-18.13 \pm 0.61^{bc}$  | $-14.82 \pm 0.30^{ef}$    | $-6.86 \pm 0.12^d$    |
| Clove 1000 ppm      | $-17.75 \pm 0.46$        | $-18.61 \pm 0.12^{bc}$  | $-10.26 \pm 0.60^b$       | $-6.81 \pm 0.88^d$    |
| Clove 2000 ppm      | $-17.75 \pm 0.46$        | $-18.75 \pm 0.70^c$     | $-12.96 \pm 0.97^{bcdef}$ | $-9.64 \pm 0.18^e$    |
| F-test              | ns                       | *                       | *                         | *                     |
| %CV                 | 0.00                     | 4.86                    | 12.97                     | 28.52                 |

Data is mean of three replicates  $\pm$  standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ; Duncan test)

ตาราง 4 ค่า b\* ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | b* (Banana peel)  |                                 |                                |                                |
|---------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                     | Day after storage |                                 |                                |                                |
|                     | 0                 | 4                               | 8                              | 12                             |
| Control             | 36.39 $\pm$ 1.03  | 36.75 $\pm$ 0.31 <sup>abc</sup> | 45.00 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 49.22 $\pm$ 1.77 <sup>a</sup>  |
| Thyme 500 ppm       | 36.39 $\pm$ 1.03  | 37.13 $\pm$ 0.24 <sup>ab</sup>  | 37.75 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>  | 34.28 $\pm$ 0.73 <sup>e</sup>  |
| Thyme 1000 ppm      | 36.39 $\pm$ 1.03  | 35.68 $\pm$ 0.63 <sup>c</sup>   | 36.54 $\pm$ 1.02 <sup>b</sup>  | 40.51 $\pm$ 1.5 <sup>c</sup>   |
| Thyme 2000 ppm      | 36.39 $\pm$ 1.03  | 37.46 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>   | 27.19 $\pm$ 1.59 <sup>d</sup>  | 40.12 $\pm$ 0.06 <sup>cd</sup> |
| Citronella 500 ppm  | 36.39 $\pm$ 1.03  | 37.29 $\pm$ 0.67 <sup>a</sup>   | 36.58 $\pm$ 1.11 <sup>bc</sup> | 39.04 $\pm$ 1.65 <sup>cd</sup> |
| Citronella 1000 ppm | 36.39 $\pm$ 1.03  | 31.61 $\pm$ 0.41 <sup>abc</sup> | 35.75 $\pm$ 0.19 <sup>c</sup>  | 44.71 $\pm$ 0.43 <sup>b</sup>  |
| Citronella 2000 ppm | 36.39 $\pm$ 1.03  | 36.02 $\pm$ 0.10 <sup>bc</sup>  | 37.39 $\pm$ 0.52 <sup>bc</sup> | 38.60 $\pm$ 0.01 <sup>cd</sup> |
| Clove 500 ppm       | 36.39 $\pm$ 1.03  | 37.63 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>   | 37.16 $\pm$ 0.10 <sup>bc</sup> | 39.73 $\pm$ 0.09 <sup>cd</sup> |
| Clove 1000 ppm      | 36.39 $\pm$ 1.03  | 36.69 $\pm$ 0.19 <sup>abc</sup> | 20.79 $\pm$ 0.10 <sup>e</sup>  | 39.60 $\pm$ 0.07 <sup>cd</sup> |
| Clove 2000 ppm      | 36.39 $\pm$ 1.03  | 37.19 $\pm$ 1.06 <sup>ab</sup>  | 35.72 $\pm$ 0.51 <sup>c</sup>  | 38.26 $\pm$ 0.43 <sup>d</sup>  |
| F-test              | ns                | *                               | *                              | *                              |
| %CV                 | 0.00              | 1.69                            | 2.56                           | 2.88                           |

Data is mean of three replicates  $\pm$  standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ; Duncan test)

**ความแน่นเนื้อ** ในวันแรกของการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของกล้วยคาเวนดิชมีค่าเท่ากับ 3.11 นิวตัน และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นพบว่าความแน่นเนื้อของกล้วยในทุกระบบวิธีมีค่าลดลง โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดสามารถชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อได้ โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยมีความแน่นเนื้อลดลงอยู่ระหว่าง 0.21–3.29 นิวตัน โดยที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ และ ตะไคร้หอม ความเข้มข้น 500 ppm. และน้ำมันหอมระเหยไทม์ 1,000 ppm. มีความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 3.29, 3.19 และ 3.05 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และชุดควบคุมที่มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 0.21 นิวตัน (ตาราง 5)

**ปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ (TA)** ในวันแรกของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชมีปริมาณ TA 0.25% และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นพบว่าปริมาณ TA มีค่าลดลง โดยกรรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณ TA โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยมีปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.089–0.156% โดยที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์และตะไคร้หอม ความเข้มข้น 1,000 ppm. มีปริมาณ TA มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.156 และ 0.122% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และชุดควบคุมที่มีปริมาณ TA 0.098% (ตาราง 6)

**ตาราง 5 ความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน**

| Treatment           | Texture (N)       |                               |                                |                               |                               |                               |
|---------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                     | Day after storage |                               |                                |                               |                               |                               |
|                     | 0                 | 4                             | 6                              | 8                             | 10                            | 12                            |
| Control             | 3.11              | 2.90 $\pm$ 0.13 <sup>ab</sup> | 2.94 $\pm$ 0.16 <sup>bc</sup>  | 1.52 $\pm$ 0.88 <sup>c</sup>  | 0.33 $\pm$ 0.01 <sup>e</sup>  | 0.21 $\pm$ 0.02 <sup>e</sup>  |
| Thyme 500 ppm       | 3.11              | 2.81 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>  | 2.37 $\pm$ 0.10 <sup>e</sup>   | 3.03 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup> | 3.28 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>  | 3.29 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>  |
| Thyme 1000 ppm      | 3.11              | 3.13 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>  | 2.82 $\pm$ 0.07 <sup>cd</sup>  | 2.96 $\pm$ 0.11 <sup>ab</sup> | 2.02 $\pm$ 0.42 <sup>d</sup>  | 3.05 $\pm$ 0.10 <sup>ab</sup> |
| Thyme 2000 ppm      | 3.11              | 3.02 $\pm$ 0.22 <sup>ab</sup> | 3.05 $\pm$ 0.05 <sup>ab</sup>  | 3.34 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 3.07 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup> | 0.39 $\pm$ 0.07 <sup>e</sup>  |
| Citronella 500 ppm  | 3.11              | 2.87 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup> | 3.15 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>   | 2.97 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup> | 3.18 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup> | 3.19 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>  |
| Citronella 1000 ppm | 3.11              | 2.96 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup> | 2.90 $\pm$ 0.07 <sup>bcd</sup> | 2.84 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup> | 2.95 $\pm$ 0.12 <sup>ab</sup> | 2.49 $\pm$ 0.14 <sup>d</sup>  |
| Citronella 2000 ppm | 3.11              | 3.08 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup> | 2.86 $\pm$ 0.05 <sup>bcd</sup> | 2.99 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup> | 2.90 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>  | 2.66 $\pm$ 0.20 <sup>cd</sup> |
| Clove 500 ppm       | 3.11              | 3.10 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>  | 3.02 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>  | 2.94 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup> | 2.89 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>  | 2.84 $\pm$ 0.10 <sup>bc</sup> |
| Clove 1000 ppm      | 3.11              | 2.89 $\pm$ 0.15 <sup>ab</sup> | 2.71 $\pm$ 0.06 <sup>d</sup>   | 2.58 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>  | 2.57 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>  | 2.57 $\pm$ 0.12 <sup>cd</sup> |
| Clove 2000 ppm      | 3.11              | 2.92 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup> | 3.15 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>   | 3.11 $\pm$ 0.09 <sup>ab</sup> | 3.15 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup> | 2.52 $\pm$ 0.21 <sup>d</sup>  |
| F-Test              | –                 | *                             | *                              | *                             | *                             | *                             |
| %CV                 | –                 | 5.22                          | 3.53                           | 12.37                         | 7.04                          | 7.28                          |

Data is mean of three replicates  $\pm$  standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p<0.05$ ; Duncan test)



ตาราง 6 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | Total titratable acidity (TA %) |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | Day after storage               |                     |                     |                     |
|                     | 0                               | 4                   | 8                   | 12                  |
| Control             | 0.25                            | 0.12 <sup>ab</sup>  | 0.134 <sup>a</sup>  | 0.098 <sup>cd</sup> |
| Thyme 500 ppm       | 0.25                            | 0.13 <sup>a</sup>   | 0.120 <sup>b</sup>  | 0.094 <sup>cd</sup> |
| Thyme 1000 ppm      | 0.25                            | 0.097 <sup>de</sup> | 0.134 <sup>a</sup>  | 0.156 <sup>a</sup>  |
| Thyme 2000 ppm      | 0.25                            | 0.117 <sup>b</sup>  | 0.081 <sup>d</sup>  | 0.100 <sup>c</sup>  |
| Citronella 500 ppm  | 0.25                            | 0.1 <sup>cd</sup>   | 0.107 <sup>bc</sup> | 0.089 <sup>cd</sup> |
| Citronella 1000 ppm | 0.25                            | 0.11 <sup>bc</sup>  | 0.119 <sup>b</sup>  | 0.122 <sup>b</sup>  |
| Citronella 2000 ppm | 0.25                            | 0.11 <sup>bcd</sup> | 0.111 <sup>bc</sup> | 0.102 <sup>c</sup>  |
| Clove 500 ppm       | 0.25                            | 0.083 <sup>e</sup>  | 0.108 <sup>bc</sup> | 0.094 <sup>cd</sup> |
| Clove 1000 ppm      | 0.25                            | 0.11 <sup>bcd</sup> | 0.098 <sup>c</sup>  | 0.096 <sup>cd</sup> |
| Clove 2000 ppm      | 0.25                            | 0.12 <sup>ab</sup>  | 0.113 <sup>bc</sup> | 0.085 <sup>d</sup>  |
| F-test              | ns                              | *                   | *                   | *                   |
| %CV                 | 0.00                            | 7.93                | 8.07                | 7.38                |

Data is mean of three replicates  $\pm$  standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ; Duncan test)

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS)** ในวันแรกของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชมีปริมาณ TSS 0.22% Brix และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นพบว่าปริมาณ TSS ของกล้วยมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยกานพลูเข้มข้น 1,000 และ 2,000 ppm. มีปริมาณ TSS น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.43 และ 0.50 % Brix ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ รวมทั้งชุดควบคุมที่มีปริมาณ TSS มากที่สุด 4.77% Brix (ตาราง 7)

**คะแนนการเกิดโรค** เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นพบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชในทุกกรรมวิธีจะเกิดโรคเพิ่มขึ้น โดยสังเกตเห็นได้ตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยที่การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดสามารถชะลอการเกิดโรคได้ โดยเริ่มเกิดโรคในวันที่ 4 หรือ 6 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 1,000, 2,000 ppm. และกานพลูทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น สามารถช่วยชะลอการเกิดโรคได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีคะแนนการ

เกิดโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 2.00–2.33 คะแนนซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ รวมทั้งกล้วยในชุดควบคุมที่เกิดโรคมากที่สุด 4.33 คะแนน (ภาพ 15)

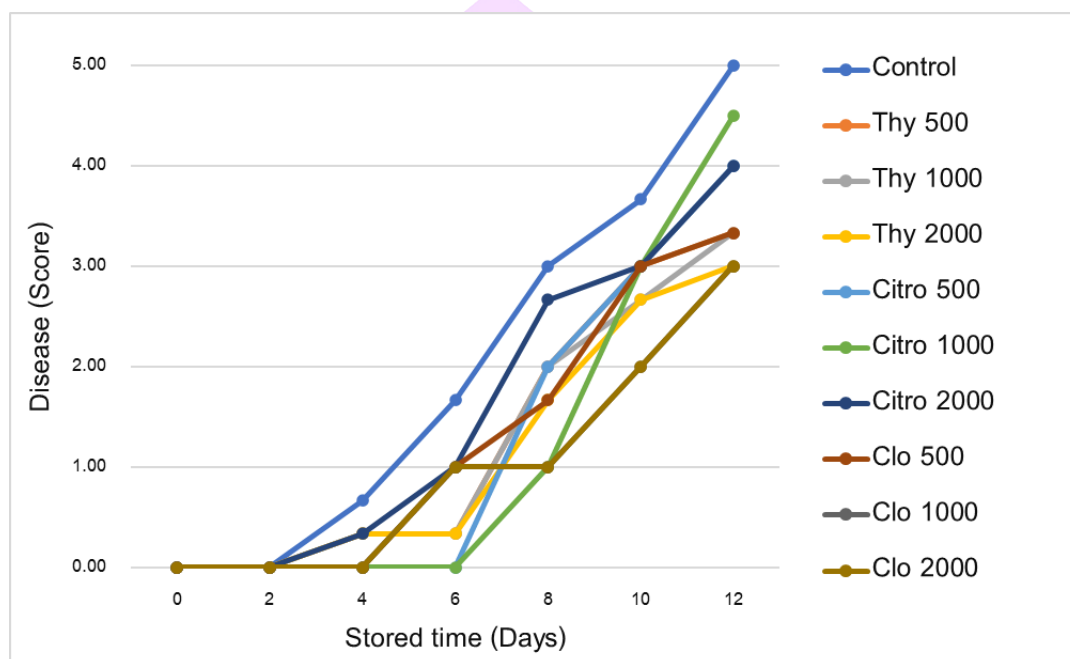
**ตาราง 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน**

| Treatment           | Total soluble solids (TSS, % Brix) |                          |                          |                           |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                     | Day after storage                  |                          |                          |                           |
|                     | 0                                  | 4                        | 8                        | 12                        |
| Control             | 0.22±0.02                          | 0.73 ±0.06 <sup>cd</sup> | 0.60 ±0.00 <sup>d</sup>  | 4.77 ± 0.06 <sup>a</sup>  |
| Thyme 500 ppm       | 0.22±0.02                          | 1.30 ±0.10 <sup>a</sup>  | 0.69 ±0.01 <sup>bc</sup> | 1.27 ± 0.06 <sup>c</sup>  |
| Thyme 1000 ppm      | 0.22±0.02                          | 0.97 ±0.06 <sup>bc</sup> | 0.70 ±0.00 <sup>bc</sup> | 0.77 ± 0.00 <sup>d</sup>  |
| Thyme 2000 ppm      | 0.22±0.02                          | 0.73 ±0.06 <sup>cd</sup> | 0.67 ±0.06 <sup>cd</sup> | 2.90 ± 0.10 <sup>b</sup>  |
| Citronella 500 ppm  | 0.22±0.02                          | 0.67 ±0.06 <sup>d</sup>  | 0.67 ±0.06 <sup>cd</sup> | 0.70 ± 0.06 <sup>d</sup>  |
| Citronella 1000 ppm | 0.22±0.02                          | 0.93 ±0.15 <sup>bc</sup> | 0.047 ±0.06 <sup>e</sup> | 0.57 ± 0.06 <sup>e</sup>  |
| Citronella 2000 ppm | 0.22±0.02                          | 1.03 ±0.21 <sup>b</sup>  | 0.07 ±0.00 <sup>bc</sup> | 1.33 ± 0.06 <sup>c</sup>  |
| Clove 500 ppm       | 0.22±0.02                          | 0.77 ±0.12 <sup>cd</sup> | 0.83 ±0.06 <sup>a</sup>  | 0.67 ± 0.06 <sup>d</sup>  |
| Clove 1000 ppm      | 0.22±0.02                          | 1.30 ±0.15 <sup>b</sup>  | 0.63 ±0.06 <sup>cd</sup> | 0.43 ± 0.00 <sup>f</sup>  |
| Clove 2000 ppm      | 0.22±0.02                          | 1.13 ±0.23 <sup>ab</sup> | 0.77 ±0.06 <sup>ab</sup> | 0.50 ± 0.06 <sup>ef</sup> |
| F-test              | ns                                 | *                        | *                        | *                         |
| %CV                 | 0.00                               | 14.42                    | 6.65                     | 4.15                      |

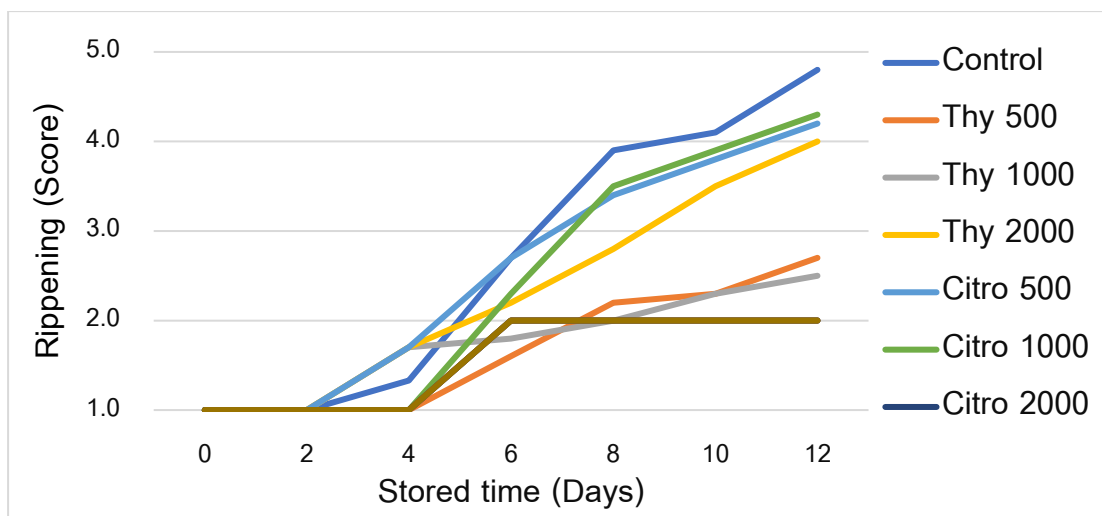
Data is mean of three replicates ± standard error of mean. Means labelled with different letters in same column are significantly different ( $p < 0.05$ ; Duncan test)

**การสุกและอายุการเก็บรักษา** กล้วยหอมคาเวนดิชมีการสุกเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยเริ่มสังเกตได้ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาโดยเฉพาะกล้วยหอมในชุดควบคุมที่ไม่ได้รมน้ำมันหอมระเหย ในขณะที่การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยสามารถชะลอการสุกได้ โดยกล้วยเริ่มทยอยสุกตั้งแต่วันที่ 6 เป็นต้นไป โดยเมื่อระยะเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชในชุดควบคุมมีคะแนนการสุกมากที่สุด 4.8 คะแนน ในขณะที่กล้วยที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ และกานพลูทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น มีคะแนนน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.7–2.0 คะแนนซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ สำหรับอายุการเก็บรักษาที่ประเมินได้จากคะแนนการสุก คะแนนการ

เปลี่ยนแปลงสีผิว การเกิดโรคพบว่า การมด้วยน้ำมันหอมระเหยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ โดยเฉพาะการมน้ำมันหอมระเหยไทม์ และกานพลูทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า 12 วัน ขณะที่ชุดควบคุมที่สามารถเก็บรักษาได้น้อยที่สุด 8 วัน (ภาพ 16)



ภาพ 15 คะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้น ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน



ภาพ 16 คะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้น ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

## การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

ทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพ ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นหรีขนาดเล็กขนาด 4 ผล จากนั้นทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาทำการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 3 ppm. เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 6 ชั่วโมง นำมาบรรจุในกล่องกระดาษ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน ทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้

**การสูญเสียน้ำหนัก** พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วย โดยระดับความเข้มข้นของ 1-MCP ที่สูงขึ้นและระยะเวลาในการรมที่นานขึ้นช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ สำหรับระดับความเข้มข้นของ 1-MCP พบว่าเมื่อย้ายมาเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วันพบว่ากล้วยหอมในชุดควบคุมที่ไม่ได้รม 1-MCP มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด 2.93 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การรมด้วย 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 1.60–1.97 เปอร์เซ็นต์ โดยที่กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 2 และ 3 ppm มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.60 และ 1.67 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่า

กรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) สำหรับระยะเวลาในการมพบว่าการสาร 1-MCP ที่ระยะเวลานานขึ้นช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยระยะเวลาในการม 2-6 ชั่วโมง สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยได้ โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษาที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.51-1.84 และ 1.65-2.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยการมเป็นระยะเวลา 6 และ 3 ชั่วโมงมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้รมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (ตาราง 8)

**ตาราง 8 ผลความเข้มข้นและระยะเวลาในการมสาร 1-MCP ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน**

| Treatment        | Weight loss (%)    |       |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
|------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                  | Days after storage |       |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
|                  | 0                  | 16    | 20                 | 22                 | 24                 | 26                 | 28                | 30                 |
| <b>Conc</b>      |                    |       |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
| 0 ppm.           | 0.00               | 0.19  | 0.52 <sup>a</sup>  | 0.61 <sup>b</sup>  | 1.15 <sup>a</sup>  | 1.77 <sup>a</sup>  | 2.93 <sup>a</sup> | Na                 |
| 0.5 ppm.         | 0.00               | 0.15  | 0.49 <sup>ab</sup> | 0.56 <sup>bc</sup> | 0.82 <sup>b</sup>  | 1.23 <sup>b</sup>  | 1.70 <sup>b</sup> | 2.12 <sup>a</sup>  |
| 1 ppm.           | 0.00               | 0.18  | 0.42 <sup>b</sup>  | 0.50 <sup>c</sup>  | 0.97 <sup>ab</sup> | 1.37 <sup>b</sup>  | 1.97 <sup>b</sup> | 2.01 <sup>ab</sup> |
| 2 ppm.           | 0.00               | 0.16  | 0.44 <sup>b</sup>  | 0.60 <sup>b</sup>  | 0.83 <sup>b</sup>  | 1.10 <sup>b</sup>  | 1.60 <sup>b</sup> | 1.71 <sup>b</sup>  |
| 3 ppm.           | 0.00               | 0.18  | 0.47 <sup>b</sup>  | 0.69 <sup>a</sup>  | 0.94 <sup>ab</sup> | 1.23 <sup>b</sup>  | 1.67 <sup>b</sup> | 1.73 <sup>b</sup>  |
| <b>Time</b>      |                    |       |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
| 0 hr.            | 0.00               | 0.19  | 0.52               | 0.65 <sup>a</sup>  | 1.15 <sup>a</sup>  | 1.77 <sup>a</sup>  | 2.93 <sup>a</sup> | Na                 |
| 1 hr.            | 0.00               | 0.15  | 0.44               | 0.56 <sup>b</sup>  | 0.98 <sup>ab</sup> | 1.41 <sup>b</sup>  | 2.00 <sup>b</sup> | 2.39 <sup>a</sup>  |
| 2 hr.            | 0.00               | 0.17  | 0.49               | 0.61 <sup>ab</sup> | 0.90 <sup>b</sup>  | 1.28 <sup>bc</sup> | 1.84 <sup>b</sup> | 1.77 <sup>b</sup>  |
| 3 hr.            | 0.00               | 0.17  | 0.47               | 0.56 <sup>b</sup>  | 0.85 <sup>b</sup>  | 1.23 <sup>bc</sup> | 1.66 <sup>b</sup> | 1.76 <sup>b</sup>  |
| 6 hr.            | 0.00               | 0.18  | 0.47               | 0.55 <sup>b</sup>  | 0.82 <sup>b</sup>  | 1.04 <sup>c</sup>  | 1.51 <sup>b</sup> | 1.65 <sup>b</sup>  |
| <b>Conc</b>      | ns                 | ns    | *                  | *                  | *                  | *                  | *                 | *                  |
| <b>Time</b>      | ns                 | ns    | ns                 | *                  | *                  | *                  | *                 | *                  |
| <b>Conc*Time</b> | ns                 | ns    | *                  | *                  | *                  | *                  | *                 | *                  |
| <b>% CV</b>      | 0.00               | 29.53 | 11.87              | 38.48              | 44.66              | 5.97               | 8.61              | 18.05              |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

### ค่าสีเปลือก (Peel color)

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง ถ้าหากค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมีสีทึบ ถ้าค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง พบว่าค่า  $L^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชจะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อค่า  $L^*$  ของกล้วย โดยการรม 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของกล้วยได้ เมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของ 1-MCP พบว่า กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1-3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของเปลือกกล้วยได้ โดยค่า  $L^*$  มีค่าสูงสุดในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 70.06-78.43 โดยกล้วยในชุดควบคุมมีค่า  $L^*$  สูงสุด แสดงว่ากล้วยมีการสุกเกิดขึ้น หลังจากนั้นค่า  $L^*$  จะลดลง โดยในวันที่ 26 และ 30 มีค่าอยู่ระหว่าง 68.02-71.39 และ 55.35-59.90 ตามลำดับ โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 และ 2 ppm มีค่า  $L^*$  สูงสุด (วันที่ 26 และ 30) ในขณะที่การรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 3 ppm ทำให้กล้วยมีค่า  $L^*$  ต่ำสุด สำหรับระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP พบว่ากล้วยที่รมด้วย 1-MCP ในระยะเวลาต่าง ๆ สามารถชะลอค่า  $L^*$  ได้ โดยค่า  $L$  สูงสุดในวันที่ 24 มีค่าอยู่ระหว่าง 69.84-78.43 และค่อย ๆ ลดลง โดยเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 และ 30 วัน พบว่าค่า  $L^*$  มีค่าอยู่ระหว่าง 67.23-71.00 และ 54.38-59.23 ตามลำดับ โดยระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP นาน 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่า  $L^*$  น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าเท่ากับ 54.38 และ 54.74 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 9)

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-เขียว โดยถ้าหาก ค่า  $a^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกแดง แต่ถ้าหากค่า  $a^*$  เป็น (-) วัตถุจะมีสีเขียว พบว่าค่า  $a^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชในวันแรกมีค่าเท่ากับ -19.99 ซึ่งมีค่า  $a^*$  ติดลบแสดงว่ากล้วยยังมีสีเขียว และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น พบว่ากล้วยมีค่า  $a^*$  ติดลบที่น้อยลง แสดงว่ากล้วยยังมีสีเขียว ยกเว้นกล้วยในชุดควบคุมที่มีค่าบวก 4.29 (แสดงว่าสีเขียวของกล้วยหายไป) ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อค่า  $a^*$  โดยเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ 1-MCP พบว่าระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียว โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา มีค่า  $a^*$  เท่ากับ -7.02 และ -4.98 ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยที่ไม่ได้รม 1-MCP และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 ppm มีค่า  $a^*$  มากกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 4.29 และ 1.80 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า  $a^*$  เป็นบวกแสดง



ว่ากล้วยไม้มีสีเขียวแล้วซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) สำหรับระยะเวลาในการรมด้วยสาร 1-MCP พบว่าระยะเวลาในการมที่นานขึ้นช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสี  $a^*$  ได้ โดยกล้วยไม้ที่รมเป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  ได้ดีกว่าระยะเวลาอื่น ๆ โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ -5.76 ถึง -6.28 และ -3.02 ถึง -4.73 ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยไม้ที่ไม่ได้รม 1-MCP และรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีค่า  $a^*$  มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 4.29 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 10)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีออกน้ำเงิน โดยค่า  $b^*$  ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 40.26 และเมื่อนำกล้วยไม้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 15 วันพบว่ากล้วยไม้มีค่า  $b^*$  ลดลง โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  โดยระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  โดยการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีที่สุด มีค่า  $b^*$  ในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา เท่ากับ 28.45 และ 23.74 ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยชุดควบคุมที่ไม่รม 1-MCP มีค่า  $b^*$  เท่ากับ 28.89 และซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และระยะเวลาในการรม 1-MCP พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเพิ่มขึ้นทำให้ชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $b^*$  ได้ โดยกล้วยไม้ที่รมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  ของกล้วยได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วัน มีค่า  $b^*$  เท่ากับ 24.13 และ 25.25 ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 11)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด โดยค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงของการสุก โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า chroma สำหรับระดับความเข้มข้นพบว่า 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 และ 1 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า chroma ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่า chroma ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา เท่ากับ 24.78 และ 25.94 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และระยะเวลาในการรม 1-MCP พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิช เป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า chroma ของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ดี โดยเก็บรักษาที่เป็นระยะเวลา 30

วัน มีค่า chroma 24.88 และ 26.14 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 12)

ค่า hue เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี โดยค่า hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า hue โดยเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นในการรมด้วย 1-MCP พบว่าการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า hue ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีค่า hue ในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นเท่ากับ 103.54–103.63 และ 81.95–83.89 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับกล้วยในกรรมวิธีอื่น ๆ โดยที่กล้วยในชุดควบคุมและกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 ppm มีค่า hue เท่ากับ 81.44 และ 65.48 ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP ของกล้วยหอมคาเวนดิช ระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า hue ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่า hue ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 81.55 และ 80.12 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 13)



ตาราง 9 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อค่าสี L\* ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | L* (Banana peel)   |                     |                     |                     |                     |                    |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                  | Days after storage |                     |                     |                     |                     |                    |
|                  | 0                  | 16                  | 20                  | 24                  | 28                  | 30                 |
| <b>Conc</b>      |                    |                     |                     |                     |                     |                    |
| 0 ppm.           | 65.15              | 70.70 <sup>b</sup>  | 69.56 <sup>a</sup>  | 78.43 <sup>a</sup>  | 67.23 <sup>d</sup>  | Na                 |
| 0.5 ppm.         | 65.15              | 72.11 <sup>a</sup>  | 69.49 <sup>a</sup>  | 71.95 <sup>b</sup>  | 71.39 <sup>a</sup>  | 55.42 <sup>b</sup> |
| 1 ppm.           | 65.15              | 71.43 <sup>ab</sup> | 68.55 <sup>ab</sup> | 70.27 <sup>b</sup>  | 68.02 <sup>cd</sup> | 56.09 <sup>b</sup> |
| 2 ppm.           | 65.15              | 72.02 <sup>a</sup>  | 66.96 <sup>b</sup>  | 70.06 <sup>b</sup>  | 69.21 <sup>bc</sup> | 59.90 <sup>a</sup> |
| 3 ppm.           | 65.15              | 70.66 <sup>b</sup>  | 69.44 <sup>a</sup>  | 70.92 <sup>b</sup>  | 69.41 <sup>b</sup>  | 55.35 <sup>b</sup> |
| <b>Time</b>      |                    |                     |                     |                     |                     |                    |
| 0 hr.            | 65.15              | 70.70 <sup>b</sup>  | 69.56               | 78.43 <sup>a</sup>  | 67.23 <sup>c</sup>  | Na                 |
| 1 hr.            | 65.15              | 72.11 <sup>a</sup>  | 69.40               | 71.33 <sup>bc</sup> | 68.32 <sup>c</sup>  | 59.23 <sup>a</sup> |
| 2 hr.            | 65.15              | 71.43 <sup>ab</sup> | 69.17               | 69.84 <sup>c</sup>  | 69.71 <sup>b</sup>  | 57.52 <sup>a</sup> |
| 3 hr.            | 65.15              | 72.02 <sup>a</sup>  | 68.01               | 70.00 <sup>c</sup>  | 69.58 <sup>b</sup>  | 54.74 <sup>b</sup> |
| 6 hr.            | 65.15              | 70.66 <sup>b</sup>  | 68.33               | 72.41 <sup>b</sup>  | 71.00 <sup>a</sup>  | 54.38 <sup>b</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                 | *                   | *                   | *                   | *                   | *                  |
| <b>Time</b>      | ns                 | *                   | ns                  | *                   | *                   | *                  |
| <b>Conc*Time</b> | ns                 | *                   | *                   | *                   | *                   | *                  |
| <b>%CV</b>       | 0.00               | 4.01                | 5.99                | 14.83               | 7.68                | 17.70              |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 10 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อค่าสี  $a^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | $a^*$ (Banana peel) |                      |                      |                     |                     |                    |
|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                  | Days after storage  |                      |                      |                     |                     |                    |
|                  | 0                   | 16                   | 20                   | 24                  | 28                  | 30                 |
| <b>Conc</b>      |                     |                      |                      |                     |                     |                    |
| 0 ppm.           | -19.99              | -9.68 <sup>a</sup>   | -9.70 <sup>a</sup>   | -2.00 <sup>a</sup>  | 4.29 <sup>a</sup>   | Na                 |
| 0.5 ppm.         | -19.99              | -10.67 <sup>bc</sup> | -11.75 <sup>b</sup>  | -8.17 <sup>b</sup>  | -3.98 <sup>b</sup>  | 1.80 <sup>a</sup>  |
| 1 ppm.           | -19.99              | -10.59 <sup>bc</sup> | -12.28 <sup>bc</sup> | -9.43 <sup>bc</sup> | -5.39 <sup>c</sup>  | -3.57 <sup>c</sup> |
| 2 ppm.           | -19.99              | -10.37 <sup>b</sup>  | -12.56 <sup>c</sup>  | -9.87 <sup>c</sup>  | -5.91 <sup>cd</sup> | -1.17 <sup>b</sup> |
| 3 ppm.           | -19.99              | -10.95 <sup>c</sup>  | -12.48 <sup>bc</sup> | -9.94 <sup>bc</sup> | -7.02 <sup>d</sup>  | -4.98 <sup>d</sup> |
| <b>Time</b>      |                     |                      |                      |                     |                     |                    |
| 0 hr.            | -19.99              | -9.68 <sup>a</sup>   | -9.70 <sup>a</sup>   | -2.00 <sup>a</sup>  | 4.29 <sup>a</sup>   | Na                 |
| 1 hr.            | -19.99              | -9.91 <sup>ab</sup>  | -11.56 <sup>b</sup>  | -7.99 <sup>b</sup>  | -4.08 <sup>b</sup>  | 0.99 <sup>a</sup>  |
| 2 hr.            | -19.99              | -10.35 <sup>bc</sup> | -12.14 <sup>bc</sup> | -8.19 <sup>b</sup>  | -5.79 <sup>c</sup>  | -0.57 <sup>a</sup> |
| 3 hr.            | -19.99              | -10.81 <sup>c</sup>  | -12.56 <sup>c</sup>  | -10.51 <sup>c</sup> | -5.76 <sup>c</sup>  | -3.02 <sup>b</sup> |
| 6 hr.            | -19.99              | -11.57 <sup>d</sup>  | -12.65 <sup>c</sup>  | -9.79 <sup>c</sup>  | -6.28 <sup>c</sup>  | -4.73 <sup>b</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                  | *                    | *                    | *                   | *                   | *                  |
| <b>Time</b>      | ns                  | *                    | *                    | *                   | *                   | *                  |
| <b>Conc*Time</b> | ns                  | *                    | *                    | *                   | *                   | *                  |
| <b>%CV</b>       | 0.00                | 17.67                | 38.35                | 13.91               | 40.15               | 6.20               |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

ตาราง 11 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อค่าสี  $b^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | $b^*$ (Banana peel) |                    |                     |                     |                     |                     |
|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Days after storage  |                    |                     |                     |                     |                     |
|                  | 0                   | 16                 | 20                  | 24                  | 28                  | 30                  |
| <b>Conc</b>      |                     |                    |                     |                     |                     |                     |
| 0 ppm.           | 40.26               | 19.01 <sup>b</sup> | 25.43 <sup>b</sup>  | 33.64 <sup>a</sup>  | 28.86 <sup>ab</sup> | Na                  |
| 0.5 ppm.         | 40.26               | 21.00 <sup>a</sup> | 26.91 <sup>a</sup>  | 29.17 <sup>b</sup>  | 31.21 <sup>a</sup>  | 27.63 <sup>a</sup>  |
| 1 ppm.           | 40.26               | 21.16 <sup>a</sup> | 27.11 <sup>a</sup>  | 28.57 <sup>cd</sup> | 27.74 <sup>b</sup>  | 25.48 <sup>a</sup>  |
| 2 ppm.           | 40.26               | 20.78 <sup>a</sup> | 26.88 <sup>a</sup>  | 28.11 <sup>d</sup>  | 28.62 <sup>ab</sup> | 27.79 <sup>a</sup>  |
| 3 ppm.           | 40.26               | 21.08 <sup>a</sup> | 27.26 <sup>a</sup>  | 28.75 <sup>bc</sup> | 28.45 <sup>ab</sup> | 23.74 <sup>b</sup>  |
| <b>Time</b>      |                     |                    |                     |                     |                     |                     |
| 0 hr.            | 40.26               | 19.01 <sup>c</sup> | 25.43 <sup>c</sup>  | 33.64 <sup>a</sup>  | 28.89               | Na                  |
| 1 hr.            | 40.26               | 20.51 <sup>b</sup> | 27.02 <sup>ab</sup> | 28.18 <sup>c</sup>  | 28.95               | 27.81 <sup>a</sup>  |
| 2 hr.            | 40.26               | 20.75 <sup>b</sup> | 27.06 <sup>ab</sup> | 28.39 <sup>c</sup>  | 29.22               | 27.41 <sup>a</sup>  |
| 3 hr.            | 40.26               | 20.81 <sup>b</sup> | 26.38 <sup>bc</sup> | 28.42 <sup>c</sup>  | 29.47               | 24.13 <sup>b</sup>  |
| 6 hr.            | 40.26               | 21.95 <sup>a</sup> | 27.69 <sup>a</sup>  | 29.82 <sup>b</sup>  | 28.9                | 25.25 <sup>ab</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                  | *                  | *                   | *                   | *                   | *                   |
| <b>Time</b>      | ns                  | *                  | *                   | *                   | ns                  | *                   |
| <b>Conc*Time</b> | ns                  | *                  | *                   | *                   | *                   | *                   |
| <b>%CV</b>       | 0.00                | 16.96              | 10.63               | 23.53               | 15.47               | 17.94               |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

ตาราง 12 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Chroma (Banana peel) |                     |                    |                    |                     |                     |
|------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Days after storage   |                     |                    |                    |                     |                     |
|                  | 0                    | 16                  | 20                 | 24                 | 28                  | 30                  |
| <b>Conc</b>      |                      |                     |                    |                    |                     |                     |
| 0 ppm.           | 44.96                | 20.72 <sup>b</sup>  | 27.25 <sup>b</sup> | 38.71 <sup>a</sup> | 30.06 <sup>ab</sup> | Na                  |
| 0.5 ppm.         | 44.96                | 23.37 <sup>a</sup>  | 29.38 <sup>a</sup> | 31.10 <sup>b</sup> | 32.29 <sup>a</sup>  | 27.89 <sup>a</sup>  |
| 1 ppm.           | 44.96                | 24.26 <sup>a</sup>  | 30.57 <sup>a</sup> | 31.77 <sup>b</sup> | 28.58 <sup>b</sup>  | 25.94 <sup>ab</sup> |
| 2 ppm.           | 44.96                | 24.03 <sup>a</sup>  | 30.20 <sup>a</sup> | 31.62 <sup>b</sup> | 30.15 <sup>ab</sup> | 28.39 <sup>a</sup>  |
| 3 ppm.           | 44.96                | 23.66 <sup>a</sup>  | 30.01 <sup>a</sup> | 31.57 <sup>b</sup> | 30.01 <sup>ab</sup> | 24.78 <sup>b</sup>  |
| <b>Time</b>      |                      |                     |                    |                    |                     |                     |
| 0 hr.            | 44.96                | 20.72 <sup>c</sup>  | 27.25 <sup>b</sup> | 38.71 <sup>a</sup> | 30.05               | Na                  |
| 1 hr.            | 44.96                | 22.69 <sup>b</sup>  | 29.43 <sup>a</sup> | 30.31 <sup>b</sup> | 30.02               | 28.03 <sup>a</sup>  |
| 2 hr.            | 44.96                | 23.09 <sup>ab</sup> | 29.69 <sup>a</sup> | 31.06 <sup>b</sup> | 30.82               | 27.85 <sup>a</sup>  |
| 3 hr.            | 44.96                | 24.71 <sup>a</sup>  | 30.52 <sup>a</sup> | 31.59 <sup>b</sup> | 30.72               | 24.88 <sup>b</sup>  |
| 6 hr.            | 44.96                | 24.63 <sup>a</sup>  | 30.25 <sup>a</sup> | 33.00 <sup>b</sup> | 29.92               | 26.14 <sup>ab</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                   | *                   | *                  | *                  | *                   | *                   |
| <b>Time</b>      | ns                   | *                   | *                  | *                  | ns                  | *                   |
| <b>Conc*Time</b> | ns                   | *                   | *                  | *                  | *                   | *                   |
| <b>%CV</b>       | 0.00                 | 23.34               | 16.70              | 31.62              | 14.95               | 17.86               |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable



ตาราง 13 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อค่า hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | hue (Banana peel)  |        |                      |                      |                     |                     |
|------------------|--------------------|--------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Days after storage |        |                      |                      |                     |                     |
|                  | 0                  | 16     | 20                   | 24                   | 28                  | 30                  |
| <b>Conc</b>      |                    |        |                      |                      |                     |                     |
| 0 ppm.           | 116.40             | 117.16 | 110.76 <sup>c</sup>  | 93.45 <sup>d</sup>   | 81.44 <sup>d</sup>  | Na                  |
| 0.5 ppm.         | 116.40             | 117.05 | 113.32 <sup>b</sup>  | 106.07 <sup>c</sup>  | 97.44 <sup>c</sup>  | 65.48 <sup>c</sup>  |
| 1 ppm.           | 116.40             | 116.78 | 114.14 <sup>ab</sup> | 108.43 <sup>b</sup>  | 100.81 <sup>b</sup> | 78.72 <sup>b</sup>  |
| 2 ppm.           | 116.40             | 116.5  | 114.93 <sup>a</sup>  | 111.09 <sup>a</sup>  | 103.63 <sup>a</sup> | 81.95 <sup>ab</sup> |
| 3 ppm.           | 116.40             | 115.17 | 114.36 <sup>ab</sup> | 108.26 <sup>bc</sup> | 103.54 <sup>a</sup> | 83.89 <sup>a</sup>  |
| <b>Time</b>      |                    |        |                      |                      |                     |                     |
| 0 hr.            | 116.40             | 117.16 | 110.77 <sup>c</sup>  | 93.45 <sup>d</sup>   | 81.44 <sup>b</sup>  | Na                  |
| 1 hr.            | 116.40             | 115.8  | 112.98 <sup>b</sup>  | 106.22 <sup>c</sup>  | 100.50 <sup>a</sup> | 71.71 <sup>b</sup>  |
| 2 hr.            | 116.40             | 116.53 | 113.93 <sup>ab</sup> | 107.63 <sup>bc</sup> | 101.02 <sup>a</sup> | 73.37 <sup>b</sup>  |
| 3 hr.            | 116.40             | 117.71 | 115.08 <sup>a</sup>  | 110.61 <sup>a</sup>  | 100.77 <sup>a</sup> | 81.55 <sup>a</sup>  |
| 6 hr.            | 116.40             | 115.58 | 114.42 <sup>a</sup>  | 108.38 <sup>b</sup>  | 101.89 <sup>a</sup> | 80.12 <sup>a</sup>  |
| <b>Conc</b>      | ns                 | ns     | *                    | *                    | *                   | *                   |
| <b>Time</b>      | ns                 | ns     | *                    | *                    | *                   | *                   |
| <b>Conc*Time</b> | ns                 | ns     | *                    | *                    | *                   | *                   |
| <b>%CV</b>       | 0.00               | 2.72   | 5.37                 | 20.13                | 29.30               | 17.91               |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

### ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อความแน่นเนื้อของกล้วย โดยที่การรมด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นและระยะเวลานานขึ้นมีแนวโน้มช่วยชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้ ในที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 3 ppm. มีความแน่นเนื้อมากที่สุด 21.30 และ 12.99 นิวตัน ตามลำดับ ขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่ได้รม 1-MCP และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 ppm มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดเท่ากับ 3.31 และ 4.07 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3-6 ชั่วโมง มีแนวโน้มช่วยชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้กว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยในที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา มีความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 17.19-21.62 และ 10.13-10.56 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันกับกรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยที่กล้วยที่ไม่ได้รมและรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 3.31 และ 3.62 นิวตัน ตามลำดับ (ตาราง 14)

ตาราง 14 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Texture (N)        |                     |                     |                     |                    |                    |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                  | Days after storage |                     |                     |                     |                    |                    |
|                  | 0                  | 16                  | 20                  | 24                  | 28                 | 30                 |
| <b>Conc</b>      |                    |                     |                     |                     |                    |                    |
| 0 ppm.           | 38.18              | 34.25 <sup>b</sup>  | 30.65 <sup>b</sup>  | 4.14 <sup>d</sup>   | 3.31 <sup>d</sup>  | Na                 |
| 0.5 ppm.         | 38.18              | 34.09 <sup>b</sup>  | 33.49 <sup>a</sup>  | 23.36 <sup>c</sup>  | 10.67 <sup>c</sup> | 4.07 <sup>d</sup>  |
| 1 ppm.           | 38.18              | 34.07 <sup>b</sup>  | 32.33 <sup>ab</sup> | 24.35 <sup>bc</sup> | 23.10 <sup>a</sup> | 7.92 <sup>b</sup>  |
| 2 ppm.           | 38.18              | 35.61 <sup>a</sup>  | 33.83 <sup>a</sup>  | 24.94 <sup>b</sup>  | 13.91 <sup>b</sup> | 5.86 <sup>c</sup>  |
| 3 ppm.           | 38.18              | 35.22 <sup>ab</sup> | 33.98 <sup>a</sup>  | 27.43 <sup>a</sup>  | 21.30 <sup>a</sup> | 12.99 <sup>a</sup> |
| <b>Time</b>      |                    |                     |                     |                     |                    |                    |
| 0 hr.            | 38.18              | 34.58               | 30.65 <sup>b</sup>  | 4.14 <sup>c</sup>   | 3.31 <sup>c</sup>  | Na                 |
| 1 hr.            | 38.18              | 34.30               | 33.51 <sup>a</sup>  | 24.17 <sup>b</sup>  | 13.98 <sup>b</sup> | 3.62 <sup>c</sup>  |
| 2 hr.            | 38.18              | 34.73               | 32.81 <sup>ab</sup> | 23.91 <sup>b</sup>  | 15.88 <sup>b</sup> | 6.53 <sup>b</sup>  |
| 3 hr.            | 38.18              | 34.35               | 34.40 <sup>a</sup>  | 26.24 <sup>a</sup>  | 17.19 <sup>b</sup> | 10.56 <sup>a</sup> |
| 6 hr.            | 38.18              | 35.28               | 32.89 <sup>ab</sup> | 25.77 <sup>a</sup>  | 21.62 <sup>a</sup> | 10.13 <sup>a</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                 | *                   | *                   | *                   | *                  | *                  |
| <b>Time</b>      | ns                 | ns                  | *                   | *                   | *                  | *                  |
| <b>Conc*Time</b> | ns                 | *                   | *                   | *                   | *                  | *                  |
| <b>%CV</b>       | 0.00               | 8.01                | 13.39               | 14.43               | 17.8               | 30.42              |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

**ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (TA)** กล้วยหอมคาเวนดิชมีปริมาณ TA เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อปริมาณ TA ของกล้วย โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา พบว่า กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 0.5 ppm. มีปริมาณ TA มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่า

เท่ากับ 0.251 และ 0.189 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และระยะเวลาของการรมด้วย 1-MCP พบว่าการรมเป็นระยะเวลา 2 และ 6 ชั่วโมง ทำให้กล้วยมีปริมาณ TA มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยค่า TA ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 0.222 และ 0.204 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 15)

**ตาราง 15 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน**

| Treatment        | Titratable acidity (%TA) |                    |                     |                     |                     |                     |
|------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Days after storage       |                    |                     |                     |                     |                     |
|                  | 0                        | 16                 | 20                  | 24                  | 28                  | 30                  |
| <b>Conc</b>      |                          |                    |                     |                     |                     |                     |
| 0 ppm.           | 0.108                    | 0.128 <sup>c</sup> | 0.206 <sup>a</sup>  | 0.249 <sup>a</sup>  | 0.184 <sup>b</sup>  | Na                  |
| 0.5 ppm.         | 0.108                    | 0.129 <sup>c</sup> | 0.197 <sup>a</sup>  | 0.191 <sup>c</sup>  | 0.236 <sup>a</sup>  | 0.189 <sup>a</sup>  |
| 1 ppm.           | 0.108                    | 0.148 <sup>c</sup> | 0.198 <sup>a</sup>  | 0.218 <sup>b</sup>  | 0.158 <sup>c</sup>  | 0.178 <sup>ab</sup> |
| 2 ppm.           | 0.108                    | 0.154 <sup>a</sup> | 0.182 <sup>a</sup>  | 0.199 <sup>c</sup>  | 0.251 <sup>a</sup>  | 0.172 <sup>b</sup>  |
| 3 ppm.           | 0.108                    | 0.147 <sup>b</sup> | 0.170 <sup>a</sup>  | 0.197 <sup>c</sup>  | 0.165 <sup>bc</sup> | 0.182 <sup>ab</sup> |
| <b>Time</b>      |                          |                    |                     |                     |                     |                     |
| 0 hr.            | 0.108                    | 0.128 <sup>d</sup> | 0.201 <sup>a</sup>  | 0.256 <sup>a</sup>  | 0.179 <sup>c</sup>  | Na                  |
| 1 hr.            | 0.108                    | 0.144 <sup>b</sup> | 0.183 <sup>b</sup>  | 0.206 <sup>b</sup>  | 0.239 <sup>a</sup>  | 0.146 <sup>c</sup>  |
| 2 hr.            | 0.108                    | 0.139 <sup>c</sup> | 0.192 <sup>ab</sup> | 0.195 <sup>c</sup>  | 0.239 <sup>a</sup>  | 0.222 <sup>a</sup>  |
| 3 hr.            | 0.108                    | 0.139 <sup>c</sup> | 0.189 <sup>b</sup>  | 0.202 <sup>bc</sup> | 0.210 <sup>b</sup>  | 0.148 <sup>c</sup>  |
| 6 hr.            | 0.108                    | 0.157 <sup>a</sup> | 0.187 <sup>b</sup>  | 0.195 <sup>c</sup>  | 0.126 <sup>d</sup>  | 0.204 <sup>b</sup>  |
| <b>Conc</b>      | ns                       | *                  | *                   | *                   | *                   | *                   |
| <b>Time</b>      | ns                       | *                  | *                   | *                   | *                   | *                   |
| <b>Conc*Time</b> | ns                       | *                  | *                   | *                   | *                   | *                   |
| <b>%CV</b>       | 0.00                     | 32.54              | 29.41               | 43.21               | 82.28               | 21.71               |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS)** การรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อปริมาณ TSS โดยในวันแรกของการเก็บรักษา กล้วยมีปริมาณ TSS เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นจะมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น โดยกล้วยในชุดควบคุมจะมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาแสดงว่ากล้วยเริ่มเข้าสู่กระบวนการสุก โดยมีค่าเท่ากับ 4.60 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ โดยที่ทำการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษา มีปริมาณ TSS น้ำได้ 1.27-1.29 และ 1.16-1.91 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) และระยะเวลาในการรม พบว่า การรมด้วย 1-MCP ด้วยระยะเวลาที่นานขึ้นที่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS โดยระยะเวลาในการรม 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอปริมาณ TSS โดยมีค่า TSS ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาเท่ากับ 1.62 และ 1.72 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 16)



ตาราง 16 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Total soluble solids (TSS % Brix) |                   |                    |                   |                   |                   |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                  | Days after storage                |                   |                    |                   |                   |                   |
|                  | 1                                 | 16                | 20                 | 24                | 28                | 30                |
| <b>Conc</b>      |                                   |                   |                    |                   |                   |                   |
| 0 ppm.           | 0.10                              | 0.63 <sup>a</sup> | 0.53 <sup>a</sup>  | 3.87 <sup>a</sup> | 4.60 <sup>a</sup> | Na                |
| 0.5 ppm.         | 0.10                              | 0.32 <sup>b</sup> | 0.47 <sup>ab</sup> | 1.07 <sup>b</sup> | 2.83 <sup>b</sup> | 3.14 <sup>a</sup> |
| 1 ppm.           | 0.10                              | 0.39 <sup>b</sup> | 0.41 <sup>b</sup>  | 1.04 <sup>b</sup> | 2.44 <sup>c</sup> | 2.56 <sup>b</sup> |
| 2 ppm.           | 0.10                              | 0.34 <sup>b</sup> | 0.37 <sup>b</sup>  | 1.14 <sup>b</sup> | 1.29 <sup>d</sup> | 1.91 <sup>c</sup> |
| 3 ppm.           | 0.10                              | 0.37 <sup>b</sup> | 0.44 <sup>ab</sup> | 1.02 <sup>b</sup> | 1.27 <sup>d</sup> | 1.16 <sup>d</sup> |
| <b>Time</b>      |                                   |                   |                    |                   |                   |                   |
| 0 hr.            | 0.10                              | 0.63 <sup>a</sup> | 0.53 <sup>a</sup>  | 3.87 <sup>a</sup> | 4.60 <sup>a</sup> | Na                |
| 1 hr.            | 0.10                              | 0.43 <sup>b</sup> | 0.45 <sup>ab</sup> | 1.09 <sup>b</sup> | 2.53 <sup>b</sup> | 2.79 <sup>a</sup> |
| 2 hr.            | 0.10                              | 0.31 <sup>c</sup> | 0.47 <sup>ab</sup> | 1.07 <sup>b</sup> | 2.27 <sup>c</sup> | 2.66 <sup>b</sup> |
| 3 hr.            | 0.10                              | 0.32 <sup>c</sup> | 0.41 <sup>b</sup>  | 1.01 <sup>b</sup> | 1.76 <sup>d</sup> | 1.71 <sup>c</sup> |
| 6 hr.            | 0.10                              | 0.35 <sup>c</sup> | 0.36 <sup>c</sup>  | 1.09 <sup>b</sup> | 1.27 <sup>e</sup> | 1.62 <sup>d</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                                | *                 | *                  | *                 | *                 | *                 |
| <b>Time</b>      | ns                                | *                 | *                  | *                 | *                 | *                 |
| <b>Conc*Time</b> | ns                                | *                 | *                  | *                 | *                 | *                 |
| <b>%CV</b>       | 0.00                              | 12.08             | 52.25              | 29.78             | 21.32             | 27.09             |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable



### ปริมาณคลอโรฟิลล์

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ** ในวันแรกของการเก็บรักษา กล้วยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.467 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP ช่วยชะลอการลดลงของคลอโรฟิลล์ เอ ได้ ในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษาพบว่า การรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยได้ โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุด เท่ากับ 0.160 และ 0.118 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับชุดควบคุมที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุด 0.055 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด (วันที่ 28 ของการเก็บรักษา) และระยะเวลาของการรมด้วย 1-MCP พบว่าการรมระยะเวลานานขึ้นช่วยชะลอการชะลอการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ได้ โดยในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา พบว่าการรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยได้ โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.081 และ 0.083 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ขณะที่การรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุด 0.026 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด (ตาราง 17)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี** ในวันแรกของการเก็บรักษา กล้วยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีค่าเท่ากับ 1.939 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะของการเก็บรักษาที่นานขึ้นโดยที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP ช่วยชะลอการลดลงของคลอโรฟิลล์ บี ได้ โดยในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษาพบว่า การรมกล้วยด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ได้ดีที่สุด โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 0.099 และ 0.109 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับที่การรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 0.5 ppm. มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ต่ำสุด 0.076 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด (วันที่ 28 ของการเก็บรักษา) และระยะเวลาของการรม พบว่า ระยะเวลา 1 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของเปลือกกล้วยได้ดีที่สุด โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 0.067 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 18)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด** ในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์ ทั้งหมด 2.92 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ ทั้งหมดของเปลือก

กล้วยมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลช่วยชะลอการลดลงของคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ ในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษาพบว่าการรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกกล้วยได้ โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงสุด 0.90 และ 0.060 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับการรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 2 ppm. และชุดควบคุมที่ไม่ได้รมที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.60 และ 0.067 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (วันที่ 28 ของการเก็บรักษา) และระยะเวลาของการรมด้วย 1-MCP พบว่าการรมระยะเวลานานขึ้นช่วยชะลอการชะลอการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์รวมได้ โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่าการรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของเปลือกกล้วย โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์รวม 1.02 และ 0.75 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ขณะที่ชุดควบคุม ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอต่ำสุด 0.67 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 19)

ตาราง 17 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Chlorophyll a (mg./100g.FW.) |                     |                    |                     |                     |                    |
|------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                  | Days after storage           |                     |                    |                     |                     |                    |
|                  | 0                            | 16                  | 20                 | 24                  | 28                  | 30                 |
| <b>Conc</b>      |                              |                     |                    |                     |                     |                    |
| 0 ppm.           | 0.467                        | 0.562 <sup>b</sup>  | 0.100 <sup>c</sup> | 0.074 <sup>d</sup>  | 0.055 <sup>e</sup>  | Na                 |
| 0.5 ppm.         | 0.467                        | 0.493 <sup>c</sup>  | 0.142 <sup>a</sup> | 0.150 <sup>bc</sup> | 0.118 <sup>d</sup>  | 0.035 <sup>c</sup> |
| 1 ppm.           | 0.467                        | 0.568 <sup>b</sup>  | 0.127 <sup>b</sup> | 0.145 <sup>c</sup>  | 0.147 <sup>b</sup>  | 0.083 <sup>b</sup> |
| 2 ppm.           | 0.467                        | 0.616 <sup>a</sup>  | 0.134 <sup>b</sup> | 0.155 <sup>b</sup>  | 0.130 <sup>c</sup>  | 0.026 <sup>c</sup> |
| 3 ppm.           | 0.467                        | 0.571 <sup>b</sup>  | 0.145 <sup>a</sup> | 0.164 <sup>a</sup>  | 0.160 <sup>a</sup>  | 0.118 <sup>a</sup> |
| <b>Time</b>      |                              |                     |                    |                     |                     |                    |
| 0 hr.            | 0.467                        | 0.562 <sup>b</sup>  | 0.100 <sup>e</sup> | 0.074 <sup>d</sup>  | 0.055 <sup>d</sup>  | Na                 |
| 1 hr.            | 0.467                        | 0.546 <sup>bc</sup> | 0.109 <sup>d</sup> | 0.148 <sup>b</sup>  | 0.138 <sup>b</sup>  | 0.026 <sup>b</sup> |
| 2 hr.            | 0.467                        | 0.515 <sup>c</sup>  | 0.126 <sup>c</sup> | 0.139 <sup>c</sup>  | 0.130 <sup>c</sup>  | 0.075 <sup>a</sup> |
| 3 hr.            | 0.467                        | 0.622 <sup>a</sup>  | 0.163 <sup>a</sup> | 0.152 <sup>b</sup>  | 0.140 <sup>ab</sup> | 0.081 <sup>a</sup> |
| 6 hr.            | 0.467                        | 0.544 <sup>bc</sup> | 0.151 <sup>b</sup> | 0.173 <sup>a</sup>  | 0.144 <sup>a</sup>  | 0.083 <sup>a</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                  |
| <b>Time</b>      | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                  |
| <b>Conc*Time</b> | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                  |
| <b>%CV</b>       | 0.00                         | 31.18               | 53.43              | 10.27               | 12.99               | 34.16              |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 18 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Chlorophyll b (mg./100g.FW.) |                     |                    |                     |                     |                     |
|------------------|------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                  | Days after storage           |                     |                    |                     |                     |                     |
|                  | 0                            | 16                  | 20                 | 24                  | 28                  | 30                  |
| <b>Conc</b>      |                              |                     |                    |                     |                     |                     |
| 0 ppm.           | 1.939                        | 0.349 <sup>b</sup>  | 0.578 <sup>a</sup> | 0.080 <sup>b</sup>  | 0.093 <sup>ab</sup> | Na                  |
| 0.5 ppm.         | 1.939                        | 0.272 <sup>c</sup>  | 0.342 <sup>d</sup> | 0.081 <sup>b</sup>  | 0.076 <sup>c</sup>  | 0.046 <sup>b</sup>  |
| 1 ppm.           | 1.939                        | 0.746 <sup>a</sup>  | 0.377 <sup>c</sup> | 0.076 <sup>b</sup>  | 0.090 <sup>b</sup>  | 0.060 <sup>b</sup>  |
| 2 ppm.           | 1.939                        | 0.352 <sup>b</sup>  | 0.456 <sup>b</sup> | 0.082 <sup>b</sup>  | 0.080 <sup>c</sup>  | 0.036 <sup>bc</sup> |
| 3 ppm.           | 1.939                        | 0.325 <sup>b</sup>  | 0.272 <sup>e</sup> | 0.098 <sup>a</sup>  | 0.099 <sup>a</sup>  | 0.109 <sup>a</sup>  |
| <b>Time</b>      |                              |                     |                    |                     |                     |                     |
| 0 hr.            | 1.939                        | 0.341 <sup>b</sup>  | 0.578 <sup>a</sup> | 0.080 <sup>ab</sup> | 0.094 <sup>a</sup>  | Na                  |
| 1 hr.            | 1.939                        | 0.329 <sup>b</sup>  | 0.525 <sup>c</sup> | 0.083 <sup>ab</sup> | 0.086 <sup>bc</sup> | 0.067 <sup>a</sup>  |
| 2 hr.            | 1.939                        | 0.282 <sup>c</sup>  | 0.549 <sup>b</sup> | 0.084 <sup>ab</sup> | 0.082 <sup>c</sup>  | 0.062 <sup>b</sup>  |
| 3 hr.            | 1.939                        | 0.783 <sup>a</sup>  | 0.176 <sup>d</sup> | 0.076 <sup>b</sup>  | 0.085 <sup>bc</sup> | 0.061 <sup>b</sup>  |
| 6 hr.            | 1.939                        | 0.312 <sup>bc</sup> | 0.183 <sup>d</sup> | 0.093 <sup>a</sup>  | 0.091 <sup>b</sup>  | 0.063 <sup>b</sup>  |
| <b>Conc</b>      | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                   |
| <b>Time</b>      | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                   |
| <b>Conc*Time</b> | ns                           | *                   | *                  | *                   | *                   | *                   |
| <b>%CV</b>       | 0.00                         | 18.33               | 10.78              | 38.66               | 43.47               | 30.31               |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

ตาราง 19 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Total chlorophyll (mg./100g.FW.) |                   |                   |                    |                    |                   |
|------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                  | Days after storage               |                   |                   |                    |                    |                   |
|                  | 0                                | 16                | 20                | 24                 | 28                 | 30                |
| <b>Conc</b>      |                                  |                   |                   |                    |                    |                   |
| 0 ppm.           | 2.92                             | 1.34 <sup>b</sup> | 4.76 <sup>a</sup> | 0.48 <sup>a</sup>  | 0.67 <sup>ab</sup> | Na                |
| 0.5 ppm.         | 2.92                             | 0.98 <sup>b</sup> | 2.56 <sup>d</sup> | 0.27 <sup>bc</sup> | 0.83 <sup>ab</sup> | 0.29 <sup>b</sup> |
| 1 ppm.           | 2.92                             | 4.91 <sup>a</sup> | 2.92 <sup>c</sup> | 0.25 <sup>c</sup>  | 0.80 <sup>ab</sup> | 0.27 <sup>b</sup> |
| 2 ppm.           | 2.92                             | 1.24 <sup>b</sup> | 3.59 <sup>b</sup> | 0.26 <sup>bc</sup> | 0.60 <sup>b</sup>  | 0.23 <sup>b</sup> |
| 3 ppm.           | 2.92                             | 1.13 <sup>b</sup> | 1.93 <sup>e</sup> | 0.35 <sup>b</sup>  | 0.90 <sup>a</sup>  | 0.60 <sup>a</sup> |
| <b>Time</b>      |                                  |                   |                   |                    |                    |                   |
| 0 hr.            | 2.92                             | 1.34 <sup>b</sup> | 4.76 <sup>a</sup> | 0.48 <sup>a</sup>  | 0.67 <sup>b</sup>  | Na                |
| 1 hr.            | 2.92                             | 1.28 <sup>b</sup> | 4.26 <sup>c</sup> | 0.29 <sup>bc</sup> | 0.71 <sup>b</sup>  | 0.51 <sup>a</sup> |
| 2 hr.            | 2.92                             | 0.84 <sup>b</sup> | 4.42 <sup>b</sup> | 0.30 <sup>bc</sup> | 0.68 <sup>b</sup>  | 0.32 <sup>b</sup> |
| 3 hr.            | 2.92                             | 5.41 <sup>a</sup> | 1.05 <sup>d</sup> | 0.21 <sup>c</sup>  | 1.02 <sup>a</sup>  | 0.28 <sup>b</sup> |
| 6 hr.            | 2.92                             | 1.04 <sup>b</sup> | 1.14 <sup>d</sup> | 0.32 <sup>b</sup>  | 0.75 <sup>b</sup>  | 0.29 <sup>b</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                               | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 |
| <b>Time</b>      | ns                               | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 |
| <b>Conc*Time</b> | ns                               | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 |
| <b>%CV</b>       | 0.00                             | 34.84             | 12.79             | 14.82              | 62.13              | 29.66             |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**ปริมาณแคโรทีนอยด์** ในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.22 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยที่ปริมาณแคโรทีนอยด์ ของเปลือกกล้วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลช่วยชะลอเพิ่มขึ้นปริมาณแคโรทีนอยด์ ในวันที่ 28 และ 30 ของการเก็บรักษาพบว่าการรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 3 ppm. สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคโรทีนอยด์ ของเปลือกกล้วยได้ โดยมีค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ สูงสุด 0.65 และ 0.51 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับการรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm. และชุดควบคุมที่ไม่ได้รมจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 0.53 และ 0.56 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (วันที่ 28 ของการเก็บรักษา) และระยะเวลาของการรมด้วย 1-MCP พบว่าการรมระยะเวลาสั้นช่วยชะลอการชะลอการสูญเสียปริมาณแคโรทีนอยด์ ได้ โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่าการรมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแคโรทีนอยด์ ของเปลือกกล้วยได้ โดยมีค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.61 และ 0.62 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ขณะที่ชุดควบคุม ที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ ต่ำสุด 0.56 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 20)



ตาราง 20 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Carotenoid (mg./100g.FW.) |                   |                    |                    |                    |                   |
|------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                  | Days after storage        |                   |                    |                    |                    |                   |
|                  | 0                         | 16                | 20                 | 24                 | 28                 | 30                |
| <b>Conc</b>      |                           |                   |                    |                    |                    |                   |
| 0 ppm.           | 0.22                      | 0.38 <sup>a</sup> | 0.50 <sup>c</sup>  | 0.52 d             | 0.56 <sup>bc</sup> | Na                |
| 0.5 ppm.         | 0.22                      | 0.25 <sup>d</sup> | 0.54 <sup>b</sup>  | 0.60 c             | 0.53 <sup>c</sup>  | 0.41 <sup>b</sup> |
| 1 ppm.           | 0.22                      | 0.30 <sup>b</sup> | 0.52 <sup>bc</sup> | 0.55 d             | 0.61 <sup>ab</sup> | 0.49 <sup>a</sup> |
| 2 ppm.           | 0.22                      | 0.30 <sup>b</sup> | 0.58 <sup>a</sup>  | 0.64 b             | 0.60 <sup>ab</sup> | 0.40 <sup>b</sup> |
| 3 ppm.           | 0.22                      | 0.27 <sup>c</sup> | 0.58 <sup>a</sup>  | 0.70 a             | 0.65 <sup>a</sup>  | 0.51 <sup>a</sup> |
| <b>Time</b>      |                           |                   |                    |                    |                    |                   |
| 0 hr.            | 0.22                      | 0.38 <sup>a</sup> | 0.50 <sup>c</sup>  | 0.52 <sup>c</sup>  | 0.56 <sup>b</sup>  | Na                |
| 1 hr.            | 0.22                      | 0.31 <sup>b</sup> | 0.52 <sup>c</sup>  | 0.56 <sup>b</sup>  | 0.59 <sup>ab</sup> | 0.38 <sup>c</sup> |
| 2 hr.            | 0.22                      | 0.25 <sup>d</sup> | 0.53 <sup>c</sup>  | 0.53 <sup>bc</sup> | 0.56 <sup>b</sup>  | 0.46 <sup>b</sup> |
| 3 hr.            | 0.22                      | 0.28 <sup>c</sup> | 0.61 <sup>a</sup>  | 0.70 <sup>a</sup>  | 0.61 <sup>ab</sup> | 0.45 <sup>b</sup> |
| 6 hr.            | 0.22                      | 0.26 <sup>d</sup> | 0.57 <sup>b</sup>  | 0.70 <sup>a</sup>  | 0.62 <sup>a</sup>  | 0.52 <sup>a</sup> |
| <b>Conc</b>      | ns                        | *                 | *                  | *                  | *                  | *                 |
| <b>Time</b>      | ns                        | *                 | *                  | *                  | *                  | *                 |
| <b>Conc*Time</b> | ns                        | *                 | *                  | *                  | *                  | *                 |
| <b>CV %</b>      | 0.00                      | 65.33             | 25.31              | 46.41              | 31.37              | 22.23             |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**การเกิดโรค** นำกล้วยมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วันแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอีก 15 วัน พบว่ากล้วยหอมมีการเกิดโรคเพิ่มขึ้น โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการมดด้วย 1-MCP มีแนวโน้มในการช่วยลดการเกิดโรคได้ โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่มดด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 – 3 ppm. สามารถชะลอการเกิดโรคได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยชุดควบคุมมีคะแนนการเกิดโรคสูงสุดในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา ในขณะที่การมดด้วย 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นมีคะแนนการเกิดโรค 2.40–3.11 คะแนน โดยในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาผลกล้วยที่มดด้วย 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นมีคะแนนการเกิดโรคใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 3.33–3.72 คะแนน ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) และระยะเวลาของการมด พบว่าการมดด้วย 1-MCP ที่ระยะเวลา 1–6 ชั่วโมง สามารถชะลอการเกิดโรคได้ โดยมีคะแนนการเกิดโรคในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาใกล้เคียงกันมีค่าอยู่ระหว่าง 3.40–3.50 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่มีคะแนนการเกิดโรค 5 คะแนน (ตาราง 21)



ตาราง 21 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

| Treatment        | Disease Score      |                   |                   |                    |                    |                   |                   |       |
|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|
|                  | Days after storage |                   |                   |                    |                    |                   |                   |       |
|                  | 0                  | 16                | 20                | 22                 | 24                 | 26                | 28                | 30    |
| <b>Conc</b>      |                    |                   |                   |                    |                    |                   |                   |       |
| 0 ppm.           | 0.00               | 0.67 <sup>a</sup> | 1.66 <sup>a</sup> | 1.67 <sup>a</sup>  | 3.33 <sup>a</sup>  | 5.00 <sup>a</sup> | 5.00 <sup>a</sup> | Na    |
| 0.5 ppm.         | 0.00               | 0.12 <sup>b</sup> | 0.93 <sup>b</sup> | 1.08 <sup>ab</sup> | 2.24 <sup>b</sup>  | 3.11 <sup>b</sup> | 3.89 <sup>b</sup> | 3.72  |
| 1 ppm.           | 0.00               | 0.26 <sup>b</sup> | 0.71 <sup>b</sup> | 1.00 <sup>b</sup>  | 2.15 <sup>b</sup>  | 3.00 <sup>b</sup> | 3.45 <sup>b</sup> | 3.70  |
| 2 ppm.           | 0.00               | 0.15 <sup>b</sup> | 0.62 <sup>b</sup> | 0.94 <sup>b</sup>  | 1.87 <sup>bc</sup> | 2.72 <sup>b</sup> | 3.30 <sup>b</sup> | 3.50  |
| 3 ppm.           | 0.00               | 0.13 <sup>b</sup> | 0.47 <sup>b</sup> | 0.80 <sup>b</sup>  | 1.67 <sup>c</sup>  | 2.40 <sup>b</sup> | 3.30 <sup>b</sup> | 3.35  |
| <b>Time</b>      |                    |                   |                   |                    |                    |                   |                   |       |
| 0 hr.            | 0.00               | 0.67 <sup>a</sup> | 1.66 <sup>a</sup> | 1.6 <sup>a</sup>   | 3.33 <sup>a</sup>  | 5.00 <sup>a</sup> | 5.00 <sup>a</sup> | Na    |
| 1 hr.            | 0.00               | 0.27 <sup>b</sup> | 0.93 <sup>b</sup> | 1.20 <sup>ab</sup> | 2.26 <sup>b</sup>  | 2.90 <sup>b</sup> | 3.50 <sup>b</sup> | 3.72  |
| 2 hr.            | 0.00               | 0.13 <sup>b</sup> | 0.87 <sup>b</sup> | 1.13 <sup>ab</sup> | 2.07 <sup>bc</sup> | 2.90 <sup>b</sup> | 3.50 <sup>b</sup> | 3.55  |
| 3 hr.            | 0.00               | 0.13 <sup>b</sup> | 0.47 <sup>b</sup> | 0.87 <sup>b</sup>  | 1.87 <sup>c</sup>  | 2.80 <sup>b</sup> | 3.50 <sup>b</sup> | 3.55  |
| 6 hr.            | 0.00               | 0.13 <sup>b</sup> | 0.47 <sup>b</sup> | 0.60 <sup>b</sup>  | 1.73 <sup>c</sup>  | 2.60 <sup>b</sup> | 3.40 <sup>b</sup> | 3.70  |
| <b>Conc</b>      | ns                 | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 | *                 | ns    |
| <b>Time</b>      | ns                 | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 | *                 | ns    |
| <b>Conc*Time</b> | ns                 | *                 | *                 | *                  | *                  | *                 | *                 | ns    |
| <b>%CV</b>       | 0.00               | 33.54             | 20.92             | 11.76              | 11.17              | 9.23              | 5.96              | 17.72 |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

### ผลสุก และอายุการเก็บรักษา

การรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการสุก และยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิช โดยระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมมีผลต่อการสุกของกล้วย โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษากล้วยที่รมด้วย 1-MCP ไม่มีการสุก โดยที่เมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่ากล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. มีคะแนนผลสุกน้อยที่สุด 2.4 คะแนน รองลงมาคือ 2 ppm. มีคะแนนผลสุก 2.7 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีคะแนนการสุก 5 คะแนนในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา และในส่วนของระยะเวลาในการรม 1-MCP พบว่ากล้วยที่รมเป็นระยะเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการสุกได้ดีที่สุด โดยมีคะแนนการสุก 2.9 และ 2.6 คะแนนตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้ 30 วัน รองลงมาคือ 1 และ 2 ชั่วโมง โดยมีคะแนนการสุก 3.4 และ 3.5 คะแนนตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับชุดควบคุมที่มีคะแนนการเกิดโรค 5 คะแนน

อายุการเก็บรักษา พิจารณาจากคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชมากกว่า 3 คะแนน พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยได้ โดยที่กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 3 ppm. สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า 30 วัน เมื่อเทียบกับการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 ppm. และชุดควบคุม ที่มีอายุการเก็บรักษา 30, 28 และ 24 วันตามลำดับ และระยะเวลาของการรมพบว่ากล้วยที่รมด้วย 1-MCP เป็นระยะเวลา 3-6 ชั่วโมง สามารถช่วยเก็บรักษาได้มากกว่า 30 วัน รองลงมาคือ 1-2 ชั่วโมง สามารถช่วยเก็บรักษาได้ 30 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการรม 1-MCP ที่มีอายุการเก็บรักษา 24 วัน (ตาราง 22)

ตาราง 22 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ต่อคะแนนการสุก และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

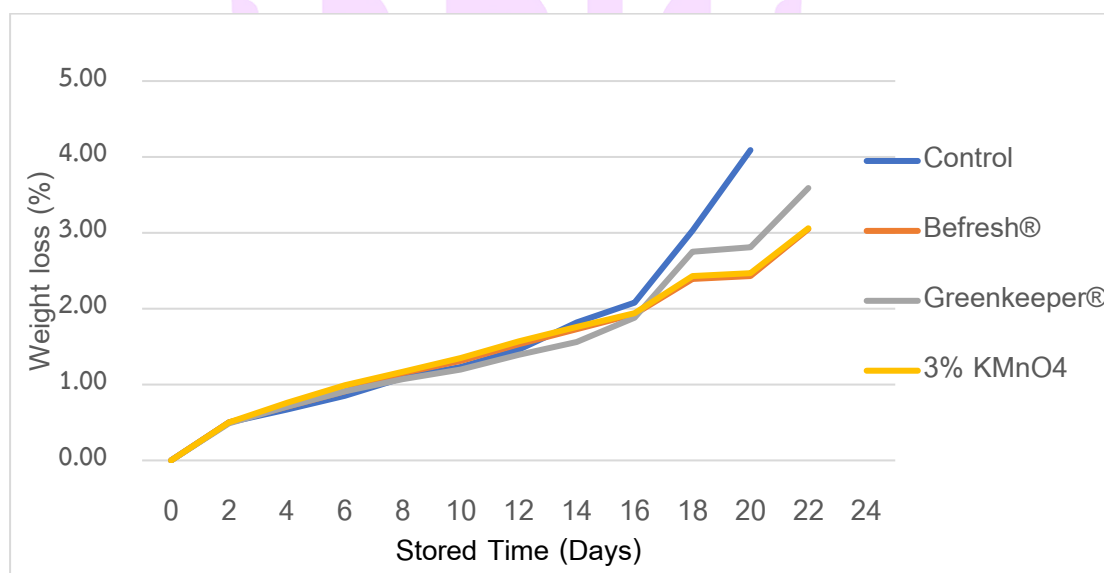
| Treatment | Ripening Score     |      |                   |                  |                  |                  |                  |                  | Shelf<br>life<br><br>(Days) |
|-----------|--------------------|------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|
|           | Days after storage |      |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                             |
|           | 0                  | 16   | 20                | 22               | 24               | 26               | 28               | 30               |                             |
| Conc      |                    |      |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                             |
| 0 ppm.    | 1.0                | 1.0  | 2.0 <sup>a</sup>  | 2.0 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>a</sup> | 4.5 <sup>a</sup> | 5.0 <sup>a</sup> | Na               | 24                          |
| 0.5 ppm.  | 1.0                | 1.0  | 1.5 <sup>b</sup>  | 1.5 <sup>b</sup> | 2.2 <sup>b</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | 3.4 <sup>b</sup> | 3.7 <sup>a</sup> | 28                          |
| 1 ppm.    | 1.0                | 1.0  | 1.3 <sup>bc</sup> | 1.4 <sup>b</sup> | 2.2 <sup>b</sup> | 2.8 <sup>b</sup> | 3.1 <sup>b</sup> | 3.5 <sup>a</sup> | 30                          |
| 2 ppm.    | 1.0                | 1.0  | 1.2 <sup>c</sup>  | 1.4 <sup>b</sup> | 1.9 <sup>b</sup> | 2.5 <sup>b</sup> | 3.2 <sup>b</sup> | 2.7 <sup>b</sup> | ≥30                         |
| 3 ppm.    | 1.0                | 1.0  | 1.2 <sup>c</sup>  | 1.4 <sup>b</sup> | 1.9 <sup>b</sup> | 2.4 <sup>b</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | 2.4 <sup>b</sup> | ≥30                         |
| Time      |                    |      |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                             |
| 0 hr.     | 1.0                | 1.0  | 2.0 <sup>a</sup>  | 2.0 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>a</sup> | 4.5 <sup>a</sup> | 5.0 <sup>a</sup> | Na               | 24                          |
| 1 hr.     | 1.0                | 1.0  | 1.3 <sup>c</sup>  | 1.5 <sup>b</sup> | 2.2 <sup>b</sup> | 2.8 <sup>b</sup> | 3.3 <sup>b</sup> | 3.4 <sup>a</sup> | 28                          |
| 2 hr.     | 1.0                | 1.0  | 1.4 <sup>b</sup>  | 1.5 <sup>b</sup> | 2.1 <sup>b</sup> | 2.8 <sup>b</sup> | 3.2 <sup>b</sup> | 3.5 <sup>a</sup> | 28                          |
| 3 hr.     | 1.0                | 1.0  | 1.4 <sup>b</sup>  | 1.4 <sup>b</sup> | 2.1 <sup>b</sup> | 2.5 <sup>b</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | 2.9 <sup>b</sup> | ≥30                         |
| 6 hr.     | 1.0                | 1.0  | 1.2 <sup>d</sup>  | 1.2 <sup>b</sup> | 1.9 <sup>b</sup> | 2.4 <sup>b</sup> | 2.5 <sup>b</sup> | 2.6 <sup>b</sup> | ≥30                         |
| Conc      | Ns                 | ns   | *                 | *                | *                | *                | *                | *                |                             |
| Time      | Ns                 | ns   | *                 | *                | *                | *                | *                | *                |                             |
| Conc*Time | Ns                 | ns   | *                 | *                | *                | *                | *                | *                |                             |
| %CV       | 0.43               | 0.43 | 8.46              | 6.41             | 7.74             | 8.92             | 5.82             | 19.70            |                             |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

### การทดลองที่ 3 ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

ทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพ ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นหรีขนาดเล็กลงขนาด 4 ผล จากนั้นทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาทำการบรรจุลงในกล่องกระดาษที่มีสารดูดซับเอทิลีนชนิดต่าง ๆ (Befresh®, Greenkeeper® และ 3%  $\text{KMnO}_4$ ) และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 22 วัน ทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้

**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก** การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยพบว่าการใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้กว่าชุดควบคุมที่ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Befresh® สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 3.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการสารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® มีการสูญเสียน้ำหนัก 3.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตเองจาก 3%  $\text{KMnO}_4$  ที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 3.87 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม (ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน) ที่มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด 4.09 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บรักษา 20 วัน (ภาพ 17)



ภาพ 17 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 22 วัน



### สีเปลือก (Peel color)

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง หากมีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าตัวอย่างมีสีสว่างมาก พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าความสว่างมากขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนทุกชนิดสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ได้ โดยวันที่ 22 ของการเก็บรักษา การใช้สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Befresh® สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยในวันที่ 22 ของการเก็บรักษามีค่า  $L^*$  น้อยที่สุด 68.78 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 23)

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-สีเขียว โดยที่หากค่า  $a^*$  เป็นค่าบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดงคล้ำ และหากค่า  $a^*$  เป็นลบแสดงว่ามีสีเขียว โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนทุกชนิดสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียว โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 22 วัน พบว่า กล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  น้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 2.49 และ 2.49 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 24)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีออกน้ำเงิน โดยค่า  $b^*$  ของเปลือกกล้วยมีการเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® มีแนวโน้มช่วยชะลอการเกิดสีเหลือง โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษาพบว่ามีค่า  $b^*$  เท่ากัน 29.70 และ 29.70 ซึ่งน้อยกว่า และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตาราง 25)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด โดยค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา 22 วัน โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า Chroma ได้ดีกว่า ชุดควบคุมที่เก็บรักษาได้ 20 วัน โดยในวันที่ 22 ของการเก็บรักษาการใช้สารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® และ Befresh® สามารถชะลอการลดลงของค่า Chroma โดยมีค่า 27.69 และ 26.94 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารดูดซับเอทิลีน 3%  $KMnO_4$  (ตาราง 26)

ค่า hue เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี โดยค่า Hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยกล้วยที่ใช้การดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีได้ โดยในวันที่ 22 ของการเก็บรักษาการใช้สารดูดซับเอทิลีนทั้ง 3 ชนิด (Befresh®, Greenkeeper® และ  $KMnO_4$ ) สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีเปลือกกล้วย ได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยมีค่า hue เท่ากับ 89.09, 85.12 และ 94.06 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 27)

ตาราง 23 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อค่า  $L^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | $L^*$ (Banana peel) |                  |                  |                  |                               |                               |                                |
|--------------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                          | Day after stored    |                  |                  |                  |                               |                               |                                |
|                          | 0                   | 4                | 8                | 12               | 16                            | 20                            | 24                             |
| Control                  | 67.98 $\pm$ 1.25    | 65.21 $\pm$ 2.31 | 70.91 $\pm$ 0.91 | 66.14 $\pm$ 2.35 | 72.87 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup> | 61.88 $\pm$ 4.32 <sup>b</sup> | Na                             |
| Befresh <sup>®</sup>     | 67.98 $\pm$ 1.26    | 63.79 $\pm$ 0.84 | 72.21 $\pm$ 2.14 | 67.53 $\pm$ 1.99 | 66.79 $\pm$ 1.63 <sup>b</sup> | 74.61 $\pm$ 3.00 <sup>a</sup> | 68.78 $\pm$ 1.89 <sup>b</sup>  |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 67.98 $\pm$ 1.27    | 62.83 $\pm$ 1.18 | 72.56 $\pm$ 1.36 | 65.84 $\pm$ 1.64 | 64.98 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup> | 73.83 $\pm$ 2.25 <sup>a</sup> | 73.44 $\pm$ 0.63 <sup>a</sup>  |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 67.98 $\pm$ 1.28    | 62.82 $\pm$ 2.45 | 72.7 $\pm$ 0.26  | 64.32 $\pm$ 2.85 | 64.98 $\pm$ 1.62 <sup>b</sup> | 76.65 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup> | 71.27 $\pm$ 4.21 <sup>ab</sup> |
| F-test                   | ns                  | ns               | ns               | ns               | *                             | *                             | *                              |
| %CV                      | 0.00                | 4.30             | 2.23             | 3.85             | 2.33                          | 4.49                          | 4.63                           |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 24 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อค่า  $a^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | $a^*$ (Banana peel) |                   |                  |                   |                                |                               |                              |
|--------------------------|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                          | Day after stored    |                   |                  |                   |                                |                               |                              |
|                          | 0                   | 4                 | 8                | 12                | 16                             | 20                            | 24                           |
| Control                  | -14.04 $\pm$ 1.27   | -11.23 $\pm$ 1.72 | -7.88 $\pm$ 1.89 | -11.38 $\pm$ 1.26 | -7.97 $\pm$ 0.79 <sup>b</sup>  | 5.38 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup>  | Na                           |
| Befresh <sup>®</sup>     | -14.04 $\pm$ 1.28   | -11.7 $\pm$ 0.92  | -8.51 $\pm$ 0.53 | -11.12 $\pm$ 1.34 | -10.41 $\pm$ 1.18 <sup>a</sup> | 0.17 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>  | 2.47 $\pm$ 0.79 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | -14.04 $\pm$ 1.29   | -12.78 $\pm$ 1.02 | -6.56 $\pm$ 0.89 | -11.88 $\pm$ 0.72 | -10.29 $\pm$ 1.89 <sup>a</sup> | 0.89 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup>  | 2.49 $\pm$ 0.15 <sup>b</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | -14.04 $\pm$ 1.30   | -13.28 $\pm$ 0.33 | -6.99 $\pm$ 1.14 | -12.13 $\pm$ 1.05 | -0.80 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>  | -0.54 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup> | 4.36 $\pm$ 1.47 <sup>a</sup> |
| F-test                   | ns                  | ns                | ns               | ns                | *                              | *                             | *                            |
| %CV                      | 0.00                | 10.44             | 20.08            | 11.48             | 24.21                          | 8.07                          | 6.03                         |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 25 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อค่า  $b^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | $b^*$ (Banana peel) |                  |                               |                                |                               |                               |                               |
|--------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                          | Day after stored    |                  |                               |                                |                               |                               |                               |
|                          | 0                   | 4                | 8                             | 12                             | 16                            | 20                            | 24                            |
| Control                  | 26.95 $\pm$ 1.60    | 25.98 $\pm$ 0.94 | 18.93 $\pm$ 0.89 <sup>a</sup> | 24.72 $\pm$ 0.95 <sup>a</sup>  | 32.74 $\pm$ 0.86 <sup>a</sup> | 19.7 $\pm$ 2.91 <sup>c</sup>  | Na                            |
| Befresh <sup>®</sup>     | 26.95 $\pm$ 1.60    | 25.76 $\pm$ 0.93 | 16.49 $\pm$ 0.94 <sup>b</sup> | 24.64 $\pm$ 0.42 <sup>ab</sup> | 26.80 $\pm$ 2.05 <sup>b</sup> | 26.80 $\pm$ 1.28 <sup>b</sup> | 29.70 $\pm$ 2.90 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 26.95 $\pm$ 1.60    | 26.86 $\pm$ 2.69 | 14.94 $\pm$ 0.36 <sup>b</sup> | 23.43 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 25.97 $\pm$ 1.81 <sup>b</sup> | 27.22 $\pm$ 2.42 <sup>b</sup> | 29.70 $\pm$ 1.67 <sup>b</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 26.95 $\pm$ 1.60    | 27.25 $\pm$ 0.93 | 14.75 $\pm$ 1.04 <sup>b</sup> | 25.26 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>  | 26.36 $\pm$ 2.88 <sup>b</sup> | 32.67 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup> | 34.22 $\pm$ 0.87 <sup>a</sup> |
| F-test                   | ns                  | ns               | *                             | *                              | *                             | *                             | *                             |
| %CV                      | 0.00                | 7.09             | 5.83                          | 2.64                           | 4.93                          | 9.85                          | 6.91                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 26 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อค่า Chroma ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | Chroma (Banana peel) |                  |                               |                               |                               |                               |                               |
|--------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                          | Day after stored     |                  |                               |                               |                               |                               |                               |
|                          | 0                    | 4                | 8                             | 12                            | 16                            | 20                            | 24                            |
| Control                  | 31.49 $\pm$ 1.85     | 28.45 $\pm$ 0.54 | 20.62 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup> | 26.68 $\pm$ 0.43 <sup>b</sup> | 33.41 $\pm$ 1.17 <sup>a</sup> | 20.24 $\pm$ 2.75 <sup>b</sup> | Na                            |
| Befresh <sup>®</sup>     | 31.49 $\pm$ 1.85     | 28.31 $\pm$ 1.19 | 18.58 $\pm$ 0.56 <sup>b</sup> | 27.04 $\pm$ 0.93 <sup>b</sup> | 28.80 $\pm$ 1.82 <sup>b</sup> | 29.97 $\pm$ 3.20 <sup>a</sup> | 26.94 $\pm$ 1.28 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 31.49 $\pm$ 1.85     | 29.00 $\pm$ 1.18 | 16.55 $\pm$ 0.46 <sup>c</sup> | 26.73 $\pm$ 0.70 <sup>b</sup> | 27.76 $\pm$ 1.25 <sup>b</sup> | 31.05 $\pm$ 1.65 <sup>a</sup> | 27.69 $\pm$ 2.15 <sup>b</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 31.49 $\pm$ 1.85     | 28.94 $\pm$ 0.95 | 13.18 $\pm$ 0.97 <sup>c</sup> | 28.10 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> | 33.38 $\pm$ 1.59 <sup>a</sup> | 32.77 $\pm$ 0.84 <sup>a</sup> | 34.26 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup> |
| F-test                   | ns                   | ns               | *                             | *                             | *                             | *                             | *                             |
| %CV                      | 0.00                 | 3.73             | 3.89                          | 2.67                          | 5.45                          | 9.88                          | 6.31                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 27 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อค่า hue ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | Hue (Banana peel) |                                |                   |                   |                                |                                |                                |
|--------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                          | Day after stored  |                                |                   |                   |                                |                                |                                |
|                          | 0                 | 4                              | 8                 | 12                | 16                             | 20                             | 24                             |
| Control                  | 117.8 $\pm$ 1.31  | 112.12 $\pm$ 0.75 <sup>b</sup> | 116.16 $\pm$ 0.98 | 115.41 $\pm$ 2.51 | 104.28 $\pm$ 0.69 <sup>b</sup> | 73.99 $\pm$ 3.96 <sup>c</sup>  | Na                             |
| Befresh <sup>®</sup>     | 117.8 $\pm$ 1.31  | 114.39 $\pm$ 1.26 <sup>b</sup> | 117.16 $\pm$ 2.07 | 114.22 $\pm$ 2.31 | 113.13 $\pm$ 1.12 <sup>a</sup> | 89.09 $\pm$ 4.46 <sup>ab</sup> | 84.74 $\pm$ 1.69 <sup>ab</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 117.8 $\pm$ 1.31  | 115.16 $\pm$ 1.22 <sup>b</sup> | 114.08 $\pm$ 3.34 | 115.54 $\pm$ 1.06 | 114.21 $\pm$ 0.75 <sup>a</sup> | 85.12 $\pm$ 2.08 <sup>b</sup>  | 88.47 $\pm$ 2.47 <sup>a</sup>  |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 117.8 $\pm$ 1.31  | 117.24 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup> | 114.99 $\pm$ 3.83 | 117.37 $\pm$ 2.08 | 114.53 $\pm$ 0.85 <sup>a</sup> | 94.06 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>  | 80.17 $\pm$ 3.84 <sup>b</sup>  |
| F-test                   | ns                | *                              | ns                | ns                | *                              | *                              | *                              |
| %CV                      | 0                 | 0.95                           | 3.04              | 2.13              | 0.85                           | 4.61                           | 4.08                           |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**ความแน่นเนื้อ** ผลกล้วยหอมคาเวนดิชโดยในวันแรกมีค่าความแน่นเนื้อ 43.04 นิวตัน โดยความแน่นเนื้อจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนของความแน่นเนื้อได้ ตั้งแต่วันที่ 16 ของการเก็บรักษา กล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนยังรักษาค่าความแน่นเนื้อของผลกล้วยได้ดีกว่าชุดควบคุมที่ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน โดยชุดควบคุมมีการลดลงของความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็วในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา (9.55 นิวตัน) ในขณะที่กล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper<sup>®</sup>สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา มีค่าความแน่นเนื้อ 3.98 นิวตัน รองลงมาคือ Befresh<sup>®</sup> และ KMnO<sub>4</sub> โดยมีค่าความแน่นเนื้อ 3.29 และ 3.28 นิวตัน ตามลำดับ (ตาราง 28)

**ปริมาณกรดที่ไต่เตรทได้** กล้วยหอมคาเวนดิชมีปริมาณ TA เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่า สารดูดซับเอทิลีน Befresh<sup>®</sup>สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TA ได้ดีที่สุด โดยมีค่า 0.136 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ KMnO<sub>4</sub> และ Greenkeeper<sup>®</sup> 0.102 และ 0.091 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 29)

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้** กล้วยหอมคาเวนดิชมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS ของกล้วยได้เมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นระยะ 24 วัน พบว่ากล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 2.56 และ 2.93 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 30)

**ตาราง 28 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน**

| Treatment            | Texture (N)      |                  |                  |                  |                               |                               |                 |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
|                      | Day after stored |                  |                  |                  |                               |                               |                 |
|                      | 0                | 4                | 8                | 12               | 16                            | 20                            | 24              |
| Control              | 43.04 $\pm$ 0.52 | 40.14 $\pm$ 1.55 | 36.14 $\pm$ 2.51 | 35.42 $\pm$ 1.93 | 9.55 $\pm$ 0.33 <sup>c</sup>  | 3.54 $\pm$ 0.29 <sup>b</sup>  | Na              |
| Befresh®             | 43.04 $\pm$ 0.52 | 40.22 $\pm$ 1.32 | 35.41 $\pm$ 1.40 | 38.82 $\pm$ 1.81 | 34.19 $\pm$ 1.93 <sup>a</sup> | 4.04 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup> | 3.29 $\pm$ 0.51 |
| Greenkeeper®         | 43.04 $\pm$ 0.52 | 42.78 $\pm$ 1.48 | 38.09 $\pm$ 2.82 | 38.82 $\pm$ 1.81 | 26.43 $\pm$ 2.29 <sup>b</sup> | 3.70 $\pm$ 0.20 <sup>b</sup>  | 3.98 $\pm$ 0.16 |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 43.04 $\pm$ 0.52 | 39.84 $\pm$ 2.44 | 40.09 $\pm$ 1.14 | 37.08 $\pm$ 1.42 | 38.88 $\pm$ 2.16 <sup>a</sup> | 4.27 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>  | 3.28 $\pm$ 0.16 |
| F-test               | ns               | ns               | ns               | ns               | *                             | *                             | ns              |
| %CV                  | 0.00             | 5.73             | 7.62             | 5.73             | 9.26                          | 7.06                          | 11.25           |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 29 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | Titratable acidity (%TA) |                                |                                |                                 |                                  |                                |                                |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                          | Day after stored         |                                |                                |                                 |                                  |                                |                                |
|                          | 0                        | 4                              | 8                              | 12                              | 16                               | 20                             | 24                             |
| Control                  | 0.135 $\pm$ 0.00         | 0.083 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> | 0.108 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup> | 0.187 $\pm$ 0.008 <sup>a</sup>  | 0.390 $\pm$ 0.010 <sup>a</sup>   | 0.147 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> | Na                             |
| Befresh <sup>®</sup>     | 0.135 $\pm$ 0.00         | 0.079 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup> | 0.057 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> | 0.109 $\pm$ 0.010 <sup>c</sup>  | 0.139 $\pm$ 0.013 <sup>c</sup>   | 0.156 $\pm$ 0.021 <sup>b</sup> | 0.136 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 0.135 $\pm$ 0.00         | 0.066 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup> | 0.098 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup> | 0.181 $\pm$ 0.008 <sup>ab</sup> | 0.277 $\pm$ 0.088 <sup>b</sup>   | 0.158 $\pm$ 0.015 <sup>b</sup> | 0.091 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 0.135 $\pm$ 0.00         | 0.132 $\pm$ 0.008 <sup>a</sup> | 0.104 $\pm$ 0.008 <sup>a</sup> | 0.164 $\pm$ 0.007 <sup>b</sup>  | 0.196 $\pm$ 0.0013 <sup>bc</sup> | 0.224 $\pm$ 0.015 <sup>a</sup> | 0.102 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> |
| F-test                   | ns                       | *                              | *                              | *                               | *                                | *                              | *                              |
| %CV                      | 0                        | 10.09                          | 8.96                           | 6.59                            | 22.07                            | 11.11                          | 10.25                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 30 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | Total soluble solids (TSS % Brix) |                               |                              |                               |                               |                              |                              |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                          | Day after stored                  |                               |                              |                               |                               |                              |                              |
|                          | 0                                 | 4                             | 8                            | 12                            | 16                            | 20                           | 24                           |
| Control                  | 0.35 $\pm$ 0.00                   | 0.30 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup> | 0.46 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup> | 0.56 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>  | 0.56 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>  | 3.50 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup> | Na                           |
| Befresh <sup>®</sup>     | 0.35 $\pm$ 0.00                   | 0.20 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>  | 0.20 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup> | 0.30 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>  | 0.30 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup>  | 1.73 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup> | 2.56 $\pm$ 0.12 <sup>c</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 0.35 $\pm$ 0.00                   | 0.33 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 0.20 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup> | 0.46 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 0.46 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 0.33 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup> | 2.93 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 0.35 $\pm$ 0.00                   | 0.40 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>  | 0.20 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup> | 0.40 $\pm$ 0.05 <sup>bc</sup> | 0.40 $\pm$ 0.05 <sup>bc</sup> | 0.33 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup> | 3.56 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup> |
| F-test                   | ns                                | *                             | *                            | *                             | *                             | *                            | *                            |
| %CV                      | 0.00                              | 18.72                         | 34.81                        | 14.89                         | 14.89                         | 5.87                         | 1.91                         |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable



### ปริมาณคลอโรฟิลล์

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ามีการลดลงตลอดอายุของการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยการใช้สารดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มสามารถชะลอการสลายตัวของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยได้ โดยสารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® สามารถชะลอการสลายตัวของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.041 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือ Befresh® และ 3% KMnO<sub>4</sub> มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเท่ากัน คือ 0.035 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 31)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ามีการเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา เมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษานานขึ้นโดยการใช้สารดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มสามารถชะลอการสลายตัวของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของเปลือกกล้วยได้ โดยสารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® สามารถชะลอการสลายตัวของได้ดีที่สุด ในวันที่ 24 ของการเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.091 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือ Befresh® และ 3% KMnO<sub>4</sub> มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.067 และ 0.062 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 32)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุของการเก็บรักษาเมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษานานขึ้นโดยการใช้สารดูดซับเอทิลีนมีแนวโน้มสามารถชะลอการสลายตัวของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเปลือกกล้วยได้ โดยสารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® สามารถชะลอการสลายตัวของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.140 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือ Befresh® และ 3% KMnO<sub>4</sub> มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.100 และ 0.090 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 33)

ตาราง 31 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวนด์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  
 $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment            | Chlorophyll a (mg./100g.FW.) |                                 |                               |                                |                                |                                |                                |
|----------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                      | Day after stored             |                                 |                               |                                |                                |                                |                                |
|                      | 0                            | 4                               | 8                             | 12                             | 16                             | 20                             | 24                             |
| Control              | 0.057 $\pm$ 0.012            | 0.070 $\pm$ 0.011 <sup>b</sup>  | 0.09 $\pm$ 0.037 <sup>a</sup> | 0.070 $\pm$ 0.085 <sup>b</sup> | 0.017 $\pm$ 0.012 <sup>b</sup> | 0.032 $\pm$ 0.008 <sup>a</sup> | Na                             |
| Befresh®             | 0.057 $\pm$ 0.012            | 0.112 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>   | 0.10 $\pm$ 0.076 <sup>a</sup> | 0.080 $\pm$ 0.024 <sup>b</sup> | 0.023 $\pm$ 0.026 <sup>a</sup> | 0.038 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> | 0.035 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper®         | 0.057 $\pm$ 0.012            | 0.100 $\pm$ 0.003 <sup>ab</sup> | 0.05 $\pm$ 0.048 <sup>b</sup> | 0.110 $\pm$ 0.035 <sup>a</sup> | 0.028 $\pm$ 0.019 <sup>a</sup> | 0.047 $\pm$ 0.009 <sup>b</sup> | 0.041 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 0.057 $\pm$ 0.012            | 0.072 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>   | 0.09 $\pm$ 0.048 <sup>a</sup> | 0.122 $\pm$ 0.063 <sup>a</sup> | 0.027 $\pm$ 0.026 <sup>a</sup> | 0.038 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> | 0.035 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                           | *                               | *                             | *                              | *                              | *                              | *                              |
| %CV                  | 0.00                         | 22.18                           | 11.88                         | 26.14                          | 10.89                          | 20.74                          | 36.71                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 32 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวนด์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  
 $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment            | Chlorophyll b (mg./100g.FW.) |                   |                                 |                                |                                 |                                 |                                |
|----------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                      | Day after stored             |                   |                                 |                                |                                 |                                 |                                |
|                      | 0                            | 4                 | 8                               | 12                             | 16                              | 20                              | 24                             |
| Control              | 0.025 $\pm$ 0.005            | 0.023 $\pm$ 0.006 | 0.019 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>  | 0.019 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup> | 0.038 $\pm$ 0.002 <sup>c</sup>  | 0.057 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>  | Na                             |
| Befresh®             | 0.025 $\pm$ 0.005            | 0.026 $\pm$ 0.002 | 0.012 $\pm$ 0.003 <sup>c</sup>  | 0.025 $\pm$ 0.006 <sup>a</sup> | 0.083 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup>  | 0.063 $\pm$ 0.0002 <sup>b</sup> | 0.067 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper®         | 0.025 $\pm$ 0.005            | 0.019 $\pm$ 0.005 | 0.023 $\pm$ 0.0002 <sup>a</sup> | 0.025 $\pm$ 0.004 <sup>a</sup> | 0.076 $\pm$ 0.006 <sup>ab</sup> | 0.063 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup>  | 0.091 $\pm$ 0.001 <sup>a</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 0.025 $\pm$ 0.005            | 0.026 $\pm$ 0.003 | 0.022 $\pm$ 0.002 <sup>ab</sup> | 0.020 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> | 0.073 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>  | 0.064 $\pm$ 0.0004 <sup>b</sup> | 0.062 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                           | ns                | *                               | *                              | *                               | *                               | *                              |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 33 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ รวมของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  
 $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment                | Total Chlorophyll (mg./100g.FW.) |                   |                                 |                                |                                 |                                |                                |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                          | Day after stored                 |                   |                                 |                                |                                 |                                |                                |
|                          | 0                                | 4                 | 8                               | 12                             | 16                              | 20                             | 24                             |
| Control                  | 0.034 $\pm$ 0.005                | 0.043 $\pm$ 0.006 | 0.031 $\pm$ 0.0016 <sup>b</sup> | 0.031 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup> | 0.061 $\pm$ 0.034 <sup>c</sup>  | 0.116 $\pm$ 0.011 <sup>d</sup> | Na                             |
| Befresh <sup>®</sup>     | 0.034 $\pm$ 0.005                | 0.042 $\pm$ 0.002 | 0.019 $\pm$ 0.0031 <sup>c</sup> | 0.040 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup> | 0.136 $\pm$ 0.032 <sup>a</sup>  | 0.247 $\pm$ 0.054 <sup>a</sup> | 0.100 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper <sup>®</sup> | 0.034 $\pm$ 0.005                | 0.031 $\pm$ 0.008 | 0.037 $\pm$ 0.0031 <sup>a</sup> | 0.040 $\pm$ 0.006 <sup>a</sup> | 0.124 $\pm$ 0.007 <sup>ab</sup> | 0.212 $\pm$ 0.042 <sup>b</sup> | 0.140 $\pm$ 0.003 <sup>a</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub>     | 0.034 $\pm$ 0.005                | 0.042 $\pm$ 0.004 | 0.036 $\pm$ 0.0017 <sup>a</sup> | 0.033 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup> | 0.119 $\pm$ 0.007 <sup>b</sup>  | 0.149 $\pm$ 0.054 <sup>c</sup> | 0.090 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup> |
| F-test                   | ns                               | ns                | *                               | *                              | *                               | *                              | *                              |
| %CV                      | 0.00                             | 17.84             | 9.79                            | 22.41                          | 6.2                             | 4.47                           | 36.99                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**ปริมาณแคโรทีนอยด์** พบว่าเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีแคโรทีนอยด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 16 ของอายุของการเก็บรักษา และลดลง อีกทั้งสารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ที่เปลือกกล้วยได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper<sup>®</sup> สามารถชะลอการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษามี ปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.151 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาคือ Befresh<sup>®</sup> และ 3% KMnO<sub>4</sub> มีปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.122 และ 0.095 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับในวันที่ 24 ของการเก็บรักษาซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) (ตาราง 35)

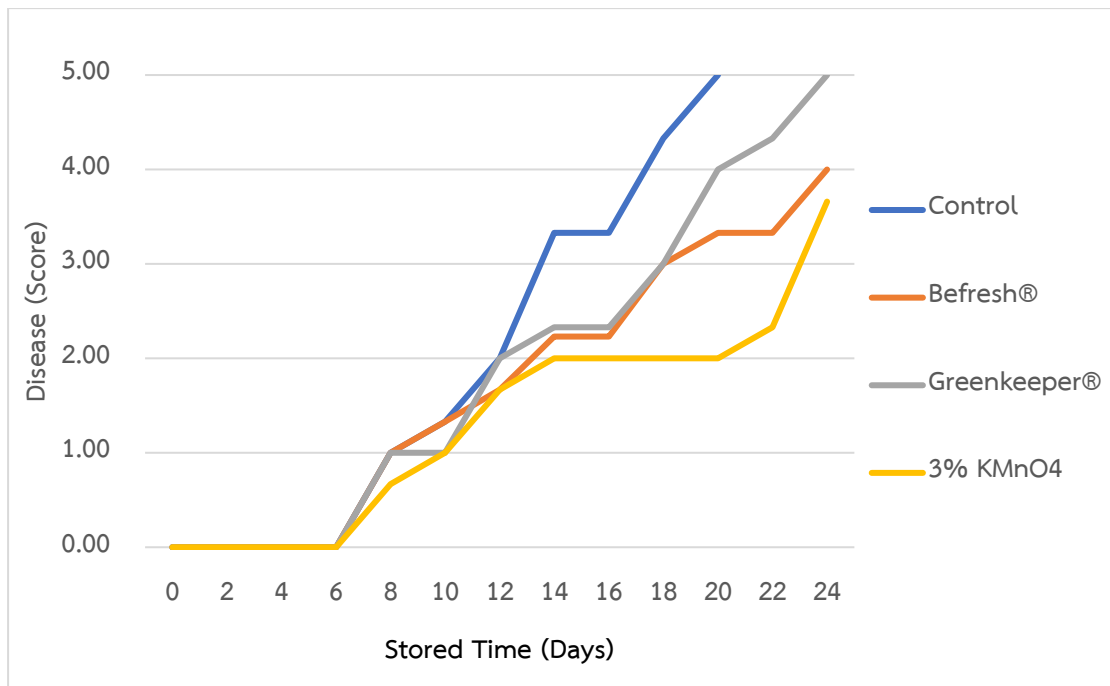
ตาราง 34 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  
 $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment            | Carotenoid (mg./100g.FW.) |                   |                                |                                 |                                |                                 |                                |
|----------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                      | Day after stored          |                   |                                |                                 |                                |                                 |                                |
|                      | 0                         | 4                 | 8                              | 12                              | 16                             | 20                              | 24                             |
| Control              | 0.191 $\pm$ 0.05          | 0.196 $\pm$ 0.020 | 0.192 $\pm$ 0.013 <sup>b</sup> | 0.169 $\pm$ 0.077 <sup>b</sup>  | 0.523 $\pm$ 0.016 <sup>c</sup> | 0.116 $\pm$ 0.011 <sup>d</sup>  | Na                             |
| Befresh®             | 0.191 $\pm$ 0.05          | 0.197 $\pm$ 0.026 | 0.137 $\pm$ 0.011 <sup>c</sup> | 0.179 $\pm$ 0.0123 <sup>b</sup> | 0.598 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup> | 0.247 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>  | 0.122 $\pm$ 0.046 <sup>b</sup> |
| Greenkeeper®         | 0.191 $\pm$ 0.05          | 0.203 $\pm$ 0.021 | 0.192 $\pm$ 0.021 <sup>b</sup> | 0.275 $\pm$ 0.022 <sup>a</sup>  | 0.678 $\pm$ 0.018 <sup>a</sup> | 0.212 $\pm$ 0.0041 <sup>b</sup> | 0.151 $\pm$ 0.045 <sup>a</sup> |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 0.191 $\pm$ 0.05          | 0.219 $\pm$ 0.023 | 0.249 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup> | 0.254 $\pm$ 0.017 <sup>ab</sup> | 0.463 $\pm$ 0.014 <sup>d</sup> | 0.150 $\pm$ 0.005 <sup>c</sup>  | 0.095 $\pm$ 0.043 <sup>c</sup> |
| F-test               | ns                        | ns                | *                              | *                               | *                              | *                               | *                              |
| %CV                  | 0.00                      | 13.55             | 9.25                           | 23.08                           | 3.58                           | 4.74                            | 44.69                          |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column  
followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not  
significant; Na= not applicable

### การเกิดโรค

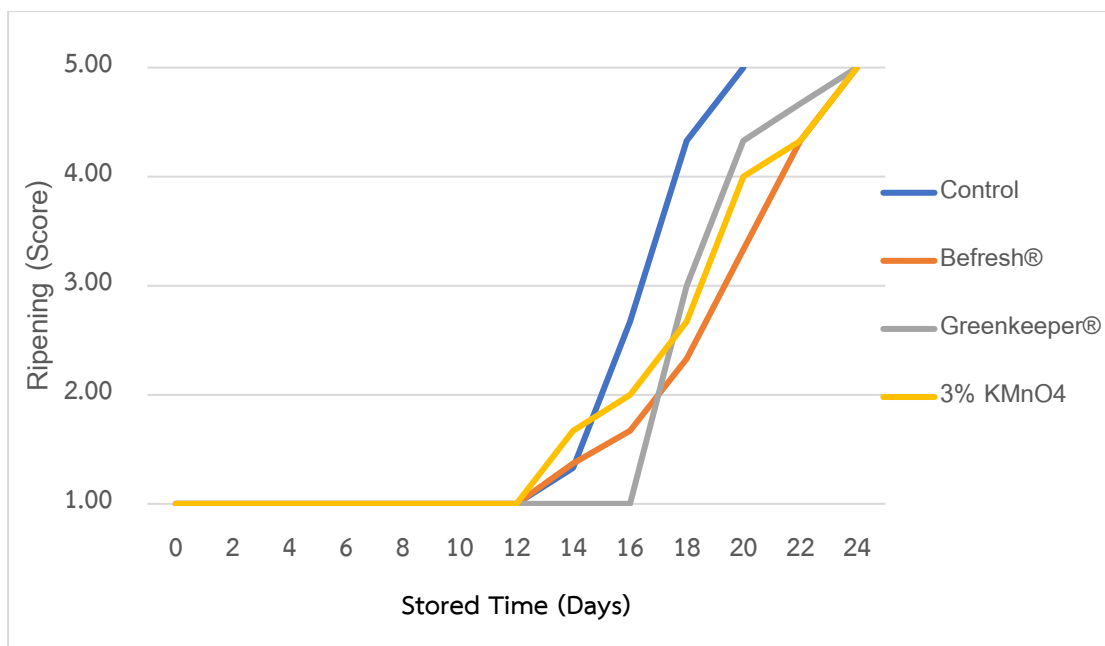
การเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่าเริ่มมีการเกิดโรคตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยการใช้สารดูดซับเอทิลีนทุกชนิดมีแนวโน้มช่วยชะลอการเกิดโรค โดยชุดควบคุมมีคะแนนการเกิดโรคมากกว่า 3 คะแนน ตั้งแต่วันที่ 14 ของการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างกับกล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนทั้ง 3 ชนิดที่สามารถชะลอการเกิดได้ซึ่งมีคะแนนการเกิดโรคมากกว่า 3 คะแนนตั้งแต่วันที่ 18 ของการเก็บรักษา โดยสารดูดซับเอทิลีน 3% KMnO<sub>4</sub> (วันที่ 20) สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® (วันที่ 24) โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษาพบว่าการใช้สารดูดซับเอทิลีน Greenkeeper® มีคะแนนการเกิดโรคน้อยที่สุด 3.66 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) (ภาพ 18)



ภาพ 18 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

#### ผลสุก และอายุการเก็บรักษา

สารดูดซับเอทิลีนทุกชนิดสามารถชะลอการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ โดยสารดูดซับเอทิลีน Befresh®, Greenkeeper® และ 3% KMnO<sub>4</sub> สามารถชะลอการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชได้กว่าชุดควบคุม โดยกล้วยชุดควบคุมมีคะแนนการสุก 5 คะแนนในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนมีคะแนนการสุก 5 คะแนนในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการใช้สารดูดซับเอทิลีนทั้ง 3 ชนิดสามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้ มีอายุการเก็บรักษาได้ 20 วัน ขณะที่ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้ 16 วัน เนื่องจากเกิดการสุก การเน่าเสียของผล ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับการบริโภค (ภาพ 19, ตาราง 76)



ภาพ 19 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

การทดลองที่ 4 ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

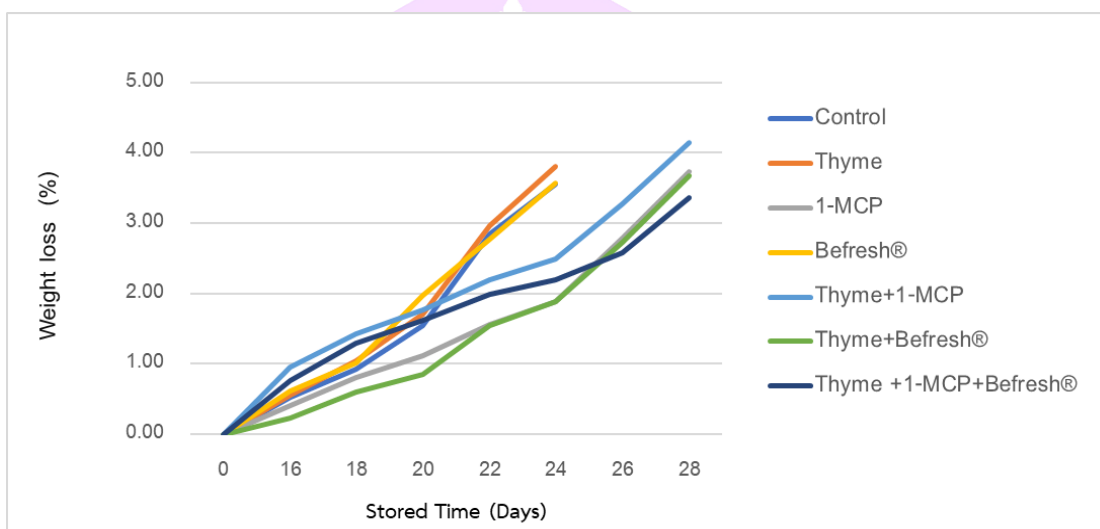
ทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพดี ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นหวีขนาดเล็กขนาด 4 ผล ทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งนำมาบรรจุในกล่องกระดาษ และเก็บรักษาอุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้

#### เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชมีจะลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ร่วมกันมีแนวโน้มช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา พบว่า กล้วยที่รมด้วยสาร 1-MCP และ รมด้วยน้ำมันหอมระเหย Thyme ร่วมกับ Befresh® มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 1.88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยในชุดควบคุมและกล้วยหอมที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ และการใช้สารดูดซับเอทิลีน Befresh® มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ 3.80



เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 วันพบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์ ร่วมกับ 1-MCP และ สารดูดซับเอทิลีน Befresh® มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 3.36 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการรักษาด้วย 1-MCP และ Thyme+Befresh® มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก 3.73 และ 3.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ภาพ 20)



ภาพ 20 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

### ค่าสีเปลือก

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง ถ้าหากค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมีสีที่มืด ถ้าค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง การรวม 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีกว่ากล้วยชุดควบคุม โดยที่ค่า  $L^*$  ของกล้วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่าในวันที่ 28 ของการเก็บรักษากรรมวิธีที่รวมด้วย 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme +1-MCP+Befresh® มีค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 70.33 - 74.79 โดยกรรมวิธี Thyme+Befresh® มีค่าความสว่างมากที่สุด โดยมีค่า 74.79 รองลงมาคือ 1-MCP, Thyme+1-MCP และ Thyme +1-

MCP+Befresh® มีค่า 71.69, 70.46 และ 70.33 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 35)

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-เขียว โดยถ้าหาก ค่า  $a^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกแดง แต่ถ้าหากค่า  $a^*$  เป็น (-) วัตถุจะมีสีเขียว พบว่าค่า  $a^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่า  $a^*$  ติดลบ และเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา 28 วัน โดยที่ค่า  $a^*$  ของเปลือกกล้วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่าในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา โดยค่า  $a^*$  ของเปลือกกล้วยรมด้วย 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยมีค่า -10.01 รองลงมาคือ Thyme +1-MCP+Befresh® และ Thyme+1-MCP โดยมีค่า -6.55 และ -5.38 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 36)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีออกน้ำเงิน โดยค่า  $b^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า Thyme+Befresh® มีการเปลี่ยนแปลงของค่า  $b^*$  น้อยที่สุด มีค่า 29.39 รองลงมาคือ Thyme+1-MCP และ 1-MCP 28.84 และ 27.74 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 37)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด โดยค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งทุกกรรมวิธีมีการลดลงของค่าความสดของสีเปลือกกล้วย อีกทั้งกรรมวิธีที่ใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme +1-MCP+Befresh® สามารถชะลอการลดลงของการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุดในการเก็บรักษาไว้ 28 วัน โดย Thyme+Befresh® สามารถชะลอการค่า Chroma ของเปลือกกล้วยได้ดีที่สุด โดยมีค่า 29.39 รองลงมาคือ 1-MCP และ Thyme+1-MCP มีค่า 27.74 เท่ากันทั้ง 2 กรรมวิธี ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 38)

ค่า hue เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี โดยค่า hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเปลือกได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษามีค่า 103.95 รองลงมาคือ Thyme +1-MCP+Befresh® และ Thyme+1-MCP มีค่า 104.05 และ 103.95 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 39)

ตาราง 35 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อค่า L\* ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | L* (Banana peel)  |            |                          |                          |                         |
|----------------------|-------------------|------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                      | Days after stored |            |                          |                          |                         |
|                      | 0                 | 16         | 20                       | 24                       | 28                      |
| Control              | 65.04±0.060       | 66.07±1.98 | 68.00±1.63 <sup>b</sup>  | 71.92±2.64 <sup>b</sup>  | Na                      |
| Thyme                | 65.04±0.060       | 66.16±2.31 | 65.39±0.57 <sup>cd</sup> | 76.94±0.50 <sup>a</sup>  | Na                      |
| 1-MCP                | 65.04±0.060       | 65.62±2.87 | 67.41±0.60 <sup>b</sup>  | 68.00±1.75 <sup>bc</sup> | 71.69±2.56 <sup>b</sup> |
| Befresh®             | 65.04±0.060       | 67.54±1.32 | 71.20±0.56 <sup>a</sup>  | 70.05±2.94 <sup>bc</sup> | Na                      |
| Thyme+1-MCP          | 65.04±0.060       | 65.47±1.10 | 64.22±0.56 <sup>d</sup>  | 67.17±1.54 <sup>c</sup>  | 70.46±1.88 <sup>b</sup> |
| Thyme+Befresh        | 65.04±0.060       | 66.57±0.98 | 68.05±0.75 <sup>b</sup>  | 69.69±0.60 <sup>bc</sup> | 74.79±3.18 <sup>a</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 65.04±0.060       | 67.69±3.12 | 66.51±0.61 <sup>bc</sup> | 66.39±1.03 <sup>c</sup>  | 70.33±0.24 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                | Ns         | *                        | *                        | *                       |
| % CV                 | 0.00              | 3.89       | 1.52                     | 3.15                     | 3.84                    |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

ตาราง 36 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อค่า  $\alpha^*$  ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | $\alpha^*$ (Banana peel) |                        |                        |                     |                     |
|----------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
|                      | Days after stored        |                        |                        |                     |                     |
|                      | 0                        | 16                     | 20                     | 24                  | 28                  |
| Control              | $-14.01 \pm 2.07$        | $-10.49 \pm 2.26^c$    | $-6.60 \pm 2.41^a$     | $3.19 \pm 1.01^a$   | Na                  |
| Thyme                | $-14.01 \pm 2.07$        | $-11.47 \pm 2.77^b$    | $-11.00 \pm 1.16^b$    | $1.53 \pm 0.15^b$   | Na                  |
| 1-MCP                | $-14.01 \pm 2.07$        | $-13.62 \pm 1.53^a$    | $-10.24 \pm 1.59^{ab}$ | $-10.29 \pm 0.38^c$ | $-10.01 \pm 3.90^c$ |
| Befresh®             | $-14.01 \pm 2.07$        | $-12.11 \pm 2.05^b$    | $-10.92 \pm 1.06^b$    | $1.84 \pm 0.83^b$   | Na                  |
| Thyme+1-MCP          | $-14.01 \pm 2.07$        | $-13.70 \pm 0.85^a$    | $-10.03 \pm 0.61^{ab}$ | $-11.03 \pm 1.34^c$ | $-5.38 \pm 4.68^b$  |
| Thyme+Befresh        | $-14.01 \pm 2.07$        | $-10.81 \pm 2.06^c$    | $-9.23 \pm 1.26^{ab}$  | $-8.57 \pm 1.19^c$  | $2.53 \pm 1.09^a$   |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | $-14.01 \pm 2.07$        | $-12.72 \pm 1.85^{ab}$ | $-9.91 \pm 2.60^{ab}$  | $-10.22 \pm 1.96^c$ | $-6.55 \pm 2.00^b$  |
| F-test               | ns                       | *                      | *                      | *                   | *                   |
| % CV                 | 0.00                     | 2.73                   | 2.07                   | 2.6                 | 8.21                |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na = not applicable

ตาราง 37 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อค่า b\* ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | b* (Banana peel)  |                          |                          |                          |                          |
|----------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                      | Days after stored |                          |                          |                          |                          |
|                      | 0                 | 16                       | 20                       | 24                       | 28                       |
| Control              | 29.85±4.84        | 27.54±0.20 <sup>ab</sup> | 25.45±0.54 <sup>a</sup>  | 27.60±0.79 <sup>ab</sup> | Na                       |
| Thyme                | 29.85±4.84        | 27.05±1.37 <sup>ab</sup> | 24.43±0.47 <sup>ab</sup> | 29.64±1.03 <sup>a</sup>  | Na                       |
| 1-MCP                | 29.85±4.84        | 28.55±0.62 <sup>a</sup>  | 24.59±0.70 <sup>ab</sup> | 24.79±0.55 <sup>bc</sup> | 27.74±1.56 <sup>ab</sup> |
| Befresh®             | 29.85±4.84        | 26.52±0.73 <sup>b</sup>  | 25.32±0.77 <sup>a</sup>  | 27.34±2.78 <sup>ab</sup> | Na                       |
| Thyme+1-MCP          | 29.85±4.84        | 28.86±0.33 <sup>a</sup>  | 23.34±1.40 <sup>ab</sup> | 24.78±0.25 <sup>bc</sup> | 28.84±2.51 <sup>ab</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 29.85±4.84        | 26.35±1.23 <sup>b</sup>  | 25.07±0.51 <sup>ab</sup> | 25.87±1.56 <sup>bc</sup> | 29.39±3.82 <sup>a</sup>  |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 29.85±4.84        | 27.22±0.94 <sup>ab</sup> | 23.69±0.58 <sup>ab</sup> | 23.30±0.77 <sup>c</sup>  | 25.46±2.34 <sup>b</sup>  |
| F-test               | ns                | *                        | *                        | *                        | *                        |
| % CV                 | 0.00              | 3.89                     | 3.83                     | 6.33                     | 11.81                    |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

ตาราง 38 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อค่า chroma ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Chroma (Banana peel) |                  |                                |                                 |                                |
|----------------------|----------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                      | Days after stored    |                  |                                |                                 |                                |
|                      | 0                    | 16               | 20                             | 24                              | 28                             |
| Control              | 33.012 $\pm$ 0.53    | 30.45 $\pm$ 0.83 | 27.72 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>  | 27.67 $\pm$ 0.77 <sup>abc</sup> | Na                             |
| Thyme                | 33.012 $\pm$ 0.53    | 29.46 $\pm$ 2.27 | 26.16 $\pm$ 0.54 <sup>ab</sup> | 29.68 $\pm$ 1.03 <sup>a</sup>   | Na                             |
| 1-MCP                | 33.012 $\pm$ 0.53    | 31.66 $\pm$ 1.16 | 26.67 $\pm$ 1.22 <sup>ab</sup> | 26.86 $\pm$ 0.58 <sup>c</sup>   | 27.74 $\pm$ 1.54 <sup>ab</sup> |
| Befresh®             | 33.012 $\pm$ 0.53    | 28.62 $\pm$ 1.43 | 26.27 $\pm$ 1.24 <sup>ab</sup> | 29.24 $\pm$ 0.26 <sup>ab</sup>  | Na                             |
| Thyme+1-MCP          | 33.012 $\pm$ 0.53    | 31.96 $\pm$ 0.53 | 25.45 $\pm$ 1.27 <sup>b</sup>  | 27.15 $\pm$ 0.49 <sup>bc</sup>  | 27.74 $\pm$ 2.99 <sup>ab</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 33.012 $\pm$ 0.53    | 28.54 $\pm$ 1.84 | 26.44 $\pm$ 0.17 <sup>ab</sup> | 27.29 $\pm$ 1.59 <sup>bc</sup>  | 29.39 $\pm$ 3.70 <sup>a</sup>  |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 33.012 $\pm$ 0.53    | 30.08 $\pm$ 1.60 | 25.81 $\pm$ 1.04 <sup>b</sup>  | 25.50 $\pm$ 1.26 <sup>c</sup>   | 25.46 $\pm$ 2.65 <sup>b</sup>  |
| F-test               | ns                   | ns               | *                              | *                               | *                              |
| % CV                 | 0.00                 | 6.04             | 4.32                           | 4.25                            | 11.81                          |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable



ตาราง 39 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อค่า hue ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Hue (Banana peel) |                   |                                 |                                |                                |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                      | Days after stored |                   |                                 |                                |                                |
|                      | 0                 | 16                | 20                              | 24                             | 28                             |
| Control              | 115.03 $\pm$ 2.55 | 113.39 $\pm$ 3.62 | 113.23 $\pm$ 2.45 <sup>a</sup>  | 93.83 $\pm$ 1.77 <sup>b</sup>  | Na                             |
| Thyme                | 115.03 $\pm$ 2.55 | 112.68 $\pm$ 4.19 | 114.27 $\pm$ 1.92 <sup>a</sup>  | 82.03 $\pm$ 6.97 <sup>c</sup>  | Na                             |
| 1-MCP                | 115.03 $\pm$ 2.55 | 115.42 $\pm$ 2.15 | 112.37 $\pm$ 2.82 <sup>ab</sup> | 112.46 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup> | 103.95 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup> |
| Befresh®             | 115.03 $\pm$ 2.55 | 111.34 $\pm$ 3.93 | 104.38 $\pm$ 4.88 <sup>b</sup>  | 82.94 $\pm$ 3.10 <sup>a</sup>  | Na                             |
| Thyme+1-MCP          | 115.03 $\pm$ 2.55 | 115.37 $\pm$ 1.31 | 113.41 $\pm$ 2.03 <sup>a</sup>  | 113.93 $\pm$ 2.74 <sup>a</sup> | 100.67 $\pm$ 1.12 <sup>a</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 115.03 $\pm$ 2.55 | 112.12 $\pm$ 3.07 | 111.33 $\pm$ 3.72 <sup>ab</sup> | 108.33 $\pm$ 2.41 <sup>a</sup> | 84.72 $\pm$ 2.83 <sup>b</sup>  |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 115.03 $\pm$ 2.55 | 117.91 $\pm$ 2.56 | 112.46 $\pm$ 5.57 <sup>ab</sup> | 113.54 $\pm$ 3.89 <sup>a</sup> | 104.05 $\pm$ 3.44 <sup>a</sup> |
| F-test               | ns                | ns                | *                               | *                              | *                              |
| % CV                 | 0.00              | 3.36              | 3.94                            | 4.35                           | 7.49                           |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

**ค่าความแน่นเนื้อ** ค่าความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาโดย กรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme+1-MCP+Befresh® มีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 4.43-10.05 นิวตัน ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา อีกทั้ง กรรมวิธี Thyme +1-MCP+Befresh® สามารถรักษาความแน่นเนื้อกล้วยได้ดีที่สุด มีค่า 10.05 นิวตัน รองลงมาคือ 1-MCP มีค่า 8.30 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 40)

ตาราง 40 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Texture (N)       |                       |                   |                   |                   |
|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                      | Days after stored |                       |                   |                   |                   |
|                      | 0                 | 16                    | 20                | 24                | 28                |
| Control              | $39.51\pm 0.57$   | $39.30\pm 2.73^{bc}$  | $9.62\pm 0.10^b$  | $4.61\pm 0.31^d$  | Na                |
| Thyme                | $39.51\pm 0.57$   | $39.90\pm 1.16^{bc}$  | $10.95\pm 0.49^b$ | $4.19\pm 0.18^d$  | Na                |
| 1-MCP                | $39.51\pm 0.57$   | $41.21\pm 0.29^{ab}$  | $43.61\pm 0.82^a$ | $39.03\pm 2.99^a$ | $8.30\pm 0.60^b$  |
| Befresh®             | $39.51\pm 0.57$   | $36.49\pm 0.51^{cd}$  | $9.20\pm 0.41^b$  | $3.25\pm 0.22^d$  | Na                |
| Thyme+1-MCP          | $39.51\pm 0.57$   | $37.80\pm 1.81^{bcd}$ | $39.23\pm 1.49^a$ | $18.50\pm 1.03^c$ | $4.43\pm 0.35^d$  |
| Thyme+Befresh®       | $39.51\pm 0.57$   | $35.56\pm 1.39^d$     | $39.22\pm 0.35^a$ | $26.40\pm 1.22^b$ | $5.49\pm 0.20^c$  |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | $39.51\pm 0.57$   | $43.76\pm 1.52^a$     | $43.33\pm 1.31^a$ | $36.16\pm 0.51^a$ | $10.05\pm 0.22^a$ |
| F-test               | ns                | *                     | *                 | *                 | *                 |
| % CV                 | 0                 | 4.82                  | 9.2               | 8.47              | 6.56              |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

**ปริมาณกรดที่ไต่เตรหได้** ปริมาณ TA มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา 28 วัน โดยพบว่ามีการเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา และลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้ 28 วัน โดยปริมาณ TA ขึ้นอยู่กับการสุกของผลกล้วยหอมคาเวนดิช โดยกรรมวิธีที่ใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme +1-MCP+Befresh® มีปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 1.28 – 2.56 เปอร์เซ็นต์ โดย Thyme +1-MCP+Befresh® มีปริมาณ TA มากที่สุด 2.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Thyme+Befresh® และ 1-MCP® มีปริมาณ TA เท่ากับ 1.92 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) (ตาราง 41)

ตาราง 41 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อปริมาณกรดที่ไต่เตรทได้ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Titratable acidity (TA %) |                              |                               |                              |                              |
|----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                      | Days after stored         |                              |                               |                              |                              |
|                      | 0                         | 16                           | 20                            | 24                           | 28                           |
| Control              | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 2.13 $\pm$ 0.30 <sup>c</sup>  | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup> | Na                           |
| Thyme                | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 2.77 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup>  | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup> | Na                           |
| 1-MCP                | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 0.85 $\pm$ 0.30 <sup>de</sup> | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup> | 1.70 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup> |
| Befresh®             | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 3.41 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>  | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup> | Na                           |
| Thyme+1-MCP          | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 1.07 $\pm$ 0.30 <sup>de</sup> | 2.56 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup> | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>c</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.92 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup> | 0.64 $\pm$ 0.00 <sup>e</sup>  | 1.70 $\pm$ 0.30 <sup>b</sup> | 1.92 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 1.28 $\pm$ 0.00           | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup> | 1.28 $\pm$ 0.00 <sup>d</sup>  | 0.64 $\pm$ 0.00 <sup>d</sup> | 2.56 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup> |
| F-test               | ns                        | *                            | *                             | *                            | *                            |
| % CV                 | 0.00                      | 2.86                         | 3.22                          | 9.75                         | 9.89                         |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

**ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ** ปริมาณ TSS มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุของการเก็บรักษาอีกทั้งทุกกรรมวิธีสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่า การใช้ Thyme + 1-MCP+Befresh® สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ได้ที่สุด โดยมีค่า 3.00 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาคือ Thyme+Befresh® และ 1-MCP มีค่า 3.76 – 3.73 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 42)

ตาราง 42 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ ต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Total soluble solids (% Brix) |                          |                        |                        |                        |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                      | Days after stored             |                          |                        |                        |                        |
|                      | 0                             | 16                       | 20                     | 24                     | 28                     |
| Control              | 0.33±0.05                     | 0.33±0.03 <sup>a</sup>   | 1.73±0.04 <sup>b</sup> | 3.83±0.47 <sup>a</sup> | Na                     |
| Thyme                | 0.33±0.05                     | 0.26±0.05 <sup>abc</sup> | 1.60±0.02 <sup>b</sup> | 3.70±0.44 <sup>b</sup> | Na                     |
| 1-MCP                | 0.33±0.05                     | 0.23±0.05 <sup>bc</sup>  | 0.27±0.05 <sup>c</sup> | 0.53±0.05 <sup>d</sup> | 3.73±0.54 <sup>a</sup> |
| Befresh®             | 0.33±0.05                     | 0.27±0.05 <sup>abc</sup> | 2.56±0.12 <sup>a</sup> | 3.33±0.05 <sup>b</sup> | Na                     |
| Thyme+1-MCP          | 0.33±0.05                     | 0.23±0.00 <sup>bc</sup>  | 0.13±0.47 <sup>c</sup> | 1.43±0.04 <sup>b</sup> | 3.46±0.72 <sup>b</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.33±0.05                     | 0.20±0.03 <sup>c</sup>   | 0.20±0.03 <sup>c</sup> | 0.63±0.12 <sup>d</sup> | 3.76±0.52 <sup>a</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.33±0.05                     | 0.30±0.05 <sup>ab</sup>  | 0.17±0.04 <sup>c</sup> | 0.20±0.08 <sup>e</sup> | 3.00±0.03 <sup>c</sup> |
| F-test               | ns                            | *                        | *                      | *                      | *                      |
| % CV                 | 0.00                          | 18.63                    | 7.59                   | 4.18                   | 2.02                   |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

### ปริมาณคลอโรฟิลล์

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ** ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme+1-MCP+Befresh® สามารถช่วยชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของเปลือกกล้วยได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า การใช้ 1-MCP และ Thyme+1-MCP มีปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.0076 และ 0.0075 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ รองลงมาคือ Thyme+1-MCP+Befresh® และ Thyme+Befresh® มีปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ

0.0062 และ 0.0032 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 43)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี** ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme+1-MCP+Befresh® สามารถช่วยชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของเปลือกกล้วยได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า การใช้ 1-MCP และ Thyme+1-MCP มีปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี มากที่สุด เท่ากับ 0.0273 และ 0.0270 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ รองลงมาคือ Thyme+1-MCP+Befresh® และ Thyme+Befresh® มีปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี 0.0226 และ 0.0170 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 44)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม** ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme+1-MCP+Befresh® สามารถช่วยชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของเปลือกกล้วยได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธี โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า การใช้ 1-MCP และ Thyme+1-MCP มีปริมาณ คลอโรฟิลล์รวม มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ เท่ากับ 0.0124 และ 0.0123 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ รองลงมาคือ Thyme+1-MCP+Befresh® และ Thyme+Befresh® มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม 0.0102 และ 0.0049 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 45)

ตาราง 43 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Chlorophyll a (mg./100g.FW.) |                             |                            |                             |                            |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                      | Days after stored            |                             |                            |                             |                            |
|                      | 0                            | 16                          | 20                         | 24                          | 28                         |
| Control              | 0.0100±0.0017                | 0.0053±0.0006 <sup>c</sup>  | 0.0063±0.0019 <sup>b</sup> | 0.0043±0.0031 <sup>c</sup>  | Na                         |
| Thyme                | 0.0100±0.0017                | 0.0060±0.0007 <sup>c</sup>  | 0.0060±0.0020 <sup>b</sup> | 0.0050±0.0031 <sup>bc</sup> | Na                         |
| 1-MCP                | 0.0100±0.0017                | 0.0100±0.0027 <sup>ab</sup> | 0.0090±0.0014 <sup>b</sup> | 0.056±0.0029 <sup>bc</sup>  | 0.0076±0.0016 <sup>a</sup> |
| Befresh®             | 0.0100±0.0017                | 0.0113±0.0011 <sup>a</sup>  | 0.0046±0.0024 <sup>b</sup> | 0.0066±0.0034 <sup>b</sup>  | Na                         |
| Thyme+1-MCP          | 0.0100±0.0017                | 0.0093±0.0017 <sup>ab</sup> | 0.0097±0.0021 <sup>b</sup> | 0.0076±0.0034 <sup>b</sup>  | 0.0075±0.0019 <sup>a</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.0100±0.0017                | 0.0097±0.0008 <sup>ab</sup> | 0.0313±0.0033 <sup>a</sup> | 0.0080±0.0027 <sup>a</sup>  | 0.0032±0.0016 <sup>c</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.0100±0.0017                | 0.0086±0.0019 <sup>b</sup>  | 0.0067±0.0018 <sup>b</sup> | 0.0096±0.0034 <sup>a</sup>  | 0.0062±0.0018 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                           | *                           | *                          | *                           | *                          |
| % CV                 | 0.00                         | 14.97                       | 14.7                       | 5.91                        | 5.71                       |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable



ตาราง 44 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บีของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Chlorophyll b (mg./100g.FW.) |                             |                            |                            |                            |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                      | Days after stored            |                             |                            |                            |                            |
|                      | 0                            | 16                          | 20                         | 24                         | 28                         |
| Control              | 0.0250±0.0030                | 0.0160±0.0063 <sup>d</sup>  | 0.0167±0.0034 <sup>c</sup> | 0.0070±0.0054 <sup>c</sup> | Na                         |
| Thyme                | 0.0250±0.0030                | 0.0173±0.0027 <sup>d</sup>  | 0.0140±0.0036 <sup>c</sup> | 0.0083±0.0051 <sup>c</sup> | Na                         |
| 1-MCP                | 0.0250±0.0030                | 0.0267±0.0027 <sup>ab</sup> | 0.0213±0.0029 <sup>b</sup> | 0.0126±0.0035 <sup>b</sup> | 0.0273±0.0019 <sup>a</sup> |
| Befresh®             | 0.0250±0.0030                | 0.0300±0.0011 <sup>a</sup>  | 0.0213±0.0039 <sup>b</sup> | 0.0263±0.0024 <sup>a</sup> | Na                         |
| Thyme+1-MCP          | 0.0250±0.0030                | 0.0240±0.0017 <sup>bc</sup> | 0.0236±0.0034 <sup>b</sup> | 0.0163±0.0058 <sup>b</sup> | 0.0270±0.0033 <sup>a</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.0250±0.0030                | 0.0256±0.0087 <sup>bc</sup> | 0.0296±0.0015 <sup>a</sup> | 0.0170±0.0045 <sup>b</sup> | 0.0170±0.0029 <sup>c</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.0250±0.0030                | 0.0220±0.0011 <sup>c</sup>  | 0.0156±0.0033 <sup>c</sup> | 0.0170±0.0060 <sup>b</sup> | 0.0226±0.0031 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                           | *                           | *                          | *                          | *                          |
| % CV                 | 0.00                         | 10.08                       | 4.36                       | 8.14                       | 8.74                       |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

ตาราง 45 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ รวมของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Total Chlorophyll (mg./100g.FW.) |                             |                              |                             |                            |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                      | Days after stored                |                             |                              |                             |                            |
|                      | 0                                | 16                          | 20                           | 24                          | 28                         |
| Control              | 0.0400±0.0005                    | 0.0263±0.0017 <sup>d</sup>  | 0.0280±0.0058 <sup>abc</sup> | 0.0113±0.0085 <sup>c</sup>  | Na                         |
| Thyme                | 0.0400±0.0005                    | 0.0283±0.0010 <sup>d</sup>  | 0.0220±0.0056 <sup>bc</sup>  | 0.0127±0.0077 <sup>c</sup>  | Na                         |
| 1-MCP                | 0.0400±0.0005                    | 0.0436±0.0019 <sup>ab</sup> | 0.0343±0.0046 <sup>abc</sup> | 0.0200±0.0050 <sup>bc</sup> | 0.0124±0.0031 <sup>a</sup> |
| Befresh®             | 0.0400±0.0005                    | 0.0490±0.0031 <sup>a</sup>  | 0.0193±0.0061 <sup>c</sup>   | 0.0440±0.0041 <sup>a</sup>  | Na                         |
| Thyme+1-MCP          | 0.0400±0.0005                    | 0.0386±0.0047 <sup>bc</sup> | 0.0383±0.0052 <sup>ab</sup>  | 0.0267±0.0091 <sup>b</sup>  | 0.0123±0.0052 <sup>a</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.0400±0.0005                    | 0.0416±0.0022 <sup>bc</sup> | 0.0403±0.0016 <sup>a</sup>   | 0.0270±0.0069 <sup>b</sup>  | 0.0049±0.0046 <sup>c</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.0400±0.0005                    | 0.0356±0.0033 <sup>ab</sup> | 0.0263±0.0051 <sup>abc</sup> | 0.0337±0.0094 <sup>ab</sup> | 0.0102±0.0047 <sup>b</sup> |
| F-test               | ns                               | *                           | *                            | *                           | *                          |
| % CV                 | 0.00                             | 9.31                        | 32.29                        | 8.52                        | 5.67                       |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

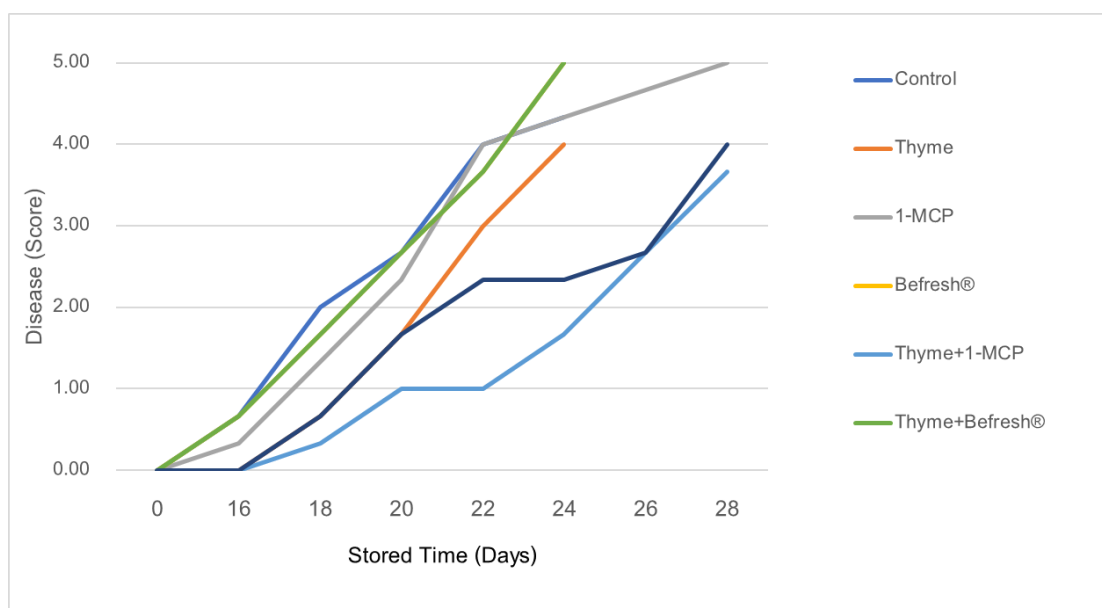
**ปริมาณแคโรทีนอยด์** ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชพบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแคโรทีนอยด์จะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาโดยพบว่าทุกระยะมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาโดยใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme+1-MCP+Befresh® มีปริมาณแคโรทีนอยด์อยู่ระหว่าง 0.5614 - 0.5168 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด โดย Thyme+Befresh® มีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด รองลงมาคือ Thyme+1-MCP+Befresh®, 1-MCP และ Thyme+1-MCP โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ 0.5614, 0.5389, 0.5357 และ 0.5168 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตาราง 46)

**การเกิดโรค** การเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนการเกิดโรคตลอดอายุการเก็บรักษา โดย Thyme+Befresh®, Thyme+1-MCP+Befresh® และ Thyme+1-MCP สามารถชะลอการเกิดโรคได้ โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา พบว่า กรรมวิธีชุดควบคุม น้ำมันหอมระเหยไทม์ และ Befresh® มีคะแนนการเกิดโรคมากที่สุด โดยมีคะแนนการเกิดโรค 5.00, 4.33 และ 4.00 คะแนน ซึ่งในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ มีคะแนนการเกิดโรคอยู่ในช่วง 1.00–3.00 คะแนน อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้จนถึง 28 วัน โดย 1-MCP มีคะแนนมากที่สุด รองลงมาคือ Thyme+Befresh®, Thyme+1-MCP+Befresh® และ Thyme+1-MCP โดยมีคะแนนอยู่ที่ 5.00, 4.00, 4.00 และ 3.67 คะแนนตามลำดับ (ภาพ 21)

**ตาราง 46 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน**

| Treatment            | Carotenoid (mg./100g.FW.) |                           |                           |                             |                           |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                      | Days after stored         |                           |                           |                             |                           |
|                      | 0                         | 16                        | 20                        | 24                          | 28                        |
| Control              | 0.174±0.063               | 0.193±0.005 <sup>a</sup>  | 0.208±0.026 <sup>b</sup>  | 0.1323±0.0037 <sup>a</sup>  | Na                        |
| Thyme                | 0.174±0.063               | 0.222±0.021 <sup>de</sup> | 0.193±0.024 <sup>bc</sup> | 0.1061±0.014 <sup>ab</sup>  | Na                        |
| 1-MCP                | 0.174±0.063               | 0.382±0.021 <sup>a</sup>  | 0.211±0.023 <sup>b</sup>  | 0.0360±0.0023 <sup>b</sup>  | 0.5357±0.094 <sup>b</sup> |
| Befresh®             | 0.174±0.063               | 0.305±0.021 <sup>b</sup>  | 0.146±0.022 <sup>c</sup>  | 0.0970±0.0041 <sup>ab</sup> | Na                        |
| Thyme+1-MCP          | 0.174±0.063               | 0.268±0.016 <sup>bc</sup> | 0.309±0.025 <sup>a</sup>  | 0.0798±0.0033 <sup>ab</sup> | 0.5168±0.054 <sup>c</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.174±0.063               | 0.379±0.011 <sup>a</sup>  | 0.176±0.022 <sup>bc</sup> | 0.1016±0.048 <sup>ab</sup>  | 0.5614±0.074 <sup>a</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.174±0.063               | 0.236±0.027 <sup>cd</sup> | 0.180±0.022 <sup>bc</sup> | 0.1321±0.0048 <sup>a</sup>  | 0.5389±0.041 <sup>b</sup> |
| F-test               | Ns                        | *                         | *                         | *                           | *                         |
| % CV                 | 0.00                      | 7.89                      | 14.25                     | 4.64                        | 1.57                      |

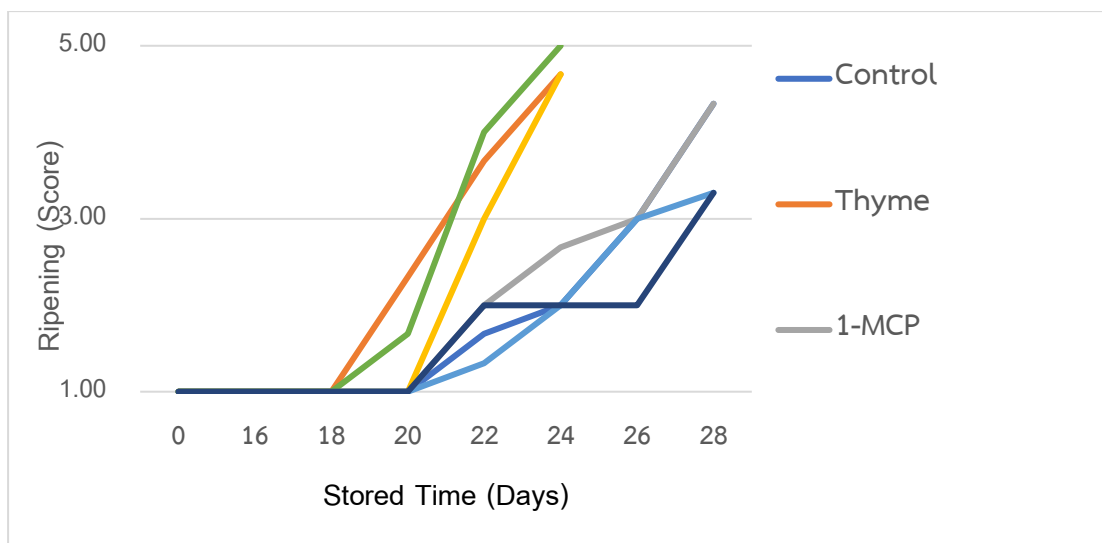
\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable



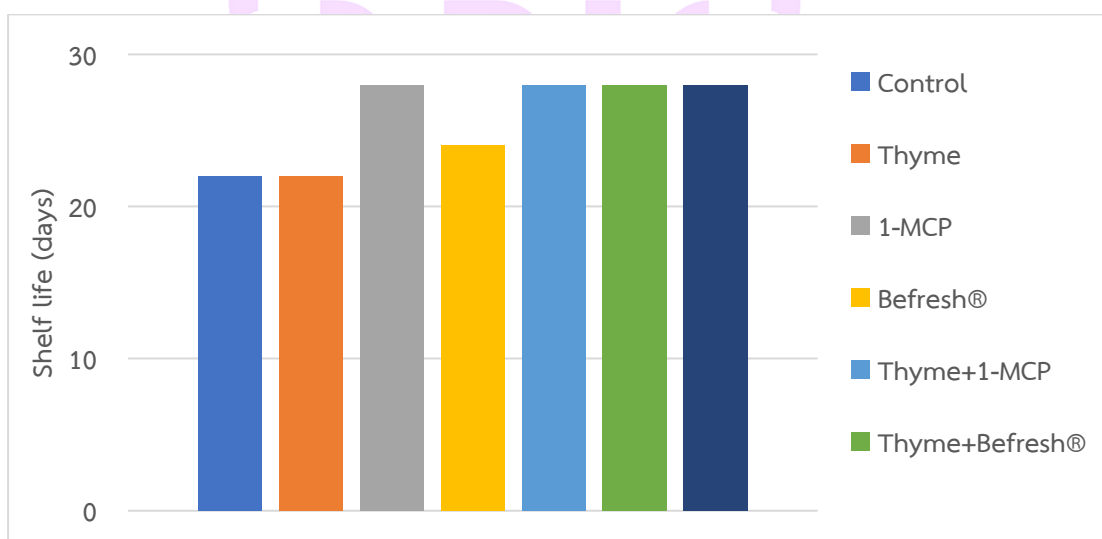
ภาพ 21 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

#### การสุกและอายุการเก็บรักษา

การสุก และอายุของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช โดยกล้วยจะเกิดการสุกเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโดยใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme +1-MCP+Befresh® สามารถชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีชุดควบคุม น้ำมันหอมระเหยไทม์ และ Befresh® มีคะแนนการสุกอยู่ที่ 5.00, 4.67 และ 4.67 คะแนนตามลำดับ ซึ่งถือว่ากล้วยเกิดการสุก ซึ่งในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีคะแนนการสุกอยู่ระหว่าง 2.67-2.00 คะแนน อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้จนถึง 28 วัน โดย Thyme+1-MCP และ Thyme +1-MCP+Befresh® มีคะแนนการสุกน้อยที่สุด ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา 3.33 คะแนน ทั้ง 2 กรรมวิธี รองลงมาคือ 1-MCP และ Thyme+Befresh® มีคะแนนการสุกที่ 3.33 คะแนนเช่นกัน อีกทั้ง อายุการเก็บรักษา การใช้ 1-MCP, Thyme+1-MCP, Thyme+Befresh® และ Thyme +1-MCP+Befresh® สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้มากถึง 28 วัน (ภาพ 22, 23)



ภาพ 22 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน



ภาพ 23 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

### การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

ทำการคัดเลือกกล้วยหอมคาเวนดิชที่มีคุณภาพดี ไม่มีแผล และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง โดยนำมาแบ่งเป็นหรีขนาดเล็กขนาด 4 ผล และผลเดี่ยว จากนั้นทำความสะอาดฟองให้แห้งจากนั้นนำมารมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง บรรจุกล่องกระดาษในรูปแบบหรี และใส่ถุง Polypropylene (PP) ในรูปแบบผลเดี่ยว และทำการเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

### ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

**เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก** กล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ พบว่าสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 28 วัน โดยการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 3.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่ารักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ภาพ 23)

#### ค่าสีเปลือก

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง ถ้าหากค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมืดทึบ ถ้าค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมืดสว่าง ซึ่งการรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  ได้ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 71.69 ซึ่งมีน้อยกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 74.96 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 47)

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-เขียว โดยถ้าหาก ค่า  $a^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกแดง แต่ถ้าหากค่า  $a^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีเขียว ซึ่งกล้วยในช่วงวันแรกของการเก็บรักษา มีค่า  $a^*$  อยู่ในช่วง -14.04 - -14.01 ซึ่งไม่แตกต่างกันทั้ง 2 อุณหภูมิที่เก็บรักษา แต่เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ค่า  $a^*$  ของเปลือกกล้วยจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าเปลือกกล้วยมีความเขียวลดลง โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา กล้วยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าความเขียวมากกว่ากล้วยที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำ โดยค่า  $b^*$  มีค่า 1.45 และ -10.01 ตามลำดับ ซึ่งมีความ



แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แสดงว่าการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า  $a^*$  ได้ว่าการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิห้อง (ตาราง 48)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุมีสีออกน้ำเงิน โดยค่า  $b^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่าการรมด้วย 1-MCP และเก็บรักษากล้วยไ่ว้ทั้งสองอุณหภูมิที่เก็บรักษา มีค่า  $b^*$  อยู่ในช่วง 27.74–28.91 โดยกล้วยไ่ว้ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องมีค่า 28.91 และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $b^*$  27.74 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตาราง 49)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด โดยค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ทั้ง 2 อุณหภูมิมีการลดลงของค่า chroma ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยวันที่ 28 ของการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่เก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่า chroma 28.46 และกล้วยไ่ว้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า chroma 28.70 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตาราง 50)

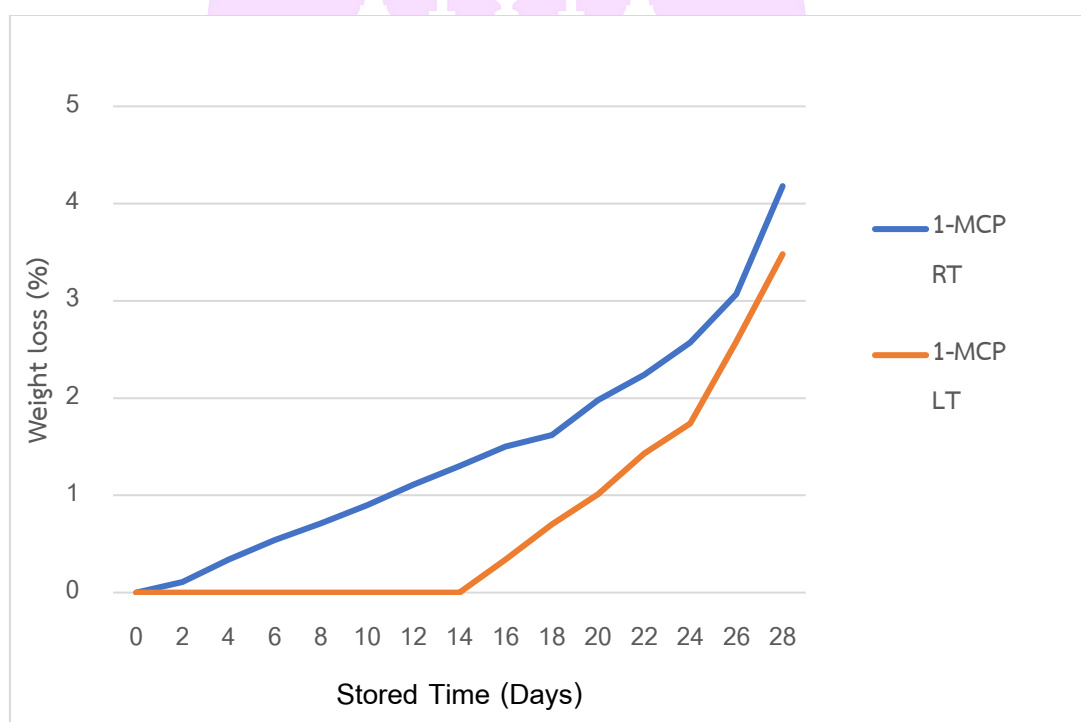
ค่า hue เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี โดยค่า hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเปลือกได้ โดยการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันมีความแตกต่างโดยการเก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิจึงมีการลดลงของค่า hue มากกว่ากรรมวิธีที่เก็บรักษากล้วยไ่ว้ที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่า hue 86.93 และ 95.37 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 51)

**ค่าความแน่นเนื้อ** ค่าความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาโดยการรมด้วย 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 28 วัน ทั้ง 2 อุณหภูมิคืออุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าความแน่นเนื้อ 8.30 นิวตัน ซึ่งมากกว่ากล้วยไ่ว้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าความแน่นเนื้อ 6.23 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 52)

**ปริมาณกรดที่ไ้เตรทได้** ปริมาณ TA มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา 28 วัน โดยพบว่ามีตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 28 ของการเก็บรักษามีปริมาณ TA ไ้อยู่ระหว่าง 1.28–1.70 เปอร์เซ็นต์ โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่า กล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TA

1.70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ากล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่มีปริมาณ TA 1.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 53)

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ** ปริมาณ TSS มีการเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยการใช้ 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิมีปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 3.26 – 3.72 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณ TSS 3.72 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 3.26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 54)



ภาพ 24 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

ตาราง 47 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า L\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | L* (Banana peel)              |                  |                  |                  |                               |                               |                               |                               |
|-----------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|           | Day after stored              |                  |                  |                  |                               |                               |                               |                               |
|           | 0                             | 4                | 8                | 12               | 16                            | 20                            | 24                            | 28                            |
| 1-MCP RT  | 67.98 $\pm$ 1.25 <sup>a</sup> | 65.03 $\pm$ 1.13 | 73.96 $\pm$ 0.74 | 66.07 $\pm$ 2.08 | 63.62 $\pm$ 1.90 <sup>b</sup> | 73.83 $\pm$ 2.24 <sup>a</sup> | 65.05 $\pm$ 1.25 <sup>b</sup> | 74.96 $\pm$ 1.33 <sup>a</sup> |
| 1-MCP LT  | 65.04 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup> | Na               | Na               | Na               | 65.62 $\pm$ 2.87 <sup>a</sup> | 67.41 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup> | 68.00 $\pm$ 1.75 <sup>a</sup> | 71.69 $\pm$ 2.56 <sup>b</sup> |
| F-test    | *                             | ns               | ns               | Ns               | *                             | *                             | *                             | *                             |
| %CV       | 2.33                          | 0                | 0.00             | 0.00             | 4.60                          | 2.84                          | 2.81                          | 3.41                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 48 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า a\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | a* (Banana peel)  |                   |                  |                   |                   |                   |                                |                                |
|-----------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|           | Day after stored  |                   |                  |                   |                   |                   |                                |                                |
|           | 0                 | 4                 | 8                | 12                | 16                | 20                | 24                             | 28                             |
| 1-MCP RT  | -14.04 $\pm$ 1.27 | -12.68 $\pm$ 1.23 | -6.66 $\pm$ 1.30 | -12.38 $\pm$ 0.62 | -12.31 $\pm$ 0.84 | -10.30 $\pm$ 0.42 | -2.49 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>  | 1.45 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>   |
| 1-MCP CT  | -14.01 $\pm$ 2.07 | Na                | Na               | Na                | -13.62 $\pm$ 1.53 | -10.29 $\pm$ 0.38 | -10.24 $\pm$ 1.59 <sup>b</sup> | -10.01 $\pm$ 3.90 <sup>b</sup> |
| F-test    | Ns                | ns                | ns               | Ns                | Ns                | ns                | *                              | *                              |
| %CV       | 1.22              | 0.00              | 0.00             | 0.00              | 11.7              | 4.81              | 4.39                           | 7.94                           |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 49 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า b\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | b* (Banana peel)        |            |            |            |                         |                         |            |            |
|-----------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
|           | Day after stored        |            |            |            |                         |                         |            |            |
|           | 0                       | 4          | 8          | 12         | 16                      | 20                      | 24         | 28         |
| 1-MCP RT  | 26.95±1.60 <sup>b</sup> | 28.55±0.72 | 16.26±0.53 | 28.14±2.08 | 25.52±0.42 <sup>b</sup> | 32.67±0.82 <sup>a</sup> | 25.71±0.46 | 28.91±2.87 |
| 1-MCP LT  | 29.85±4.84 <sup>a</sup> | Na         | Na         | Na         | 28.55±0.61 <sup>a</sup> | 24.59±0.69 <sup>b</sup> | 24.79±0.55 | 27.74±1.55 |
| F-test    | *                       | ns         | ns         | Ns         | *                       | *                       | ns         | ns         |
| %CV       | 3.05                    | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 2.41                    | 3.28                    | 2.47       | 10.00      |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 50 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า Chroma ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Chroma (Banana peel) |            |            |            |                         |                         |            |            |
|-----------|----------------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
|           | Day after stored     |            |            |            |                         |                         |            |            |
|           | 0                    | 4          | 8          | 12         | 16                      | 20                      | 24         | 28         |
| 1-MCP RT  | 31.49±1.85           | 30.76±0.85 | 17.64±0.33 | 27.75±0.62 | 28.35±0.67 <sup>b</sup> | 32.77±0.83 <sup>a</sup> | 27.70±0.44 | 28.46±2.63 |
| 1-MCP LT  | 33.02±5.03           | Na         | Na         | Na         | 31.66±1.16 <sup>a</sup> | 26.67±1.22 <sup>b</sup> | 26.86±0.57 | 28.70±1.53 |
| F-test    | Ns                   | ns         | ns         | Ns         | *                       | *                       | ns         | ns         |
| %CV       | 4.25                 | 0.00       | 0.00       | 0.00       | 3.88                    | 4.30                    | 2.31       | 9.23       |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 51 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า hue ของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | hue (banana peel) |                   |                   |                   |                   |                   |                                |                               |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|           | Day after stored  |                   |                   |                   |                   |                   |                                |                               |
|           | 0                 | 4                 | 8                 | 12                | 16                | 20                | 24                             | 28                            |
| 1-MCP RT  | 117.8 $\pm$ 1.31  | 114.45 $\pm$ 1.92 | 112.12 $\pm$ 0.45 | 116.56 $\pm$ 1.96 | 115.67 $\pm$ 1.32 | 112.46 $\pm$ 0.94 | 85.62 $\pm$ 2.07 <sup>b</sup>  | 86.93 $\pm$ 1.18 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT  | 115.02 $\pm$ 2.55 | Na                | Na                | Na                | 115.42 $\pm$ 2.14 | 111.80 $\pm$ 0.78 | 112.37 $\pm$ 2.82 <sup>a</sup> | 95.37 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup> |
| F-test    | *                 | ns                | ns                | Ns                | Ns                | ns                | *                              | *                             |
| %CV       | 1.22              | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 1.89              | 0.95              | 3.06                           | 1.84                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 52 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 วันแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment | Texture (N)                   |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                              |
|-----------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|
|           | Day after stored              |                  |                  |                  |                  |                               |                  |                              |
|           | 0                             | 4                | 8                | 12               | 16               | 20                            | 24               | 28                           |
| 1-MCP RT  | 42.33 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup> | 43.03 $\pm$ 2.41 | 40.78 $\pm$ 0.75 | 33.17 $\pm$ 1.22 | 41.08 $\pm$ 0.37 | 38.88 $\pm$ 2.16 <sup>b</sup> | 40.08 $\pm$ 2.51 | 6.23 $\pm$ 0.14 <sup>b</sup> |
| 1-MCP CT  | 39.51 $\pm$ 0.57 <sup>b</sup> | Na               | Na               | Na               | 41.22 $\pm$ 0.28 | 43.61 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup> | 39.03 $\pm$ 2.99 | 8.30 $\pm$ 0.60 <sup>a</sup> |
| F-test    | *                             | ns               | ns               | Ns               | Ns               | *                             | Ns               | *                            |
| %CV       | 3.36                          | 0.00             | 0.00             | 0.00             | 6.43             | 4.85                          | 8.54             | 7.36                         |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 53 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของกล้วยหอม  
คาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Titratable acidity (%) |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                   |
|-----------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
|           | Day after stored       |                 |                 |                 |                   |                   |                 |                   |
|           | 0                      | 4               | 8               | 12              | 16                | 20                | 24              | 28                |
| 1-MCP RT  | $1.35 \pm 0.00^a$      | $1.24 \pm 0.08$ | $0.98 \pm 0.08$ | $1.30 \pm 0.11$ | $1.47 \pm 0.05^a$ | $1.45 \pm 0.06^a$ | $1.28 \pm 0.00$ | $1.49 \pm 0.30^b$ |
| 1-MCP LT  | $1.28 \pm 0.00^b$      | Na              | Na              | Na              | $1.28 \pm 0.00^b$ | $0.85 \pm 0.30^b$ | $1.28 \pm 0.00$ | $1.70 \pm 0.30^a$ |
| F-test    | *                      | ns              | ns              | Ns              | *                 | *                 | Ns              | *                 |
| %CV       | 2.54                   | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 3.34              | 2.31              | 0.45            | 2.31              |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 54 ผลของการรมด้วย ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอม  
คาเวนดิชแบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Total soluble solids (% Brix) |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |
|-----------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|           | Day after stored              |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |
|           | 0                             | 4               | 8               | 12              | 16              | 20              | 24                | 28                |
| 1-MCP RT  | $0.35 \pm 0.00$               | $0.27 \pm 0.05$ | $0.17 \pm 0.09$ | $0.40 \pm 0.00$ | $0.30 \pm 0.00$ | $0.30 \pm 0.00$ | $0.36 \pm 0.09^b$ | $3.26 \pm 0.05^b$ |
| 1-MCP LT  | $0.33 \pm 0.05$               | Na              | Na              | Na              | $0.23 \pm 0.05$ | $0.27 \pm 0.05$ | $0.53 \pm 0.05^a$ | $3.72 \pm 0.05^a$ |
| F-test    | Ns                            | ns              | Ns              | Ns              | ns              | ns              | *                 | *                 |
| %CV       | 1.14                          | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 15.31           | 14.41           | 20.28             | 1.64              |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable



### ปริมาณคลอโรฟิลล์

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ** ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.040 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด มากกว่ากล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.027 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 55)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี** ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาไว้ที่ทั้ง 2 อุณหภูมิที่เก็บรักษา ในวันที่ 28 พบว่ามีปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 0.006 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 0.008 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตาราง 56)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม** ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการรมด้วย 1-MCP และการเก็บรักษาที่ 2 อุณหภูมิ ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม 0.012 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด กรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ 0.001 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 57)

ตาราง 55 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของกล้วยหอม  
คาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Chlorophyll a (mg./100g.FW.) |                  |                    |                  |                    |                    |                    |                    |
|-----------|------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|           | Day after stored             |                  |                    |                  |                    |                    |                    |                    |
|           | 0                            | 4                | 8                  | 12               | 16                 | 20                 | 24                 | 28                 |
| 1-MCP RT  | $0.057\pm 0.012^a$           | $0.075\pm 0.001$ | $0.0138\pm 0.0014$ | $0.095\pm 0.003$ | $0.026\pm 0.003^a$ | $0.011\pm 0.004^a$ | $0.060\pm 0.005^a$ | $0.040\pm 0.002^a$ |
| 1-MCP LT  | $0.010\pm 0.0017^b$          | Na               | Na                 | Na               | $0.010\pm 0.003^b$ | $0.009\pm 0.002^b$ | $0.057\pm 0.002^b$ | $0.027\pm 0.001^b$ |
| F-test    | *                            | ns               | ns                 | Ns               | *                  | *                  | *                  | *                  |
| %CV       | 3.39                         | 0.00             | 0.00               | 0.00             | 11.23              | 30.58              | 4.08               | 9.39               |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 56 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของกล้วยหอม  
คาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Chlorophyll b (mg./100g.FW.) |                  |                  |                  |                    |                    |                  |                  |
|-----------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|
|           | Day after stored             |                  |                  |                  |                    |                    |                  |                  |
|           | 0                            | 4                | 8                | 12               | 16                 | 20                 | 24               | 28               |
| 1-MCP RT  | $0.025\pm 0.005$             | $0.018\pm 0.002$ | $0.023\pm 0.004$ | $0.024\pm 0.005$ | $0.069\pm 0.004^a$ | $0.025\pm 0.006^a$ | $0.015\pm 0.005$ | $0.008\pm 0.002$ |
| 1-MCP LT  | $0.0250\pm 0.0030$           | Na               | Na               | Na               | $0.027\pm 0.001^b$ | $0.021\pm 0.003^b$ | $0.013\pm 0.002$ | $0.006\pm 0.002$ |
| F-test    | Ns                           | ns               | ns               | Ns               | *                  | *                  | ns               | ns               |
| %CV       | 1.26                         | 0.00             | 0.00             | 0.00             | 7.58               | 25.77              | 23.04            | 6.08             |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 57 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม ของกล้วยหอม  
คาเวนดิชแบบหรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Total chlorophyll (mg./100g.FW.) |                   |                   |                   |                                |                                |                                |                                |
|-----------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|           | Day after stored                 |                   |                   |                   |                                |                                |                                |                                |
|           | 0                                | 4                 | 8                 | 12                | 16                             | 20                             | 24                             | 28                             |
| 1-MCP RT  | 0.034 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>   | 0.029 $\pm$ 0.003 | 0.064 $\pm$ 0.006 | 0.039 $\pm$ 0.008 | 0.011 $\pm$ 0.006 <sup>a</sup> | 0.041 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup> | 0.024 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup> | 0.001 $\pm$ 0.000 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT  | 0.040 $\pm$ 0.0005 <sup>a</sup>  | Na                | Na                | Na                | 0.004 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> | 0.034 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup> | 0.020 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup> | 0.012 $\pm$ 0.003 <sup>a</sup> |
| F-test    | *                                | ns                | ns                | Ns                | *                              | *                              | *                              | *                              |
| %CV       | 3.87                             | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 7.41                           | 2.43                           | 2.24                           | 6.51                           |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

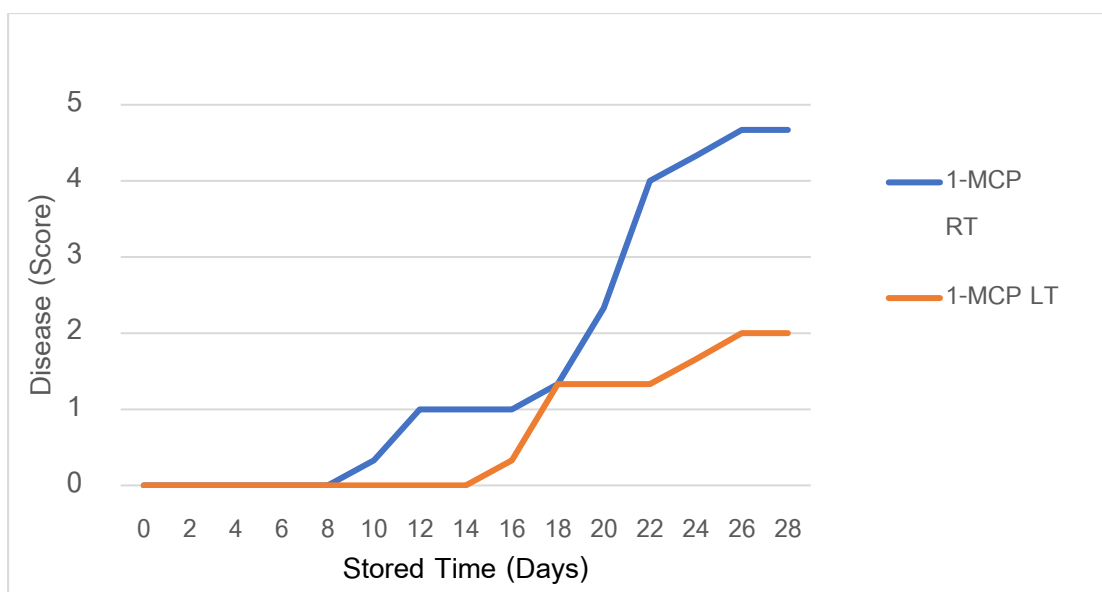
**ปริมาณแคโรทีนอยด์** ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชพบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแคโรทีนอยด์จะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.535 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด น้อยกว่ากรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแคโรทีนอยด์ 0.156 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง 58)

ตาราง 58 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ ของกล้วยหอมคาเวนดิช แบบหรีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment | Carotenoid (mg./100g.FW.)      |                    |                   |                   |                                |                                |                                |                                |
|-----------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|           | Day after stored               |                    |                   |                   |                                |                                |                                |                                |
|           | 0                              | 4                  | 8                 | 12                | 16                             | 20                             | 24                             | 28                             |
| 1-MCP RT  | 0.191 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>  | 0.019 $\pm$ 0.0012 | 0.186 $\pm$ 0.011 | 0.277 $\pm$ 0.031 | 0.501 $\pm$ 0.018 <sup>a</sup> | 0.178 $\pm$ 0.012 <sup>b</sup> | 0.234 $\pm$ 0.044 <sup>a</sup> | 0.156 $\pm$ 0.021 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT  | 0.174 $\pm$ 0.063 <sup>b</sup> | Na                 | Na                | Na                | 0.382 $\pm$ 0.014 <sup>b</sup> | 0.211 $\pm$ 0.023 <sup>a</sup> | 0.036 $\pm$ 0.023 <sup>b</sup> | 0.535 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup> |
| F-test    | *                              | ns                 | ns                | Ns                | *                              | *                              | *                              | *                              |
| %CV       | 2.54                           | 0.00               | 0.00              | 0.00              | 4.73                           | 11.45                          | 32.29                          | 2.41                           |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

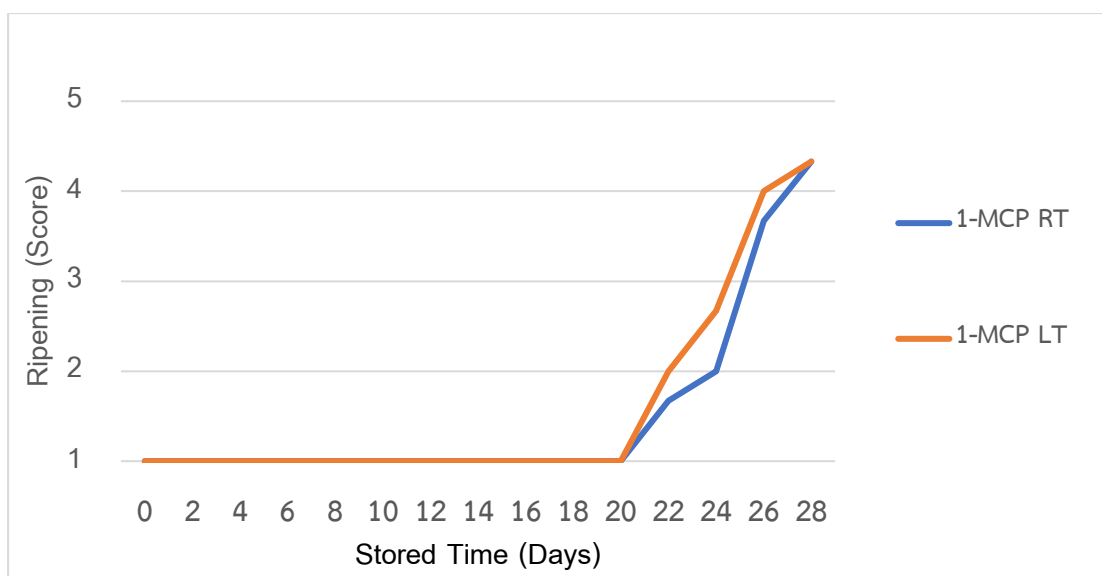
**คะแนนการเกิดโรค** คะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชมีการเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่า กล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้ว ย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนการเกิดโรค 2.00 คะแนน น้อยกว่ากล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนการเกิดโรค 4.67 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าการการเก็บรักษากล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีการเกิดโรคน้อยกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ภาพ 24)



ภาพ 25 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช  
แบบหวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
เป็นระยะเวลา 28 วัน

#### การสุกและอายุการเก็บรักษา

คะแนนการสุก และอายุของการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช โดยกล้วยหอมคาเวนดิชจะมีคะแนนการสุกเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่า การรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการสุกของกล้วยได้ อีกทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันยังส่งผลต่อการสุก โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีคะแนนการสุก 4.33 คะแนน มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 3.33 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) อีกทั้งอายุการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิสามารถเก็บรักษากล้วยได้ 28 วัน (ภาพ 26, 30)

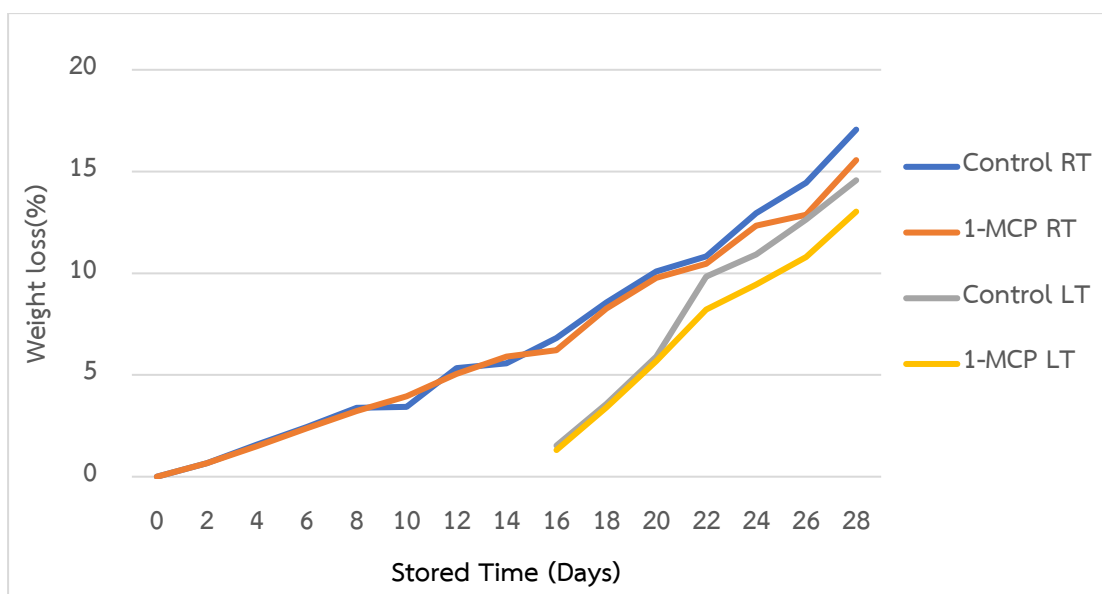


ภาพ 26 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวี  
ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และ  
อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
เป็นระยะเวลา 28 วัน

ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชแบบผล  
เดี่ยวที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

**การสูญเสียน้ำหนัก** การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษา 28 วัน  
จะมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยกรรมวิธีชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการ  
สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด 17.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่  
อุณหภูมิห้อง 15.56 เปอร์เซ็นต์ และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายออกมาเก็บรักษาที่  
อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP มีการสูญเสียน้อยที่สุด  
13.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกล้วยที่ไม่รม 1-MCP แต่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 14.57  
เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ภาพ 26)





ภาพ 27 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิช ผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

### ค่าสีเปลือก

ค่า  $L^*$  หรือค่าความสว่าง ถ้าหากค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 0 หมายถึงวัตถุมีสีทึบ ถ้าค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง ซึ่งการรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า  $L^*$  ได้ โดยทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาทั้ง 2 อุณหภูมิ มีค่า  $L^*$  อยู่ระหว่าง 65.04 – 75.11 ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษากล้วยชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า  $L^*$  มากที่สุด  $L^*$  74.76 รองลงมาคือชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $L^*$  70.03 และกรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $L^*$  น้อยที่สุด 68.94 และ กล้วยที่รม ด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 69.95 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 59)

ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดง-เขียว โดยถ้าหาก ค่า  $a^*$  เป็น (+) วัตถุมีสีออกแดง แต่ถ้าหากค่า  $a^*$  เป็น (-) วัตถุจะมีสีเขียว ซึ่งกล้วยหอมคาเวนดิชในช่วงวันแรกของการเก็บรักษาจะเห็นได้ว่าค่า  $a^*$  อยู่ในช่วง -14.04 – -14.01 แตกต่างกันทั้ง 2 อุณหภูมิที่เก็บรักษา แต่เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ค่า  $a^*$  ของเปลือกกล้วยจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าเปลือกกล้วยมีความเขียวลดลง โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่ากล้วยที่รมด้วย 1-MCP เก็บรักษาที่

อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $\alpha^*$  น้อยที่สุด  $-3.03$  รองลงมาคือกล้วย รมด้วย 1-MCP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า  $\alpha^*$  1.71 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยการรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า  $\alpha^*$  เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $\alpha^*$  มากที่สุด 3.54 (ตาราง 60)

ค่า  $b^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (+) วัตถุจะมีสีออกเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็น (-) วัตถุจะมีสีออกน้ำเงิน โดยค่า  $b^*$  ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า  $b^*$  มากที่สุด 32.66 เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP ทั้ง 2 อุณหภูมิมีโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า  $b^*$  เท่ากับ 25.43 และ กล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 26.36 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า  $b^*$  27.45 (ตาราง 61)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความสดของสี ยิ่งมีค่ามากสียิ่งสด โดยค่า chroma ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลี่ยนน้อยที่สุด มีค่า Chroma 29.78 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ อีกทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปลี่ยนแปลงของค่า Chroma มากกว่ากรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยมีค่า chroma 27.58 และ 26.57 ในกล้วยที่รมด้วย 1-MCP และชุดควบคุม (ตาราง 62)

ค่า hue เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของเฉดสี โดยค่า hue ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยวันที่ 28 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีการเปลี่ยนแปลงของค่า hue มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ มีค่า hue 78.41 อีกทั้งการรมด้วย 1-MCP และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า Hue ได้ โดยการรมด้วย 1-MCP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนของค่า hue น้อยที่สุด โดยมีค่า hue 96.49 รองลงมาคือกรรมวิธี รมด้วย 1-MCPแล้วนำมาเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง และชุดควบคุมที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีค่า Hue 86.90 และ 85.61 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตาราง 63)

ตาราง 59 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า L\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | L* (Banana peel)        |            |            |            |                         |                         |                         |                         |
|------------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | Day after stored        |            |            |            |                         |                         |                         |                         |
|            | 0                       | 4          | 8          | 12         | 16                      | 20                      | 24                      | 28                      |
| Control RT | 67.98±1.26 <sup>a</sup> | 66.35±2.20 | 74.37±0.39 | 66.70±0.88 | 68.87±3.87 <sup>b</sup> | 75.11±2.33 <sup>a</sup> | 71.87±1.69 <sup>a</sup> | 74.76±1.42 <sup>a</sup> |
| 1-MCP RT   | 67.98±1.25 <sup>a</sup> | 65.75±0.89 | 74.58±1.25 | 68.54±0.18 | 67.20±2.07 <sup>b</sup> | 73.01±2.28 <sup>a</sup> | 69.73±2.82 <sup>b</sup> | 69.95±2.62 <sup>b</sup> |
| Control LT | 65.04±0.06 <sup>b</sup> | Na         | Na         | Na         | 64.64±2.55 <sup>c</sup> | 69.29±1.26 <sup>b</sup> | 75.13±1.30 <sup>a</sup> | 70.03±1.46 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT   | 65.04±0.06 <sup>b</sup> | Na         | Na         | Na         | 69.79±2.54 <sup>a</sup> | 69.49±1.00 <sup>b</sup> | 67.30±1.16 <sup>c</sup> | 68.94±1.11 <sup>b</sup> |
| F-test     | ns                      | ns         | ns         | *          | *                       | *                       | *                       | *                       |
| %CV        | 4.22                    | 3.1        | 4.27       | 1.14       | 5.14                    | 3.10                    | 3.20                    | 3.02                    |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 60 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า a\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | a* (Banana peel) |             |            |             |                          |                         |                         |                         |
|------------|------------------|-------------|------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | Day after stored |             |            |             |                          |                         |                         |                         |
|            | 0                | 4           | 8          | 12          | 16                       | 20                      | 24                      | 28                      |
| Control RT | -14.04±1.27      | -12.62±0.93 | -6.04±1.17 | -11.08±1.56 | -7.31±1.19 <sup>a</sup>  | 1.72±0.12 <sup>a</sup>  | 3.14±2.59 <sup>a</sup>  | 3.54±0.25 <sup>a</sup>  |
| 1-MCP RT   | -14.04±1.28      | -12.24±0.64 | -7.28±1.50 | -10.42±1.47 | -7.82±1.07 <sup>a</sup>  | 0.57±0.20 <sup>a</sup>  | 2.57±1.10 <sup>a</sup>  | 1.71±0.13 <sup>b</sup>  |
| Control LT | -14.01±2.07      | Na          | Na         | Na          | -10.96±1.04 <sup>a</sup> | -8.00±2.24 <sup>b</sup> | -0.69±0.32 <sup>a</sup> | 1.95±0.11 <sup>b</sup>  |
| 1-MCP LT   | -14.01±2.07      | Na          | Na         | Na          | -13.34±2.52 <sup>b</sup> | -8.06±1.83 <sup>b</sup> | -7.50±2.10 <sup>b</sup> | -3.03±0.93 <sup>c</sup> |
| F-test     | ns               | ns          | ns         | Ns          | *                        | *                       | *                       | *                       |
| %CV        | 2.33             | 7.89        | 2.64       | 17.35       | 19.61                    | 7.16                    | 3.49                    | 1.91                    |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 61 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า b\* ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | b* (Banana peel)        |            |                         |            |                         |                         |                         |                         |
|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | Day after stored        |            |                         |            |                         |                         |                         |                         |
|            | 0                       | 4          | 8                       | 12         | 16                      | 20                      | 24                      | 28                      |
| Control RT | 26.95±1.60 <sup>b</sup> | 26.43±0.29 | 27.85±1.44 <sup>a</sup> | 26.10±1.91 | 28.28±3.44 <sup>a</sup> | 31.62±1.11 <sup>a</sup> | 29.86±2.50 <sup>a</sup> | 32.66±1.88 <sup>a</sup> |
| 1-MCP RT   | 26.95±1.60 <sup>b</sup> | 27.86±1.97 | 25.90±1.03 <sup>b</sup> | 25.50±2.50 | 25.80±0.27 <sup>b</sup> | 28.77±2.37 <sup>a</sup> | 24.79±0.41 <sup>b</sup> | 25.43±1.23 <sup>b</sup> |
| Control LT | 29.85±4.84 <sup>a</sup> | Na         | Na                      | Na         | 27.47±0.33 <sup>a</sup> | 25.91±0.57 <sup>b</sup> | 29.67±0.53 <sup>a</sup> | 27.45±2.26 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT   | 29.85±4.84 <sup>a</sup> | Na         | Na                      | Na         | 27.48±1.30 <sup>a</sup> | 24.49±0.55 <sup>b</sup> | 24.86±0.44 <sup>b</sup> | 26.36±0.52 <sup>b</sup> |
| F-test     | *                       | ns         | ns                      | Ns         | *                       | *                       | *                       | *                       |
| %CV        | 3.55                    | 6.34       | 9.08                    | 10.58      | 8.33                    | 6.11                    | 5.93                    | 7.06                    |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 62 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า chroma ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Chroma (Banana peel)    |            |            |            |                         |                          |                         |                         |
|------------|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | Day after stored        |            |            |            |                         |                          |                         |                         |
|            | 0                       | 4          | 8          | 12         | 16                      | 20                       | 24                      | 28                      |
| Control RT | 31.49±1.85 <sup>b</sup> | 29.62±0.75 | 29.10±2.52 | 27.85±2.83 | 28.07±2.41 <sup>c</sup> | 28.80±2.42 <sup>ab</sup> | 25.35±0.24 <sup>c</sup> | 26.23±1.12 <sup>b</sup> |
| 1-MCP RT   | 31.49±1.85 <sup>b</sup> | 29.13±0.50 | 29.32±1.79 | 28.26±1.25 | 32.68±1.89 <sup>a</sup> | 31.69±1.19 <sup>a</sup>  | 32.73±1.84 <sup>a</sup> | 29.78±2.36 <sup>a</sup> |
| Control LT | 33.12±0.53 <sup>a</sup> | Na         | Na         | Na         | 26.68±2.05 <sup>d</sup> | 25.83±0.81 <sup>b</sup>  | 26.12±0.48 <sup>c</sup> | 26.57±0.43 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT   | 33.12±0.53 <sup>a</sup> | Na         | Na         | Na         | 30.56±0.21 <sup>b</sup> | 26.27±1.13 <sup>b</sup>  | 29.66±0.52 <sup>b</sup> | 27.58±2.18 <sup>b</sup> |
| F-test     | *                       | ns         | ns         | Ns         | *                       | *                        | *                       | *                       |
| %CV        | 2.53                    | 2.64       | 13.92      | 9.57       | 7.49                    | 6.61                     | 5.46                    | 6.7                     |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 63 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่า hue ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | hue (Banana peel)              |                   |                   |                   |                                |                                |                                |                               |
|------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|            | Day after stored               |                   |                   |                   |                                |                                |                                |                               |
|            | 0                              | 4                 | 8                 | 12                | 16                             | 20                             | 24                             | 28                            |
| Control RT | 117.8 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>  | 115.17 $\pm$ 1.40 | 113.85 $\pm$ 3.46 | 113.39 $\pm$ 1.53 | 112.99 $\pm$ 0.76 <sup>b</sup> | 86.38 $\pm$ 2.42 <sup>b</sup>  | 88.15 $\pm$ 1.84 <sup>b</sup>  | 78.41 $\pm$ 1.60 <sup>c</sup> |
| 1-MCP RT   | 117.8 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>  | 114.82 $\pm$ 0.96 | 112.05 $\pm$ 3.08 | 115.60 $\pm$ 1.08 | 111.35 $\pm$ 0.43 <sup>b</sup> | 89.06 $\pm$ 1.19 <sup>b</sup>  | 86.62 $\pm$ 1.63 <sup>b</sup>  | 86.90 $\pm$ 2.43 <sup>b</sup> |
| Control LT | 115.03 $\pm$ 2.55 <sup>b</sup> | Na                | Na                | Na                | 115.88 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup> | 107.75 $\pm$ 1.13 <sup>a</sup> | 91.36 $\pm$ 0.63 <sup>b</sup>  | 85.61 $\pm$ 2.68 <sup>b</sup> |
| 1-MCP LT   | 115.03 $\pm$ 2.55 <sup>b</sup> | Na                | Na                | Na                | 111.46 $\pm$ 0.38 <sup>b</sup> | 108.02 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup> | 106.61 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup> | 96.49 $\pm$ 2.21 <sup>a</sup> |
| F-test     | *                              | ns                | ns                | Ns                | *                              | *                              | *                              | *                             |
| %CV        | 1.23                           | 1.27              | 3.55              | 1.42              | 3.36                           | 5.00                           | 3.44                           | 3.20                          |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**ค่าความแน่นเนื้อ** ค่าความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาโดยกล้วยในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการลดลงของความแน่นเนื้อน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีค่าความแน่นเนื้อ 9.68 และ 9.41 นิวตันตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยกรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทั้ง 2 กรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อมากที่สุด โดยการรมด้วย 1-MCP และชุดควบคุม มีค่าความแน่นเนื้อ 5.91 และ 1.98 นิวตันตามลำดับ (ตาราง 64)

ตาราง 64 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่าความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treat-<br>ment | Texture (N)                   |                               |                               |                               |                                |                               |                               |                              |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                | Day after stored              |                               |                               |                               |                                |                               |                               |                              |
|                | 0                             | 4                             | 8                             | 12                            | 16                             | 20                            | 24                            | 28                           |
| Control RT     | 42.33 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup> | 35.60 $\pm$ 1.74 <sup>b</sup> | 24.91 $\pm$ 1.29 <sup>b</sup> | 36.85 $\pm$ 0.54 <sup>b</sup> | 36.96 $\pm$ 0.70 <sup>b</sup>  | 31.06 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup> | 3.66 $\pm$ 0.23 <sup>d</sup>  | 1.98 $\pm$ 0.16 <sup>c</sup> |
| 1-MCP RT       | 42.33 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup> | 39.22 $\pm$ 2.43 <sup>a</sup> | 26.88 $\pm$ 0.59 <sup>a</sup> | 39.03 $\pm$ 0.76 <sup>a</sup> | 38.67 $\pm$ 0.14 <sup>ab</sup> | 36.58 $\pm$ 1.46 <sup>a</sup> | 7.89 $\pm$ 0.26 <sup>c</sup>  | 5.91 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup> |
| Control LT     | 39.51 $\pm$ 0.57 <sup>b</sup> | Na                            | Na                            | Na                            | 39.21 $\pm$ 1.01 <sup>a</sup>  | 29.31 $\pm$ 1.92 <sup>b</sup> | 29.72 $\pm$ 1.30 <sup>b</sup> | 9.41 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup> |
| 1-MCP LT       | 39.51 $\pm$ 0.57 <sup>b</sup> | Na                            | Na                            | Na                            | 34.48 $\pm$ 1.07 <sup>c</sup>  | 29.00 $\pm$ 1.63 <sup>b</sup> | 31.69 $\pm$ 0.93 <sup>a</sup> | 9.68 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup> |
| F-test         | *                             | *                             | *                             | *                             | *                              | *                             | *                             | *                            |
| %CV            | 2.11                          | 6.92                          | 4.73                          | 2.11                          | 2.70                           | 5.91                          | 5.51                          | 4.29                         |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

**ปริมาณกรดที่ไดเตรทได้** ปริมาณ TA มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา 28 วัน โดยชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการลดลงของปริมาณ TA มีค่า 1.06 เปอร์เซ็นต์ และการรมด้วย 1-MCP และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TA โดยการรมด้วย 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณ TA มากที่สุด 2.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) รองลงมา ชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และกรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TA 2.13 และ 1.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตาราง 65)

**ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้** ปริมาณ TSS ของกล้วยมีการเพิ่มขึ้นตลอดอายุของการเก็บรักษา โดยกล้วยในทุกกรรมวิธีในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณ TSS 0.33-0.35 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ โดยวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่าชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลง TSS มากที่สุด 4.16 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาคือชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 3.36 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) และการรมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของ TSS ทั้ง 2 อุณหภูมิที่เก็บรักษาโดยการเก็บที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมี TSS 2.00 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และ 2.83 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ของกล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตาราง 66)



ตาราง 65 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อค่าความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Titratable acidity (TA %) |                  |                  |                  |                  |                  |                     |                     |
|------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|
|            | Day after stored          |                  |                  |                  |                  |                  |                     |                     |
|            | 0                         | 4                | 8                | 12               | 16               | 20               | 24                  | 28                  |
| Control RT | $1.35\pm 0.00^a$          | $1.45\pm 0.08^a$ | $0.85\pm 0.08^b$ | $1.08\pm 0.09^b$ | $1.34\pm 0.13^b$ | $1.56\pm 0.21^a$ | $1.81\pm 0.15^a$    | $1.06\pm 0.30^c$    |
| 1-MCP RT   | $1.35\pm 0.00^a$          | $0.68\pm 0.08^b$ | $1.32\pm 0.08^a$ | $1.47\pm 0.05^a$ | $1.60\pm 0.05^a$ | $1.58\pm 0.15^a$ | $1.28\pm 0.00^b$    | $1.92\pm 0.00^b$    |
| Control LT | $1.28\pm 0.00^b$          | Na               | Na               | Na               | $1.28\pm 0.00^b$ | $0.64\pm 0.00^c$ | $0.85\pm 0.30^{bc}$ | $2.13\pm 0.30^{ab}$ |
| 1-MCP LT   | $1.28\pm 0.00^b$          | Na               | Na               | Na               | $1.28\pm 0.00^b$ | $1.28\pm 0.00^b$ | $0.64\pm 0.00^c$    | $2.56\pm 0.00^a$    |
| F-test     | *                         | *                | *                | *                | *                | *                | *                   | *                   |
| %CV        | 2.33                      | 3.24             | 8.87             | 7.04             | 6.55             | 12.79            | 18.01               | 13.60               |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 66 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Total soluble solids (% Brix) |                |                |                |                  |                  |                  |                  |
|------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|            | Day after stored              |                |                |                |                  |                  |                  |                  |
|            | 0                             | 4              | 8              | 12             | 16               | 20               | 24               | 28               |
| Control RT | $0.35\pm 0.00$                | $0.26\pm 0.05$ | $0.30\pm 0.00$ | $0.33\pm 0.05$ | $0.33\pm 0.05^a$ | $2.93\pm 0.05^a$ | $3.63\pm 0.05^a$ | $4.16\pm 0.34^a$ |
| 1-MCP RT   | $0.35\pm 0.00$                | $0.30\pm 0.00$ | $0.30\pm 0.00$ | $0.30\pm 0.00$ | $0.33\pm 0.05^a$ | $0.33\pm 0.05^b$ | $0.33\pm 0.05^c$ | $2.83\pm 0.28^c$ |
| Control LT | $0.33\pm 0.05$                | Na             | Na             | Na             | $0.23\pm 0.05^b$ | $0.30\pm 0.00^b$ | $2.60\pm 0.00^b$ | $3.36\pm 0.05^b$ |
| 1-MCP LT   | $0.33\pm 0.05$                | Na             | Na             | Na             | $0.20\pm 0.05^b$ | $0.20\pm 0.00^c$ | $0.33\pm 0.05^c$ | $2.00\pm 0.05^d$ |
| F-test     | ns                            | ns             | ns             | Ns             | *                | *                | *                | *                |
| %CV        | 1.65                          | 14.4           | 2.22           | 12.89          | 18.18            | 4.33             | 11.09            | 6.09             |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

### ปริมาณคลอโรฟิลล์

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ** ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชจะลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีสามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอได้ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.031 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) รองลงมาคือกล้วยในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 0.023 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 0.007 และ 0.004 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ของกรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP และชุดควบคุมตามลำดับ (ตาราง 67)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี** ปริมาณคลอโรฟิลล์ บีของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดของอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา กล้วยที่รมด้วย 1-MCP และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บีมากที่สุด มีค่า 0.086 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) รองลงมาคือกล้วยในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 0.066 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 0.009 และ 0.006 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ของกรรมวิธีที่รมด้วย 1-MCP และชุดควบคุมตามลำดับ (ตาราง 68)

**ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม** ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิชมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากที่สุดในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา โดยมีค่า 0.014 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) รองลงมาคือกล้วยในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม 0.011 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 69)

**ปริมาณแคโรทีนอยด์** ปริมาณแคโรทีนอยด์ของเปลือกกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่ามีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดของอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา กล้วยในชุดควบคุม และกล้วยที่รม ด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด 0.582 และ 0.569 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) รองลงมาคือกล้วยที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 0.184 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด และกล้วยในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแคโรทีนอยด์น้อยที่สุด เท่ากับ 0.063 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด (ตาราง 70)

ตาราง 67 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวنديชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Chlorophyll a (mg./100g.FW.) |                  |                   |                    |                    |                       |                    |                    |
|------------|------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|            | Day after stored             |                  |                   |                    |                    |                       |                    |                    |
|            | 0                            | 4                | 8                 | 12                 | 16                 | 20                    | 24                 | 28                 |
| Control RT | $0.057\pm 0.012^b$           | $0.063\pm 0.003$ | $0.010\pm 0.00^a$ | $0.011\pm 0.001^a$ | $0.023\pm 0.003^b$ | $0.086\pm 0.002^{ab}$ | $0.046\pm 0.001^c$ | $0.004\pm 0.001^c$ |
| 1-MCP RT   | $0.057\pm 0.012^b$           | $0.066\pm 0.002$ | $0.007\pm 0.00^b$ | $0.008\pm 0.002^b$ | $0.023\pm 0.002^b$ | $0.106\pm 0.002^a$    | $0.050\pm 0.001^b$ | $0.007\pm 0.001^c$ |
| Control LT | $0.100\pm 0.017^a$           | Na               | Na                | Na                 | $0.100\pm 0.000^a$ | $0.053\pm 0.001^b$    | $0.054\pm 0.000^b$ | $0.023\pm 0.003^b$ |
| 1-MCP LT   | $0.100\pm 0.017^a$           | Na               | Na                | Na                 | $0.090\pm 0.000^a$ | $0.086\pm 0.002^{ab}$ | $0.063\pm 0.003^a$ | $0.031\pm 0.002^a$ |
| F-test     | *                            | ns               | *                 | *                  | *                  | *                     | *                  | *                  |
| %CV        | 3.56                         | 4.44             | 4.71              | 19.21              | 12.61              | 3.3                   | 5.54               | 11.41              |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 68 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บีของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวنديชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Chlorophyll b (mg./100g.FW.) |                  |                    |                  |                    |                       |                    |                    |
|------------|------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
|            | Day after stored             |                  |                    |                  |                    |                       |                    |                    |
|            | 0                            | 4                | 8                  | 12               | 16                 | 20                    | 24                 | 28                 |
| Control RT | $0.025\pm 0.005$             | $0.018\pm 0.004$ | $0.024\pm 0.001^a$ | $0.022\pm 0.005$ | $0.066\pm 0.005^a$ | $0.020\pm 0.004^{ab}$ | $0.093\pm 0.001^b$ | $0.006\pm 0.002^c$ |
| 1-MCP RT   | $0.025\pm 0.005$             | $0.018\pm 0.003$ | $0.015\pm 0.00^b$  | $0.020\pm 0.003$ | $0.065\pm 0.004^a$ | $0.024\pm 0.004^a$    | $0.123\pm 0.001^a$ | $0.009\pm 0.002^c$ |
| Control CT | $0.025\pm 0.003$             | Na               | Na                 | Na               | $0.025\pm 0.001^b$ | $0.014\pm 0.003^b$    | $0.096\pm 0.002^b$ | $0.066\pm 0.008^b$ |
| 1-MCP CT   | $0.025\pm 0.003$             | Na               | Na                 | Na               | $0.027\pm 0.001^b$ | $0.021\pm 0.003^{ab}$ | $0.136\pm 0.006^a$ | $0.086\pm 0.003^a$ |
| F-test     | ns                           | na               | *                  | Ns               | *                  |                       | *                  | *                  |
| %CV        | 2.33                         | 2.34             | 6.50               | 22.64            | 8.21               | 22.22                 | 4.08               | 7.41               |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 69 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม ของเปลือกกล้วยหอม  
คาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $80\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้น  
สัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Total Chlorophyll (mg./100g.FW.) |                                |                   |                   |                                |                                 |                                |                                |
|------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|            | Day after stored                 |                                |                   |                   |                                |                                 |                                |                                |
|            | 0                                | 4                              | 8                 | 12                | 16                             | 20                              | 24                             | 28                             |
| Control RT | 0.034 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>   | 0.028 $\pm$ 0.006 <sup>b</sup> | 0.037 $\pm$ 0.002 | 0.035 $\pm$ 0.008 | 0.108 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup> | 0.032 $\pm$ 0.007 <sup>ab</sup> | 0.014 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> | 0.009 $\pm$ 0.001 <sup>c</sup> |
| 1-MCP RT   | 0.034 $\pm$ 0.005 <sup>b</sup>   | 0.030 $\pm$ 0.004 <sup>a</sup> | 0.025 $\pm$ 0.001 | 0.032 $\pm$ 0.005 | 0.106 $\pm$ 0.006 <sup>a</sup> | 0.039 $\pm$ 0.006 <sup>a</sup>  | 0.019 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup> | 0.014 $\pm$ 0.003 <sup>a</sup> |
| Control CT | 0.040 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>   | Na                             | Na                | Na                | 0.041 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> | 0.024 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>  | 0.015 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup> | 0.011 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>  |
| 1-MCP CT   | 0.040 $\pm$ 0.005 <sup>a</sup>   | Na                             | Na                | Na                | 0.044 $\pm$ 0.001 <sup>b</sup> | 0.034 $\pm$ 0.005 <sup>ab</sup> | 0.021 $\pm$ 0.009 <sup>a</sup> | 0.014 $\pm$ 0.004 <sup>a</sup> |
| F-test     | *                                | *                              | *                 | NS                | *                              | *                               | *                              | *                              |
| %CV        | 1.12                             | 2.23                           | 6.57              | 24.4              | 7.84                           | 22.14                           | 4.41                           | 7.40                           |

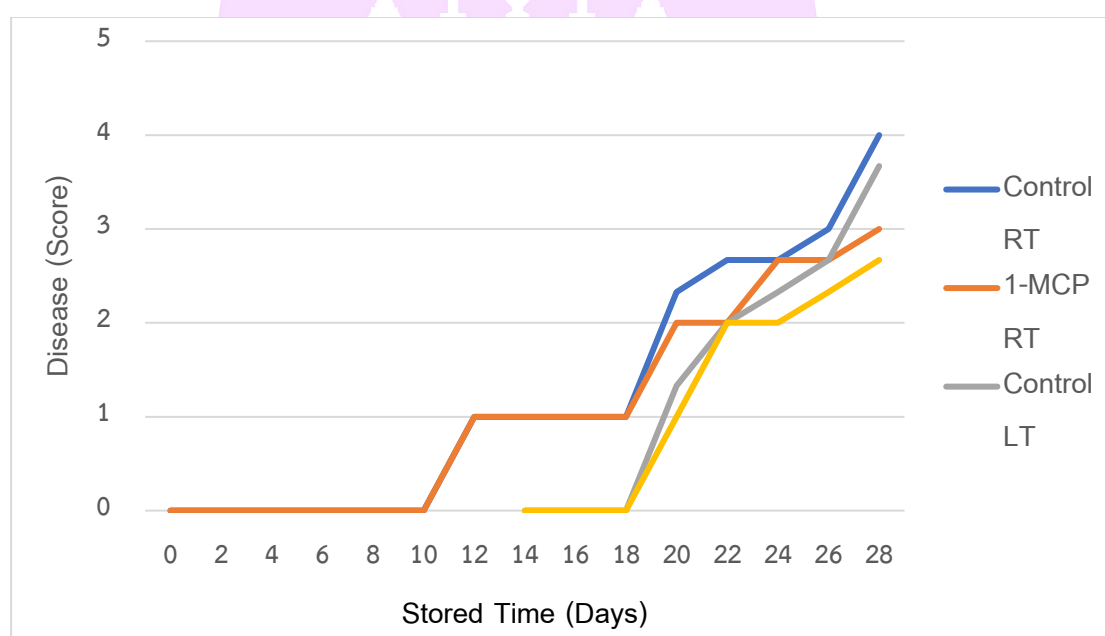
\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 70 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของกล้วยหอมคาเวนดิช  
ผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Carotenoid (mg./100g.FW.)     |                                |                                |                   |                                |                                 |                                |                                |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|            | Day after stored              |                                |                                |                   |                                |                                 |                                |                                |
|            | 0                             | 4                              | 8                              | 12                | 16                             | 20                              | 24                             | 28                             |
| Control RT | 0.191 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup> | 0.234 $\pm$ 0.016 <sup>a</sup> | 0.177 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup> | 0.213 $\pm$ 0.013 | 0.537 $\pm$ 0.016 <sup>a</sup> | 0.254 $\pm$ 0.017 <sup>b</sup>  | 0.159 $\pm$ 0.042 <sup>b</sup> | 0.063 $\pm$ 0.004 <sup>c</sup> |
| 1-MCP LT   | 0.191 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup> | 0.114 $\pm$ 0.021 <sup>b</sup> | 0.116 $\pm$ 0.012 <sup>b</sup> | 0.181 $\pm$ 0.015 | 0.517 $\pm$ 0.021 <sup>a</sup> | 0.268 $\pm$ 0.013 <sup>ab</sup> | 0.209 $\pm$ 0.037 <sup>a</sup> | 0.184 $\pm$ 0.002 <sup>b</sup> |
| Control LT | 0.174 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup> | Na                             | Na                             | Na                | 0.247 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup> | 0.167 $\pm$ 0.060 <sup>c</sup>  | 0.167 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup> | 0.569 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup> |
| 1-MCP CT   | 0.174 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup> | Na                             | Na                             | Na                | 0.198 $\pm$ 0.060 <sup>b</sup> | 0.315 $\pm$ 0.025 <sup>a</sup>  | 0.113 $\pm$ 0.005 <sup>c</sup> | 0.582 $\pm$ 0.011 <sup>a</sup> |
| F-test     | *                             | *                              | *                              | *                 | *                              | *                               | *                              | *                              |
| %CV        | 2.44                          | 13.31                          | 9.34                           | 8.58              | 11.02                          | 10.12                           | 3.27                           | 2.28                           |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

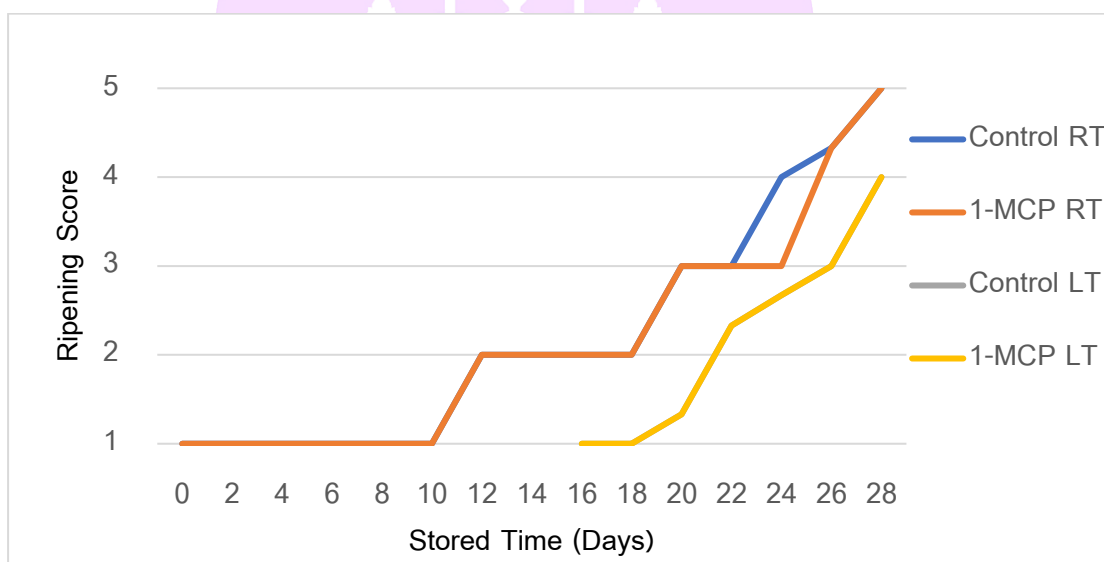
**คะแนนการเกิดโรค** กล้วยหอมคาเวนดิชมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนการเกิดโรคตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนการเกิดโรคน้อยที่สุด โดยมีคะแนนการเกิดโรค 2.67 คะแนน รองลงมาคือกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนการเกิดโรค 3.00 คะแนน และชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนการเกิดโรค 3.67 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่มีคะแนนการเกิดโรคมากที่สุด 4.00 คะแนน (ภาพ 27)



ภาพ 28 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิช  
ผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
เป็นระยะเวลา 28 วัน

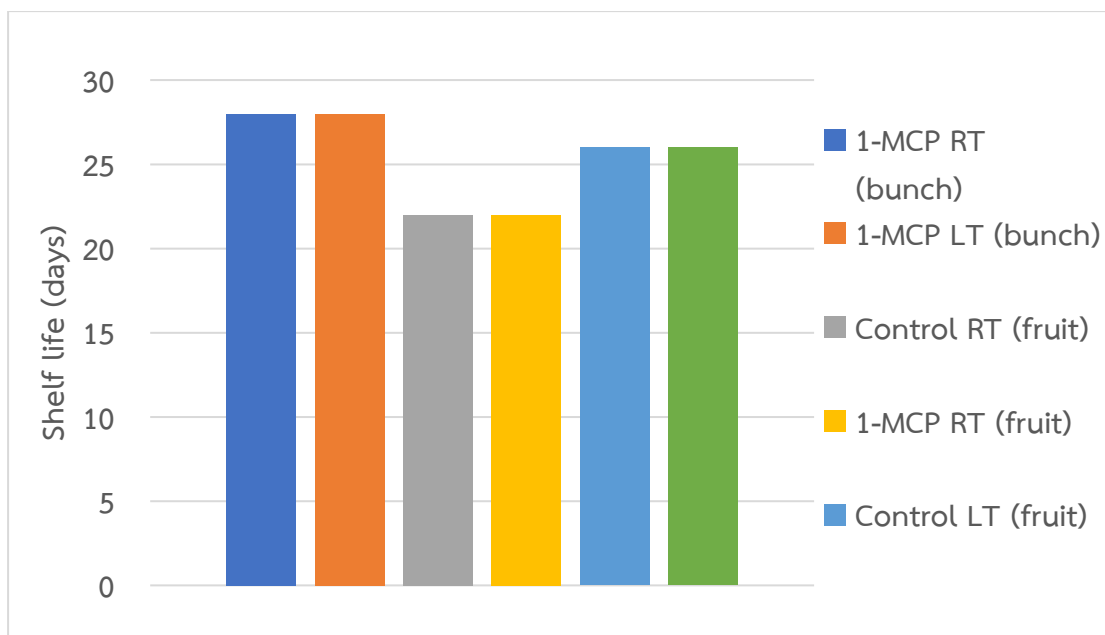
**การสุกและอายุการเก็บรักษา** คะแนนการสุก และอายุของการเก็บรักษา กล้วยหอมคาเวนดิช โดยกล้วยหอมคาเวนดิชจะมีคะแนนการสุกเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีคะแนน 4.00–5.00 คะแนน โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถชะลอการเพิ่มของคะแนนการสุกได้โดยมีคะแนนการสุก 4.00 คะแนน และกรรมวิธีที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้องมี

คะแนนการสุก 5.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) อีกทั้งกล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีมีคะแนนการสุก 3.00 คะแนนในวันที่ 26 ของการเก็บรักษา และกล้วยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีมีคะแนนการสุก 3.00 คะแนนในวันที่ 22 ของการเก็บรักษาซึ่งเป็นคะแนนของคุณภาพที่ยอมรับในการบริโภค โดยการเก็บรักษากกล้วยในรูปแบบผลเดี่ยวทั้งที่รมและไม่รม 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำมีอายุการเก็บรักษา 22-26 วัน ในขณะที่เป็นหวีสามารถเก็บรักษาได้นาน 28 วัน โดยการรมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 28 วัน ในรูปแบบหวี และ 26 วันในรูปแบบผลเดี่ยว (ภาพ 29, 30)



ภาพ 29 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิช แบบผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน





ภาพ 30 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่ออายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิช แบบหวี และผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน



## บทที่ 5

### บทสรุป

#### สรุปผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดของเชื้อราสาเหตุที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชในระยะต่าง ๆ และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุในห้องปฏิบัติการและคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย

1. กล้วยหอมคาเวนดิชเพื่อการส่งออก จะเก็บเกี่ยวที่ระดับความสุกแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ นำมาตัดเป็นหรีวย่อย ทำความสะอาดด้วยน้ำ คัดขนาด และคุณภาพตามที่ต้องการส่งออกกำหนดบรรจุผลกล้วยในกล่องกระดาษที่รองด้วยแผ่นโฟมอ่อน และถุงพลาสติก หลังจากนั้นบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ที่ควบคุมอุณหภูมิขนส่งด้วยรถบรรทุกไปยังท่าเรือเพื่อทำการขนส่งไปยังต่างประเทศ โดยมีระยะเวลาประมาณ 14-15 วัน โดยเชื้อราสาเหตุโรคหัวผลเน่าของกล้วยหอมคาเวนดิชที่พบมากที่สุด คือ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp.

2. การศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหย 8 ชนิดได้แก่ (กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา โหระพา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และไทม์) และระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย 4 ระดับ (0, 50, 100 และ 200 ไมโครลิตร) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา การ *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยไทม์ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครลิตรขึ้นไปต่อจานทดลอง (ขนาด 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ได้โดยมีอัตราการยับยั้ง 69.77 และ 69.59 เปอร์เซ็นต์

3. การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ ตะไคร้หอม และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 500-2,000 ppm พบว่าสามารถช่วยชะลอการสุกแก่ได้ โดยที่น้ำมันหอมระเหยไทม์ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 500-2,000 ppm เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้มากกว่า 12 วัน รวมทั้งช่วยชะลอการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนผิวหรีว ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ของผลกล้วยได้ดีกว่าชุดควบคุม

## การทดลองที่ 2 ศึกษาหาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมของการรมด้วยสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

การรมกล้วยหอมคาเวนดิชด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 3 ppm. เป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 6 ชั่วโมง พบว่าระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการรมด้วย 1-MCP มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา โดยที่การรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงขึ้นไปสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของกล้วยได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 30 วัน ขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษาได้ 22 วัน

## การทดลองที่ 3 ศึกษาชนิดของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมคาเวนดิช

การใช้สารดูดซับเอทิลีนชนิดต่าง ๆ 3 ชนิด คือ Befresh®, Greenkeeper® และ 3%  $\text{KMnO}_4$  พบว่า สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และ Greenkeeper® สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของกล้วยหอมได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และสามารถชะลอการสุกได้ประมาณ 20 วันของการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับกรรมวิธีชุดควบคุมที่เก็บรักษาได้ 16 วัน

## การทดลองที่ 4 ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

การรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ 500 ไมโครลิตร เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง, การรม 1-MCP ความเข้มข้น 3 ppm เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันพบว่ากรรมวิธี 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ และเคมีได้ดีที่สุด โดยสามารถเก็บรักษากล้วยได้เป็นระยะเวลา 28 วัน ขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษาได้ 22 วัน

## การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช ที่เก็บรักษาไว้ที่ 2 ระดับอุณหภูมิ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช

การรมกล้วยหอมคาเวนดิชด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 3 ppm ระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุลงในกล่องกระดาษในรูปแบบหวี และถุง Polypropylene (PP) ในรูปแบบผลเดี่ยว และทำการเก็บรักษาอุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน พบว่ากล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่เก็บรักษาทั้งรูปแบบหวี และผลเดี่ยวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ และเคมีได้ดีกว่าชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และการรมด้วย

1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 28 วัน ในรูปแบบหวี และ 26 วันในรูปแบบผลเดี่ยว

### อภิปรายผลการวิจัย

การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมคาเวนดิชของผู้ประกอบการในพื้นที่อำเภोजันทบุรี จังหวัดพะเยา พบว่ากล้วยหอมคาเวนดิชหลังจากเก็บเกี่ยวจะนำมาเก็บรักษาที่ตู้คอนเทนเนอร์ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่ากล้วยที่เก็บรักษาจะมีการสุกเพิ่มขึ้น กล้วยมีเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีหลายอย่าง เช่น เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก ค่าสีเปลือก ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเกิดโรค ซึ่งเกิดจากการผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก และการสังเคราะห์น้ำตาล (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) กล้วยเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit เมื่อผลสุกจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล ความแน่นเนื้อลดลง เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์บนเปลือกกล้วยทำให้แคโรทีนอยด์ที่มีปรากฏออกมาเกิดการเปลี่ยนสีผิวเปลือกและสีเนื้อของกล้วย เกิดกลิ่นธรรมชาติและรสชาติ ทำให้กล้วยสุก (Lizada, et al., 1990)

การศึกษานิคมของเชื้อราที่พบในกล้วยหอมคาเวนดิชโดยทำการบ่มกล้วยให้มีความชื้นในกล่องพลาสติก โดยสามารถแยกเชื้อสาเหตุที่พบได้ โดยมีเชื้อราสกุล *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ถูกพบมากที่สุดซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมคาเวนดิช ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติ เมืองตุ้ม, (2567) ได้ทำการศึกษาเรื่องประสิทธิภาพชี้เป้ากลบชะลอการสุกของผลไม้ผสมกานพลูอัดเม็ดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคข้าวหวีเน่าในกล้วยหอมทองพบว่าเชื้อราก่อโรคจากข้าวหวีกล้วยหอมทองที่เป็นโรคด้วยวิธี tissue transplanting และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยเทคนิค slide culture พบว่า เชื้อราสาเหตุโรคข้าวหวีเน่าที่คัดแยกจากข้าวหวีกล้วยหอมทอง ได้แก่ *Fusarium* sp. จำนวน 3 ไอโซเลต *Colletotrichum* sp. จำนวน 1 ไอโซเลต และ *Lasiodiplodia* sp. จำนวน 1 ไอโซเลต เช่นเดียวกับงานวิจัยของ (Joybundit, 2016; Kamel, Cortesi, & Saracchi, 2016) ที่คัดแยกเชื้อราก่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวในกล้วย พบเชื้อ *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp. และ *Lasiodiplodia* sp. ซึ่งเป็นเชื้อราก่อโรคที่มีความสำคัญต่อการสร้างความเสียหายของกล้วยหอมทอง โดยเชื้อสาเหตุของโรคส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่มีลักษณะของการทำลายแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือการเข้าทำลายแบบแฝง และการเข้าทำลายขณะเก็บเกี่ยว หรือหลังการเก็บเกี่ยว ในการเข้าทำลายแบบแฝงนั้นผลกล้วยจะได้รับเชื้อราขณะผลยังดิบอยู่ เชื้อราจะผ่านเข้าไปยังทางคิวดิ

เคลือบโดยตรง และพักตัวอยู่ในรูปของเส้นใยทำให้ยากต่อการควบคุม เมื่อกล้วยสุกเชื้อราจะเจริญทำให้อาการของโรคปรากฏขึ้นในภายหลัง ส่วนการเข้าทำลายในระยะเก็บเกี่ยวจะทำให้เกิดโรคทันทีหลังจากผลกล้วยได้รับเชื้อ การเข้าทำลายมักเกิดบริเวณบาดแผล โรคข้าวผลเน่าจัดเป็นโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจของกล้วยเป็นอันดับต้น ๆ และเป็นปัญหาที่สำคัญในการส่งออกกล้วยของประเทศไทย (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2545)

การศึกษาประสิทธิภาพของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 8 ชนิดคือ กานพลู อบเชย สะระแหน่ กะเพรา โหระพา ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และไทม์) และระดับความเข้มข้น 4 ระดับ 0, 50, 100 และ 200 ไมโครลิตรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. โดยการรมด้วยไอของน้ำมันหอมระเหยในจานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตรพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากไทม์ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครลิตรต่อจานทดลองสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Lasiodiplodia* spp. และ *Fusarium* spp. ได้ดีที่สุด 69.77 และ 69.59 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Himanshu, A., Abhishek, S. and Satyawati, S., 2023 ได้ทำการศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยไทม์และสารสกัดจากชะเอมเทศต่อการยับยั้งเชื้อก่อโรคในพริกหยวกพบว่า น้ำมันหอมระเหยไทม์ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium oxysporum*. ได้ 89.9 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงการศึกษาของ Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). อีกทั้งการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของน้ำมันหอมระเหยไทม์, ไนซิน และการผสมผสานเพื่อควบคุมลิสทีเรียโมโนไซโทจีนัสที่เพาะไว้ในเนื้อปลาพบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากไทม์ที่ระดับ 0.8, 1.2 % และนิลินที่ระดับ 500 หรือ 1000 IU/g สามารถลดจำนวนการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ได้ 2 log CFU/g. ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาซึ่งน้ำมันหอมระเหยไทม์มีสารกลุ่มฟีนอลิกที่ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และสารต้านอนุมูลอิสระ Chutintrasri, (2011) ซึ่งน้ำมันหอมระเหยไทม์มีฤทธิ์คือต้านเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อรา และแบคทีเรีย โดยไทม์จะไปทำลายผนังเซลล์แบคทีเรียและเชื้อรา ทำให้เกิดความเสียหายที่ผนังเซลล์ จึงหยุดการเจริญหรือการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ได้ (นฤมล มาแทน, 2550)

การศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm. เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพกล้วยหอมคาเวนดิชได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งการผลิตเอทิลีนของกล้วยในระหว่างการเก็บรักษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวีณพล และวาสนา, 2558 ได้ทำการศึกษาการใช้ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 6 ชั่วโมง สามารถชะลอการสุกแก่ของกล้วยไข่พระ



ตะบองได้เป็นระยะเวลา 12 วัน และ กัลป์ยาภัสร์ คำบัว และคณะ (2563) ได้ศึกษาการใช้ 1-MCP ต่อการสุกของกล้วยน้ำว้าพบว่าการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 1,000 ppb ระยะเวลาการรม 1 ชั่วโมงสามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยน้ำว้าได้ 12 วันซึ่งการรมด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 500 ppb ขึ้นไปมีผลต่อการชะลอตัวของสีเปลือกซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hershkovitz, Saguy and Pesis (2005) พบว่า 1-MCP มีผลในการช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และชะลอการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังนั้นจากการศึกษาการใช้ 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้ และกล้วยหอมคาเวนดิชมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักตลอดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากการคายน้ำ หายใจ และการเก็บรักษาทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก (दनัย บุญยเกียรติ, 2540; Wills et al., 1998) นอกจากนั้นกล้วยหอมคาเวนดิชรมด้วย 1-MCP มีความแน่นเนื้อมากกว่าชุดควบคุม และการรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5 ppm สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของกรดที่ไ้เตเตรทได้ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุม สอดคล้องกับของการใช้ 1-MCP ต่อความแน่นเนื้อและปริมาณกรดที่ไ้เตเตรทได้ในแอปเปิ้ลในระหว่างการเก็บรักษา (Watkins, et al; Mir et al., 2001) อีกทั้งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบวากล้วยหอมคาเวนดิชที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP ตั้งแต่ 0.5 ppm. สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นได้ดีกว่าชุดควบคุม

การศึกษาผลของสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชโดยใช้สารดูดซับเอทิลีน Befresh®, Greenkeeper® และสารดูดซับเอทิลีนที่ผลิตเอง 3%  $\text{KMnO}_4$  พบว่าสารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชได้ โดยสีของเปลือกกล้วยก่อนการเก็บรักษามีค่าอยู่ในกลุ่มสีเขียว และกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยสารดูดซับเอทิลีนทุกชนิดสามารถเก็บรักษาได้ 24 วัน ซึ่งสารดูดซับเอทิลีนมีส่วนช่วยในการชะลอการสุก และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ของกล้วยหอมคาเวนดิชได้แสดงให้เห็นว่าสารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก และการใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการสุกได้ (จริงแท้ ศิริพาณิชย์, 2549) และสารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการสุก และช่วยยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้มากกว่า 20 วัน ซึ่งมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีนเก็บรักษาได้ 16 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอภิญญา แสงศิริโรจน์, สุขปา เนตรประดิษฐ์ และกฤติกา ดันประเสริฐ (2554) ได้ศึกษาการเก็บรักษากล้วยหอมทองบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีสารดูดซับเอทิลีน มีการสูญเสีย น้ำหนักน้อยกว่ากล้วยที่บรรจุภัณฑ์ปกติ ซึ่งลักษณะปรากฏยังเป็นที่ยอมรับได้โดยไม่แสดงของการเหี่ยวของเปลือก ปริมาณกรดที่ไ้เตเตรทได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า



กล้วยหอมคาเวนดิชทุกกรรมวิธีมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากระหว่างการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งให้เป็นน้ำตาล ทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับรายงานของเกษกานต์ เกษโกมล (2545) โดยเอทิลีนจะเร่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลไม้ได้รวดเร็วขึ้นทั้งสีผิว ความแน่นเนื้อของผลไม้ และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในพืช และการใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งการใช้สารดูดซับเอทิลีนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 24 วันซึ่งมากกว่าชุดควบคุม รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณชน สีนบุตร และสุจิตรา สีนบุญการณ (2557) ได้ศึกษาการใช้สารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมทองและกล้วยไข่ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคุณภาพผลผลิต ความแน่นเนื้อของชุดควบคุมมีแนวโน้มลดลงมากกว่าการใช้สารดูดซับเอทิลีน และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยจากสีเขียวเป็นสีเหลือง แสดงให้เห็นว่าก๊าซเอทิลีนกระตุ้นให้กล้วยสุกเร็วขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

ศึกษาการใช้น้ำมันหอมระเหยโทม, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® และการใช้ร่วมกันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิช พบว่าการรมด้วย 1-MCP ระดับความเข้มข้น 3 ppm ระยะเวลา 3 ชั่วโมง และการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยโทม 1-MCP และสารดูดซับเอทิลีน Befresh® สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมคาเวนดิชได้ดีที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้ 28 วันในขณะที่ชุดควบคุมเก็บรักษาได้ 24 วัน ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของจารุวรรณ บางแวก และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษากล้วยไข่ที่รมด้วย 1-MCP 500 ppb และการใช้สารดูดซับเอทิลีนจำนวน 2 และ 3 ซองต่อกล่อง นาน 21 วันพบว่า สามารถลดอัตราการหายใจ และการยับยั้งการผลิตเอทิลีนได้ 3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร และการใช้ 1-MCP ความเข้มข้นที่สูงขึ้นอาจช่วยชะลอการสุกของกล้วยหลังบ่มได้ดีกว่าการรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้นน้อย ๆ และการใช้สาร 1-MCP ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนสามารถชะลอการสุกของกล้วยไข่ได้ดี การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยไข่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปวีณพล คุณารูป (2558) ได้ศึกษาการรม 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppb เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงของกล้วยไข่พระตะบองมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเปลือกน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่ชุดควบคุมสามารถมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา เนื่องจาก 1-MCP เป็นสารยับยั้งการผลิตเอทิลีน โดยมีโครงสร้างคล้ายกับเอทิลีน จึงมีความสามารถในการจับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ได้ดีกว่าเอทิลีนถึง 10 เท่าทำให้ตัวรับเอทิลีนไปจับกับสาร 1-MCP แทนการจับกับเอทิลีนส่งผลต่อการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกทำให้การสุกของผลไม้ถูกยับยั้งสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น

(Blankenship and Dole, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับของวิจัยของ Gang M. et al., (2009) ศึกษาผลของ 1-MCP ต่อยับยั้งการผลิดของเอทิลีนในการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวของบรอกโคลีพบว่า 1-MCP มีผลชะลอการเกิดสีเหลืองของดอกย่อยโดยยับยั้งการหลั่งเอทิลีนออกสู่ภายนอกของบรอกโคลีโดย 1-MCP มีบทบาทสำคัญในขั้นตอนของการลดเสื่อมสลายตามอายุของดอกบรอกโคลีสำหรับการยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเปลือกกล้วยจะมีการเพิ่มขึ้นจากการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ Tucker, (1993) ความแน่นเนื้อของกล้วยหอมคาเวนดิช พบว่าการใช้ 1-MCP สามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อของกล้วยได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรัตนวรรณ จันทร์ศิริธร และศิริชัย กัลป์ยานรัตน์ (2550) รายงานว่า 1-MCP สามารถชะลอการนิ่มของกล้วยไข่ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 20 วัน ส่วนคุณภาพทางเคมีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี เช่นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย 1-MCP สามารถชะลอการสุกได้ดีเมื่อเทียบกับชุดควบคุมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษณ์ สงวนพวง และคณะ (2554) พบว่ากล้วยไข่ที่รมด้วย 1-MCP มีปริมาณเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. (2545). *คู่มือสมุนไพร และเครื่องเทศ ชุดที่ 3 พืชสมุนไพรน้ำมันหอมระเหย (Essential oil)*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- กฤษณ์ สงวนพวก, วรณภา ภูทรัพย์, สมศักดิ์ ครามโชติ และศิริชัย กัลยาณรัตน์. (2554). ผลของวัยต่อการเก็บรักษาของมะละกอพันธุ์เรดมาราดอล. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 42(3), 267-270.
- กัลยาณัฏฐ์ คำบัว, เกศินี แสงศรีจันทร์, จันทกานต์ กล้าหาญ, นพมาศ ชุมภูมิ, ทัศนีย์ คำจันทร์ วงศ์, อัยลดา เตือนโธสง และธีรณัฐ เจริญกิจ. (2563). ผลของ 1-Methycyclopropene ต่อการสุกของกล้วยน้ำว้า. *วารสารผลิตกรรมการเกษตร*, 2(3), 83-93.
- กิตติ เมืองด้อม. (2567). ประสิทธิภาพชี้เข้ากลีบชะลอการสุกของผลไม้ผสมกานพลูอัดเม็ดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคข้าวหิวเน่าในกล้วยหอมทอง. *RMUTSB Academic Journal*, 12(2), 262-274.
- งามทิพย์ ภูโรดม. (2538). *ก้าชกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร*. ลินคอร์นโปรโมชัน.
- จริงแท้ ศิริพานิช. (2544). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จริงแท้ ศิริพานิช. (2546). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- จริงแท้ ศิริพานิช. (2549). *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช*. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จารุวรรณ บางแวก, บุญญวดี จิระวุฒิ, ชุตินา วิจิตรจิตต์, คมจันทร์ สรงจันทร์, งามพิศ สุดเสนห์ และเกษศิริ ฉันทพิยะพูน. (2559). การจัดการกล้วยไข่ภายหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาคุณภาพและปลอดภัยคาร์บอนไดออกไซด์ในการส่งออกปาสาธารณรัฐประชาชนจีน. ใน *รายงานผลงานวิจัยโครงการวิจัยด้านการเกษตร ปี 2559* (หน้า 11-24). โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรา ณ หนองคาย. (2534). *เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และดอกไม้*. สำนักพิมพ์แมสพับลิชชิง.
- จุไรรัตน์ แสงสวัสดิ์. (ม.ป.ป.). *น้ำมันหอมระเหย*. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2563, จาก <http://thongphaphum.kanchanaburi.doa>

- ฐานข้อมูลเครื่องยาสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2553). *เครื่องยา*. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2563, จาก <http://www.thaicrudedrug.com/main.php>
- ณิฏฐ์ศิริ สุขสุวรรณ. (2545). การวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพไม้ตัดดอกหลังการเก็บเกี่ยว. ใน *การประชุมวิชาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 5*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ดนัย บุญเกียรติ. (2540). *สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดนัย บุญเกียรติ. (2548). *การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ทิพวรรณ เกิดศิริ. (2554). อิทธิพลของอายุสารดูดซับเอทิลีน และสัดส่วนของ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่อการพัฒนาการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. เชียงใหม่.
- ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์, เจริญ ขุนพรม, สมนึก ทองบ่อ, ยุพิน อ่อนศิริ และพรณี ศรีสวัสดิ์. (2549). ผลของอุณหภูมิต่ำและการใช้สารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผล มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์. *วารสารข่าวศูนย์ฯ*, 20(1), 9–13.
- นิภา ทรงคุณเกียรติ. (2540). การเก็บรักษาผลผลิตพืชสวน. *วารสารเกษตรก้าวหน้า*, 2(2), 38–44.
- นุติ เจริญกิจ. (2554). การเปลี่ยนแปลงไซโตไคนิน ออกซิน คาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารหลักที่สัมพันธ์กับการออกดอกนอกฤดูของลิ้นจี่บนพื้นที่สูง [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. เชียงใหม่.
- บุณรา บุญวรากล. (2545). อิทธิพลของชนิดภาชนะบรรจุ อัตราการไหลของก๊าซ O<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub> สารดูดซับเอทิลีน และสารดูดความชื้น ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง].
- บุษรินทร์ ท้วมแก้ว, วิพรพรรณ เนืองเม็ก และวาสนา พิทักษ์พล. (2562). ประสิทธิภาพของการรมด้วยไอน้ำมันหอมระเหยโหระพา อบเชย ยูคาลิปตัส ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, และ *Penicillium citrinum* ในดอกจ๊วแห้ง. *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 11*, นครศรีธรรมราช.
- เบญจมาศ ศิลาชัย. (2545). *กล้วย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจมาศ ศิลาชัย. (2559). กล้วยพืชเศรษฐกิจเงินล้าน. *วารสารเคหการเกษตร*, 40(5), 77–79.

- ปทุม อรุณวัชรินทร์, อาภากร สุภาพิพัฒน์, & และจิตติรี ราชตะนพันธ์. (2550). *การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้ อาหารเน่าเสียของน้ำมันหอมระเหยสมุนไพรไทย*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพันธ์ บุญกลินขจร. (2526). *การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด* (เอกสารประกอบการอบรม). สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ.
- ปวีณพล คุณารูป และวาสนา พิทักษ์พล. (2558). ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพิลีนต่อการชะลอการสุกและคุณภาพกัล้วยกรอบของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบอง. *วารสารแก่นเกษตร*, 4(1), 126-131.
- เปรม ณ สงขลา. (2559). กล้วยหอมคาเวนดิชในเมืองไทย. *วารสารเคหการเกษตร*, 40(5), 66-67.
- พิชญดา ฉายแสง. (2552). *การผลิตและสารสร้างเสริมมูลค่าของน้ำมันหอมระเหยจากเศษไม้เทพทาร์* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. กรุงเทพฯ.
- รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร และศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์. (2550). ผลของ 1-MCP ต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของกล้วยไข่. *การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 5* (หน้า 151), กรุงเทพฯ.
- วรราชชน สี่บุตร และสุจิตร์ สืบนุกาณ์. (2557). ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพของกล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ระหว่างการเก็บรักษา. *วารสารเกษตรราชภัฏ*, 13(1), 53-62.
- วัชรวิทย์ รัชมี, ปัทมณวิษญ์ เย็นจิตต์, ศรัณยา เฟ่งผล และวาริน อินทนา. (2563). ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการควบคุมโรคราดำที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Aspergillus niger* ของเห็ดนางฟ้าภูฐาน (*Pleurotus pulmonarius*). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 38(2), 185-192.
- วัฒนา วิริวุฒิการ. (2540). เทคนิค CAP/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร. *วารสารอาหาร*, 27(4), 278-281.
- วารุณี วารัญญานนท์, & Takashi, H. (2540). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหารในประเทศญี่ปุ่น. *วารสารอาหาร*, 27(1), 1-5.
- สรคุณสมุนไพร. (2554ก). *กะเพรา*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563, จาก [http://www.rspq.or.th/plant\\_data/herb\\_11.htm](http://www.rspq.or.th/plant_data/herb_11.htm)
- สรคุณสมุนไพร. (2554ข). *โหระพา*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563, จาก [http://www.rspq.or.th/herb/herb\\_06\\_10.htm](http://www.rspq.or.th/herb/herb_06_10.htm)



- สรรคุณสมุนไพโร. (2554ค). *ยูคาลิปตัส*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563, จาก [http://www.rspq.or.th/herb/herb\\_25\\_2.htm](http://www.rspq.or.th/herb/herb_25_2.htm)
- สังคม เตชะวงศ์เสถียร. (2536). *วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สายชล เกตุษา. (2538). *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- สายชล เกตุษา. (2555). การใช้ 1-Methylcyclopropene กับผลิตผลพืชสวนสดหลังการเก็บเกี่ยว. *วารสารราชบัณฑิตยสถาน*, 37(1), 111-121.
- สายสมร ลาลอง และพงษ์นรินทร์ ยอดสิงห์. (2559). การใช้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่พบบนแผ่นยางพารา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 18(1), 30-38.
- สุทธาสนี บุญคง และมูทิตา มินุ่น. (2558). ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและการประเมินอายุการวางจำหน่ายผักชี. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 46(295-298).
- อภิญญา แสงศิริโรจน์, สุขปา เนตรประดิษฐ์ และกฤติกา ต้นประเสริฐ. (2554). การเคลือบสารดูดซับเอทิลีนบนแผ่นกระดาษ เพื่อยืดอายุการเก็บและกันกระแทกกล้วยหอมทอง. *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4* (หน้า 341- 348), กรุงเทพฯ.
- อรทัย วงศ์เมธา. (2544). *อิทธิพลของอายุ สารดูดซับเอทิลีน และสัดส่วนของ CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub> ต่อการพัฒนาการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง]*. กรุงเทพฯ.
- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35(1), 177-183.
- Abdullah, H., Rohaya, M. A., & Zaipun, M. Z. (1985). Physio-chemical changes during maturation and after ripening of banana (*Musa sapientum* cv. Embun). *Materials Research Bulletin*, 13(9), 341-347.
- Areas, J. A., & Lajolo, F. M. (1981). Starch transformation during banana ripening the phospholyase and phosphatase behavior in *Musa accuonata*. *Food Biochem*, 5, 19-37.
- Arora, H., Sharma, A., & Sharma, S. (2023). Thyme essential oil fostering the efficacy of



- aqueous extract of licorice against fungal phytopathogens of *Capsicum annuum* L. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 135(6), 466–473.
- Ayoub, S. S., Botting, R. M., Goorha, S., Colville–Nash, P. R., Willoughby, D. A., & Ballou, L. R. (2004). Acetaminophen–induced hypothermia in mice is mediated by a prostaglandin endoperoxide synthase 1 gene–derived protein. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 101(30), 11165–11169.
- Blankenship, S. (2001). Ethylene effects and the benefits of 1–MCP. *Perishables Handling Quarterly*, 108, 2–4.
- Budri, P. E., Silva, N. C., Bonsaglia, E. C., Fernandes Júnior, A., Araújo Júnior, J. P., Doyama, J. T., Gonçalves, J. L., Santos, M. V., Fitzgerald–Hughes, D., & Rall, V. L. (2015). Effect of essential oils of *Syzygium aromaticum* and *Cinnamomum zeylanicum* and their major components on biofilm production in *Staphylococcus aureus* strains isolated from milk of cows with mastitis. *Journal of Dairy Science*, 98(9), 5899–5904.
- Chawla, S., & Thakur, M. (2013). Overview of mint (*Mentha* L.) as a promising health–promoting Herb. *International Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 5(6), 73–80.
- Clendennen, S. K., & May, G. D. (1997). Differential gene expression in ripening banana fruit. *Plant Physiol*, 115(2), 463–469.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research. (1972). *Banana ripening Guide*. CSIRO.
- Di Pasqua, R., Betts, G., Hoskins, N., Edwards, M., Ercolini, D., & Mauriello, G. (2007). Membrane toxicity of antimicrobial compounds from essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4863–4870.
- Ebani, V. V., Nardoni, S., Bertelloni, F., Tosi, G., Massi, P., Pistelli, L., & Mancianti, F. (2019). In Vitro Antimicrobial Activity of Essential Oils Against *Salmonella enterica* Serotypes Enteritidis and Typhimurium Strains Isolated from Poultry. *Molecules*, 24(5).
- Garcia, E., & Lajolo, F. M. (1988). Starch transformation during banana ripening: The amylase and glucosidase behavior. *Food Sciences*, 53(4), 1181–1186.
- Golding, J. B., Shearer, D. S., Wyllie, G., & McGlasson, W. B. (1988). Application of 1–MCP and propylene to identify ethylene–dependent ripening processes in mature banana

- fruit. *Postharvest Biology*, 14, 87–97.
- Gowen, S. R. (1995). *Bananas and Plantains*. Chapman and Hall.
- Hatton, T. T., & Reeder, W. F. (1972). Development of 'Lula' avocados stored in controlled atmospheres with or without ethylene. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97, 339–343.
- HersHKovitz, V., Saguy, S. I., & Pesis, E. (2005). Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3), 252–264.
- Jahani, M., Pira, M., & Aminifard, M. H. (2020). Antifungal effects of essential oils against *Aspergillus niger* in vitro and in vivo on pomegranate (*Punica granatum*) fruits. *Scientia Horticulturae*, 264, 109188.
- Joybundit, R. (2016). *Comparative analysis of methods for controlling fruit rot disease of Hom Thong bananas during storage* [Master's thesis, Kasetsart University]. Bangkok.
- Kamel, M., Cortesi, P., & Saracchi, M. (2016). Source and spread of fungal pathogens causing crown rot disease in organic bananas.
- Kang, J.-H., & Song, K. B. (2018). Inhibitory effect of plant essential oil nanoemulsions against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella Typhimurium* on red mustard leaves. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 447–454.
- Lizada, M. C. C., Pantastico, E. B., Shukor, A. R., & Sabari, S. D. (1990). Ripening of Banana: Changes during ripening in banana. *Banana: fruit development, postharvest physiology handling and marketing in ASEAN* (pp. 65–84), Kuala Lumpur.
- Loesecke, H. V. (1950). *Bananas* (2nd ed.). Interscience.
- Ma, G., Wang, R., Wang, C.-R., Kato, M., Yamawaki, K., Qin, F.-f., & Xu, H.-L. (2009). Effect of 1-methylcyclopropene on expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors in post-harvest broccoli. *Plant Growth Regulation*, 57(3), 223–232.
- Ma, Y.-N., Xu, F.-R., Chen, C.-J., Li, Q.-Q., Wang, M.-Z., Cheng, Y.-X., & Dong, X. (2019). The beneficial use of essential oils from buds and fruit of *Syzygium aromaticum* to combat pathogenic fungi of *Panax notoginseng*. *Industrial Crops and Products*, 133,

185–192.

- Mkaddem, M., Bouajila, J., Ennajar, M., Lebrihi, A., Mathieu, F., & Romdhane, M. (2009). Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha* (*longifolia* L. and *viridis*) essential oils. *Journal of Food Sciences*, 74(7), M358–363.
- Mondal, M., & Khalequezzman, M. (2010). Toxicity of naturally occurring compounds of plant essential oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Biological Sciences*, 10, 10–17.
- Pudpila, U., Khempaka, S., Molee, W., & Hormta, C. (2011). Comparison of Distillation Methods of *Mentha cordifolia* Opiz. Essential Oil on Antibacterial Activity for Application Use in Animal Feeds. *Journal of Agricultural Science and Technology: B*, 1, 239–243.
- Ranasinghe, L., Jayawardena, B., & Abeywickrama, K. (2005). An integrated strategy to control post-harvest decay of Embul banana by combining essential oils with modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Science and Technology*, 40(1), 97–103.
- Ryugo, K. (1988). *Fruit Culture: Its Science and Art*. Wiley.
- Saensuk, M. (2010). *Medicinal plant: holy basil, sweet basil, hary basil and Peppermint*. Plan B.
- Satekge, T. K., & Magwaza, L. S. (2020). The Combined Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and Ethylene on Green-life and Postharvest Quality of Banana Fruit. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1539–S1551.
- Simmonds, N. W. (1966). *Banana*. Longman Group.
- Skog, L. J., Blom, T. S., Digweed, B., Fraser, B. H., & Brown, W. (2001). A survey of ethylene contamination in Ontario's floriculture industry and the evaluation of 1-methylcyclopropene and an ethylene absorber as potential solutions. *Bioscience Reports*, 17, 43–52.
- Soonthornchareonnon, N., & Ruangwiset, N. (2008). *Analysis–research quality of Thai medicinal plant*. Concept medicus.
- Sutherland, C. (2025). Rare earth recovery using metal–organic frameworks: advances, challenges, and future directions. *Academia Environmental Sciences and*

*Sustainability*, 2(2), 1–11.

Swiader, M., & McCollum, J. P. (1992). *Producing Vegetable Crops*. Illinois Interstate Printer and Publishers.

Tucker, G. A. (1993). *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman and Hall.

Watkins, C. B., Nock, J. F., & Whitaker, B. D. (2000). Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(1), 17–32.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals* (6th ed.). CABI.

Wyman, H., & Palmer, J. K. (1964). Organic Acids in the Ripening Banana Fruit. *Plant Physiol*, 39(4), 630–633.

Zagory, D., & Kader, A. A. (1998). Modified atmosphere packaging for fresh produce. *Food Technology*, 42(9), 70.





ภาคผนวก

ตาราง 71 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความแตกต่างกัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | Weight loss (%)   |                   |                 |                 |                 |                      |                      |
|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|
|                     | Day after storage |                   |                 |                 |                 |                      |                      |
|                     | 0                 | 2                 | 4               | 6               | 8               | 10                   | 12                   |
| Control             | 0.00              | $1.15 \pm 0.17^b$ | $2.81 \pm 0.35$ | $3.80 \pm 0.57$ | $7.25 \pm 0.58$ | $11.50 \pm 0.33^a$   | $14.11 \pm 0.90^a$   |
| Thyme 500 ppm       | 0.00              | $1.53 \pm 0.11^b$ | $2.67 \pm 0.60$ | $3.83 \pm 0.28$ | $4.70 \pm 0.16$ | $6.99 \pm 0.24^{bc}$ | $8.29 \pm 0.40^{bc}$ |
| Thyme 1000 ppm      | 0.00              | $1.54 \pm 0.08^b$ | $2.66 \pm 0.64$ | $3.60 \pm 0.18$ | $4.41 \pm 0.22$ | $6.45 \pm 0.29^{bc}$ | $7.61 \pm 0.58^c$    |
| Thyme 2000 ppm      | 0.00              | $1.30 \pm 0.09^b$ | $2.49 \pm 0.07$ | $3.74 \pm 0.23$ | $4.47 \pm 0.28$ | $7.22 \pm 0.34^{bc}$ | $8.80 \pm 0.32^{bc}$ |
| Citronella 500 ppm  | 0.00              | $2.58 \pm 0.55^a$ | $3.55 \pm 0.17$ | $4.49 \pm 0.81$ | $5.13 \pm 0.78$ | $7.19 \pm 0.93^{bc}$ | $7.80 \pm 0.11^c$    |
| Citronella 1000 ppm | 0.00              | $1.64 \pm 0.65^b$ | $2.76 \pm 0.75$ | $3.69 \pm 0.83$ | $5.16 \pm 0.32$ | $7.59 \pm 0.14^b$    | $9.18 \pm 0.47^b$    |
| Citronella 2000 ppm | 0.00              | $1.49 \pm 0.41^b$ | $2.80 \pm 0.69$ | $3.56 \pm 0.21$ | $4.55 \pm 0.35$ | $6.89 \pm 0.37^{bc}$ | $7.91 \pm 0.71^c$    |
| Clove 500 ppm       | 0.00              | $1.55 \pm 0.25^b$ | $3.00 \pm 0.23$ | $3.54 \pm 0.61$ | $4.35 \pm 0.82$ | $6.81 \pm 0.95^{bc}$ | $7.71 \pm 0.61^c$    |
| Clove 1000 ppm      | 0.00              | $1.36 \pm 0.04^b$ | $2.39 \pm 0.40$ | $3.39 \pm 0.10$ | $4.31 \pm 0.22$ | $6.33 \pm 0.22^c$    | $7.63 \pm 0.47^c$    |
| Clove 2000 ppm      | 0.00              | $1.68 \pm 0.27^b$ | $2.82 \pm 0.10$ | $3.81 \pm 0.50$ | $4.69 \pm 0.66$ | $6.77 \pm 0.67^{bc}$ | $7.82 \pm 0.70^c$    |
| F-test              | ns                | *                 | ns              | ns              | ns              | *                    | *                    |
| %CV                 | 0.00              | 24.88             | 17.91           | 13.76           | 10.09           | 8.74                 | 7.99                 |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant.



ตาราง 72 คะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | Disease Score     |      |                   |                    |                    |                    |                    |
|---------------------|-------------------|------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                     | Day after storage |      |                   |                    |                    |                    |                    |
|                     | 0                 | 2    | 4                 | 6                  | 8                  | 10                 | 12                 |
| Control             | 0.00              | 0.00 | 1.33 <sup>b</sup> | 2.33 <sup>b</sup>  | 3.00 <sup>a</sup>  | 3.33 <sup>a</sup>  | 4.33 <sup>a</sup>  |
| Thyme 500 ppm       | 0.00              | 0.00 | 1.00 <sup>c</sup> | 2.33 <sup>b</sup>  | 3.00 <sup>a</sup>  | 3.00 <sup>ab</sup> | 3.67 <sup>ab</sup> |
| Thyme 1000 ppm      | 0.00              | 0.00 | 1.67 <sup>a</sup> | 2.67 <sup>ab</sup> | 3.00 <sup>a</sup>  | 3.00 <sup>ab</sup> | 3.33 <sup>b</sup>  |
| Thyme 2000 ppm      | 0.00              | 0.00 | 1.67 <sup>a</sup> | 3.00 <sup>a</sup>  | 3.00 <sup>a</sup>  | 3.00 <sup>ab</sup> | 3.00 <sup>b</sup>  |
| Citronella 500 ppm  | 0.00              | 0.00 | 1.67 <sup>a</sup> | 2.67 <sup>ab</sup> | 2.67 <sup>ab</sup> | 2.67 <sup>b</sup>  | 2.67 <sup>bc</sup> |
| Citronella 1000 ppm | 0.00              | 0.00 | 1.00 <sup>c</sup> | 2.33 <sup>b</sup>  | 2.33 <sup>b</sup>  | 2.30 <sup>bc</sup> | 2.33 <sup>c</sup>  |
| Citronella 2000 ppm | 0.00              | 0.00 | 1.00 <sup>c</sup> | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  |
| Clove 500 ppm       | 0.00              | 0.00 | 1.00 <sup>c</sup> | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  |
| Clove 1000 ppm      | 0.00              | 0.00 | 1.00 <sup>c</sup> | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>c</sup>  |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant.

การเกิดโรคที่ชั่วผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนชั่วผลตามวิธีของพิกุล นุชนวลรัตน์ (2559)

0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนชั่วผล

1 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา น้อยกว่า 10% บนชั่วผล

2 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนชั่วผล

3 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนชั่วผล

4 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนชั่วผล

5 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนชั่วผล

ตาราง 73 คะแนนการสุก และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วย  
น้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จากนั้น  
นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

| Treatment           | Ripening Score    |      |                   |                   |                   |                   |                  | Shelf life<br>days |
|---------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|
|                     | Day after storage |      |                   |                   |                   |                   |                  |                    |
|                     | 0                 | 2    | 4                 | 6                 | 8                 | 10                | 12               |                    |
| Control             | 1.0               | 1.0  | 1.33 <sup>a</sup> | 2.7 <sup>a</sup>  | 3.9 <sup>a</sup>  | 4.1 <sup>a</sup>  | 4.8 <sup>a</sup> | 8                  |
| Thyme 500 ppm       | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 1.6 <sup>c</sup>  | 2.2 <sup>c</sup>  | 2.3 <sup>b</sup>  | 2.7 <sup>c</sup> | ≥12                |
| Thyme 1000 ppm      | 1.0               | 1.0  | 1.7 <sup>b</sup>  | 1.8 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.3 <sup>b</sup>  | 2.5 <sup>c</sup> | ≥12                |
| Thyme 2000 ppm      | 1.0               | 1.0  | 1.7 <sup>b</sup>  | 2.2 <sup>b</sup>  | 2.8 <sup>b</sup>  | 3.5 <sup>ab</sup> | 4.0 <sup>b</sup> | 12                 |
| Citronella 500 ppm  | 1.0               | 1.0  | 1.7 <sup>b</sup>  | 2.7 <sup>a</sup>  | 3.4 <sup>b</sup>  | 3.8 <sup>a</sup>  | 4.2 <sup>b</sup> | 11                 |
| Citronella 1000 ppm | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 2.3 <sup>b</sup>  | 3.5 <sup>ab</sup> | 3.9 <sup>a</sup>  | 4.3 <sup>b</sup> | 10                 |
| Citronella 2000 ppm | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup> | ≥12                |
| Clove 500 ppm       | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup> | ≥12                |
| Clove 1000 ppm      | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup> | ≥12                |
| Clove 2000 ppm      | 1.0               | 1.0  | 1.0 <sup>c</sup>  | 2.00 <sup>b</sup> | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.0 <sup>c</sup> | ≥12                |
| F-test              | ns                | ns   | *                 | *                 | *                 | *                 | *                |                    |
| %CV                 | 0.00              | 0.00 | 9.08              | 5.47              | 17.56             | 11.29             | 8.54             |                    |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant.

การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัทร์ และคณะ, 2563

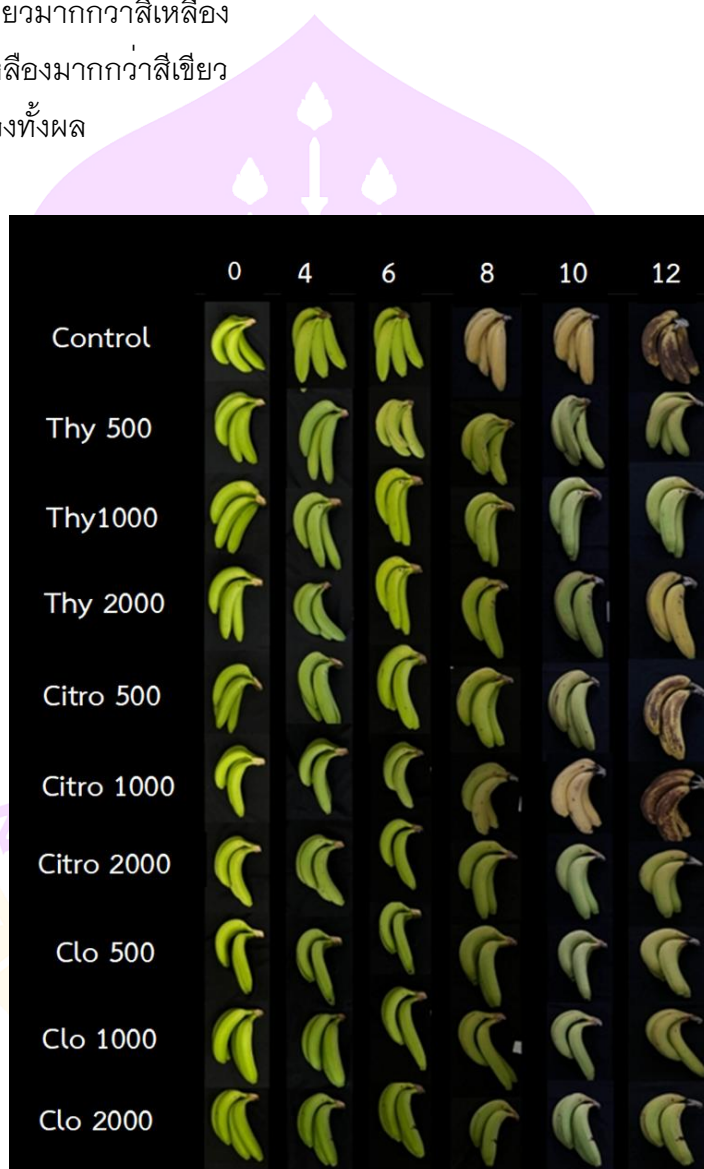
1= สีเขียวสด

2= สีเขียวอ่อน

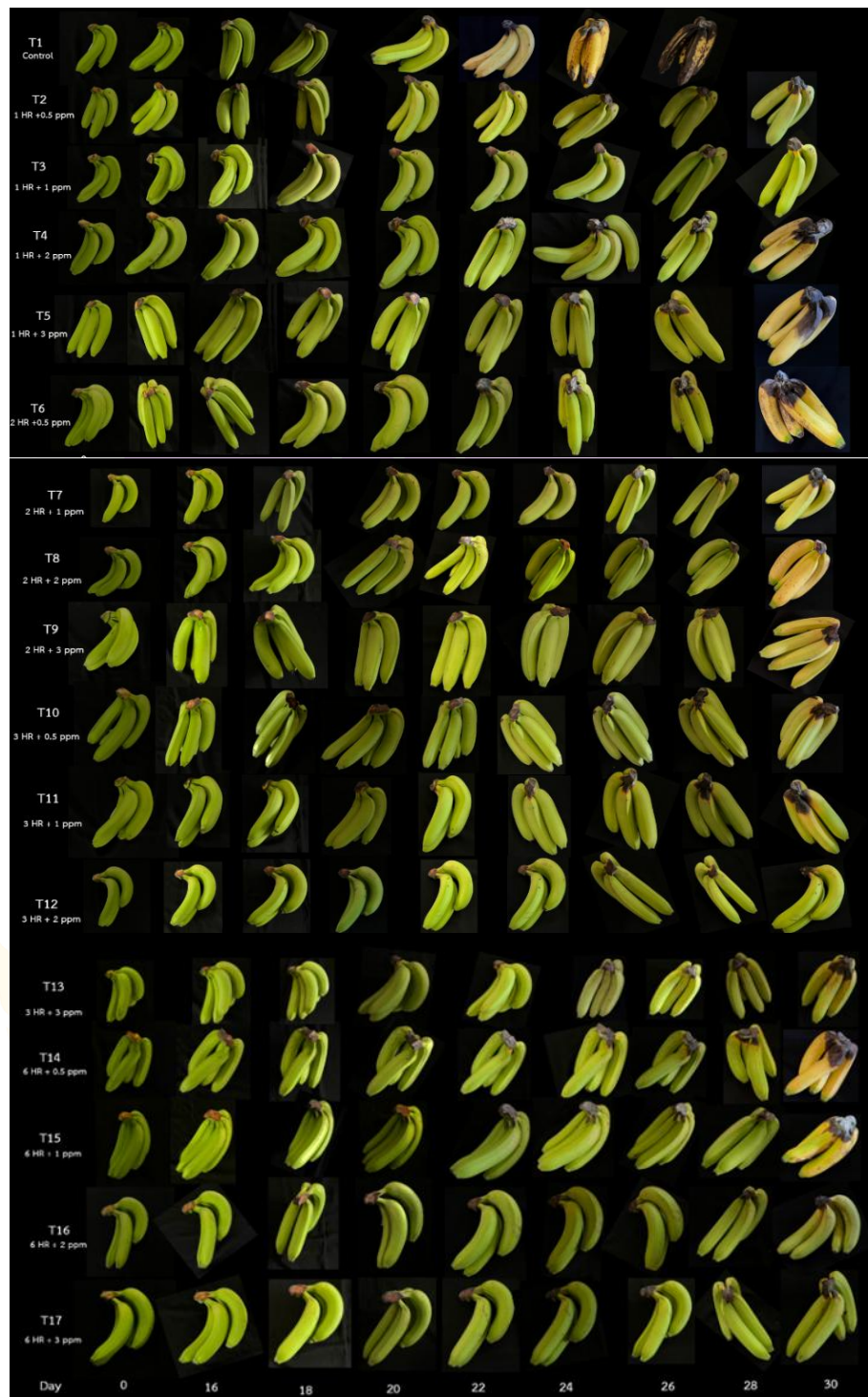
3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง

4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว

5=เหลืองทั้งผล



ภาพ 31 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดต่าง ๆ และระดับความเข้มข้น ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน



ภาพ 32 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน

ตาราง 74 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอม  
คาเวนดิชที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  
 $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment            | Weight loss (%)  |           |           |           |           |           |           |           |                        |                         |                        |                        |                         |  |
|----------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--|
|                      | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |                         |                        |                        |                         |  |
|                      | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18                      | 20                     | 22                     | 24                      |  |
| Control              | 0.00±0.000       | 0.50±0.05 | 0.67±0.08 | 0.85±0.07 | 1.09±0.12 | 1.23±0.12 | 1.46±0.16 | 1.82±0.16 | 2.08±0.14 <sup>a</sup> | 3.03±0.20 <sup>a</sup>  | 4.09±0.23 <sup>a</sup> | Na                     | Na                      |  |
| Befresh®             | 0.00±0.000       | 0.50±0.08 | 0.71±0.04 | 0.91±0.06 | 1.15±0.07 | 1.31±0.07 | 1.53±0.10 | 1.73±0.10 | 1.93±0.11 <sup>b</sup> | 2.43±0.17 <sup>b</sup>  | 2.39±0.29 <sup>b</sup> | 3.05±0.29 <sup>b</sup> | 3.24±0.30 <sup>b</sup>  |  |
| Green-keeper®        | 0.00±0.000       | 0.49±0.06 | 0.71±0.09 | 0.91±0.13 | 1.07±0.14 | 1.20±0.15 | 1.39±0.17 | 1.56±0.17 | 1.88±0.19 <sup>c</sup> | 2.75±0.33 <sup>ab</sup> | 2.81±0.58 <sup>b</sup> | 3.44±0.48 <sup>a</sup> | 3.59±0.58 <sup>ab</sup> |  |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 0.00±0.000       | 0.50±0.06 | 0.76±0.13 | 0.99±0.14 | 1.17±0.12 | 1.35±0.13 | 1.57±0.12 | 1.76±0.12 | 1.94±0.12 <sup>b</sup> | 2.43±0.21 <sup>b</sup>  | 2.47±0.37 <sup>b</sup> | 3.06±0.37 <sup>b</sup> | 3.87±0.22 <sup>a</sup>  |  |
| F-test               | ns               | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | Ns        | ns        | *                      | *                       | *                      | *                      | *                       |  |
| %CV                  | 0.00             | 15.68     | 16.19     | 13.9      | 12.63     | 11.52     | 10.87     | 9.79      | 8.96                   | 10.83                   | 10.82                  | 10.71                  | 10.14                   |  |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable

ตาราง 75 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บ  
รักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$  เปอร์เซ็นต์  
เป็นระยะเวลา 24 วัน

| Treatment            | Disease Score    |            |            |            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                         |                         |  |
|----------------------|------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
|                      | Day after stored |            |            |            |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                         |                         |  |
|                      | 0                | 2          | 4          | 6          | 8                      | 10                     | 12                     | 14                     | 16                     | 18                     | 20                     | 22                      | 24                      |  |
| Control              | 0.00±0.00        | 0.00±0.000 | 0.00±0.000 | 0.00±0.001 | 0.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.33±0.47 <sup>a</sup> | 2.00±0.81 <sup>a</sup> | 3.33±0.81 <sup>a</sup> | 3.33±0.94 <sup>a</sup> | 4.33±0.47 <sup>a</sup> | 5.00±0.00 <sup>a</sup> | Na                      | Na                      |  |
| Befresh®             | 0.00±0.00        | 0.00±0.000 | 0.00±0.000 | 0.00±0.001 | 0.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.33±0.47 <sup>a</sup> | 1.67±0.41 <sup>b</sup> | 2.23±0.41 <sup>b</sup> | 2.23±0.24 <sup>b</sup> | 3.00±0.41 <sup>b</sup> | 3.33±1.24 <sup>c</sup> | 3.33±0.94 <sup>ab</sup> | 4.00±0.81 <sup>ab</sup> |  |
| Green-keeper®        | 0.00±0.00        | 0.00±0.000 | 0.00±0.000 | 0.00±0.000 | 0.67±0.05 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.67±0.47 <sup>b</sup> | 2.00±0.47 <sup>b</sup> | 2.00±0.47 <sup>b</sup> | 2.00±0.81 <sup>c</sup> | 2.00±0.81 <sup>d</sup> | 2.33±1.24 <sup>b</sup>  | 3.66±0.47 <sup>b</sup>  |  |
| 3% KMnO <sub>4</sub> | 0.00±0.00        | 0.00±0.000 | 0.00±0.000 | 0.00±0.001 | 0.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 2.00±0.24 <sup>b</sup> | 2.33±0.24 <sup>b</sup> | 2.33±0.24 <sup>b</sup> | 3.00±0.41 <sup>b</sup> | 4.00±0.81 <sup>b</sup> | 4.33±0.94 <sup>ab</sup> | 5.00±0.00 <sup>a</sup>  |  |
| F-test               | ns               | ns         | ns         | ns         | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                       | *                       |  |
| %CV                  | 0                | 0          | 0          | 0          | 3.15                   | 3.49                   | 6.49                   | 5.29                   | 5.29                   | 4.39                   | 3.48                   | 3.26                    | 13.07                   |  |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na = not applicable



การเกิดโรคที่ชั่วผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนชั่วผลตามวิธีของฟิกล นุชนวลรัตน์ (2559)

0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนชั่วผล

1 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อราน้อยกว่า 10% บนชั่วผล

2 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนชั่วผล

3 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนชั่วผล

4 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนชั่วผล

5 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนชั่วผล

ตาราง 76 ผลของสารดูดซับเอทิลีนต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน

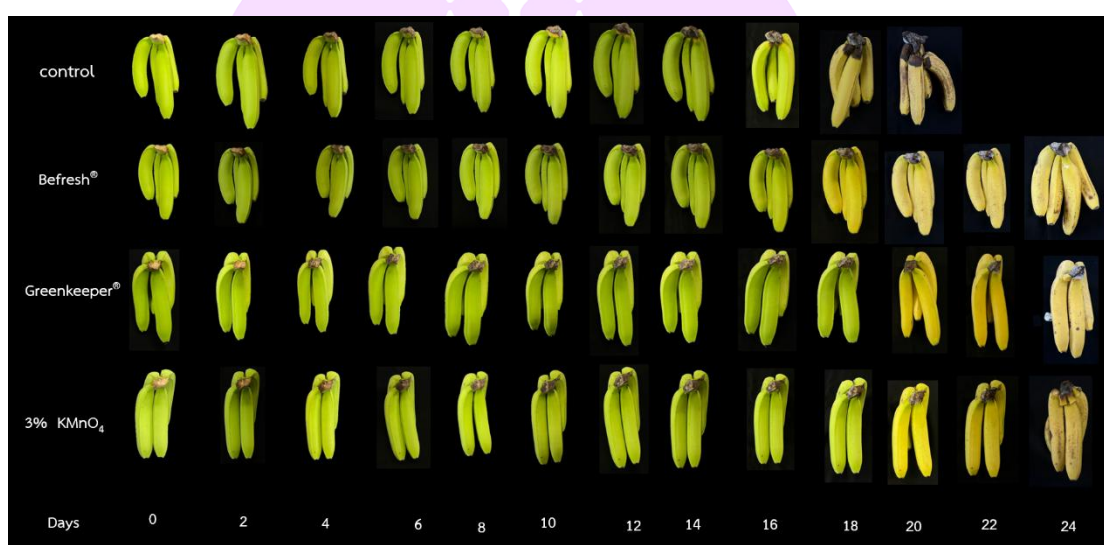
| Treat-<br>ment       | Ripening Score   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | Shelf<br>life<br>(Days) |     |
|----------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------|-----|
|                      | Day after stored |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |                         |     |
|                      | 0                | 2       | 4       | 6       | 8       | 10      | 12      | 14      | 16      | 18      | 20      | 22      | 24      |                         |     |
| Control              | 00±0.00          | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 33±0.47 | 67±0.47 | 33±0.47 | 00±0.00 | Na      | Na      | 16                      |     |
| Befresh®             | 00±0.00          | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 67±0.47 | 67±0.47 | 67±0.47 | 33±0.47 | 33±0.47 | 33±0.47 | 00±0.00 | ≥20                     |     |
| Green-<br>keeper®    | 00±0.00          | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 67±0.23 | 67±0.47 | 00±0.00 | 33±0.47 | 00±0.00 | ≥20                     |     |
| 5% KMnO <sub>4</sub> | 00±0.00          | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 00±0.00 | 33±0.47 | 67±0.47 | 00±0.00                 | ≥20 |
| F-test               | ns               | ns      | ns      | ns      | ns      | ns      | *       | *       | *       | *       | *       | *       | ns      |                         |     |
| %CV                  | 0.00             | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 2.47    | 2.72    | 2.22    | 16.21   | 12.24   | 10.9    | 1.77    |                         |     |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable



การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัทร์ และคณะ, 2563

- 1= สีเขียวสด
- 2= สีเขียวอ่อน
- 3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง
- 4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว
- 5=เหลืองทั้งผล



ภาพ 33 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่ใช้สารดูดซับเอทิลีนชนิดต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 24 วัน (กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม, กรรมวิธีที่ 2 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Befresh®, กรรมวิธีที่ 3 สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า Greenkeeper® และกรรมวิธีที่ 4 สารดูดซับเอทิลีน 3%  $\text{KMnO}_4$ )

ตาราง 77 การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Weight loss (%)   |                         |                          |                         |                         |                        |                        |                        |
|----------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                      | Days after stored |                         |                          |                         |                         |                        |                        |                        |
|                      | 0                 | 16                      | 18                       | 20                      | 22                      | 24                     | 26                     | 28                     |
| Control              | 0.00±0.00         | 0.61±0.24 <sup>ab</sup> | 1.01±0.14 <sup>abc</sup> | 1.97±0.43 <sup>a</sup>  | 2.76±0.18 <sup>ab</sup> | 3.56±0.26 <sup>a</sup> | Na                     | Na                     |
| Thyme                | 0.00±0.00         | 0.56±0.04 <sup>ab</sup> | 1.04±0.06 <sup>abc</sup> | 1.71±0.14 <sup>ab</sup> | 2.97±0.14 <sup>a</sup>  | 3.80±0.20 <sup>a</sup> | Na                     | Na                     |
| 1-MCP                | 0.00±0.00         | 0.40±0.09 <sup>ab</sup> | 0.80±0.14 <sup>bc</sup>  | 1.12±0.16 <sup>bc</sup> | 1.56±0.19 <sup>d</sup>  | 1.88±0.21 <sup>b</sup> | 2.78±0.29 <sup>b</sup> | 3.73±0.36 <sup>b</sup> |
| Befresh®             | 0.00±0.00         | 0.53±0.05 <sup>ab</sup> | 0.92±0.14 <sup>abc</sup> | 1.55±0.45 <sup>ab</sup> | 2.84±0.34 <sup>a</sup>  | 3.56±0.34 <sup>a</sup> | Na                     | Na                     |
| Thyme+1-MCP          | 0.00±0.00         | 0.96±0.24 <sup>a</sup>  | 1.43±0.37 <sup>a</sup>   | 1.76±0.37 <sup>ab</sup> | 2.76±0.33 <sup>bc</sup> | 2.48±0.33 <sup>b</sup> | 3.27±0.32 <sup>a</sup> | 4.14±0.35 <sup>a</sup> |
| Thyme+Befresh®       | 0.00±0.00         | 0.23±0.05 <sup>b</sup>  | 0.60±0.05 <sup>c</sup>   | 0.85±0.06 <sup>c</sup>  | 1.54±0.36 <sup>d</sup>  | 1.88±0.43 <sup>b</sup> | 2.73±0.50 <sup>b</sup> | 3.67±0.52 <sup>b</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.00±0.00         | 0.76±0.33 <sup>ab</sup> | 1.28±0.25 <sup>ab</sup>  | 1.67±0.19 <sup>ab</sup> | 1.99±0.19 <sup>cd</sup> | 2.20±0.18 <sup>b</sup> | 2.57±0.19 <sup>c</sup> | 3.36±0.23 <sup>c</sup> |
| F-test               | ns                | *                       | *                        | *                       | *                       | *                      | *                      | *                      |
| % CV                 | 0.00              | 6.36                    | 3.18                     | 2.36                    | 14.09                   | 12.86                  | 14.74                  | 12.49                  |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

ตาราง 78 การเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Disease Score     |                        |                          |                        |                         |                        |                        |                         |
|----------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                      | Days after stored |                        |                          |                        |                         |                        |                        |                         |
|                      | 0                 | 16                     | 18                       | 20                     | 22                      | 24                     | 26                     | 28                      |
| Control              | 0.00±0.00         | 0.67±0.04 <sup>a</sup> | 1.67±0.47 <sup>ab</sup>  | 2.67±0.97 <sup>a</sup> | 3.67±0.47 <sup>a</sup>  | 5.00±0.00 <sup>a</sup> | Na                     | Na                      |
| Thyme                | 0.00±0.00         | 0.67±0.04 <sup>a</sup> | 2.00±0.81 <sup>a</sup>   | 2.67±0.24 <sup>a</sup> | 4.00±1.41 <sup>a</sup>  | 4.33±0.94 <sup>a</sup> | Na                     | Na                      |
| 1-MCP                | 0.00±0.00         | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.33±0.47 <sup>abc</sup> | 2.33±0.12 <sup>a</sup> | 4.00±1.41 <sup>a</sup>  | 4.43±0.94 <sup>a</sup> | 4.67±0.47 <sup>a</sup> | 5.00±0.00 <sup>a</sup>  |
| Befresh®             | 0.00±0.00         | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 0.67±0.47 <sup>bc</sup>  | 1.67±0.47 <sup>b</sup> | 3.00±0.81 <sup>ab</sup> | 4.00±0.81 <sup>a</sup> | Na                     | Na                      |
| Thyme+1-MCP          | 0.00±0.00         | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 0.33±0.47 <sup>c</sup>   | 1.00±0.00 <sup>c</sup> | 1.00±0.00 <sup>c</sup>  | 1.67±0.47 <sup>b</sup> | 2.67±0.47 <sup>b</sup> | 3.67±0.47 <sup>b</sup>  |
| Thyme+Befresh®       | 0.00±0.00         | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>abc</sup> | 1.00±0.00 <sup>c</sup> | 1.50±0.47 <sup>bc</sup> | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.33±0.47 <sup>b</sup> | 4.00±0.81 <sup>ab</sup> |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 0.00±0.00         | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 0.67±0.47 <sup>bc</sup>  | 1.67±0.47 <sup>b</sup> | 2.33±0.47 <sup>b</sup>  | 2.33±0.47 <sup>b</sup> | 2.67±0.94 <sup>b</sup> | 4.00±0.81 <sup>ab</sup> |
| F-test               | ns                | *                      | *                        | *                      | *                       | *                      | *                      | *                       |
| % CV                 | 0.00              | 15.68                  | 5.82                     | 5.33                   | 38.72                   | 23.27                  | 24.77                  | 18.33                   |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

การเกิดโรคที่ชั่วผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนชั่วผลตามวิธีของพิกุล นุชนวลรัตน์ (2559)

0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนชั่วผล

1 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อราน้อยกว่า 10% บนชั่วผล

2 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนชั่วผล

3 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนชั่วผล

4 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนชั่วผล

5 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนชั่วผล

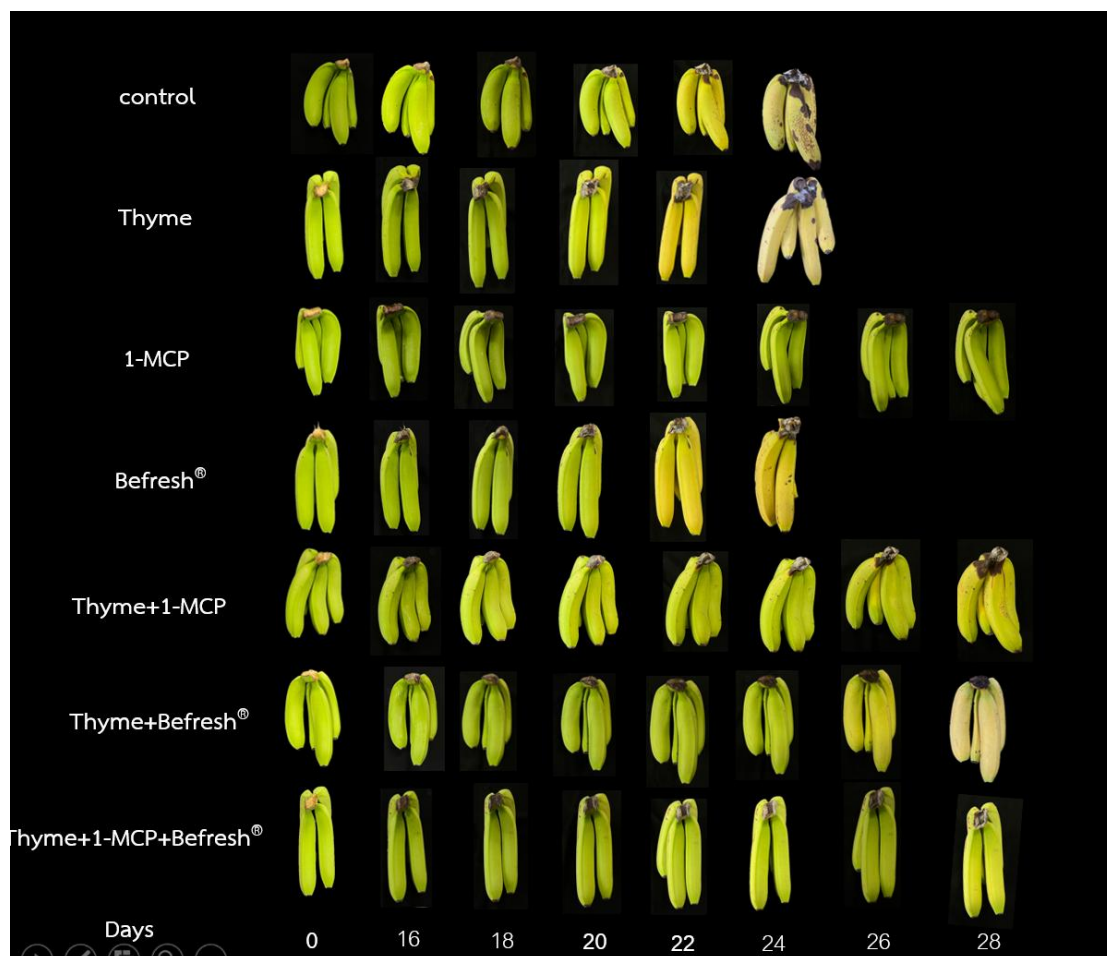
ตาราง 79 \*การสุกและอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

| Treatment            | Ripening Score    |           |                        |                         |                         |                        |                        |                        | อายุการ   |
|----------------------|-------------------|-----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|
|                      | Days after stored |           |                        |                         |                         |                        |                        |                        | เก็บรักษา |
|                      | 0                 | 16        | 18                     | 20                      | 22                      | 24                     | 26                     | 28                     | (วัน)     |
| Control              | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.67±0.47 <sup>ab</sup> | 4.00±0.00 <sup>a</sup>  | 5.00±0.00 <sup>c</sup> | Na                     | Na                     | 22        |
| Thyme                | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.67±0.47 <sup>a</sup> | 2.33±0.94 <sup>a</sup>  | 3.67±0.47 <sup>a</sup>  | 4.67±0.47 <sup>a</sup> | Na                     | Na                     | 22        |
| 1-MCP                | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup>  | 2.00±0.00 <sup>c</sup>  | 2.67±0.47 <sup>b</sup> | 3.00±0.82 <sup>a</sup> | 4.33±0.94 <sup>a</sup> | 28        |
| Befresh®             | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup>  | 3.00±0.00 <sup>b</sup>  | 4.67±0.47 <sup>a</sup> | Na                     | Na                     | 24        |
| Thyme+1-MCP          | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup>  | 1.33±0.47 <sup>d</sup>  | 2.00±0.00 <sup>c</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.33±0.47 <sup>b</sup> | 28        |
| Thyme+Befresh®       | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup>  | 1.67±0.47 <sup>cd</sup> | 2.00±0.00 <sup>c</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 4.33±0.47 <sup>a</sup> | 28        |
| Thyme+1-MCP+Befresh® | 1.00±0.00         | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup>  | 2.00±0.00 <sup>c</sup>  | 2.00±0.00 <sup>c</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup> | 3.33±0.47 <sup>b</sup> | 28        |
| F-test               | ns                | ns        | *                      | *                       | *                       | *                      | *                      | *                      |           |
| % CV                 | 0.00              | 0.00      | 19.92                  | 4.08                    | 14.97                   | 11.5                   | 18.18                  | 19.92                  |           |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant, Na= not applicable

การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัสร์ และคณะ, 2563

- 1= สีเขียวสด
- 2= สีเขียวอ่อน
- 3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง
- 4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว
- 5=เหลืองทั้งผล



ภาพ 34 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชที่รมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์, 1-MCP, สารดูดซับเอทิลีน Befresh® แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

ตาราง 80 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบ  
หวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treat-<br>ment | Weight loss (%)  |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|                | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18                     | 20                     | 22                     | 24                     | 26                     | 28                     |
| 1-MCP RT       | 0.00±0.00        | 0.11±0.03 | 0.34±0.07 | 0.54±0.08 | 0.71±0.08 | 0.90±0.09 | 1.11±0.10 | 1.30±0.11 | 1.50±0.13 <sup>a</sup> | 1.62±0.15 <sup>a</sup> | 1.98±0.13 <sup>a</sup> | 2.24±0.12 <sup>a</sup> | 2.57±0.16 <sup>a</sup> | 3.07±0.23 <sup>a</sup> | 4.18±0.23 <sup>a</sup> |
| 1-MCP LT       | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 0.34±0.09 <sup>b</sup> | 0.70±0.14 <sup>b</sup> | 1.01±0.88 <sup>b</sup> | 1.43±0.09 <sup>b</sup> | 1.74±0.21 <sup>b</sup> | 2.58±0.28 <sup>b</sup> | 3.48±0.36 <sup>b</sup> |
| F-test         | ns               | ns        | ns        | ns        | Ns        | ns        | ns        | ns        | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      |
| % CV           | 0.00             | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 4.63                   | 3.03                   | 2.38                   | 1.51                   | 1.20                   | 5.49                   | 5.27                   |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

ตาราง 81 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบ  
หวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25\pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65\pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

|          | Disease Score    |           |           |           |           |           |           |           |                        |           |                        |                        |                        |                        |                        |
|----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|          | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |           |                        |                        |                        |                        |                        |
|          | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18        | 20                     | 22                     | 24                     | 26                     | 28                     |
| 1-MCP RT | 0.00±0.00        | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.33±0.05 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.33±0.47 | 2.33±0.12 <sup>a</sup> | 4.00±0.47 <sup>a</sup> | 4.33±0.94 <sup>a</sup> | 4.67±0.47 <sup>a</sup> | 4.67±0.47 <sup>a</sup> |
| 1-MCP LT | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 0.33±0.05 <sup>b</sup> | 1.33±0.47 | 1.33±0.47 <sup>b</sup> | 1.33±0.12 <sup>b</sup> | 1.66±0.94 <sup>b</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup> |
| F-test   | ns               | ns        | ns        | ns        | Ns        | ns        | ns        | ns        | *                      | ns        | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      |
| % CV     | 0.00             | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 6.12                   | 4.33      | 6.29                   | 4.84                   | 3.83                   | 4.05                   | 4.05                   |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable



การเกิดโรคที่ชั่วผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ  
คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนชั่วผลตามวิธีของฟิกล นุชนวลรัตน์  
(2559)

0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนชั่วผล

1 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อราน้อยกว่า 10% บนชั่วผล

2 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนชั่วผล

3 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนชั่วผล

4 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนชั่วผล

5 คะแนน= พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนชั่วผล

ตาราง 82 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบ  
หวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treat-<br>ment | Ripening Score   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                        |           |                        |                        | Shelf<br>life<br><br>(Days) |
|----------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |                        |           |                        |                        |                             |
|                | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16        | 18        | 20        | 22                     | 24        | 26                     | 28                     |                             |
| 1-MCP RT       | 1.00±0.00        | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.67±0.47 <sup>a</sup> | 2.00±0.00 | 3.67±0.94 <sup>b</sup> | 4.33±0.47 <sup>b</sup> | 28                          |
| 1-MCP LT       | 1.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.67±0.47 | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.33±0.47 <sup>a</sup> | ≥28                         |
| F-test         | ns               | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | *                      | *         | *                      | *                      |                             |
| % CV           | 0.00             | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 2.22                   | 17.49     | 21.29                  | 13.32                  |                             |

\*= significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column  
followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not  
significant; Na= not applicable

การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการ  
เปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัทร์ และคณะ, 2563

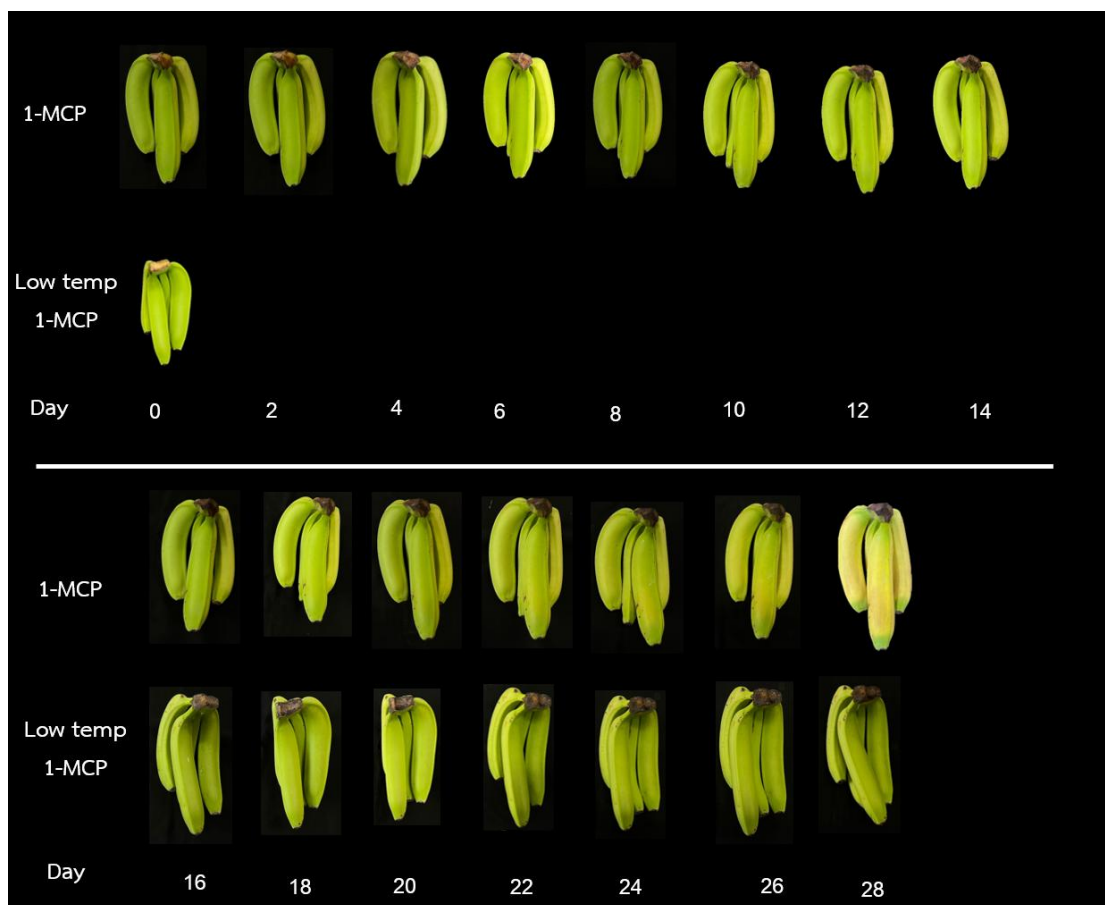
1= สีเขียวสด

2= สีเขียวอ่อน

3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง

4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว

5=เหลืองทั้งผล



ภาพ 35 ลักษณะของกล้วยหอมคาเวนดิชแบบหวีที่การรมด้วย 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาในที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

ตาราง 83 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 13±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Weight loss (%)  |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                         |                         |                         |                         |                         |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|            | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                         |                         |                         |                         |                         |
|            | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18                     | 20                      | 22                      | 24                      | 26                      | 28                      |
| Control RT | 0.00±0.00        | 0.66±0.05 | 1.57±0.07 | 2.44±0.06 | 3.39±0.15 | 3.43±0.86 | 5.33±0.16 | 6.22±0.19 | 5.58±1.86 <sup>a</sup> | 8.57±0.25 <sup>a</sup> | 10.09±0.31 <sup>a</sup> | 10.83±0.44 <sup>a</sup> | 12.96±0.71 <sup>a</sup> | 14.44±0.63 <sup>a</sup> | 17.06±0.10 <sup>a</sup> |
| 1-MCP RT   | 0.00±0.00        | 0.67±0.06 | 1.50±0.13 | 2.38±0.15 | 3.23±0.19 | 3.96±0.21 | 5.06±0.28 | 5.91±0.29 | 6.82±0.31 <sup>a</sup> | 8.27±0.34 <sup>b</sup> | 9.78±0.44 <sup>b</sup>  | 10.46±0.46 <sup>b</sup> | 12.34±0.59 <sup>b</sup> | 12.88±0.30 <sup>b</sup> | 15.56±0.26 <sup>b</sup> |
| Control LT | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 1.53±0.14 <sup>b</sup> | 3.58±0.19 <sup>b</sup> | 5.91±0.44 <sup>b</sup>  | 9.84±0.37 <sup>b</sup>  | 10.93±0.29 <sup>b</sup> | 12.34±0.17 <sup>b</sup> | 14.57±0.32 <sup>c</sup> |
| 1-MCP LT   | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 1.31±0.03 <sup>b</sup> | 3.40±0.23 <sup>b</sup> | 5.68±0.37 <sup>b</sup>  | 8.22±0.64 <sup>c</sup>  | 9.45±0.47 <sup>c</sup>  | 10.80±0.16 <sup>c</sup> | 13.03±0.32 <sup>d</sup> |
| F-test     | ns               | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | *                      | *                      | *                       | *                       | *                       | *                       | *                       |
| %CV        | 0.00             | 10.7      | 8.29      | 6.09      | 6.24      | 20.68     | 5.33      | 4.93      | 9.97                   | 5.42                   | 6.21                    | 6.16                    | 5.82                    | 3.61                    | 2.18                    |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

การเกิดโรคที่ขั้วผล ทำการประเมินความรุนแรงของโรค (Disease severity) 6 ระดับ คะแนน สังเกตจากการเจริญของเส้นใยของเชื้อราบนขั้วผลตามวิธีของฟิกล นุชนवलรัตน์ (2559)

- 0 คะแนน = ไม่พบการเจริญของเส้นใยเชื้อราบนขั้วผล
- 1 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อราน้อยกว่า 10% บนขั้วผล
- 2 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 11-30% บนขั้วผล
- 3 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 31-50% บนขั้วผล
- 4 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 51-70% บนขั้วผล
- 5 คะแนน = พบเส้นใยเชื้อรา 71-100% บนขั้วผล

ตาราง 84 ผลของการรมด้วย 1-MCP ค่ะแผนการเกิดโรคของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยว  
ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Disease (Score)  |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                         |                        |                         |                        |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|            | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                         |                        |                         |                        |
|            | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18                     | 20                     | 22                     | 24                      | 26                     | 28                      |                        |
| Control RT | 0.00±0.00        | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.33±0.05 <sup>a</sup> | 2.67±0.09 <sup>a</sup> | 2.67±0.94 <sup>a</sup>  | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 4.00±0.00 <sup>a</sup>  |                        |
| 1-MCP RT   | 0.00±0.00        | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 0.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 <sup>a</sup> | 1.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup> | 2.67±0.094 <sup>a</sup> | 2.67±0.05 <sup>b</sup> | 3.00±0.00 <sup>ab</sup> |                        |
| Control LT | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na                     | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.33±0.05 <sup>c</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup>  | 2.33±0.47 <sup>b</sup> | 3.67±0.09 <sup>ab</sup> |                        |
| 1-MCP LT   | 0.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na                     | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 0.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>d</sup> | 2.00±0.00 <sup>b</sup>  | 2.00±0.00 <sup>c</sup> | 2.33±0.05 <sup>b</sup>  | 2.67±0.05 <sup>b</sup> |
| F-test     | ns               | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns                     | *                      | *                      | *                      | *                       | *                      | *                       | *                      |
| %CV        | 0.00             | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.08                   | 0.08                   | 2.44                   | 26.64                  | 29.25                   | 18.75                  | 19.36                   |                        |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

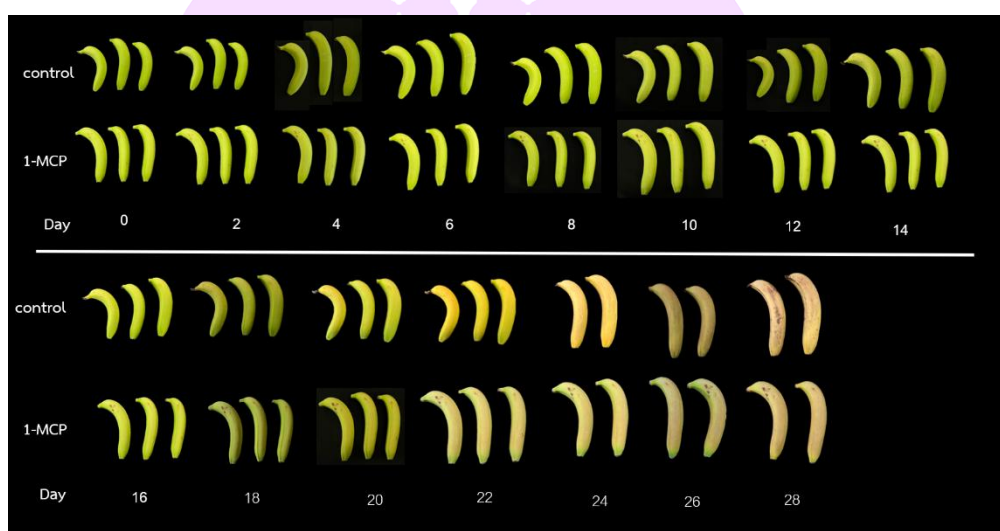
ตาราง 85 ผลของการรมด้วย 1-MCP ต่อคะแนนการสุกของกล้วยหอมคาเวนดิชผลเดี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$   
เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน

| Treatment  | Ripening (Score) |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        | Shelf Life (Days) |
|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|
|            | Day after stored |           |           |           |           |           |           |           |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                   |
|            | 0                | 2         | 4         | 6         | 8         | 10        | 12        | 14        | 16                     | 18                     | 20                     | 22                     | 24                     | 26                     | 28                     |                   |
| Control RT | 1.00±0.00        | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 2.00±0.00 | 2.00±0.00 | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 4.00±0.00 <sup>a</sup> | 4.33±0.05 <sup>a</sup> | 5.00±0.00 <sup>a</sup> | 22                |
| 1-MCP RT   | 1.00±0.00        | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 1.00±0.00 | 2.00±0.00 | 2.00±0.00 | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 2.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 3.00±0.00 <sup>a</sup> | 4.33±0.05 <sup>a</sup> | 5.00±0.00 <sup>a</sup> | 22                |
| Control LT | 1.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.33±0.05 <sup>b</sup> | 2.33±0.05 <sup>b</sup> | 2.67±0.09 <sup>b</sup> | 3.00±0.00 <sup>b</sup> | 4.00±0.00 <sup>b</sup> | 26                |
| 1-MCP LT   | 1.00±0.00        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | Na        | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.00±0.00 <sup>b</sup> | 1.33±0.05 <sup>b</sup> | 2.33±0.05 <sup>b</sup> | 2.67±0.09 <sup>b</sup> | 3.00±0.00 <sup>b</sup> | 4.00±0.00 <sup>b</sup> | 26                |
| F-test     | ns               | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | ns        | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      | *                      |                   |
| %CV        | 0.00             | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 0.00      | 1.22                   | 1.22                   | 18.84                  | 15.3                   | 26.48                  | 9.79                   | 4.22                   |                   |

\* = significantly different at 95% level of confidence, mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using DMRT; ns = not significant; Na= not applicable

การประเมินการสุก โดยการสังเกตสีผิวของเปลือกกล้วยโดยใช้ค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกตามวิธีของกัลยาภัสร์ และคณะ, 2563

- 1= สีเขียวสด
- 2= สีเขียวอ่อน
- 3 = สีเขียวมากกว่าสีเหลือง
- 4 = สีเหลืองมากกว่าสีเขียว
- 5=เหลืองทั้งผล



ภาพ 36 ลักษณะของผลกล้วยคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 28 วัน



ภาพ 37 ลักษณะของผลกล้วยคาเวนดิชแบบผลเดี่ยวที่รมด้วย 1-MCP ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ  $13 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $80 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 15 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาต่อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์  $65 \pm 5$  เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 13 วัน

## ประวัติผู้วิจัย

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ-สกุล         | ยศวัฒน์ คำสมุทร                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| วัน เดือน ปี เกิด | 27 กรกฎาคม 2537                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| สถานที่เกิด       | จังหวัดพะเยา                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| วุฒิการศึกษา      | วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ที่อยู่ปัจจุบัน   | 209 หมู่ 12 ตำบลแม่ใส อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ผลงานตีพิมพ์      | ยศวัฒน์ คำสมุทร, วิพรพรรณ เนืองเม็ก และวาสนา พิทักษ์พล.<br>(2566). ผลของการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยไทม์ ตะไคร้หอม และ<br>งานพลูต่อการชะลอการสุกและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอม<br>คาเวนดิช. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br>ครั้งที่ 61 (หน้า 29-35). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. |

